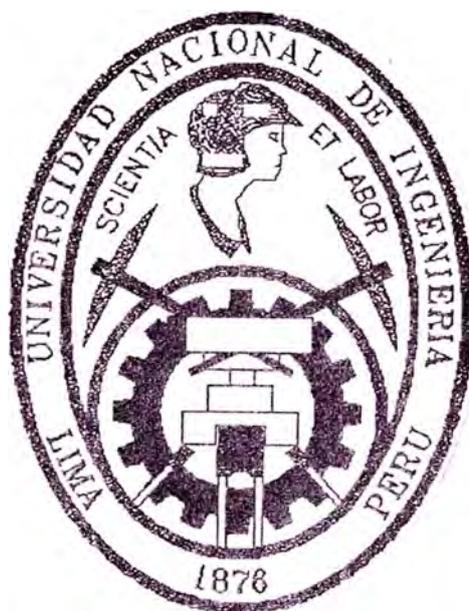


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO
EN UNA PLANTA DE FABRICACION DE RECIPIENTES PARA GLP

INFORME DE SUFICIENCIA

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO MECANICO

JOSE LUIS HUACOTO DIAZ

PROMOCION 1988 - II

LIMA - PERU

**ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN UNA PLANTA
DE FABRICACIÓN DE RECIPIENTES PARA GLP**

INDICE

PROLOGO

CAPITULO I

PAG

INTRODUCCION

1.1.0 ANTECEDENTES	01
1.2.0 OBJETIVOS	02
1.3.0 ALCANCES	03
1.4.0 DESCRIPCION DE LA EMPRESA	04

CAPITULO II

DIAGNOSTICO DE LA PLANTA

2.1.0 GENERALIDADES	07
2.2.0 ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN	08
2.3.0 PERSONAL E INFRAESTRUCTURA DE MANTENIMIENTO	09
2.4.0 EQUIPAMIENTO E INSTALACIONES	11
2.5.0 CICLO DE PRODUCCIÓN	15

CAPITULO III

MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y SUS ALCANCES

3.1.0 GENERALIDADES	21
3.2.0 MANTENIMIENTO PREVENTIVO	22
3.3.0 PLANIFICACION ESTRATEGICA	32

CAPITULO IV

ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

4.1.0	FORMULACION DEL PLAN ESTRATEGICO DE MANTENIMIENTO	34
4.2.0	ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO	39
4.2.1	ORGANIZACIÓN	39
4.2.2	DOCUMENTOS DE CONTROL	49
4.2.3	CAPACITACION A OPERADORES Y PERSONAL DE MANTENIMIENTO	54
4.2.4	INVENTARIO DE REPUESTOS E INSUMOS DE MANTENIMIENTO	57

CAPITULO V

EVALUACION ECONOMICA DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

5.1.0	GENERALIDADES	59
5.2.0	PLANIFICACION DE LOS COSTOS	59
5.3.0	ESTIMACION DE LOS COSTOS	61
5.4.0	ROI: RETORNO SOBRE LA INVERSION	68

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

PLANOS

ANEXOS

PROLOGO

El presente trabajo constituye un aporte a la sociedad industrial, de las técnicas modernas de administración del mantenimiento, contribuyendo a la organización de esta área tan importante, en la empresa INDUSTRIAL MECANICA S.A.

Organización y administración que les asegure una producción continua, sin paros intempestivos, así como de la participación eficiente y eficaz de sus trabajadores en la práctica del mantenimiento.

El presente informe presenta la aplicación del método de diagnóstico organizacional denominado "Evaluación por Deméritos", que se utiliza para identificar los puntos débiles en la práctica actual de mantenimiento que realiza la empresa. También se aplican los principios de planeamiento estratégico, realizando una revisión de la misión, visión, fortalezas y debilidades de la empresa, en la matriz de análisis situacional FODA, empleando sus resultados como información para realizar los planteamientos necesarios.

De la información con que se cuenta, de la experiencia en los trabajos ejecutados, la observación, análisis y experimentación realizados, ha sido posible identificar y programar el tipo y calidad del servicio de mantenimiento apropiado para la empresa.

El capítulo I. Presenta una visión global de la empresa, de sus instalaciones, maquinaria, equipos, ubicación en el mercado, línea de producción, y de la

situación de su área de mantenimiento. También se presentan los objetivos del presente informe, así como de los alcances del mismo.

En el capítulo II. Se presenta un diagnóstico de la planta, análisis de la organización administrativa, que comprende al personal, infraestructura de mantenimiento, equipamiento, instalaciones, y ciclo de producción de la empresa.

El capítulo III. Plantea los aspectos teóricos de la administración del mantenimiento, que sirven como sustento a la propuesta de planificación del presente trabajo.

EL capítulo IV. Presenta la propuesta de organización y gestión del mantenimiento preventivo a ser aplicado en la empresa.

El capítulo V. Presenta una evaluación económica del programa de mantenimiento propuesto.

Como tema final se presentan las conclusiones, limitaciones y sugerencias de la propuesta de mantenimiento preventivo del presente informe.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1.0 ANTECEDENTES

El "mantenimiento" en general, es la función empresarial encargada del control constante de las instalaciones físicas, metal mecánicas, maquinaria y equipos de una planta industrial, así como de la ejecución del conjunto de trabajos de reparación necesarios, que garanticen la producción regular y el buen estado de conservación de las instalaciones productivas, de servicios y de instrumentación.

Dentro de las actividades auxiliares de la producción, el mantenimiento viene adquiriendo con el transcurso del tiempo; gran importancia, debido al continuo crecimiento del campo de aplicación de la maquinaria, dentro de todos los sectores de la producción, dentro de todas las etapas del ciclo de trabajo, con complejidades cada vez mayores.

Preocupados tanto por las pérdidas de producción, como por la degeneración de la calidad, es que se pone en práctica el mantenimiento preventivo, tecnología que prevé el desmontaje a intervalos fijos, de casi la totalidad de las máquinas que son vitales para el sostenimiento de las operaciones de producción, para

controlar su buen estado de funcionamiento y en consecuencia sustituir en su momento oportuno, cojinetes, chumaceras, correas y otros elementos sujetos a desgaste, corrosión o fatiga.

Es así que el estudio y realización de los planes de mantenimiento preventivo, exigen la creación de una estructura organizativa que los dirija con eficacia técnica y económica.

El mantenimiento, constituye una función estratégica que asegura la producción continua en una industria, y se ejercita mediante el planeamiento, programación, dirección y control, además de la influencia personal que se pueda ejercer sobre los trabajadores, para que debidamente orientados y conducidos, realicen en forma entusiasta y eficiente las tareas de mantenimiento tendientes al logro de los objetivos y metas de la empresa.

El presente trabajo constituye una propuesta organizativa de un plan de mantenimiento preventivo que haga posible el cumplimiento de las metas de producción que se fija la empresa, planteándose para ello, la puesta en práctica de los fundamentos de la administración del mantenimiento preventivo.

1.2.0 OBJETIVOS

El presente informe tiene como objetivo general, presentar una propuesta de planificación y programación del mantenimiento, aplicado a una planta que se dedica a La fabricación de recipientes

para Gas Licuado de Petróleo (GLP), como una alternativa de aseguramiento de una producción eficiente y eficaz..

Se pueden establecer como objetivos del servicio de mantenimiento:

- a) Reducir al mínimo los costos por paradas, debido a averías accidentales de la maquinaria que comporten pérdida de producción; incluyéndose también en ellos los costos de mantenimiento correspondientes.
- b) Prolongar la vida de la maquinaria en óptimas condiciones, evitándose la producción defectuosa, y situaciones de rechazo.
- c) Proporcionar asistencia y asesoría a todo el personal que interviene en el proyecto y gestión de la maquinaria, como consecuencia de la experiencia adquirida.

1.3.0 ALCANCES

El alcance del presente informe comprende, desarrollar los estudios de:

- Diagnóstico de las instalaciones existentes.
- Configuración óptima del área de mantenimiento.
- Presupuesto estimado del proyecto.
- Evaluación económica financiera preliminar.

El alcance de un departamento de mantenimiento es diferente en cada planta y se encuentra influido por el tamaño de la empresa, por el tipo de producción, por la política desarrollada y por los antecedentes de la empresa.

Dentro del mantenimiento en sí, habrá que considerar lo siguiente:

- Determinar los tipos de mantenimiento a efectuar.
- Dimensionar adecuadamente los medios técnicos y humanos de mantenimiento.
- Decidir qué trabajos se van a contratar, de acuerdo con la legislación y convenios laborales.
- Determinar de acuerdo con los datos cuantitativos, la cantidad y calidad de recambios, así como de materiales comunes.
- Establecer cuánto mantenimiento preventivo se va a realizar.

1.4.0 DESCRIPCION DE LA EMPRESA

INDUSTRIAL MECANICA S.A. (IMESA), es una empresa metal mecánica con mas 40 años contribuyendo al desarrollo del país. El plantel de personal esta compuesto actualmente de 60 personas (Administrativo, Ingeniería, Ventas y Producción).

IMESA, cuenta con la tecnología adecuada para ofrecer un producto de calidad, considerando entre los factores mas importantes el servicio y la satisfacción del cliente. Actualmente por su experiencia;

IMESA es reconocida como uno de los mejores fabricantes de tanques a presión, según normas ASME y de ventiladores industriales, a nivel nacional y de América del Sur.

En la actualidad dicha empresa cuenta con las siguientes líneas de producción:

- Tanques para GLP estacionarios y de transporte con una línea en serie desde 80 hasta 1000 galones y de 2000 hasta 3000 galones.
- Cilindros de GLP para uso domestico de 5,10,15 y 45 Kg.
- Recipientes de GLP para montacargas y de uso automotriz.
- Tanques para aire comprimido (equipos completos)
- Tanques de almacenamiento para diferentes líquidos (gasolina, petróleo, agua, etc.)
- Estructuras metálicas, sistemas de almacenaje pesado.
- Ventiladores centrífugos y axiales para uso industrial y minero.

SERVICIOS A TERCEROS

- Bombeado y pestañado de tapas (fierro negro, acero estructural e inoxidable).
- Prueba hidrostática de tanques sometidos a presión.
- Servicio de soldado mediante los procesos: Arco sumergido, MIG, alambre tubular según código AWS y ASME.
- Reparación general de ventiladores industriales.

- Reparación de balones de gas de 45 Kg.

IMESA, para la realización de las actividades de producción; cuenta con una gran variedad de maquinas herramientas, equipos de soldadura, hornos de tratamiento térmico y equipos de control de calidad. Así como, equipos auxiliares de transporte y de suministro de aire, agua y combustible (GLP)

El mantenimiento de las instalaciones, maquinarias y equipos de la empresa esta encargada a un maestro mecánico - electricista quien es dirigido por el Gerente de Producción.

Las labores de mantenimiento que se realizan, alrededor del 100% son del tipo reactivo (Mantenimiento Correctivo No Planificado). La necesidad de personal para la ejecución de las actividades de reparación de los equipos es cubierta por personal de producción con conocimientos de mecánica.

CAPITULO II

DIAGNOSTICO DE LA PLANTA

2.1 GENERALIDADES

Esta empresa a la fecha, no cuenta con un sistema de mantenimiento preventivo, prácticamente todas las actividades de mantenimiento de los equipos son de tipo reactivo.

No se cuenta con una planificación de la producción, los trabajos los realizan sobre pedido, y los presupuestos de gastos se realizan, tomándose como referencia la de años anteriores.

La información sobre los trabajos de mantenimiento realizados a los equipos únicamente se encuentran registrados en la memoria del maestro mecánico - electricista y el gerente de producción, no existe ningún documento que registre los trabajos realizados a los equipos.

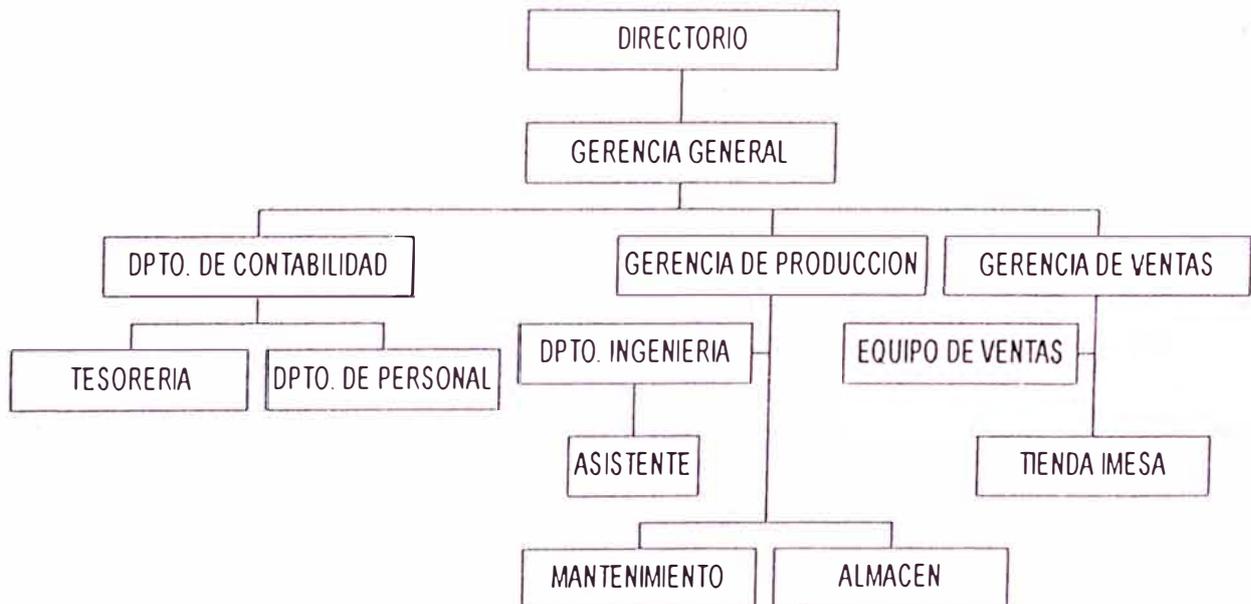
La ausencia de información técnico-económica, de las labores de mantenimiento realizadas, así como de la inexistencia de indicadores, no facilitan el planteamiento de estrategias que fortalezcan los puntos críticos de la gestión.

El objetivo de plantear la organización de un sistema de mantenimiento, es el de revertir esta situación, contribuyendo de esta manera a la reducción de los costos de producción.

2.2.0 ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACION

En la empresa, el mantenimiento se encuentra ubicado dentro de las funciones de producción como una tarea auxiliar; ubicación que no le corresponde debido a su gravitante incidencia en los tiempos y costos de producción. Consideramos, debiera ubicársele como una función separada de la de producción, como una labor de gestión a nivel de alta dirección.

ORGANIGRAMA INDUSTRIAL MECANICA S.A.



El servicio de mantenimiento se encuentra bajo la administración de la Gerencia de Producción, lo que hace que se le atienda con un mínimo nivel de supervisión y control.

2.3.0 PERSONAL E INFRAESTRUCTURA DE MANTENIMIENTO

La gestión de mantenimiento la realiza el Gerente de Producción; quien tiene las siguientes responsabilidades relacionadas a las actividades de mantenimiento:

Elaborar los planes de mantenimiento preventivos, ordinarios y extraordinarios.

Coordinar los programas de mantenimiento preventivos y ordinarios

Coordinar los requerimientos de materiales, maquinas y equipos para la ejecución de las labores de mantenimiento

Programar el requerimiento de personal

Modificación de equipos e instalaciones existentes

Instalación de nuevos equipos

RECURSOS HUMANOS

El área de mantenimiento cuenta con el siguiente personal

01 maestro mecánico

Quien tiene las siguientes funciones:

Mantenimiento de los equipos existentes en planta.

Mantenimiento de los edificios existentes en planta

Labores de inspección y lubricación de equipos.

RECURSOS TECNOLOGICOS

Para las labores de mantenimiento, el personal encargado, cuenta con las siguientes herramientas básicas:

Calibradores

Multitester

Amperimetro

Caja de herramientas para mecánico

Caja de herramientas para electricista

Gatas

Trípodes

Winches de mano

Juego de poleas

Extractor de rodamientos

Estrobos (cables de acero).

Equipo manual de lubricación

Esmeril de mano

Equipos de soldadura eléctrica y autógena

Asimismo, se cuenta con una computadora personal.

RECURSOS FINANCIEROS

El área de mantenimiento no tiene asignado un presupuesto, los gastos se ejecutan de acuerdo a las necesidades de intervención que requieran los equipos.

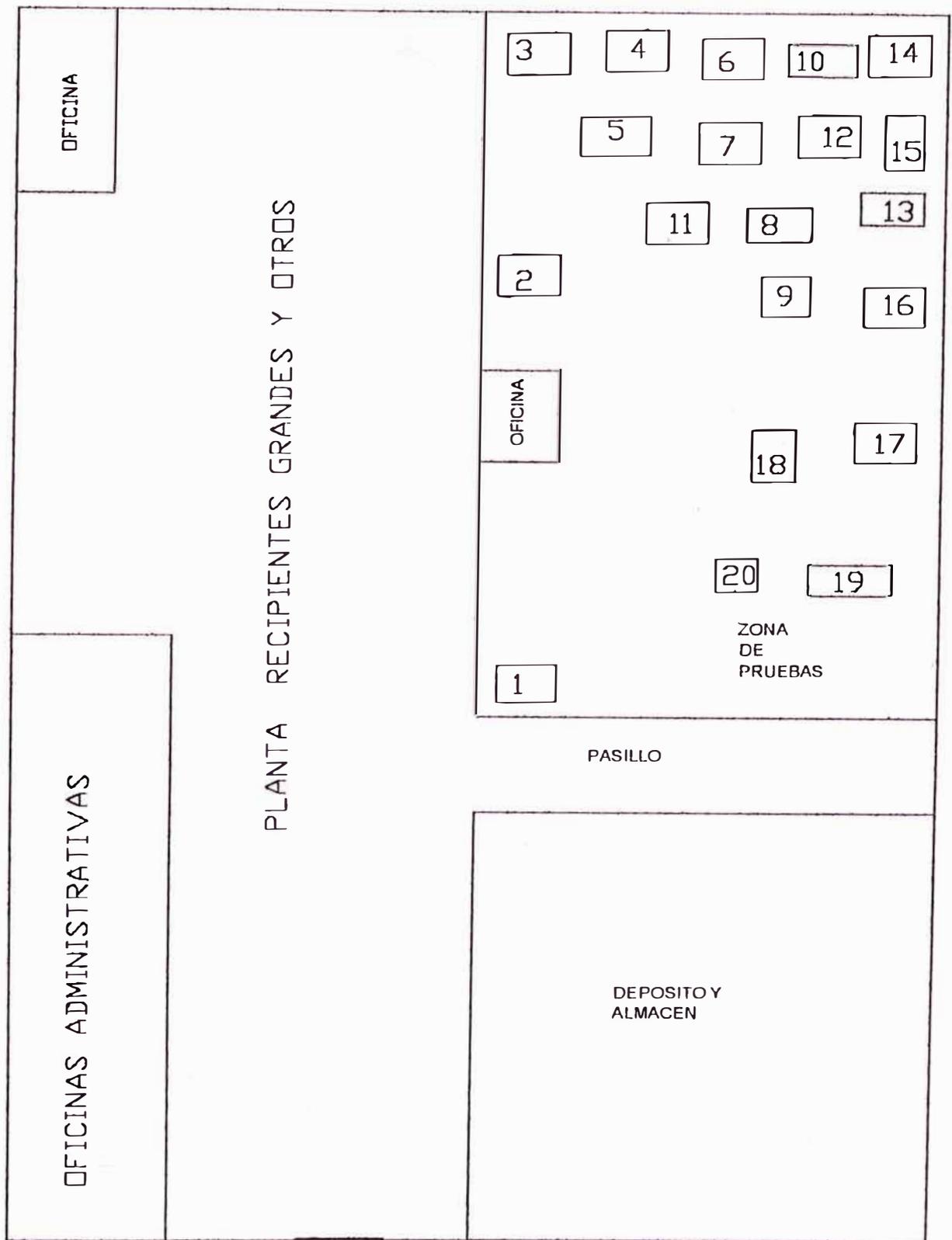
2.4.0 EQUIPAMIENTO E INSTALACIONES

La disposición de la maquinaria y equipo de producción es como se muestra en el LAYOUT siguiente:

IDENTIFICACIÓN DE MAQUINAS Y EQUIPOS :

- | | |
|----|--------------------------------------|
| 1 | Cizalla mecánica 5 x 3040 mm |
| 2 | Prensa excéntrica 95 tn |
| 3 | Prensa Hidráulica 250 tn |
| 4 | Taladro vertical |
| 5 | Roladora manual |
| 6 | Roladora electromecánica 3 x 2050 mm |
| 7 | Prensa hidráulica 50 tn |
| 8 | Prensa excéntrica 20 ton |
| 9 | Prensa de fricción 120 tn |
| 10 | Soldadora eléctrica |

- | | |
|----|---|
| 11 | Prensa hidráulica 600 tn |
| 12 | Prensa excéntrica 10tn |
| 13 | Robot soldadura de gollete |
| 14 | Soldadora MIG |
| 15 | Soldadora MIG |
| 16 | Soldadora eléctrica |
| 17 | Horno de tratamiento térmico 60 balones /hora |
| 18 | Probador hidrostático recipientes 10 kσ |
| 19 | Probador hidrostático recipientes 45 kσ |
| 20 | Probador neumático |
| 21 | Equipo de pintura y acabado final |



AV. NESTOR GAMBETA

LAYOUT INDUSTRIAL MECANICA S.A.

AREA : 70 X 100 MTS.

CUADRO N° 2.1

MAQUINARIA Y EQUIPOS CRITICOS - LINEA DE PRODUCCION RECIPIENTES PARA GLP 10 Y 45 KGS.

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	CAPACIDAD	MARCA	MODELO	SERIE	PESO (Kg.)	DIMENSIONES (mm)			MOTOR			
								LARGO	ANCHO	ALTO	MARCA	MODELO	SERIE	POT. (HP)
1	CPTR01	COMPRESORA TORNILLO	10 BAR - 81 CFM	DARI	DRS25	9.01E+09		900	700	900		3 fa.		25
2	CZHH01	CORTADORA REBORDEADORA	250x370 Dia.	OMERA	R317			3000	1400	2100				
3	CZEM01	GUILLOTINA	5x3040 mm	TALI	AC6/30	11-349					ASEA-CES			10
4	HTEL01	HORNO DE TRATAMIENTO TER	60 BAL/HORA	ITSA	CONTINUO	601/99		900	1350	1350	DELROSAS		129867M14	0.9
5	PRFR01	PRENSA DE FRICCION	120 TON.					2000		2700	WEG	3 fa.	029AJ91/16	15
6	PREX01	PRENSA EXCENTRICA	95 TON.		PED 03/2			1800	800	2700	VEM			5.5
7	PREX02	PRENSA EXCENTRICA	20 TON.	RECORD	R20			1600	700	850	DELROSAS			2.4
8	PRHH01	PRENSA HIDRAULICA	250 TON.	VICTORIA	T.TOLLER	932003	630	1200	700	1800				
9	PRHH02	PRENSA HIDRAULICA	50 TON.		BRASILERA			800	600	1800	WEG	3 fa.	0594,	75
10	PRHH03	PRENSA HIDRAULICA	600 TON.	HIDRAMET				3600	1800	8000				
11	PHHH02	PROBADOR HIDROSTATICO 10	60 BAL./HORA	ITSA	6 x310 Dia.	002/99		6000	1000	1800	DELROSAS	3 fa.	129005M2E	2.4
12	PHHH01	PROBADOR HIDROSTATICO 45	1800 PSI	ITSA	MANUAL				550 DIA	700				
13	SSMG01	ROBOT SOLDADURA GOLLETE	50 CIL/HORA	ACG				700	700	2500				
14	RLEM01	ROLA ELECTROMECANICA	2050x3	SOMO		17101996		2800	900	1000	WEG-2 Unid	3 fa.		
15	SSMG02	SOLDADORA MIG	400 AMP.	INDURA	SUPERMIG-EN609	42788190		680	480	720				
16	SSMG03	SOLDADORA MIG	500 AMP.	ESAB	LAH 500	B259020178		700	600	1500				

CICLO DE PRODUCCIÓN

Para la descripción de las operaciones de producción que se realizan en la planta, se ha considerado en el presente trabajo la línea de producción de recipientes para GLP de 10 kg de capacidad. Por ser el de mayor valor económico en el funcionamiento de la planta.

Característica del producto

Capacidad	10 kg.
Tipo	Balón de gas propano de uso domestico
Material	Plancha de acero calidad ASTM 455 "A":
Espesor de asa	2.5 mm.
Espesor de cuerpo	2.3 mm.
Espesor de aro base	2.3 mm.
Especificaciones	Fabricación de acuerdo a normas ASME SECCION VIII - División 1. "Recipientes metálicos sometidos a presión".

FIGURA N° 2.3 PROCESO DE PRODUCCIÓN





FIGURA N° 2.4 El servicio de mantenimiento

EVALUACION DEL MANTENIMIENTO POR DEMERITOS.

Para conocer el nivel de gestión del área de mantenimiento haremos uso del Método de Evaluación por Deméritos. Este método nos permitirá ubicare los puntos débiles del área en los siguientes campos:

Planificación

Organización

Dirección y

Control

El conocimiento de los puntos débiles nos permitirá tomar acciones de mejoramiento del área, reforzando y elevando el nivel de gestión del área a niveles aceptables, orientados a la optimización de la utilización de los recursos de la empresa.

CUADRO N° 2.2 EVALUACION DEL MANTENIMIENTO POR DEMERITOS.

AUDITORIA DEL MANTENIMIENTO - EVALUACION POR DEMERITO

	PUNT. MAX	DEM. MAX	DEM.	PUNT.
I. PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO				
Principio básico : Se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo y de rutina, así como También se efectúa una gestión de repuestos adecuada. Se emplean técnicas modernas de planificación de las actividades del mantenimiento.	30		20.5	9.5
1 La situación administrativa y financiera de la empresa es crítica		3	1	2
2 No existe monitoreo de equipos por mediciones manuales u automatizadas		2	2	0
3 No existe un plan de inspecciones continuas		3	2	1
4 No existe un plan de lubricación		3	1.5	1.5
5 No existe una estructura de análisis de anomalías en equipos e intervenciones		3	3	0
6 No existe una investigación sistemática de averías frecuentes		3	3	0
7 No existe una política de renovación de maquinas, equipos y herramientas.		2	1	1
8 No hay criterios para el establecimiento de la previsión de presupuesto del área		2	1	1
9 No hay establecido procedimientos para ejecución del mant. Y sus tiempos estándar		3	2	1
10 No se cuenta con la disponibilidad adecuada de recursos materiales y humanos		3	2	1
11 No se han evaluado las ventajas y desventajas de la tercerización		3	2	1
II. ORGANIZACION DEL MANTENIMIENTO				
Principio básico : La función del mantenimiento esta bien definida, la ubicación en el organigrama es el adecuado y los recursos asignados están de acuerdo a sus necesidades.	30		18.5	11.5
1 Carece de estructura adecuada para análisis de reportes, sugerencias y metas.		1	0.5	0.5
2 Carecen de normas y recomendaciones de seguridad		1	1	0
3 El área no participa en el proceso de compra de nuevos equipos		1	1	0
4 El área no participa en proyectos de ampliaciones y modif. De instalaciones		1	1	0
5 El nivel educativo del personal de mantenimiento es bajo		2	1	1
6 El personal de mantenimiento es subestimado en relación con otras áreas		1	1	0
7 El personal de mantenimiento no cuenta con la experiencia necesaria.		2	1	1
8 Falta criterio para el almacenaje de datos de las actividades de mantenimiento		1	0.5	0.5
9 La clientela es de bajo nivel de exigencia		1	0.5	0.5
10 La relación entre los supervisores y subordinados no es la adecuada		1	0.5	0.5
11 No cuenta con una estructura organizacional adecuada		2	1	1

	PUNT MAX.	DEM. MAX.	DEM.	PUNT
12 No existen estímulos para emitir sugerencias.		1	0.5	0.5
13 No existe motivación del personal propio o contratado		1	0.5	0.5
14 No existe un programa continuo de capacitación del personal		2	1	1
15 No existe un programa interno de transferencia de experiencia		1	0.5	0.5
16 No existe una estandarización de tablas para la gestión de mantenimiento.		2	1	1
17 No existe una adecuada relación entre mantenimiento y órganos externos.		1	0.5	0.5
18 No existe un archivo de datos de actividades programadas y no programadas.		2	2	0
19 No hay conciencia de la necesidad de prevención por mantenimiento.		1	0.5	0.5
20 No hay definición en la delegación de responsabilidades para compras menores.		1	0.5	0.5
21 No hay delegación de autoridad para solicitud de servicios de mantenimiento		1	0.5	0.5
22 No hay participación del mant. en elaboración de contratos prestación de servicios		1	1	0
23 No hay una identificación de equipos con idénticas características constructivas		1	0.5	0.5
24 No poseen documentación, como manuales, catálogos, etc.		1	0.5	0.5
III. DIRECCION DEL MANTENIMIENTO				
Principio básico:				
La gestión de mantenimiento cuenta con un responsable, que lidera las actividades utilizando modernas técnicas de gestión con una filosofía de calidad.				
	20		10	10
1 Existen problemas con los prestadores de servicios.		2	1	1
2 Falta criterio para gestión de costos en los distintos niveles de supervisión		2	1	1
3 La eficiencia y productividad del personal de mantenimiento es bajo.		3	1	2
4 No existe delegación de responsabilidades en todos los niveles jerárquicos		3	1	2
5 No existe una comunicación efectiva entre el personal de mantenimiento y sus clientes.		2	1	1
6 No existe una gestión de repuestos adecuada		3	2	1
7 No hay emisión de Ordenes de Trabajo de actividades programadas y no programadas		3	2	1
8 No hay identificación objetiva de los servicios solicitados a mantenimiento.		2	1	1
IV. CONTROL DEL MANTENIMIENTO				
Principio básico :				
Se utilizan modernas técnicas de control de las actividades de mantenimiento que permiten rápida respuesta a los problemas presentados, utilizando un efectivo sistema de información en un ambiente de mejora continua.				
	20		15	5
1 No existen métodos de evaluación del desempeño del personal		4	3	1
2 No existe un sistema de débitos de costo por mantenimiento a sus usuarios		2	2	0
3 No hay criterios para levantamiento de costos de perdida de producción por mant.		3	2	1
4 No hay una evaluación de la calidad de los servicios efectuados		3	2	1
5 No se cumplen los plazos de atención de los pedidos de mantenimiento.		4	3	1
6 No se realizan cálculos de índices de gestión		4	3	1
TOTAL		100	64	36

EN RESUMEN:

La evaluación por deméritos nos reporta, que la gestión del área de mantenimiento puede valorarse de acuerdo a los siguientes indicadores :

CUADRO N° 2.3 : RESUMEN

	% Real	% Teorico	%Dif..
PLANIFICACION	9.50%	30%	-20.50%
ORGANIZACIÓN	11.50%	30%	-18.50%
DIRECCION	10.00%	20%	-10%
CONTROL	5.00%	20%	-15%
TOTAL	36.00%	100%	-64%

Estos valores nos indican la realidad actual del área de mantenimiento en los cuatro campos de su labor administrativa. Siendo el punto mas débil, la planificación de las labores de mantenimiento seguido por la organización del área.

CAPITULO III

MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y SUS ALCANCES

3.1.0 GENERALIDADES

Las empresas hoy en día inmersas en una realidad globalizada, altamente competitiva que exige reducción de costos e incremento de producción con calidad, exigen del área de mantenimiento la planificación y control de sus actividades.

Las actividades de mantenimiento pueden agruparse en dos tipos principales:

- 1 El Mantenimiento Reactivo, en el cual no se realiza ningún tipo de planificación ni programación.
- 2 El Mantenimiento Proactivo, que es planificado y programado con el fin de hacer mas eficiente la administración del mantenimiento.

El Mantenimiento Proactivo comprende al Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Predictivo, Mantenimiento Productivo, Mantenimiento Total y otros.

La planificación del mantenimiento es una actividad amplia y muy compleja. La implementación de un sistema efectivo de

mantenimiento planificado, brindará a la planta un gran avance hacia el logro efectivo de sus objetivos.

3.2.0 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Es el conjunto de servicios periódicos que se le brinda al equipo.

Es una de las herramientas más importantes para mantener el equipo en óptimas condiciones de funcionamiento y evitar las paradas imprevistas.

El mantenimiento preventivo varía grandemente en alcance e intensidad de aplicación.

Las actividades básicas de todo programa de mantenimiento preventivo son las siguientes:

Inspección periódica de los activos y del equipo de planta, para descubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos de producción o desperdicio perjudicial.

Conservación de la planta para eliminar la ocurrencia de imprevistos, reparación de desperfectos cuando se encuentren aún en una etapa incipiente.

Los servicios al equipo pueden presentarse desde una rutina de lubricación hasta la adaptación, después de un determinado tiempo, de piezas o componentes

El servicio de mantenimiento puede ser: en horas de operación, entre los intervalos de horas de operación, por intervalos de tiempo

(horas, días, semanas, meses), etc. Una vez establecido el programa, se verifica si el intervalo fijado es el adecuado.

TAREAS DE MANTENIMIENTO

Las tareas de mantenimiento preventivo pueden ser agrupadas de la siguiente manera:

1. Tareas de rutina
2. Tareas de mantenimiento global
3. Overhaul del equipo (reconstrucción)

Tareas de rutina:

Son de tipo sistemático (diarias, semanales o mensuales), con la finalidad de mantener al equipo en perfectas condiciones de operación, comprendiendo:

- Limpieza
- Lubricación
- Inspección
- Prueba
- Ajuste
- Servicio
- Reparaciones menores

Cada tarea normalmente toma pocos minutos.

Tareas de mantenimiento global:

Son actividades que normalmente requieren de un plan de trabajo previo, pues involucra el desmantelamiento parcial del equipo con el reemplazo de partes y componentes.

El overhaul del equipo (reconstrucción):

Es el mantenimiento de reconstrucción del equipo que involucra generalmente el retiro del equipo de la línea de producción, el cambio de gran cantidad de piezas y componentes, aprovechando la oportunidad para evaluarlo y realizar mejoras (eliminación de puntos débiles), calibraciones y pruebas que requieren de un alto nivel de habilidad de parte del personal de mantenimiento.

Es conveniente que participen los proveedores a fin de recepcionar sugerencias sobre mejoras.

Normalmente se reestructura el equipo a una condición próxima a la nueva.

Asimismo las tareas de mantenimiento se subdividen en tres:

Inspección

Conservación

Reparación

Para definir estos conceptos es necesario recurrir a los conceptos auxiliares; estado teórico y estado real.

Estado real:

Es el estado en el cual se encuentran los equipos en un momento determinado.

Estado teórico:

Es el estado en que deberán encontrarse los equipos, según se ha establecido y exigido.

La inspección sirve para averiguar y evaluar el estado real de los equipos.

Con los trabajos de conservación, se pretende mantener el estado teórico, y

Con los trabajos de reparación se restaura el estado teórico

INSPECCIÓN DE LOS EQUIPOS

Constituyen todas las acciones que sirven para averiguar y evaluar el estado real de los equipos de producción, tales como maquinas, instalaciones e instrumentos de trabajo. La inspección consiste en examinar si estos equipos se encuentran en buen estado y funcionan correctamente. Cuanto mas importante es el equipo, la inspección debe ser más rigurosa

El carácter preventivo de las inspecciones se manifiesta en el hecho de que éstas se realizan a intervalos prefijados. El intervalo entre inspecciones se puede determinar con diversas unidades de medida.

Las inspecciones deberán tener en cuenta tres criterios relacionados con las instalaciones:

Su capacidad de funcionamiento

Su seguridad, y

El mantenimiento de su valor

La capacidad de funcionamiento significa verificar si el estado real corresponde o no al estado teórico. Se deberá especificar el estado teórico de las instalaciones de la planta, en base a información del rendimiento o de otra información procedente de documentos técnicos como manuales de instrucción.

Según cual fuera el tipo y el alcance de la divergencia entre el estado real y el estado teórico, habrán de tomarse las disposiciones adecuadas de reparación para restaurar el estado teórico. Cuando el estado real coincide con el estado teórico, hay que llevar a cabo trabajos de conservación para mantenerlo.

Las inspecciones deberán verificar que las instalaciones de la empresa cumplan con las normas vigentes de seguridad.

El estado real constatado en la inspección proporciona información acerca de hasta qué punto se mantiene el valor de las instalaciones de la planta.

TIPOS DE INSPECCION

Inspección Sensorial.- Se ejecuta mediante los sentidos: la vista , el oído, el olfato, y el tacto.

Este tipo de inspección puede ser realizada por los operadores del equipo, pero de forma reactiva

Se emplea una a hoja de chequeo para su registro.

Inspección instrumental.- Se efectúa con instrumentos de medición, se miden y calculan las diversas magnitudes para formarse una opinión sobre el estado real del equipo.

Generalmente este tipo de inspección se realiza en el mantenimiento predictivo.

Frecuencias de inspección Las frecuencias de inspección pueden ser de tres tipos:

1. Largas
2. Cortas
3. Correctas (improbable)

Para establecer de una forma correcta la frecuencia de programación del mantenimiento preventivo es necesario contar con los registros apropiados.

En caso de intervalos de mantenimiento poco frecuentes (recta #1 en la figura) será evidente el número excesivo de fallas que ocurren.

El equipo falla antes de recibir el servicio apropiado.

En intervalos demasiado frecuentes (#2 en la figura), este es un desperdicio de mano de obra y repuestos los cuales son cambiados antes de que se desgasten. Esto ocasiona un costo innecesario al mantenimiento preventivo.

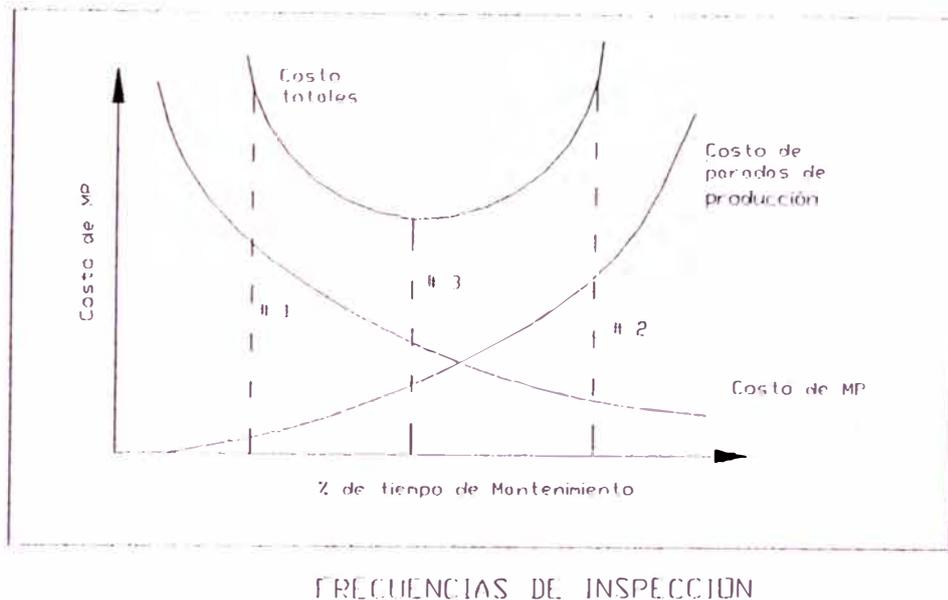


FIGURA N° 3.1

Se espera que alrededor del 20 % de los equipos fallarán antes del servicio, si los tiempos de mantenimiento preventivo son establecidos correctamente (#3 en la figura).

Si la razón de fallas es menor, se deberá tratar de alargar los tiempos para reducir costos. Si la razón de fallas es alta, tratar de reducir el tiempo entre servicios para prevenir las paradas imprevistas.

TAREAS DE CONSERVACIÓN DE LOS EQUIPOS

Son todas las actividades que contribuyen a mantener el estado teórico de los equipos. Al igual que las actividades de inspección deben ser realizadas a intervalos regulares de tiempo.

Las tareas de conservación básicas son:

limpieza

Lubricación

Ajuste

Tareas de limpieza.- Son actividades relativamente más sencillas y económicas, pero altamente efectivas; las realiza el operador del equipo, y al mismo tiempo busca encontrar desperfectos ocultos a la vista en sus equipos y toma medidas para corregirlos .

Limpiar significa también tocar, inspeccionar, observar cada pieza para detectar defectos y anomalías ocultas, tales como; recalentamiento, vibración excesiva, etc.

Se requiere determinar qué es lo que hay que limpiar, con qué frecuencia, con qué materiales y qué herramientas emplear, además de que quién lo hará.

Generalmente, la limpieza a intervalos mas prolongados (semanal / mensual) la realiza el personal de mantenimiento como parte de un mantenimiento preventivo de tipo global a los equipos.

Tareas de lubricación .- Esta es la segunda actividad en importancia del Mantenimiento Preventivo.

La lubricación previene el deterioro del equipo y preserva su fiabilidad.

Al igual que la limpieza, hay que determinar qué es lo que se debe lubricar, con qué frecuencia, qué tipo de lubricante usar y quién lo hará.

Se pueden utilizar cualquiera de los siguientes métodos para las actividades de lubricación

- **A cargo de mantenimiento** : A solicitud, ó luego de una inspección.
- **Por ruta de lubricación**: Es un método efectivo. Una persona a cargo, equipada con lo necesario, revisa en serie los equipos de acuerdo a una ruta programada.
- **A cargo de los operadores** : Es el método más efectivo y económico. Pero es importante motivar a los operadores para que lo realicen; deben ser capacitados para saber como hacerlo, y se les debe dar el tiempo suficiente y necesario para efectuar la inspección y la lubricación.

La disciplina es importante, debe reforzarse haciendo que el operador lleve un registro de ocurrencias.

Debe establecerse cuidadosamente un método logístico para una adecuada distribución y almacenamiento de los lubricantes.

Tareas de ajuste de los equipos

Es un tipo de trabajo para la conservación de los equipos. Son los operadores quienes son involucrados a asegurar diariamente que todos los elementos de sujeción se encuentren correctamente tensados.

Para llevar a cabo un programa de ajuste deberán establecerse cuáles serían las calibraciones normales de los equipos, hay que documentarlas y controlar que se cumplan.

La necesidad de realizar demasiados ajustes puede ser un indicativo de que ya es tiempo de realizarle un mejoramiento al equipo.

TAREAS DE REPARACIÓN DE LOS EQUIPOS

Se repara para restaurar el estado teórico de un equipo, hay dos tipos de reparaciones:

- Reparación planificada y
- Reparación no planificada

La reparación planificada es la actividad, que es consecuencia de una inspección que ha constatado un estado real que permita suponer que pronto va a producirse una falla. La planificación permite ejecutar las reparaciones en forma rápida y racional.

La reparación no planificada es la acción necesaria, cuando se produce una falla repentina que no ha sido prevista. Antes de llevarse a cabo la reparación, es necesario examinar el tipo y la

causa de la falla, información que va a permitir ejecutar las reparaciones correspondientes.

3.3.0 PLANIFICACION ESTRATEGICA

La preparación para el futuro es una opción decisiva . En el mercado actual altamente competitivo y cambiante, el margen de los errores esta disminuyendo; de allí que la planeación para el futuro sea necesaria para la supervivencia y el éxito.

La planificación estratégica es planear a largo plazo. Planear significa diseñar un futuro deseado e identificar las formas para lograrlo.

La esencia de la planeación estratégica consiste en la identificación sistemática de las oportunidades y peligros que puedan surgir en el futuro, los que combinados con otros datos importantes, van a proporcionar elementos de juicio básicos para que una empresa tome las mejores decisiones en el presente, explotar las oportunidades y evitar los peligros.

La planificación estratégica esta entrelazada de forma inseparable al quehacer de la dirección.

La planeación estratégica es un proceso que se inicia con el establecimiento de metas organizacionales, define estrategias y políticas para lograr esas metas y desarrolla planes detallados para asegurar la implementación de las estrategias y así obtener los fines buscados.

La planeación estratégica es sistemática en el sentido de que es organizada y conducida en base a una realidad entendida.

Algunas de las razones más sobresalientes del por qué la planeación estratégica es vital para la mayoría de las empresas, son las siguientes:

Es indispensable para que los directivos puedan cumplir con sus responsabilidades en forma muy eficiente.

Exige al director que formule y conteste preguntas claves para su compañía.

CAPITULO IV

ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

4.1.0 FORMULACION DEL PLAN ESTRATÉGICO DE MANTENIMIENTO

Un buen proceso de planeación constará de un plan de largo alcance y de un plan anual. El plan de largo alcance incluye un análisis de la situación actual (revisiones de puntos fuertes y débiles, competidores, clientes, oportunidades) y después define los objetivos y estrategias más amplias a las que se debe aspirar.

Estos objetivos, que se basan en hechos y datos, son ambiciosos y decisivos para el éxito, además de ser factibles si es que se cuenta con los recursos apropiados.

ANÁLISIS SITUACIONAL - F. O. D. A.

ANÁLISIS INTERNO

FORTALEZAS

Disponibilidad de recursos de informática

Disponibilidad de recursos materiales

Personal identificado con los objetivos

Empresa con buen respaldo financiero

DEBILIDADES

No existe un sistema de información apropiado

No hay un presupuesto destinado para el mantenimiento

Ineficiente gestión de repuestos

Personal poco calificado

Baja productividad del personal

ANÁLISIS EXTERNO**OPORTUNIDADES**

Nuevas técnicas de mantenimiento

Nuevos recursos de informática

Ventajas en el acceso al mercado financiero

Avance de las comunicaciones

AMENAZAS

Envejecimiento de las instalaciones

Nuevos equipos sobre los cuales el personal no esta capacitado

Centralización de las decisiones

Incremento del costo de los recursos

CUADRO N° 4.1 MATRIZ- ANALISIS SITUACIONAL(FODA)**ANÁLISIS SITUACIONAL - DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL MECANICA S.A.**

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
F	F1 DISPONIBILIDAD DE LOS RECURSOS DE INFORMATICA.	D1 NO HAY UN SISTEMA DE INFORMACION APROPIADO
O	F2 DISPONIBILIDAD DE RECURSOS MATERIALES	D2 NO EXISTE PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO
D	F3 PERSONAL IDENTIFICADO CON LOS OBJETIVOS .	D3 INEFICIENTE GESTION DE REPUESTOS
A	F4 EMPRESA CON BUEN RESPALDO FINANCIERO.	D4 BAJA PRODUCTIVIDAD DEL PERSONAL . D5 PERSONAL POCO CALIFICADO
OPORTUNIDADES	ESTRATEGIAS F - O	ESTRATEGIAS D - O
O1 AVANCE DE LAS TECNICAS DE MANTENIMIENTO	1 IMPLEMENTACION DE UN EFICAS SISTEMA DE INFORMACION. F1.O1.O2	4 CAPACITACION DEL PERSONAL EN ULTIMAS TECNOLOGÍAS D4.D5. O1.O3
O2 AVANCE DE LOS RECURSOS DE INFORMATICA	2 INMEDIATA ATENCION A LOS CLIENTES. F1.F2.F3.O2.O4	5 RACIONALIZAR INVENTARIOS D1.D2.D3.O1.O2.O4
O3 ACCESIBILIDAD AL MERCADO FINANCIERO.	3 AUTOMATIZACION DE LAS ACTIVIDADES DE MANTTO. F1.F2.F3.O1.O2.O3.O4	
O4 AVANCE DE LAS COMUNICACIONES		
AMENAZAS	ESTRATEGIAS F - A	ESTRATEGIAS D - A
A1 ENVEJECIMIENTO DE LAS INSTALACIONES	6 RENOVACION DE EQUIPOS DE ALTO COSTO OPERATIVO. F4.A1.A4	8 ORGANIZAR EL DPTO. MANTTO. D1.D2.D3.A2.A3.
A2 NUEVOS EQUIPOS PARA LOS CUALES EL PERSONAL NO ESTA FAMILIARIZADO	7 MEJORAR LA EFECTIVIDAD DEL PERSONAL F1.F2.F3.A1.A2.A4.	9 CONTRATACION DE PERSONAL CAPACITADO. D4.D5.A3.A4
A3 CENTRALIZACIÓN DE DECISIONES.		
A4 INCREMENTO DE LOS COSTOS DE RECURSOS		

MISION, METAS Y OBJETIVOS

MISIÓN:

Asegurar la disponibilidad de maquinas e instalaciones industriales requeridas por la organización para el desarrollo de sus funciones en un nivel optimo de rendimiento.

METAS :

Colocar los siguientes índices de gestión a niveles satisfactorios :

Aumento de la disponibilidad	: 90 % mínimo
Reducir los costos de mantenimiento	: 10 % mínimo
Aplicación del Mantenimiento Planificado	: 80 % mínimo
Ahorros energéticos	: 10 % mínimo

OBJETIVOS:

A CORTO PLAZO:

- Mantenimiento de las líneas de producción de la organización a un nivel optimo de rendimiento.
- Prolongar la vida útil de los equipos.
- Realizar la reorganización del Departamento de Mantenimiento de acuerdo a las necesidades de una gestión moderna.
- Capacitación continua del personal de mantenimiento.
- Asegurar los niveles mínimos de stock.
- Control y reducción de los costos de mantenimiento.

- Medición de la gestión de mantenimiento a través de indicadores
- Implementar un sistema de planificación, programación y control de las labores de mantenimiento.
- Obtener ahorros energéticos en el área eléctrica.

A LARGO PLAZO:

- Implementación gradual del Mantenimiento Productivo Total (TPM), aprovechando la experiencia ganada con la implementación del Mantenimiento Preventivo.

ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO:

- Organizar el departamento de mantenimiento
- Implementación de un eficaz sistema de información
- Renovación de equipos de alto costo operativo
- Capacitación del personal

4.2.0 ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO

4.2.1 ORGANIZACION

El principal objetivo de la función de mantenimiento es el de anticiparse y prevenir las interrupciones en la operación de los equipos y conservarlos en condiciones de alta eficiencia.

La organización de un plan de Mantenimiento Preventivo (MP) para la empresa en estudio, va a permitir la contribución al logro de este objetivo, importante para la buena marcha de la empresa.

4.2.1.1 EL CICLO DE MANTENIMIENTO

Las acciones básicas del mantenimiento a plantear, las podemos resumir, como la inversión de todo el trabajo necesario para instalar y mantener al equipo, en una condición que reúna los requerimientos normales de operación. Las actividades de mantenimiento a considerar, normalmente comprenden las siguientes acciones: Inspección, Mantenimiento Preventivo, Reparaciones puntuales, Reparación general, Construcción, Recuperación y Administración. Considerando siempre que la administración es necesaria para la dirección real y la supervisión de los trabajos.

El ciclo de mantenimiento a aplicar, lo podemos resumir en los siguientes pasos:

PASO 1 :Lubricación y mantenimiento de rutina.-

Son las labores básicas en el servicio de mantenimiento, como son; limpieza, lubricación, ajustes mecánicos, etc., que deberán realizarse de manera rutinaria y eficaz.

La guía de mantenimiento de cada maquina nos proporcionará la siguiente información:

¿Qué hacer?

¿Cuándo hacerlo?, y

¿Cómo hacerlo?

Emplearemos una lista de chequeo para registrar la información correspondiente

PASO 2: Inspecciones a los equipos.-

Estas labores tienen un efecto importante sobre la disponibilidad y los costos de operación y mantenimiento de los equipos. Las inspecciones serán programadas y los resultados registrados en una lista de chequeo.

PASO3: Análisis de información recogida

El análisis de la información recogida de las inspecciones, ayudará a determinar si se debe acortar el ciclo mediante una reparación de emergencia, ó si se ha de continuar con el ciclo; y en forma controlada y planificada se realizará una intervención al equipo. Esto permitirá reducir los costos operativos y efectuar ajustes a la programación del mantenimiento.

PASO 4: Proceso de comunicación

Es necesario establecer una comunicación fluida con los demás departamentos (especialmente con el de producción) sobre la programación de trabajos a efectuar a los equipos, a fin de asegurarse de que las acciones a tomar sean las correctas, además de coordinadas y perfectamente entendidas.

PASO 5: Planeamiento de las reparaciones

Es necesario establecer objetivos para cada reparación, así como identificar los recursos a emplear, como; personal (ejecución y control), repuestos, espacio, tiempo, insumos diversos, herramientas e información técnica.

PASO 6: Ejecución de las reparaciones

La Orden de Trabajo (O/T) da inicio a las reparaciones, para así poder definir las y controlarlas.

Para la ejecución de reparaciones tanto planificadas como de emergencia de los equipos, se pueden utilizar Listados Patrones de Reparación, los cuales van a incluir el procedimiento, los repuestos, y el tiempo estándar de la reparación.

PASO 7: Control de calidad de las reparaciones

Nuevamente se vuelve al inicio del ciclo. Mediante inspecciones se debe de efectuar, el control del funcionamiento correcto de los equipos.

4.2.1.2 PROGRAMACION DE LAS TAREAS

El mantenimiento como toda actividad empresarial, se gestiona a través de una programación que permita utilizar lo mejor posible los recursos disponibles (mano de obra, materiales y equipos).

Debemos tomar en cuenta las especificaciones del fabricante, la frecuencia de uso y la carga de trabajo.

Asimismo, podemos mencionar las siguientes actividades:

Lubricación

Reparación (cambio de componentes)

Inspección

Limpieza

Ajuste

Las horas asignadas a cada actividad deberán basarse en el histórico de cada maquina con la finalidad de tener datos reales en el programa. En nuestro caso al no existir esta información nos basaremos en información de catálogos, manuales de mantenimiento y otras informaciones de instalaciones similares.

La frecuencia del programa de mantenimiento preventivo se basa principalmente en la importancia que tienen aquellas maquinas que son indispensables en el proceso productivo.

Así como, el grado de disponibilidad de horas-hombre que cuenta el área de mantenimiento.

PROGRAMA DE LIMPIEZA E INSPECCIONES

Las inspecciones a los equipos se van a realizar de acuerdo a un programa anual de inspecciones, este programa será consultado con producción, con una semana de anticipación para realizar la programación semanal de inspecciones.

La frecuencia depende de las recomendaciones del fabricante y experiencia del personal de mantenimiento.

La información será registrada en los siguientes formatos:

CL01: Lista de chequeo Maquinas de Soldar (MIG)

CL02: Lista de chequeo Rebordeadora OMERA

CL03: Lista de chequeo Maquinas Excéntricas

CL04: Lista de chequeo Compresora de Tornillo

CL05: Lista de chequeo Horno de Tratamiento Térmico

CL06: Lista de chequeo Prensa de fricción

CL07: Lista de chequeo Prensas Hidráulicas

CL08: Lista de chequeo Roladora Electromecánica

CL09: Lista de chequeo Cizalla TALI

CL10: Lista de chequeo Probador Hidrostático

PROGRAMA DE SERVICIOS Y AJUSTES

Los servicios y ajustes van a requerir de una planificación previa de los trabajos, por lo que deberá revisarse con una quincena de anticipación. Siendo necesario asignar los recursos, generar una O/T, Ordenes de servicio (O/S), Ordenes de Compra (O/C). Así como también, coordinar con producción para buscar la fecha y hora mas apropiada para la intervención. Para la ejecución de esta labor deberá consultarse el programa de mantenimiento diseñado para cada tipo de maquina.

Ejemplo:

PR01: Programa de mantenimiento Compresora DARI

PR02: Programa de mantenimiento Cizalla TALI

PLAN MATRIZ OPERACIONAL DEL MANTENIMIENTO

El plan matriz muestra los trabajos rutinarios que deberá realizar el área de mantenimiento.

El plan matriz nos permite:

Planificación global del mantenimiento

Calcular y balancear los trabajos de mantenimiento en forma integral

Pronosticar requerimientos internos y externos

Servir de base para el programa de producción

INDICES DE GESTION DE MANTENIMIENTO

Con la finalidad de calcular mensualmente la eficiencia de nuestro programa de mantenimiento, utilizaremos los siguientes indicadores:

Índice de gestión del mantenimiento preventivo, que se calcula por la cantidad de trabajos programados realizados durante el mes sobre el total de trabajos realizados, y

Índice de gestión de reparaciones generales, que se evalúa por la cantidad de trabajos de reparación general o puntual realizados, entre el total de trabajos programados.

La gestión del área de mantenimiento deberá buscar el equilibrio (el nivel óptimo), que dé como resultado el costo mínimo de la labor de mantenimiento. Este nivel óptimo va a resultar de la combinación adecuada de las políticas de mantenimiento preventivo y correctivo.

4.2.1.2 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO

Para el planteamiento de una estructura organizativa del área de mantenimiento de la empresa en estudio, debemos de tener en cuenta dos condiciones importantes:

- La ubicación del área de mantenimiento en la estructura organizativa general de la empresa.
- La organización interna del área de mantenimiento.

Considerando que el mantenimiento es una importante labor de gestión para la consecución de los objetivos de la empresa, nos permitimos proponer el siguiente organigrama:

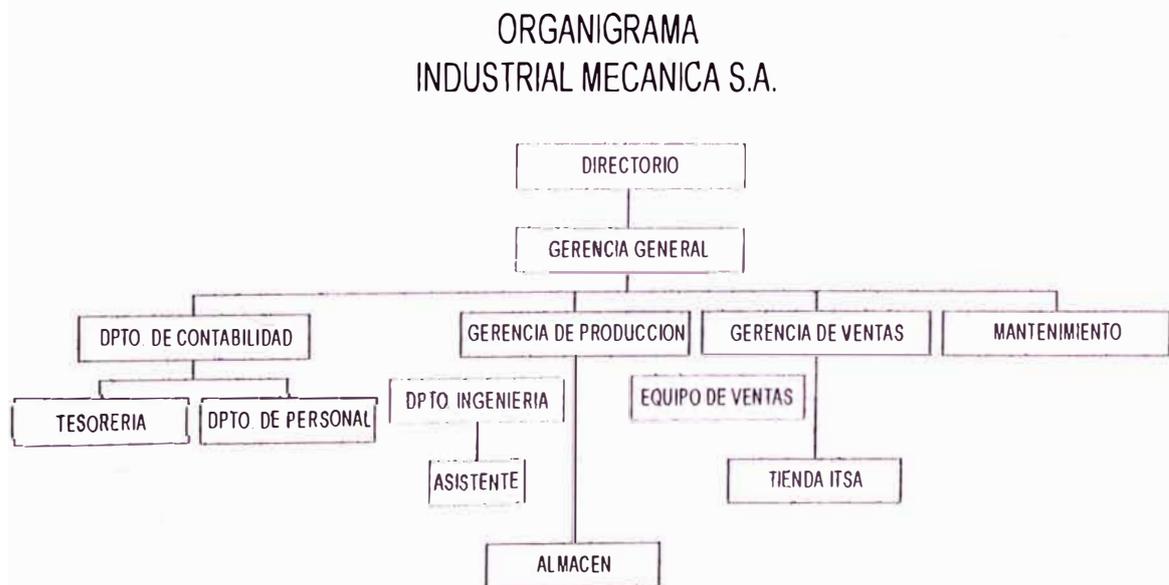


FIGURA N° 4.1

ESTRUCTURA INTERNA DEL AREA DE MANTENIMIENTO

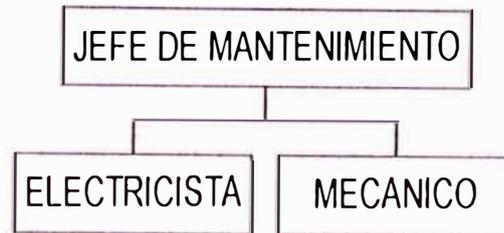


FIGURA N° 4.2

Los recursos del servicio de mantenimiento esta constituidos por tres elementos fundamentales:

- El personal
- Los materiales
- Herramientas y equipos

El grado de eficiencia del servicio de mantenimiento queda determinado por capacidad técnica del personal de mantenimiento, y la habilidad para utilizar los otros dos recursos, materiales y equipos.

Los recursos humanos necesarios para la ejecución del plan de mantenimiento van a ser los siguientes:

- 01 Jefe de mantenimiento
- 01 Técnico en mecánica.
- 01 Técnico electricista
- Operarios de los equipos (personal de producción)

Al Jefe de Mantenimiento le competen las siguientes funciones:

Elaborar los planes de mantenimiento preventivos, ordinarios y extraordinarios.

Coordinar y reportar a la gerencia las labores relacionadas a su área.

Coordinar la contratación de terceros para la ejecución de labores extraordinarias de mantenimiento.

Coordinar los requerimientos de materiales, maquinas y equipos para la ejecución de las labores de mantenimiento

Programar el requerimiento de personal

El personal de mantenimiento tendrá las siguientes funciones:

Cumplir en forma efectiva las labores programadas y no programadas de mantenimiento.

Registrar la información requerida por el programa de mantenimiento.

Coordinar permanentemente con la jefatura, las labores de mantenimiento.

Los operarios de los equipos que participen en las tareas de mantenimiento preventivo, se encargarán de la ejecución de

las labores de limpieza é inspección en forma diaria, rutinaria y de corta duración.

4.2.2 DOCUMENTOS DE CONTROL

El volumen de documentos a manejar por el área de mantenimiento estará en función de la dimensión de los trabajos a realizarse, del tamaño de la empresa, según ésta vaya creciendo, y del nivel de organización existente.

El sistema informativo fluido, permitirá mantener al día la información referente a; reparaciones, sustituciones de partes de las instalaciones, causas de los fallos, y los costos correspondientes; de modo que se pueda acceder a dicha información, en forma rápida y adecuada, para su correcta consulta e interpretación.

El sistema de documentos y registros, esta compuesto de lo siguiente:

Información referente al sistema de codificación de máquinas y equipos,

Información sobre la infraestructura física, máquinas y equipos.

Información sobre labores y administración del mantenimiento.

Información sobre la operatividad de máquinas, equipos e instalaciones.

Información referente al sistema de codificación de máquinas y equipos:

Manual de codificación

Información sobre la infraestructura física, máquinas y equipos:

Layout de la planta

Ficha de maquina (F/M)

Ficha de componente (F/C)

Manuales y catálogos de las maquinas y equipos

Información sobre labores y administración del mantenimiento:

Reporte de inspección sobre instalación del equipo(R/I)

Listado de chequeo de Maquinas de soldar (L/CH1)

Listado de chequeo de maquinas herramientas (LCH2)

Orden de trabajo (O/T)

Inventario de Repuestos

Información sobre la operación de máquinas, equipos e instalaciones:

Diario de maquina (D/M)

Reporte de fallos (R/F)

EL SISTEMA DE CODIFICACIÓN

Como todo programa que va a servir para organizar la función empresarial vital para la producción, y de importancia económica apreciable como es el servicio de mantenimiento, la gestión de repuestos en stock, etc., debe tenerse como fase de inicio, el estudio y puesta a punto de un sistema de codificación eficaz. Sistema de codificación que adquiere el carácter de urgente con la aparición de la gestión automática de datos.

Para nuestro caso haremos uso del sistema de codificación alfanumérico:

AABBCC

AA	: MAQUINA		
SS	: Soldadora	CP	: Compresora
RL	: Roladora	CZ	: Cizalla
PL	: Plegadora	TA	: Taladro
CE	: Cepillo	TN	: Torno
GR	: Grúa	PR	: Prensa
HT	: Horno de tratamiento térmico		
RE	: Rebordeadora e tapa		
PH	: Equipo p/ prueba hidrostática		
BB	: TIPO DE MAQUINA		
AL	: Alternativo		
TR	: De tornillo		
HH	: Hidráulica		

FR : De fricción
EX : Excéntrica
EL : Eléctrica
MA : Manual
ME : Mecánica
EM : Electromecánica
CN : Automático
AT : De alambre tubular
MG : MIG
TG : TIG
CC : Numero correlativo

Ejemplo:

SSMG01 : Soldadora MIG numero 01

Nota : No se emplean las letras: D, I, J, O, Q , porque podrían generar errores de lectura.

IMPLEMENTACION DE LAS ORDENES DE TRABAJO (O/T)

La orden de Trabajo, constituye un documento básico para toda actividad de mantenimiento. El procedimiento de utilización de las ordenes de trabajo, deben guardar concordancia con las exigencias técnicas y administrativas de cada planta; y en especial cuando se refiere a información fluida, completa, confiable, además de que traduzca la eficiencia en el cumplimiento de metas y el control de los costos.

Procedimiento de empleo de las Ordenes de Trabajo.-

Las ordenes de trabajo se emiten con un correlativo único, para su identificación clara y precisa.

Toda labor, que se realiza en cualquiera de las unidades productivas de la planta, debe estar respaldado por una O/T, a excepción de los trabajos rutinarios que requieren de poco tiempo para su ejecución (se emplea listado de control).

Los requerimientos del servicio, deberán canalizarse mediante una Solicitud de Trabajo (S/T); la cual es evaluada por el jefe de mantenimiento, quien planifica su atención y emite la O/T correspondiente.

El técnico, sea éste mecánico ó electricista, inicia las actividades de mantenimiento una vez recibida la O/T, con los recursos señalados en la misma.

Los formatos de requerimiento de materiales para las labores de mantenimiento, consignan obligatoriamente el número de la O/T.

Una vez concluido el servicio de mantenimiento, en la O/T, se deberán registrar las hora - hombre empleadas en cada actividad, para luego ser devuelta al jefe de mantenimiento.

4.2.3 CAPACITACION DE OPERADORES Y PERSONAL DE MANTENIMIENTO

La capacitación continua, de operadores y personal de mantenimiento, es de suma importancia por los siguientes motivos:

Permite elevar el nivel de eficacia del servicio de mantenimiento

Permite desarrollar y adoptar técnicas avanzadas de gestión, que van a servir para resolver los problemas en la planta, cada vez más complejos.

Capacitación del jefe de mantenimiento

Considerando que el éxito, es consecuencia del perfeccionamiento de las posibilidades que tiene el individuo de comprender y comunicarse con los demás. Todo individuo con responsabilidad jerárquica, forma parte de un grupo, dependiente jerárquicamente de otro superior; es obvio por ello que sólo será un buen jefe, quién perfecciona sus aptitudes para escuchar a los demás, para contribuir al trabajo de su propio equipo, para comprender las complejas relaciones humanas con los otros grupos, y con la organización de la que él es al mismo tiempo jefe y colaborador.

Consideramos, se deberán tomar en cuenta los siguientes cursos:

Mantenimiento industrial

Planificación estratégica

Gestión integral de la calidad

Administración para supervisores

Controles y automatización

Estrategias para el éxito

Capacitación de los operarios y personal de mantenimiento

Cuando las empresas son pequeñas, las actividades de capacitación generalmente son encargadas a entidades especializadas, principalmente cuando se refiere al entrenamiento de operarios. La capacitación puede provenir de los fabricantes de maquinaria y procesadores de materiales de mayor consumo, quienes permanentemente suelen organizar cursos especializados.

Se deberán tomar en cuenta los siguientes cursos:

Mantenimiento industrial

Electricidad industrial

Controles y automatización

Esquemas eléctricos

Gestión integral de la calidad

- Estrategias para el éxito

Estos cursos deberán impartirse de acuerdo al siguiente cronograma:

CUADRO No. 4.2 : CRONOGRAMA DE CAPACITACION DEL PERSONAL

MES	CURSO	PERSONAL
ENERO	Mantenimiento industrial	Operación y mantenimiento
FEBRERO		
MARZO	Curso de administración para supervisores	Jefe de Mantenimiento
ABRIL	Gestión integral de la	Operación y mantenimiento
MAYO	calidad	
JUNIO	Planificación estratégica	Jefe de Mantenimiento
JULIO		
AGOSTO	Estrategias para el éxito	Operación y mantenimiento.
SETIEMBRE	Electricidad industrial	Mantenimiento
OCTUBRE		
NOVIEMBRE	Controles	y Mantenimiento
DICIEMBRE	automatización	

4.2.4 INVENTARIO DE REPUESTOS E INSUMOS PARA EL MANTENIMIENTO

Para conseguir un nivel de disponibilidad aceptable de la maquinaria, cualquiera sea la clase de instalación industrial, se hace necesario el mantenimiento de un stock de repuestos, cuyo valor económico sea en términos generales respetable. Esta condición pone de manifiesto la notable importancia que tiene para la disponibilidad de la maquinaria, el problema de los repuestos.

Los recursos materiales se refieren al stock mínimo de repuestos disponibles en almacén para la ejecución del plan de mantenimiento, que van a garantizar el funcionamiento óptimo de las instalaciones y maquinaria de producción.

El objetivo fijado, viene a ser la determinación de los niveles de stock, que reduzcan al mínimo el costo conjunto del mantenimiento de dicho stock; y de la pérdida de producción debido a la falta de disponibilidad de repuestos. Por ello se requiere:

De una correcta identificación del repuesto, a través de un sistema de codificación racional.

De la disponibilidad de información provisional sobre los requerimientos que se tienen, situación que obliga a un buen sistema de recojo de datos.

En la actualidad, la empresa no cuenta con repuestos ni insumos en almacén destinados a mantenimiento, siendo su stock mínimo; cero.

Por lo que consideramos, deberá de establecer un stock mínimo inicial de repuestos e insumos para la realización normal de las labores de mantenimiento.

CAPITULO V

EVALUACIÓN ECONOMICA DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

5.1.0 GENERALIDADES

El costo es uno de los factores mas importantes en la evaluación de todo programa de mantenimiento, por lo que uno de los objetivos más importantes, es el conseguir que los costos resulten los más económicos posibles.

Constituyen costos relacionados a la labor de mantenimiento; los costos por mano de obra, materiales, uso de herramientas, repuestos y otros costos indirectos.

Hay que considerar además que los costos asociados a las fallas del equipo, no sólo afectan al equipo mismo que se ha averiado, sino que también afectan al operador, a la producción, al medio ambiente, a la eficiencia, a la calidad, etc.

5.2.0 PLANIFICACION DE LOS COSTOS

Los costos que deberán de planificarse, vienen a ser los relacionados al mantenimiento planificado y preverse contingencias para el mantenimiento no planificado.

1. **Costos de mantenimiento planificado (Proactivo).**- Son los costos resultado de la ejecución del mantenimiento preventivo
2. **Costos de mantenimiento no planificado (Reactivo).**- Son los costos asociados a las tareas de reparación por fallas imprevistas.

Siendo que el tipo y la cantidad de trabajos de reparación difieren de un caso a otro, los costos en general pueden ser estimados.

Los costos que intervienen en una reparación son los siguientes:

Costos por mano de obra

Costos de los recursos físicos

Costos de los insumos

Costos de los repuestos, y

Otros costos indirectos (local, energía, cargas sociales, etc.)

El costo total de los trabajos de mantenimiento, esta conformado por la suma de estos costos parciales.

Además, de los costos de mantenimiento, es necesario considerar los costos por fallas de los equipos, es decir un funcionamiento deficiente, situación que afecta negativamente a las utilidades de la empresa. Los costos provocados por esas fallas y sus consecuencias constituyen los costos por fallas del equipo.

La gestión del área de mantenimiento deberá buscar el equilibrio (el nivel óptimo), que de como resultado el costo mínimo de la labor de mantenimiento. Este nivel óptimo es producto de la combinación adecuada de las políticas de mantenimiento preventivo y correctivo.

5.3.0 ESTIMACION DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO

Para la determinación de los costos de mantenimiento, se pueden utilizar los siguientes métodos:

Estimaciones. y

Cálculo de valores promedio del archivo histórico.

Como en la empresa en estudio, no existe archivo histórico alguno, el costo lo estimaremos en base al Plan Anual de Mantenimiento.

La Tabla N° 5.1, registra el tiempo perdido por paradas intempestivas al año, datos conseguidos de documentación suelta con que cuenta la empresa, además de la historia de cada máquina que han podido registrar los operarios. Sumando una cantidad de 480 horas/año.

En la Tabla N° 5.2 se ha evaluado en horas/año, el mantenimiento planificado a realizar cada operario en su máquina, además de las labores propias del personal de mantenimiento a las máquinas y equipos; considerándose para ello 226 días efectivos de trabajo al año.

En la Tabla N° 5.3 se han considerado las labores de mantenimiento similares a los de la tabla N° 5.2, pero esta vez considerando además, un 15% de tiempo adicional por desplazamiento en planta, esto es, por la distancia considerable existente entre los centros de producción

En la Tabla N° 5.4 se ha evaluado económicamente el costo que representa el mantenimiento con desplazamiento en planta. Se ha considerado un costo de \$2.5 por hora, las labores de mantenimiento que realizan los operarios a sus máquinas, y de \$3.5 por hora el costo de las labores propias del personal de mantenimiento; estos valores son los costos actuales proporcionados por la gerencia.

Mantenimiento que realizan los operarios por año:	\$ 3,194.60
Mantenimiento programado por año:	\$ 7,591.15
Haciendo un total por año:	\$ 10,785.15

En la Tabla N° 5.5 se presenta un cálculo del monto promedio de utilidad que produce cada máquina; el precio de venta de las unidades producidas al año, se obtiene considerando un precio ponderado para las unidades producidas, siendo que la empresa produce tres tipos de envase para GLP. Según se aprecia en la tabla, la utilidad que produce la comercialización de los productos por año, representa el 33% del precio de venta de los productos.

La utilidad que produce cada máquina por hora es de \$ 13.79.

En la Tabla 5.6 se hace un balance del beneficio que va a representar a la empresa la aplicación de un programa de mantenimiento preventivo.

Se evalúa el monto que significa la paralización de 480 horas/año de producción por falta de mantenimiento preventivo; siendo la utilidad por máquina que se deja de percibir de 13.79 \$ / máquina-hora, resultando de ello una pérdida de \$ 3,861.20 al año.

Se ha considerado también un ahorro de 4 horas semanales de horas extras, que hacen 208 horas/año; por la fabricación de productos defectuosos consecuencia de las fallas por deficiente funcionamiento de las máquinas, consideradas en un 5% de la producción, y que hacen un monto de \$ 8,000 al año.

Se esta considerando que la paralizaciones de la producción se van a reducir a un 40 %, y que las 480 horas de para, se reducirían a 192 horas por año, pero las ajustamos a 200 horas por año.

Evaluándose las pérdidas que ocasionan estas 200 horas de paralizaciones, desestimándose la producción de unidades defectuosas por mal funcionamiento de las máquinas, así como los gastos ocasionados por horas extras, resulta un ahorro de 12,589.20 \$ / año, para la empresa.

TABLA N° 5.1

PERDIDAS POR PARADA IMPREVISTA (HORAS/AÑO)

No.	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION MAQUINA	PARADAS AL MES (HORAS)	PARADAS AL AÑO (HORAS)
1	CPTR01	COMPRESORA TORNILLO	1	12
2	CZEM01	CORTADORA REBORDEADORA	2	24
3	CZEM02	CIZALLA TALI	2	24
4	HTCN01	HORNO DE TRATAMIENTO TERMICO	4	48
5	PHIH01	PROBADOR HIDROSTATICO 45	1	12
6	PHIH02	PROBADOR HIDROSTATICO 10	3	36
7	PREX01	PRENSA EXCENTRICA 95 TON	2	24
8	PREX02	PRENSA EXCENTRICA 120 TON	2	24
9	PRFR01	PRENSA DE FRICCION 120 TON	4	48
10	PRHI01	PRENSA HIDRAULICA 250 TON	4	48
11	PRHI02	PRENSA HIDRAULICA 50TON	3	36
12	PRHI03	PRENSA HIDRAULICA 600TON	4	48
13	RLEM01	ROLA ELECTROMECANICA	4	48
14	SSMG01	ROBOT SOLDADURA GOLLETE	2	24
15	SSMG02	SOLDADORA MIG	1	12
16	SSMG03	SOLDADORA MIG	1	12
TOTAL TIEMPO PERDIDO POR PARADAS (HORAS/AÑO)				480

TABLA N° 5.2

LABORES DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO(HORAS /AÑO)

No.	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION MAQUINA	OPERADORES (MIN/DIA)	OPERADORES (HRS/AÑO)	MANTENIMIENTO (HRS/AÑO)	TOTAL (HRS/AÑO)
1	CPTR01	COMPRESORA TORNILLO	10	37.67	82	119.67
2	CZEM01	CORTADORA REBORDEADORA	20	75.33	151	226.33
3	CZEM02	CIZALLA TALI	20	75.33	82	157.33
4	HTCN01	HORNO DE TRATAMIENTO TERMICO	15	56.50	68	124.50
5	PHIH01	PROBADOR HIDROSTATICO 45 KG	10	37.67	41	78.67
6	PHIH02	PROBADOR HIDROSTATICO 10 KG	15	56.50	82	138.50
7	PREX01	PRENSA EXCENTRICA 95 TON	30	113.00	232	345.00
8	PREX02	PRENSA EXCENTRICA 120 TON	30	113.00	232	345.00
9	PRFR01	PRENSA DE FRICCION 120 TON	30	113.00	224	337.00
10	PRHI01	PRENSA HIDRAULICA 250 TON	20	75.33	94	169.33
11	PRHI02	PRENSA HIDRAULICA 50TON	20	75.33	94	169.33
12	PRHI03	PRENSA HIDRAULICA 600TON	30	113.00	94	207.00
13	RLEM01	ROLA ELECTROMECANICA	15	56.50	164	220.50
14	SSMG01	ROBOT SOLDADURA GOLLETES	10	37.67	82	119.67
15	SSMG02	SOLDADORA MIG	10	37.67	82	119.67
16	SSMG03	SOLDADORA MIG	10	37.67	82	119.67
TOTAL LABOR DE MANTENIMIENTO A MAQUINAS (HORAS)				1,111.17	1,886.00	2,997.17

* SE HA CONSIDERADO 226 DIAS EFECTIVOS DE LABOR AL AÑO

TABLA N° 5.3

**LABORES DE MANTENIMIENTO CONSIDERANDO DESPLAZAMIENTOS EN PLANTA
(HORAS / AÑO)**

No.	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION MAQUINA	OPERADORES (HORAS/AÑO)	MANTENIMIENTO (HORAS/AÑO)	TOTAL (HORAS/AÑO)
1	CPTR01	COMPRESORA TORNILLO	43.32	94.30	137.62
2	CZEM01	CORTADORA REBORDEADORA	86.63	173.65	260.28
3	CZEM02	CIZALLA TALI	86.63	94.30	180.93
4	HTCN01	HORNO DE TRATAMIENTO TERMICO	64.98	78.20	143.18
5	PHHH01	PROBADOR HIDROSTATICO 45 KG	43.32	47.15	90.47
6	PHHH02	PROBADOR HIDROSTATICO 10 KG	64.98	94.30	159.28
7	PRX01	PRENSA EXCENTRICA 95 TON	129.95	266.80	396.75
8	PREX02	PRENSA EXCENTRICA 120 TON	129.95	266.80	396.75
9	PRFR01	PRENSA DE FRICCION 120 TON	129.95	257.60	387.55
10	PRHH01	PRENSA HIDRAULICA 250 TON	86.63	108.10	194.73
11	PRHH02	PRENSA HIDRAULICA 50TON	86.63	108.10	194.73
12	PRHH03	PRENSA HIDRAULICA 600TON	129.95	108.10	238.05
13	RLEM01	ROLA ELECTROMECHANICA	64.98	188.60	253.58
14	SSMG01	ROBOT SOLDADURA GOLLETES	43.32	94.30	137.62
15	SSMG02	SOLDADORA MIG	43.32	94.30	137.62
16	SSMG03	SOLDADORA MIG	43.32	94.30	137.62
TOTAL (HORAS/AÑO)			1,277.84	2,168.90	3,446.74

* SE HA CONSIDERADO 15 % DE TIEMPO PERDIDO POR DESPLAZAMIENTOS EN PLANTA.

TABLA N° 5.4

**COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CONSIDERANDO OPERADORES
(\$ / AÑO)**

No.	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION MAQUINA	OPERADORES (\$ / AÑO)	MANTENIMIENTO (\$ / AÑO)	TOTAL (\$ / AÑO)
1	CPTR01	COMPRESORA TORNILLO	108.29	330.05	438.34
2	CZEM01	CORTADORA REBORDEADORA	216.58	607.78	824.36
3	CZEM02	CIZALLA TALI	216.58	330.05	546.63
4	HTCN01	HORNO DE TRATAMIENTO TERMICO	162.44	273.70	436.14
5	PHHH01	PROBADOR HIDROSTATICO 45 KG	108.29	165.03	273.32
6	PHHH02	PROBADOR HIDROSTATICO 10 KG	162.44	330.05	492.49
7	PREX01	PRENSA EXCENTRICA 95 TON	324.88	933.80	1258.68
8	PREX02	PRENSA EXCENTRICA 120 TON	324.88	933.80	1258.68
9	PRFR01	PRENSA DE FRICCION 120 TON	324.88	901.60	1226.48
10	PRHH01	PRENSA HIDRAULICA 250 TON	216.58	378.35	594.93
11	PRHH02	PRENSA HIDRAULICA 50TON	216.58	378.35	594.93
12	PRHH03	PRENSA HIDRAULICA 600TON	324.88	378.35	703.23
13	RLEM01	ROLA ELECTROMECHANICA	162.44	660.10	822.54
14	SSMG01	ROBOT SOLDADURA GOLLETES	108.29	330.05	438.34
15	SSMG02	SOLDADORA MIG	108.29	330.05	438.34
16	SSMG03	SOLDADORA MIG	108.29	330.05	438.34
COSTO TOTAL (\$)			3,194.60	7,591.15	10,785.75

OPERADORES : 2.5 \$/ HORA

MANTENIMIENTO : 3.5 \$/HORA

TABLA N° 5.6
CALCULO DEL AHORRO (\$ / AÑO)

PERDIDAS POR FALTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	HORAS ACTUALES (HORAS /AÑO)	SE DEJA DE GANAR (\$ / HORAS-MAQ.)	COSTO ACTUAL (\$)	HORAS FUTURAS (HORAS /AÑO)	SE DEJA DE GANAR (\$/ HORA-MAQ.)	COSTO FUTURO (\$)	AHORRO (\$)
TIEMPO INACTIVIDAD POR FALLAS IMPREVISTAS	480.00	13.79	6,619.20	200.00	13.79	2,758.00	3,861.20
PRODUCTOS DEFECTUOSOS (*)			8,000.00				8,000.00
AHORRO EN MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO							-
AHORRO EN REPUESTOS							-
AHORRO EN HORAS EXTRAS (**)	208.00		728.00				728.00
TOTAL AHORRO (\$ /AÑO)							12,589.20

* CONSIDERANDO 5 % DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS

** CONSIDERANDO 4 HORAS SEMANALES DE HORAS EXTRAS

TABLA N° 5.5
CALCULO DE COSTOS PROMEDIO

LINEA DE PRODUCCION	PRODUCCION MENSUAL (UND)	PRECIO VENTA (\$ / UND)	PRECIO VENTA PROMEDIO (\$ / UND)	PRODUCCION/HORA (UND/HORA)	GANANCIA 33% P.V. (\$/HORA)	GANANCIA POR MAQUINA (\$ / Maq.-Hora)
RECIPIENTES10 KG	5,200.00	14.00	20.58	32.50	220.69	13.79
RECIPIENTES 45 KG	780.00	35.00				
USO AUTOMOTRIZ	780.00	50.00				
TOTAL	6,760.00					

5.4.0 ROI: RETORNO SOBRE LA INVERSION (RETURN OVER INVERSION)

El ROI es un indicador que permite determinar el valor económico que recibe la empresa por la inversión en el programa de mantenimiento, es así que un alto ROI es importante. Las gerencias usualmente apoyan aquellos programas que dan un ROI favorable sobre un largo periodo de tiempo.

El ROI se calcula de la siguiente manera:

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

De Tablas 5.1 al 5.6, y Anexo E , tenemos:

$$\$ \text{ Ahorro} = \$ 12,589.20$$

$$\begin{aligned} \$ \text{ Inversión} &= \$ \text{ Mano Obra} + \$ \text{ Stock mínimo} \\ &= 10,785.75 + 1,705.70 \end{aligned}$$

$$\$ \text{ Inversión} = \$ 12,491.45$$

$$\text{ROI} = (12,589.20 - 12,491.45) / 12,491.45$$

$$\text{ROI} = 0.078$$

Siendo el ROI resultante de la aplicación del programa de mantenimiento de valor positivo, muy significativo de lo beneficioso del programa para la empresa.

Periodo de devolución (Payback)

Este indicador determina el lapso de tiempo; meses ó años, que tarda un programa en devolver la inversión original registrada, se expresa como:

$$Pb \text{ (años)} = (\$ \text{ Inversión}) / (\$ \text{ Ahorro anual})$$

$$Pb = \$ 12,491.45 / \$ 12,589.20$$

$$Pb = 0.99 \text{ año}$$

$$Pb = 01 \text{ año}$$

El Payback es muy favorable, siendo la recuperación de la inversión casi inmediata, lo que hace notar el gran valor económico de la aplicación de un Programa de Mantenimiento Preventivo.

CONCLUSIONES

1. La propuesta de planificación y programación del mantenimiento preventivo, aplicado a una planta que se dedica a la fabricación de recipientes para Gas Licuado de Petróleo(GLP), constituye una alternativa de aseguramiento de una producción eficiente y eficaz de la planta, que se mide por la disminución de las pérdidas por paradas que nosotros estimamos sea de un 60 %, así como la prolongación de la vida útil de la maquinaria.
2. La programación propuesta ayudara a reducir al mínimo los costos por paradas, debido a averías accidentales de la maquinaria que comporten pérdida de producción; incluyéndose también en ellos los costos de mantenimiento correspondientes.
3. El programa va reducir significativamente la producción de productos defectuoso debido a las condiciones de desatención programática de la maquinaria, evitándose también situaciones de rechazo de los productos.
4. La implementación de un sistema efectivo de manejo de información de las labores de mantenimiento, mediante los reportes y registros de labores y eventos, va ayudar definitivamente a una buena gestión del jefe del área de mantenimiento. Asimismo, va a contribuir en la consecución de una labor de mejoramiento continuo.

5. La capacitación periódica del personal de mantenimiento, así como de los operadores, va a incrementar su cultura técnica, haciendo que tomen conciencia de lo importante y profesional de su trabajo.
6. El trabajo en equipo va a contribuir a la integración del personal, a la fluidez de información, preparándose las condiciones para la implementación a futuro a un programa de Mantenimiento Productivo Total.
7. El historial de máquinas, con su seguimiento, va a propiciar la atención individual de cada maquina asegurando un prolongamiento de su vida útil,
8. Los registros de control van a contribuir a evaluar permanentemente a la maquinaria, así como consignar información valiosa para realizar balances económicos de las perdidas, costos y utilidades.
9. El índice de ROI alto, nos revela el beneficio que reporta a la empresa invertir en mantenimiento planificado.

RECOMENDACIONES

1. La empresa para incrementar su competitividad, deberá de incorporar en la administración de su actividad productiva, las herramientas tecnológicas y de gestión que le permita reducir sus costos. Una acertada gestión del mantenimiento preventivo ayuda al logro de los objetivos de la empresa.
2. La capacitación del personal de operaciones y mantenimiento, es fundamental para el logro de los objetivos del área de mantenimiento. Esto permitirá que realicen una acertada labor en las tareas de mantenimiento preventivo, encomendadas.
3. Deberán programarse las tareas de reparación de los equipos (frecuencia anual) para los meses de vacaciones del personal, siendo estos mayormente los meses de verano.
4. Para el periodo de reparaciones de los equipos, realizarse en periodo de vacaciones del personal estable, cabría la posibilidad de contratarse personal especializado.
5. La reducción de repuestos en stock permite bajar los costos operativos, teniéndose siempre en consideración que una efectiva labor de mantenimiento exige contar con los repuestos en el momento necesario, (JUST IN TIME). Pero para el caso en estudio, los repuestos necesarios para las reparaciones de la maquinaria en general, pueden adquirirse fácilmente en el mercado.

BIBLIOGRAFÍA

MORROW L.C.

MANUAL DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL - TOMO I

TECSUP

PLANIFICACION Y PROGRAMACION DEL MANTENIMIENTO

A. BALDIN

MANUAL DE MANTENIMIENTO DE INSTAL. INDUSTRIALES

ANEXOS

- ANEXO A : INFORME DIARIO DE OPERACIONES Y/O FALLO
- ANEXO B : FICHA DE MAQUINA
- ANEXO C : FICHA DE REPUESTOS
- ANEXO D : HISTORIAL DE MAQUINA
- ANEXO E : STOCK MINIMO EN ALMACEN
- ANEXO F : ORDEN DE TRABAJO
- ANEXO G : LISTAS DE CHEQUEO
- ANEXO H : PROGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
- ANEXO I : REQUERIMIENTO DE SERVICIO

ANEXOS

ANEXO A : INFORME DIARIO DE OPERACIONES Y/O FALLO

ANEXO B : FICHA DE MAQUINA

ANEXO C : FICHA DE REPUESTOS

ANEXO D : HISTORIAL DE MAQUINA

ANEXO E : STOCK MINIMO DE INSUMOS Y REPUESTOS

ANEXO F : ORDEN DE TRABAJO

ANEXO G : LISTAS DE CHEQUEO

ANEXO H : PROGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

ANEXO I : REQUERIMIENTO DE SERVICIO

ANEXO A

INFORME DIARIO DE OPERACIÓN Y/O FALLO

			FECHA:			
CODIGO MAQUINA :						
NOMBRE OPERADOR	LINEA DE PRODUCCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD PRODUCIDA			
SISTEMA	INSPECCION	CODICION ACTUAL DE LA MAQUINA				
LUBRICACION						
VIBRACION						
SISTEMA HIDRAULICO		BUENA				
SISTEMA ELECTRICO		REGULAR				
SISTEMA MECANICO		MALA				
CAUSA SUPUESTA DEL FALLO :						
DEFECTO DEL FALLO SOBRE LAS PRESTACIONES DE LA MAQUINA						
OBSERVACIONES :						
Vo. Bo. PRODUCCION						

ANEXO E

STOCK MINIMO EN ALMACEN

TIPO	CODIGO	DESCRIPCION	CANT. MINIMA	UNIDAD	COSTO UNIT.(\$)	COSTO TOTAL(\$)
INSUMOS		LIMPIADOR DE CONTACTOS ELECTRICOS	1	LT	12	12
		LIMPIADOR DE TARJETA ELECTRONICA	1	LT	15	15
		PARNIZ AISLANTE TRANSPARENTE	1	LT	10	10
		LIMPIADOR DE COMPONENTES ELECTRICOS	2	GLN	125	250
		ACEITE SHELL TELLUS 68	50	GLN	15	750
		CABLE DE SOLDAR WS2/0	20	MT	4	80
		CINTA AISLANTE 3/4	4	UND	0.3	1.2
		TRAPO INDUSTRIAL	5	KG	0.7	3.5
		GRASA MOBIL LUX EP 2	10	KG	8	80
REPUESTOS		TERMINALES DE COBRE 2/0	4	UND	6	24
		FUSIBLES DE VIDRIO 2 AMP APERTURA LE	4	UND	0.15	0.6
		FUSIBLES DE VIDRIO 4 AMP APERTURA LE	4	UND	0.15	0.6
		FUSIBLES DE VIDRIO 7 AMP APERTURA LE	4	UND	0.2	0.8
		INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 3x10	2	UND	25	50
		PERNOS DE 1/2"	10	UND	0.2	2
		PERNOS DE 1/4"	20	UND	0.15	3
		PERNOS DE 1/8"	20	UND	0.15	3
		TENAZAS DE TIERRA 400 AMP	4	UND	45	180
	TENAZAS PORTAELECTRODO 400 AMP	4	UND	60	240	
COSTO TOTAL (\$)						1,705.70

ANEXO F:

ORDEN DE TRABAJO

No.	
FECHA :	

SOLICITANTE					
DESCRIPCION MAQUINA					
CODIGO MAQUINA					
DETALLE DEL TRABAJO A REALIZAR :					
INTERVENCION		FECHA PROGRAMADA	HORA ESTIM.	HORA REAL	
INICIO					
TERMINO					
PERSONAL ASIGNADO:					CODIGO
.....					
.....					
.....					
MATERIALES A UTILIZAR :			CANT.	CODIGO	
OBSERVACIONES :					
JEFE MANTENIMIENTO :			FECHA :		

ANEXO G : LISTAS DE CHEQUEO

CL01 : LISTA DE CHEQUEO ----- MAQUINAS DE SOLDAR MIG
SEMANA:.....

No.	LIMPIAR Y/O VERIFICAR :	CODIGO EQUIPOS A INSPECCIONAR			
		SSMG01	SSMG02	SSMG03	NOTAS:
1	Estado de tip				
2	Potenciometro				
3	Bobinas				
4	Interruptor				
5	Contacto				
6	Tarjetas electronicas				
7	Temperatura, vibración, ruido				
8	Guardas de seguridad				
9	Fusibles y lamparas de señal				
10	Estado de accesorios				
11	Limpieza general				
OBSERVACIONES :				REALIZADO POR:	

CL02 : LISTA DE CHEQUEO ----- REBORDEADORA - OMER
CODIGO CZEM01

No.	LIMPIAR Y/O VERIFICAR :	VERIFICAR:	SEMANA	No. :.....
			OK	MATERIAL USADO:
1	Cuchillas de corte			
2	Eje			
3	Bocinas			
4	Rodamientos			
5	Limpieza general			
OBSERVACIONES :				REALIZADO POR:

CL03 : LISTA DE CHEQUEO ----- PRENSAS EXCENTRICAS

SEMANA:.....

No.	LIMPIAR Y/O VERIFICAR :	CODIGO EQUIPOS A INSPECCIONAR		
		PREX01	PREX02	NOTAS:
1	Alineamiento de guias			
2	Encaje guias con cola de milano(Luz +- 0.35 mm)			
3	Juego Eje- Cigñeñal, Volante			
4	Lubricacion carro y cabeza de biela			
5	Sistema de embrague neumatico			
6	Limpieza general			
OBSERVACIONES :				REALIZADO POR:

LC04 : LISTA DE CHEQUEO ----- COMPRESORA DE TORNILLO - DARI

CODIGO CPTR01

No.	ACTIVIDADES	VERIFICAR:	SEMANA	No.
			OK	MATERIAL USADO:
1	Verificar nivel de aceite			
2	Drenar condensado			
3	Cambiar aceite (Shell Camptella 46)			
4	Cambiar filtro de aceite			
5	Cambiar filtro separador de aceite			
6	Limpiar filtro al ingreso			
7	Cambiar elemento de filtro			
8	Limpiar enfriador			
9	Chequear funcion de valvulas de seguridad			
10	Chequear funcion de regulador al ingreso			
OBSERVACIONES :				REALIZADO POR:

PR01 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO COMPRESORA DE TORNILLO - DARI
CODIGO CPTR01

No.	LIMPIAR Y/O VERIFICAR :	No. De HORAS	SEMANAL	MENSUAL	ANUAL
1	Verificar nivel de aceite	100	X	X	
2	Drenar condensado	500		X	
3	Cambiar aceite (Shell Camptella 46)	2000			X
4	Cambiar filtro de aceite	2000			X
5	Cambiar filtro separador de aceite	3000			X
6	Limpia filtro al ingreso	500		X	
7	Cambiar elemento de filtro	1000			X
8	Limpia enfriador	2000-3000			X
9	Chequear funcion de valvulas de seguridad				X
10	Chequear funcion de regulador al ingreso				X
OBSERVACIONES :				REALIZADO POR:	

LC05 : LISTA DE CHEQUEO ----- HORNO DE TRATAMIENTO TERMICO

No.	LIMPIAR Y/O VERIFICAR :	VERIFICAR:	SEMANA	No.
			OK	OBSERVACIONES
1	PLATAFORMA DE DESLIZAMIENTO			
2	CAVERNA DE AISLAMIENTO TERMICO			
3	PISTON NEUMATICO			
4	CIRCUITO ELECTRICO CONTROL DE CICLO			
5	CIRCUITO ELECTRICO CONTROL IGNICION			
6	TRANSFORMADORES 10,000 V. (IGNICION)			
7	VENTILADOR CENTRIFUGO			
8	CIRCUITO MEZCLADOR GAS-AIRE			
9	VALVULAS DE SISTEMA DE GAS			
COMENTARIOS :				REALIZADO POR:

LC06 : LISTA DE CHEQUEO ----- PRENSA DE FRICCION

CODIGO PRFR01

No.	LIMPIAR Y/O VERIFICAR :	VERIFICAR:	SEMANA	No. :.....
			OK	OBSERVACIONES
1	RODAMIENTOS			
2	SISTEMA DE LUBRICACION			
OBSERVACIONES :				REALIZADO POR:

LC07 : LISTA DE CHEQUEO ----- PRENSAS HIDRAULICAS

SEMANA:

No.	LIMPIAR Y/O VERIFICAR :	CODIGO EQUIPOS A INSPECCIONAR			
		PRHH01	PRHH02	PRIH03	
1	VALVULA DIRECCIONAL				
2	PRESOSTATO				
3	NIVEL DE ACEITE HIDRAULICO				
4	RETENES DE SISTEMA HIDRAULICO				
5	LUBRICACION				
6	CIRCUITO ELECTRICO DE CONTROL				
7	DESPLAZAMIENTO DEL CARRO SUPERIOR				
8	PISTONES				
OBSERVACIONES :					REALIZADO POR:

LC08 : LISTA DE CHEQUEO ----- ROLADORA ELECTROMECHANICA
CODIGORLEM01

No.	LIMPIAR Y/O VERIFICAR :	VERIFICAR:	SEMANA No.	
			OK	OBSERVACIONES
1	ELEMENTOS DE ALINEAMIENTO EJE-BOCINAS			
2				
3				
OBSERVACIONES :				

ANEXO I:

<u>SOLICITUD DE SERVICIO</u>		FECHA :			
		HORA :			
DESCRIPCION MAQUINA					
CODIGO MAQUINA					
DESCRIPCION DE LA FALLA :					
NATURALEZA DEL TRABAJO :		MECANICO	<input type="checkbox"/>	ELECTR.	<input type="checkbox"/>
OBSERVACIONES:					
JEFE DE AREA :			FIRMA :		