

T
658.562
PER p.



Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción



“Proceso de Implementación del Mantenimiento Productivo Total”

TESIS DE GRADO

Previa a la Obtención del Título de:
INGENIERO MECANICO

Presentada por:

José Manuel Peralta Rojas



Guayaquil - Ecuador

Año - 2000



POLITECNICA DEL LITORAL
BIBLIOTECA "GONZALO ZEVALLOS"
F.I.M.C.P.

DEDICATORIA



A DIOS

A MI ESPOSA

A MIS PADRES

AGRADECIMIENTO

ING. MEC. MANUEL HELGUERO G.

Director de tesis, por su ayuda y
colaboración para la realización
de este trabajo.

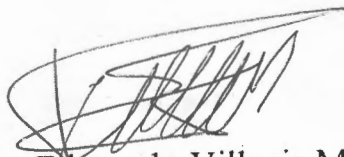
TRIBUNAL DE GRADUACION



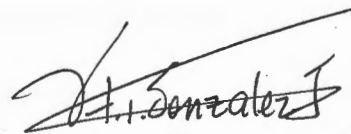
Ing. Mario Patiño A.
SUB-DECANO - FIMCP



Ing. Manuel Helguero G.
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Edmundo Villacis M.
VOCAL

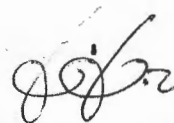


Ing. Victor Hugo González J.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

**"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado me
corresponde exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la
misma a la Escuela Superior Politécnica del litoral"**

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



JOSE MANUEL PERALTA ROJAS

Autor

RESUMEN

El presente trabajo expone en forma práctica, clara y efectiva la filosofía del Mantenimiento Productivo Total, iniciada por Seiichi Nakajima, Presidente del Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas, quién conjugó los conceptos de Calidad Total, Justo a Tiempo y Mantenimiento preventivo implementado en los Estados Unidos. Este programa está siendo implementado por muchas empresas multinacionales de la categoría de Motorola, Ford Motor, Eastman, Dupon, Texas Instruments, Proctor & Gamble, I.B.M., AT&T, Unilever y muchas otras.

Debo expresar que este estudio es el resultado de ocho años de experiencia teórico-práctico en el área de mantenimiento desarrollada por el suscrito como Jefe de Mantenimiento en una empresa de productos de consumo masivo.

Globalmente hablando este proyecto tiene tres etapas bien demarcadas: la primera, Capítulo #1 donde se da un vistazo general y a la vez particular al enfoque tradicional del mantenimiento en las plantas industriales y el desarrollo que el mismo ha tenido, conforme el mundo moderno lo exige, describiendo los desafíos a los cuales se enfrentan la manufactura moderna y

la necesidad de replantear los procesos y en particular el papel del mantenimiento, para que el negocio se mantenga dentro de una economía globalizada que nos ha tocado vivir.

En la segunda etapa Capítulo #2 se expone conceptos y técnicas del mantenimiento productivo total que nos permitirá evaluar la situación en la que se encuentre la planta y poder dar un giro significativo a ésta con lo cual podemos definir los nuevos roles que le toca asumir a los departamentos de mantenimiento, proyecto y producción quienes unidos lograran bajar los gastos operativos vía: un adecuado sistema de inspección, sistema de orden de trabajo estándares para mantenimiento, montajes, construcción, contrataciones, seguridad e inducción técnica al personal de planta y terceros, sistemas de inventario, planeación, programación, control y registro del mantenimiento.

La tercera etapa Capítulo #3 se toman las acciones implementando la parte conceptual expuesta en el Capítulo #2 sentando las bases para poder complementar el proceso de mantenimiento productivo total vía la implementación de algún software para mantenimiento que facilitará todo el proceso. En el Capítulo #4 básicamente analizamos los resultados de la

implementación del proceso mediante parámetros cuantificables como son :
la productividad, calidad, costos, seguridad y moral.

Finalmente hacemos las conclusiones y recomendaciones donde
abordaremos los posibles problemas u obstáculos con los cuales se
encontrará cuando se decide iniciar un proceso de optimización en la
administración del mantenimiento soportada en el mantenimiento productivo
total.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
INDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS.....	X
SIMBOLOGIA.....	XI
INDICE DE FIGURAS.....	VI
INDICE DE TABLAS.....	VIII
INTRODUCCIÓN.....	XII
 I GENERALIDADES	
1.1 Descripción del problema.....	1
1.2 Objetivo.....	3
1.3 Justificación.....	3
1.4 Alcance.....	6
 II ESTUDIOS PRELIMINARES	
2.1 Definición del T.P.M.....	8
2.2 Evaluación del rendimiento y estado de equipos.....	9
2.3 Habilidades del personal.....	24
2.4 Mantenimiento preventivo.....	32
2.5 Gestión de Mantenimiento.....	37
2.6 Cultura de la Compañía.....	50
 III SISTEMA Y CONTROL DEL MANTENIMIENTO	
3.1 Eficiencia Global del equipo.....	53
3.2 Nivel de Inventarios, Bodega de repuestos.....	74
3.3 Presupuestos.....	81

IV. ANÁLISIS DE RESULTADO

4.1 Productividad.....	88
4.2 Calidad.....	90
4.3 Costo.....	91
4.4 Seguridad.....	91
4.5 Moral.....	97
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	99
APENDICES.....	103
BIBLIOGRAFÍA.....	101

INDICE DE FIGURAS

Capítulo II FIGURAS

Figura 1: Clasificación y asignación de tareas para mantenimiento.....	39
--	----

Capítulo III

Figura 2: Porcentaje de utilización de las líneas.....	56
Figura 3: Número de Fallas.....	57
Figura 4: Nivel de Servicio.....	58
Figura 5: Eficiencia Global de los equipos.....	59
Figura 6: Tiempo medio entre fallas.....	60
Figura 7: Tiempo medio de reparación.....	61
Figura 8: Frecuencia de Fallo.....	62
Figura 9: Cumplimiento de mantenimiento planificado.....	63
Figura 10: Gastos de mantenimiento / Ton producida.....	64
Figura 11: Horas hombre por toneladas producida.....	65
Figura 12: Contratos por Ton producida (S/Ton).....	66
Figura 13: KWH consumido por Ton producida.....	67
Figura 14: Galones de combustible consumido por Ton producido (Diesel/Ton).....	68
Figura 15: Metro Cúbico de agua consumida por Ton producida.....	69
Figura 16: Tendencia del stock de repuesto.....	70
Figura 17: Consumo varios compra.....	71

Figura 18: Toneladas producidas.....	72
Figura 19: Cierres mensuales de bodega para repuestos año/99.....	75
Figura 20: Distribución del inventario.....	77
Figura 21: Inventario de lenta rotación.....	78
Figura 22: Inventario específico.....	79
Figura 23: Inventario Genérico.....	80
Figura 24: Factor gasto de operación.....	87

Capítulo IV

Figura 25: Tasa de Operación.....	89
Figura 26: Tasa de Calidad.....	92
Figura 27: Principio de Heinrich.....	93
Figura 28: Índice de frecuencia de accidentes.....	95
Figura 29: Índice de gravedad de accidentes.....	96

INDICE DE TABLAS

Capítulo I

Tabla 1: Indicadores de evaluación del proceso de implementación del T.P.M:.....	4
---	---

Capítulo II

Tabla 2: Perdida de los equipos.....	11
Tabla 3: Entrada y salida de información a los grupos de trabajo.....	18
Tabla 4: Condiciones de equipos.....	20
Tabla 5: Análisis de condiciones de equipos.....	22
Tabla 6: Historia de los equipos.....	23
Tabla 7: Hoja de información de fallos.....	25
Tabla 8: Definición de niveles de habilidad.....	27
Tabla 9: Programa de mantenimiento preventivo.....	33
Tabla 10: Sistema de Mantenimiento.....	40
Tabla 11: Ventaja y desventaja de los sistemas de mantenimiento.....	42
Tabla 12: Proceso de desarrollo de la gestión de mantenimiento Planificado.....	44
Tabla 13: Registro de equipos.....	45
Tabla 14 Criterios para definir la criticidad de un equipo.....	46

Capítulo III

Tabla 15: Registro mensual de datos para cálculo de indicadores.....	54
--	----

Tabla 16: Indicadores de rendimiento.....	55
Tabla 17: Estimación de presupuesto	83
Tabla 18: Sumario de presupuesto.....	85
Tabla 19: Monitoreo del presupuesto.....	86

ABREVIATURAS

MATTO:	Mantenimiento
Comb.:	Combustible
Ton.:	Toneladas
Vol.:	Volumen
Gln.:	Galones
Produc.:	Producción
Mat.:	Repuesto y Suministro Industriales consumidos
PHVA:	Planear, hacer, verificar y actuar
CAR:	Cantidad de reposición
D:	Demanda de artículos en años
L:	Es el tiempo de reposición en años
CMMS:	Sistema de Administración del Mantenimiento Computarizado

SIMBOLOGIA

T.P.M.	=	Mantenimiento Productivo Total
TQM	=	Administración Total de la Calidad
HH	=	Horas hombres
JIT	=	Justo a Tiempo
KWH	=	Kilovatios horas
OEE	=	Eficiencia Global
MP	=	Mantenimiento Planeado
PM	=	Mantenimiento Preventivo
O/T	=	Ordenes de Trabajo
MTBF	=	Tiempo medio entre falla
MAX	=	Máximo
MIN	=	Mínimo
FGO	=	Factor de gasto de operación
KAIZEN	=	Mejora orientada

INTRODUCCION



En los últimos años hemos observado la integración a donde propenden los países en el mundo y lo hemos palpado aún más desde hace unos cinco años atrás en Latinoamérica y específicamente en nuestro país con la inserción de productos provenientes de los países vecinos golpeando duramente a las empresas locales, las cuales en su afán de mantenerse competitivas tanto en costes como en calidad se han visto en la necesidad de replantear sus enfoques administrativos, adoptando programas de mejoramientos (Control Total de la Calidad, Justo a Tiempo, Reingeniería, etc.) todos aquellos enfocados a la productividad, recursos humanos y calidad, desdeñando parcialmente el rol preponderante que tiene el mantenimiento dentro del proceso productivo.

Por cuanto la Organización del mantenimiento suponía ser la parte de la organización que representaba gastos innecesarios y la limpieza de los aceites que se derramaban de las máquinas sobre el piso de las plantas. En la actualidad, el enfoque de mantenimiento ha sido robustecido y reforzado grandemente con el fin de darle la prioridad a este proceso dentro del marco de una organización de producción para que sea parte integral del plan maestro de la gerencia estratégica de la empresa.

En este trabajo exponemos la filosofía del "Mantenimiento Productivo Total" ideado por SEIICHI NAKAJIMA quien introdujo las prácticas americanas de mantenimiento preventivo al Japón, en los años 70, combinó esas ideas con los conceptos de Control Total de la Calidad y Justo a Tiempo, para desarrollar la filosofía en mención. Un proceso que está revolucionando el mantenimiento de planta en el mundo y que en latinoamérica poco o nada se conoce de él, en nuestro medio existe una Empresa Cementera que tiene implementado y otro grupo de Empresas que fabrican productos de consumo masivo, en proceso de implementación.

El mantenimiento productivo total promueve las actividades en grupos a través de toda la organización para una mayor efectividad de la maquinaria y el entrenamiento de los operadores para que sean corresponsables de las inspecciones son de rutina, limpieza, mantenimiento y reparaciones menores con el personal de mantenimiento. Con el tiempo, este esfuerzo cooperativo incrementa dramáticamente la productividad y calidad. Optimiza el coste del ciclo de vida del equipo y amplía la base de conocimiento y capacidad de cada empleado.

Queda claro entonces que el objetivo real del mantenimiento productivo total



(T.P.M.) es maximizar la efectividad global de las máquinas, desarrollar un sentido de pertenencia y autonomía entre los operadores y sus máquinas por medio de involucrar, entrenar y promover un sistema de mejora continua, a través de actividades de los pequeños grupos involucrando al personal de producción, ingeniería y mantenimiento. Para llevar a cabo este proceso es necesario un compromiso claro y decidido de directivos de la Empresa por cuanto al inicio implica egresos económicos, la implementación total con resultados cuantificables toma de 2 a 3 años dependiendo del tamaño, tipo y la administración que se tenga.

Finalmente podemos afirmar que al describir el control de la calidad, se dice que esta depende del proceso, ahora con la creciente automatización, donde unidades compactas armadas con un sin número de sensores, PLC como cerebro coordinando en unión del esconder, dando la posición en grados del eje principal (vertical u horizontal) del equipo, definiéndose sobre la base de esta posición las distintas funciones de la máquina, como la automatización de los procesos controlando las diferentes variables con lo cual se reduce horas de para, inventarios, desperdicios, ineficiencias, energía y recurso humano puede ser, más apropiado decir que la calidad depende de la máquina.

**I.****GENERALIDADES****1.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA.**

La situación típica en el 90% de las plantas industriales de nuestro medio y por que no decirlo en muchos países es observar al personal de mantenimiento en constante estado de emergencia, donde se aprecia mecánicos corriendo de un lado a otro, ingenieros laborando de lunes a Domingo con promedio de 12 horas diarias, a los que llaman a cualquier hora para que atiendan una emergencia en la planta, sin tiempo para hacer Ingeniería y menos para lo que es más importante sus familias.

Podemos apreciar también las bajas eficiencias en los equipos 55%-65% en promedio, un alto número de fallos, paradas inesperadas, una subutilización de las máquinas, generando productos defectuosos y por ende desperdicios de recursos humanos, materiales (semielaborados), devoluciones (productos terminados), energéticos y las continuas discrepancias entre los departamentos de Ingeniería, Mantenimiento, Producción y Calidad. Por otro lado no se tiene control en horas extras del personal debido a las emergencias, acudiendo a terceros para la construcción de piezas sin detalles técnicos que se ajusten a normas internacionales y mecanismos poco idóneos de contratar a personal empírico que ejecutan labores en las instalaciones de

las plantas, que en última instancia terminarán corrigiendo el personal de la planta. Al igual que las adquisiciones de suministros industriales con valores altos y de inferior calidad provocando el derroche de millones de sucres, en este mismo plano existen importaciones de repuesto que se pueden obtener y/o construir localmente, pero no se lo hace dado que no hay tiempo para determinar técnicamente su prioridad y factibilidad de construcción, llenando las bodegas de repuestos con artículos que no se mueven en años y que de año a año se les aplica la corrección monetaria inflando sus valores y por ende el pago de impuestos.

No se cuenta con información técnica actualizada de las máquinas, como son fichas técnicas, planos, manual de partes, manual de operación, registro de reparaciones, layout, rutas de inspección y lubricación, moral del personal baja, altos coste de materiales, contratistas y construcción de piezas fuera de control, equipos produciendo productos de baja calidad. En resumen todo este espectro, no nos permite tener una planificación del mantenimiento. En este punto tenemos claro que el paradigma que se ve en las plantas está orientado al fallo de la máquina, pero caballeros la falla solamente es la punta del Iceberg, dado que toda la problemática que produjo dicha falla está oculta en la masa que no se ve del iceberg y estos los podemos enumerar como:

- Falta de limpieza, orden, organización de las áreas de trabajo
- Disciplina del personal
- Cultura del desprecio cero
- Discrepancias entre los departamentos
- Mala planificación
- No se realizan inspecciones
- No se registran los mantenimientos
- No se tienen estandarizadas las tareas para operación y matto.
- Falta de procedimientos

1.2. OBJETIVO.

Esta tesis tiene como primer objetivo mostrar conceptualmente la filosofía del T.P.M. sin ahondar en muchos detalles, dado que usted podrá hacer uso de la abundante literatura que sobre el tema existe, remítase a la referencia bibliográfica y como segundo objetivo compartir los beneficios del T.P.M. tabla #1.

1.3. JUSTIFICACIÓN.

Un proverbio chino dice: *"Usted escucha y usted olvida, usted ve y usted recuerda, más si usted hace entonces usted aprende"*, esto es lo que nos motiva a presentar un trabajo real que no es una quimera, esta tesis será una

CATEGORIA	EFECTIVIDAD DEL TPM
PRODUCTIVIDAD	- Aumento de la tasa de operación de la planta - Reducción de número de trabajadores - Incremento de la tasa de rendimiento de lo equipos
CALIDAD	- Reducción de defectos en los procesos - Menos quejas de Clientes
COSTOS	- Reducción de HH/Ton. en mantenimiento. - Disminución del costes de mantenimiento - Reducción de consumo energía eléctrica - Reducción de Stock de repuestos - Reducción de Comb./Ton. Producida - Reducción KWH/Ton.
SEGURIDAD	- Reducción de índices de accidentes - Reducción de índice de gravedad de accidentes
MORAL	- Aumento de ideas y/o aportación por parte del personal - Incremento de equipos de Trabajo - Aumento en las lecciones de un punto

Tabla #1: Indicadores de evaluación del proceso de implementación del T.P.M.

- Control del medio ambiente
- Mejorando las condiciones básicas que se requieren en los equipos.
- Conservación de energía.
- Mayor énfasis en la capacitación y motivación del personal.
- Reducción del tiempo de preparación y cambio de formato.
- Reducción de costes de Mantenimiento.
- Expansión de la capacidad instalada.

1.4 ALCANCE.

Este trabajo plantea la necesidad de que el personal de mantenimiento muestre a los empresarios lo importante que es el ver el mantenimiento como una herramienta competitiva, hablándoles en el mismo idioma, costes. El lector de esta tesis podrá determinar la situación en la que se encuentra la planta en la cual presta sus servicios mediante una auditoria de mantenimiento misma que presentamos para llevarla a la práctica en su situación particular, ver apéndice A.

En este ámbito, este no es recetario para solucionar problemas aislados, ni pretende ser un manual complejo para el mantenimiento de su planta, ni un simple programa de mantenimiento. Cuando afirmamos que el T.P.M. Es un conjunto de actividades para restaurar el equipo a sus condiciones óptimas,

significa algo mas que asegurar que opere de un modo tan eficiente que no se averíe nunca, que siempre opere a la velocidad prevista o más rápidamente sin tiempos muertos ni paradas menores, que nunca producen productos defectuosos y que causan mínimas perdidas de arranques, preparación y ajustes. Además que esto implica establecer y mantener métodos estandarizados para el diagnóstico de los equipos, temprana detección de anomalías, gestión de piezas de repuestos, procedimientos de reemplazo de piezas y sistemas de información para registrar historiales de los equipos y datos de averías, minimizar el deterioro de los equipos y el establecimiento de métodos para que los ingenieros hagan mejoras en los equipos.

Esto contempla valores absolutos y no pueden ser implantados por un puñado de personas, requiere la cooperación e implicación de todos los niveles y personas de la empresa, la ruptura de las actitudes tradicionales de especialización y el establecimiento de sistemas educacionales perfilados para elevar los niveles de capacidad del personal de mantenimiento y producción. Esto es elaborar un proyecto empresarial, que involucre a todos los departamentos de la empresa.

II. ESTUDIOS PRELIMINARES

2.1. DEFINICIÓN DEL T.P.M.

En el contexto general, las industrias han reconocido la importancia que tiene el operador en el proceso productivo tendiente a, que estos y los procesos nos garanticen productos con estándares internacionales. El fracaso de estos movimientos industriales (Administración Total de Calidad, Reingeniería), ha radicado que dicha capacitación ha sido orientada con gran énfasis hacia la elaboración del producto; materia prima, métodos y procedimientos de elaboración de los productos, formación técnica y humana. El T.P.M. cuyas siglas en inglés significan, mantenimiento productivo total:

T de total

P de productivo

M de mantenimiento

Es un programa que involucra a toda la fuerza laboral de la empresa trabajando en equipos o grupos de trabajo multidisciplinario, definiendo previamente procesos importantes de la empresa de tal forma que los grupos se encargan de ejecutarlos. Por lo que el T.P.M. realiza una sinergia entre la Ingeniería del Mantenimiento, la Administración Total de la Calidad y Justo a

Tiempo apoyado en ocho pilares que son: Mejora Orientada, Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento Planeado, Gestión Temprana, Entrenamiento, Calidad de Mantenimiento, Relaciones Interdepartamentales y Seguridad Medio Ambiente. En el presente capítulo esbozaremos estos pilares.

2.2 EVALUACION DEL RENDIMIENTO Y ESTADO DE EQUIPOS

En este punto vamos a definir las pérdidas que afectan la correcta operación de nuestros equipos, aprenderemos a detectarlas, cuantificarlas, evaluarlas y como tomar acción proactiva para reducirlas y porque no neutralizar los efectos de estas pérdidas. La evaluación de rendimiento y estado de equipos la dividiremos en tres fases.

Fase I EFECTIVIDAD DEL EQUIPO Y PERDIDAS

En esta fase definimos algunos indicadores de los equipos, con la cual determinamos y cuantificamos las pérdidas, para esto debemos definir cuales son las pérdidas a las cuales hemos hecho mención. En este estudio hemos

definido solamente cinco categorías, pero realmente usted puede encontrar

muchas dando este dando

- Preparación y ajustes
- Averías de los equipos
- Inactividad y paradas menores
- Reducción en la velocidad
- Defecto en el proceso

Es importante que se identifique estas pérdidas para cuyo efecto puede hacer uso del formato mostrada en el apéndice B y cuantificar las perdidas dándole la categoría que le corresponda definida en la tabla #2.

La preparación y el ajuste son la pérdida dirigida por la puesta a punto del equipo previo su operación normal. Esta preparación se relaciona con el tiempo invertido en los cambios de formato y/o producción y todo el tiempo invertido en las acciones necesarias para poner a punto el equipo, pudiendo afirmar que esta encuentra entre las de mayor valor se la cuantifica en horas.

El tiempo muerto no planificado, esto es las paralizaciones inesperadas que ocurren en los equipos es la segunda misma que se divide en fallas esporádicas y las crónicas. De estas las esporádicas son fáciles de detectar y solucionar mientras que la crónica es más difícil de manejar por cuanto la planta se acostumbra a vivir con ella.

Disponibilidad de los equipos (Pérdida de tiempo)	Preparación y ajuste - Cambios de formatos y/o producción - Programación - Pruebas de funcionamiento Fallas en los equipos - Averías esporádicas - Averías crónicas
Eficiencia de los equipos (Pérdida de velocidad)	Inactividad y paradas menores - atascamientos - bloqueos - Falta de piezas, operador, empaque Reducción de Velocidad - Desgaste del equipo - Falta de precisión - Problemas con el empaque - Problemas con el producto final
Calidad (pérdida por defecto)	Defectos en el proceso - Desperdicios - Reelaboración
	Deficiencia de Diseño

Tabla #2: Pérdidas de los equipos

Podemos agrupar estas dos pérdidas en el parámetro *Nivel de servicio de mantenimiento*:

Tenemos las dos siguientes pérdidas, la una es la parada menor la cual engloba aquellos tiempos en los cuales a pesar de estar el equipo funcionando no procesa producto, lo cual es normalmente originado por atascamiento, o la máquina que le sigue en la línea está detenida o le falta suministro de algún recurso. Los tiempos de para de la segunda pérdidas principales son originadas por equipos con mal mantenimiento, sucios y/o desgastados, mala operación de las máquinas, fallas de diseño o condiciones fuera de standard de las máquinas y/o semielaborado, lo que nos obliga a tener que bajar la velocidad de los equipos. Estas dos pérdidas las medimos mediante la eficiencia de operativa, como se puede inferir en ambos casos el equipo no está fuera de servicio sino que trabaja a velocidades bajas y podemos definir como: Tasa de Rendimiento.

Por último tenemos las pérdidas por defectos en el proceso, misma que se mide con la Tasa de Índice de Calidad y refleja el tiempo utilizado en producir piezas defectuosas.

Fase 2 UTILIZACION DE LOS EQUIPOS

En este punto debemos definir un nuevo parámetro que tome en cuenta, si estamos aprovechando los equipos al máximo, éste es, la eficiencia global de los equipos, el cual pone su énfasis en la productividad efectiva, incluye el tiempo muerto planificado y combina una medición del aprovechamiento de los equipos (utilización de los equipos y nivel de servicio de mantenimiento), tasa de rendimiento y tasa de calidad.

Es importante resaltar que es soporte de éste trabajo, una técnica basada en datos que le permiten a usted manejar sus equipos y actividades de mejoramiento utilizando cifras mediante los valores que salgan producto de los cálculos de las cuatro fórmulas:

- Nivel de servicio del mantenimiento
- Tasa de rendimiento
- Tasa de calidad
- Utilización de los equipos

La pregunta es hacia donde debemos apuntar con un proceso de optimización de la administración del mantenimiento, la respuesta es sencilla, debemos lograr que la OEE sea del 85% (es el valor máximo alcanzado por las empresas de la clase mundial), pero la gestión a realizar no es sencilla ya que para

lograr esto debemos obtener niveles de servicios de mantenimiento superior al 95% , que la eficiencia operacional sea mayor a 95% , que el índice de calidad esté por el 99% y la utilización de los equipos superior a 95% .

A continuación definamos los indicadores que nos permitirán hacer un buen análisis de los resultados obtenidos en la implementación del T.P.M.

DEFINICIONES DE LOS INDICES DE MANTENIMIENTO

UTILIZACION DE LÍNEA (%): Es el tiempo que se utiliza (tiempo operacional) los equipos para realizar producción durante un tiempo calendario.

Descripción

Fórmula

Utilización de línea (%):

$$\frac{\text{Tiempo operacional} \times 100}{\text{Tiempo Calendario}}$$

Tiempo calendario: $4 \times 7 \times 24 = 672$ horas = #Semanas x 7 días x 24 horas

Tiempo calendario: $5 \times 7 \times 24 = 840$ horas

Tiempo no programado para producir: Cierre de línea, Feriados, Falta de orden de trabajo, Pruebas reuniones, inventarios, comida.

Tiempo planificado: tiempo utilizado para mantenimiento

Tiempo operacional: Tiempo calendario -Tiempo no operacional

Tiempo no operacional: Este tiempo es la suma de los tiempos para: Cierre de línea de vacaciones, Inventario, Feriados, Comida, Fin de semana no trabajados, Falta orden de producción, Sub-utilización de capacidad, pruebas, Reuniones, Mantenimiento planeado.

Tiempo operacional neto = tiempo operacional - tiempo paradas no programadas

Número de Falla(#): Es cantidad de falla (eléctricas, mecánicas e instrumentación) producida durante el tiempo operacional de los equipos.

NIVEL DE SERVICIO (%): Es el tiempo disponible que tienen los Equipos para ser utilizados por producción

Descripción	Fórmula
Nivel de Servicio (%):	$\frac{\text{Tiempo operacional} - \text{Tiempo de reparación} \times 100}{\text{Tiempo de operación}}$

Tiempo de Reparación: Es el tiempo que la planta deja de producir por motivos de fallas: Fallas de línea de producción y Falla de servicios (internos / externos)

EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS (%): (Nivel de Servicio x Calidad del Producto x Tasa de Rendimiento) x 100

Descripción**Fórmula**

Eficiencia global de equipo (%): (Nivel de Servicio x Tasa de Calidad
x Utilización de la línea x Tasa de Rendimiento) x 100

Tasa de calidad (%): $\frac{\text{Vol. de Produc.}-\text{Produc. con no Conformidad} \times 100}{\text{Vol. de Produc.}}$

Tasa de rendimiento: $\frac{\text{Tiempo Operacional Neto}}{\text{Tiempo Operacional}} \times 100$

Tiempo medio entre Fallas (Horas / fallas): Es el tiempo transcurrido entre uno y otro evento de falla.

Descripción**Fórmula**

Tiempo medio entre Fallas(horas / fallas): $\frac{\text{Tiempo operacional}}{\text{Número de fallas}}$

Tiempo medio de reparación (Horas / fallas): Es el tiempo en que se demora en reparar una falla.

Descripción**Fórmula**

Tiempo medio de reparación(horas / fallas): $\frac{\text{Tiempo total de las fallas}}{\text{Número de fallas}}$

Logro del Mantenimiento Planificado (%): Es el porcentaje del cumplimiento de trabajos planificados en los equipos.

Descripción**Fórmula**

Logro del mantenimiento Planificado(%): $\frac{\text{Tareas de mantto. planificado realizadas} \times 100}{\text{Tareas de mantenimiento planificado}}$

Mat/Ton (10*3): Son los (gastos de mantenimiento/las toneladas producidas)

Descripción	Fórmula
Mat/Ton (10*3):	$\frac{\text{Gastos de Mantenimiento}}{\text{Toneladas Producidas}}$
Gasto de mantenimiento: Sale de la suma de valores que se emiten del Estado Financiero: Repuestos, Suministros Industriales, Materiales Eléctricos, Gastos de Limpieza. Toneladas Producidas: Son las toneladas despachadas Contratos / Ton (10*3): Son los (gastos de mantenimiento contratados / las (toneladas producidas)	

Descripción	Fórmula
Contratos / Ton (10*3):	$\frac{\text{Gastos de Mantenimiento contratado}}{\text{Toneladas Producidas}}$

KWH/Ton.:

Descripción	Fórmula
KW.H/Ton.: <u>KWH</u>	$\frac{\text{Ton. Producidas}}{\text{KWH}}$

Comb. (Gln) / Ton:

Descripción	Fórmula
Comb. (Gln) / Ton:	$\frac{\text{Combustible}}{\text{Ton. Producidas}}$

Fase 3 ESTADO DE LOS EQUIPOS

En esta fase del proceso existe una participación activa de los operadores aportando con su inteligencia y experiencia, por medio de los grupos de trabajos. Bien estos grupos de trabajo se entrenan diariamente en las operaciones de sus equipos para reducir las pérdidas originadas por preparación, ajustes, averías, inactividad o paradas menores, reducción en la velocidad de sus equipos y defectos en sus procesos, para poder reducir o eliminar los efectos de estas pérdidas, mejorando tanto los equipos su mantenibilidad como los procesos los grupos de trabajo requieren de información, ver tabla #3 cuyas fuentes principales son:

- Análisis de pérdida
- Análisis de estado de los equipos
- Historia de los equipos
- Información de fallas de los equipos

INGRESO	PROCESO	RESULTADO
INFORMACIÓN	GRUPO DE TRABAJO	SOLUCIONES
-Análisis de pérdida (las 8 grandes pérdidas)	-Análisis de pareto	-Mejoramiento de equipo
-Análisis de estado de los equipos	-Diagrama causa y efecto	-Mantenimiento de procesos
-Historia de los equipos	-Análisis de método	
-Información de fallas de los equipos	-Diagrama PHVA	

Tabla # 3: Entrada y salida de información a los grupos de trabajo

ANALISIS DE PERDIDA

Con la información recopilada para el cálculo de la efectividad de los equipos donde se identificaron y cuantificaron diversas pérdidas. Debemos realizar diagramas de pareto que nos permita identificar las pérdidas de inactividad y paradas menores, al evaluar el grupo de trabajo, dicha información podrá realizar un segundo nivel de pareto, con lo cual podrá analizar y cuantificar los motivos de los períodos de inactividad y paradas menores, bien ya tenemos los motivos, un tercer pareto a partir del anterior nos permitirá plantear soluciones técnicas y económicas mejorando la eficiencia global del equipo.

ANALISIS DEL ESTADO DE LOS EQUIPOS

Mediante el uso de las tablas #4 y #5 usted puede recopilar información que le permita evaluar confiabilidad, capacidad y estado general de los equipos mediante apariencia, limpieza, facilidad de operación, seguridad, medio ambiente, calificando con criterios de:

- 1 Pobre (por debajo de toda norma)
- 2 Regular (Apenas aceptable, bajo normas)
- 3 Promedio (Cumple los requisitos, susceptible de mejora)
- 4 Bueno (Mejorar su funcionamiento, haciendo mejoras)
- 5 Excelente (cumple toda expectativa)

EQUIPO No. _____ DESCRIPCION DEL EQUIPO _____	
FECHA __/__/__ EVALUADO POR _____	
1. POBRE 2. REGULAR 3. PROMEDIO 4. BUENO 5. EXCELENTE	PUNTAJE GLOBAL
CONFIABILIDAD:	
COMENTARIOS	
CAPACIDAD:	
COMENTARIOS	
CONDICIONES GENERALES	
APARIENCIA/LIMPIEZA	
FACILIDAD DE OPERACIÓN	
SEGURIDAD / MEDIO AMBIENTE	
COMENTARIOS	

Tabla 4: Condición de los equipos

De la información recopilada de dicha tabla procedemos a sacar un promedio En función de la escala de calificación para confiabilidad, capacidad y estado general pudiendo vincular estos estados como se muestra en la tabla #5 y dando las acciones a tomarse tanto a los grupos de trabajo, Gerencia e Ingeniería y mantenimiento.

HISTORIA DE LOS EQUIPOS

La razón de tener historia de los equipos viene dada por el echo de que el análisis de OEE y del estado de los equipos no muestran fallas o averías repetitivas, lo que sí se ve reflejado en la historia de los equipos esta información contempla costes de reparación y mantenimiento lo cual nos ayudara a tomar decisiones. Para el registro apropiado de esta información puede usar la tabla #6.

La cual nos permitirá tener presente la fecha, el número de O/T, Descripción de la tarea realizada, las horas de mano de obra y su coste, costes de los repuestos utilizados, coste total de reparación y el coste acumulado a la fecha. Esta valiosa información le permitirá en un momento decidir la reparación o cambiar de un equipo.

ESCALA DE CALIFICACION	CONDICION	POSIBLES ACCIONES
POBRE	- Por debajo de toda norma -Difícil de operar o confiable -OEE muy baja -Sin tolerancia -Inseguro para operar -Reprocesos elevados -Sin mantenimiento preventivo -Desperdicios elevados	ATENCIÓN INMEDIATA -Desperdicios -Reconstrucción -Iniciar mantenimiento preventivo -Mejorar operación y seguridad -Limpieza -Repintado
REGULAR	-Apenas aceptable -Por debajo de las normas -Capacidad limitada -Sucio -Baja OEE -Índice de desperdicio elevado -Muy poco mantenimiento preventivo	REQUIERE ACCION TEMPRANA -Reconstrucción -Mejorar operación y seguridad -Mejorar PM -Limpieza -Mejorar Inspecciones
PROMEDIO	-Requiere acción -Poco confiable -Se hace mantto. preventivo -Su condición no es buena -Capacidad limitada -Buena apariencia -OEE promedio -Desperdicio promedio	REQUIERE ACCION -Mejorar operaciones necesarias -Mejorar Inspecciones -Mejorar PM -Limpieza -No permitir el deterioro
BUENO	-Máquina confiable -Buena apariencia -Muy poco desperdicio -Todos hacen mantenimiento preventivo -Se hacen algunas mejoras - Buen OEE -Cumple todos los estándares	POSIBLE ACCION -Afinar el PM -Implementación de inspección a equipos -Implementar limpieza y lubricación -Mejorar donde sea posible
EXCELENTE	-Condición perfecta -Apariencia nueva -Excelente capacidad -No genera desperdicios -Equipo mejorado -Sin emergencias -Se hace un perfecto mantenimiento preventivo -Excelente OEE	USAR COMO EJEMPLO -Mostrar a los clientes -No permitir el deterioro -Registro apropiado de PM -Mantener limpieza perfecta

Tabla 5: Análisis de condición de equipo

HOJA DE INFORMACIÓN DE FALLA

Esta información permitirá sin forzar a los operadores contribuir con muchas ideas para mejoramiento de los equipos. Para efectos de recolección de datos donde se pide indicar que paso, describiendo la falla, porque paso indicando la causa que pudo originar dicha falla. Para que finalmente plantee sugerencia que nos permita evitar la presencia posterior de dicha falla usted puede usar la tabla #7.

2.3 HABILIDAD DEL PERSONAL

En un proceso de mejora continua como lo es el T.P.M es crucial determinar el nivel de habilidades de operarios y personal electromecánicos con que cuenta la empresa. Con este inventario de habilidades se deben definir objetivos y planes concretos para mejorarlo.

Este pilar de entrenamiento nos permitirá definir que grado de mantenimiento autónomo y mejora orientada podemos alcanzar. La única manera de entregar o trasladar tareas de los ingenieros a los tecnólogos y de estos a los operarios es mediante capacitación, lo cual garantizará mantener y/o mejorar los estándares de las plantas.

EQUIPO No. _____	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO _____
FECHA _____	TIEMPO _____ OPERADOR _____
1. ¿ QUE PASO? (Describa la falla) 	
2. ¿POR QUÉ? ¿Que piensa usted que produjo la falla? 	
3. ¿Qué haría al respecto para evitar que esta falla se presente? 	

Tabla 7: Hoja de información de fallas

EVALUACIÓN DE CAPACIDADES

Establecemos un programa de capacitación técnica y de proceso, el cual implica ya un plan de carrera. Debemos puntualizar que dicho programa debe estar estrechamente ligado a la realidad de cada industria. Ver apéndice C y D.

Para poder establecer un programa como el indicado en el apéndice D debe usted primero realizar una evaluación apéndice C, a la realidad de su planta y luego definir el nivel de habilidades requerida. Tabla # 8.

Establecido este programa agresivo de capacitación puede usted arrancar en Paralelo con la implementación del mantenimiento autónomo.

PLAN DE ACCION MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

OBJETIVO

Involucramiento a Operadores en actividades de mantenimiento y mejoras a las maquinas.

META

- Evitar el deterioro acelerado

NIVEL DE HABILIDADES DESEADA P/OPERADORES	
NIVEL DE HABILIDADES	DESCRIPCIÓN/ATRIBUTOS/COMENTARIOS
1	Principiante sin especialización; aprende como operar equipos inseguro de sí mismo, necesita una supervisión prácticamente continua; puede que no desee aprender.
2	Puede operar equipos, conoce el proceso básico, necesita asistencia ocasional. No conoce muy bien el equipo, rara vez reconoce el mal funcionamiento del equipo o los problemas de calidad.
3	Opera el equipo con confianza y necesita muy poca asistencia, reconoce los mal funcionamientos del equipo o los problemas de calidad pero no puede corregirlos.
4	Conoce muy bien el equipo y los opera con un alto nivel de confianza, no necesita supervisión. Comprende la relación entre el rendimiento del equipo, la calidad y productividad. Advierte el mal funcionamiento del equipo y realiza correcciones / ajustes. Es capaz de supervisar a otros operarios.
5	Operador experimentado conoce muy bien el equipo y el proceso supervisa y capacita a los demás reconoce perfectamente el mal funcionamiento del equipo, incluido los problemas potenciales. Realiza correcciones y ajustes. Está muy al tanto de las relaciones entre el estado, calidad y productividad del equipo. Es un líder y supervisor potencial.

Tabla 8: Definición de Niveles de habilidad

- Controlar la contaminación
- Mejorar las condiciones de los equipos

GESTION

Paso 0 (Preparación)

- Selección de máquinas
- Seguridad
- Situación de deterioro forzoso
- Conocer los equipos
- Conocimientos necesarios

I ETAPA (Restablecimiento de las condiciones básicas)

Paso 1 (Limpieza inicial)

- Asignar áreas de responsabilidad
- Trazar plan
- Limpieza = inspección
- Señalar mal funcionamiento y lugares defectuosos
- Auditoria Paso 1

Paso 2 (Eliminar las fuentes de contaminación y lugares inaccesibles)

- Recabar los efectos y resúmenes KAIZEN
- Fijar períodos y lugares de comprobación
- Auditoria
- Informe a promotores y/o Supervisores, Jefes de Plantas y Gerentes

Paso 3 (Establecer estándares de limpieza, lubricación apretar ajustes pernos.)

- Discusión sobre la implementación
- Fijar lugares y ubicaciones
- Realizar programa y plan
- Ideas para controles visibles
- Implementar normas
- Establecer normas
- Auditoria al paso 2
- Informe



II ETAPA (Prevención y medición del deterioro)

Paso 4 (Realizar inspecciones generales del equipo)

- Capacitación e inducción en la inspección general
- Implementación de la inspección general
- Prevención de irregularidades detectadas por la inspección general

- Realizar el ciclo PHVA una vez por mes

Paso 5 (Inspección Autónoma)

- Realizar PHVA a las medidas tomadas propendientes a Cero Averías, Cero Defectos.
- Realizar PHVA a normas de limpieza, lubricación e inspección

III ETAPA (Cambio de actitud del Operario hacia sus máquinas)

Paso 6 (Mantenimiento Autónomo Sistemático)

- Implementación KAIZEN

Paso 7 (Gestión Autónoma Total)

- Fijar la continuidad del mantenimiento autónomo como una misión del grupo.
- Desarrollar presentaciones periódicas del grupo en mantenimiento autónomo
- Mejorar la comunicación con sus jefes
- Mantener reuniones periódicas de Mantenimiento Autónomo apuntándolo a un mejoramiento continuo.

Con este proceso de implementación del mantenimiento autónomo definimos claramente el rol del personal de mantenimiento y producción.

Definidas las habilidades el programa de capacitación y arrancado paso a paso el plan de mantenimiento autónomo con lo cual se va definiendo los nuevos roles del personal de producción, mantenimiento y los ingenieros de mantenimiento se van conformando los grupos de trabajo mismos que están por centros productivos o áreas de proceso y lo conforma el Jefe de área, personal electromecánico y operadores, donde el jefe de área es un facilitador de estos grupos autorregulados, el líder en lo posible debe ser el ingeniero de proceso o jefe de área quien es la persona que lleva las necesidades y planteamiento a los Gerentes, en una etapa más avanzada los grupos de trabajos deben elegir sus líderes entre los miembros del grupo de trabajo. La fusión principal de estos grupos de trabajo es el de identificar, analizar y plantear soluciones a los problemas (seguridad, disciplina, calidad, productividad, etc.) de las líneas productivas a esto es lo que denominamos mejora orientada.

Las herramientas analítica que usan los grupos de trabajo son:

- Análisis PM (Análisis de los fenómenos en función de sus principios físicos)

- Las siete herramientas estadísticas (Gráficas, Diagrama de Pareto, Diagrama de Causa y Efecto, las 5 M, Hoja de Chequeo, Histogramas, Cartas de Control)
- Análisis de los 5 porque y un como
- Análisis modal de fallos y efectos.
- Análisis de árbol de fallos

2.4. MANTENIMEINTO PREVENTIVO

El objetivo de implementar un programa de mantenimiento preventivo (PM) y gestión de mantenimiento (punto 2.5 de esta tesis) es descubrir a tiempo todo aquello que produce averías o fallos, por lo que se pretende tener cero averías, pero es imposible implementar un programa de cero averías si no existe decidida colaboración de los departamentos de producción (mantenimiento preventivo) y de mantenimiento (gestión de mantenimiento o mantenimiento planificado)

En este punto entra en juego toda la capacitación delineada e impartida en programa de habilidades conjuntamente con la gestión del mantenimiento autónomo, mejora orientada usando herramientas de trabajo como 5"S" y comunicación visual. En la tabla # 9 tenemos un programa de mantenimiento preventivo, que apuntan a lograr ceros averías.

Fase 1 Estabilizar los Intervalos entre fallos	Fase 2 Alargar la vida Del equipo	Fase 3 Restaurar periodi- camente el deterioro	Fase 4 Predecir la vida Del equipo
1.Establecer las condiciones básicas limpiando, lubricando y apretando pernos. 2.Aflorar las anomalías y restaurar el deterioro 3.Clificar las condiciones de operación y cumplir las condiciones de uso. 4.Abolir los entornos que causan el deterioro acelerado (eliminar o controlar las principales fuentes de contaminación) 5.Establecer estándares de chequeo y lubricación diarios. 6.Introducir extensamente controles visuales	1.Evaluar el equipo para seleccionar items PM (priorizar tareas de mantenimiento) 2.Ordenar los fallos de acuerdo con su seriedad 3.Evitar la repetición de las averías principales 4.Corregir las debilidades de diseño del equipo. 5.Eliminar los fallos inesperados evitando errores de operación y reparación. 6.Mejorar capacidades de ajustes y montaje	1.Crear un sistema de mantenimiento periódico • Realizar servicios periódicos • Realizar inspecciones periódicas • Establecer estándares de trabajo • Controlar repuestos • Controlar datos • Procesar en ordenador la información de mantenimiento 2.Reconocer los indicios de anormalidad y detectarlos pronto 3.tratar correctamente las anormalidades	1.Montar un sistema de mantenimiento predictivo • Formar equipos de diagnostico • Introducir técnicas de diagnostico de equipos • Supervisar las condiciones 2.Consolidar las actividades de mejora • Realizar análisis de fallos sofisticados usando técnicas específicas de ingeniería • Ampliar la vida del equipos usando nuevos materiales y tecnología

TABLA #9: Programa de Mantenimiento Preventivo

Este programa es elaborado por el departamento de mantenimiento del cual la fase 1 y 2 deber ser ejecutadas por el personal de producción pero direccionado por mantenimiento y las fases 3 y 4 por el departamento de mantenimiento.

Fase 1 ESTABILIZAR LOS INTERVALOS ENTRE FALLOS

- Restaurar el deterioro. Esto implica llevar el equipo de una situación de deterioro a su condición original de tal manera que se reduzca los intervalos entre fallo, esto lo logramos limpiando, lubricando y apretando.
- prevenir el deterioro acelerado. Esta acción nos permite ampliar la vida del equipo controlando el deterioro mediante las siguientes acciones.
- Establecimiento de las condiciones básicas. Lo que implica llevar el equipo a condiciones excelentes aplicando el primer paso del mantenimiento autónomo limpieza inicial.
- Cumplir las condiciones de uso. Los equipos son adquiridos para ciertas condiciones de trabajo y en principio se los hace trabajar en estas condiciones posteriormente se los somete a condiciones distintas provocando su deterioro acelerado. Es necesario identificar con certeza las condiciones de trabajo y hacer que los equipos no sobrepasen dichas condiciones.

- Eliminación del deterioro acelerado. La única manera de eliminar el daño causado por inadecuada limpieza y lubricación practicada durante años a los equipos es usando los grupos de trabajos mediante mejoras orientada.
- Preparar estándares de inspección y lubricación fáciles de usar. La única forma de tener equipos y procesos en condiciones optimas es mediante la estandarización usando la comunicación visual.

Fase 2 ALARGAR LA VIDA DEL EQUIPO

- Corregir las debilidades de diseño del equipo. Los equipos en conjunto tienen tiempos de vida útil, pero sus partes tendrán distintos tiempos de vida útil por lo que es necesario ir determinando la frecuencia de fallo y usando las técnicas de análisis de fallo, poder proponer mejoras en el diseño de estas partes.
- Evitar la repetición de las principales averías una vez identificada una debilidad de fallo mediante el análisis de fallo, esto nos da mucha información para eliminar o reducir la frecuencia de la ocurrencia de este evento de fallo.
- Evitar los errores de operación y reparación. Las malas prácticas en la operación y reparación de los equipos afectan directamente en la vida útil de los equipos provocando perdidas inesperadas y por ende averías de los equipos.

Fase3 RESTAURAR PERIÓDICAMENTE EL DETERIORO

PLAN DE INSPECCION Y SERVICIOS PERIODICOS

- Para lograr tener los equipos en condiciones optimas y mejorar es necesario que el departamento de mantenimiento realice un plan de inspecciones y reparaciones, lo difícil en este punto es determinar cual es la frecuencia adecuada que deba asignarse a cada equipo para lo cual se recurre regularmente a las recomendaciones dada por los catálogos de los equipos y la experiencia de los mecánicos más antiguos.
- Establecimiento de estándares de mantenimiento e inspección. Los ingenieros de mantenimiento deben levantar y plantear los estándares de inspección y mantenimiento que deberán ser ejecutados tanto por el personal de operación, mantenimiento y contratistas, lo cual hará más fiables a los equipos.
- Control de piezas de repuesto y materiales de mantenimiento en tiempos difíciles como los que estamos viviendo el personal técnico tiene que ejercer control sobre las piezas de repuestos y materiales de mantenimiento con lo cual se reduce tanto el número de personal como los stocks de repuestos.
- Reconocer los signos de anomalía en el proceso. Se debe inducir en el uso de los cinco sentidos y el desarrollo de habilidades a los operarios

para que puedan reconocer a tiempo las anomalías que presenten los equipos.

Fase 4 PREDECIR LA VIDA DEL EQUIPO

En esta fase se usan sistemas para análisis de vibración, prueba Megger, análisis espectrográfico de aceite, análisis termográfico, prueba de infrarrojo, prueba no destructiva. Estos sistemas nos permiten tener registros y por ende análisis y tendencias para determinar con mayor exactitud los rangos de inspección y cambios de partes de tal manera de no caer en excesos de mantenimiento con lo cual encarecemos las operaciones de las plantas.

2.5. GESTION DE MANTENIMIENTO

El departamento de ingeniería del mantenimiento deberá definir en forma clara que tareas de mantenimiento serán realizadas por los operarios y cuales serán ejecutadas por el personal de mantenimiento, como lo hemos expresado en 2.3 y 2.4 mientras mejores sean las habilidades de operarios y tecnólogos mas tareas podrán ser delegadas a ellos y por ende más autónomos serán y mejores acciones tendrán en los equipos mediante la mejora orientada.

Con esto quiero dejar establecida las dos acciones que deben ser llevadas por el departamento para lograr una optimización en la administración del mantenimiento.

1. Mejorar el sistema, la organización, la realización y el control del mantenimiento preventivo a cargo del departamento de ingeniería de mantenimiento según lo expuesto en la figura #1.
2. Delegar a los operarios (Departamento de producción) tantas tareas de mantenimiento preventivo de rutina como sea posible.

Para el punto 2 hemos indicado su aplicación con el mantenimiento autónomo y mejora orientada, pero esto no es posible lograrlo sin un cambio cultural, mismo que explicaré en el Capítulo 2.6.

En esta parte de la tesis me ocupare del punto 1, debemos empezar realizando un cuestionario de auditoria del mantenimiento mostrado en el apéndice A. Este cuestionario le permitirá hacer una radiografía de la situación actual de su departamento.

Antes de plantear los seis pasos concretos para implementar la gestión de mantenimiento definamos los diferentes tipos de organización del departamento de ingeniería del mantenimiento, que se pueden aplicar, mismos que dependerán de las empresas.

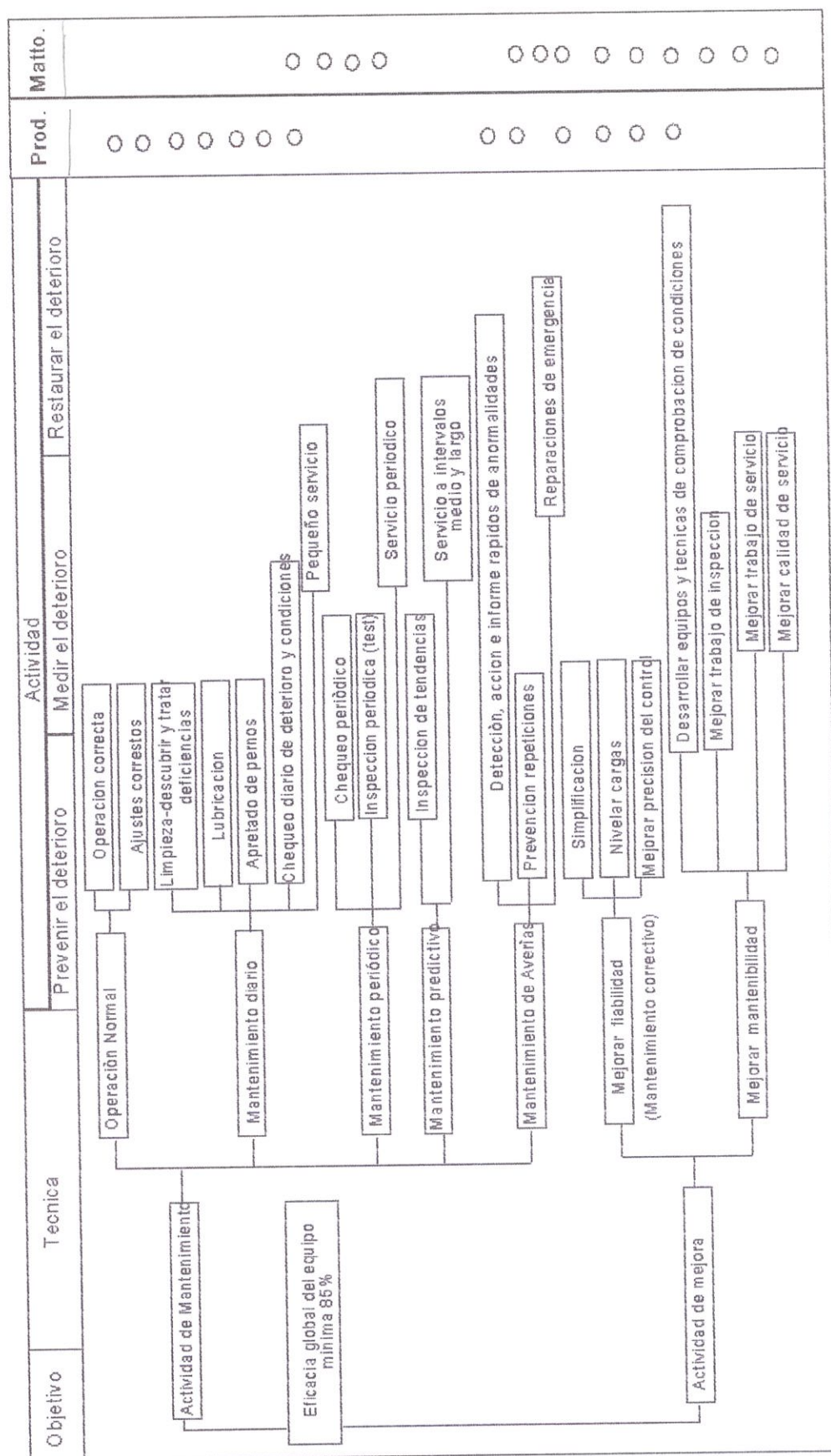


Figura #1 Clasificación y asignación de tareas de mantenimiento

En el tipo de organización centralizada existe un departamento de ingeniería del mantenimiento como un centro de costo que da servicio a toda la planta enviando el personal de mantenimiento cuando es requerido, al área que tiene problemas. Ver apéndice E.

	Mecánica	Electricidad	Instrumentación
Centralizado	V	O	O
Descentralizado	V	X	X
Mixto	V	X	X

V Uso frecuente O Usado a veces X Raramente usado

Tabla 10: Uso actual de los sistemas de mantenimiento

En el tipo de organización descentralizada todo el personal técnico del departamento es repartido a las diferentes áreas de la planta por lo tanto se tiene mecánicos, electricistas e instrumentistas dedicados ciento por ciento a dicha área reportando al departamento de ingeniería del mantenimiento. Ver apéndice E. Por ultimo veamos una mixta que es aquella que nos permite tener asignado a mecánicos y eléctricos a una área reportado administrativamente al departamento de producción y técnicamente al departamento de ingeniería del mantenimiento y se tiene un grupo de

ingenieros dedicados totalmente a la gestión de ingeniería de mantenimiento, teniendo centralizado a los instrumentistas y electricistas dependiendo del tamaño de la industria. Las ventajas de uno y otro sistema lo podemos observar en la tabla #11.

En todo caso al ir de un sistema centralizado a uno descentralizado o mixto notara que le sobra personal por lo que usted puede lograr que los tecnólogos pasen a ser los operarios de sus equipos con lo cual concilia el conocimiento de operación y electromecánico mejorando la eficiencia de sus equipos a la vez que reduce el personal de operación que es ineficiente.

LOS CINCO PASOS PARA LA GESTION DEL MANTENIMIENTO SON:

PASO 1: Evaluar y comprender la situación actual de los equipos

PASO 2: Restaurar el deterioro y corregir las debilidades

PASO 3: Crear un sistema de gestión de la información

PASO 4: Crear un sistema de mantenimiento periódico

PASO 5: Crear un sistema de mantenimiento predictivo

La implementación de estos cinco pasos toma de dos a tres años, veamos en detalle cada paso en el apéndice F. Se presenta un GANTT de implementa-

	Ventajas	Desventajas
Centralizado	- Los conocimientos y tecnologías se difundan fácilmente - Los problemas se investigan fácilmente	- Colaboración difícil con departamentos de operaciones - Recolección incompleta de datos de operaciones
Descentralizado	- Buenas comunicaciones con departamento de operaciones - Respuestas de mantenimiento rápidas	- Dificultades para compartir tecnología y habilidades - Se requiere mas personal - Difícil rotación de trabajos
Mixto	- Buenas comunicaciones con departamentos de operaciones - Se posibilitan la difusión de habilidades / tecnología y la investigación de problemas.	- Gestión algo difícil - Se necesita ingenio para rotar los trabajos

Tabla #11: Ventajas y Desventajas de los sistemas de mantenimiento

tación. Cada paso uno de estos seis pasos contempla un grupo de actividades según vemos en la tabla #12.

PASO 1: EVALUAR Y COMPRENDER LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS EQUIPOS

- Preparar o actualizar los registros de los equipos. Como se tiene todo el personal de mantenimiento, dedicados en cada área de las plantas y en estas áreas existen diferentes equipos o maquinarias. Se inicia el levantamiento o actualización de los registros con información que incluya:

- Tipo de equipo y números de serie
- Descripción y fabricante
- Fecha de fabricación
- Fecha de instalación
- Fecha de arranque
- Tensión
- Potencia
- Ubicación de la planta
- Modelo
- Registro de mantenimiento

Paso	Actividades
Paso 1: Evaluar el equipo y comprender la situación actual de partida	1.Preparar o actualizar los registros de los equipos 2.Evaluar los equipos: establecer criterios de evaluación, priorizar los equipos y seleccionar equipos y componentes para PM. 3.Definir rangos de fallos 4.Comprender la situación: medir el numero, frecuencia y severidad de fallos y pequeñas paradas: MTBF; costes de mantenimiento; tasas de mantenimiento de averías; etc. 5.Establecer objetivos de mantenimiento (indicadores, métodos de medir resultados)
Paso 2: Revertir el deterioro y corregir debilidades	1.Establecer condiciones básicas, revertir el deterioro y abolir entornos que causan deterioro acelerado (apoyar el mantenimiento autónomo) 2.Poner en practica actividades de mejora orientada para corregir debilidades y ampliar los periodos de vida 3.Tomar medidas para impedir la ocurrencia de fallos idénticos o similares 4.introducir mejoras para reducir los fallos de proceso
Paso 3: Crear un sistema de gestión de información	1.Crear un sistema de gestión de datos de fallos 2.Crear un sistema de gestión del mantenimiento de equipos (control de historiales de maquinas, planificación del mantenimiento, planificación de inspecciones, etc.) 3.Crear un sistema de gestión de presupuestos de equipos 4.Crear sistemas para controlar piezas de repuesto, planos, datos técnicos, etc.
Paso 4: Crear un sistema de mantenimiento periódico	1.Preparación del mantenimiento periódico (control de unidades de reserva, piezas de repuesto, instrumentos de medida, lubricantes, planos, datos técnicos, etc. 2. Preparar diagrama de flujo del sistema de mantenimiento periódico 3.Seleccionar equipos y componentes a mantener, y formular un plan de mantenimiento. 4.Preparar o actualizar estándares (estándares de materiales, de trabajo, de inspección, de aceptación, etc.) 5.Mejorar la eficiencia del mantenimiento con parada general y reforzar el control del trabajo subcontratado
Paso 5: Crear un sistema de mantenimiento predictivo	1.Introducir técnicas de diagnostico de equipos (formar a diagnosticadores, comprar equipo de diagnostico etc.) 2.Preparar diagrama de flujo del sistema de mantenimiento predictivo 3.Seleccionar equipo y componentes para mantenimiento predictivo, y ampliar gradualmente el sistema. 4.Desarrollar equipos y tecnologías de diagnostico

Tabla #12: Proceso de desarrollo de la gestión de mantenimiento planificado

La tabla# 13 muestra un formato modelo para recoger información.

1. Activ:_____
2. Equipo:_____ Modelo:_____ Plano:_____ Especificación.:_____
3. Situación:_____ Fábrica:_____ Planta:_____ Proceso:_____
Registro de movimientos: _____
4. Fabricante:_____ Fecha Fabricación.:_____ Fecha instalación.:_____
5. Registro de mantenimiento
Fecha
Servicio periódico
Mantenimiento correctivo
Fallos principales

Tabla 13: Registro de equipo

- **Evaluación de los equipos.** En esta parte debe ver todo el macro de los equipos que tiene cada área de la(s) planta(s) y trabajar en conjunto con los departamentos de producción y seguridad para definir su intensidad en función de la seguridad, calidad, operabilidad y mantenibilidad de tal forma de poder definir el tipo de mantenimiento a efectuarse la tabla #14 muestra algunos criterios que le pueden ser útiles.
- Esta fase le permitirá a usted armar el sistema de inspección de equipos asignando claramente quien hace, que hace y con que frecuencia, una tarea determinada ver apéndice G mismo que se vera en detalle en el paso 4.

Atributo	Criterios de evaluación	Clase
Seguridad: Efecto del fallo sobre personas y entorno	Un fallo del equipo expone a riesgo de explosión u otros peligros; el fallo del equipo causa una polución seria	A
	El fallo del equipo puede afectar adversamente el entorno	B
	Otros equipos	C
Calidad: Efecto del fallo sobre calidad del producto	El fallo del equipo tiene un gran efecto sobre la calidad (puede contaminar el producto o producir reacciones anormales que den origen a un producto fuera de especificaciones)	A
	Un fallo del equipo produce variaciones de calidad que pueden corregirse por el operario de forma relativamente rápida.	B
	Otros equipos	C
Operaciones: Efecto del fallo sobre la producción	Equipos con gran efecto sobre la producción, sin unidades de reserva, cuyos fallos son causa de que los procesos previos y siguientes paren por completo	A
	Un fallo del equipo causa solo una parada parcial	B
	Un fallo del equipo tiene poco o ningún efecto sobre la producción	C
Mantenimiento: Tiempo y coste de reparación	La reparación del equipo toma 4 o mas horas y cuesta 2.400 dólares o mas, o bien se producen tres o mas fallos por mes.	A
	El equipo puede repararse en menos de 4 horas, a un coste entre 240 y 2.400 dólares, o falla menos de tres veces por mes.	B
	El coste de la reparación es inferior a 240 dólares o puede dejarse sin reparar hasta que surja una mejor oportunidad.	C

Tabla #14: Criterios para definir la criticidad de un equipo



- Rangos de fallos de los registros manuales que ha estado llevando puede determinar tiempos estimados de presencia de fallos o de las recomendaciones dadas por los fabricantes.
- Comprender la situación actual y establecer objetivos de mantenimiento inicie el proceso de reunir datos de indicadores definidos en el punto 2.2. y plantee objetivos a alcanzar.

PASO 2: RESTAURAR EL DETERIORO Y CORREGIR LAS DEBILIDADES

Este paso esta dado por el firme apoyo que debe dar el departamento de ingeniería de mantenimiento al de producción por intermedio del mantenimiento autónomo. Por tanto el departamento de ingeniería del mantenimiento debe ser el impulsor y guía del plan de mantenimiento autónomo planteado en el punto 3 de este capítulo.

PASO 3: CREAR UN SISTEMA DE GESTION DE INFORMACIÓN

En este proceso de implementación no se puede arrancar el paso tres sin haber cimentado apropiadamente los pasos uno y dos y en este punto dependiendo de la magnitud de la planta y los recursos se puede ir meditando en sistemas computarizados (CMMS) para la gestión de

información, un sistema manual implica muchas hora hombres y al final del día no se tiene la certeza de que tan confiable son los datos obtenidos o dados.

Esto se debe a que se necesitan datos de fallos, tipos de fallos, modelo del equipo, naturaleza del fallo, causa, acción tomada, efecto sobre la producción tiempos y números de personas requeridas para la reparación. El sistema debe ser capaz de dar informes que permita a los grupos de trabajos analizar las frecuencias de fallos, los tiempos de paros.

Datos para presupuesto del mantenimiento. El sistema debe ser capaz de generar informes para comparar el gasto actual versus lo presupuestado, listas de prioridades de trabajo y materiales. Además generar datos del tiempo medio entre fallos; gráficos o cuadros que comparen las perdidas de paradas previstas con los costes de mantenimiento; el sistema debe generar datos que comparen el coste de mantener en condiciones optimas del equipo con las perdidas que se prevee provocaran los fallos o averías.

Control de la información técnica. El sistema de ser capaz tener el historial de los equipos, estándares de chequeo, planos, layouts, diagramas P&I, diagramas de flujo, listas de planos.

En el mercado existen programas de computación como de Rapier, API-PRO que permiten tener esta gestión de información, pero la información hay que generarlas. Esto es, los programas trabajan con información de las bases de datos generadas y para poder generar las bases de datos es necesario tener un sistema de ordenes de trabajo. Ver apéndice H.

PASO 4: CREAR UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PERIODICO

El diseño de este tipo de sistema descrito en el apéndice G es importante en la medida que se revisen los estándares bajo el cual fue armado, esto es los estándares de: materiales, lubricantes (tipo, cantidad, forma de lubricar), seguridad, de control, de frecuencia, equipos inspeccionados.

PASO 5: CREAR UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Al tener usted definido su sistema de inspección apéndice G indica que se aplicaron los conceptos de criticidad de la tabla #14, de lo cual se puede inferir a que equipos usted puede aplicarle el mantenimiento predictivo el cual implica medir características que indican el deterioro tales como vibración, temperatura, presión, tasa de flujo, contaminación de lubricantes, reducción del espesor de paredes, crecimiento de defectos metalúrgicos, tasa de corrosión, resistencia eléctrica, termografica. El poder implementar este

programa demanda de muchos recursos económico, personal cualificado y equipos especiales, ver apéndice I.

2.6. CULTURA DE LA COMPAÑÍA

La cultura corporativa es uno de los factores más importante que va a influir en el éxito o fracaso de la implementación de un programa de mejora continua como el planteado en este estudio.

En nuestras compañías locales el ambiente laboral que se vive es muy individualistas y antagónico entre departamentos, ¿cómo poder cambiar de una cultura del yo opero y tu reparas?, del no trabajar en equipo, de tener ambientes laborales sucios, con falta de orden, falta de organización, sin estándares, sin sentido de pertenencia al negocio, sin motivación, sin herramientas administrativas y técnicas de resolución de problemas y actitudes reactivas entre individuos y departamentos.

La primera fase es ir de una estructura centralizada a una estructura mixta que permita formar grupos de trabajo por cada centro productivo o área que tenga la planta, conformada por un líder (el ingeniero de proceso), operarios, personal electromecánicos. Estos grupos serán los que administren sus áreas en una relación de cliente-proveedor interno, siendo responsables de la calidad, productividad, mantenimiento autónomo, ver apéndice E.

La segunda fase consiste en la realización de seminarios taller de:

- 5 "S"
- COMUNICACIÓN VISUAL
- GENTE ALTAMENTE EFECTIVA
- EQUIPOS DE TRABAJOS

Estos seminarios taller tienen el doble efecto, el uno de vender los conceptos centrales del taller y dos permite ir a personas de trabajo, trabajar en equipo, mediante la inducción de nuevos hábitos de trabajo, este conjunto de nuevos hábitos permite crear una nueva cultura llevando a todos y cada uno de los miembros de la compañía de una situación de dependencia total, la cual se manifiesta en actitudes de echarse la culpa de los problemas entre individuos y departamentos que no conduce mas que a incrementar perdidas de tiempo, procesos, repuestos y ambientes laborales difíciles.

Luego pasamos a una situación de independencia la cual se manifiesta con actitudes del yo puedo hacer solo no necesito de nadie que me ayude, claro este nivel es mejor que el anterior donde todos son culpables menos yo, mientras que ahora afirmo que yo soy responsables pero este nivel desgastado que no se usa con eficacia todos los recursos y conocimientos con que cuenta la compañía por eso se debe tender a un nivel de interdependencia en la cual actuamos nosotros en una interacción para encontrar todos aquellos

causales que afectan a la productividad, coste, calidad, seguridad y moral del negocio.

La tercera fase es la integración mediante los procesos de mejora orientada y mantenimiento autónomo, que permitirán crear un sentido de pertenencia.

II. SISTEMA Y CONTROL DEL MANTENIMIENTO

3.1 EFICIENCIA GLOBAL DEL EQUIPO

Usando las fórmulas definidas en 2.2 y tomando los datos tabulados en la tabla #15 obtenemos los resultados detallados en la tabla # 16. Estos datos los hemos graficado desde la figura # 2 hasta la figura # 17. Debemos mencionar que en los meses de marzo y abril fueron meses atípicos debido al congelamiento de las cuentas y contracción económica que sufrió el país lo cual redundó en la caída de la demanda de productos, por ende fueron los meses que menos producción se hizo, figura #18, por lo que el porcentaje de utilización figura #2, es el más bajo del año.

Siendo la eficiencia global del equipo un indicador que relaciona tanto la operación (tasa de rendimiento), la mantenibilidad (nivel de servicio), utilización de los equipos y tasa de calidad. La literatura afirma que una empresa de clase mundial debe tener un valor mayor al 85% como eficiencia global podemos inferir que para el caso de esta empresa se debe trabajar fuerte tanto en la tasa de rendimiento en la tasa de calidad y más fuerte aún en la utilización de equipos.

Como podemos observar la tasa de rendimiento varía con el número de fallos, claro no en una relación directa dado que los fallos pueden tener

INDICES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB	OCTUBRE	NOVIEMBR	DICIEMBRE
TIEMPO CALENDARIO (HORAS)	672	624	840	672	672	840	672	672	672	672	672	360
TIEMPO OPERACIONAL (HORAS)	4849	2644	2570	1784	4197	6954	7751	3985	9061	6679	8092	1495
TIEMPO DE REPARACION (HORAS)	113,9	89	104	21	109	379	511	439	905	299	109	50
TIEMPO DE FALLAS (HORAS)	113	89	104,2	21	109	378	511	439	905	299	109,32	41
CALIDAD DEL PRODUCTO (%)	98,3	98	99	97,8	98,2	98	98	98	98	98	98	97
TASA DE RENDIMIENTO (%)	55	83,3	80,6	80,6	86,6	88,3	81	95	84,6	67,3	55,3	60
SUMINISTROS DE MANITO (S/)	934.776.635	1.106.336.560	865.626.398	959.707.718	844.147.200	615.751.500	785.640.960	820.513.100	1.510.631.900	554.915.000	451.077.120	515.691.033
HORAS HOMBRES.	10318,5	26254	16619	18366	19266	22419	24296	24269	40971	23880	29818	19587
NUMERO DE FALLAS	147	70	103	80	50	199	232	134	181	181	162	131
CONTRATOS DE MANITO (S/)	1.124.093.769	1.159.373.095	914.691.173	902.681.037	1.297.046.400	811.077.800	615.072.000	639.207.900	1.004.604.800	1.718.705.700	257.526.000	1.734.614.371
TONELADAS PRODUCIDAS	2866,27	3096,12	1768,1	1406,33	2964	4511	4128	3569	5321	3827	4518	1971
O.T. REALIZADAS (%)	92	92	95	88	86	84	68	88	84	86	92	90
KW H	625649,4	1141557,1	609110,4	898194,8	910244,4	1434046,9	1032000	1252719	1735710,2	1045919,1	1449374	249195
EFICIENCIA OPERACIONAL (%)	82	83	84	82	85	85	86	82	87	80	85	86
M3 DE AGUA	57234	29071,4	13296	9534,9	14820	17232	17089,9	16631,5	21284	15308	18072	3601,8
COMBUSTIBLE (GLN)	29235,9	33128,4	20368,5	13374,1	32011,2	48673,6	43756	44755,2	54912,7	40948,9	51640	20478,6
STOCK DE REPUESTOS (S/)	4.338.000.000	4.310.000.000	4.100.000.000	3.918.000.000	3.827.000.000	3.669.000.000	3.537.000.000	3.492.000.000	3.473.000.000	3.385.000.000	3.337.000.000	3.027.000.000
CONSUMO / COMPRA (%)	85	76	94	94	83	89	88	76	93	78	86	85

Tabla #15: Registro Mensual de Datos para Cálculos de indicadores

INDICE DE MANTENIMIENTO
COMPLEJO INDUSTRIAL
CALIDAD Y SERVICIOS DE MANTENIMIENTO

INDICES	Ene.	Feb.	Marz.	Abril	May	Jun	Julio	Agot.	Sept.	Oct.	Nov.	DIC
Eficiencia Global de los Equipos %	9,8	13	8	4	13	19	26	23	18	18	13	12
Utilización de línea %	20	20	12	6	19	24	37	29	32	31	28	21
Numero de Fallas	147	70	103	80	30	199	232	134	181	181	162	131
Nivel de servicio %	97	96	94	91	82	93	94	92	88	92	97	93
Efectividad de los Equipos %	31	78	73	79	96	83	74	86	63	62	34	39
Tiempo medio entre falla (TMBE) A1	33	38	23	22	84	33	33	104	30	37	49	11
Tiempo medio de reparación (HORAS/FALLAS)	0,38	0,98	0,81	0,71	0,94	0,94	1,19	1,7	0,83	0,68	0,9	0,42
Frecuencia de fallas	2,18	3,54	3,39	4,93	1,63	2,43	2,82	2	2,46	2,5	2,1	1,8
Ordenes realizadas %	92	92	93	88	86	84	68	88	84	86	92	92

GASTO DE MANTENIMIENTO

INDICES	Ene.	Feb.	Marz.	Abril	May	Jun	Julio	Agot.	Sept.	Oct.	Nov.	DIC
\$ Man/Ton (10 ³)	362,13	337,33	489,38	682,42	284,8	136,5	190,32	229,9	283,9	143	99,84	261,6
HH/Ton	3,60	6,48	9,40	13,06	6,3	4,97	3,91	6,8	7,7	6,24	6,6	5
\$ Contratos/Ton (10 ³)	392,18	374,46	317,33	641,87	437,6	179,82	149	179,1	188,8	449,1	37	880,1
Toneladas Producidas	2866,27	3096,12	1748,1	1406,53	2964	4310,7	4127,8	3369	3321,4	3827	4318	1971

AHORRO ENERGETICO

INDICES	Ene.	Feb.	Marz.	Abril	May	Jun	Julio	Agot.	Sept.	Oct.	Nov.	DIC
Kwh/Ton	218,28	368,72	344,33	638,68	307,1	317,87	249,93	331	326,2	273,8	320,8	126,4
Comb. (Glsq)/Ton	10,2	10,72	11,32	9,31	10,82	10,79	10,68	12,34	10,32	10,78	11,43	10,39
M3 de agua/Ton	19,97	9,39	7,32	6,78	3	3,82	4,14	4,66	4	4	4	4,2

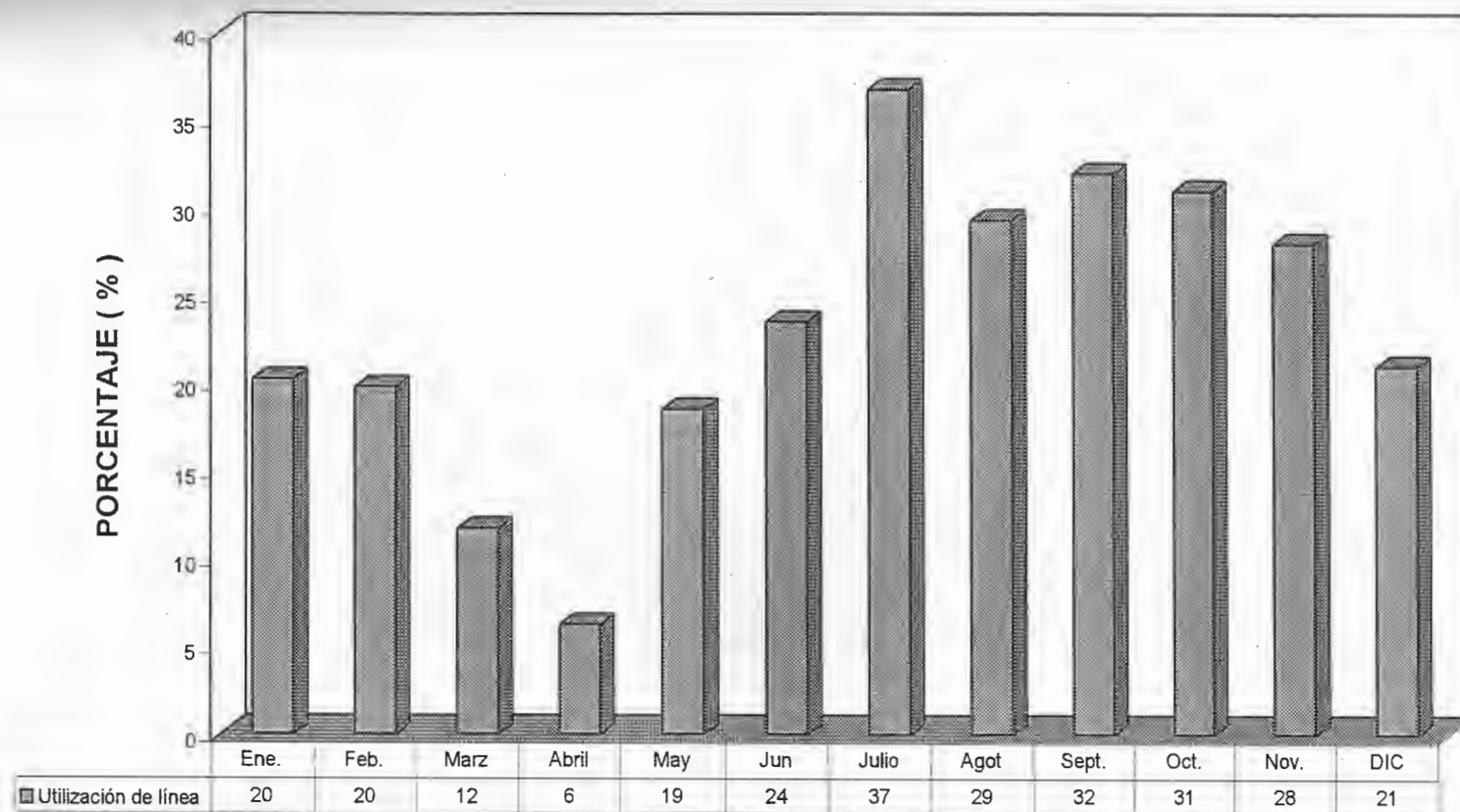
NIVEL DE INVENTARIOS

INDICES	Ene.	Feb.	Marz.	Abril	May	Jun	Julio	Agot.	Sept.	Oct.	Nov.	DIC
Stock de repuesto (10 ⁶)	4338	4310	4100	3918	3827	3669	3337	3492	3473	3383	3337	3027
Consumo/ Compra (M)	83	76	94	94	83	89	88	76	93	78	86	80

■ TOTAL DE TONELADAS PRODUCIDAS

Tabla # 16: Indicadores de Rendimiento





FIGURA# 2 PORCENTAJE DE LA UTILIZACION DE LAS LINEAS

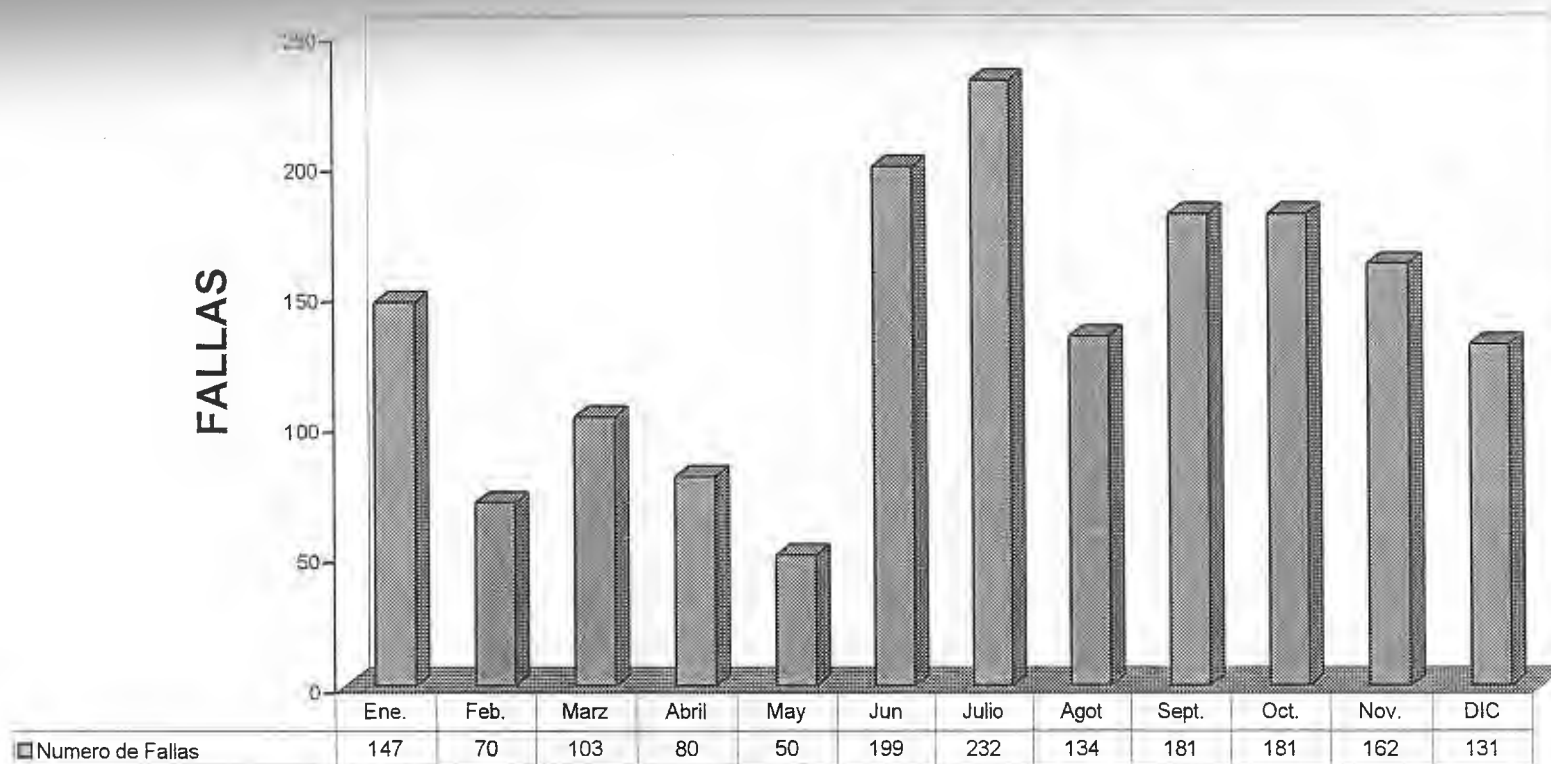


FIGURA #3 : NUMERO DE FALLAS

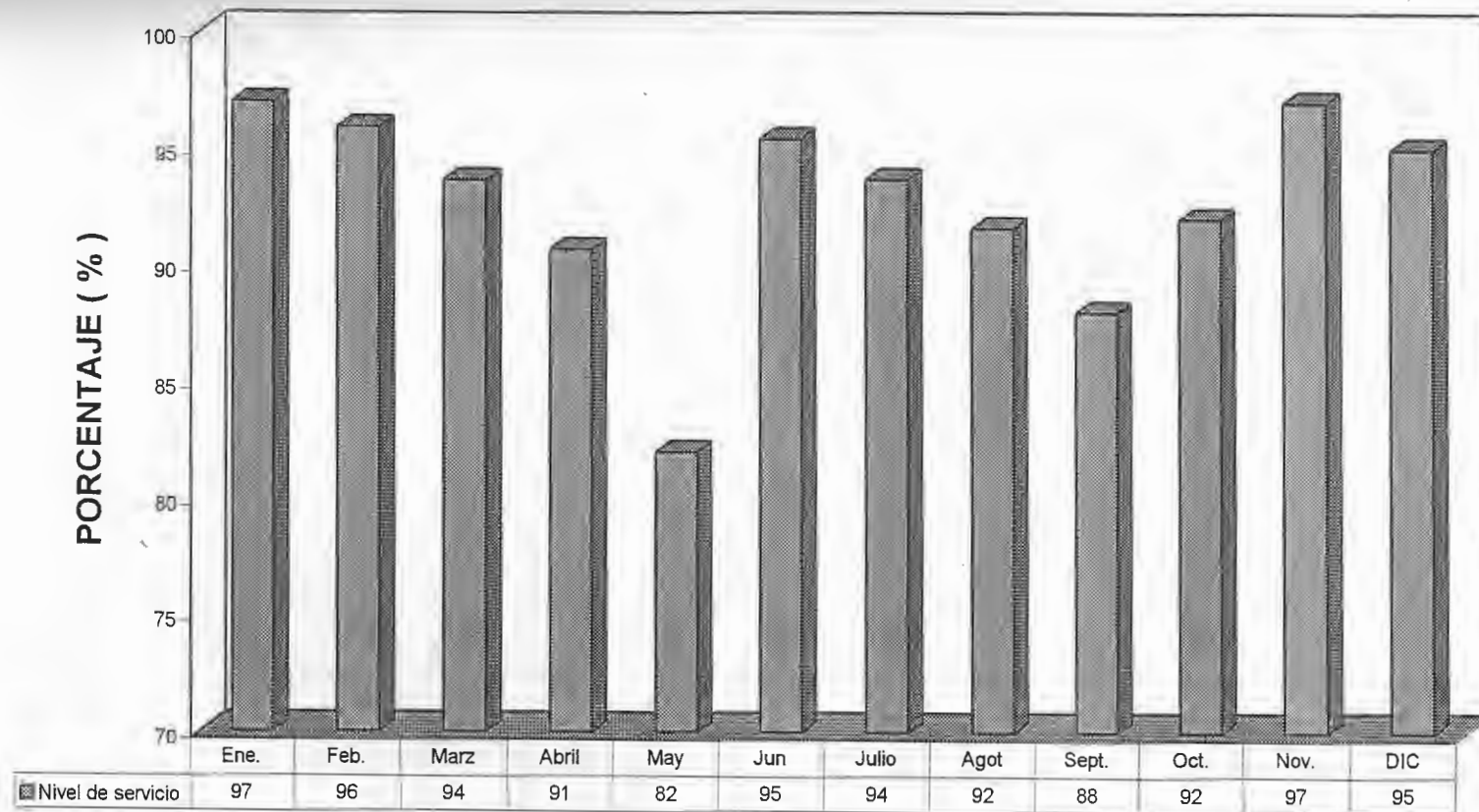
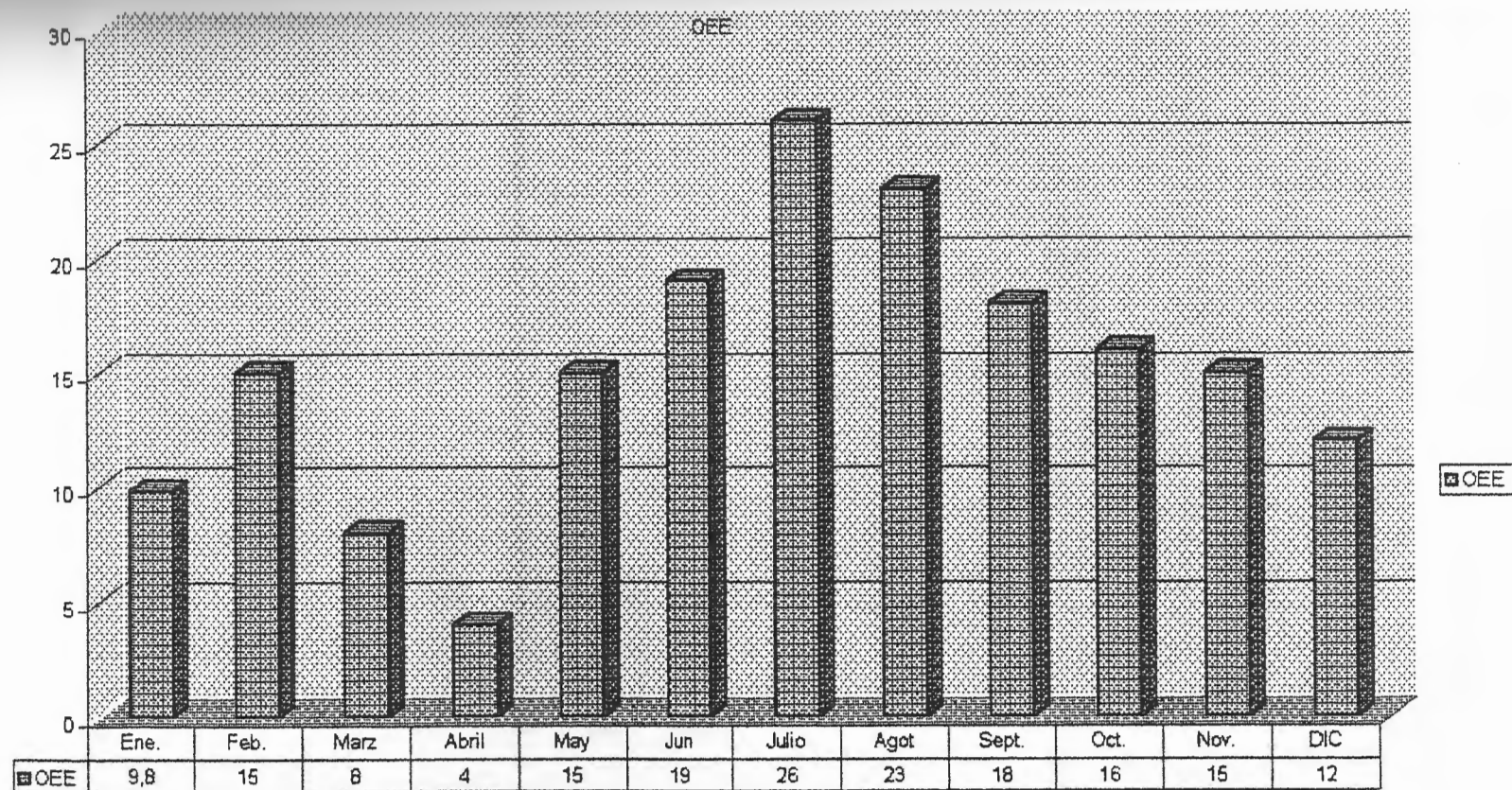


FIGURA #4: NIVEL DE SERVICIO



FIGURA#5: EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS

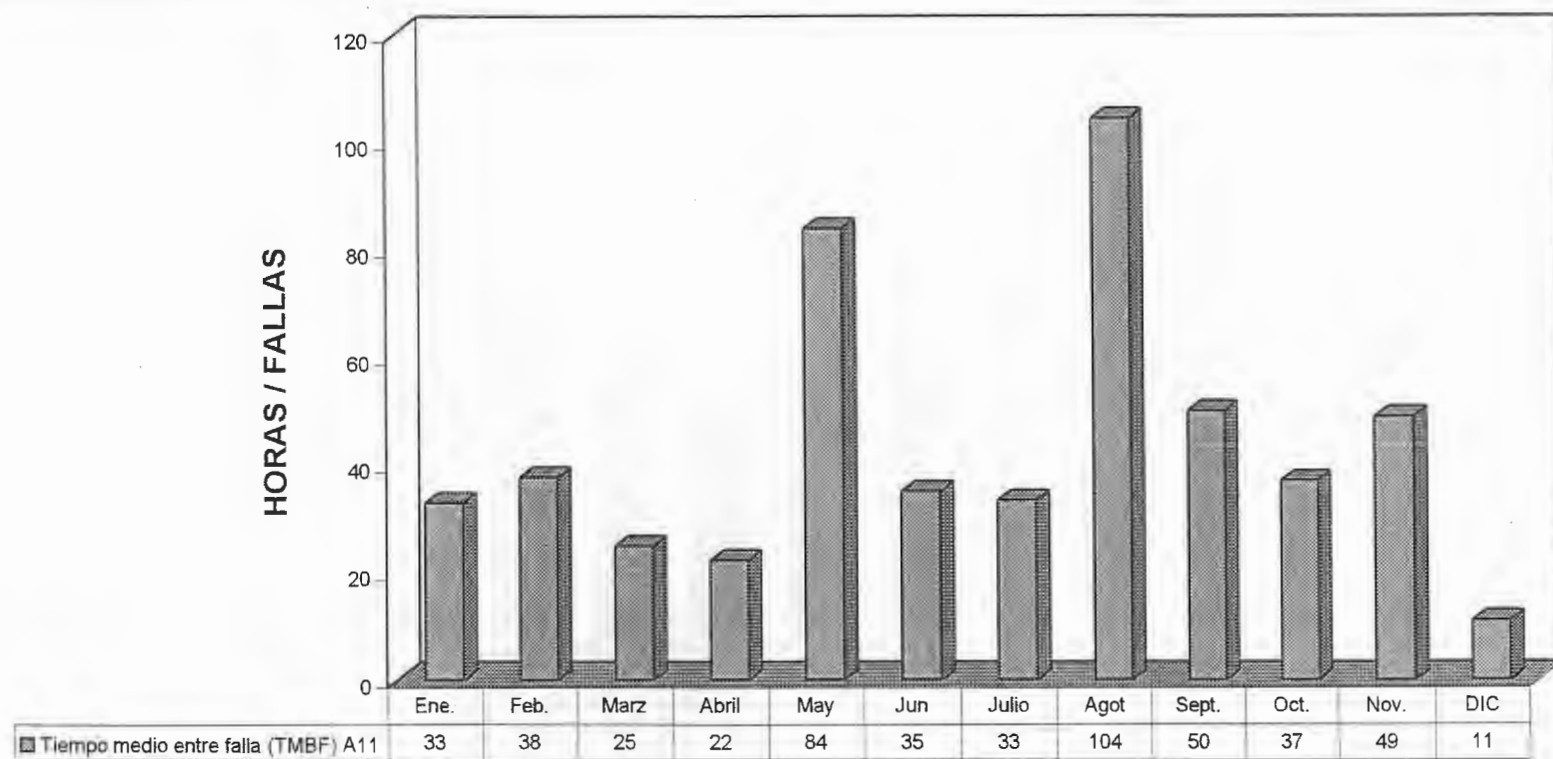


FIGURA #6: TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS

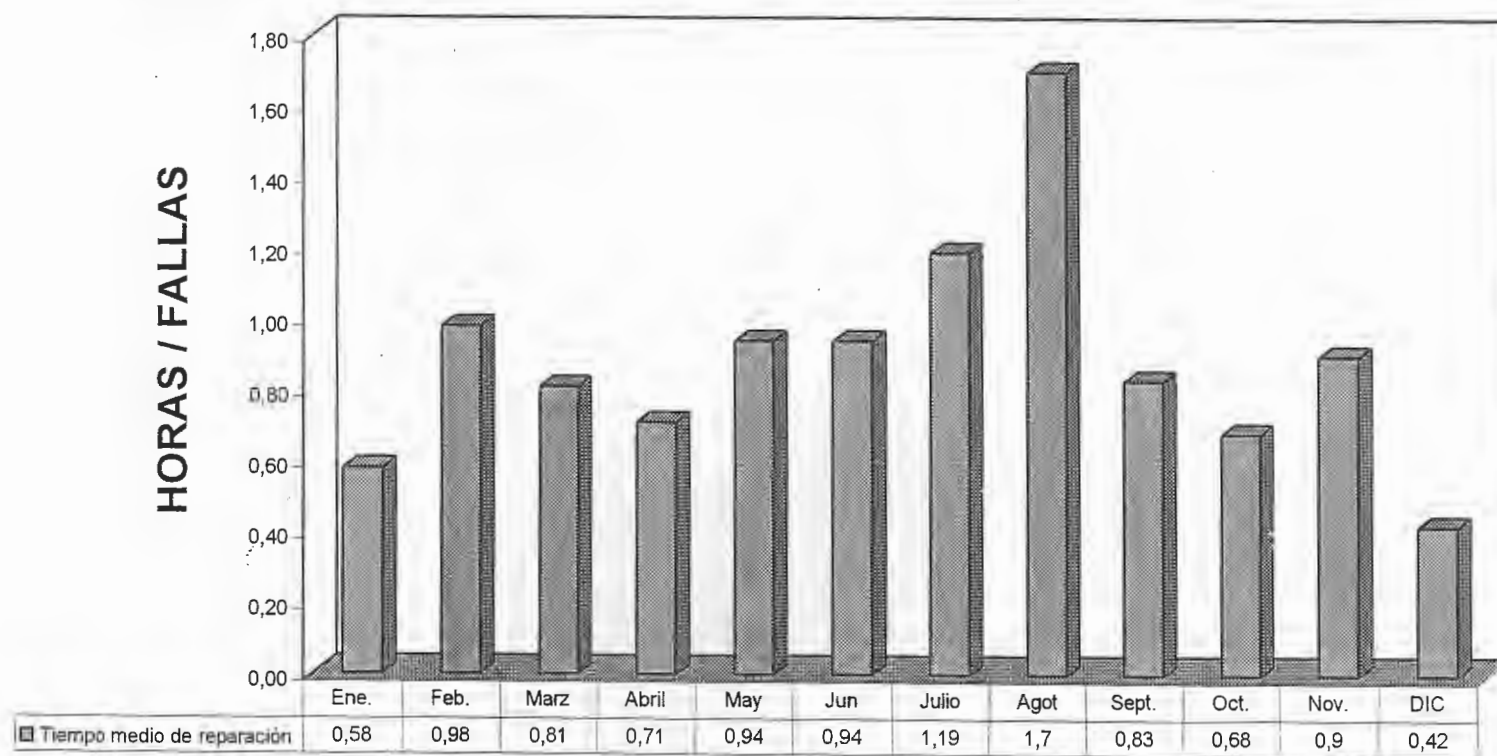


FIGURA #7: TIEMPO MEDIO DE REPARACION

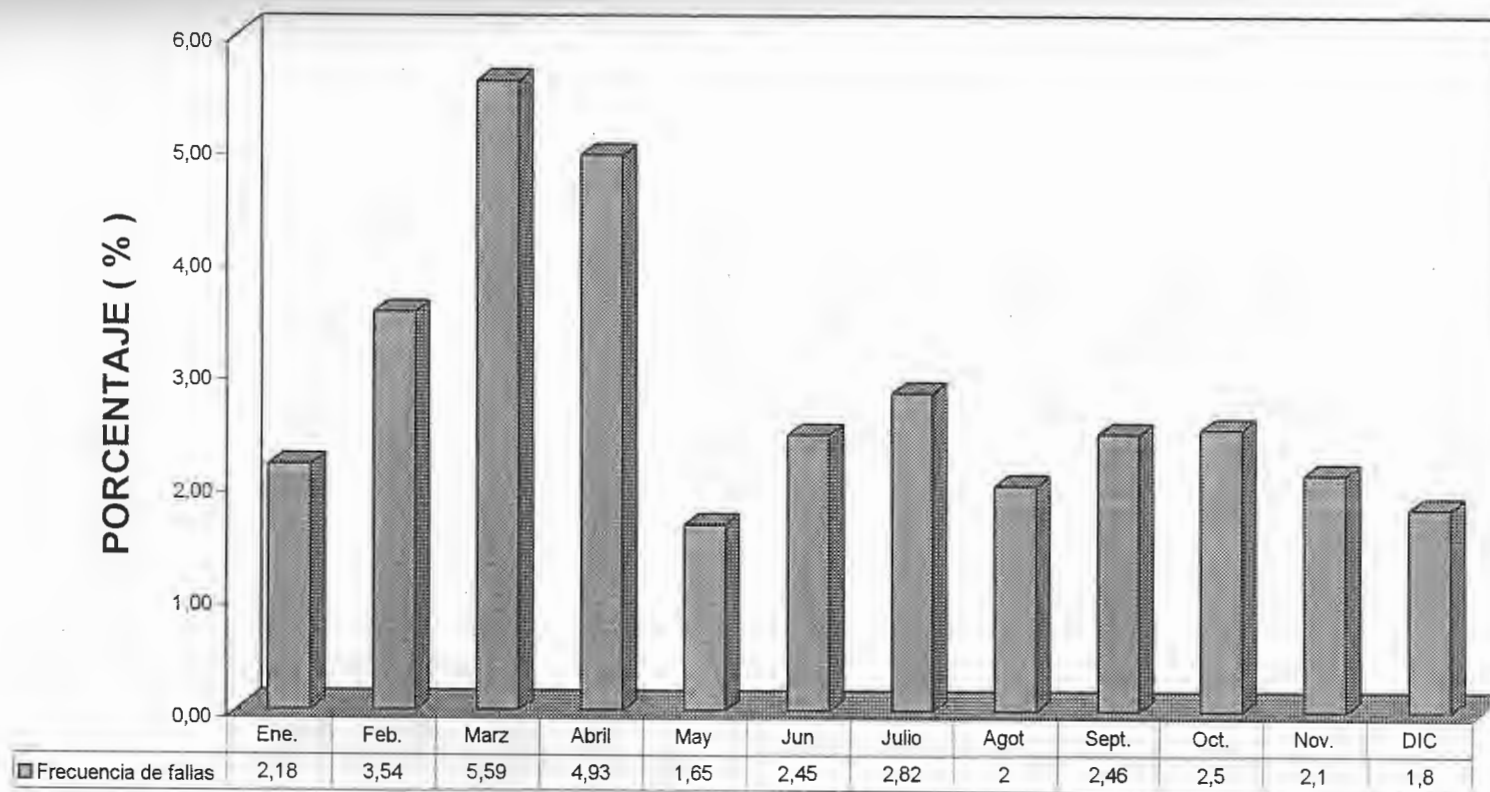


FIGURA #8: FRECUENCIA DE FALLAS

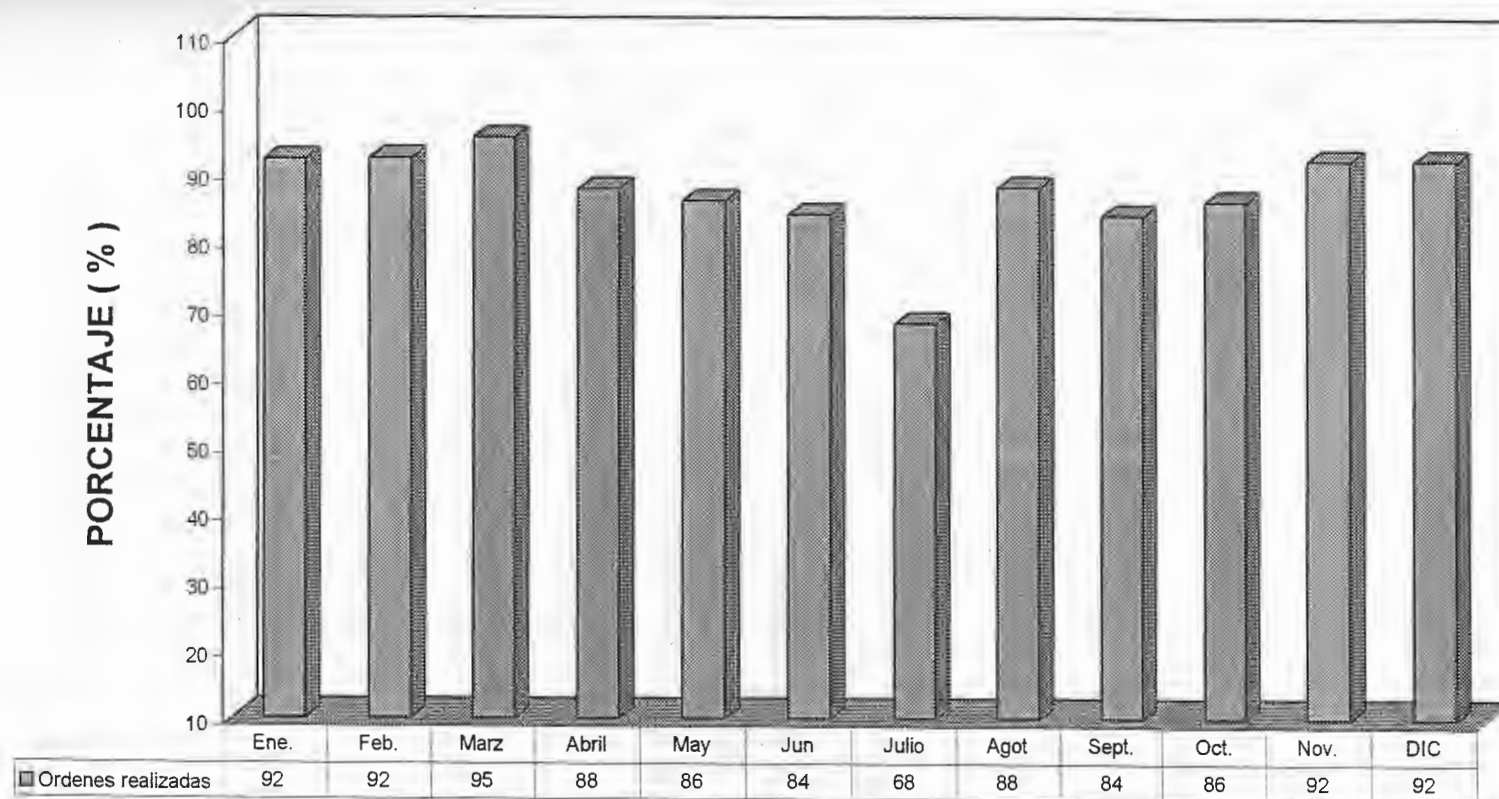


FIGURA #9 :CUMPLIMIENTO DE MATTO. PLANIFICADO

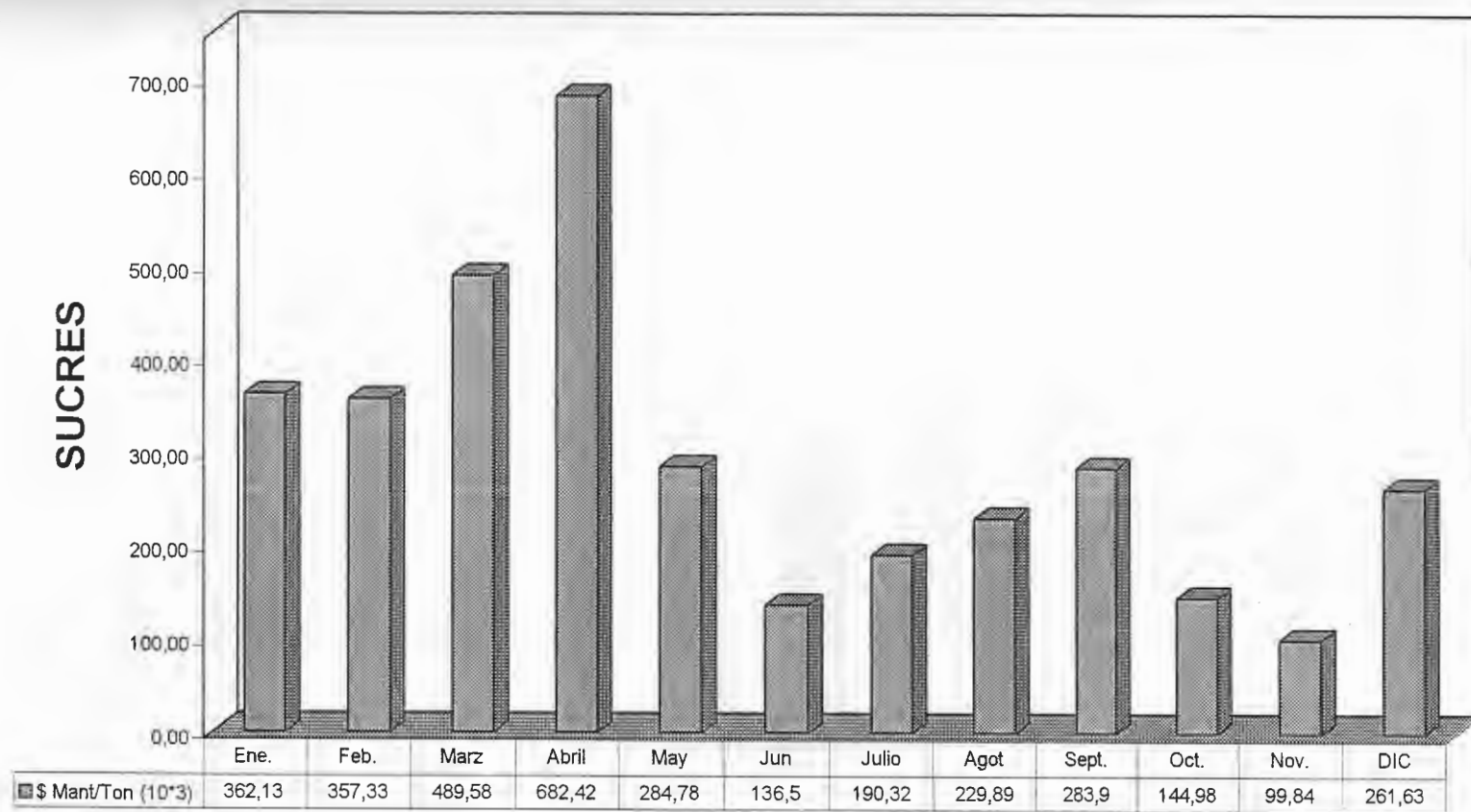


FIGURA # 10 GASTOS DE MANTENIMIENTO/TON.PRODUCIDAS

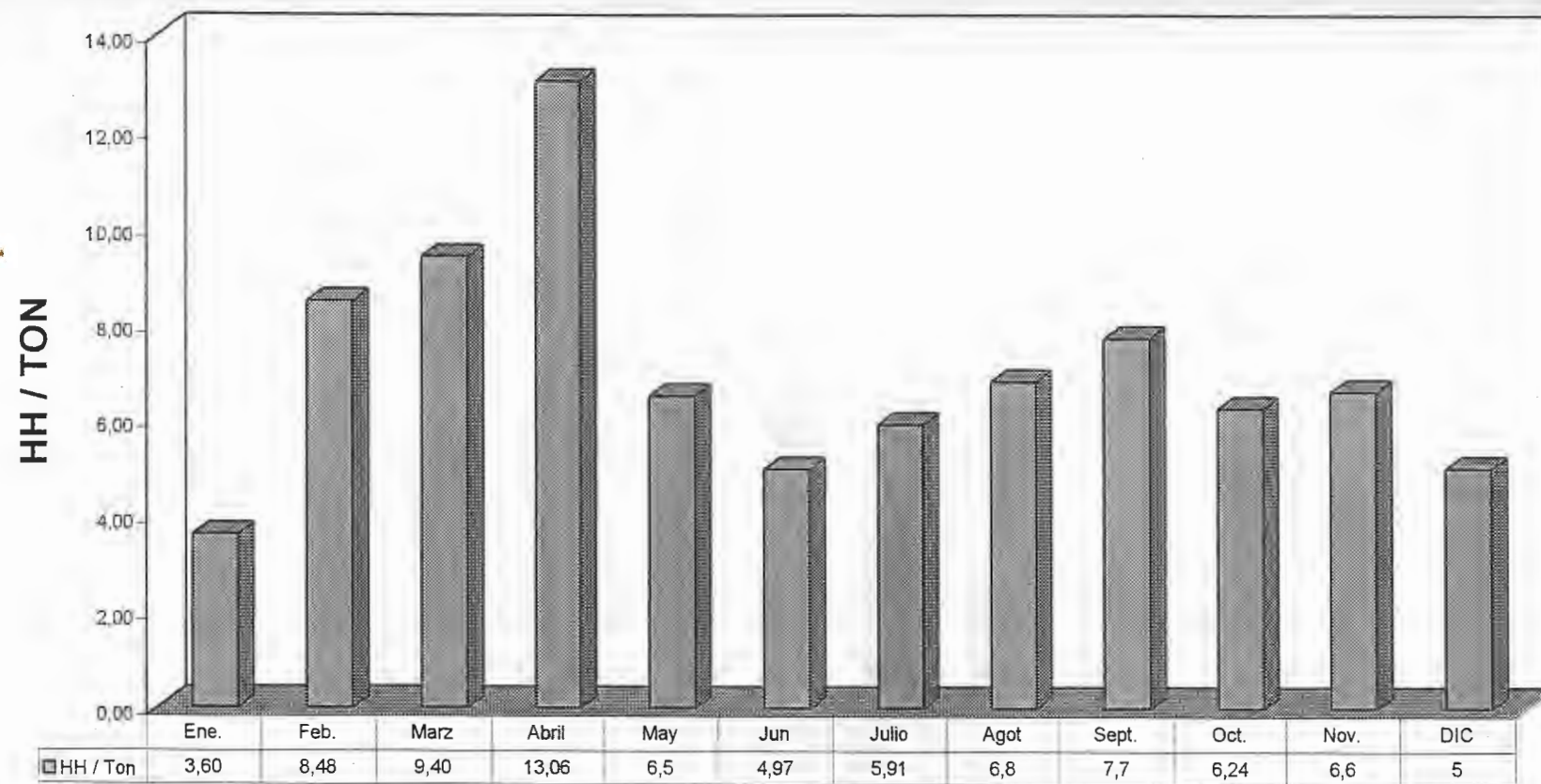
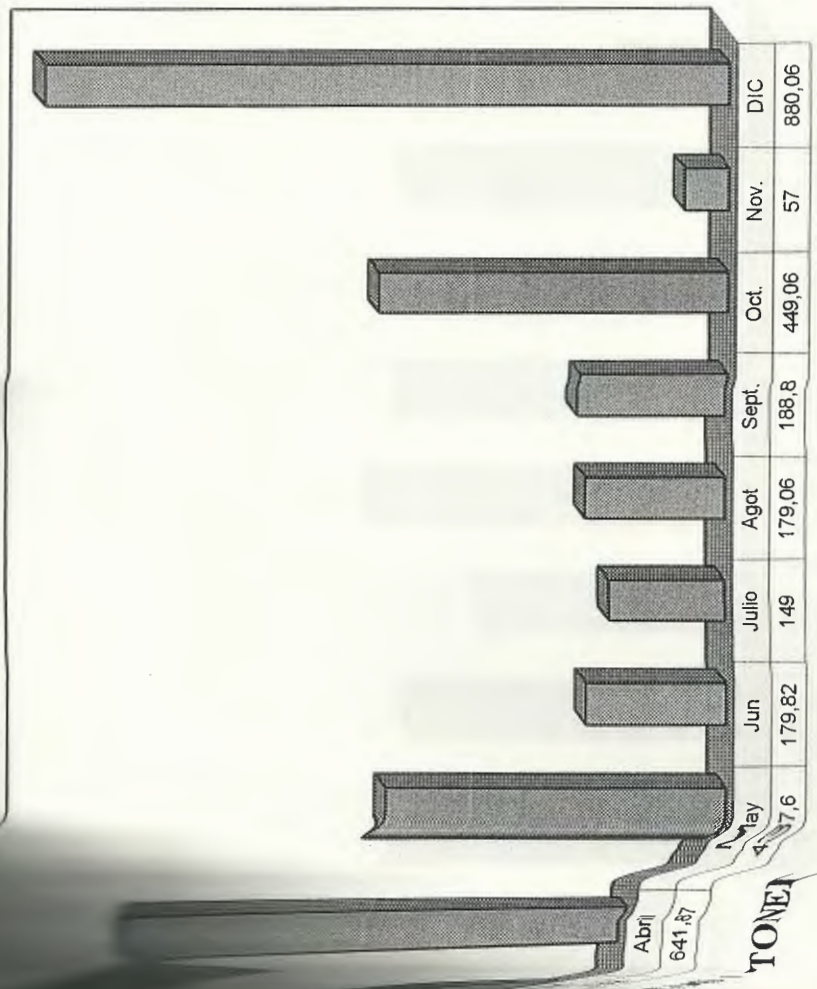
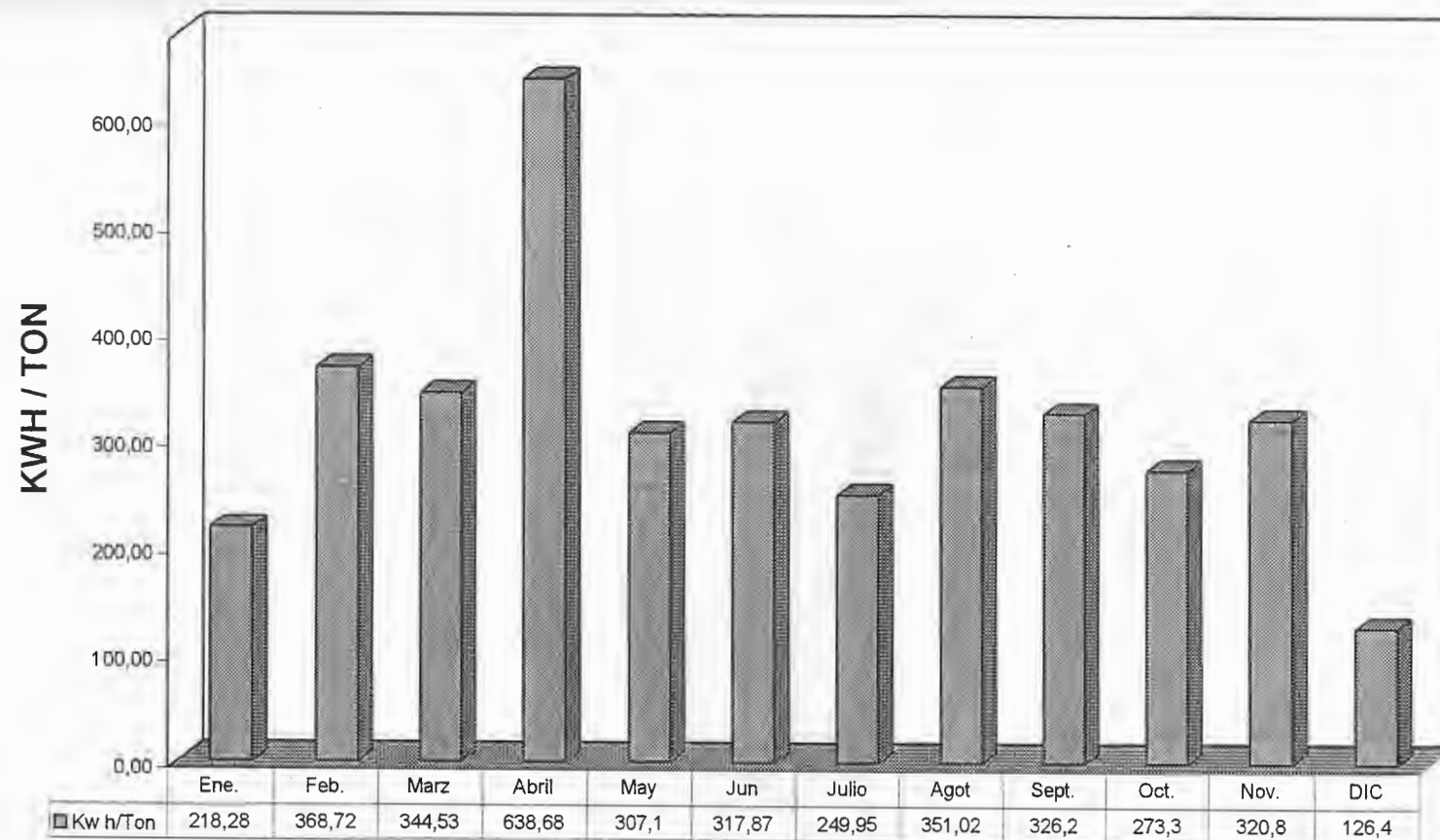


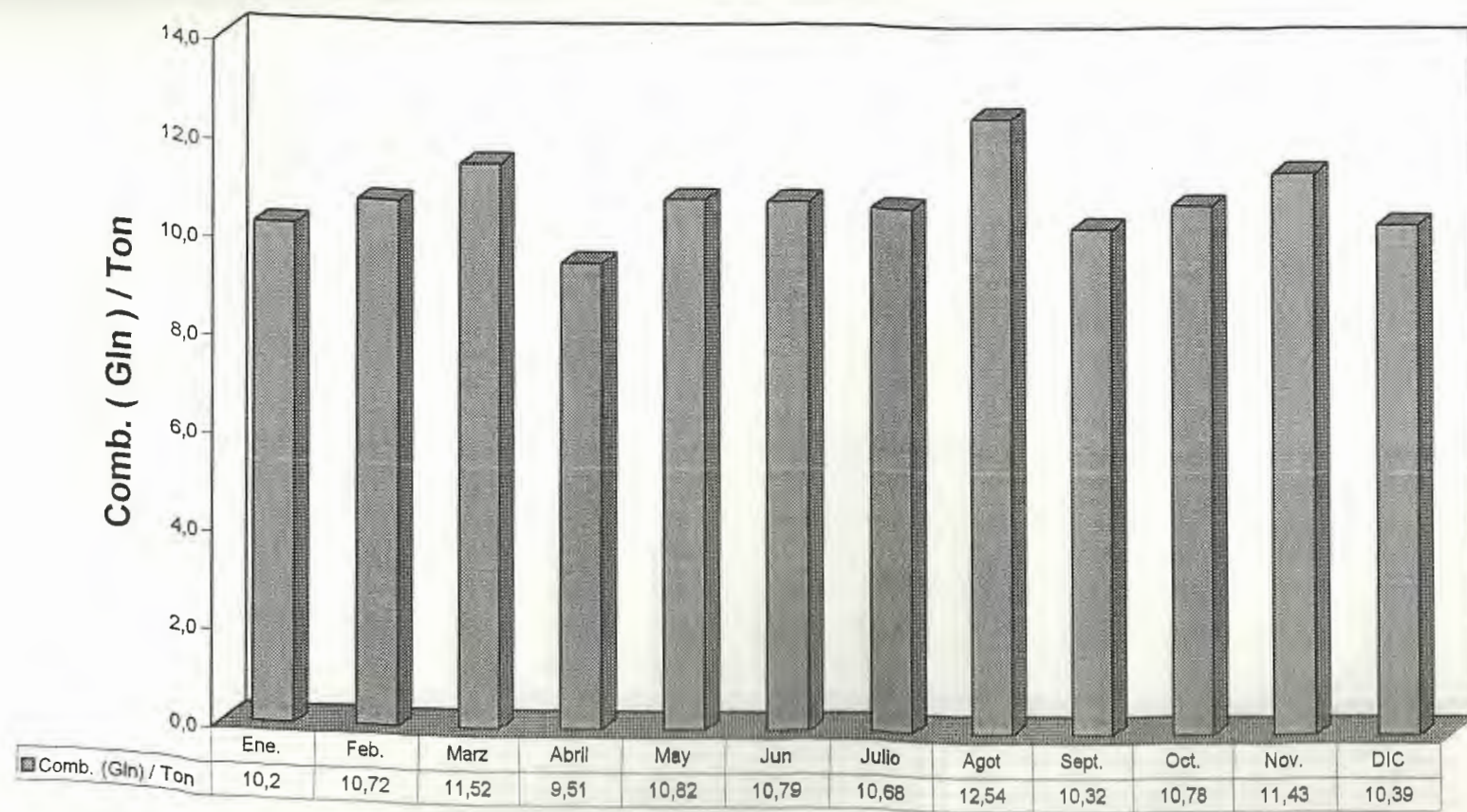
FIGURA # 11: HH / TON.



TONEN
ADAS



FIGURA# 13: KWH/TON



Figura#14: GALONES DE COMBUSTIBLE CONSUMIDO x TON. Producida (Diesel/Ton.)

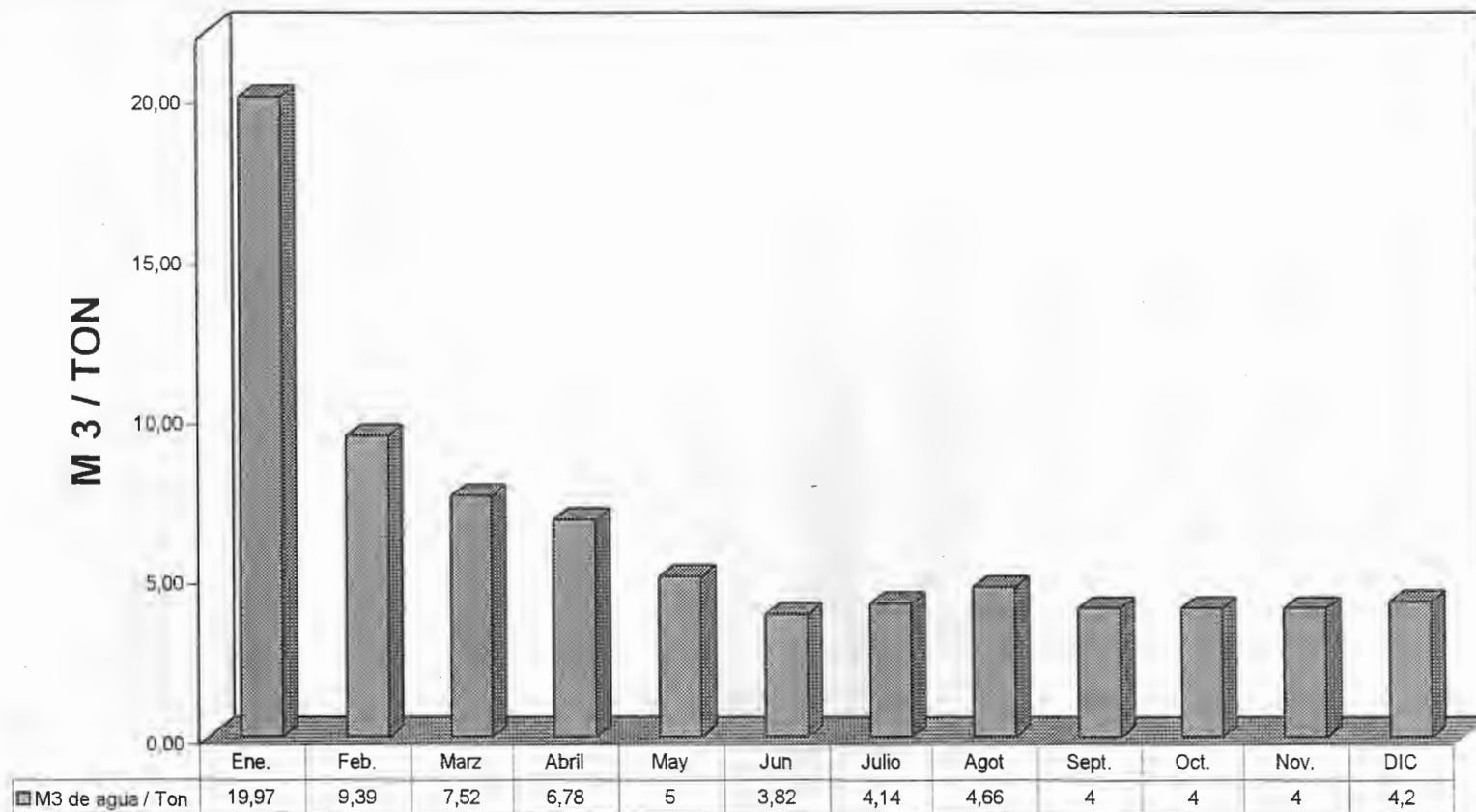


FIGURA # 15: M3 DE AGUA / TON.

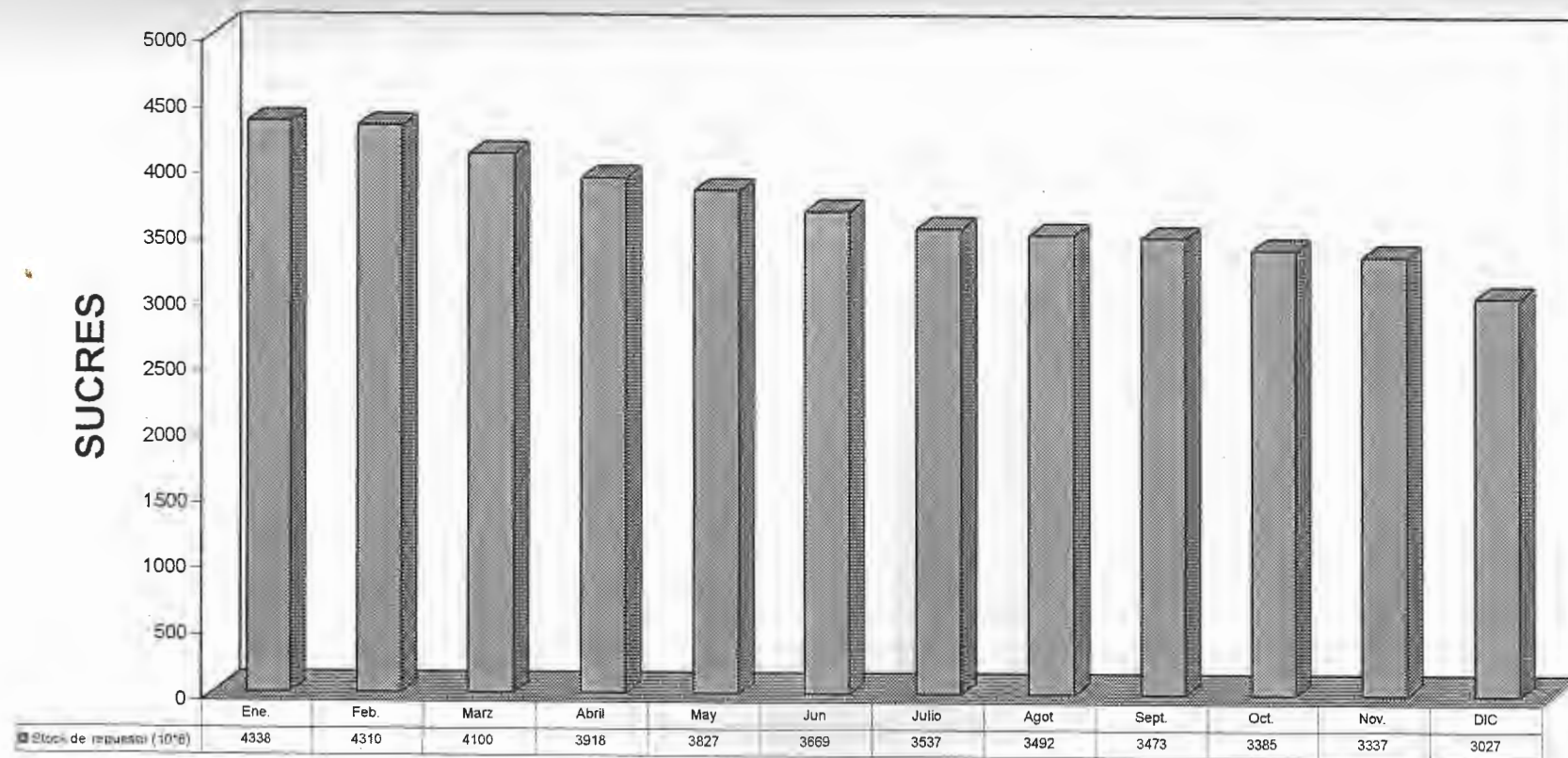


FIGURA #16: TENDENCIA DEL STOCK DE REPUESTO

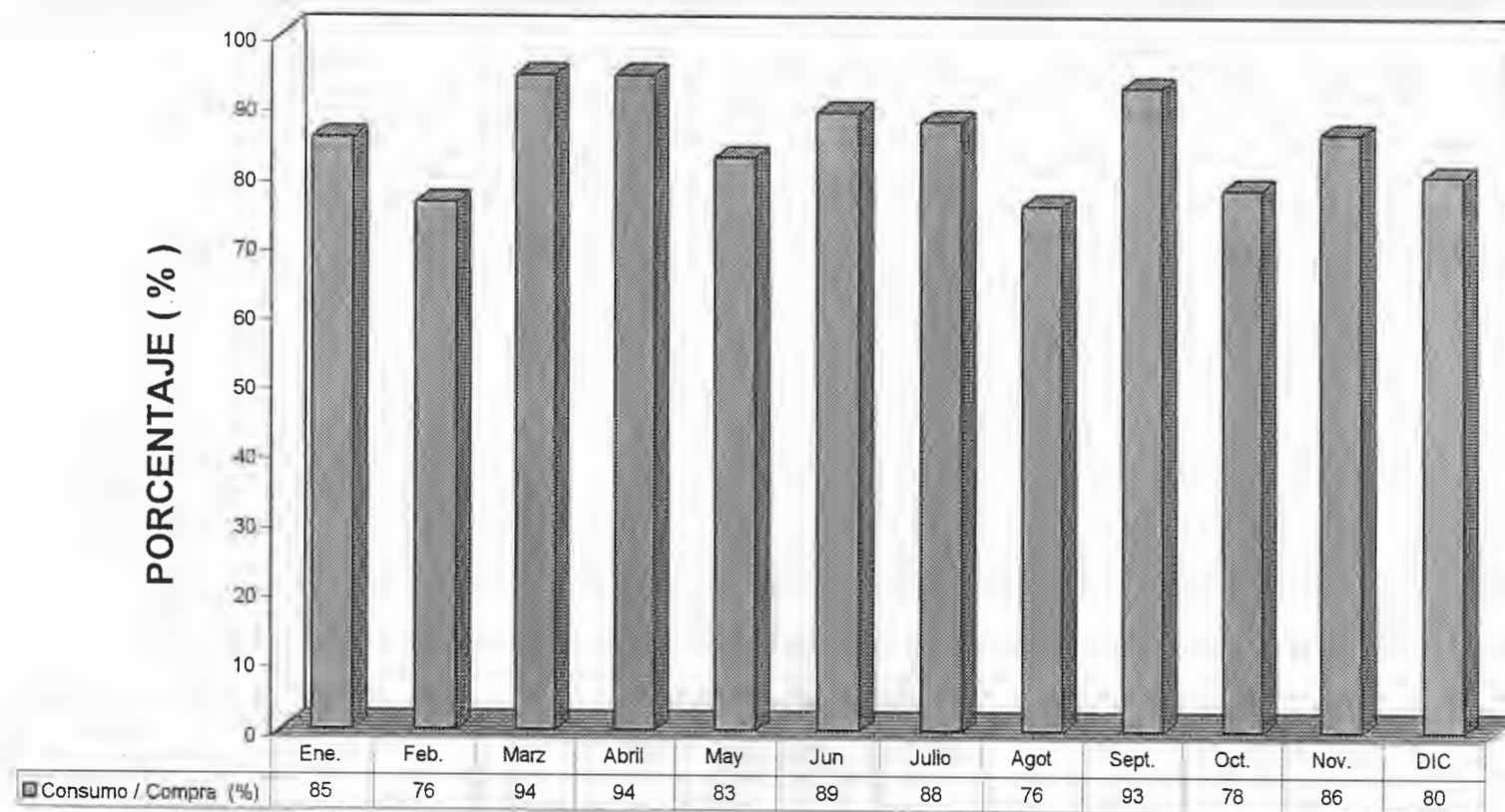


FIGURA #17: CONSUMO / COMPRA

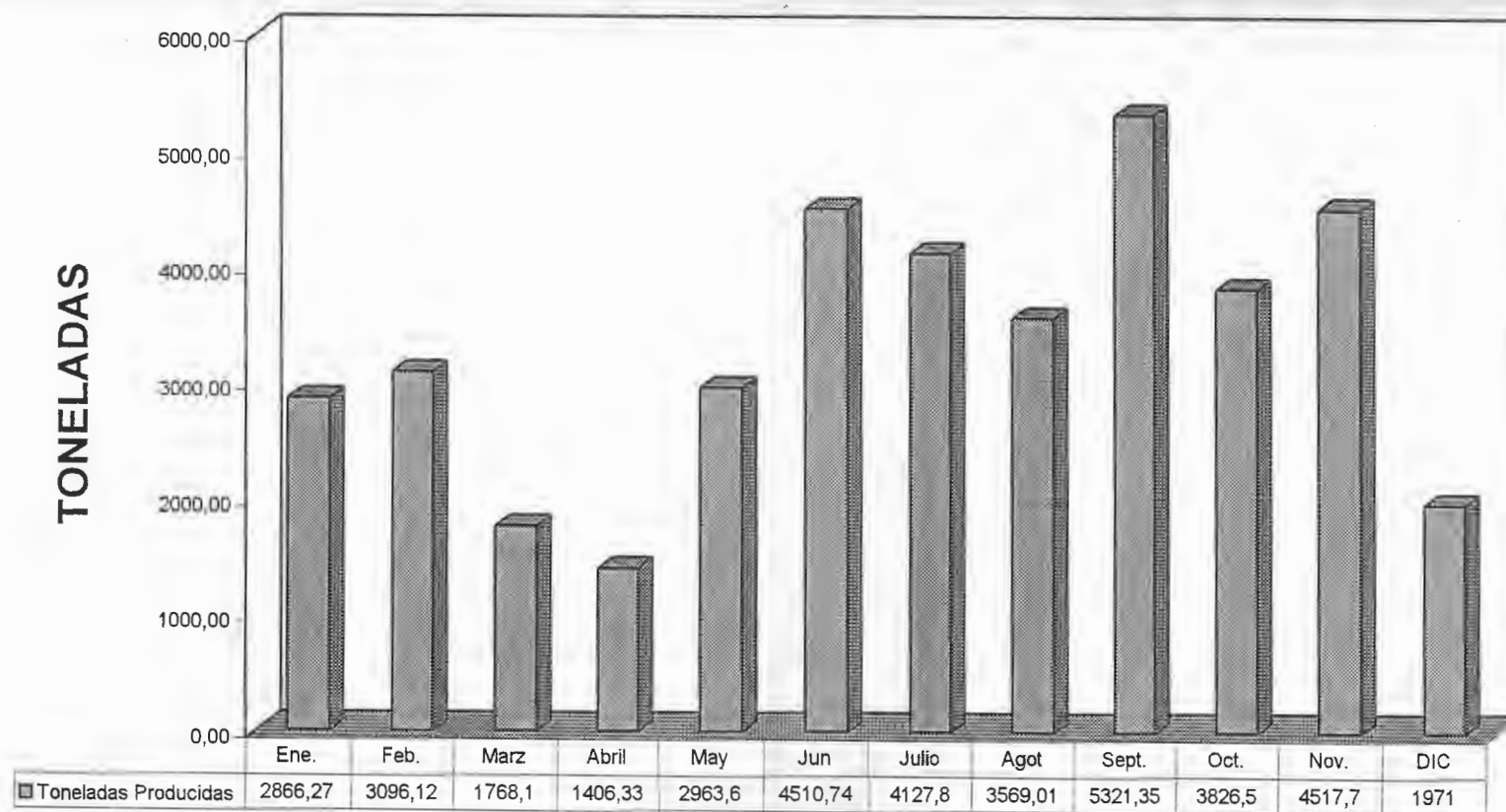


FIGURA #18 TONELADAS PRODUCIDAS

tiempos grandes o pequeños dependiendo del tiempo medio de reparación, el hecho puntual es que debemos trabajar en la reducción del número de fallos, figura #3. Como en el tiempo medio de reparación figura #7. esto lo logramos mediante un buen entrenamiento tanto en la operación como en el mantenimiento de los equipos, a los operadores. Definición de estándares tanto para operación, reparación, construcción de piezas, compra de partes para el equipo, esto es mantenimiento autónomo, mejora orientada y gestión de mantenimiento y como es de suponerse con la implementación del sistema de inspección preventivo, apéndice G, el cual fue delegado a los grupos de trabajo previa capacitación de cómo y porque se debe ejecutar dichas inspecciones siguiendo la ruta especificada.

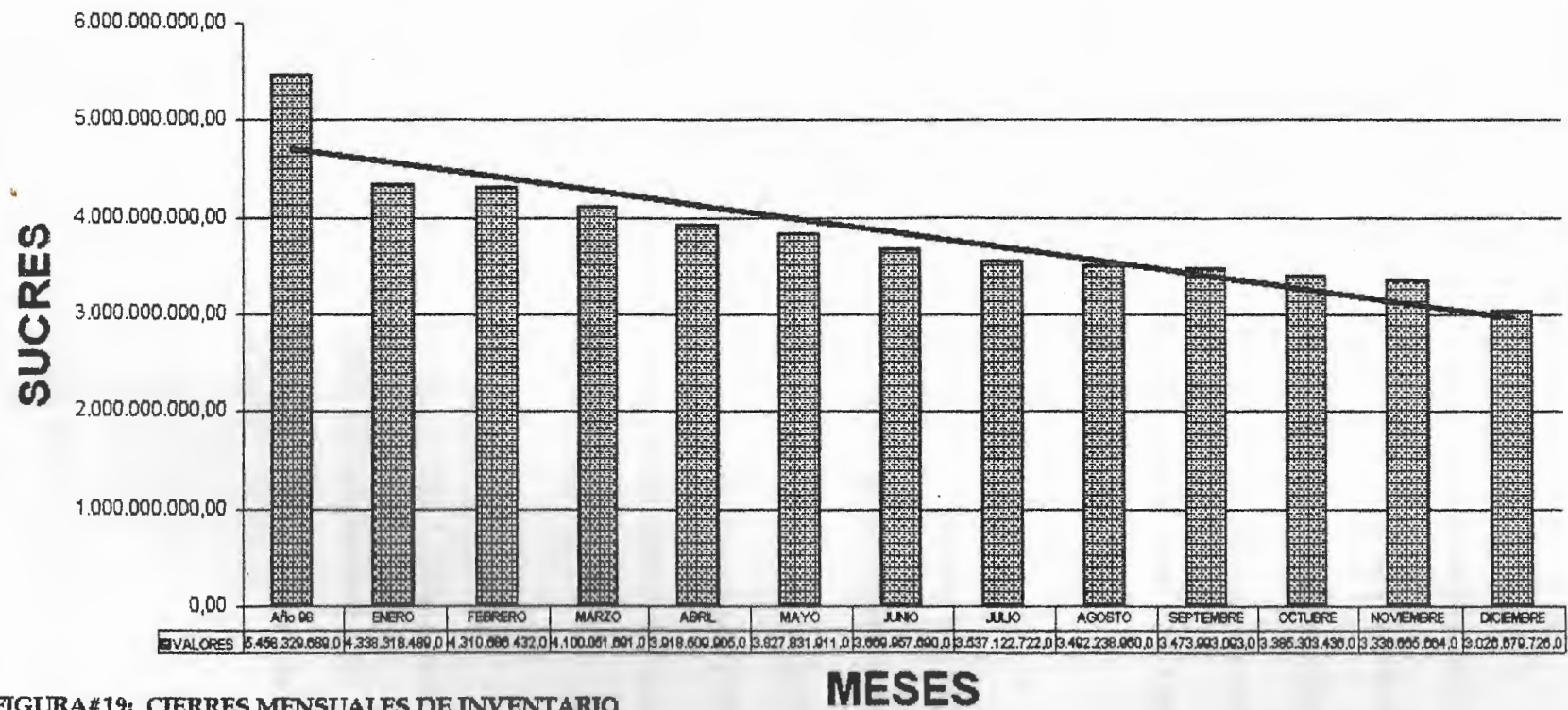
Debido al costo de los equipos para el caso de la inspección predictivo se contrato a Brou-Veritas para que ejecuten termografía industrial y se capacitó a un tecnólogo en el análisis de vibraciones y temperatura. Ver apéndice I.

3.2 NIVEL DE INVENTARIOS BODEGA DE REPUESTO

En la figura #19 vemos que arrancamos con un inventario 5458329680 sucres. En el inicio del 99 con un dólar de 5600 sucres y a lo largo de los meses desde el fin de enero hasta finales de diciembre la tendencia del inventario fue a la baja a pesar de la difícil situación interna en el país donde el dólar tuvo una fuerte tendencia al alza cerrando el año a 20000 sucres, amén de que todos los suministros industriales locales se los vendía en dólares igual que los de importación.

Muy bien en la figura # 16 mostramos los cierres mes antes de la bodega para repuesto del año 1999, el problema era como podemos reducir dicho inventario. A esta altura ya teníamos conformado los grupos de trabajo por centro productivos y el departamento de ingeniería de mantenimiento migro de ser un modelo centralizado a un modelo mixto, ver apéndice C. El primer paso fue una labor de mentalizar al personal de cada grupo de trabajo en la austeridad, por lo que sólo se pedía para comprar lo necesario para ejecutar las órdenes de trabajo, ver apéndice H. Elaboradas producto de una no conformidad levantada en una inspección preventiva (ver apéndice G) o predictiva, (ver apéndice I) esto implica que nada se compra para stock, con esto garantizábamos que lo que se compra se consume, ver figura # 17 y, por lo menos no crecía el inventario de la bodega.

ANALISIS COMPARATIVO DE INVENTARIO AÑO 98 vs 99



FIGURA#19: CIERRES MENSUALES DE INVENTARIO

Segundo paso, fue categorizar, ver figura #20, el inventario de la bodega en aquellos items de lenta rotación, ver figura #21, es decir todo el inventario que no ha tenido movimiento en 5 años, items específico, ver figura #22. Es decir todo aquel inventario que no se puede conseguir localmente y finalmente en items genéricos, ver figura #23 que son todos aquellos materiales que se pueden comprar o construir localmente.

Tercer paso, tanto operarios como tecnólogos mecánicos y eléctricos visitaban la bodega para separar de los artículos de lenta rotación aquellos que definitivamente no serían ya utilizados sea porque esta descontinuado o el item o la maquinaria al cual pertenece no está operando, posteriormente dimos de baja evitando así el pago de impuesto de artículos almacenados que nunca se usaran.

Con la visita de los operarios y tecnólogos a las bodegas obtuvimos otros efectos como es el hecho de que estos se familiaricen con la bodega y descubran muchos repuestos que pensaban no existían en la bodega, pero que físicamente estaban.

Por último debíamos definir una política para el manejo de inventario de bodega, como dijimos en lo que solo se compra lo requerido, cuando se lo

DISTRIBUCION DE COSTOS DE INVENTARIO

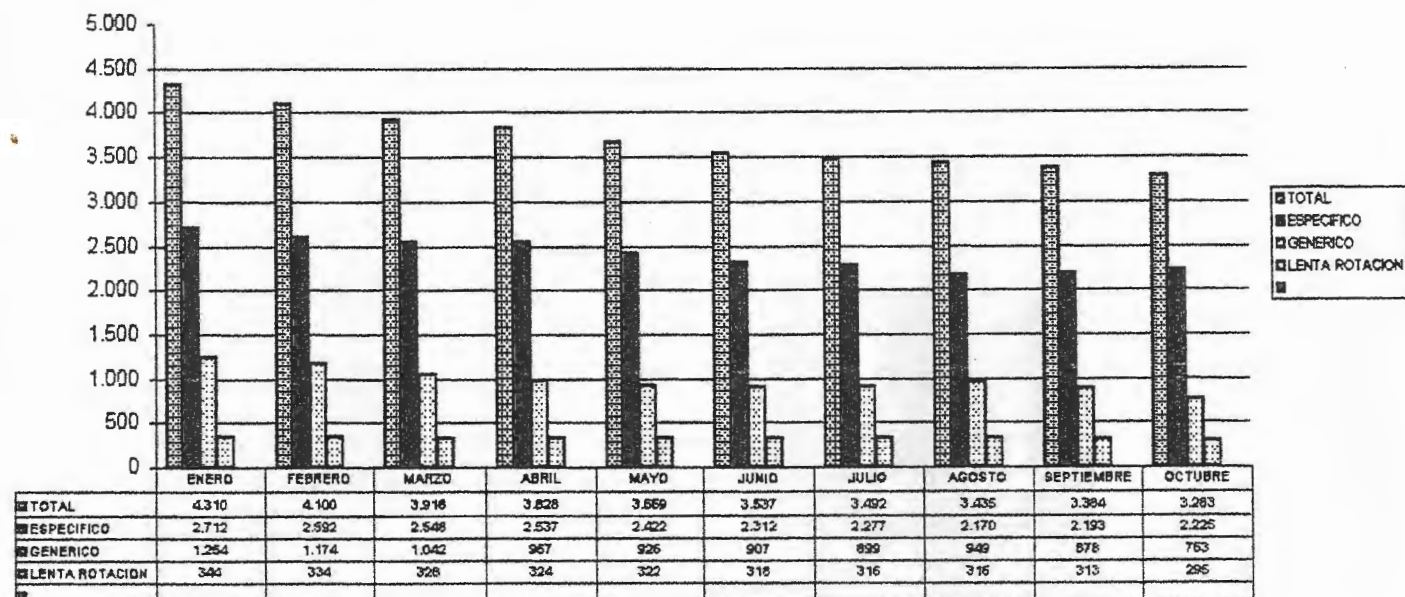


FIGURA #20: DISTRIBUCION DEL INVENTARIO

LENTA ROTACION

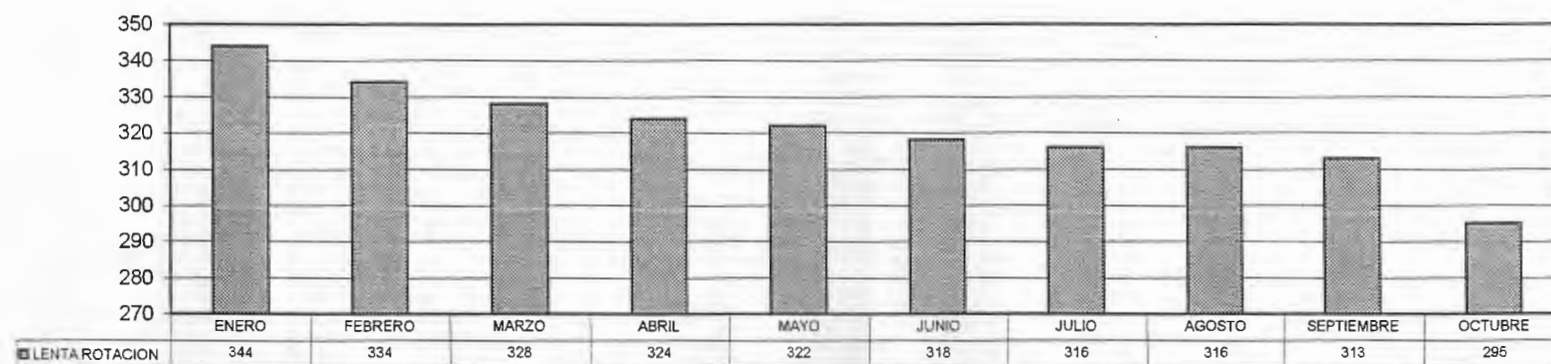
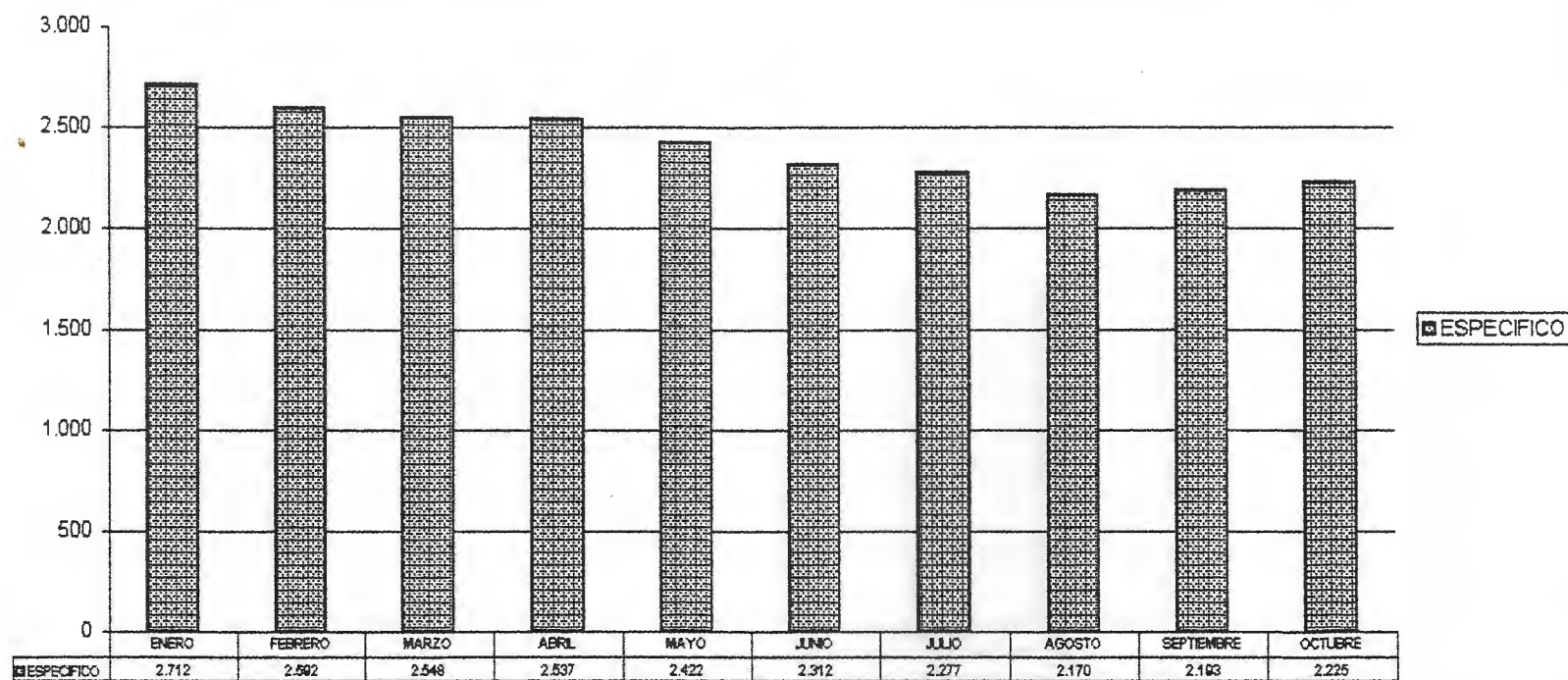


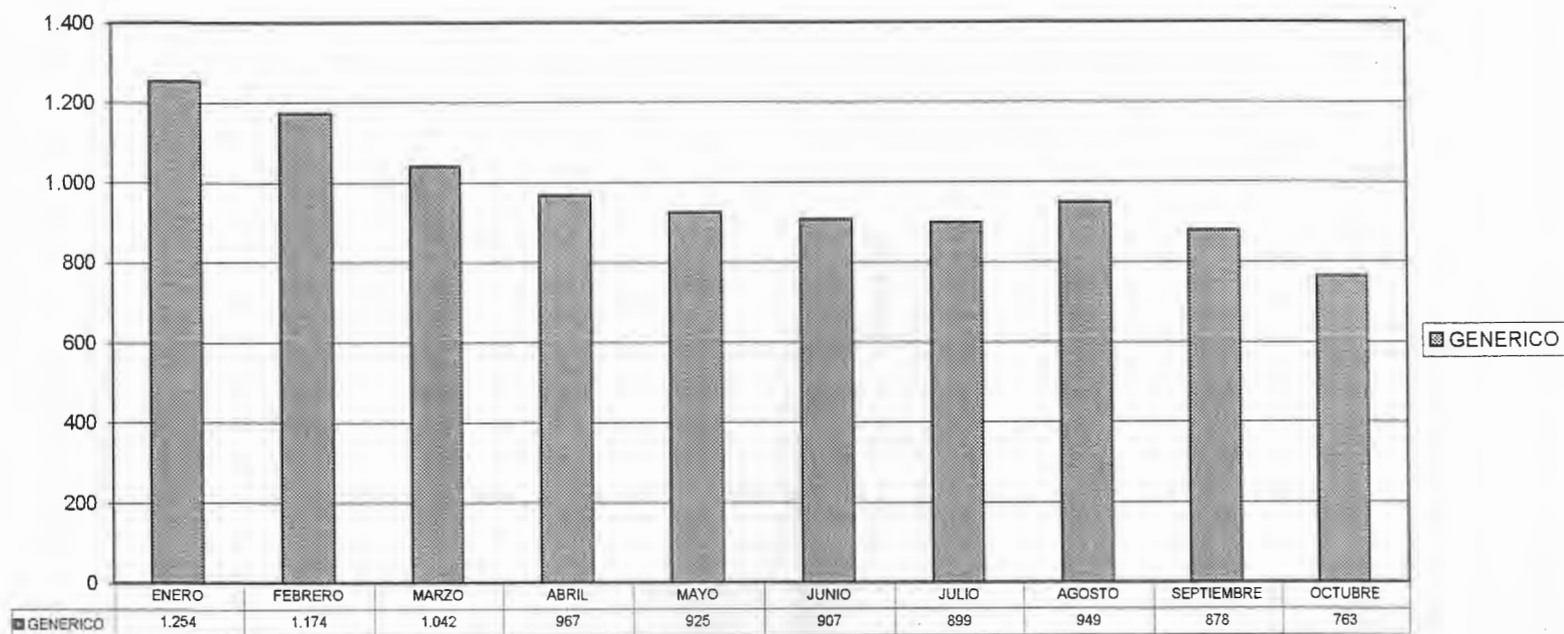
FIGURA #21: INVENTARIO DE LENTA ROTACION

ESPECIFICO



FIGURA# 22: INVENTARIO ESPECIFICO

GENERICO



FIGURA#23: INVENTARIO GNERICO

requiere, en la cantidad requerida. En cuanto a los genéricos. Con los específicos que son aquellos que importamos o construimos localmente es necesario crear los máximos y mínimos de estos artículos, definamos:

MAX: es el máximo stock = $3 \cdot D \cdot L$

MIN: es el mínimo stock = $D \cdot L$

CDR: cantidad de reposición = $MAX - MIN = 2 \cdot D \cdot L$

D: Es la demanda del artículo en años

L: Es el tiempo de reposición en años, si los valores de MIN es menor a 0,5 el requerimiento mínimo es cero.

Con esto logra usted determinar:

1. ¿Qué artículos debe incluir en las existencias de la bodega?
2. ¿Cuánto debe comprar?
3. ¿Cuándo debe realizar la compra?

3.3 PRESUPUESTO

En la industria el tema de presupuesto juega un rol preponderante tanto en su elaboración como en su ejecución y control.

En este país y en la mayoría de los países latinoamericanos con economías inestables (hasta la culminación de este trabajo) resulta difícil controlar por cuanto los precios de los artículos varían significativamente de precio de un día a otro, en todo caso veamos algunas premisas, usted debe:

1. Establecer categorías de costos
 - Por tipo de activo (maquinaria, edificios, vehículos)
 - Por localización del costo
 - Por tipo de reparación (rutinaria o específica)
2. Obtener presupuestos y costos históricos de dos años
3. Obtener información sobre los pronósticos de los volúmenes de producción.
4. Revisar la tendencia de gastos final del año anterior
5. Pautas macroeconómicas del ejercicio fiscal siguiente, esto es la tendencia del dólar, nivel de inflación estimada mensual.

Con estas premisas, podemos elaborar el presupuesto usando la tabla 17, dado que en función del volumen de producción planificado para el año y en función de la capacidad instalada determina los turnos de trabajo y por ende la mano de obra requerida tanto mecánicos, eléctricos, instrumentación y otros.

ELEMENTO DE GASTO	CENTRO DE COSTO	CENTRO DE COSTO	CENTRO DE COSTO	TOTAL
1 LABOR				
1.1 Normal				
-Mecánico				
-Eléctrico				
-Instrumentación				
-Otros				
1.2 Sobretiempo				
TOTAL				
2 MATERIALES				
-Repuesto				
-Sum. Industriales				
TOTAL				
3 CONTRATOS				
-Mano de Obra				
-Materiales y				
Mano de obra				
TOTAL				
4 REPARACIONES				
-Mayores				
TOTAL				
TOTAL				

Tabla #17: Estimación del Presupuesto

Son las tendencias de gasto de los años precedentes, el porcentaje de utilización y las pautas macroeconómicas puede estimar los gastos en repuestos y suministros individuales.

Definidas las mejorar y reparaciones que se ejecutaran en base al mantenimiento planeado y análisis de los fallos presentados se determinan los trabajos que serán ejecutados por terceros, mismos que se valorizan y pueden detallar en la tabla #18. Para monitorear la situación de presupuesto lo puede hacer usando la tabla #19 en la cual.

Podemos determinar cual es la ingerencia de las plantas en lo económico del negocio definiendo el índice Factor Gasto de operación de la planta, el mismo que los gastos por labor, depreciación, supervisión, energía, repuesto, contratos y servicios de fábrica.

Por cada tonelada producida, desde luego entre más bajo sea este índice ver figura #24, implica que hemos invertido menos en la operación que lleva la producción de cada tonelada.

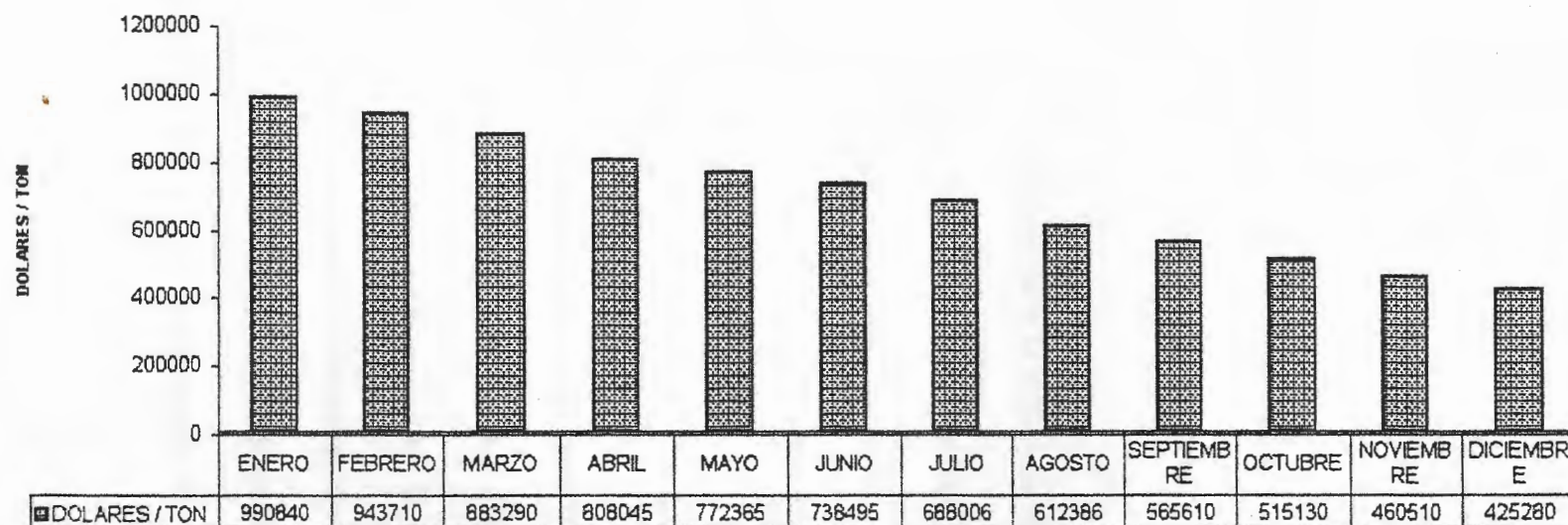


FIGURA #24: FACTOR GASTO DE OPERACION

IV

ANALISIS DE RESULTADOS

4.1 PRODUCTIVIDAD

Podemos expresar cuantitativamente la productividad en términos de:

- Aumento de la tasa de operación
- Reducción del número de trabajadores

Como podemos observar en la Figura #25, la tendencia en la tasa ha sido al alza, este parámetro nos indica que bien ha estado operando los equipos afectados por habilidad del operario y la baja tasa de fallos que presente el equipo. Por lo que podemos afirmar que al tener e implementar un buen programa de capacitación técnica ver apéndice D, para los operarios prácticamente estamos desarrollando un técnico que conocerá al equipo su función y operación la cual permitirá que el equipo sea atendido a tiempo cuando presente cualquier mal funcionamiento, por otra parte la integración de este programa con el mantenimiento autónomo y los conceptos de 5 "S" y comunicación visual permitirá tener máquinas y áreas mas ordenada lo que mejorará la productividad del personal, ver figura #11, desarrollando procedimientos y estándares como un solo grupo homogéneo permitirá detectar todo aquel personal que técnica y culturalmente no este preparado pudiendo prescindir de su servicio, ver apéndice E.



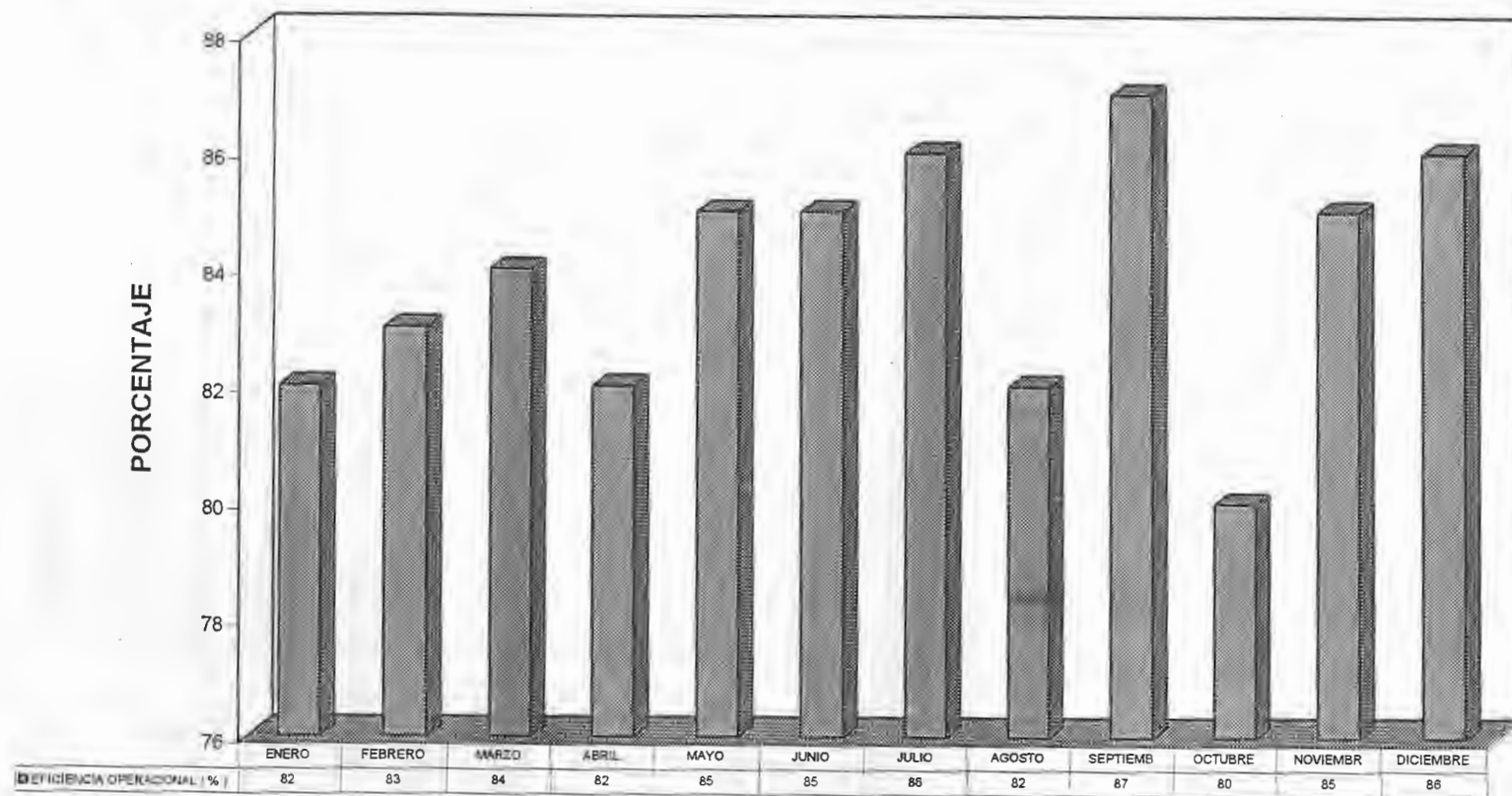


Figura # 25: Tasa de Operaciones

Lo que le estamos solicitando a usted es que dedique buena parte de su tiempo a preparar a sus operarios en lo técnico, humano y administrativo lo cual le garantizara una buena productividad en sus líneas.

4.2 CALIDAD

En este análisis estamos viendo el efecto de implementar el T.P.M. en la calidad, entendido como calidad los estándares definidos para nuestros productos en cuanto a tamaño, peso, color, olor, apariencia, PH y todo lo que gire entorno al cumplimiento o no de este estándar dado que el no cumplimiento genera quejas de nuestros clientes, desechos, costes de reprocesamiento, defectos de proceso.

Bien pero como relacionamos lo dicho con la implementación del T.P.M., le parecerá una locura pero estoy afirmando que la calidad depende de las condiciones del equipo, por lo que hemos realizado sistemáticamente y paso a paso actividades que nos garantiza en los equipos las condiciones para que no se produzcan defectos de calidad lo cual implica mantener las maquinas en unas condiciones perfectas para producir productos perfectos lo cual lo logramos chequeando, midiendo y verificando las condiciones de las máquinas. Esto es producto de la implementación del Mantenimiento Autónomo capítulo 2.3, Mejora Orientada capítulo 2.4, Mantenimiento

Planificado 2.5 y la Capacitación de Operarios, apéndice A. Es decir nos dedicamos a las cinco "M" del proceso productivo que son: máquinas, medio ambiente, materiales, método y mano de obra, con lo cual afectamos directamente a la tasa de calidad, ver figura #26.

4.3 COSTES

Toda la gestión desplegada hasta este punto se verá reflejada en los costes invertidos por cada tonelada producida esto es, cuanto estamos invirtiendo en contratos (figura #12), repuestos (figura #10) y hora hombres (figura #11) por cada tonelada que producimos. De igual manera lo reflejamos en lo KWH (figura #13) metros cúbicos (figura #15) de agua y galones de combustible (Diesel) figura #14, consumido por cada tonelada producida que como usted puede observar todos tienden a reducirse, lo cual nos hace más competitivo dado que invertimos menos en cada tonelada.

4.4 SEGURIDAD

En el tema de seguridad es bien conocido el principio de H.W. Henpich figura 27, derivado de un análisis de aproximadamente 500000 incidentes relacionados con la seguridad en la industria, el estudio demostró que había aproximadamente 300 pequeños fallos por cada daño serio o muerte.

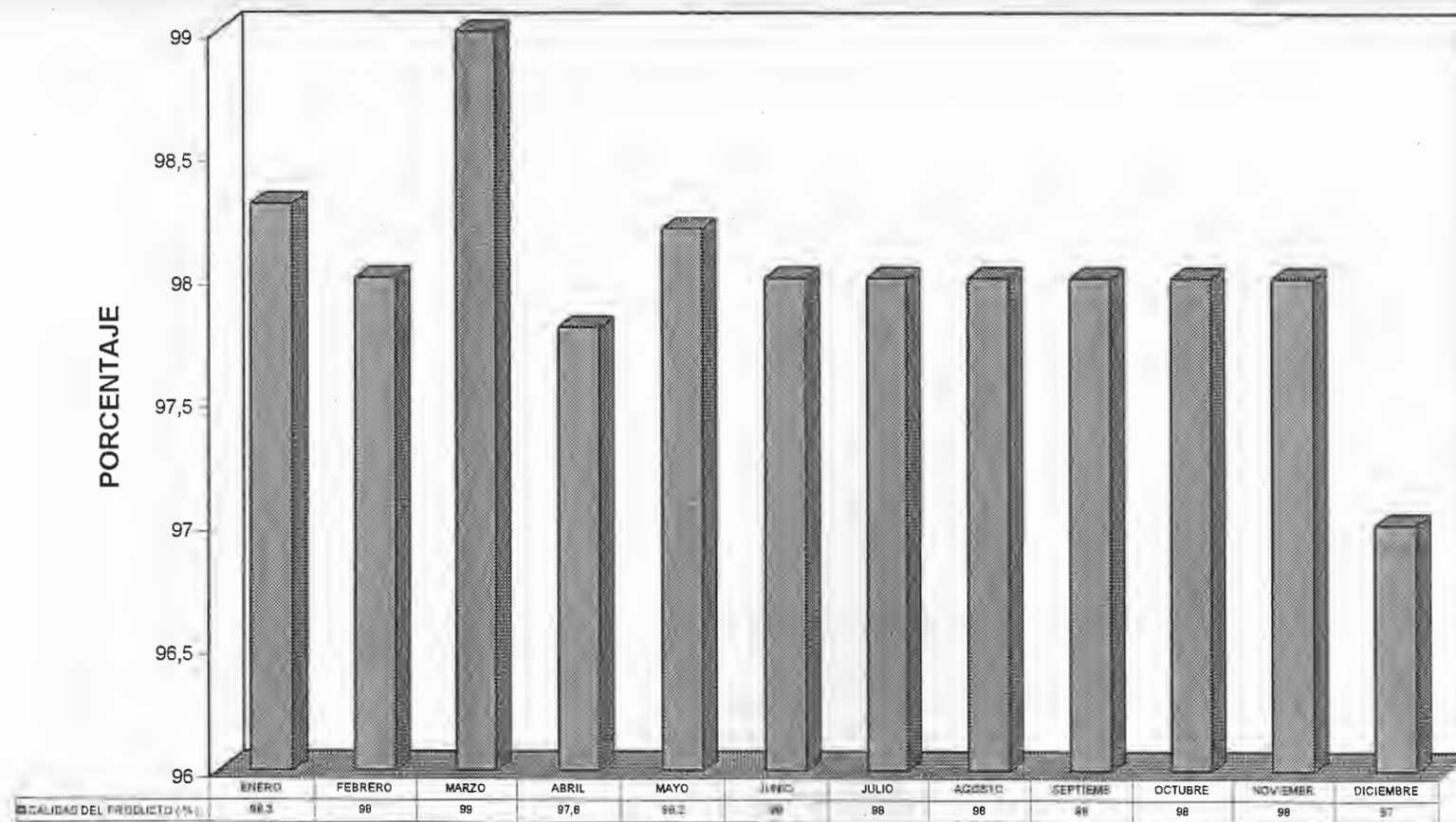


Figura #26: Tasa de Calidad

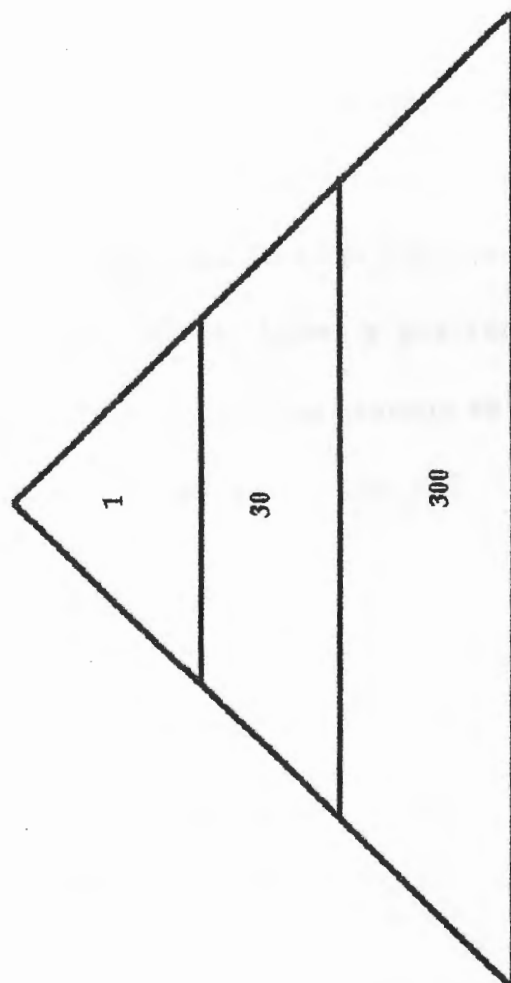


FIGURA #27: PRINCIPIO DE HEINRICH

Por lo que la atención debe estar orientada a determinar y eliminar todos los incidentes. Un incidente es todo evento no deseado sin daño a las personas, propiedad o procesos, la implementación del mantenimiento autónomo, mejora orientada y a gestión del mantenimiento junto con la aplicación profunda de las cinco "S" como parte del mantenimiento autónomo eliminan fugas, derrames volviéndose los lugares de trabajo más limpios, pulidos y bien organizados con lo cual las áreas y máquinas se vuelven más seguras por cuanto se eliminan los incidentes y por ende se producen el índice de frecuencia de accidentes como se muestra en la figura #28, al igual que el índice de gravedad de incidentes figura #29.

Definiendo el índice de frecuencia de accidente como la frecuencia de la ocurrencia de un evento no deseado con días de incapacidad en función del total de horas hombres trabajadas.

$$\text{Índice de frecuencia} = \frac{\# \text{ accidentes con días de incapacidad}}{\text{Total horas hombres trabajadas}} * 100.000$$

El índice de gravedad como la ocurrencia de un evento no deseado tomando los días de ausentismo versus el total de horas trabajadas.

$$\text{Índice de gravedad} = \frac{\# \text{ días de ausentismo}}{\text{Total horas hombre trabajadas}} * 100.000$$

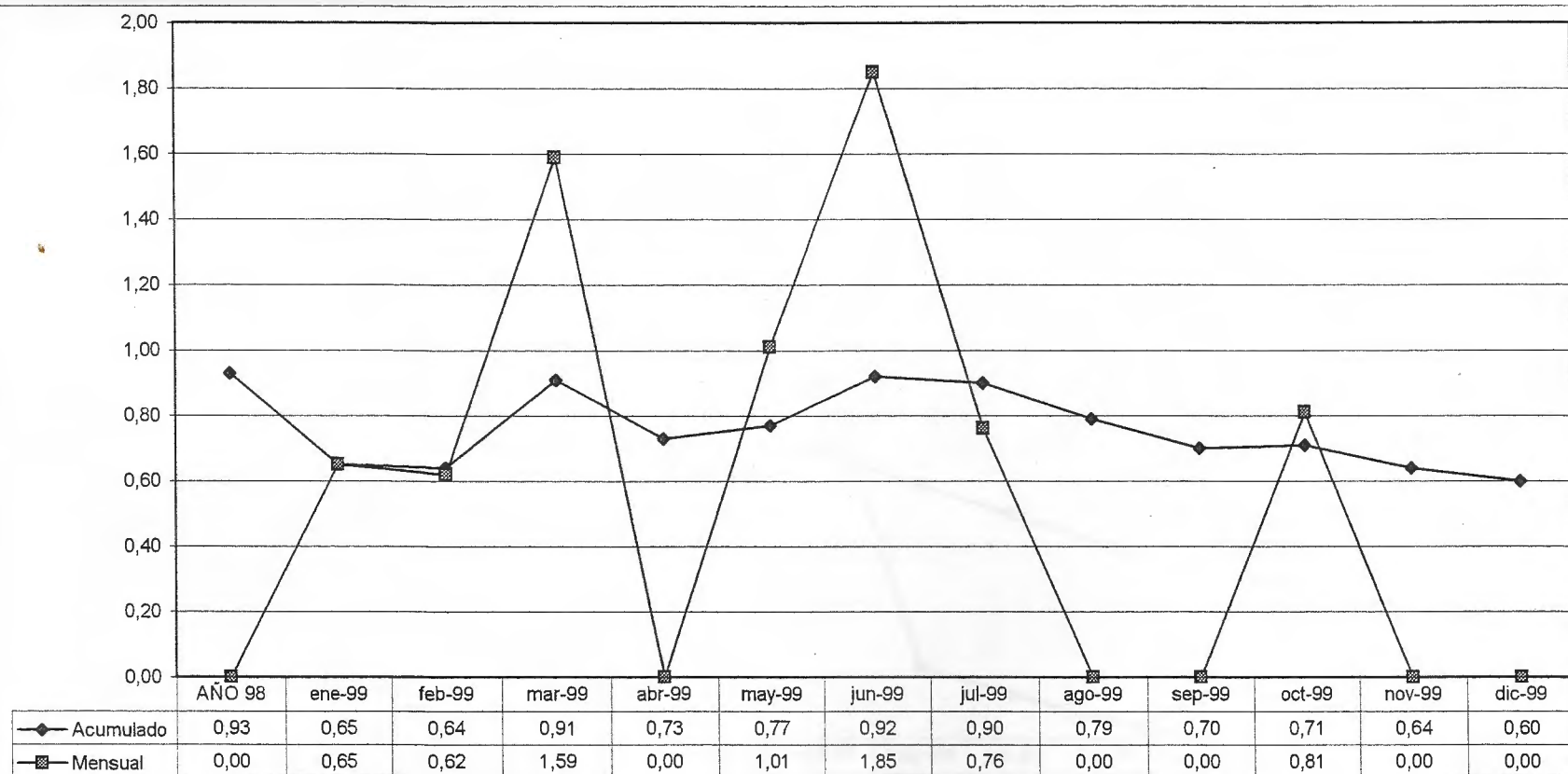
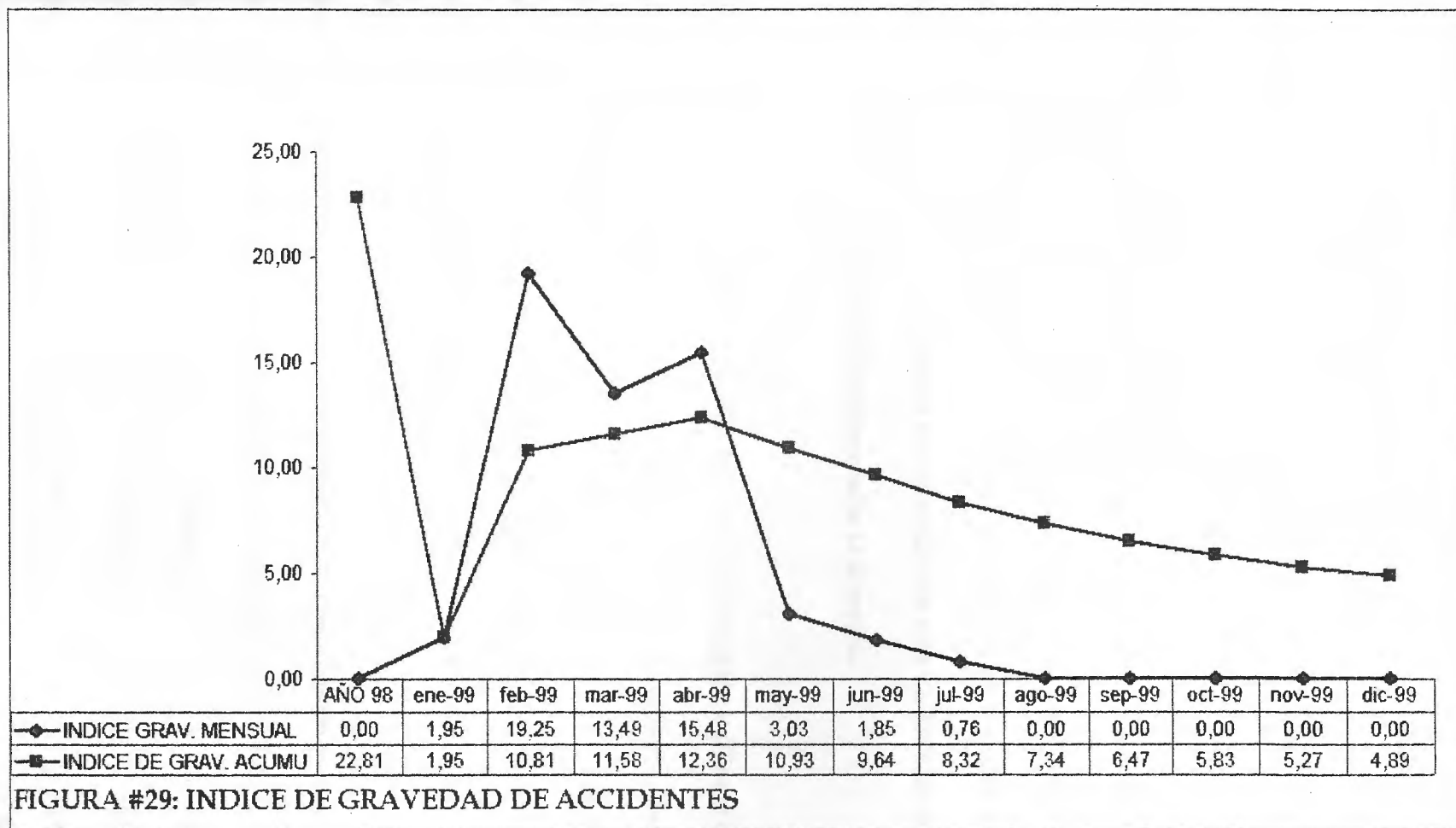


FIGURA #28: INDICE DE FRECUENCIA



4.5 MORAL

La moral es uno de los elementos más importantes en el proceso de implementación del T.P.M. dado que este factor es el que logra que se tenga mayor o menor éxito en los resultados deseados en todo programa de mejoramiento y es responsabilidad de los Gerentes, Jefes o supervisores de lograr que la moral este siempre alta obteniendo con esto un Involucramiento, mayor compromiso y sentido de pertenencia al negocio.

En el proceso de implementación del mantenimiento autónomo se va desterrando el antagonismo entre producción y mantenimiento, pasando a una etapa en la cual el operario comienza a sentir el equipo como su máquina desarrollando un sentido de pertenencia y de autonomía. El operario se siente con más libertad para actuar y tomar decisiones respecto a su equipo lo cual eleva su moral y lo hace más participativo. Al darle el entrenamiento técnico, administrativo y humano varios formando en ellos nuevos hábitos de trabajo y por ende se genera un cambio cultural lo cual se refleja directamente en el deseo de conformar los grupos de trabajo y una activa participación en estos mediante la aportación de ideas de mejoras mismas que son ejecutadas mediante la aportación de ideas de mejoras mismas que son ejecutadas mediante la mejora orientada.

Usted podrá observar lo analítico que se vuelven tanto operarios y tecnólogos quienes juntos analizan hechos y datos usando las herramientas descritas en 2.3 y 2.4 con lo cual identificar, reducen las averías que afectan directamente a los 8 grandes pérdidas y generan entrenamiento cruzado mediante la generación de lecciones de un solo punto. Ver apéndice J.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los principales problemas que usted encontrará en el proceso de implementación del Mantenimiento Productivo Total (T.P.M) son:

1. La cultura corporativa, la cual se manifiesta por el conjunto de hábitos que tengan los trabajadores, mandos medios y de dirección, toca el replantearlos, mediante la inducción de conocimientos (el que y por que), mejoramiento de las capacidades (el como) vía una política de selección del personal idóneo y programas claros que apunten a un plan de carrera dentro de la empresa para cada funcionario de esta y finalmente deseo (querer), mediante decisiones en conjunto y no aisladas que vayan generando en cada miembro de la compañía, que el negocio es de él.
2. La estructura organizacional, entre más niveles jerárquicos existan más tendencia al fracaso se tiene dado que no promueva el trabajo en equipo se debe propender hacia una dirección horizontal en donde se tenga claro que el proceso actual es proveedor del siguiente y cliente del anterior y todos den un servicio de clase mundial.

3. El nivel técnico de los operadores y personal de mantenimiento, entre mas pobre sea mas tiempo y dinero habrá que invertirse.
4. Recursos económicos, el arranque inicial implica hacer fuertes inversiones en: levantar el estándar inicial a las maquinarias, entrenamiento, comunicación visual y 5 "S" (Organización, orden, limpieza, estandarización y disciplina)
5. Involucramiento total, este proceso no puede ser implementado por un puñado de hombres de existir un total Involucramiento de los niveles directrices de la compañía, caso contrario tendrá usted un fracaso total.
6. Dependiendo del número y la complejidad de la planta tendrá un numero considerable de activos (maquinas) y por ende repuestos, entre mayores variantes o presentaciones tengan sus productos más formatos necesitará lo cual le representa mas pieza para estos formatos, numero de personal de mantenimiento y sus habilidades como todos los proveedores de servicios y materiales. Por lo que la interacción de todos estos elementos mencionados mediante el sistema de orden de trabajo hace necesario la adquisición de un sistema computarizado para administración del mantenimiento (CMMS)

BIBLIOGRAFIA

1. SHINICHI SHINOTSUKA, Unilever T.P.M. Instructor Programme, USA, 1998
2. THOMAS A. WESTERKAMP. Maintenance Manager's Standard Manual, Second edición, Prentice Hall INC. Printed in the United States of America, 1997
3. JOHN MOUBRAY, Reliability-Centered Maintenance Second Edition Industrial press INC, Printed in the United States of America, 1997
4. RIAZ KHADEM, PH.D/ROBERT LORBER, PA.D, Administración en una página, Grupo Editorial Norma, Impreso en Colombia, 1997
5. JOEL LEVITT, Managing Factory Maintenance Industrial press INC., Printed in the Unites States of America, 1996
6. LINDLEY R. HIGGINS, Maintenance Engineering Handbook, McGRAU-HILL, INC, Printed in the United States of America, 1995
7. JOHN DIXON CAMPEBELL, Uptime Strategies for excellence in Maintenance Management, Prodcuity press, Printed in the United States of America, 1995
8. GOAL/QPC AND JOINER ASSOCIATES INC. El Impulsor de la memoria del Equipo Impreso en los EEUU, 1995
9. MARK KELLY, Las Aventuras de un Equipo de Trabajo Autorregulado, Panorama Editorial S.A., Impreso en México, 1994
10. K.L. PETROCELLY, F.M.A., C.P.E. Maintenance Computerization Handbook, Prentice-Hall, INC. Printed in the United States of America, 1993

11. KUNIO SHIROSE T.P.M. for workshop leaders, Productivity press, Printed in the Unites States of America, 1992
12. EDWARD H. HARTMAN, como instalar con éxito el T.P.M. en una planta no Japonesa, T.P.M. press INC., Impreso en Estados Unidos de Norte America, 1992
13. TOKUTARO SUZUKI, T.P.M. en Industrias de proceso Productivity press, Madrid España, 1992
14. SEIICHI NAKAJIMA, T.P.M. Programa de desarrollo Productivity press, INC. Impreso en España, 1991
15. TERRY WIREMAN, Total Productive Maintenance an American Approach Industrial press INC, Printed in the United States of America, 1991
16. HERVE SERIE YX, El desprecio cero hacia la Calidad Total, MACGRAU-HILL, Impreso en España, 1991
17. TERRY WIREMAN, World Class, Maintenance Management Industrial press INC, Printed in the United States Of America, 1990
18. FRANK HERBATY, Handbook of Maintenance Management, Cost-Effective Practices-Second Edition Noyes Publications, Printed in the United States of America, 1990
19. ROBERT C.ROSALER, P.E./JAMES O. RICE ASSOCIATES, Manual de Mantenimiento Industrial, MCGRAU-HILL, INC, U.S.A., Impreso en México, 1989
20. LC. MORROW EDITOR, Manual de Mantenimiento Industrial, Compañía Editorial Continental, S.A. DE C.V., Impreso en México 22, DF. 1973

**APÉNDICE A: CUESTIONARIO PARA AUDITORIA DEL
MANTENIMIENTO**

1. Debe indicarse un numero de personas que dirigen el mantenimiento, numero de personas que lo administran y numero de personas que lo ejecutan. Se entiende que es el personal estable de la empresa y eventuales hasta un año de contrato. No debe involucrarse a contratistas.
2. Los formularios deber ser llenados exclusivamente por el Jefe de Mantenimiento de la planta.
3. Debe leerse cuidadosamente cada pregunta y evaluar en forma muy realista la administración actual asignándose un valor de acuerdo a los datos indicados: En cado de no cumplirse totalmente lo preguntado se asignara cero, caso contrario, si se cumple en parte o totalmente lo preguntado, se asignara el valor correspondiente al porcentaje cumplido por la administración.
4. Los valores deber ser escritos en la columna "Puntaje" y deben ser totalizados al final

A ASIGNACIÓN: FORMATOS Y AUTORIZACION		SI ES ASI, ESTABLECER PORCENTAJE					Puntaje
No.	Cuestionario	> 20	> 40	> 60	> 80	> 100	
	Su administración tiene:						
1	¿Un sistema de asignación de trabajo escrita?	8	16	24	32	40	
2	¿Formato impreso?	4	8	12	16	20	
3	¿Instrucciones escritas para cumplir asignaciones?	1	2	3	4	5	
4	¿Personal dedicado y responsable de evaluar y codificar las ordenes de trabajo cumplidas?	5	10	15	20	25	
5	¿Personal de staff autorizado para solicitar oficialmente los servicios del departamento de mantenimiento?	-	-	-	20		
6	¿Un sistema que le permita clasificar los tipos de trabajos a realizarse, esto es reparaciones a equipos y edificios, nuevos trabajos, modificaciones, mantenimiento preventivo, etc.?	4	8	12	16	20	
7	¿Limitación de personas autorizadas para designar trabajos?	2	4	6	8	10	
8	¿Un espacio especial en el formato de orden de trabajo, que indique el tiempo requerido para su terminación, evitando frases como "tan pronto como sea posible" o "al momento"?	4	8	12	16	20	
9	¿Un mecanismo reglamentado que exija emitir una orden de trabajo escrita para todos los trabajos, a excepción de las emergencias reales (paros de la producción, seguridad, etc.)?	8	16	24	32	40	
						TOTAL....	

200 PUNTOS POSIBLES



B	TIEMPOS ESTANDARES	SI ES ASI, ESTABLECER PORCENTAJE					Puntaje
		> 20	> 40	> 60	> 80	> 100	
	Su administración tiene:						
10	¿Tiempos estándares para todos los trabajos repetitivos?	5	10	15	20	25	
11	¿¿Tiempos estándares para todos los trabajos no repetitivos?	5	10	15	20	25	
12	¿Un registro periódico de información sobre la productividad y costo de labor?	-	-	-	40		
13	¿Alguna forma de pago de labor por incentivo?	2	4	6	8	10	
						TOTAL....	

60 PUNTOS POSIBLES

C	PLANIFICACION Y DISTRIBUCIÓN DE TRABAJO	SI ES ASI, ESTABLECER PORCENTAJE					
No.	Cuestionario	> 20	> 40	> 60	> 80	> 100	Puntaje
	Su administración tiene:						
14	¿Un sistema para establecer prioridades de los trabajos?	6	12	18	24	30	
15	¿Un tiempo estimado para cada trabajo antes de que este se inicie?	4	8	12	16	20	
16	¿Una programación diaria por trabajador de mantenimiento, revisado a mitad del día en su avance?	7	14	21	28	35	
17	¿Un plan maestro de actualización para cada pequeño o gran proyecto, indicando tiempo de inicio, cronograma de avance, numero de personal empleado en cada obra y fecha de terminación?	7	14	21	28	35	
18	¿Un chequeo semanal del plan maestro en coordinación con la gerencia de producción, el jefe de proyecto y los supervisores de mantenimiento?	-	-	-	30		
19	¿Revisiones semanales o más frecuentes del plan maestro?	-	-	-	15		
20	¿Inspecciones de rutina, servicio de reparación de acuerdo con el esquema, sin atrasos y de acuerdo a las propiedades?	2	4	6	8	10	
21	¿Entrega de los trabajos de acuerdo a las fechas planificadas?	5	10	15	20	25	
						TOTAL....	

200 PUNTOS POSIBLES

D	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	SI ES ASI, ESTABLECER PORCENTAJE					
No.	Cuestionario	> 20	> 40	> 60	> 80	> 100	Puntaje
	Su administración tiene:						
22	¿Identificado su inventario de activos?	1	2	3	4	5	
23	¿Un espacio para el numero del inventario de activo en el formato de la orden de trabajo?	1	2	3	4	5	
24	¿Detalles completos de todas las reparaciones, sus costos, tiempos perdidos y costos relacionados al activo o equipo inmediatamente aplicable?	1	2	3	4	5	
25	¿Indicadores que permitan comparar los costos de reparación, por departamento o por grupo de maquinas?	1	2	3	4	5	
26	¿Estándares de asignación para trabajos de mantenimiento preventivo específico?	1	2	3	4	5	
27	¿Inspecciones internas o de terceros?	2	4	6	8	10	
28	¿Un trabajo de reparación estimado para las principales maquinas o equipos?	1	2	3	4	5	
29	¿Mecanismos especialistas en lubricación que puedan detectar fallas en los equipos?	1	2	3	4	5	
30	¿Un sistema de asignación de trabajo de reparación directa cuando la necesidad exista, o cuando una falla ha sido detectada?	4	8	12	16	20	
31	¿Rutas de lubricación bien definidas?	1	2	3	4	5	
32	¿Un formato de ordenes de trabajo permanentes para trabajos de mantenimiento preventivos periódicos?	1	2	3	4	5	
					TOTAL...		

75 PUNTOS POSIBLES

E	CANTIDAD DE TRABAJO	SI ES ASI, ESTABLECER PORCENTAJE					Puntaje
		> 20	> 40	> 60	> 80	> 100	
	STOCK DE REPUESTO						
	Su administración tiene:						
33	¿Un stock de trabajos llevados semanal o mensualmente y que puedan ser seleccionados para ejecución de acuerdo al tipo?	-	-	-	-	75	
34	¿Método efectivo para evaluar la expansión o reducción del staff o del equipamiento?	5	10	20	30	40	
35	¿Datos para prever las necesidades de sobretiempo o de trabajos externos?	10	15	20	25	30	
36	¿Detalles suficiente sobre la utilización del personal en horas hombre, que permitan tomar decisiones certeras, tales como que órdenes de trabajo pueden ser diferidas, si surgen nuevas prioridades?	-	-	-	-	30	
						TOTAL....	

175 PUNTOS POSIBLES

F	STOCK DE REPUESTO	SI ES ASI, ESTABLECER PORCENTAJE					Puntaje
		> 20	> 40	> 60	> 80	> 100	
	Su administración tiene:						
37	¿Una definición clara de responsabilidades en la administración del almacén de repuestos para mantenimiento?	1	2	3	4	5	
38	¿Un sistema de formato para solicitar repuestos para cada numero de orden de trabajo?	-	-	-	-	10	
39	¿Un chequeo anual de cada ítem almacenado con una forma de disponer o dar de baja al material obsoleto?	-	-	-	-	15	
40	¿Control sistemático de los niveles de stock, en función de las ordenes de trabajo, y de las cantidades a ser solicitadas para compra?	4	8	12	16	20	
						TOTAL...	

50 PUNTOS POSIBLES

G	ADMINISTRACIÓN GENERAL Y REPORTES	SI ES ASI, ESTABLECER PORCENTAJE					Puntaje
		> 20	> 40	> 60	> 80	> 100	
No.	Cuestionario						
	Su administración tiene:						
41	¿Un organigrama en el que se indique todas las responsabilidades?	-	-	-	-	25	
42	¿Un departamento de planificación del mantenimiento?	-	-	-	-	20	
43	¿Suficiente staff administrativo	4	8	12	16	20	
44	¿Un sistema contable para el tiempo de labor y materiales que permitan con suficiente exactitud determinar el gasto por cada trabajo asignado?	5	10	15	20	25	
45	¿Un reporte semanal o mensual sobre el costo de labor, etc.? Para el mantenimiento preventivo, reparaciones, pequeños proyectos, etc.	-	-	-	-	25	
46	¿Un análisis semanal o mensual del stock de trabajos, mostrando su avance versus el cronograma?	-	-	-	-	30	
47	¿Reuniones departamentales al menos una vez semanal en el que se analicen la planificación, reparto de trabajo, métodos de trabajo, tiempos estándar, etc.	-	-	-	-	35	
48	¿Un jefe de mantenimiento que reporte a la dirección técnica?	-	-	-	-	20	
						TOTAL...	

200 PUNTOS POSIBLES

RESUMEN

Este resumen le permitirá determinar a que área de su organización usted debe dedicarle particular atención, por cuanto este podrá tener el puntaje final y su valor porcentual.

	SU PUNTUACION	TOTAL PUNTOS POSIBLES	SU PORCENTAJE
A: ASIGNACION: FORMATOS Y AUTORIZACION		200	
B: TIEMPOS ESTANDARES		60	
C: PLANIFICACIÓN Y DISTRIBUCION DE TRABAJO		200	
D: MANTENIMIENTO PREVENTIVO		75	
E: CANTIDAD DE TRABAJO		175	
F: STOCK DE REPUESTO		50	
G: ADMINISTRACION GENERAL Y REPORTES		200	

Apéndice B: Formulario para registro de pérdidas

PAGINA____DE____

[illegible]

Apéndice C: Evaluación de Capacidades

CLASIFICACION DEL TRABAJO	CONCEPTOS OPERARIO DE CONOCIMIENTO/CAPACIDAD	OP. 1	OP. 2	OP. 3	OP. 4	OP. 5
BASICO	Uso / conocimiento de pernos y tuercas	1	1	1	0	1
	Uso / conocimiento de herramientas	1	0	1	0	1
	Uso / conocimiento de llaves	1	0	1	0	1
	Uso / conocimiento de llaves Conocimiento de árboles y ejes y sus métodos de montaje	1	0	1	0	1
CAPACIDADES DE TALLER	Teoría / práctica de trazado	1	1	+	1	1
	Teoría / práctica de limado	1	1	+	1	1
	Teoría / práctica de rectificado	1	1	+	1	1
	Teoría / práctica de soldadura	1		+		1
ENSAMBLE	Uso / conocimiento de levas, llaves y trinquetes y transmisiones Ginebra	1	1	+	1	1
	Uso / conocimiento de cremalleras, piñones y engranajes	1	1	1	1	1
	Uso / conocimiento de embragues y frenos	1	1	1	1	1
	Instalación, ajuste y reconocimiento de equipo de finalidad especial	1	1	1	1	1
	Habilidad para evaluar y actuar contra fallos inesperados	1	1	1	1	1
HIDRÁULICA / NEUMÁTICA	Uso y conocimiento de controladores de velocidad, controladores de flujo y válvula de retención.	1	1	1	1	1
	Uso y conocimiento de FLRs (filtros..)	1	1	1	1	1
	Uso y conocimiento de válvulas solenoides	1	1	1	1	1
	Uso y conocimiento cilindros	1	1	1	1	1
	Uso y conocimiento de tubería y conectores hidráulicos y neumáticos	1	1	1	1	1
	Conocimiento de layouts de tubería neumática	1	1	1	1	1
PLANOS	Conocimiento de planos	1	0	-	1	+
LUBRICACIÓN	Conocimientos de lubricación	1	0	-	1	+
FUNDAMENTOS	Conocimientos de materiales y su aplicaciones	1	0	1	1	+
	Uso y conocimiento de instrumentos de medida	-	1	-	1	+
OTROS	Uso y conocimiento de motores y transmisiones	-	1	1	1	1
	Uso y conocimiento de bombas de arrastre e hidráulica	-	1	1	1	1
	Uso y conocimiento de alimentadores de piezas y mesas de alimentación	1	1	1	1	1
CONSUMIBLES	Uso y conocimiento de cojinetes	1	+	1	+	-
	Uso y conocimiento de anillos colectores y guarniciones	1	1	1	+	-
SEGURIDAD	Conocimientos y atención a la seguridad	1	1	1	+	-
	Puntuación (máx.) 29 Conocimiento Capacidad					

Apéndice D: Programa de formación en mantenimiento operativo

PROGRAMA AVANZADO (16 UNIDADES)

1 Empresa y organización -Empresa y objetivos -Empresa y organización -Organización y dirección	2 Deberes de los supervisores -Deberes de línea de staff -Auto evaluación	3 Gestión de los equipos -Importancia de los equipos -Gestión de los equipos y su función	4 Gestión del mantenimiento -Relación entre gestión del mantenimiento y producción -Funciones de la gestión del mantenimiento (técnicas y financieras)
5 Vida del equipo y costes de proceso -Costes del ciclo de vida -Temas de reducción y costes de proceso	6 Presupuesto de producción y su función -Sistemas y funciones -La función de la línea y el staff	7 Práctica AM I: -Medir y analizar el status quo	8 Práctica AM II: Medir y analizar el status quo -Medir y analizar el status quo -Analizar problemas -Proponer e implantar contra-medidas
Práctica PM I: Medir y analizar el status quo -Medir y analizar el status quo -Actividades técnicas -Actividades económicas	10 Prácticas PM II: Medir y analizar el status quo -Medir y analizar el status quo -Analizar problemas -Proponer e implementar contra-medidas	11 Prácticas PM III: Medir y analizar el status quo -Medir y analizar el status quo -Diseñar y aplicar estándares de mantenimiento -Evaluación de status y eficacia	12 Prácticas PM IV: Medir y analizar el status quo -Medir y analizar el status quo -Prepara e implementar planes de trabajo de mantenimiento -Evaluar status y eficacia
3 Práctica PM V: Medir y analizar el status quo -Medir y analizar el status quo -Evaluar los registros e informes de mantenimiento y usarlos para el control de fallos y la mejora	14 Control del presupuesto de mantenimiento -Sistema y uso -Reducción de costes de mantenimiento -Medición y evaluación de resultados	15 Capacidad directiva I -Formación interna -Desarrollo de habilidad	16 Capacidad directiva II -Uso de planes de formación -Control de progreso(inventario de habilidades) -Técnicas de evaluación de capacidad

PROGRAMA INTERMEDIO (20 UNIDADES)

1 Métodos de mantenimiento de equipos -Mantenimiento preventivo -Mantenimiento correctivo -Mantenimiento de averías	2 Sistemas de mantenimiento -Mantenimiento diario -Estándares de chequeo -Inspección periódica -Estándares de reparación	Estadística aplicada -Registros de anomalías y fallos y su aplicación (implantación y control)	4 Planificación del mantenimiento -Uso de calendarios de mantenimiento
5 Práctica de habilidades de mantenimiento -Revisión e incremento de capacidades de mantenimiento claves	6 Desarrollo y aplicación de estándares de inspección y chequeo	7 Fabricación e instalación de tubería -Formación de estándares de fabricación y trabajos de instalación de tuberías	8 Conceptos de mecatrónica -Flujo de datos -Construcción y acción de máquinas
9 Técnicas de detección de fallos -La relación entre deterioro y la anomalía/fallo; contramedidas -Estadísticas y su uso en la reducción de fallos	10 Comprobación de condiciones y MTBF Prácticas de comprobación de: -Ruidos -Vibraciones -Temperatura -Aislamiento térmico	11 Detección de anomalías y fallos - Estudios de casos	12 Análisis del caso "peor" -Presentación de las "cinco peores" ejemplos de los lugares de trabajo de los educandos -Investigación de contramedidas
13 Chequeos y mantenimiento de equipos -Chequeo y mantenimiento de componentes -chequeo y mantenimiento periódicos	14 Inspección de equipos -Preparación de tablas de proceso -Preparación de listas de chequeo de inspección -Inspección estática y dinámica -Desmontaje y limpieza	15 Práctica de reparación de equipos -Comprensión de la construcción y funciones del equipo; practicar realizando y registrando reparaciones de acuerdo con diagramas de bloques	16 Moldeo por inyección -Anclajes y fijaciones -Inyectores -Controladores
17 Equipos y circuitos hidráulicos -Sistemas hidráulicos (máquinas de moldeo y prensa) -Estructura y operación de equipo hidráulico -Actuación de mecanismos hidráulicos y circuitos	18 Mantenimiento de equipo hidráulico -Chequeos diarios y periódicos -Mantenimiento -Reparación de averías	19 Ajuste mecánicos -Chequeos y operación de ensayo -Montaje y ajustes de piezas -Mecanismos de control	20 Circuito eléctricos -Interpretación de diagramas de cableado elementales -Ordenador de secuencias -Reparación de averías

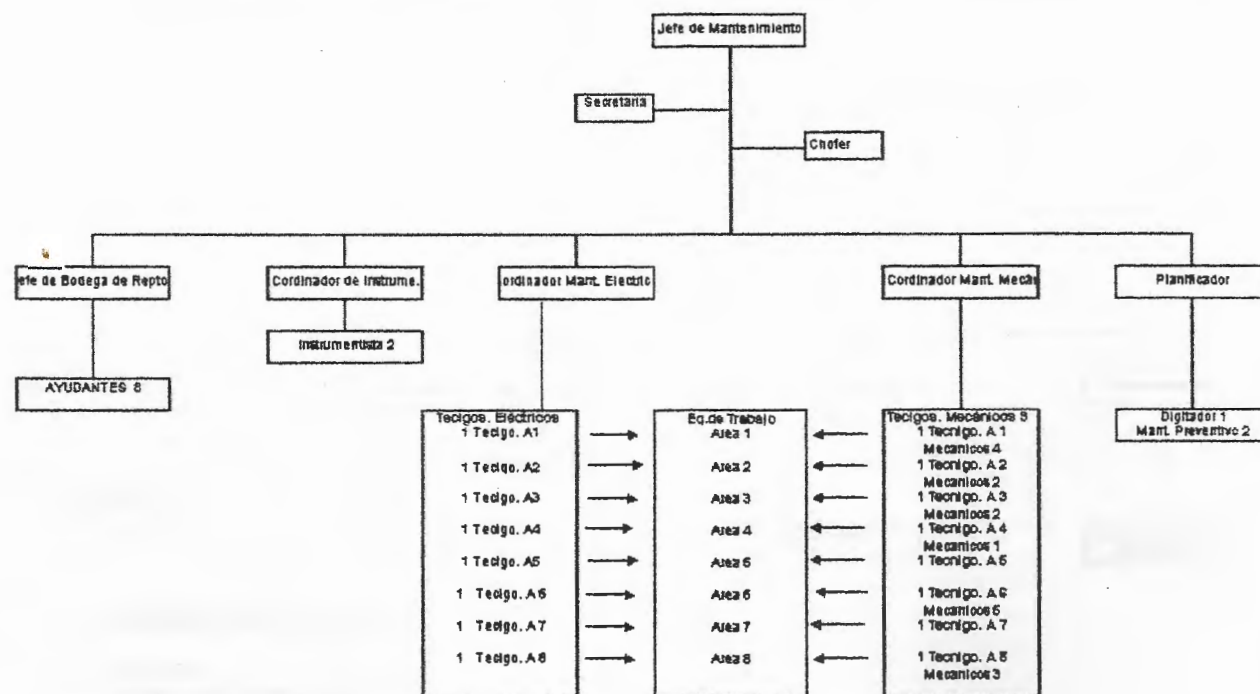
PROGRAMA ELEMENTAL (16 UNIDADES)

1 Básico de pernos y tuercas -Uso y mantenimiento de pernos y tuercas	2 Aplicación de momentos de torsión correctos -Práctica en la realización de chequeos	3 Básico de lubricación -Uso y mantenimiento de lubricantes y grasa -Práctica en evaluación de deterioro de lubricantes	3 Básico de estanqueidad -Uso y mantenimiento de juntas y guarniciones -Práctica en la realización de chequeos
5 Interpretación de planos mecánicos -Montajes básicos -Símbolos de materiales	6 Básico de acoplamiento y llaves -Conocimientos básicos, uso y mantenimiento de cojinetes	7 Básico de engranajes -Uso y mantenimiento de cintas y cadenas	8 Prácticas de revisión -Desmontaje, ensamble y operaciones de test (prácticas)
9 Básico de electricidad -mecanismos y símbolos eléctricos -Interpretación de diagramas de secuencias -uso de medios de test eléctricos	10 Básico de secuenciación -Práctica en cableado de circuitos -Circuitos de arranque y parada de motor -Circuitos de relés térmicos	11 Circuitos de sensores de límite -Circuitos temporizadores -Circuitos de enganche -Circuitos de inversión de marcha de motores -Circuitos de detección de fallos	12 Básico de mantenimiento eléctrico -Seguridad -Práctica en realización de chequeos
13 Básico de hidráulica y neumática -Básico de circuitos hidráulicos y neumáticos -Práctica de desmontaje y montaje de sistemas hidráulicos	14 Estructura y funciones hidráulicas -Ensamble y operación de test en equipo y prácticas -Preparación de diagramas de líneas de ciclos hidráulicos	15 Sistema eléctricos e hidráulicos -circuitos hidráulicos y eléctricos -Preparación de cuadros de temporización	16 Detección de fallos -Detección de fallos usando sistemas hidráulicos de practicas -Practica en la realización de chequeos -resumen

PROGRAMA BASICO (3 UNIDADES)

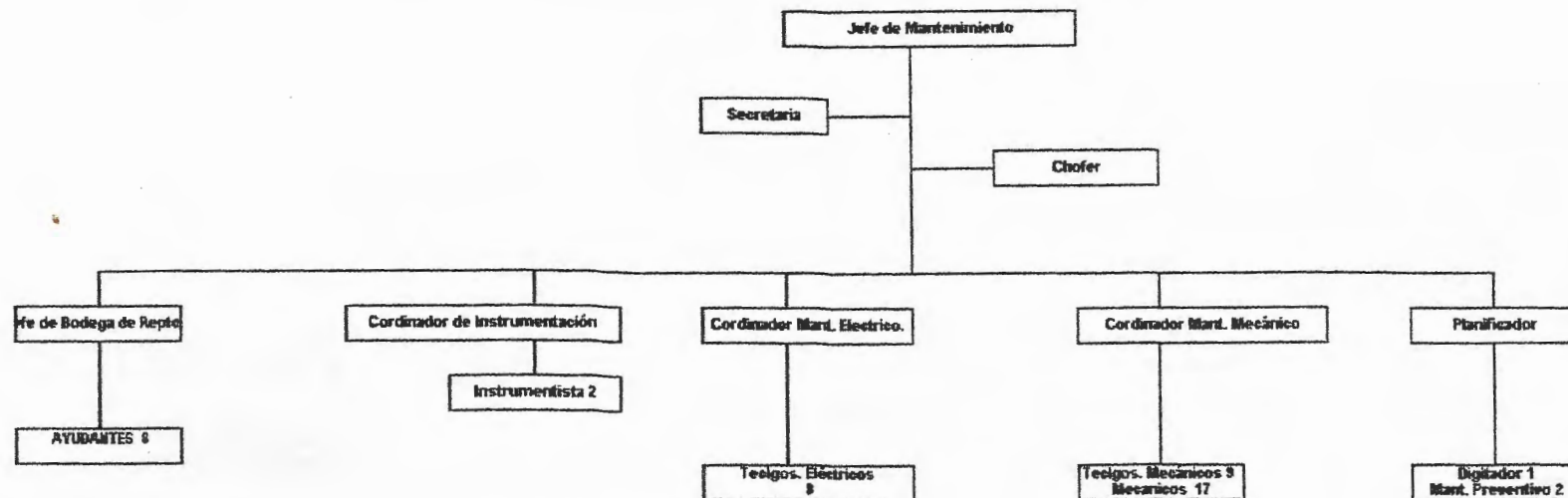
1 Unidades de equipo principal -Tipos y nombres de máquinas de moldeo -Revision general del equipo de producción -Equipo de seguridad	2 Equipo de servicios -Tipos y nombres de equipo de servicios -Revision de equipo de servicios	4 Moldes -Tipos y nombres de moldes para inyección -Tipos y nombres de prensas de estampación	
---	---	--	--

APENDICE E: ORGANIGRAMA DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DEL MANTENIMIENTO



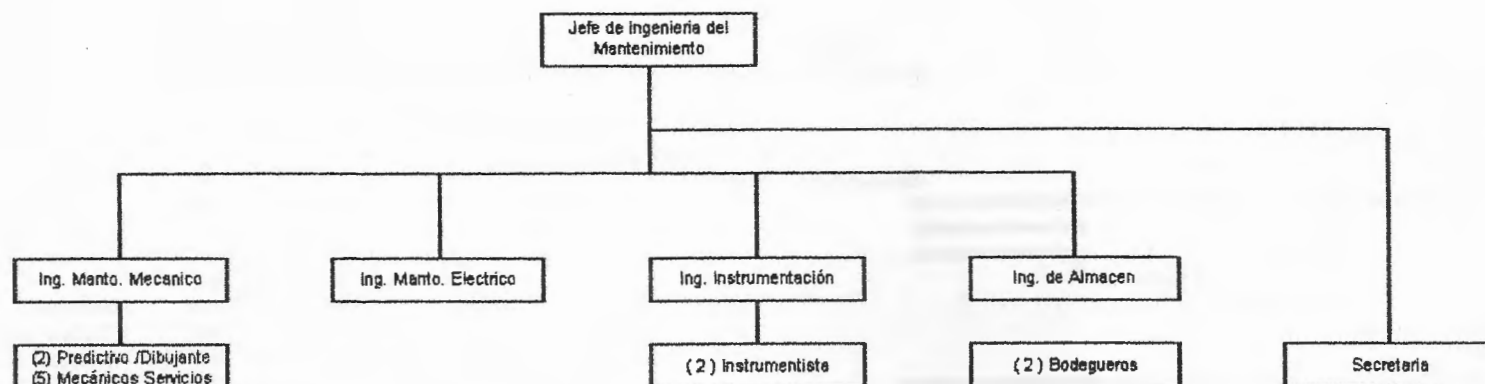
PERSONAL DE MANTENIMIENTO	
INGENIEROS	6
TECNÓLOGOS Y MEC. SERV.	37
ADMIN. Y BODEGA	12
TOTAL	55

ORGANIGRAMA DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DEL MANTENIMIENTO

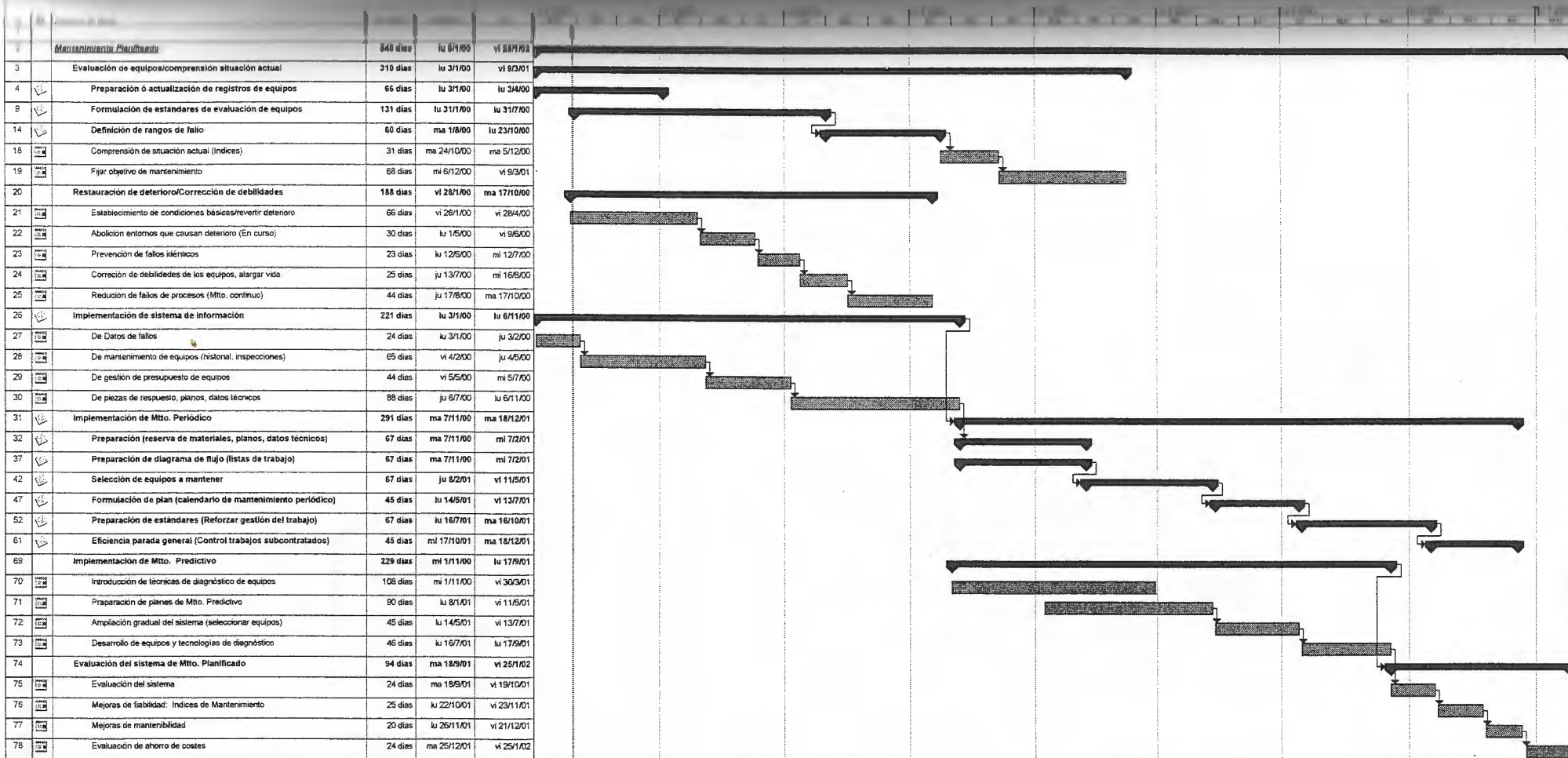


PERSONAL DE MANTENIMIENTO	
INGENIEROS	6
TECNÓLOGOS Y MEC. SERV.	37
ADMIN. Y BODEGA	12
TOTAL	55

ORGANIGRAMA DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DEL MANTENIMIENTO



PERSONAL DE MANTENIMIENTO	
INGENIEROS	5
TECNÓLOGOS Y MEC. SER	9
ADMIN. Y BODEGA	3
TOTAL	17



APENDICE G: SISTEMA DE INSPECCION PREVENTIVO

SEGURIDAD ES LO PRIMERO



REPORTE DE INSPECCIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

SECCION: SECADO

DIA:

FRECUENCIA: DIARIA

EQUIPOS	OBSERVACION	EC-01
BOMBA DE ALTA PRESION		
BOMBA DE VACIO		
VENTILADOR DILUCION		
QUEMADOR		
TRANSPORTADOR T-50.1		
FILTRO DE MANGAS		
TORRE DE SECADO		
DESCARGADORES		

JEFE DE MANTENIMIENTO

RESPONSABLE

EL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO ES LA RELACIÓN DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN

SEGURIDAD ES LO PRIMERO



REPORTE DE INSPECCIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

SECCION: SECADO-BOQUILLAS.

DIA:

FRECUENCIA: DIARIA

EQUIPOS	OBSERVACION	SG-01
CEDAZO VIBRADOR		
TRANSPORTADOR PESADOR GD 50.1		
BOQUILLAS DE ATOMIZACION		
TUBERIA DE GRUMOS		
TUBERIA DE POLVO FINO DEL FILTRO F50.2		
FILTRO MANGA AIR LIFT		
DESCARGADORES		
TUBERIA ALIMENTACIÓN SILOS POLVO BASE		

JEFE DE MANTENIMIENTO

RESPONSABLE

Cuidemos nuestros equipos de trabajo

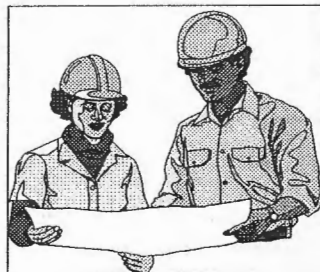
TORNILLO MEZCLADOR DE MATERIAS PRIMAS	
COMPUTADOR DE PROCESO	
GENERADOR DE GASES CALIENTES	
BOMBA DE VACIO	
FILTRO DE MANGAS DE TORRE DE SECADO	
TORNILLO DE TRIPOLIFOSFATO	
TORNILLO DE SULFATO	
TORNILLO DE CARBONATO	
TORNILLO DE ASIMILADOS DE JA	
TORNILLO DE ASIMILADOS VIVA	
BOMBA DE GRUMOS	
RECUPERADOR DE CALOR	
AGITADOR DE TANQUE DE PASTA	
AGITADOR DE TANQUE GRUMOS	
BOMBA RECOLECCION DE AGUA DE ENFRIAMIENTO	

 JEFE DE MANTENIMIENTO

 RESPONSABLE

EL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO ES LA RELACIÓN DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN

SEGURIDAD ES LO PRIMERO



REPORTE DE INSPECCIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

SECCION: SECADO

DIA:

FRECUENCIA: MENSUAL

EQUIPOS	OBSERVACION	SC-M1
BOMBA DE ALTA PRESION		
VARIADOR DE VELOCIDAD BOMBA ALTA PRESION		
VENTILADOR ASPIRACION FINAL		
VENTILADOR DILUCION		
TRANSPORTADOR GD-51.1		
TRANSPORTADOR GD-51.2		
TRANSPORTADOR GD-51.23		
TRANSPORTADOR GD-51.4		
BALANZA CARBONATO		
BALANZA PARA SULFATO		
BALANZA PARA LIQUIDOS		

GENERADOR	
GASES CALIENTES	
BOMBA	
VACIO	
FILTRO DE MANGAS	
TORRE DE SECADO	
DETECTOR DE	
HUMEDAD	
FILTRO DE MANGAS	
AIR LIFT	
FILTRO COLECTOR DE	
POLVO ENVASADO	
FILTRO COLECTOR DE	
POLVO SECADO	
TORNILLO DE	
TRIPOLIFOSFATO	
TORNILLO DE	
SULFATO	
TORNILLO DE	
CARBONATO	
TORNILLO DE	
ASIMILADOS DEJA	
TORNILLO DE	
ASIMILADOS VIVA	
BOMBA RECOLECCION	
DE AGUA DE ENFRIAMIENTO	
BOMBA DE RECUPERACION	
RECORTES	
BOMBA DE	
GRUMOS	

 JEFE DE MANTENIMIENTO

 RESPONSABLE

EL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO ES LA RELACIÓN DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN

SEGURIDAD ES LO PRIMERO



REPORTE DE INSPECCIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

SECCION: SECADO

DIA:

FRECUENCIA: TRIMESTRAL

EQUIPOS	OBSERVACION	SC-T1
BOMBA DE ALTA PRESION		
VENTILADOR ASPIRACION FINAL		
VENTILADOR DILUCION		
TRANSPORTADOR GD-51.1		
TRANSPORTADOR GD-51.2		
TRANSPORTADOR GD-51.23		
TRANSPORTADOR GD-51.4		
TORNILLO MEZCLADOR MATERIA PRIMA		
GENERADOR GASES CALIENTES		
BOMBA DE VACIO		
FILTRO MANGAS		
TORRE DE SECADO		
AGITADOR DE SLURRY # 1		
AGITADOR DE SLURRY # 2		
AGITADOR DE SLURRY # 3		
AGITADOR TANQUE GRUMOS		
AGITADOR TANQUE PASTA		

JEFE DE MANTENIMIENTO

RESPONSABLE

EL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO ES LA RELACIÓN DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN

MANTENIMIENTO PLANEADO DE EQUIPO CRITICO BOMBA DE ALTA PRESION			
SERVICIO DIARIA	INSPECCION	RESP.	FECHA
MARCA: PERONI PUMPS MODELO: 3140 SERIE: 353/82 MOTOR ELECTRICO MARCA: SIEMENS MODELO: 1LA-4209 220 V 124 A 48 HP 1765 RPM	☐ LUBRICACIÓN: • Revisar fugas de aceite en el reductor y en depósito de la transmisión ☐ LIMPIEZA • de la superficie del motor eléctrico • del área cercana a la bomba de alta presión ☐ REVISIÓN • de ruidos extraños en la transmisión • de ruidos extraños o anormales en los cuerpos de la bomba • de los parámetros de funcionamiento de la bomba • de la caída de presión en las líneas de descarga • del correcto funcionamiento del presostato de agua de enfriamiento de los émbolos		

Observaciones

**MANTENIMIENTO PLANEADO DE EQUIPO CRITICO
BOMBA DE ALTA PRESION**

SERVICIO SEMANAL	INSPECCION	RESP.	FECHA
MARCA: PERONI PUMPS MODELO: 3140 SERIE: 353/82 CAJA REDUCTORA Reductor SITI H0220 Bologna ITALIA MOTOR ELECTRICO MARCA: SIEMENS MODELO: 1LA-4209 220 V 124 A 48 HP 1765 RPM	☐ LIMPIEZA • Limpiar exteriormente los tres cuerpos de la bomba • Limpiar los asientos de las válvulas de succión-descarga de cada cuerpo con agua ☐ REVISION • De cada émbolo de la bomba, para determinar de ésta manera daños en la empaquetadura • Del nivel de aceite lubricante del depósito de la bomba de alta presión • Del funcionamiento de la válvula de alivio de la bomba de alta presión ☐ AJUSTE DE PERNOS • De los soportes del motor eléctrico • De las bases del reductor ☐ REVISAR SISTEMA ELECTRICO • Tomar lecturas de AMPERAJE en líneas y comparar con amperajes nominales • Instalación física del motor eléctrico • Limpieza de los contactos del arrancador estrella- triángulo del motor eléctrico • Revisar perfecto funcionamiento de presostato en línea de Slurry ☐ LISTA DE CHEQUEO DE EVALUACIÓN GLOBAL • Chequear que este indicado el contenido y la dirección del flujo • Chequera que estén claramente identificadas las rutas de paso • Verificar que este limpio las paredes y tuberías • Está claramente indicada los parámetros de operación en indicadores de presión		

Observaciones

MANTENIMIENTO PLANEADO DE EQUIPO CRITICO			
BOMBA DE ALTA PRESION			
SERVICIO MENSUAL	INSPECCION	RESP.	FECHA
MARCA: PERONI PUMPS MODELO: 3140 SERIE: 353/82 CAJA REDUCTORA Reductor SITI H0220 Bologna ITALIA MOTOR ELECTRICO MARCA: SIEMENS MODELO: 1LA920-412 220 V 124 A 48 HP 1765 RPM	☐ INSPECCION • El estado de las correas de transmisión • El ajuste tensionado de las bandas • Del alineamiento del motor eléctrico con respecto a la polea del reductor ☐ MONITOREO DE VIBRACIONES Y TEMPERATURAS • A los rodamientos del motor eléctrico • A los soportes de la polea del reductor ☐ REVISIÓN DEL SISTEMA ELECTRICO • Revisar el estado del aislamiento del motor eléctrico • Revisar los bornes de conexión y reajuste de líneas • Reajuste de las conexiones del arrancador ☐ LISTA DE CHEQUEO DE SEGURIDAD • Funcionan apropiadamente los mecanismos de parada de emergencia • Chequear que estén todas la señales de precaución necesacias • Están remarcadas las áreas de trabajo y rutas de seguridad • Chequear que estén colocadas cubiertas de seguridad sobre mecanismos peligrosos • Están funcionando las alarmas de seguridad		

Observaciones

MANTENIMIENTO PLANEADO DE EQUIPO CRITICO			
BOMBA DE ALTA PRESION			
SERVICIO TRIMESTRAL	INSPECCION	RESP.	FECHA
MARCA: PERONI PUMPS MODELO: 3140 SERIE: 353/82 MOTOR ELECTRICO MARCA: SIEMENS MODELO: 1LA-4209 220 V 124 A 48 HP 1765 RPM	☐ REVISAR La superficie de los émbolos de la bomba de alta presión y su respectivo cambio de empaque tigre de 1/4", 5/16" y anillos de politrón UH 6000 el estado físico del acople del matrimonio para verificación de fisuras o discontinuidades el estado físico de los pernos allen inoxidables de sujeción de los cuerpos de la bomba.		

Observaciones

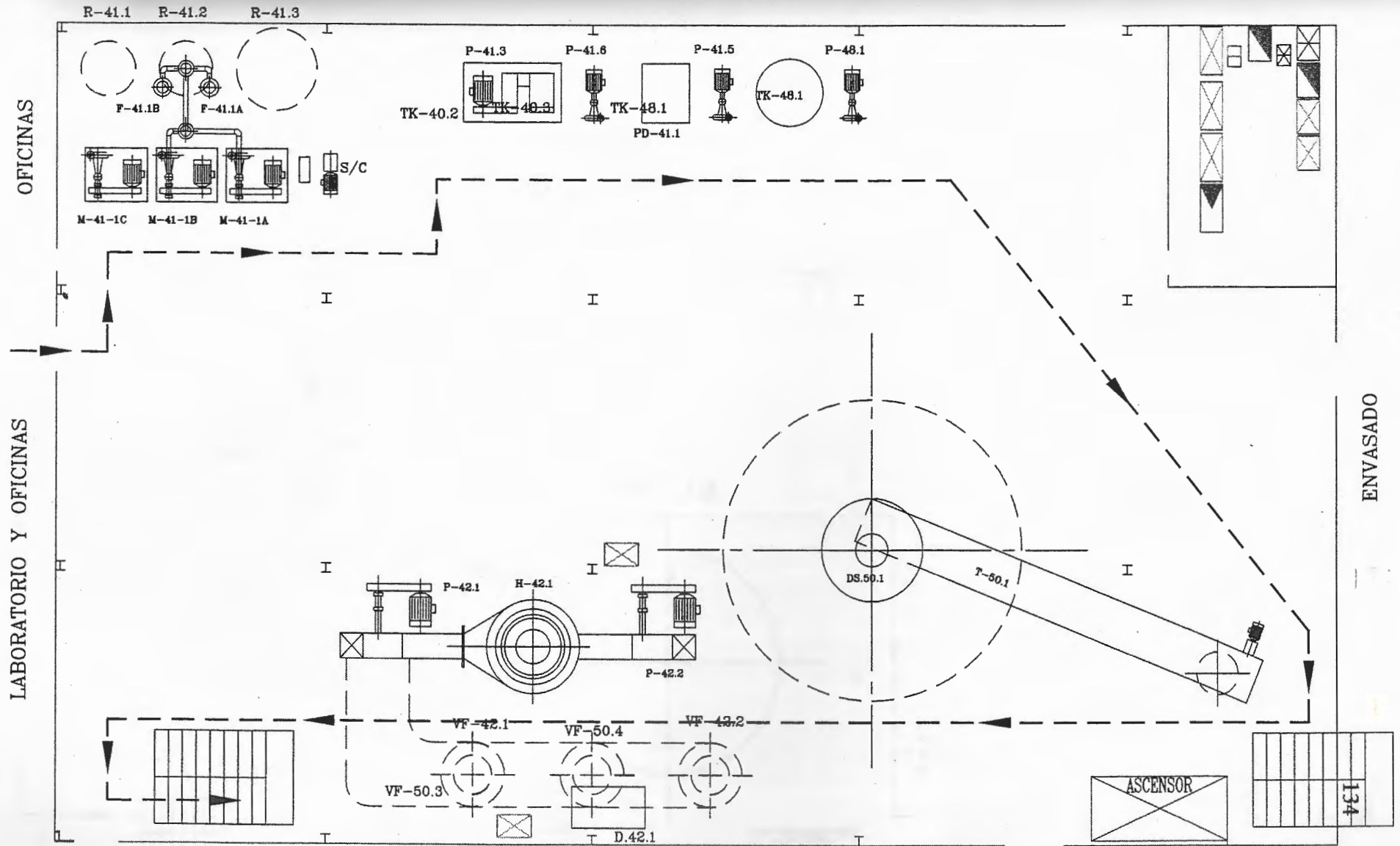
MANTENIMIENTO PLANEADO DE EQUIPO CRITICO			
BOMBA DE ALTA PRESION			
SERVICIO SEMESTRAL	INSPECCION	RESP.	FECHA
MARCA: PERONI PUMPS MODELO: 3140 SERIE: 353/82 MOTOR ELECTRICO MARCA: SIEMENS MODELO: 1LA-4209 220 V 124 A 48 HP 1765 RPM	☐ CAMBIAR - Embolo por presencia de rayaduras en la superficie del cromado ☐ INSPECCION - De la rosca de las tuercas del prensa estopa de las camisas de alojamiento de la bomba de la arandela de sujeción del émbolo a la transmisión de la bomba		

Observaciones

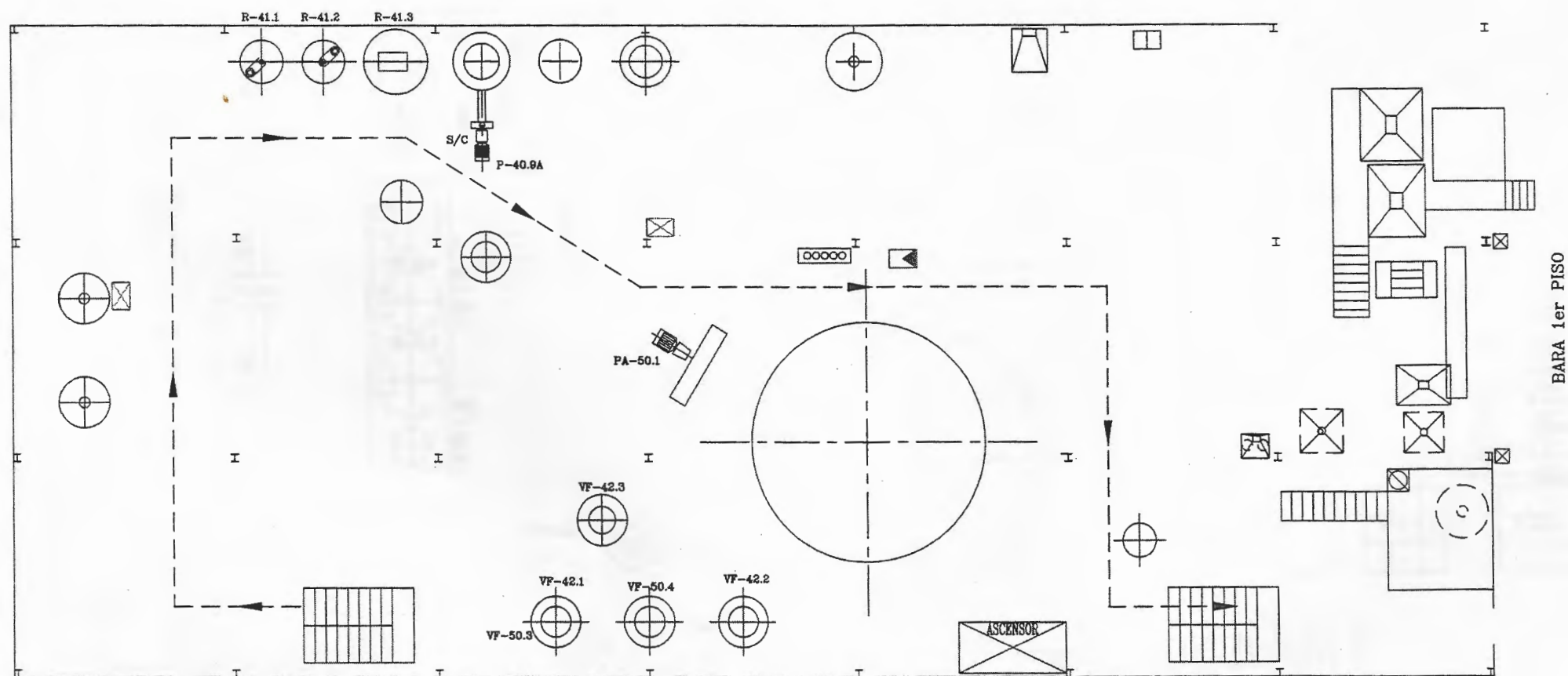
MANTENIMIENTO PLANEADO DE EQUIPO CRITICO		
BOMBA DE ALTA PRESION		RESP. FECHA
SERVICIO ANUAL	INSPECCION	
MARCA: PERONI PUMPS MODELO: 3140 SERIE: 353/82 MOTOR ELECTRICO MARCA: SIEMENS MODELO: 1LA-4209 220 V 124 A 48 HP 1765 RPM	☐ LUBRICACION • Cambiar aceite lubricante del reductor • Cambiar aceite lubricante del depósito de la transmisión • Mandar análisis las muestras de aceite del reductor y del depósito ☐ ANALIZAR CAMBIO • Del acople del matrimonio de la bomba al reductor	

Observaciones

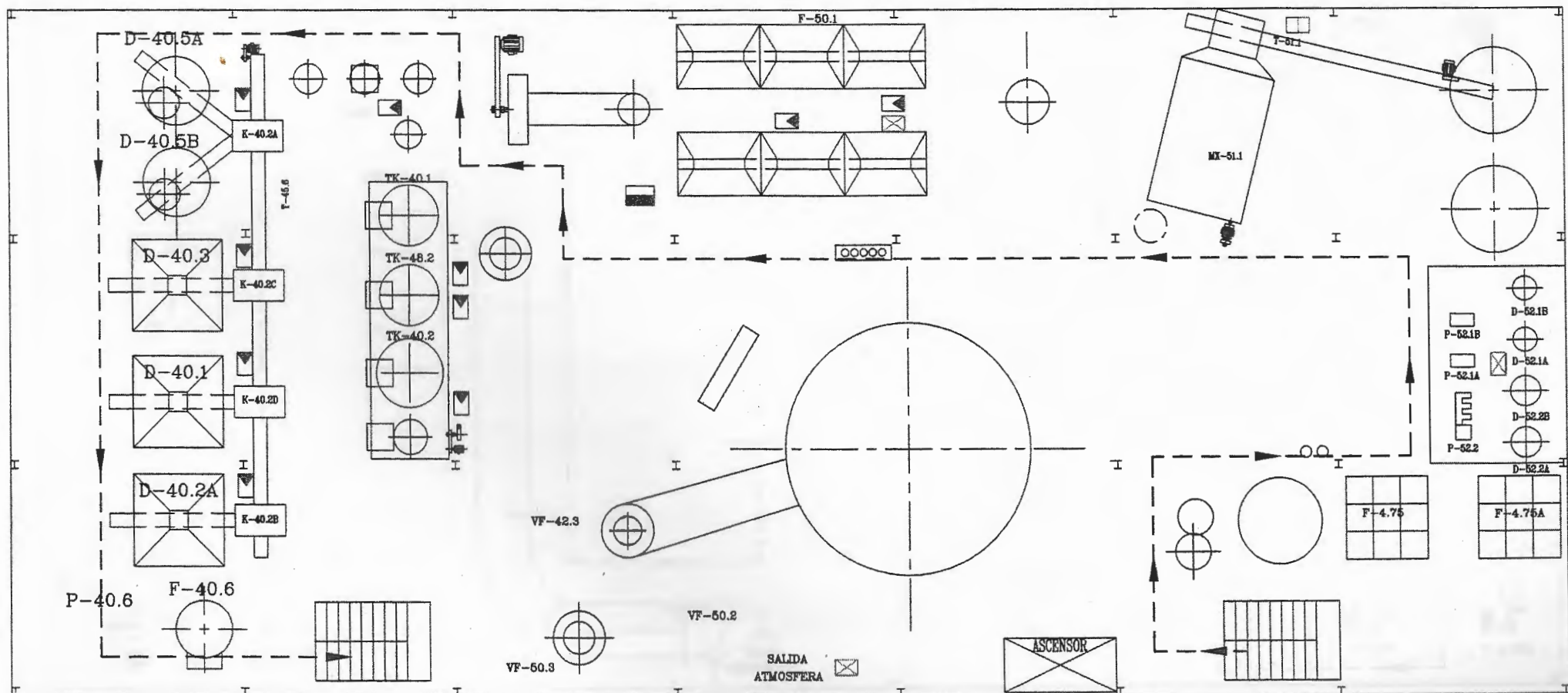
SULFUREX



PRIMER PISO



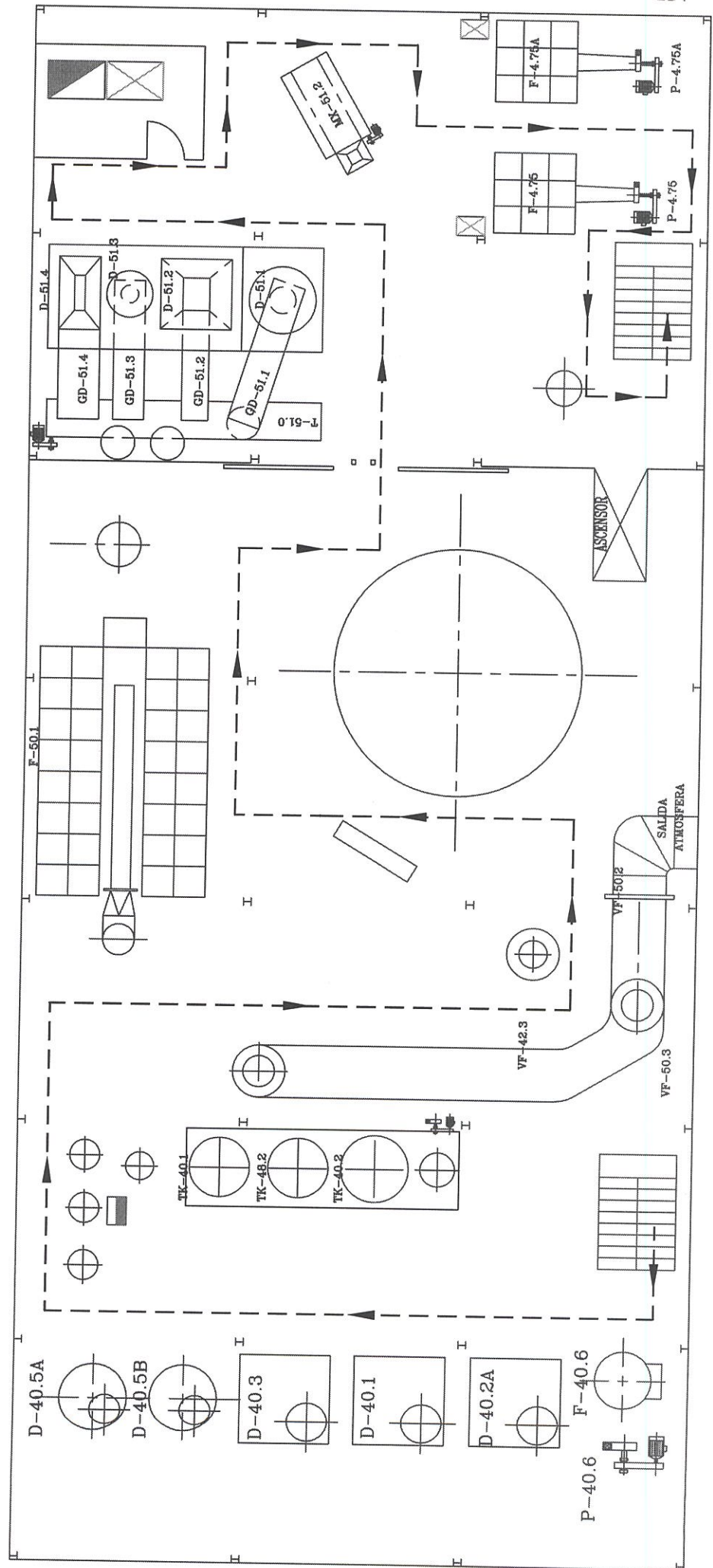
RUTA DE INSPECCION (SECADO) SEGUNDO PISO



197

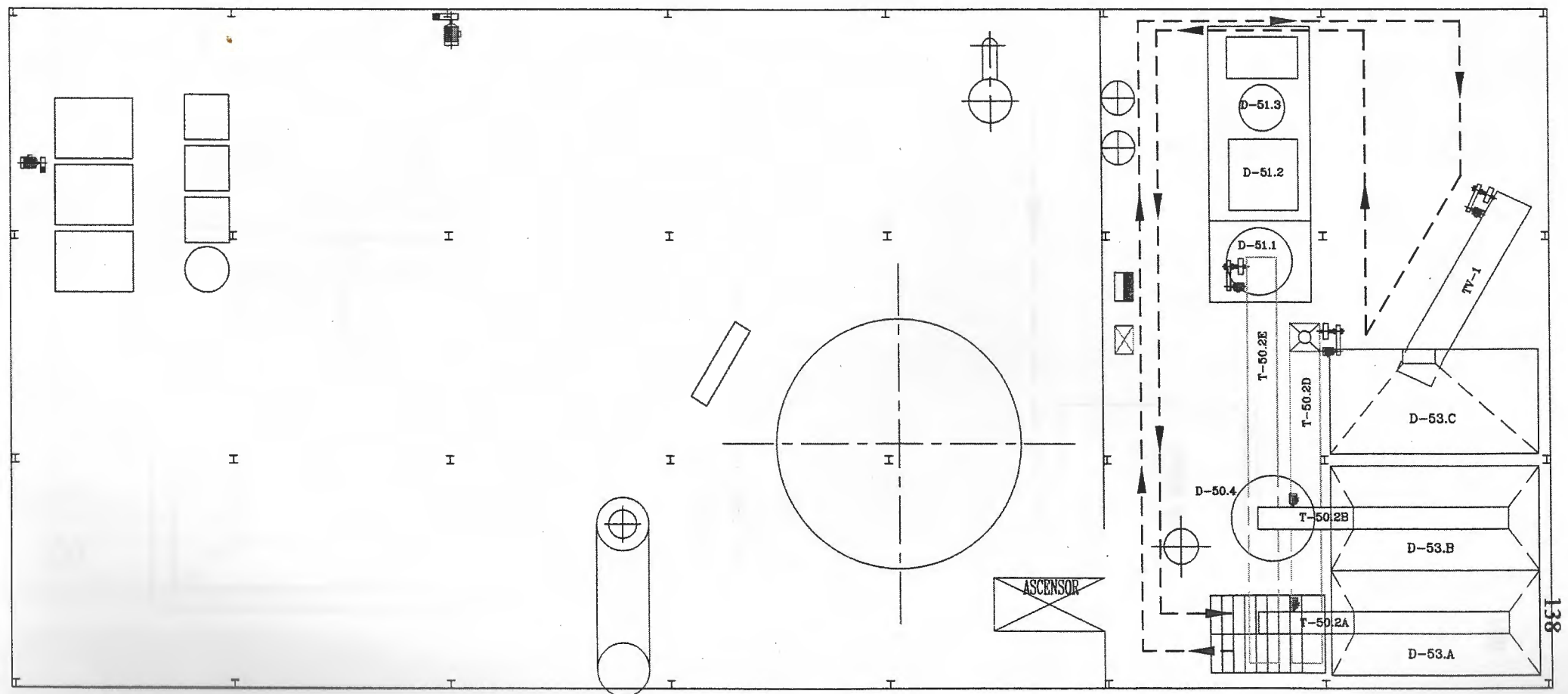
RUTA DE INSPECCION (SECADO)

TERCER PISO



705

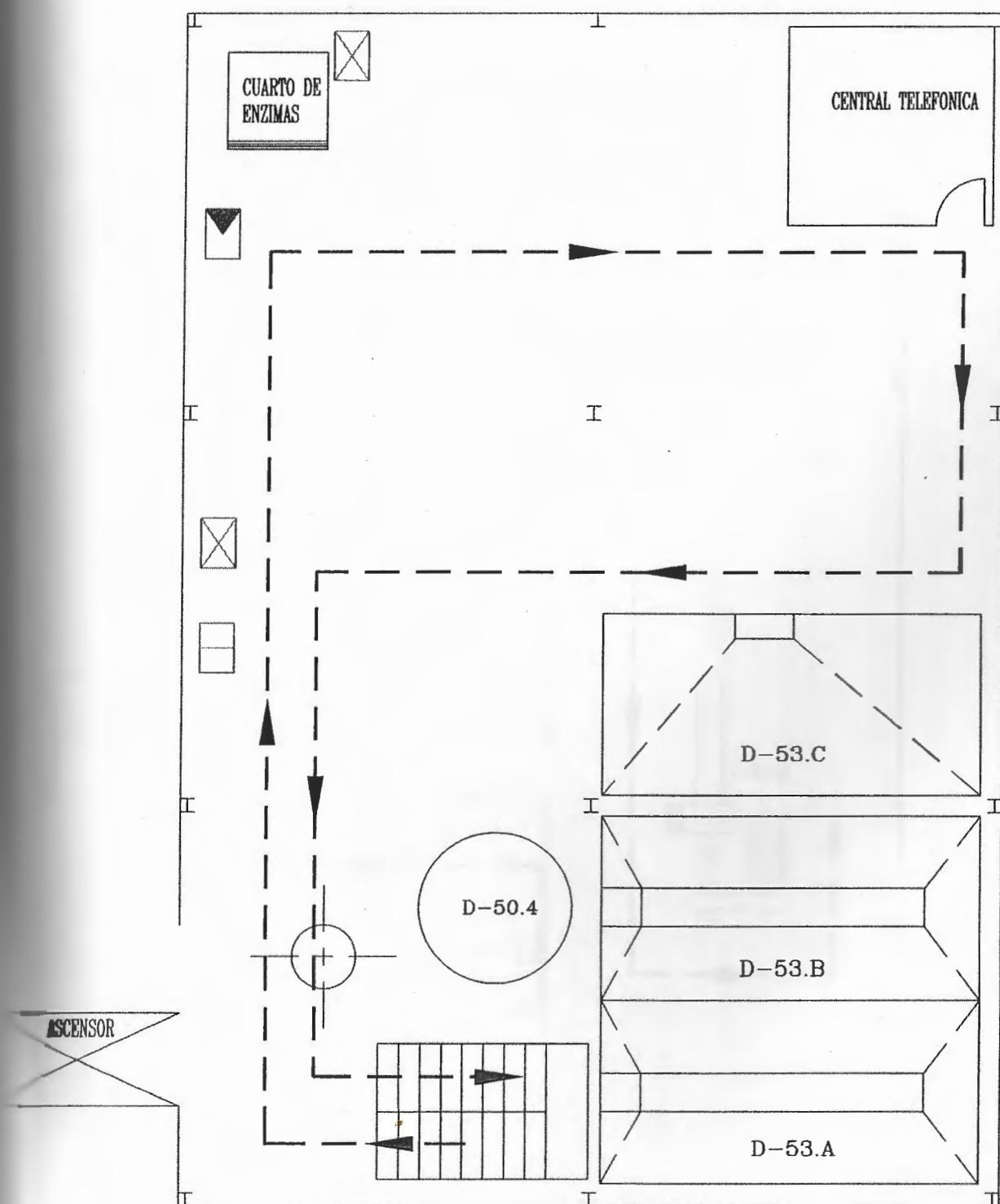
RUTA DE INSPECCION (SECADO)
CUARTO PISO



RUTA DE INSPECCION (SECADO)

139

QUINTO PISO



SEXTO PISO



Apéndice H: Sistema de Ordenes de Trabajo

Todo el proceso de optimización de la administración del mantenimiento al final del día recae en un buen sistema que permita gerenciar todo aquello que le acontece a los equipos en donde procesamos los productos que el mercado demanda.

De esto nace la necesidad de desarrollar un sistema de ordenes de trabajo y es tan vital este punto que la industria de los software cuando diseñan programas para mantenimiento básicamente son software para administrar ordenes de trabajo, dado que este documento plantea una no conformidad de los equipos, misma que es solicitada por alguien que la detectó mediante una inspección programa, para poder levantar esta no conformidad requerirá recursos materiales (compras), recurso humano (horas hombres internas o externas) y recurso equipos. Esto demandará planificación, al ejecutar la orden de trabajo, esta generará historial al registrarla.

Este historial comprenderá:

- Tipos de orden de trabajo

- correctivas
- Emergencia
- Proyectos (Inversión)
- Mejoras
- Preventivas
- Seguridad
- Fin de año

- Tipos de trabajos

- Mecánicos
- Eléctricos
- Electro-mecánicos
- Civiles
- Técnicos especiales
 - Materiales
- Repuestos específicos
- Suministros industriales genéricos
- Lubricantes
 - Costes
- Internos
- Externos
 - Para licitaciones
- Horas programadas
- Horas no programadas
- Frecuencia de fallos
- Tiempo de ocurrencia entre fallos

Es necesario que toda solicitud / orden de trabajo sea producto de una inspección.

Los campos de este documento deben ser llenado por cualquier persona miembro (solicitante) del grupo de trabajo que ejecuto la inspección y enviada al líder del grupo. En las reuniones que tienen los grupos, estos definen se dicha solicitud se

convierte en O/T definiendo su ejecución, ellos o es pasada a ingeniería del mantenimiento debido a que o no existe la ingeniería o se tiene dificultad técnica en su ejecución. En ambos casos son planificadas y obviamente los ejecutores serán distintos.

En este punto espero que usted halla notado la cantidad enorme de información que se genera misma que manualmente es muy difícil de llevar de allí nace la necesidad de automatizar la gestión de administración de las órdenes de trabajo.

COMPANÍA JPR S.A.		SOLICITUD DE ORDEN DE TRABAJO		No.
PARA USO EXCLUSIVO DEL SOLICITANTE		MAQUINARIA/EQUIPO		PRIORIDADES NORMAL ☐ URGENTE ☐
FECHA DE EMISIÓN	SECCION			
/ / DD MM AA				
DESCRIPCION DE LA SOLICITUD DE ORDEN DE TRABAJO:				
PARA USO EXCLUSIVO DE MANTENIMIENTO				
DESCRIPCION DE LA ORDEN DE TRABAJO:				
MATERIALES A USAR				
CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	U/M	OBSERVACION
GRUPO HUMANO NECESARIO:				
HORAS ESTIMADAS	HORAS REALES	FECHA INICIAL	FECHA INICIAL	
		/ /	/ /	
		DD MM AA	DD MM AA	
		HORA INICIAL:	HORA FINAL:	
Emitido por	Revisado por	Aprobado por	Recibido por	Vto. Bno. por
SOLICITANTE	PLANIFICADOR	JEFE DE MANTENIMIENTO	BODEGUERO	RECEPCION

PROGRAMA ANUAL DE INSPECCIONES PREDICTIVAS 2000

APENDICE I: SISTEMA DE INSPECCION PREDICTIVO

SECCION: SECADO

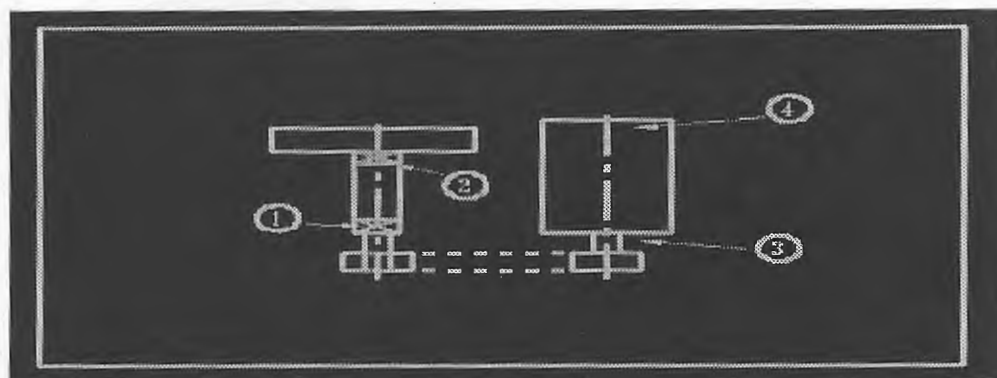
S Inspección semanal
Q Inspección Quincenal
M Inspección mensual

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
ENERO				D	D	D	D	S		D	D	D	D	D	Q		D	D	D	D	D	S		D	D	D	D	D	D	S		D
FEBRERO	D	D	D	D	S		D	D	D	D	D	D		D	D	D	D	D	S		D	D	D	D	D	M		D	D			
MARZO	D	D	D	S		D	D	D	D	D	Q		D	D	D	D	D	S		D	D	D	D	D	M		D	D	D	D	D	
ABRIL	S		D	D	D	D	D	Q		D	D	D	D	D	S		D	D	D	D	D	M		D	D	D	D	D	D	S		
MAYO	D	D	D	D	D	D		D	D	D	D	D	S		D	D	D	D	D	M		D	D	D	D	D	S		D	D	D	
JUNIO	D	D	S		D	D	D	D	D	S		D	D	D	D	D	M		D	D	D	D	D	S		D	D	D	D	D		
JULIO	Q		D	D	D	D	D	S		D	D	D	D	D	M		D	D	D	D	D	S		D	D	D	D	D	D	Q		D
AGOSTO	D	D	D	D	S		D	D	D	D	D	M		D	D	D	D	D	S		D	D	D	D	D	Q		D	D	D	D	
SEPTIEMBRE	D	S		D	D	D	D	D	M		D	D	D	D	D	S		D	D	D	D	D	Q		D	D	D	D	D	S		
OCTUBRE	D	D	D	D	D	M			D	D	D	D	D	S		D	D	D	D	D	Q		D	D	D	D	D	D	S		D	D
NOVIEMBRE	D	D	D	M		D	D	D	D	D	S		D	D	D	D	D	Q		D	D	D	D	D	S		D	D	D	D		
DICIEMBRE	D	M		D	D	D	D	D	S		D	D	D	D	D	Q		D	D	D	D	D	S		D	D	D	D	D			

JEFE DE MANTENIMIENTO

PLANIFICADOR

MEDICION DE VIBRACIONES

EQUIPO
SECCIONVENTILADOR DE DILUCION
SECADO

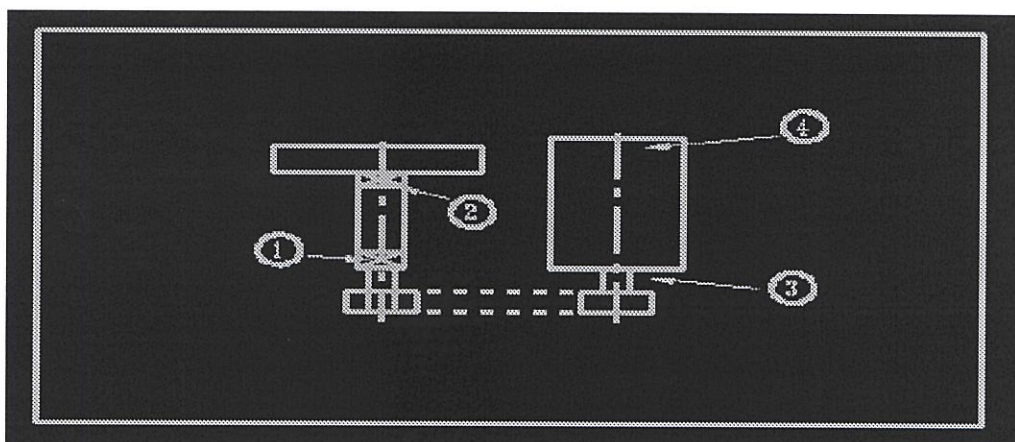
FECHA									
PUNTO									
CHUMACERA POLEA									
H									
V									
A									
T (C)									
CHUMACERA ACOPLE									
H									
V									
A									
T (C)									
ROD/MOTOR/POLEA									
H									
V									
A									
T (C)									
ROD/MOTOR/VENT									
H									
V									
A									
T (C)									

OBSERVACIÓN

MEDICION DE VIBRACIONES

EQUIPO VENTILADOR P - 50.2

SECCION SECADO



FECHA								
PUNTO								
CHUMACERA POLEA								
H								
V								
A								
T (C)								

CHUMACERA ACOPLE								
H								
V								
A								
T (C)								

ROD/MOTOR/POLEA								
H								
V								
A								
T (C)								

ROD/MOTOR/VENT								
H								
V								
A								
T (C)								

OBSERVACIÓN

INGENIERIA DE PLANEACION							
RUTA DE MEDICION DE VIBRACION POR MAQUINA							
SECCION: SECADO				SECTOR: SEGUNDO PISO			
No.	NOMBRE DEL EQUIPO	CODIGO	PUNTOS	FREC	SENTIDO		
					H	V	A
1	TORNILLO DEL DESCARGADOR DE SULFATO	T-40.1	* rodamiento descarga		X	X	X
			* rodamiento / acople		X	X	X
			* rodamiento / reductor	15NA	X	X	X
			* rodamiento / motor / polea		X	X	
			* rodamiento / motor / ventilador		X	X	
2	TORNILLO DEL DESCARGADOR DE TRIPOLIFOSFATO	T-40.2A	* rodamiento descarga		X	X	X
			* rodamiento / acople		X	X	X
			* rodamiento / reductor	15NA	X	X	X
			* rodamiento / motor / polea		X	X	
			* rodamiento / motor / ventilador		X	X	
3	TORNILLO DEL DESCARGADOR DE CARBONATO	T-40.3	* rodamiento descarga		X	X	X
			* rodamiento / acople		X	X	X
			* rodamiento / reductor	15NA	X	X	X
			* rodamiento / motor / polea		X	X	
			* rodamiento / motor / ventilador		X	X	
4	TORNILLO DEL DESCARGADOR DE ASIMILADOS DEJA	T-40.5A	* rodamiento descarga		X	X	X
			* rodamiento / acople		X	X	X
			* rodamiento / reductor	15NA	X	X	X
			* rodamiento / motor / polea		X	X	
			* rodamiento / motor / ventilador		X	X	
5	TORNILLO DEL DESCARGADOR DE ASIMILADOS DE VIVA	T-40.5B	* rodamiento descarga		X	X	X
			* rodamiento / acople		X	X	X
			* rodamiento / reductor	INCEN	X	X	X
			* rodamiento / motor / polea		X	X	
			* rodamiento / motor / ventilador		X	X	
6	TORNILLO DE MATERIAS PRIMAS	T-45.6	* rodamiento / piñon		X	X	X
			* rodamiento posterior		X	X	X
			* reductor		X	X	
			* rodamiento / motor / reductor		X	X	
			* rodamiento / motor / ventilador		X	X	
7	VENTILADOR ASPIRACION FINAL	P-50.1	* rodamiento del ventilador		X	X	X
			* rodamiento plea	SEM	X	X	X
			* rodamiento / motor / polea		X	X	X
			* rodamiento / motor / ventilador		X	X	
8	TORNILLO T- 50.3 A	T-50.3A	* chumacera piñon		X	X	
			* chumacera posterior		X	X	X
			* rodamiento reductor	15NA	X	X	X
			* rodamiento / motor / reductor		X	X	
			* rodamiento / motor / ventilador		X	X	

INGENIERIA DEL MANTENIMIENTO							
RUTA DE MEDICION DE VIBRACION Y TEMPERATURA POR MAQUINA							
SECCION: SECADO				SECTOR: TERCER PISO			
No.	NOMBRE DEL EQUIPO	CODIGO	PUNTOS	FREC	SENTIDO		
					H	V	A
1	VENTILADOR ASPIRACION BALANZAS DE MATERIA PRIMA	P-40.6	* chumacera polea		X	X	X
			* chumacera ventilador	QUINCENAL	X	X	X
			* rodamiento / motor / polea		X	X	
			* rodamiento / motor / ventilador		X	X	
2	VENTILADOR ASPIRACION FILTRO TRIPOLIFOSFATO	P-40.2A	* rodamiento / motor / entrada	QUINCENAL	X		
			* rodamiento / motor / posterior		X		
3	VENTILADOR ASPIRACION FILTRO SULFATO	P-40.1	* rodamiento / motor / entrada	QUINCENAL	X		
			* rodamiento / motor / posterior		X	X	
4	VENTILADOR ASPIRACION FILTRO CARBONATO	P-40.3	* rodamiento / motor / entrada	MENSUAL	X		
			* rodamiento / motor / posterior		X	X	
5	VENTILADOR ASPIRACION FILTRO ASIMILADOS DEJA	P-40.5A	* rodamiento / motor / entrada	QUINCENAL	X		
			* rodamiento / motor / posterior		X	X	
6	VENTILADOR ASPIRACION FILTRO ASIMILADOS VIVA	P-40.5B	* rodamiento / motor / entrada	MENSUAL	X		
			* rodamiento / motor / posterior		X	X	
7	TANQUE DE PASTA	TK-40.1	* rodamiento / acople		X	X	
			* rodamiento / acople / reductor	QUINCENAL	X	X	
			* rodamiento / motor / reductor		X	X	
			* rodamiento / motor / ventilador		X		
8	TANQUE DE GRUMOS	TX-48.2	* rodamiento / acople		X	X	
			* rodamiento / acople / reductor	QUINCENAL	X	X	
			* rodamiento / motor / reductor		X	X	
			* rodamiento / motor / ventilador		X		
9	VENTILADOR DEL SCRUBBER	P-40.4	* chumacera / polea		X	X	
			* chumacera / ventilador	QUINCENAL	X	X	
			* rodamiento / motor / polea		X	X	
			* rodamiento / motor / ventilador		X	X	
10	TRANSPORTADOR	T-51.0	* rodamiento reductor		X	X	
			* rodamiento / motor / acople	SEMANAL	X	X	
			* rodamiento / motor / ventilador		X	X	
11	TRANSPORTADOR PESADOR	GD-51.1	* rodamiento reductor		X	X	X
			* rodamiento / motor / reductor	SEMANAL	X	X	
			* rodamiento / motor / ventilador		X	X	
12	TRANSPORTADOR PESADOR	GD-51.2	* rodamiento / reductor	SEMANAL	X	X	X
			* rodamiento / variador		X	X	
13	TRANSPORTADOR PESADOR	GD-51.3	* rodamiento / reductor	SEMANAL	X	X	X
			* rodamiento / variador		X	X	
14	TRANSPORTADOR PESADOR	GD-51.4	* rodamiento / reductor	MENSUAL	X	X	X
			* rodamiento / variador		X	X	
15	VENTILADOR FILTRO MANGAS	F-47.5	* rodamiento / polea		X	X	X
			* rodamiento / ventilador	SEMANAL	X	X	X
			* rodamiento / motor / polea		X	X	X
			* rodamiento / motor / ventilador		X	X	X
16	VENTILADOR FILTRO MANGAS	F-47.5A	* rodamiento / polea		X	X	X
			* rodamiento / ventilador	SEMANAL	X	X	X
			* rodamiento / motor / polea		X	X	X
			* rodamiento / motor / ventilador		X	X	X

INGENIERIA DEL MANTENIMIENTO							
RUTA DE MEDICION DE VIBRACION Y TEMPERATURA POR MAQUINA							
SECCION: SECADO			SECTOR: CUARTO PISO		SENTIDO		
No.	NOMBRE DEL EQUIPO	CODIGO	PUNTOS	FREC	H	V	A
1	TRANSPORTADOR	T-50.2E	* rodamiento reductor		X	X	X
			* rodamiento / motor / polea	MENSUAL	X	X	X
			* rodamiento / motor / ventilador		X		
2	VENTILADOR FILTRO MANGAS CARBONATO	P-51.2	* rodamiento / motor / polea	MENSUAL	X		
			* rodamiento / motor / ventilador		X	X	
3	TRANSPORTADOR	T-50.2D	* rodamiento / reductor		X	X	X
			* rodamiento / motor / reductor	MENSUAL	X	X	
			* rodamiento / motor / ventilador		X	X	
4	TRANSPORTADOR T 50.2A	T-50.2A	* rodamiento / reductor		X	X	X
			* rodamiento / motor / reductor	MENSUAL	X	X	
			* rodamiento / motor / ventilador		X	X	
5	TRANSPORTADOR SILO T 50.2B	T-50.2B	* rodamiento / reductor		X	X	X
			* rodamiento / motor / reductor	MENSUAL	X	X	
			* rodamiento / motor / ventilador		X	X	

INGENIERIA DEL MANTENIMIENTO							
RUTA DE MEDICION DE VIBRACION Y TEMPERATURA POR MAQUINA							
SECCION: SECADO				SECTOR: SEXTO PISO			
No.	NOMBRE DEL EQUIPO	CODIGO	PUNTOS	FREC	SENTIDO		
					H	V	A
1	TRANSPORTADOR PESADOR	GD-50.1	* rodamiento / reductor	SEMANAL	X	X	X
			* rodamiento / variador		X	X	
2	TORNILLO	T-50.4	* chumacera piñon		X	X	
			* chumacera posterior	QUINCENAL	X	X	X
			* rodamiento / motor / piñon		X	X	
			* rodamiento / motor / ventilador		X	X	
3	VENTILADOR	P-50.2	* chumacera / polea		X	X	X
			* chumacera / ventilador	SEMANAL	X	X	X
			* rodamiento / motor / polea		X	X	
			* rodamiento / motor / ventilador		X	X	

APÉNDICE J: LECCIÓN DE UN PUNTO

¿QUÉ ES?

- Analiza solo un aspecto de :
 - La estructura de maquina.
 - El procedimiento.
 - El funcionamiento del proceso.
- Duración de 5 a 10 minutos.
- Realizada por miembros de núcleo.
- Sirve para la auto capacitación.

ES UNA HERRAMIENTA.

- Sirve para:
 - Entrenamiento en cascada:
- Líderes o persona con experiencia entrenando.
 - Poner en practica el liderazgo.
 - Ser puesta en practica de inmediato.

PROPÓSITOS:

- Mejorar conocimiento de la maquinaria.
- Comunicar información de:
 - Problema
 - Mejora
- Compartir información importante (Reafirmar trabajo en equipo)
- Mejorar a todos los miembros del núcleo.

FILOSOFIA

- El núcleo debe:
 - Desarrollar la lección.
 - Llenar el formato.
 - Explicar la lección.
 - Discutirla abiertamente con todos en la planta
 - Mejorarla



TIPOS

- Conocimientos básicos:
 - Nivelar el conocimiento teórico práctico de todos.
 - Seguridad, Calidad, Operación, Parte de máquinas.
- Ejemplos de problemas:
 - Basado en problemas reales.
 - Sirven para evitar que se repitan.
- Ejemplos de mejoras para:
 - Asegurar que se usen.
 - Compartir formas de encontrar soluciones

CONSEJOS:

- Escoja un tema de interés.
- Use fotos, dibujos, no solo palabras.
- Cambie el formato si hace falta.
- Haga una LUP apenas haya un problema.
De esta manera está fresco en la mente de datos

AL PRESENTAR:

- Explique las razones por las que escogió el tema.
- Haga preguntas para:
 - Involucrar a todos
 - Estar seguros del entendimiento.
- Haga uso de objetos reales siempre que sea posible.
- Presente la lección varias veces.
- Apunte la fecha y personas que atendieron la lección.

FORMATO TIPO INDICE

- 1.- **NUMERO:** INDICA LA SECUENCIA DE LECCIONES DE IP. ESTE NUMERO DEBE SER REGISTRADO POR EL ING. DE MANTENIMIENTO.
- 2.- **TEMA:** INDICA EL TEMA A TRATAR EN LA LECCION DE IP. EL TEMA PUEDE SER REFERENTE A EQUIPOS, INSTRUMENTOS, MECANISMOS, HERRAMIENTAS, ETC. CUYO FUNCIONAMIENTO QUIERE SER BIEN ENTENDIDO Y EXPLICADO.
- 3.- **SECCIONES** = INDICA LAS AREAS DONDE SE PUEDE APLICAR ESTA LECCION DE IP.
- 4.- **INFOR. ADJUNTA:** INDICA SI SE ADJUNTA INFORMACION TECNICA RELEVANTE ADICIONAL DE ESTA LECCION.
- 5.- **RECUADRO:** AREA PARA COLOCAR FIGURA, ESQUEMA O DIBUJO QUE PERMITA OBSERVAR EL EQUIPO Y AYUDE A COMPRENDER SU FUNCIONAMIENTO.
- 6.- **OBJETIVO:** INDICAR BREBEMENTE EL PROPOSITO QUE SE DESEA ALCANZAR CON LA EXPLICACION DE ESTA LECCION.
- 7.- **FUNCIONAMIENTO:** INDICA LA MANERA CLARA EL PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO OBJETO DE ----- SI ES POSIBLE INDICAR LA RELACION CON EL PROCESO DONDE SE ENCUENTRA INSTALADO.
- 8.- **MODO DE LIMPIEZA:** INDICAR LAS ACCIONES QUE SE DESEAN EVITAR Y CORREGIR.

DETALLAR PASO APASO LAS ACCIONES QUE AYUDARIAN A REALIZAR UNA MEJOR FUNCION Y OPTIMIZAR LOS PROCESOS.

9. - PRECAUCIONES:

INDICAR LAS ACCIONES DE SEGURIDAD QUE SE DEBEN TOMAR PARA EVITAR RIESGOS, INCIDENTES, ACCIDENTES Y / O DAÑOS.

10.- PREPARADO POR: INDICAR LA PERSONA, FECHA Y REVISION QUE SE ELABORO ESTA LECCION DE IP.

11.- CAPAC. A CARGO DE :

INICA EL NOMBRE DE LA PERSONA QUE PRESENTA Y DA LA INSTRUCCIÓN DE ESTA LECCION DE IP

12.-PERSONAL CAPACITADO:

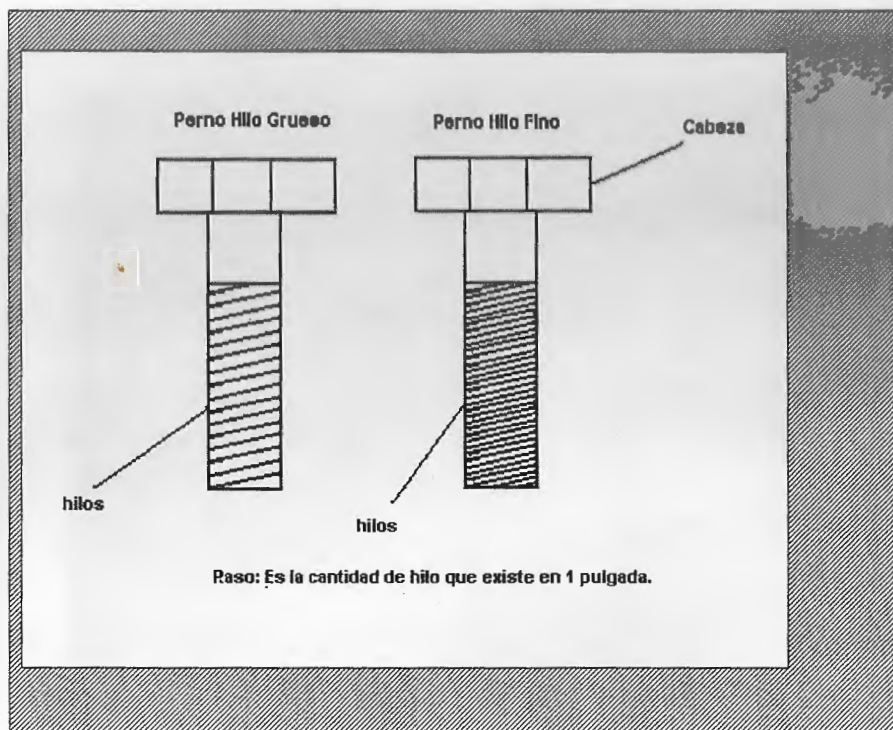
INDICA EL PERSONAL QUE RECIBIRA ESTA LECCION DE IP EN LA FECHA INDICADA ABAJO.

LECCION DE UN PUNTO

INGENIERIA Y MANTENIMIENTO

NUMERO: 2
TEMA: Pernos de Hilo Fino y Hilo Grueso
SECCIONES: En todas la secciones
INFORMACIÓN ADJUNTA:

TPM
COMPLEJO INDUSTRIAL KM 25



OBJETIVO: Aprender a diferenciar entre perno hilo fino y perno de hilo grueso.

APLICACIONES

Perno de Hilo Grueso. Son utilizado para amarrar de piezas que no esten expuesta a altas vibraciones, Ejemplos: amarras de tubos entre bridas.
Pernos de Hilo Fino. Estos pernos son utilizado en equipos que estan expuesto a altas vibraciones.

DIFERENCIA ENTRE PERNOS

Los perno de hilo fino tiene un paso mayor que los pernos de hilo grueso y esto hace que tenga mayor capacidad de fijacion.

FORMA DE FIJACION

Los pernos pueden ser apretados por llaves de boca, coronas, Hexagonales o dados, esto depende de la forma de la cabeza del perno.

PRECAUCIONES:

Nunca instalen pernos de hilo grueso en maquinas que esten expuesta a altas vibraciones.
Nunca enrosque pernos con tuerca con pasos diferentes. Esto puede ocasionar que la tuerca y el perno se destruyan.

Preparado por:

Fecha:

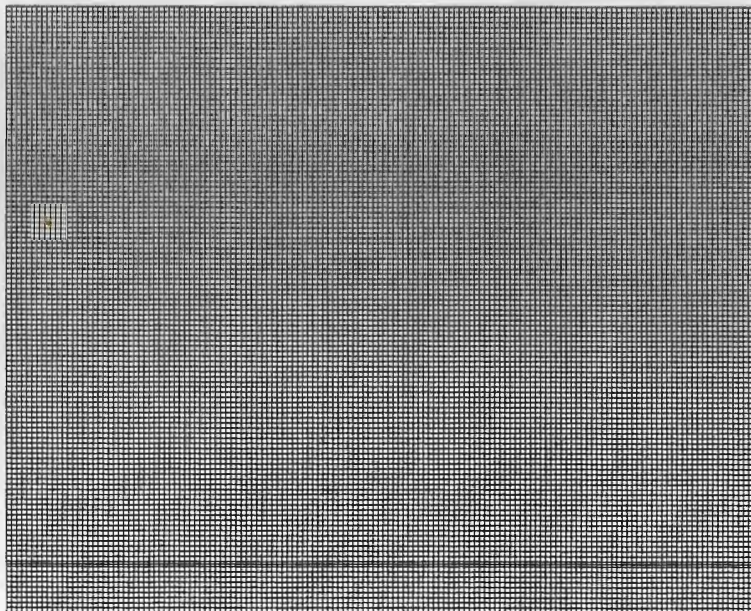
Revisado:

CAPACITACION A CARGO DE PERSONAL CAPACITADO							
FECHA	___/___/1999	___/___/1999	___/___/1999	___/___/1999	___/___/1999	___/___/1999	___/___/1999

LECCION DE UN PUNTO

INGENIERIA Y MANTENIMIENTO

NUMERO: 3
 TEMA: INCRUSTACIONES DE CALDERO
 SECCIONES: CALDEROS
 INFORMACIÓN ADJUNTA: _____



OBJETIVO: Mostrar cómo y que efectos produce las incrustaciones

FUNCIONAMIENTO:

Cómo se forman?

Las incrustaciones se forman debido a las sales disueltas (Sales de calcio, Magnesio, Bicarbonatos, Sulfatos, Nitratos, Cloruros,) en el agua, Estas sales que son poco solubles tienden a precipitarse sobre la superficie produciendo una capa dura y aislante de difícil remoción.

MODO DE EMPLEO:

Es de vital importancia evitar la formación de incrustaciones la misma que se determina por análisis y se expresa como P.P.M. Para eliminar ésta dureza se usa ablandadores del agua.

PRECAUCIONES:

La presencia de incrustaciones en un caldero provoca las siguientes consecuencias:

- * Pérdida de eficiencia
- * Incremento en el consumo de combustible
- * Recalentamiento de tubos
- * Fallas costosas
- * Corrosión acentuada.

CAPACITACION A CARGO DE	JOSE PERALTA						
PERSONAL CAPACITADO	MANTTO.						
FECHA	26/07/99	___/___/1999	___/___/1999 9	___/___/1999	___/___/1999	___/___/1999	___/___/1999

Preparado por Ing. José Peralta

Fecha: 26-jul-99

Revisión: Ing. José Peralta

LECCION DE UN PUNTO

INGENIERIA Y MANTENIMIENTO

NUMERO: 11
TEMA: Valvula de Bola
SECCIONES: Todas
INFORMACIÓN ADJUNTA:

TPM

OBJETIVO: Aplicación de Valvulas de bolas

DEFINICION: Una válvula de bola (cierre rapido) se puede definir como un aparato mecánico con el cual podemos controlar de manera rapida la circulación del liquido mediante una pieza móvil (bola)

TIPOS DE VALVULAS: Existen diferentes tipos de válvula según su instalación:

- a) Rotunda ,
- b) Brindada
- c) Empernada

PARTES DE UNA VALVULA: Las partes en las cuales está constituido las válvulas son:

- a) Manija o palanca
- b) Cuerpo
- c) Bola (Elemento de obstrucción)
- d) Empaques

UTILIZACION: Se la utiliza esta válvula cuando se quiere controlar rápidamente el cierre o la abertura del paso del fluido.
Se aplica en diferentes aplicaciones tales como: agua, polimeros, lubricantes, vapor, condensado, lubricantes, aire comprimido, etc.

PRECAUCIONES:

- 1.- Cuando se quiere regular la presión del fluido no es recomendable utilizar este tipo de válvula
- 2.- Dependiendo del tipo de fluido que se va a ser utilizada la válvula se deberá seleccionar de manera adecuada las piezas internas(Cuerpo, elemento de obstrucción, empaques)
- 3.- No manipular estas válvulas cuando el sistema operando.

Preparado por: Eduardo Peñañel
Fecha: 24-ene-00
Revisado: Ing. Horacio Panchano O.

CAPACITACION A CARGO DE							
PERSONAL CAPACITADO							
FECHA	/ /1999	/ /1999	/ /1999	/ /1999	/ /1999	/ /1999	/ /1999