

870 117

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA



PROYECTO PARA LA IMPLANTACION DE UN SISTEMA
DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN COMPAÑIA
MINERA DE CANANEA

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A

FRANCISCO JAVIER AMAVIZCA VALLE

GUADALAJARA, JALISCO.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2002

EJEMPLAR UNICO



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



ESCUELA AUTONOMA
DE
INGENIERIA
J. Aguilera
DIRECTOR
ING. LUIS JORGE AGUILERA C.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



SCUELA DE INGENIERIA

Guadalajara, Jal., 27 de Junio de 1983.

Al Pasante de
Ingeniero Mecánico Electricista.
Area: Sistemas Eléctricos y Electrónicos.
Sr. Fco. Javier Amavizca Valle.
P r e s e n t e . -

En contestación a su solicitud de fecha 27 de -
Junio del presente año, me es grato informarle que la Comisión de Te-
sis que me honro en presidir, aprobó como tema que usted deberá desa-
rrollar para su Examen de Ingeniero Mecánico Electricista, el que a-
continuación transcribo:

"PROYECTO PARA LA IMPLANTACION DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVEN-
TIVO EN COMPANIA MINERA DE CANANEA".

INTRODUCCION.

- I.- OBJETIVOS DEL SISTEMA.
 - II.- CONCEPTOS Y DEFINICIONES. -
 - III.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y REPARACIONES MAYORES.
 - IV.- ESTUDIOS DE APOYO.
 - V.- CONTROL DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO Y MANO DE -
OBRA.
 - VI.- CONTROL DE MATERIALES.
 - VII.- PLANEACION Y PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO.
- CONCLUSIONES.
- BIBLIOGRAFIA. -

Jac

###

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Ruego a usted tomar nota que la copia fotografiada del presente Oficio, deberá ser incluida en los preliminares de todo ejemplar de su Tesis.

A T E N T A M E N T E
"CIENCIA Y LIBERTAD "

Ing. Luis Jorge Aguilera Castillas.
DIRECTOR.
Escuela de Ingeniería.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

A MI PADRE:

Con todo cariño y respeto
por brindarme todo su apo
yo y fé en mí.

Sr. Gabriel Amavizca Melen
drez,

A MI MADRE:

Por su amor y cariño que
siempre me tiene en todo
momento,

Sra. Rosa Amelia Valle de --
Amavizca.

A MIS HERMANOS:

Como estímulo para que
siempre sigan adelante
en la meta que se han
trazado en la vida. -

Mireya, Marco Antonio,
Gabriel, Angelica, Verónica y Mario.

A MI ESPOSA JUDITH:

Por todo su amor, cariño,
paciencia y fé que siem--
pre tiene en mí.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

A MI ALMA MATER:

Por ser la cuna de todos
mis conocimientos.

A MIS MAESTROS:

Que con sus conocimientos
me enseñaron a amar mi ca
rrera y profesión.

A MIS COMPAÑEROS:

Que compartieron conmi
go los buenos y malos-
momentos de nuestra ca
rrera.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

I N D I C E

	INTRODUCCION
I	OBJETIVOS DEL SISTEMA
II	CONCEPTOS Y DEFINICIONES
III	MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y REPARACIONES MAYORES
IV	ESTUDIOS DE APOYO
V	CONTROL DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO Y MANO DE- OBRA
VI	CONTROL DE MATERIALES
VII	PLANEACION Y PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO
	CONCLUSIONES
	BIBLIOGRAFIA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INTRODUCCIONASPECTOS FISICOS

<p style="text-align: center;">TESIS CON FALLA DE ORIGEN</p>
--

SITUACION GEOGRAFICA:

El Distrito Minero de Cananea está situado en la parte norte -- central del Estado de Sonora, México, aproximadamente a 290 Kilómetros al noroeste de Hermosillo, la capital del Estado, y como a 40 kilómetros al sur de la línea divisoria internacional con Estados Unidos de América. Las coordenadas geográficas de la ciudad de Cananea, Sonora, son: 31 grados, 01 minutos, 35 segundos latitud norte, y 110 grados, 15 minutos, 56 segundos longitud oeste de Greenwich (ver plano).

EXTENSION TERRITORIAL:

La actual superficie del Municipio es de 1,104 Hectáreas.

LIMITES Y DIVISION POLITICA:

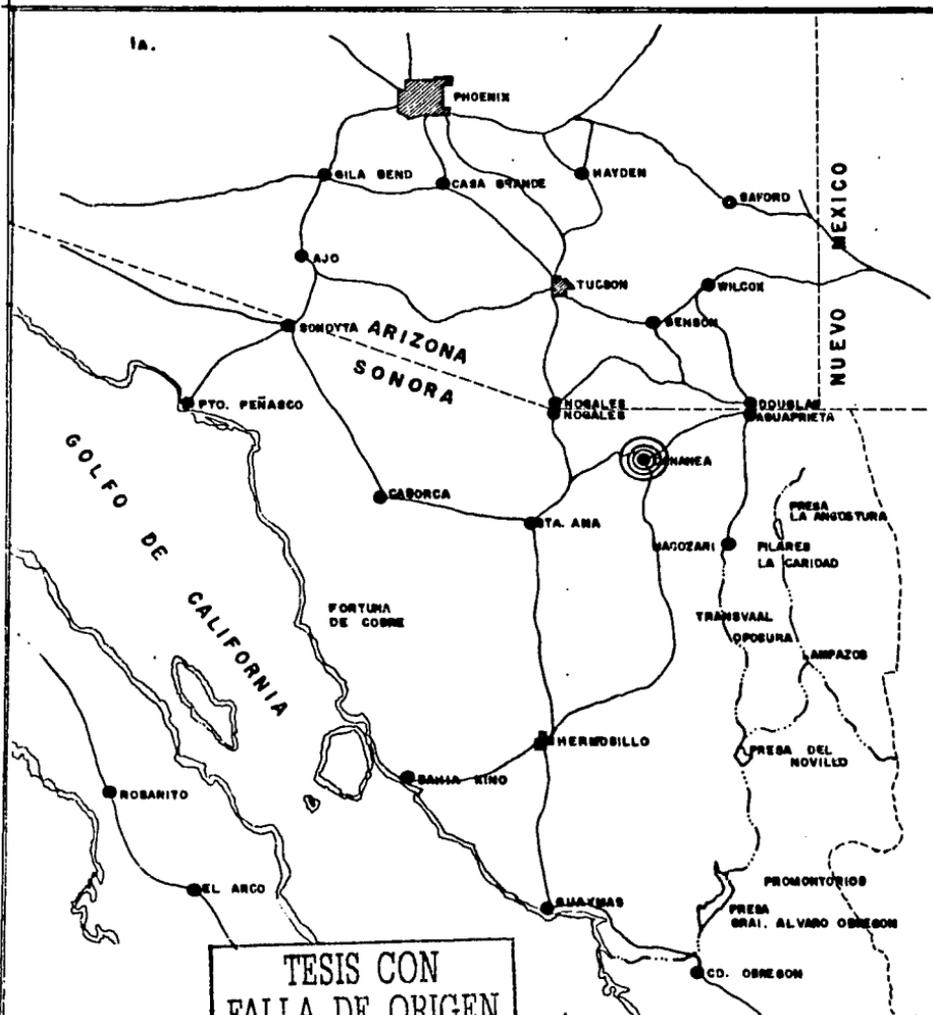
El Municipio de Cananea colinda con los siguientes municipios: al Norte con Naco y Santa Cruz; al Sur con Arizpe; al Este con Agua Prieta y Fronteras; al Oeste con Imuris.

A pesar de lo extenso del Municipio, se puede decir que no tiene división política, pues salvo la Comisaría de Bacanuchi, los poblados más grandes dentro de la jurisdicción municipal, vienen a ser los siete ejidos ganaderos, en cuyas zonas urbanas de cada uno de ellos sólo existe un delegado de policía.

HIPSOMETRIA:

Cananea está sentada sobre las estribaciones occidentales de la

1a.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ESTADO DE SONORA



ESCUELA D INGENIERIA	
PLANO DE LOCALIZACION DE CANAÑA, SONORA, MEXICO.	
P. J. A. V.	P. A. M. P.
ESCALA: 1 : 1,500,000	

Sierra Madre Occidental, con una orientación Noroeste-Sureste, a una altitud media que fluctúa entre 1,600 y 1,650 metros sobre el nivel del mar, aunque algunas sierras cercanas alcanzan alturas mayores, como se verá más adelante.

HIDROGRAFIA:

El drenaje pluvial corre, principalmente, hacia el Sur y Suroeste corriendo el Río de Sonora, que nace en el Ojo de Agua de Arvayo aproximadamente a 12 Kilómetros al Sureste de Cananea. El río corre hacia el Sur por los pueblos de la sierra hasta desembocar en la presa "Abelardo L. Rodríguez" en Hermosillo, Sonora.

Los arroyos de la parte Norte de Cananea desembocan en el sistema Gila-Colorado, y los del Suroeste en el Río Magdalena.

OROGRAFIA:

Cananea se levanta en una cordillera de la Sierra Madre, entre planicies y llanuras, presentándose en su porción occidental -- los más fuertes declives. Las montañas tienen una elevación media de 1,800 Metros sobre el nivel del mar, siendo el pico más alto "La Elenita", con 2,483 Metros; la siguiente sierra de altura es "La Mariquita", que se localiza al Noroeste de la ciudad con una altura de 2,476 Metros. Al Noroeste se encuentra la mina "San José"; al Este la sierra de "Los Ajos"; al Suroeste la sierra de Bacanuchi; al Sureste la sierra de Cananea, la Mina y, al Oeste de la Mina, la sierra "La Elenita", anteriormente mencionada. Un poco más lejanas las sierras de Mababi y Papigochi.

GEOLOGIA GENERAL:

Las principales rocas del Distrito de Cananea son de origen íg-

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

neo, presentándose también rocas sedimentarias metamórficas. La historia geológica de la región es un poco compleja; la fuerte alteración y mineralización se extiende en una franja extensa de 10 Kilómetros de largo y 3.5 Kilómetros de ancho. Dentro de esta franja las rocas han sufrido un notable cambio en su composición original, coincidiendo con deformaciones estructurales regionales, las cuales contribuyeron a la complejidad del ambiente geológico.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4

ANTECEDENTES HISTORICOS:

I - INTRODUCCION

1) Historia del Distrito Minera de Cananea:

La historia del Distrito de Cananea puede resumirse cronológicamente de la siguiente manera:

- 1726 - Se inician los trabajos de explotación por misioneros-Jesuitas, trabajando la mina "Cobre Grande", rica en minerales de oro y plata.
- 1830 - Ignacio Pérez y José María Arvayo construyeron la primera planta o fundición en "El Riito".
- 1860 - El General Ignacio Pesqueira compró varias minas de Cananea, iniciando un programa de explotación en conjunto; el mineral se transportaba en mulas al puerto de Guaymas, donde se embarcaba a Inglaterra.
- 1883 - S. Beenham fundó Cananea Mining Company.
- 1886 - El Lic. Hilario Gavilondo fué el fundador de la Empresa Minera Mexicana.
- 1889 - Se inicia la explotación conjunta de las minas de Cananea bajo la dirección de William S. Green, quien adquirió los derechos de la Empresa Minera Mexicana dando origen a la Green Cananea Company. En este mismo año se instaló el primer horno así como la primera concentradora, con capacidad de 2,000 toneladas diarias.
- 1926 - Se descubrió la famosa mina "La Colorada", dando minerales de alta ley; ésta se trabajó sin interrupción -- hasta el año de 1944, año en que se terminó de instalar la concentradora de 12,000 toneladas diarias de capacidad, para beneficiar minerales de baja ley.

- 1944 - Se realiza un cambio de la extracción de mineral, es cuando se empieza a trabajar el tajo a cielo abierto, quedando obsoletos los trabajos subterráneos para este Distrito.
- 1962 - Se le dió el nombre de Compañía Minera de Cananea, S.A., de C.V.
- 1971 - El Gobierno Mexicano llega a un acuerdo con Anaconda - Mining Company para mexicanizar la empresa. La razón social cambió a Compañía Minera de Cananea, S.A.

6

SITUACION ACTUAL DE COMPAÑIA MINERA DE CANANEA:

Mediante un plan estructurado durante 1979, mismo que contempla ba la adición de un equipo de mina (2 palas de 27 Yds.³, rotarrias, camiones, etc.), la construcción de una séptima sección - de molienda, construcción de una planta de Extracción por Solventes y Deposición Electrolítica (ESDE) y construcción de una planta de precipitación anexa, llevaron a la empresa a capacidad de proceso de más o menos 218,000 Tons. por día de material total en la mina, 30,000 Tons/día en la planta concentradora, - 40 Tons/día de cobre en la planta ESDE, una producción máxima - de 20 Tons. de cobre/día en la planta de precipitación y 70,000 Tons. de cobre/año en la Fundición. (Todo ésto para el año de 1982.)

A continuación se dará una descripción de los cinco departamentos de producción, los cuales son: a) Mina, b) Concentradora, - c) Lixiviación y Precipitación, d) Planta de Extracción por Solventes y Deposición Electrolítica (ESDE), y e) Fundición. (Ver Figura No. 1.)

MINA

El proceso productivo de la mina se inicia en Ingeniería del Tajo, con la localización de los llamados bancos de mineral. Estos, al no ser posible extraerlos de una manera global, se hace necesario fraccionarlos, y en los planos se marcan los lugares - en los que se deberán colocar los barrenos. Toda esta información se transfiere al campo indicando con estacas donde deben - colocarse los barrenos para, posteriormente, perforar los señalamientos utilizando las máquinas rotarias. Después de hacerse los barrenos, se muestrea el material obtenido para que en el - laboratorio se determine su contenido de cobre. A continuación, los barrenos son cargados con explosivos y se procede a provocar la detonación, utilizando para ésto un cordón detonante que tiene una velocidad de 22,000 piés por segundo y transmite las-

- 1 MINA
- 2 QUEBRADORA PRIMARIA
- 3 QUEBRADORA SECUNDARIA
- 4 CONCENTRADORA
- 5 SECADOR DE CONCENTRADO
- 6 HORNO REVERBERO

- 7 TIRADERO DE ESCORIA
- 8 HOFNO CONVERTIDOR
- 9 TERREROS DE LIXIVIACION
- 10 PLANTA ESDE
- 11 CATODOS DE COBRE
- 12 PLANTA DE PRECIPITACION

- 13 CEMENTO DE COBRE
- 14 COBRE BLISTER
- 15 TIRADERO DE TEPETATE
- 16 REPRESO DE RETENCION
- 17 ESCORIA DE CONVERTIDOR
- 18 A COBRES DE MEXICO

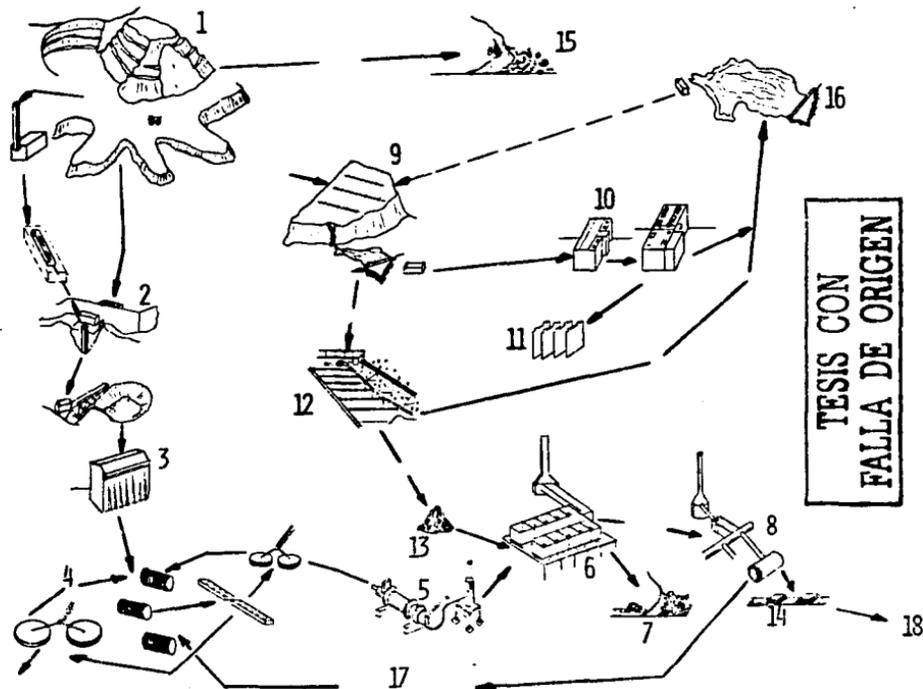


FIGURA 1

u
8

detonaciones a todas las cargas explosivas. Con la explosión, se fracciona el material y permite que el equipo de palas y camiones lo manejen adecuadamente.

El material obtenido con la explosión se clasifica en tres tipos: Mineral, Lixiviable y Tepetate. A partir de este punto se inicia el procedimiento a través del cual se cargan los camiones de material y éste es transportado ya sea a la quebradora primaria si se trata de mineral, o a los vaciadores si se trata de tepetate; el lixiviable es depositado en terreros donde es regado con soluciones ferrocupríferas, y la solución obtenida al pié del terrero es enviada ya sea a Planta de Precipitado o a Planta ESDE. Se considera que es material lixiviable cuando el mismo posee 0.28% ó más de cobre, y se considera tepetate cuando contiene menos de 0.28% de mineral.

CONCENTRADORA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La concentradora está, principalmente, dividida en tres secciones, siendo éstas: la sección de Trituración donde se realiza la trituración del mineral; la sección de Molienda, donde se forma la pulpa para seguir el procesamiento y, finalmente, la sección de Flotación, donde se recuperan los valores de cobre para su envío a Fundición.

Nuestro Punto de contacto con la mina se localiza en la trituradora primaria; es aquí donde los camiones depositan el material obtenido de los tajos, que consiste en mineral fraccionado con rocas de aproximadamente un metro de diámetro, y en la trituradora primaria se uniformizan, obteniendo unidades de aproximadamente 13 cm. de diámetro o menos.

En la trituradora secundaria el material es sometido a otra reducción, obteniéndose un tamaño menor. A todo esto es a lo que llamamos preparación mecánica del mineral. De aquí, el mineral triturado pasa a lo que es la Concentradora en sí, a las tolvas de finos, en donde molinos de barras y molinos de bolas dispo--

nen del material para someterlo a la molienda y clasificación. De los molinos, se obtiene una pulpa cuyas especificaciones - principales son que el producto salga con 40% de sólidos, y que las partículas de mineral no excedan el tamaño adecuado para poder seguir adelante con el proceso de flotación. La pulpa aquí obtenida se encuentra ya lista para proceder a la extracción de los valores de cobre en las celdas de flotación, en donde, con la adición de algunos reactivos químicos que son colectores y espumantes principalmente, y con la ayuda de cal para controlar la alcalinidad de la pulpa así como el aire y la agitación dentro de las celdas, es suficiente para obtener una espuma en la que se recuperan los valores de cobre de los que estamos haciendo mención. La espuma recogida se somete a un proceso de remolienda, de limpia y de relimpia para obtener, finalmente, un concentrado de aproximadamente 24% de cobre. Esto, todavía tiene que ser sometido a dos procesos operativos como lo son, primero, el proceso de espesamiento ya que el material viene con una gran cantidad de agua y, segundo, el proceso de filtrado.

Finalmente, el material, ya con un menor grado de humedad del 15 ó 16% real, está en condiciones de manejarse mejor, recogiendo en camiones de 35 Tons. que lo transportan a Fundición.

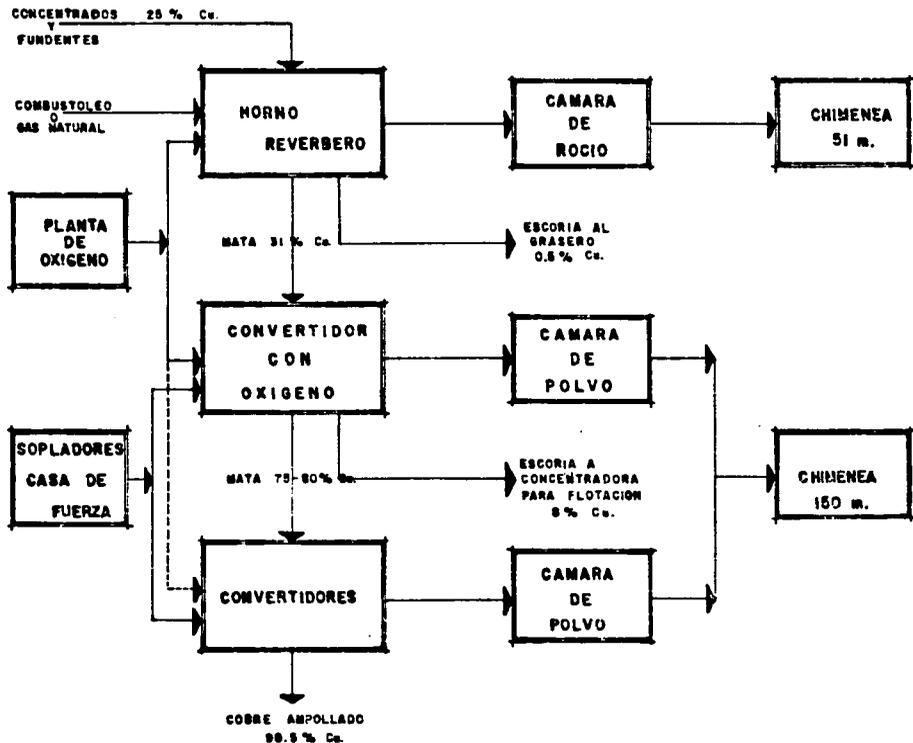
FUNDICION

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El área de Fundición es el último paso en el proceso para la obtención del cobre blister (ver figura No. 2).

Fundición cuenta con tres departamentos: Preparación de Carga, Fusión y Conversión; así como un departamento auxiliar que es Casa de Bandas. En el departamento de Preparación de Carga se reciben los concentrados de cobre provenientes de la Concentradora, con ley del 25 al 27% de cobre y cuyo traslado se realiza en camiones; este material se homogeniza con otros materiales recirculantes. Estos dos últimos materiales actúan como fundentes. Otra forma de recibir el concentrado es por bombeo y se -

DIAGRAMA DE FLUJO
DEPARTAMENTO FUNDICION



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

FIGURA 2

recibe en dos tanques de 70 Tons., de ahí se pasa a los filtros de donde, el concentrado, sale con un 12% de agua, seguidamente, pasa a un secador giratorio para disminuir su humedad hasta un 6% aproximadamente.

Una vez que se prepara la mixtura es enviada a las tolvas de -- carga del horno reverbero, mediante un sistema de bandas.

El departamento de Fusión cuenta con un horno reverbero, con ca pacidad de fusión diaria promedio de 950 Tons. secas.

La temperatura de operación del horno es de 1,250°C. ahí se obtiene la mata compuesta por sulfuros de cobre y fierro, con un contenido de cobre del 34% que es enviada a conversión, y la es coria producida se envía al escoriadero o volcadero.

En el departamento de Conversión, los convertidores son carga-- dos con la mata que es soplada en su primera fase para eliminar el fierro; la reacción se lleva a cabo con desprendimiento de - calor. En la segunda fase se quema el azufre combinado con el cobre. El cobre blister que aquí se obtiene es de un 99.5% de pureza para, posteriormente, pasarlo a los hornos de retención-- donde es moldeado en barras, y de aquí a su venta.

En el departamento de Casa de Bandas se recibe el mineral sili-- cioso que es molido para ser utilizado como fundente en los con-- vertidores. Aquí también es muestreado para ser analizado para su liquidación, además, es aquí en donde se muele el "chips" -- que se envía a preparación de carga.

LIXIVIACION Y PRECIPITACION

El material de la mina conocido como lixiviable (0.28 de cobre-- promedio en 1982) se deposita en terreros que se riegan con so-- luciones ferrocupriferas, y las soluciones resultantes se bom-- bean a una planta de precipitación donde, después de entrar en-- contacto con chatarra de bote, se precipita el cobre en forma - de "cemento de cobre" que, después de ser filtrado para elimi--

narle la mayor parte de agua, se procesa en la Fundición de la misma manera que los concentrados.

El sistema actual de lixiviación se compone de 7 repesos recolectores de soluciones ferrocupríferas situados al pié de los terreros de lixiviación (se encuentran en proceso de lixiviación 54 millones de toneladas de mineral de cobre). Por medio de 34 Km. de tubería de asbesto cemento y acero inoxidable, se conducen un promedio de 14,000 Lts./min. de soluciones a los terreros, en donde se esparcen por medio de mangueras. Se tienen 32 bombas de alta capacidad que hacen posible el flujo: terreros-planta-repaso de retención-terreros.

El proceso de precipitación requiere el uso de chatarra de bote de lámina, a razón de 3 kilos de chatarra por cada kilo de cobre extraído, aproximadamente.

Como consecuencia de un aumento del 18% anual, aproximadamente, en el precio de la chatarra (2,222 Tons. en 1982) y su probable escasez, se inició la búsqueda de un proceso más económico.

PROCESO DE EXTRACCION POR SOLVENTES Y DEPOSICION ELECTROLITICA

Para continuar tratando las soluciones de cobre proveniente de la lixiviación y resolver el problema del alto costo y escasez de la chatarra, y después de realizar los estudios técnicos y económicos necesarios, Compañía Minera de Cananea decidió la construcción de una planta modular de extracción por solventes y deposición electrolítica (ESDE), de 40 Tons./Día.

La extracción por solventes, como normalmente se aplica en hidrometalurgia, es un proceso para el tratamiento de licorosos acuosos de lixiviación, u otros flujos de procesos que contienen mezclas de sales de metales en solución, con el objeto de separarlos y producir soluciones que por electrólisis produzcan metales puros, que en el caso de Compañía Minera serán cátodos de cobre.

La planta empezó a funcionar en el segundo semestre de 1980 con una capacidad inicial de 33.3 Tons./dfa a partir de 1982. Además se han contemplado futuras expansiones modulares de la planta ESDE (ver Figura No. 3).

LAS RESERVAS GEOLOGICAS DE COMPAÑIA MINERA DE CANANEA

El cobre es uno de los elementos más abundantes en la corteza terrestre y sus minerales se encuentran, principalmente, como sulfuros, óxidos o cobre nativo. Sin embargo, existen relativamente pocas zonas en el mundo en las que la explotación del metal sea económicamente atractiva y se explote en gran escala.

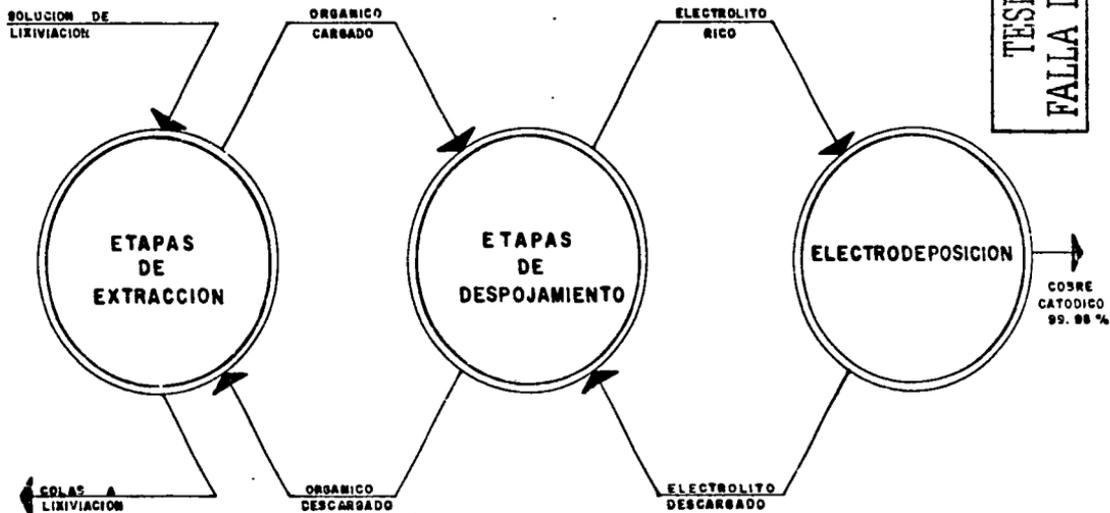
El contenido promedio en los minerales que sitúan como económicamente atractiva la explotación de tales minerales varía considerablemente; en general, las minas del Africa Central son de alto grado pero de poco volumen, arriba del 4% en Zaire y cerca del 3% en Zambia. Por otra parte, en EUA y América Latina, el grado de cobre en el mineral económicamente atractivo es inferior al 1%.

Los yacimientos cupríferos de alta ley tienden a desaparecer y existe una clara tendencia mundial a explotar yacimientos con bajo contenido de cobre.

Por otra parte, las operaciones a cielo abierto, como las de Cananea, son las adecuadas cuando el contenido de cobre en el mineral es bajo y el yacimiento se encuentra relativamente cerca de la superficie. Las explotaciones a cielo abierto se iniciaron en EUA a principios de siglo. Actualmente representan más del 60% de la operación mundial.

El estudio sistemático y constante del ambiente geológico en el Distrito Minero de Cananea, ha tenido como resultado el reconocimiento de una de las primeras seis concentraciones de recursos minerales cupríferos del mundo, comparándose favorablemente en contenido metálico y ley promedio con los yacimientos de su tipo como Bingham y Butte de Estados Unidos de América y con --

FLUJO PLANTA E. S. D. E.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

FIGURA 3

15

Chuquicamata y El Teniente en Chile.

Las reservas cupríferas de Compañía Minera de Cananea han sido estimadas en 1,858 millones de toneladas de mineral, con un contenido promedio de cobre metálico superior al 0.7% (12.95 millones de toneladas de cobre metálico); por otra parte, las reservas mundiales de cobre metálico se estiman en más de 850 millones de toneladas. En este contexto, las reservas cupríferas de Cananea sobrepasan al 1.5% de las reservas mundiales.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

CAPITULO I - OBJETIVOS DEL SISTEMA

En el ambiente industrial actual, el Mantenimiento juega un papel primordial en la estrategia de producción. La función de Mantenimiento tiene que ser dirigida y ser parte integral de la producción en sí.

Los jefes de producción han encontrado que tienen que formar -- parte integral de la función mantenimiento, cerciorándose que, efectivamente, son aplicados los sistemas de mantenimiento a su equipo y dando las facilidades para llevar a cabo estos servicios. Los departamentos de mantenimiento están teniendo que -- adoptar las técnicas de una dirección de mantenimiento adecuadas, aunadas a buenas técnicas de control.

El equipo más sofisticado está demandando mejores niveles de -- los puntos claves de dirección y ejecución, además de sistemas de mantenimiento bien definidos.

La ingeniería se está volviendo un elemento necesario en la planeación general de acciones de mantenimiento.

La supervisión y ejecución de las acciones planeadas y programadas requieren de personal ambicioso, cumplido, motivado en el -- logro de estas metas y objetivos.

Compañía Minera de Cananea ha establecido y señalado la implantación de un programa efectivo de mantenimiento preventivo, programado en cada una de sus plantas con el objeto de incrementar la disponibilidad del equipo, evitando tiempos muertos y reducir los costos totales por concepto de mantenimiento de las unidades de producción

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

OBJETIVOS BASICOS DEL SISTEMA

El objetivo de este sistema de mantenimiento programado es el de ayudar a todo el personal en general a conocer los procedimientos y técnicas para implantar un sistema standard de mantenimiento en toda la Compañía. Como resultado de esta nueva técnica tendremos una alta disponibilidad de nuestro equipo a un costo normal por concepto de Mantenimiento.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PLANEACION DE MANTENIMIENTO

La principal fuente de trabajo que puede ser planeado es sobre el programa de mantenimiento preventivo. Siguiendo un programa de mantenimiento preventivo, las actividades principales que producen trabajo planeado son las inspecciones y pruebas. Además, estas actividades nos ayudarán a encontrar los problemas antes que se vuelvan críticos. Los departamentos de mantenimiento que establecen un programa efectivo de mantenimiento preventivo realmente tienen pocas emergencias.

Un alto porcentaje de su trabajo es llevado a cabo con bases de planeación y programación. El programa de mantenimiento preventivo tiene la capacidad de dar de un 60-65% de todo el trabajo que requiere planeación. Entonces, este programa, con base a "DETECCION-ORIENTACION", es absolutamente necesario para una planeación efectiva de mantenimiento.

Un trabajo mayor bien planeado puede ser llevado a cabo con un 12-15% menos de mano de obra de mantenimiento, que un trabajo similar no planeado; entonces, como resultado de la planeación, el departamento de mantenimiento puede tener y esperar un uso más productivo de sus recursos de mano de obra. El departamento de producción también se beneficia con la planeación de mantenimiento, porque los trabajos mayores pueden ser terminados en un mínimo de tiempos muertos. Con frecuencia, la reducción de estos tiempos muertos son del orden de un 6% del total.

Cuando el costo de tiempos muertos de cierto equipo, que es vital para la producción, es medido en términos de costos - por hora de producción perdida, éste 6% se convierte en cantidades considerables. Consecuentemente, debemos enfatizar la función de planeación de mantenimiento en alto grado.

Los porcentajes antes mencionados son datos basados en la experiencia de 9 plantas, en las cuales se trabaja con - este sistema de mantenimiento.

CAPITULO II - CONCEPTOS Y DEFINICIONES

TERMINOLOGIA A UTILIZAR POR EL SISTEMA:

Como todo el lenguaje especializado, la terminología de mantenimiento tiene que ser standard en toda la planta. Sólo la terminología que puede entenderse permitirá la comunicación entre el personal de mantenimiento y otros departamentos.

PROYECTO DE TRABAJO - Construcción, instalación, relocalización o modificación de equipo, edificación, instalaciones, etc., usualmente, estas obras son capitalizadas.

CONSTRUCCION - Cambio de la configuración o capacidad de los edificios o servicios.

MODIFICACION DE EQUIPO - Los cambios mayores en un equipo existente, fuera de especificaciones en el diseño original.

TRABAJO DE MANTENIMIENTO - La reparación y manutención de equipo, edificios y áreas de acuerdo con las especificaciones originales de diseño.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO - Cualquier acción de mantenimiento, la cual prolonga la vida del equipo o proviene de una falla prematura. La inspección del equipo y pruebas no destructivas que determinan las necesidades de reparación y la urgencia de ejecutarlas. Lubricación, ajustes menores para prolongar la vida del equipo. Limpieza, ajuste y reemplazo de componentes menores.

REPARACIONES NO PROGRAMADAS - Trabajos que no son de emergencia y que pueden realizarse en menos de dos horas. Trabajos que pueden posponerse entre 5 y 7 días con un porcentaje mínimo de fallas en el equipo.

PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO - Reparaciones mayores, reconstrucciones, reparaciones generales, cambio de componentes mayores, etc., requieren de una planeación avanzada y la aprobación de operaciones, teniendo el tiempo necesario para la ejecución, mano de obra y elementos para su desarrollo Y ejecución.

REPARACIONES DE EMERGENCIA - Reparación inmediata que debe de hacerse por el resultado de una falla imprevista durante un programa en el período de operación. Daños inminentes al personal o maquinaria son considerados como emergencias y deben repararse inmediatamente. El trabajo programado debe de suspenderse y debe de emplearse tiempo extra si es necesario, y su autorización será automática.

SOPORTE DE PLANTA (Trabajos Repetitivos) - Mantenimiento de edificios, trabajos de limpieza, etc. Personal que realiza acciones repetitivas como: afilador de herramientas, barrendero, etc.

AJUSTES - Ajustes menores, acciones requeridas solamente con herramientas manuales, sin necesidad de emplear partes y su duración es menor de una hora.

AREA DE MANTENIMIENTO - Un tipo de organización de mantenimiento, del cual es responsable el supervisor de primera línea por mantener una área razonable para el propósito de mantenimiento.

BACKLOG - El número de Horas-Hombre estimado que se requiere para completar todos los trabajos mayores planeados, reparaciones, trabajos de taller, mismos que han sido identificados por prioridad o por Orden de Trabajo de Mantenimiento (O.T.M.). Usando un registro de mano de obra requerido se puede poner la carga de trabajo a un nivel deseado. Usado también para ayudar a establecer el tamaño y la clase de personal que se debe de contratar como fuerza de trabajo.

MANTENIMIENTO DIFERIDO - Es el mantenimiento que puede ser puesto a un futuro sin el peligro de deteriorar el equipo.

ORDEN DE TRABAJO DE INGENIERIA - Orden de trabajo autorizada para usar la fuerza de mantenimiento y cargar materiales y mano de obra para ayudar a un proyecto especial de trabajo.

HISTORIA DE REPARACION DEL EQUIPO - Lista cronológica de reparaciones significativas, realizadas en secciones críticas que se han vuelto problemas crónicos; estos problemas persistentes pueden identificarse y ser corregidos.

Estas historias de reparación ayudarán a determinar los tiempos ideales para el paro del equipo. Frecuentemente, son usadas para establecer el desarrollo de programación de mantenimiento -- preventivo periódico.

CODIGO DE FALLAS - Es una lista de causas de fallas más usuales en el equipo, en las que podemos basarnos para tomar acciones correctivas atinadas. Falla de lubricación, abuso del operador, fatiga de materiales, etc.

MANTENIMIENTO FUNCIONAL - Un tipo de organización de mantenimiento, en la que, la primera línea de supervisores de mantenimiento es responsable de conducir una clase específica de mantenimiento. Bombeo para la planta, etc.

INSPECCION - Chequeo periódico para determinar las necesidades de reparación y su urgencia relativa.

PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA - El porcentaje del tiempo en que la cuadrilla está en el sitio de trabajo ejecutando el trabajo programado durante su turno.

UTILIZACION DE LA MANO DE OBRA - El porcentaje de tiempo en el que una cuadrilla está disponible para realizar un trabajo productivo durante un período de tiempo programado.

NIVEL DE SERVICIO - El grado de realización de mantenimiento para juntar los servicios y evaluar el grado y calidad de dichos-

servicios; puede diferenciarse entre un alto grado de inspecciones y supervisión y un grado bajo de servicios, decidiendo el entrenamiento posterior a la cuadrilla correspondiente.

INGENIERO DE MANTENIMIENTO - Staff de ingeniería, aunado a asegurarse de que las técnicas de mantenimiento son efectivas, des cubriendo errores crónicos por las Historias de mantenimiento, tomando acciones correctivas para incrementar la disponibilidad del equipo.

Repasos de listas de materiales correctos utilizados en acciones de mantenimiento.

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS - Determinación de partes críticas y existencias adecuadas para reparación o reemplazo, mismas que deben ser estudiadas por este cuerpo de ingeniería. Corroborar la utilización de la fuerza de trabajo de mantenimiento.

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO - Un documento de control usa do para requerir y controlar los servicios de mantenimiento.

REPARACIONES MAYORES - Trabajos no rutinarios, reparaciones programadas, paros deliberados de equipo, utilización de una cuadrilla de reparación cubriendo varios turnos de trabajo, lotes considerables de materiales que serán utilizados, ocasionalmente se emplearán soportes de grúas y equipo móvil de transporte.

REPARACIONES MENORES - Trabajos generalmente ejecutados por un hombre, utilizando herramienta manual, pocas partes utilizadas y el tiempo será menor de dos horas.

MANTENIMIENTO NO RUTINARIO - Mantenimiento ejecutado en intervalos no regulares de tiempo como trabajo único.

REPARACIONES GENERALES - La inspección, tiempo caído, de una unidad total para restablecerla a un nivel efectivo de operación, de acuerdo con sus especificaciones originales.

23

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

MANTENIMIENTO PERIODICO - Acción de mantenimiento cíclico o -- reemplazo de componentes, llevado en intervalos regulares de -- tiempo con frecuencia basados en datos históricos de reparación.

PLANEACION - Determinación de recursos necesarios y desarrollo de acciones anticipadas para la ejecución programada de un trabajo mayor.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO - Pruebas no destructivas, técnicas empleadas para predecir una falla inminente del equipo. Incluye análisis por vibración, pruebas de sonido, pruebas de rayos infrarrojos, etc.

PRIORIDAD - La importancia relativa de un trabajo en relación con otros trabajos. Necesidades de operación, seguridad, condición del equipo, etc., se debe incluir el tiempo cuando el trabajo debe de ser hecho. Usada, primeramente, por el planeador en reparaciones que posteriormente serán programadas. Aplicada a la orden de trabajo.

RECONSTRUCCION - La reparación de un componente de una unidad y dejarla en condiciones de servicio, de acuerdo con el diseño y especificaciones generales.

MANTENIMIENTO REPETITIVO - Trabajo rutinario del que se conocen las necesidades de personal y materiales a utilizar, por turno; diario, semanal, mensual, etc.

MANTENIMIENTO RUTINARIO - Mantenimiento ejecutado a intervalos regulares de la misma forma.

PROGRAMACION - Determinación del mejor tiempo para ejecutar un trabajo planeado de mantenimiento, apreciando las necesidades de operación, usando los recursos de mantenimiento en la mejor forma.

CARGA DE TRABAJO - El número requerido de Horas-Hombre para lle

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

var los programas de mantenimiento incluyendo los trabajos programados y no programados, además de los proyectos de trabajo a los que mantenimiento auxilia en una forma directa.

PRONOSTICOS - La identificación de acciones mayores las que son bien conocidas y cuyos preparativos con tiempo son necesarios para llevarlas a cabo.

ORDEN DE TRABAJO PERMANENTE (O.T.P.) - Es una orden de trabajo permanente usada para controlar el mantenimiento de rutina y actividades repetitivas.

TERMINOLOGIA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La siguiente terminología es aplicable para la explicación de Mantenimiento Preventivo (M.P.).

RUTA - El camino recorrido por el inspector de M.P., esto asegurará que todo el equipo a inspeccionar sea cubierto.

FRECUENCIA O INTERVALOS DE SERVICIOS - Esto es el periodo de tiempo entre los servicios de M.P. Puede expresarse como una frecuencia: diaria, semanal, mensual, cada 4 meses, etc.

INTERVALOS FIJOS/FRECUENCIA VARIABLE - Un intervalo fijo de servicio puede llevarse en un periodo específico de tiempo: una semana, un mes, cada dos meses, etc. Una frecuencia variable puede ser llevada por horas, por ejemplo: cada 1,000 millas pueden ser en 30 días (mensual) de servicio, cada 500 horas, 1,000 horas, etc.

TIEMPO DE INSPECCION - Esta es la suma de tiempo (horas) asignada para ejecutar los servicios de M.P.

LISTAS - Son las listas de componentes necesarios, aparte de --

25
los servicios de M.P.

DETECCION-ORIENTACION - Es el esfuerzo hecho para realizar las inspecciones, a ser la parte más prominente del programa de - - M.P.

INSPECCIONES VISUALES - Observaciones simples del equipo para localizar las diferencias más notorias y dar decisiones.

INSPECCIONES ESTATICAS O DINAMICAS - Inspecciones llevadas a cabo mientras que el equipo está parado o funcionando.

TENDENCIA U OPORTUNIDAD DE ESTADISTICA - Son las bases para determinar cuándo se debe de dar servicio a una unidad.

La tendencia de la estadística es que la unidad, gradualmente, se va deteriorando y, al final de un período específico, tiene que dársele servicio o inspeccionarse; esta será la zona de peligro de falla. La oportunidad de la estadística nos dice que no hay un patrón particular de deterioración, sin embargo, el equipo debe ser inspeccionado con una frecuencia adecuada para localizar y resolver los problemas.

CARGA DE TRABAJO - Es la suma de la mano de obra necesaria para llevar a cabo los programas de M.P.

PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS (Mantenimiento Predictivo) - Son técnicas de pruebas que ayudan a cubrir los problemas con recursos técnicos, como: análisis por vibración, pruebas sónicas, rayos-infrarrojos, pruebas para detección de fracturas, etc.

REPORTES POR EXCEPCION - Un tipo de inspecciones de M.P., las cuales subren las deficiencias.

CAPITULO III - MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y REPARACIONES MAYORES

MANTENIMIENTO PREVENTIVO (M.P.)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DEFINICION:

Mantenimiento Preventivo es cualquier acción tomada para prolongar la vida de un equipo y prevenir fallas futuras.

Típicamente, el M.P., incluye: Inspección de Equipo, Lubricación, Ajustes, Limpieza y Pruebas No Destructivas.

Las reconstrucciones y reparaciones generales, normalmente, no son consideradas dentro de la clasificación de M.P. Estas son acciones necesarias cuando el equipo se ha deteriorado más allá del nivel de implantación de los servicios de M.P.

Las reconstrucciones y reparaciones generales restablecen al -- equipo a un nivel de operación normal; sólo a este nivel, -- las acciones de M.P., serán efectivas.

EL PROPOSITO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Los esfuerzos del M.P., tratan de mantener el equipo trabajando más efectivamente y evitan los tiempos caídos innecesarios. Es to, incrementa el tiempo efectivo de operación. Desde el ex--- tricto punto de vista de mantenimiento, el M.P., tiene por obje to evitar el mantenimiento no programado, incrementando más tra bajo planeado. El M.P., es la mejor vía de usar la mano de -- obre (M.O.). Esto es más trabajo planeado. La M.O., usada pa- ra el trabajo planeado será más productiva y el tiempo caído -- por trabajos aislados será reducido.

RESULTADOS DE UN ESFUERZO ACERTADO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

MENOS FALLAS - A tiempo en que el programa de mantenimiento detecta los problemas antes de que se vuelvan serios y puedan causar la falla del equipo. Como resultado, los ajustes de rutina y las reparaciones menores toman el lugar de las fallas. Los paros no programados pueden reducirse a un 50%.

MAS TRABAJOS PLANEADOS - Las inspecciones de M.P., nos permiten detectar las reparaciones mayores con suficiente tiempo para -- realizar una planeación adecuada.

MENOS EMERGENCIAS - Un programa efectivo de M.P., tiene un supervisor en cada empleado de mantenimiento. Un buen grupo de operadores estará alerta de todas las cosas que causan problemas; como resultado serán detectados varios problemas antes de que se genere la situación de emergencia. Los trabajos de emergencia pueden reducirse a la mitad.

REDUCCION DE TIEMPO EXTRA - El tiempo extra está directamente relacionado con emergencias. Una reducción en los trabajos de emergencia es el resultado de un programa de M.P., y como consecuencia, tendremos ahorros de tiempo extra.

PROLONGACION DE LA VIDA DEL EQUIPO - M.P., suministra mejores servicios, ajustes, lubricación apropiada, etc., en forma invariable. El equipo que cuente con buenos servicios así como con inspecciones adecuadas, paros programados, etc., se le prolongará la vida útil.

INSPECCIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El más prominente aspecto de un programa de M.P., debe ser la inspección del equipo. Esta es la parte de M.P., que genera -- una información avanzada en el estado del equipo. Esta información da el tiempo que permite a un departamento de mantenimien-

to la oportunidad de planear y programar las reparaciones basadas en las deficiencias encontradas durante las inspecciones de M.P.

El programa de M.P., debe ser "detección-orientación". Este es el principal objetivo, el de cubrir los problemas antes de que lleguen a causar crisis en el equipo como fallas mayores. Entre más pronto sean encontrados los problemas, así será la oportunidad de planear, conseguir materiales, coordinar el paro, estimar y programar la mano de obra, etc.

O R G A N I Z A N D O

LISTA DEL EQUIPO QUE SERA INSPECCIONADO

DESARROLLAR LAS RUTAS FIJADAS PARA EL EQUIPO

PREPARAR LAS LISTAS DETALLADAMENTE

ESTABLECER TIEMPOS STANDARD PARA LAS
INSPECCIONES

ESTABLECER INTERVALOS PARA LAS INSPECCIONES

DETERMINAR LOS REQUERIMIENTOS DE LA FUERZA
DE TRABAJO

O P E R A C I O N

PREPARAR Y EDITAR LOS PROGRAMAS DE M.P.

DIRIGIR LAS INSPECCIONES

REPORTAR LOS RESULTADOS
(PREPARAR LAS ORDENES DE TRABAJO)

REVISAR LAS REPARACIONES DEL PROGRAMA M.P.

REVISAR LOS TIEMPOS ACTUALES DE INSPECCION
CONTRA LOS PLANEADOS

AJUSTAR LOS INTERVALOS DE LAS INSPECCIONES

AGREGAR/RESTAR ARTICULOS EN LAS LISTAS

BALANCEAR LAS NECESIDADES DE LA FUERZA
DE TRABAJO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ARRANQUE DEL PROGRAMA DE M.P.

Hay dos aspectos claros en el arranque de un programa de inspección de M.P.

El primero es ORGANIZACION y el segundo OPERACION.

ORGANIZACION - Los pasos para el arranque de un programa de M.-P., incluyen:

Relación de todo el equipo que va a ser inspeccionado - Este -- equipo que va a ser inspeccionado debe de estar enlistado, y el equipo más crítico debe ser identificado.

Desarrollo de rutas para fijar el equipo - Establecer rutas para ser seguidas. Combinar frecuencias de servicios. Evitar -- viajes innecesarios (ver Figura No. 6).

Preparar listas de revisiones - Inicialmente, ponga las instrucciones simples al iniciar los programas. Agregue después los de talleres (ver Figura No. 4).

Establecer tiempos standard de inspecciones - Determinar cuánto tiempo será invertido para llevar a cabo cada servicio.

Establecer intervalos de inspecciones - ¿ Cuánto tiempo entre -- cada servicio ? (Ver Figura No. 5).

Determinar los requerimientos de la fuerza de trabajo - ¿ Cuánta fuerza de trabajo es necesaria para llevar a cabo estos servicios ?

OPERACION - Los pasos para el arranque de un programa de M.P., -- incluyen:

Preparación y resultados de programas de M.P. - El programa - -

31-A

MANTENIMIENTO PREVENTIVO
ESTACION DE BOMBEO RIOTESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TIPO DE EQUIPO BOMBA INGERSOLL RAND (HOR)

NO. UNIDAD BS-101, BS-102, BS-103, BS-104

TIPO DE SERVICIO INSPECCION TIPO A

FECHA INICIO

PERSONAL UTILIZADO MECANICO Y AYUDANTE

FECHA TERMINACION

H.H.E.

2 H.H.

O.T.M. NO.

NO.	ACTIVIDADES	NECESITA REP. REPARADO O.K.	COMENTARIOS DE LA O.T. NO. _____
1	MOTOR ELECTRICO		
	A) VIBRACION		
	B) ANCLAJE (TORNILLERIA EN GENERAL)		
	C) TEMPERATURA DE CHUMACERAS (2)		
	D) NIVEL DE CALIDAD DE ACEITE Y GRASA		
	E) VOLTAJE Y AMPERAJE DE OPERACION		
	F) INSPECCION VISUAL DE PROTECCIONES (BREAKERS, ETC.)		
	G) ACCESORIOS (TAPADERAS, CUBREPOLVOS, ETC.)		
	H) LIMPIEZA		
2	BOMBA		
	A) ANCLAJE Y TORNILLERIA EN GENERAL		
	B) ACEITE (NIVEL, CONDICION, ANILLO DE LUBRICACION)		
	C) SISTEMA DE ENFRIAMIENTO		
	D) VIBRACION		
	E) ESTOPEOS (CAMBIAR EMPAQUES SI ES NECESARIO)		
	F) VALVULAS PARA PURGAR		
	G) LIMPIEZA		
3	VALVULAS Y TUBERIAS		
	A) VALVULA DE ENTRADA INSPECCION VISUAL (VOLANTE, -- VASTAGO)		
	B) VALVULA DE SALIDA INSPECCION VISUAL		
	C) VALVULA CHECK (OPERA O NO)		
	D) CORROSION EN TUBERIA, TORNILLERIA, ETC.		
	NOTAS: CAMBIAR O AGREGAR ACEITE CUANDO SEA NECESA-- RIO, AJUSTAR LOS VALORES DE VOLTAJE, AMPERAJE Y TEM-- PERATURA.		
HECHO POR _____	H.H.R. _____	SUPERVISOR _____	PLANEADOR _____

maestro de mantenimiento preventivo nos da el plan y semana de las inspecciones de M.P.

Cuando una inspección es programada, el inspector usa su lista de inspección para que le sirva como base para encontrar las deficiencias del equipo.

Conducción de inspecciones - Conducir los servicios de acuerdo con las instrucciones.

Reporte de resultados - Los resultados de las inspecciones de M.P., pueden ser transferidos como órdenes de trabajo (O.T.) y corregir las deficiencias no cubiertas.

Revisar las reparaciones de los programas de M.P. - El número de las reparaciones generadas de los programas de M.P., es una indicación de este proceso. La planeación de estos trabajos debe realizarse.

Revisar el tiempo real Vs. tiempo estimado de las inspecciones - La mano de obra reportada es un resultado de las inspecciones de M.P., debe de ser comparada con los tiempos estimados en las inspecciones. Esto ayuda a regular la carga de trabajo de M.P.

Ajustar los intervalos de inspecciones - Observar el número de deficiencias reportadas de las inspecciones de M.P. Cuando es muy poca la frecuencia de los servicios, éstos deben ser extendidos, y viceversa.

Checar los métodos de inspección - Determinar cómo han sido realizadas las inspecciones. Si éstas han sido hechas, determinar la "detección-orientación" del programa.

Agregar o quitar artículos en la lista de Inspecciones - Son muy pocas las listas que no sufren modificaciones cuando hay algún cambio, un buen plan debe de tener cambios en sus condiciones. Muchas listas de inspecciones de M.P. sufren alteraciones-

positivas para asegurar su exactitud.

Balancear las necesidades de la fuerza de trabajo - Ajustar la fuerza de trabajo necesaria para satisfacer los requerimientos de las inspecciones de M.P. Poner en mente que mucho del M.P., en el arranque, es algunas veces un esfuerzo duplicado. Los cambios en las necesidades de la fuerza de trabajo tienen conocimiento de ésto.

Carga de Trabajo - Es el más importante y primer escalón en el arranque del programa de M.P. Esencialmente, es la acción de encontrar cuánta fuerza de trabajo es necesaria para llevar a cabo el programa. A menos de que ésto se haga, el programa de M.P., no tiene oportunidad de éxito.

ROLES QUE TIENEN QUE JUGARSE EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Tal vez, el más importante rol que tiene que ser jugado fuera del mantenimiento, es PRODUCCION, ya que son los usuarios del equipo. Producción tiene un número de actividades claves a realizar, haciendo más productivos los programas de M.P.

La proyección de trabajos de M.P. - Producción tiene que ayudar a determinar cuánto trabajo de M.P. puede ser hecho y cómo pueden ellos ayudar a equilibrar éste, haciendo un esfuerzo más rentable. Sin embargo, una de las causas más relevantes de la falla en los programas de M.P., es la ausencia de la participación de producción en la elaboración al principio. Varios programas de M.P. únicamente son el resultado del esfuerzo unilateral de mantenimiento. Es esencial un esfuerzo conjunto.

Frecuencia - ¿ Qué tan frecuente ? ¿ Puede producción tener estas unidades disponibles ?

Disponibilidad de equipo para servicio - Cuando las inspecciones visuales son hechas en el sentido dinámico, no hay problema-

en dar el equipo disponible. Desafortunadamente, la mayoría de los servicios de M.P., requieren que el equipo esté parado. Este tiempo es caído también, y éste tiene que ser tratado como Planeado y Preparado. El programa de M.P., tiene que ser coordinado con los programas de producción por esta razón.

Tiempo caído y señalado para M.P. - Las metas de producción pueden ser alcanzadas sólo con el equipo operando. Un nivel particular de producción tiene que ser acompañado por un período específico de tiempo utilizado del equipo. Por lo tanto, producción, debe de tener cuidado en programar el tiempo caído de M.P., así como la programación del tiempo de trabajo del equipo.

Acciones de los operadores - Los operadores conocen bien su equipo, ellos están al cuidado de ruidos extraños. También están preparados para decir a los inspectores de M.P. los problemas sospechosos. Por lo tanto, son una excelente fuente de información de las condiciones del equipo. Ellos pueden chequear la lubricación o niveles de aceite, probar los controles hidráulicos o verificar los dispositivos de seguridad. Muchas veces, pueden llevar los servicios diarios de lubricación, o niveles de aceite, probar los controles hidráulicos o verificar los dispositivos de seguridad. En ocasiones, pueden llevar los servicios diarios de lubricación cuando éstos se dificultan a los lubricadores regulares. El punto es, estos operadores son una fuente excelente de apoyo suplementario al programa de M.P.

Revisión de listas de deficiencias - Cuando los problemas serios son encontrados durante las inspecciones de M.P., el supervisor de producción tiene un buen conocimiento sobre qué puede planear alrededor de la reparación subsecuente.

Decisiones en reparaciones/programación - Una de las mayores deficiencias está en lo no cubierto; las reparaciones tienen que ser hechas. Estas reparaciones también necesitan tiempo caído y tienen que ser coordinadas con producción.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

EL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO

El supervisor de mantenimiento es la clave del programa de M.P. él lo toma al arrancar; usualmente, los inspectores son sus hombres. Las deficiencias llegan a él para la toma de decisiones, él aconseja a los supervisores de producción en las decisiones de reparación, comenta con los planeadores los detalles de trabajos mayores ya que éstos detalles deben de ser tomados cuidadosamente. Con frecuencia, él ve el desarrollo de las reparaciones hechas. Esencialmente, los programas de M.P., tienen éxito debido a un buen supervisor de mantenimiento.

PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS (MANTENIMIENTO PREDICTIVO)

Una extensión directa del M.P., es la conducción de pruebas no destructivas.

Generalmente, las pruebas no destructivas dan un resultado más sofisticado y, con frecuencia, más preciso del descubrimiento de problemas en el equipo, tanto así, que son un instrumento en las inspecciones de M.P., como una técnica especial.

Con frecuencia, el mantenimiento predictivo es la fase usada para describir las varias técnicas no destructivas utilizadas, éstas incluyen técnicas como análisis por vibración, análisis de rayos infrarrojos, pruebas sónicas, etc.

El uso de técnicas predictivas en combinación con las acciones de M.P., como: inspección, etc., resulta en una más completa y comprensiva "detección-orientación" del programa de M.P.

ESTABLECIMIENTO DE UN PROGRAMA DE LUBRICACION INDUSTRIAL

La organización de un programa de lubricación industrial empieza con el listado del equipo que va a ser cubierto por el programa. Porque, críticamente, producción, puede dictar la impor

tancia de una pieza de equipo en el programa. El personal de producción, especialmente el departamento de supervisores, debe de participar en la recavación de datos. El punto de vista de operación y mantenimiento llevará a un bien organizado y constructivo programa de lubricación.

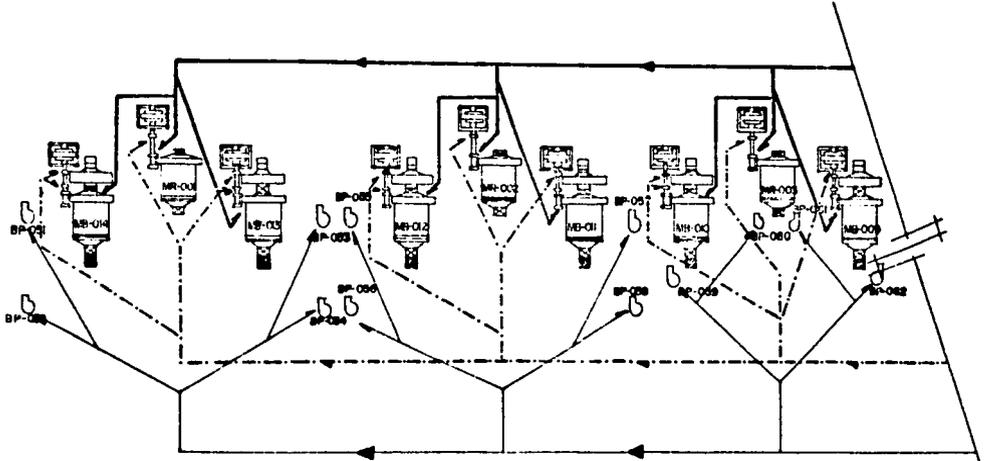
LISTA DE INSPECCION PARA EL PROGRAMA DE LUBRICACION ORGANIZATIVO Y OPERATIVO

<u>ORGANIZATIVO</u>		<u>OPERATIVO</u>	
ENLISTAR	El equipo que será lubricado	PUBLICAR	Rutas, programas e instrucciones
VERIFICAR	con los supervisores de operación	ENTRENAR	al personal de lubricación
ESTABLECER	rutas que deben ser cubiertas (Figura 7)	CONDUCCIR	los servicios de lubricación
DETERMINAR	los puntos específicos de lubricación (ver Figura)	REPORTAR	la terminación de los servicios
DETERMINAR	el lubricante requerido	REPORTAR	las fallas y problemas de lubricación
ESTABLECER	la frecuencia del servicio de lubricación (Ver Figura 8)	DETERMINAR	las acciones correctivas
DETERMINAR	los requerimientos de la mano de obra para el servicio	HACER	correcciones
ESTABLECER	el procedimiento para reportar el servicio terminado	REVISAR	el uso de la mano de obra
ESTABLECER	responsabilidades de lubricación para producción	REVISAR	las frecuencias del servicio de lubricación
ESTABLECER	los procedimientos para reportar las fallas de lubricación	AJUSTAR	los niveles de la mano de obra
DETERMINAR	cómo serán analizadas las fallas	AJUSTAR	la frecuencia del servicio de lubricación
ESTABLECER	el procedimiento de la acción correctiva		

Falta Página

37|

FALTA DE ORIGEN
TESIS CON



P U T A S	
—	LINEAS DE EJECUCION DE PUMPS
---	CONEXIONES LOCALS, VALVULAS
---	CONEXION A CILINDRO BOMBAS PROGRAMAS

37-A

FIGURA 7

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

La frecuencia de la lubricación depende de la velocidad de la máquina, presión, temperatura, tanto de la descomposición externa o interna, así como de la contaminación de los lubricantes. Los fabricantes de lubricantes recomiendan las frecuencias de lubricación y deben de ser modificadas de acuerdo a las condiciones de operación de la planta.

Las fallas de lubricación deben de ser reportadas en la misma forma que la falla del equipo. Un procedimiento regular de reportaje como una O.T.M., ya terminada, debe usarse. Un análisis de falla de lubricación puede revelar un lineamiento que mostrará dónde es necesaria la acción correctiva.

Ningún programa de lubricación puede ser realizado sin los detalles necesarios en las instrucciones de lubricación. Asumiendo que un lubricador con varios años de experiencia sabe lo crítico que puede ser la lubricación de una pieza. Todos los detalles deben ser incluidos en las instrucciones y usados para entrenar a todo el personal. Este entrenamiento ayuda a la estandarización de ideas y ayuda a romper los malos hábitos. Si el lubricador experimentado conoce bien los procedimientos de lubricación, él trabajará más rápido. Las instrucciones detalladas ayudarán a un hombre nuevo a tener una buena actuación. A través del programa, el uso apropiado de lubricantes y procedimientos debe ser bien señalado.

El programa de lubricación es un tipo de servicio pasivo, fácilmente de supervisar y, algunas veces, impropriamente ejecutado por negligencia; éste tiene que jugar un papel muy importante en el M.P., si es que se quiere tener el impacto deseado.

CRITERIO DE UN PROGRAMA DE M.P. CON EXITO

Si el programa de M.P., ha sido llevado con éxito, éste será tangible y la evidencia se notará en áreas importantes.

- Las historias de reparaciones mostrarán que los componentes duran lo más posible.
- Los reportes de tiempos muertos mostrarán una disminución en los tiempos caídos atribuibles a mantenimiento.
- Las frecuencias entre reparaciones serán mayores.
- Los intervalos entre reparaciones generales serán más grandes.
- La mano de obra en emergencias será menor.
- El tiempo extra será reducido.
- La fuerza de trabajo usada en trabajos programados será mayor.
- La mano de obra será controlada.
- La carga de trabajo (backlog) decrecerá.
- La productividad será incrementada.
- Será ejecutado más trabajo.
- Los costos se reducirán.
- La fuerza de trabajo será considerablemente reducida.

Programación a largo plazo - Un tipo muy usual de programación es el de largo plazo, llamado también "pronóstico". El pronóstico de mantenimiento identifica el tiempo más correcto a futuro, cuando un trabajo mayor de mantenimiento debe ser ejecutado. El pronóstico es, con frecuencia, usado conjuntamente con planeación para ayudar a identificar las fechas deseadas de la implementación.

Usualmente, el tiempo pronóstico es mayor de 10 semanas o más a futuro. Este tiempo asegura que la gente involucrada en las de

cisiones esté de acuerdo con el tiempo propuesto para llevar a cabo este trabajo. Este período también será suficiente para que la acción de planeación sea ejecutada con tiempo para asegurar que el trabajo pronosticado sea llevado a cabo a tiempo.

El pronóstico sigue ciertas acciones de planeación como ordenar los materiales que se necesitarán en secuencia con la cadena de eventos en el trabajo programado.

El pronóstico tiene un uso especial por la acumulación de un gran número de eventos mayores que son colocados con seguridad bajo control y que pronostican con frecuencia cuándo la planta estará parada.

Con frecuencia, los pronósticos los utilizamos para estimar anticipadamente la fuerza de trabajo para todos estos trabajos -- tentativos Vs. la fuerza de trabajo disponible durante períodos semanales específicos. Cuando estas estimaciones exceden a la mano de obra disponible para los trabajos de una semana específica, pueden ser sorteados por prioridad y reprogramar cuando la fuerza de trabajo esté disponible.

El pronóstico se basa, parcialmente, en los resultados de la reparación del equipo (historial), y parcialmente en los juicios; cada uno se sujeta a información cuando los eventos actuales -- ocurren. La parte del pronóstico basada en la historia de reparación del equipo tiene la habilidad de ser muy exacta, si la historia de reparación es exacta. Proyectando los datos de la historia de reparación en un pronóstico es una actividad lógica (ver Figura 9A).

PRONOSTICO DE MANTENIMIENTO

DEPARTAMENTO: Quebradora primaria

DESCRIPCION DEL TRABAJO		MES ENE				FEB				MAR	
		SEMANAS									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
UNIDAD	ACCION REQUERIDA										
17114	Alinear ruedas del carro										
18114	Limpiar colectores de polvo										
19720	Cambiar cadenas Alimentador										
17118	Reemplazar forros a Q.										
10921	etc.										

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

EL PRONOSTICO IDENTIFICA EL PERIODO DE TIEMPO A FUTURO CUANDO CIERTO EVENTO PROGRAMADO PUEDE OCURRIR

CAPITULO IV - ESTUDIOS DE APOYO

ESTUDIO DE PRODUCTIVIDAD

Productividad es el porcentaje de tiempo efectivo que es empleado en ejecutar un trabajo productivo.

El superintendente de mantenimiento necesita de retroalimentación de la productividad de la mano de obra.

CONDUCCION DEL ESTUDIO

Es muy importante determinar cuánto tiempo se gasta en actividades no productivas.

De aquí se sacarán conclusiones positivas para hacer el trabajo más productivo.

A continuación se muestran dos estudios de productividad de mano de obra que permitieron observar el progreso en la implantación del sistema de mantenimiento preventivo.

DEFINICIONES DE CATEGORIAS EN LAS OBSERVACIONES

Trabajo - Toda persona realizando una labor productiva.

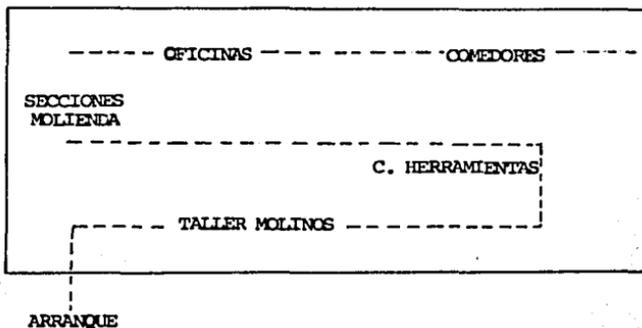
Ocioso - Actividades dentro o muy cerca del sitio de trabajo; puede ser esperando frente al cuarto de herramientas, sentado, fumando, platicando, etc.

Viajando o Deambulando - Distancias excesivas fuera del sitio de trabajo; por ejemplo: caminando en pasillos, visitando otras secciones fuera de su área de labores.

Esperando Por - Instrucciones antes de realizar un trabajo, esperando que operación facilite el equipo para repararse, esperando por material (refacciones) para poder hacer la reparación, etc.

Trabajos de Oficina - Realizando labores administrativas y de papelería (llenando cartones de tiempo, haciendo reportes de fallas, requisiciones de materiales, etc.).

RUTA DE OBSERVACION - SE ENFATIZO EN AREAS DE ALTA DENSIDAD DE TRABAJO Y AREAS EN LAS QUE SE PUEDE PERDER MUCHO TIEMPO.



FORMATO UTILIZADO EN EL MUESTREO

HOJA DE
MUESTREO

RUTA NO: _____ PERIODO DE OBSERVACION: _____

FECHA: _____

OBSERVADOR: _____ TURNO: _____

CATEGORIA	REP-SOLD-MEC	ELECTRICISTA	REPARADOR	TOTALES
TRABAJANDO				
OCIOSOS				
VIAJANDO O				
DEAMBULANDO				
ESPERANDO				
T. OFICINA				
TOTALES				

PERIODOS DE OBSERVACION

7:00	3:00
<input type="text"/>	
3:00	11:00
<input type="text"/>	
11:00	7:00
<input type="text"/>	

NOTA: LOS PERIODOS DE LA COMIDA Y LOS QUINCE MINUTOS PARA LAVADO Y GUARDADO DE HERRAMIENTAS, NO ENTRAN EN EL MUESTREO.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

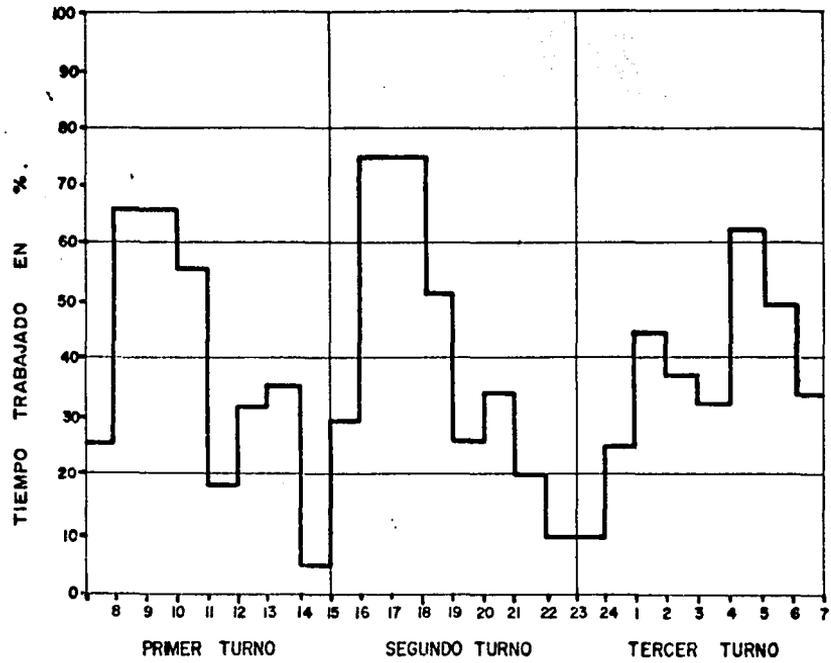
TABULACION DE RESULTADOS

RESUMEN DEL MUESTREO DE TRABAJO (DATOS EN PORCENTAJES)				
	TURNO 1	TURNO 2	TURNO 3	PROMEDIO
TRABAJANDO	(32) 31.62	35.5	30	32.37
OCIOSOS	16	18	21	19
VIAJANDO O DEAMBULANDO	20	19	15	18
ESPERANDO	20	13	18	17
OFICINA Y/O COMEDOR	12	14	16	14

OBSERVACIONES HECHAS EN EL MUESTREO DE PRODUCTIVIDAD

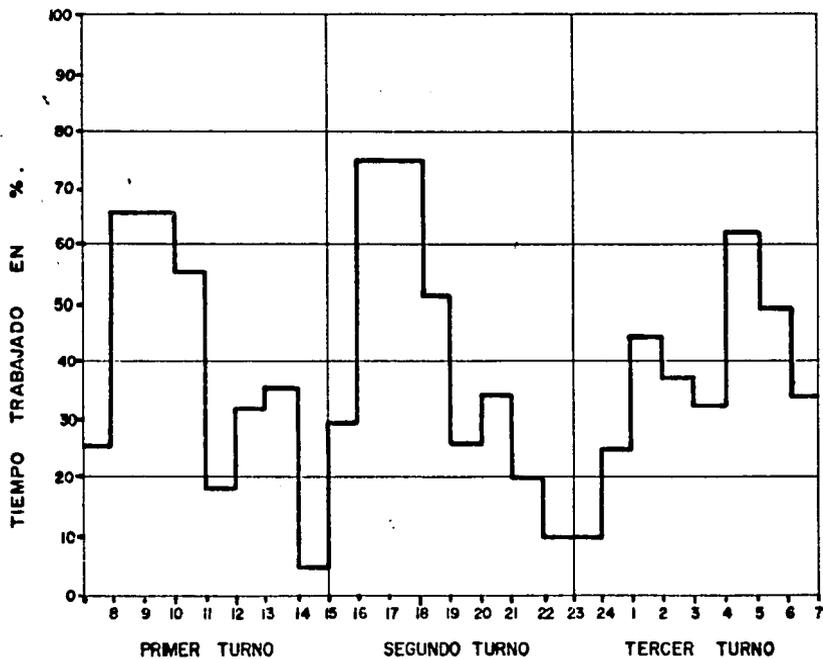
- Arranques tarde
- Ausencias no autorizadas fuera del sitio de trabajo, tales como: pláticar, calentar comida, fumar, etc.
- Abuso de los paros establecidos: períodos tomados por -- los trabajadores antes y después de la comida (coffee -- break)
- Abuso en el tiempo consumido para obtener herramientas, - partes, ir al baño, etc.
- Paros temprano: paros de actividades temprano, tanto al inicio como al final del turno.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

FIGURA 12



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

FIGURA 12

TABULACION DE RESULTADOS

RESUMEN DEL MUESTREO DE TRABAJO (DATOS EN PORCENTAJES)				
	TURNO 1	TURNO 2	TURNO 3	PROMEDIO
TRABAJANDO	38.125	40.75	37.25	(39) 38.70
OCIOSOS	14	18	21	18 (17.66)
VIAJANDO O DEAMBULANDO	18	17	14	16.3
ESPERANDO	18	12	15	15
OFICINA Y/O COMEDOR	12	12	13	12

FACTORES QUE DETERMINARON UN AUMENTO SIGNIFICATIVO EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA

- Incremento de la supervisión directa por parte del supervisor.
- Se hizo hincapié en la instrucción y coordinación del personal, apoyándose en el sistema de mantenimiento -- (coordinación de mano de obra y materiales).
- Se evitaron retrasos por parte de operaciones en dejar el equipo disponible (coordinación en los paros del equipo).
- Se mejoraron las condiciones de trabajo (limpieza, ventilación, iluminación, etc.).
- Al tener los trabajos de mantenimiento bien identificados (con materiales y mano de obra), se evitaron movimientos innecesarios en el momento de ejecución de los trabajos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

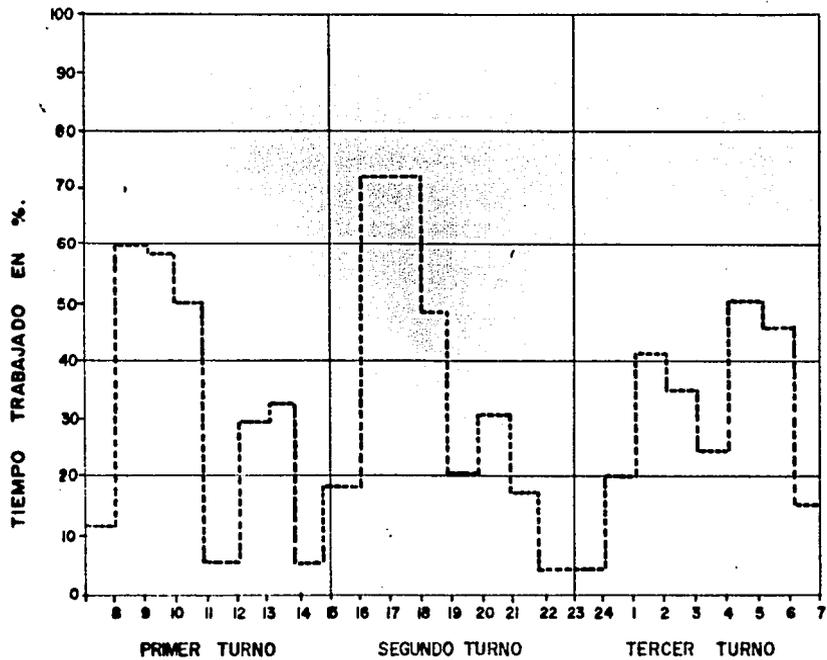


FIGURA 13

CAPITULO V - CONTROL DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO Y MANO DE OBRA

CONTROL DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO Y CONTROL DE MANO DE OBRA

El control de los trabajos de mantenimiento principia mucho antes de que estos trabajos se lleven a cabo, y se prolonga hasta que el trabajo se termine y se evalúa.

Como sabemos, el hombre clave en el control de los trabajos de mantenimiento es el supervisor de primera línea. El debe tener apoyo del planeador, del coordinador de materiales, de los ingenieros de mantenimiento y de otras personas, antes de que él -- pueda tener el control total durante la ejecución del trabajo.

En muchos casos, el control del trabajo va más allá del control que el supervisor pueda tener por sí mismo. Por ejemplo: Una reparación general de una unidad de un equipo de producción puede, probablemente, cubrir trabajos de campo y de taller. Puede también requerir ayuda de diferentes áreas antes de que el trabajo sea terminado. En el proceso, varios supervisores pueden estar involucrados junto con sus planeadores, ingenieros, etc., y el uso de reportaje será necesario para el control.

TIPOS DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO

Lo grueso de los trabajos de mantenimiento, normalmente, es llevado a cabo en el campo, en el sitio donde se encuentra el equipo. Este trabajo es el más difícil de controlar.

Una parte muy importante de los trabajos de mantenimiento tiene que desarrollarse en los talleres de servicio donde el control es menos difícil pero más detallado.

Los trabajos en edificios son, con frecuencia, fáciles de controlar, porque son menos complejos y las cuadrillas son contro-

lables. Sin embargo, en el campo, el control es más difícil, porque las acciones toman lugar en varios sitios y la supervisión puede ser inadecuada.

EVALUACION DE LA ACTUACION DE LOS TRABAJADORES

El supervisor debe de evaluar la ejecución de sus trabajadores en base a todos los trabajos ejecutados durante una semana. Esta evaluación es relativamente simple. El supervisor recoge todas las tarjetas de trabajo de mantenimiento completadas por cada trabajador durante la primera semana. El agrega el tiempo estimado de todos los trabajos ejecutados por cada trabajador. Se divide el total por el tiempo total de trabajo que la persona estuvo disponible en esa semana. El resultado es el porcentaje de tiempo trabajado. Subsecuentemente, estos porcentajes son computados para evaluar la actuación a través de varias semanas.

Algunos trabajadores nos dan una consistencia muy razonable de actuación. Debido a los porcentajes calculados, él encontrará correlaciones sorprendentes entre ellos.

La gente buena nos dará un rango entre 90 y 70%. Los regulares entre 70 y 45%, los trabajadores menos conscientes o aquellos que necesitan más entrenamiento estarán en un rango entre 40 y 15%.

Después de comparar porcentajes en un período significativo de tiempo, el supervisor debe consultar a los individuos, tanto a los productivos como a los no productivos. Cada persona está interesada en saber cómo está haciendo las cosas, y si los trabajadores están interesados en saber cómo se están comportando como grupo, el supervisor puede sentir confianza en que la programación a corto plazo está funcionando.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONTROL DE LA MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO

El control de la mano de obra de mantenimiento implica que mantenimiento tiene que controlar cada aspecto de su fuerza de trabajo autorizada. Esto incluye trabajo regular ejecutado, tiempo extra y ausentismo (ver Figura No. 14).

La fuerza de trabajo autorizada consiste en todas aquellas personas de mantenimiento necesarias para llevar a cabo la carga de trabajo. La sección de medición de la carga de trabajo describe el procedimiento para determinar el tamaño apropiado del grupo de fuerza de trabajo.

Es muy necesario dividir la carga de trabajo en categorías específicas para propósitos de medición, es también necesario el control del trabajo para la división en categorías.

Estas categorías son definidas a continuación:

MANTENIMIENTO PREVENTIVO - Inspecciones de equipo programadas en forma rutinaria, lubricación, servicios, limpieza y pruebas no destructivas.

APOYO A LA PLANTA - Todas las actividades ejecutadas con bases repetitivas para mantener las instalaciones físicas (trabajos de limpieza, mantenimiento de edificios, etc.).

MANTENIMIENTO PROGRAMADO - Trabajos mayores de mantenimiento que tienen la suficiente proyección e importancia y que deben ser planeados y programados con los supervisores de producción.

REPARACIONES NO PROGRAMADAS - Reparaciones que pueden ser ejecutadas después de un periodo de 3-5 días y sin peligro de alguna falla en el equipo. Las labores son generalmente trabajos de un hombre y que pueden ser hechos en dos horas o menos.

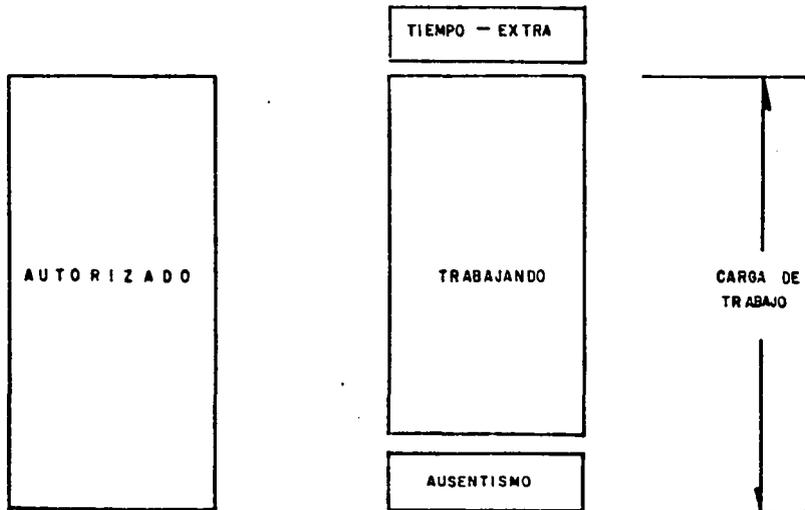
REPARACIONES DE EMERGENCIA - Reparaciones que tienen que hacerse de inmediato porque pueden causar daños mayores, pérdidas --

significativas de producción o daños totales a equipos. La designación de trabajos de emergencia da una aprobación automática de tiempo extra, si éste es requerido.

APOYO A OPERACION - Actividades ejecutadas como un requerimiento de producción y que no son necesariamente de mantenimiento, pero son hechas por el personal de mantenimiento. Pueden incluirse como estas actividades: afilado de herramientas, limpieza de equipo, etc.

TRABAJOS DE PROYECTO - Todo trabajo ejecutado por mantenimiento en respuesta a requerimientos de ingeniería para construcción, instalaciones nuevas o modificaciones mayores de equipo. Cada una de estas categorías de trabajo se controla en alguna forma específica.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



La fuerza de trabajo autorizada tiene que estar disponible en todo tiempo, para llevar a cabo la carga de trabajo

Entonces, la dirección de mantenimiento tiene que controlar el ausentismo y poder limitar el tiempo extra solamente para cubrir las necesidades.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

DOCUMENTOS DE CONTROL DE TRABAJO

ORDENES DE TRABAJO

Introducción - En las plantas industriales, en general, del 18- al 20% de su producción, es gastado en mantenimiento.

Este factor tan importante nos hace pensar de como atacar el -- problema de mantenimiento, reduciendo los costos sin bajar la - eficiencia del mismo.

El Sistema de Ordenes de Trabajo como Herramienta - Generalmen te, el sistema de órdenes de trabajo es un documento efectivo- para traducir los objetivos de mantenimiento en planeación - - práctica y específica, dando medidas de programación y control.

Ordenes de Trabajo a Utilizar en Compañía Minera de Cananea, y- su descripción - Existen tres elementos básicos que usaremos pa ra amparar cualquier trabajo a desarrollar, ellos son:

- Tarjeta de Trabajo
- Ordenes de Trabajo de Mantenimiento
- y
- Ordenes de Trabajo de Ingeniería.

Tarjeta de Trabajo - Cualquier persona tiene acceso a elaborar- tarjetas de trabajo, como una requisición de un trabajo a un de partamento de mantenimiento. La limitación que tiene este docu- mento es que será utilizable únicamente en trabajos que tengan- una duración máxima de 4 horas. Las personas responsables de - controlar estas tarjetas de trabajo (T.D.T.) son los superviso- res generales de mantenimiento de la sección correspondiente, a través de sus supervisores de primera línea.

La tarjeta es llenada por triplicado y sus copias se distribu-- yen en la siguiente forma: Original y una copia al supervisor- general de la sección, la copia restante es retenida por la per- sona que la origina.

El supervisor general analiza la actividad a desarrollar, si cumple con la variable de tiempos establecidos la turna a sus tableros para que sea poblada según el grado de importancia que tenga esta tarjeta de trabajo (T.D.T.)

Si el supervisor general estima que esta tarjeta de trabajo lleva mucho más tiempo para llevarse a cabo y debe llevar trabajos de planeación-programación, es turnada al planeador de mantenimiento para que sea manejada por él. El planeador de mantenimiento la transformará en otro documento que veremos después.

De las tarjetas de trabajo que tiene el supervisor general en sus tableros de control (que en su generalidad son trabajos no programados y emergencias), la asignación del trabajo la hará a través del supervisor de primera línea, dando al trabajador el original y quedando bajo el control del supervisor una copia.

Una vez ejecutado el trabajo, el supervisor recibe el original-firmado mismo que es turnado a la persona que giró la tarjeta de trabajo para que se entere de que el trabajo ordenado fue ejecutado; el supervisor general se queda con una copia para su archivo particular o para futuras aclaraciones.

Como resultado de la ejecución de estos trabajos amparados por tarjetas de trabajo, generamos reportes de mano de obra y materiales. El reporte de la mano de obra va cargado directamente en el cartón de tiempo. El reporte de materiales es cargado directamente a través de la requisición de materiales.

Se recomienda dar los cargos lo más precisos posible a la unidad donde se ejecuta el trabajo, como consecuencia de un buen reportaje tendremos datos veraces y confiables.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DESCRIPCION DE LA TARJETA DE TRABAJO (T.D.T.)

1. NUMERO DE CUENTA DEL EQUIPO - Número de cuenta para cada equipo, mismo que se refiere a un centro de costos.
2. TIPO - Clave de dos literales para la identificación de cada equipo, ejemplo: MB molino de bolas, DT camión de volteo, CC convertidor de cobre, etc.
3. UNIDAD - Número específico del equipo de que se trate, consta de tres dígitos.
4. COMPONENTE - Código de dos dígitos que identifica el componente en el cual se trabajará.
5. CATEGORIA - Se refiere a la clave de la categoría del trabajo, ejemplo: (1) Emergencia, (2) No Programado, etc.
6. DESCRIPCION DEL EQUIPO - Breve descripción del equipo en el que se hará la reparación.
7. SEMANA - En la que se documenta la T.D.T.
8. AÑO - En el que se documenta la T.D.T.
9. BREVE DESCRIPCION - De la acción que se va a tomar en el equipo, ejemplo: RPL Reemplazar, SOL Soldar, CAM Cambiar, etc.
10. ACCION CONCRETA - A tomar en la reparación.
11. BREVE DESCRIPCION - O instrucciones del trabajo a desarrollar, ejemplo: Ajustar estopero de bomba, lubricar transmisión, etc.
12. CLAVE DE CATEGORIA - A utilizar en este trabajo en particular, cuidando de anotar claramente la categoría.

13. TIEMPO ESTIMADO - En Horas-Hombre totales para este trabajo en particular.
14. NOTAS DE MATERIAL - En un trabajo no programado o emergencia corta, es posible que se necesiten materiales que deben ser documentados.
15. DATOS PARTICULARES - De la persona que requiere el trabajo anotando su número de control, fecha y firma respectivamente.
16. DATOS PARTICULARES - De la persona que ejecuta (supervisor de primera línea responsable del área), anotando su número de control, fecha y firma respectivamente.

La tarjeta de trabajo es un documento de control, al que, cualquier persona tiene acceso y se aplica a trabajos no programados y emergencias, generalmente. La condición principal para aplicar esta forma es el tiempo, ya que tiene un límite máximo de 4 horas en la estimación de su tiempo (ver Figura No. 15).

El documento es totalmente controlado por el Supervisor de Mantenimiento directamente.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

The diagram shows a work card form with the following fields and sections:

- 1**: No. DE CUENTA DEL EQUIPO
- 2**: TIPO UNIDAD
- 3**: COMP
- 4**: CAT
- 5**: DESCRIPCION DEL EQUIPO
- 6**: DESCRIPCION DEL EQUIPO
- 7**: AÑO SEM
- 8**: AÑO SEM
- 9**: DESCRIPCION DEL TRABAJO
- 10**: DESCRIPCION DEL TRABAJO
- 11**: DESCRIPCION DEL TRABAJO
- 12**: TIEMPO TOTAL H.H.
- 13**: TIEMPO TOTAL H.H.
- 14**: TIEMPO TOTAL H.H.
- 15**: CATEGORIA o CLAVE
- 16**: EJECUTADO POR.

Other sections include:

- INSTRUCCIONES DEL TRABAJO/ACCIONES A TOMAR
- NOTAS DE MATERIALES
- REQUERIDO POR: No AUTORIZADO FECHA
- REQUISICION DE TRABAJO A MTO.
- TARJETA DE TRABAJO
- EJECUTADO POR: No AUTORIZADO FECHA

FIGURA 15

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO (O.T.M.)

La orden de trabajo de mantenimiento es un documento más completo y sirve como documento de control. Esta orden de trabajo ordena los servicios de mantenimiento, describe el trabajo, estima los recursos necesarios, establece prioridades de los trabajos, controla los niveles de aprobación, facilita el uso de --- tiempos standard y facilita la programación y el reportaje del trabajo.

La Orden de Trabajo de Mantenimiento y la Responsabilidad del Manejo de este Documento - Es elaborada solamente por los planeadores de mantenimiento.

La generación de esta orden de trabajo de mantenimiento es el resultado, principalmente, de los pronósticos de mantenimiento; desde luego, una inspección de mantenimiento puede generar órdenes de trabajo de mantenimiento, o una tarjeta de trabajo puede ser visualizada por el supervisor general como una acción de -- más alcance y ser transformada en una orden de trabajo de mantenimiento por parte del planeador de mantenimiento.

El Planeador y la Orden de Trabajo de Mantenimiento - El planeador de mantenimiento usa la orden de trabajo de mantenimiento para planear, programar y controlar los trabajos mayores en los que se requieren detalles de planeación y programación.

Flujo de la Orden de Mantenimiento - La orden de trabajo de mantenimiento es elaborada por el planeador de mantenimiento y --- consta de un original y tres copias.

Una copia es enviada al usuario del equipo de producción para su información y para que le sirva en futuras decisiones en las juntas de programación.

El original y las dos copias restantes son retenidas por el planeador para preparar, investigar y obtener aprobación, fijar --

prioridades y, en fin, reunir los elementos necesarios de materiales y mano de obra para poder pasar a programación.

Una de las copias la usará para enviarla a procesamiento de datos o entregarla a quien opere la terminar de la computadora. Esta orden de trabajo, una vez procesada, estará preparada para acumular reportaje de mano de obra y materiales que se utilizarán en su ejecución.

El original y la copia restante permanecerán bajo el control -- del planeador de mantenimiento quien, en conjunto con su coordinador de materiales, reúnen a través del tiempo los elementos -- necesarios para la ejecución (materiales, mano de obra, piezas de fabricación, etc.). Una vez que los elementos necesarios pa ra la ejecución han sido reunidos y que la semana de la ejecución se avecina, es puesta a consideración en la junta semanal de programación para su ejecución.

Una vez aprobada la orden de trabajo se tendrá una fecha segura de iniciación del trabajo, vendrá una coordinación muy estrecha entre superintendente de mantenimiento, supervisor general y -- planeador, para llevar a cabo el trabajo planeado-programado.

En ese momento se dará el original de la orden de trabajo de -- mantenimiento al supervisor general de mantenimiento, mientras que el planeador retiene la copia restante para su control. El supervisor general entregará al responsable de la ejecución, el original de la orden de trabajo de mantenimiento para hacer los cargos correspondientes de mano de obra y materiales a ese trabajo en particular.

Una vez ejecutado el trabajo, vuelve el original al supervisor-general quien hace sus observaciones correspondientes, entrega al planeador de mantenimiento mismo que gira instrucciones de - cerrar esa orden de trabajo de mantenimiento vía terminal de la computadora, y avisar al departamento de producción de que esa orden de trabajo en particular ya fué cerrada (ver Figuras No.- 16 y 17).

DESCRIPCION DE LA ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO (O.T.M.)

1. NUMERO DE LA ORDEN DE TRABAJO - Número exclusivo para una particular orden de trabajo que consta de 12 posiciones y - cuya explicación es como sigue:

X-X-XX-X-XX-XXXXX
A B C D E

7 DIGITOS PARA
ANOTAR EL NUMERO DE O.T.M. =
CORRESPONDIENTE

(R) REPARACION DEPARTAMENTO

CLAVE SUPERINTENDENCIA

- A El trabajo cargado a Reparación siempre deberá llevar una - "R".
- B CLAVE - Se refiere a la literal que identifica cada uno de los seis grandes departamentos de la planta, que son:
T - Tajo
M - Concentradora
H - Hidrometalurgia
F - Fundición
S - Servicios
D - Administrativos
- C SUPERINTENDENCIA - Se refiere a la superintendencia a la -- que se efectuará ese trabajo en particular.
- D DEPARTAMENTO - Se refiere al departamento relativo a la superintendencia del punto anterior.
- E NUMERO DE ORDEN DE TRABAJO - Número progresivo por cada departamento, consta de 7 dígitos para control de cada orden de trabajo.
2. TIPO - Clave de dos literales para la identificación de un equipo, ejemplo: MB Molino de Bolas, DT, Camión de Volteo, - CC Convertidor de Cobre, etc.
3. UNIDAD - Número específico del equipo de que se trate, con ta de 3 dígitos.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

4. COMPONENTE - Código de 2 dígitos que identifica el componente en el que se trabajará, ejemplo: 01 Motor Eléctrico CA, 03 Sistema de Transmisión, 06 Tubería y conexiones, etc.
5. CATEGORIA - Se refiere a la clave de la categoría del trabajo, ejemplo: Emergencia, No Programado, Programado, etc.
6. DESCRIPCION DEL EQUIPO - Breve descripción del equipo en el que se efectuará la reparación.
- 7.
- 8.
9. Se refieren a la semana y al año en que se origina, principia y termina, respectivamente, esta particular orden de trabajo.
10. Breve descripción de la acción que se va a tomar en el equipo, ejemplo: RPL Remplazar, SOL Soldar, CAM Cambiar, etc.
11. Acción concreta a tomar en la reparación.
12. Breve descripción o instrucciones del trabajo a desarrollar ejemplo: "Maquinar flecha y ajustar muñones a los baleros - 6306Z, cambiar engrane 6704U, ajustar transmisión y checartolerancias", etc.
13. Sistema de prioridades adaptadas, donde Operaciones usará - los números 2, 4, 6, 8 y 10, según la importancia del trabajo desde el punto de vista de Operaciones.
14. Sistema de prioridades adaptadas, donde Mantenimiento usará los números 1, 3, 5, 7 y 9, según la importancia del trabajo desde el punto de vista de Mantenimiento.
15. Producto de multiplicar las prioridades asignadas según los puntos 13 y 14.
Este sistema de prioridades de mantenimiento hace énfasis -

65

en la participación de los departamentos operacionales y ambos supervisores ayudan a la fijación de prioridades a su equipo. Estas prioridades sólomente son aplicadas a trabajos planeados y son asignadas en conjunto a la orden de trabajo planeado, y será aprobada por el usuario del equipo.

MANTENIMIENTO

RANGO

- 9 Trabajos que se necesitan hacer lo más pronto posible, evitarán tiempos caídos de una unidad de producción y evitarán condiciones de seguridad.
- 7 Trabajos relacionados al programa de reparaciones generales, reconstrucción, remplazos de componentes de unidades de producción. Estos trabajos deben realizarse ya que retrasarlos implica fallas mayores de la máquina, a futuro.
- 5 Reparaciones de componentes de equipos, reparaciones de herramientas, reparaciones de taller.
- 3 Modificaciones no capitales al equipo o a las condiciones actuales de trabajo, encaminadas a optimizar las operaciones.
- 1 Pintura, protecciones, limpieza, condiciones ambientales, etc.

PRODUCCION

RANGO

- 10 Trabajos necesarios para asegurar la operación continua del equipo. Corrección de fallas potenciales de operación y seguridad que pongan en peligro la productividad.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

- 8 Trabajos necesarios para corregir deficiencias de calidad de operación de equipos, el cual afecta al departamento - de producción.
- 6 Trabajos necesarios para asegurar el cumplimiento del programa mensual y anual de producción.
- 4 Trabajos que reducirán los tiempos muertos de un equipo, - ahorros de mano de obra, modificaciones no capitales, todo ello encaminado a elevar la productividad del equipo.
- 2 Limpieza, pintura, condiciones ambientales, alumbrado, -- etc.
16. CODIGO DE FALLA - Clave que identifica el tipo de fallas - causa de la elaboración de esa orden de trabajo, ejemplo: Accidente, Falta de Lubricación, Desgaste, etc.
17. FUENTE DE INFORMACION - Clave que identifica cómo localiza mos esa falla o la necesidad de ejecutar un trabajo por -- una causa justificada, ejemplo: Reporte de Operaciones, - Inspección de Mantenimiento, Mantenimiento Preventivo, etc.
18. HISTORIA DE REPARACION - Los eventos que por su importan- cia sea conveniente guardarlos en el archivo de la máquina, se marcará este punto para que así se proceda; posterior- mente podrán ser analizados como una historia de repara- ciones.
- 19.
20. Número de serie del componente que entra, y número de se- rie del componente que sale de una reparación determinada.
- 21.
22. Número de Pieza que entra, y número de pieza que sale de - una reparación determinada (previamente se ha definido qué

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

piezas deben ser controladas por su importancia y costo).

23. NOTAS DE MATERIAL - En un mantenimiento planeado y programado se necesitarán una serie de piezas y componentes que deben ser preparados con su debida anticipación; es responsabilidad del planeador de mantenimiento, supervisor general y coordinador de materiales, el determinar la cantidad y calidad de estas piezas.
24. CATEGORIA - Clave que identifica las categorías de trabajo que van a intervenir en esa particular orden de trabajo, - ejemplo: 03 mecánico, 04 ayudante de mecánico, 26 auxiliar de mantenimiento, etc.
25. NUMERO DE HOMBRES - Número de hombres por categoría que se rá empleado en este trabajo.
26. HORAS-HOMBRE ESTIMADAS - Horas-hombre estimadas por categoría en ese trabajo.
27. Totalización de las Horas-hombre estimadas para esa particular orden de trabajo.
28. Costo total estimado por concepto de mano de obra a utilizar.
29. Costo total estimado por concepto de materiales a tutilizar (de compras, de fabricación, de existencia, etc.).
30. Costo total estimado (suma de los puntos 28 y 29).
31. Número y firma de la persona que solicita el trabajo.
32. Número y firma de la persona que aprueba el trabajo, dependiendo del costo e importancia de éste.
33. Número y firma del supervisor responsable de la ejecución-

y calidad del trabajo.

34. Si el material necesario para este trabajo es material que se lleva en existencia, se marcará este punto.
35. Si hay orden u órdenes de compra necesarias para desarrollar este trabajo, se marcarán en su hoja especial de materiales.
36. Si esta orden requiere de otra para complementar el trabajo, se anotará el número de sub-orden.
37. NUMERO DE O.T.I. - Esta orden de trabajo puede ser el producto de un Orden de Ingeniería; en este caso específico, se referirá al número particular de la O.T.I., para que ésta absorva los costos de la O.T.M.
38. En un sistema de mantenimiento programado, una de las formas más exactas de medir el tiempo trabajado es por horas de operación por medio de horómetros; si éste existe, se debe anotar la lectura para que sirva como historial.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DESCRIPCION DE LA ORDEN DE TRABAJO DE INGENIERIA (O.T.I.)

1. NUMERO DE LA ORDEN DE TRABAJO DE INGENIERIA - Número exclusivo para una particular orden de trabajo, mismo que consta de 12 dígitos y cuya explicación es como sigue:

X-X-XX-X-XX-XXXXX
A B C D E

7 DIGITOS PARA ANOTAR
EL NUMERO DE O.T.I.
CORRESPONDIENTE

(R)
REPARACION

CLAVE
SUPERINTENDENCIA

DEPARTAMENTO

- A El trabajo cargado a reparación siempre deberá llevar un -- "R".
- B CLAVE - Se refiere a la literal que identifica a cada uno - de los seis grandes departamentos de la planta, que son:
- T - TAJO
M - CONCENTRADORA
H - HIDROMETALURGIA
F - FUNDICION
S - SERVICIOS
D - ADMINISTRATIVOS
- C SUPERINTENDENCIA - Se refiere a la superintendencia a la -- que se efectuará ese trabajo en particular.
- D DEPARTAMENTO - Se refiere al departamento relativo a la superintendencia del punto anterior.
- E NUMERO DE ORDEN DE TRABAJO DE INGENIERIA - Número progresivo para cada departamento, mismo que consta de 7 dígitos para control de cada orden de trabajo de ingeniería.
2. PRIORIDAD - Aplicada para este tipo de orden de trabajo de ingeniería según lo establecido.
3. SEMANA Y AÑO en que se origina esta particular O.T.I.
4. SEMANA Y AÑO en que se inicia esta particular O.T.I.
5. SEMANA Y AÑO en que se cierra esta particular O.T.I..

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

6. NUMERO PARTICULAR del proyecto de ingeniería al cual pertenece (si lo hay).
7. BREVE DESCRIPCION de la acción que se va a tomar en el equipo, ejemplo: RPL Reemplazo, SOL Soldar, CAM Cambiar, REL Re localizar, etc.
8. ACCION CONCRETA a desarrollar en ese trabajo.
9. BREVE DESCRIPCION - o instrucciones del trabajo a desarrollar, ejemplo: Relocalización de oficinas de tiempo, Relocalizar bomba de vacío No. BV-004, etc.
10. ESTIMACION ECONOMICA de la mano de obra a utilizar.
11. ESTIMACION ECONOMICA de los materiales a utilizar.
12. ESTIMACION ECONOMICA de los componentes a utilizar.
13. ESTIMACION ECONOMICA de los equipos a utilizar.
14. ESTIMACION TOTAL de esa particular O.T.I.
15. NUMERO, FIRMA Y FECHA del gerente o superintendente general que aprueba esta particular O.T.I.
16. AUTORIZACION del director de operaciones, o del asistente - al director de operaciones para esta particular O.T.I. (ver Figura No. 18).

Las personas indicadas para expedir y controlar las Ordenes de Trabajo de Ingeniería son, exclusivamente, los gerentes de área. Dichas Ordenes serán bien justificadas y posteriormente autorizadas por la dirección correspondiente.

El departamento de Construcción y Mantenimiento llevará el control de este tipo de trabajos en la planta.

NEGATIVO DE ORIGEN
TESIS CON

The form is titled 'ORDEN DE TRABAJO DE INGENIERIA' and contains the following sections and fields:

- ORDER No.**: A field with a ruler-like scale, labeled 1.
- DESCRIPCION DEL TRABAJO**: A large text area with a ruler-like scale, labeled 8.
- INSTRUCCIONES**: A text area with a ruler-like scale, labeled 9.
- PRIORIDAD**: A small box, labeled 2.
- PROYECTO DE INGENIERIA**: A text field, labeled 6.
- AB. EM. CR.**: A header for a table, labeled 3.
- AÑO SEM**: A header for a table, labeled 4.
- ESTIMACIONES**: A table with four rows and two columns, labeled 10. The rows are labeled M.O., MTL., EQP., and CMPS. Labels 11, 12, and 13 point to the right side of these rows.
- APROBADO**: Two approval boxes, each with a 'FECHA' field, labeled 15 and 16.
- TOTALES**: A box for totals, labeled 14.

FIGURA 18

CAPITULO VI - CONTROL DE MATERIALES

La conducción del trabajo de mantenimiento se retrasa por una carencia temporal de M.O., disponible. Sin embargo, el trabajo de mantenimiento no se realiza si TODOS los materiales no están disponibles.

Es indispensable un control adecuado de materiales, en funciones de las necesidades totales.

Generalmente, la tendencia en plantas grandes es tener los almacenes de piezas controlados por Compras o Contabilidad, con una participación directa del departamento de mantenimiento en la determinación de existencias y cantidades mínimas.

¿ QUIEN DEBE CONTROLAR LOS INVENTARIOS ?

Realmente se hace una pequeña diferencia entre quien controle el inventario, y si lo hace competentemente. Sin embargo, el departamento que controle el inventario tiene que reconocer que el control de inventarios es un trabajo de tiempo completo.

Típicamente, algunas de las indicaciones de fallas en el control de materiales, son:

- Si el personal de mantenimiento tiene que entrar a los almacenes para obtener e identificar partes, el procedimiento de control es usualmente inadecuado.
- Si los talleres están haciendo un reemplazo excesivo de partes sin checar la disponibilidad de existencias, ésto es realmente una expresión de la falta de confianza en los controles de almacén.
- Si el supervisor de mantenimiento está tratando directamente con los proveedores, ésto es una indicación de poca confianza en la función de Compras.

Cuando no se tienen existencias controladas, pero que sean suficientes, o si el departamento de Compras no puede llevar su función adecuadamente, la situación puede volverse imposible.

CONTROL ADMINISTRATIVO DE MATERIALES DE MANTENIMIENTO

El propósito principal del control de materiales de mantenimiento es asegurarse de que los materiales y partes correctas y en cantidades apropiadas, puedan suministrarse cuando se necesitan.

Para asegurarse de que esto suceda, no es necesario que mantenimiento opere su propia almacén o que dirija las actividades de Compras.

Muchos departamentos de mantenimiento dividen las acciones de conseguir los materiales entre los supervisores de mantenimiento y los planeadores, de acuerdo al tipo de trabajo que es ejecutado.

Generalmente, los supervisores de mantenimiento obtienen todos sus materiales, incluyendo fabricaciones relacionadas a trabajos no planeados o emergencias en el trabajo. Los supervisores no deben de estar en el negocio de ordenar o comprar materiales. Su principal OBLIGACION es la supervisión, no el acarreo de materiales.

Numerosos departamentos de mantenimiento bien operados, han decidido proteger sus inversiones con buena planeación y con la adición de coordinadores de materiales.

- Muchas plantas encuentran inmediatamente un absurdo en la productividad porque los supervisores están empleando todo su tiempo de supervisión en la obtención de equipo y materiales.
- Muchas plantas tienen un sinúmero de fallas en planeación y programación, hasta que un coordinador de materiales opera correctamente. Entonces, después de 6 meses -

los programas de trabajo se incrementan de 3 a sobre 26% y continúan incrementándose. Este es un ejemplo claro - del error en emplear un planeador como la persona que ob- tiene los materiales.

- Algunas plantas pueden desarrollar la entrega de materia- les "en el sitio", y eliminar los "almacenes de departa- mento no autorizados", ya proliferados en el departamen- to de mantenimiento.

Cuando el coordinador de materiales no es un miembro del staff- de mantenimiento, éste opera en una escala muy estrecha. Por - lo tanto, el coordinador de materiales desarrolla una actividad de soporte a la planeación y a la actividad total de manteni- miento.

Es importante hacer notar que el coordinador de materiales no - debe determinar exactamente qué materiales son requeridos, la - cantidad, calidad y cuándo se necesitan. Esta información tie- ne que ser dada por el planeador o por el supervisor, según se- an sus necesidades.

PROGRAMA TIPICO DE CONTROL DE INVENTARIOS

El sistema de control de inventarios consiste en 4 elementos:

El Gabinete de Tarjetas en el que se encuentra la identifica- - ción de partes y el status de las existencias.

El Catálogo de Proveedores En el que las tarjetas son archiva- - das, por fabricantes o grupos de componentes.

Los Catálogos de Partes Es una lista de partes puestas en cuar- - to de existencias para referencia de las personas que necesitan dichas partes. Aquí muestra la descripción de la parte y su nú- mero.

Las Tarjetas de los Almacenes Es el documento en el que, el - -

usuario escribe la descripción de la parte, cantidad y costo, - pero todos estos datos pueden ser anotados por mantenimiento y para propósitos de control de inventarios.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

OPERACION DE LOS SISTEMAS

Retiros - Cuando el personal viene a retirar partes, debe ver - en el catálogo de partes y obtener el número correcto y descripción de la pieza. El número de parte y la descripción son, - - usualmente, encontrados bajo las especificaciones del fabricante. Sin embargo, algunas partes comunes que fabrican diferentes proveedores deben ser listadas en una sección especial.

El catálogo de partes se encuaderna para ayudar en su manejo. Los catálogos de partes son, con frecuencia, complementados por extractos de varios fabricantes de partes. Hay catálogos en -- los que se exponen diagramas esquemáticos que ayudan a identificar fácilmente las partes. Estas partes en existencia son marcadas, y una ilustración de las mismas se muestra abajo.

Reorden - El reorden del material de existencia es usualmente - realizado usando una orden general o una requisición viajera. Entonces, cuando el punto de reorden ha llegado, esta orden general es automáticamente enviada al vendedor establecido, con - una compra de una cantidad preestablecida.

CARGO DE COSTOS DE MATERIALES

El sistema de mantenimiento usa las requisiciones de almacén para recibir los costos de materiales en el reporte del sistema - de mantenimiento.

Una vez que estos costos entran, son reportados de nuevo a los departamentos, especificando las unidades de equipo. Estos coastos son enviados al jefe de producción o mantenimiento, tenien-

do la forma de identificar los costos específicos de un equipo en particular.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

REORDEN Y CARGO DE MATERIALES DE EXISTENCIA

Las existencias de materiales como tubería, conexiones, alambre eléctrico, tuercas, tornillo, fierro estructural, etc., es deseable que sean cargados a departamentos individuales y a las unidades de equipo, dando los datos al almacén para que se registre donde se usa el material. Sin embargo, estos materiales generalmente son localizados en áreas abiertas donde es fácil el acceso a ellos; consecuentemente, el procedimiento para el uso de las tarjetas de almacén tiene que ser bien entendido por todo el personal y ser estrictamente controlado. El reorden del material de existencia es acompañado por el uso de una orden.

Cargo de Componentes Reconstruidos - Los costos exactos para la reconstrucción de componentes en la Compañía, pueden ser atribuidos a departamentos específicos y unidades usando la orden de trabajo de mantenimiento. Generalmente, los costos deben ser cargados a la unidad y departamento de los que el componente -- fué removido.

Procedimiento - El componente que va a reconstruirse debe ser etiquetado mostrando el número de la orden de trabajo de mantenimiento, usado para ejecutar el reemplazo o la acción de reparación.

La mano de obra y materiales en la reconstrucción de esa pieza en particular puede ser cargada a esa O.T.M., y saber también el componente que se retiró. Varias organizaciones usan diferentes procedimientos de contabilidad pero el que se acaba de mencionar es siempre popular. Una vez que el componente es reparado se etiqueta como unidad reconstruida y se mete en stock.

Fabricación de Piezas de Repuesto de Existencia - La O.T.M., se usa para cargar la fabricación de partes a los almacenes, futuras reparaciones o trabajos posteriores de mantenimiento.

Partes de Regreso - Las partes que por algunas circunstancias -- son regresadas al almacén, pueden ser acreditadas sacando la -- tarjeta correspondiente y marcando con un círculo las cantidades regresadas y el número respectivo.

Catálogo de Partes - Debe estar en el exterior del almacén, en la ventanilla para que el personal pueda tener acceso a los libros.

Cuando los números y descripciones de partes son sacados del catálogo de partes, se está entrando a la tarjeta de almacén junto con el número de O.T., el departamento, la unidad y cantidad necesaria.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONTROL DE INVENTARIOS

Desafortunadamente, no existe una guía o fórmula fáciles que de terminen qué partes específicas deben estar en existencia.

Sóloamente una persona de experiencia en almacén o un supervisor consciente puede hacer estas decisiones. La decisión tiene que hacerse con varios factores importantes en mente.

- ¿Cuál es el impacto a la operación de la planta si esta parte falla y no hay un reemplazo aprovechable ?
- ¿Cuál es el tiempo de entrega; varias horas, días, semanas o meses ?
- ¿Cuál es el costo de la parte ?

Esto tiene que realizarse, ya que al poner en almacén una parte específica en inventario, se vuelve muy caro. Las estimaciones diarias muestran que el costo es del 25% del costo total de las partes puestas en stock cada año. Con un inventario de - - -

$$O C E = \sqrt{\frac{(2) (S) (A)}{(I) (C)}} = \sqrt{\frac{(2) (3500) (96)}{(.24) (4050)}} = 26.29$$

Entonces, cada vez que esta parte sea ordenada, deberán ordenarse aproximadamente 26 piezas.

Esto es solamente una guía, de seguro, y el número actual ordenado puede ser variable conforme a los precios.

Estos cálculos pueden ser hechos para cada parte, para estar seguros de las cantidades económicas óptimas. En el caso de piezas fabricadas en la planta, talleres de servicios, se aplica la misma fórmula y se aplica con ligeras diferencias:

S - El costo fijo actual en \$

C - El costo estimado final en \$, incluyendo materiales, M.O., y factor de escalación

El factor de escalación puede ser aproximadamente el doble del costo de la M.O., usada para hacer la parte.

Ejemplo:

Parte A1-11

I = 0.24

A = 50/año

S = Costo fijo -- 4 Hrs. a 6/Hr. x 2 = \$ 7,200.00

C = Costo estimado final (materiales y M.O.) = \$ 7,500.00

$$O C E = \sqrt{\frac{2 S A}{I C}} = \sqrt{\frac{(2) (7200) (50)}{(.24) (7500)}} = 20$$

Aproximadamente deben ser fabricadas 20 piezas en cada punto de reorden.

De nuevo, un cálculo como este debe de ser hecho para cada parte por separado, que es fabricada y recheckar las cantidades de la OCE.

El problema viene cuando la orden es fuertemente dependiente -- del rango de uso y del tiempo de entrega; estos dos figuras pueden ser solamente estimativas.

Después de que la OCE es determinada, lo siguiente puede ser -- una guía en determinar el punto de reorden, ahora hay que agregar algunas variaciones para poderlo determinar.

P - Promedio usado por semana

D - Tiempo de entrega en semanas -- usando canales ordinarios -- durante la tramitación de la orden.

PS- Pico semanal usado -- una situación del peor caso, si la estimación no es aparente, use la peor semana en el record, -- o 2 XW.

PR- Punto de Reorden -- el nivel de inventario cuando una orden debe de ser reprovisionada.

Un buen estimado para el punto de reorden (PR) es dado por:

$$PR = PS + (W \times D)$$

En este caso, el pico semanal usado actúa como una existencia de seguridad y el promedio semanal usa tiempos promedios de entrega, cubre lo esperado durante el ciclo de resultado.

Esta forma es conservadora y es típicamente necesaria para cubrir problemas de entrega de materiales, etc.

Cuando el uso es más alto que lo normal o las entregas se retrasan más de lo normal -- las condiciones especiales deben de ser usadas, (órdenes por teléfono, órdenes urgentes, etc.) para expeditar en estas condiciones de falta de stock.

Citaremos un ejemplo completo para referencia:

C - Costo de la parte	-	\$ 1,200.00
A - Consumo anual	-	80
D - Entrega	-	6 semanas
W - Uso por semana	-	1.6
PS - Pico semanal usado	-	3

S	-	Costo de la orden	-	\$ 3,750.00
I	-	Costo por interés	-	0.24

Primer cálculo:

$$O C E = \sqrt{\frac{2 S A}{I C}} = \sqrt{\frac{(2) (3750) (80)}{(.24) (1200)}} = 4.56$$

O C E = Cantidad Económica = 46 Unidades

Segundo cálculo del punto de reorden:

$$\begin{aligned} \text{Punto de reorden} &= P R = P S = (W \times D) \\ &= 3 + (1.6 \times 6) = 12.6 = 13 \end{aligned}$$

Con el OCE y el PR podemos usar estas dos figuras y tener una seguridad de que no estamos sobreestimando o viceversa, los --- stocks. Cuando el inventario es reducido al punto de reorden, una orden debe ponerse por el OCE. Estos dos números deben ser recalculados a más tardar anualmente o cuando hay cambios substanciales en el precio o en las entregas.

Un buen control de materiales es esencial para un funcionamiento adecuado de un departamento de mantenimiento.

CAPITULO VII - PLANEACION Y PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO

PLANEACION DE MANTENIMIENTO

Planeación de Mantenimiento es, esencialmente, un proceso de toma de decisiones con una fuerte orientación hacia el futuro.

Típicamente, éste es un proceso de toma de decisiones en cinco etapas que son:

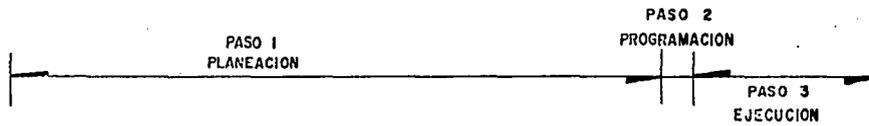
- Definición del problema.
- Identificación y desarrollo de alternativas de soluciones.
- Evaluación y alternativas de soluciones.
- Escoger la mejor alternativa.
- Poner en práctica la mejor solución escogida.

Planeación es el medio por el cual la información de mano de obra y materiales es transformada en planes completos de trabajo.

Planeación es la tarea de organización a futuro con el uso de recursos para sacar adelante un trabajo específico en forma efectiva.

PROCEDIMIENTOS DE PLANEACION

Los procedimientos de planeación en mantenimiento son el primer paso de tres, que contribuyen al uso efectivo de los recursos de mantenimiento (ver Figura No. 19).



IDENTIFICACION
DEL TRABAJO

FIJAR
PRIORIDAD

ORDEN PARA
MATERIALES

RECIBO DE
MATERIALES

COORDINACION

MEDICION DE
RESULTADOS



OBTENCION DE LA
APROBACION DEL
TRABAJO

OBTENCION DE
MATERIALES

PROGRAMACION Y
LOCALIZACION DE
MANO DE OBRA

EJECUCION
DEL TRABAJO

LA SECUENCIA DE 3 PASOS DE PLANEACION, PROGRAMACION Y EJECUCION DEL TRABAJO NOS DA UN FLUJO FIRME DE ACCIONES PREPARATORIAS ASEGURANDO EL USO EFECTIVO DE LOS RECURSOS.

- PASO UNO Consiste en la organización de recursos para --
asegurar su uso efectivo a futuro.
- PASO DOS Es la programación de estos recursos para un --
plan total de coordinación sobre el escritorio.
- PASO TRES Es la ejecución del plan, de acuerdo al programa. Ver la siguiente figura.

Siguiendo los pasos de planeación, hay ciertos elementos que deben ser cubiertos de acuerdo a procedimientos específicos. Estos incluyen:

Proyección de Trabajo - ¿ Qué está involucrado en el trabajo ?
¿ Qué recursos tienen que ser organizados ? y ¿ Cómo deben controlarse ?

Tiempo - ¿ Qué tan pronto tiene que iniciarse el trabajo ?
¿ Cuánto tiempo es aprovechable para planear el trabajo ?

Prioridad - ¿Cuál es la urgencia relativa del trabajo ? ¿ Esta prioridad alterará el tiempo de otros trabajos que tienen -- que ser planeados ?

Costos - ¿ Cuánto será el costo del trabajo ? ¿ Cómo serán determinados estos costos ? ¿ Este trabajo tiene un presupuesto? si así es, ¿Cuál es éste ?

Aprobaciones - ¿ Quién aprobará el trabajo ? ¿ Quién aprobará el plan ? ¿ Estos costos y prioridades determinan quién aprueba el trabajo y/o el plan ?

Hacerlo o Comprar - ¿ Debe el trabajo ser contratado ? ¿ Pueden ser compradas toda la gama de piezas a un costo menor fuera de la planta en lugar de fabricarlas dentro de la misma ?

Mano de Obra - ¿ Qué especialidades están involucradas ?
¿ Cuántas H.H. son necesarias para cada cuadrilla ? ¿ Qué técnicas de mano de obra se estima que son las mejores ?

<p style="text-align: center;">TESIS CON FALLA DE ORIGEN</p>

Materiales - ¿ Qué materiales son necesarios ? ¿ Qué cantidad ?
¿ Qué tanto tiempo se necesitará para requisitar los materiales de pedidos directos ?

Fabricación - ¿ Qué materiales o ensambles tienen que ser fabricados o maquinados para completar el trabajo ? ¿ Cómo pueden, - estos requerimientos, ser encaminados con otros trabajos de taller, y cuándo ?

Herramientas - ¿ Qué herramientas especiales se necesitarán para complementar el trabajo ? ¿ Dónde podremos obtener estas herramientas ? ¿ Está el grupo de trabajo entrenado para utilizar estas herramientas ?

Equipo - ¿ Qué equipo especial es necesario para hacer el trabajo ? ¿ Tiene mantenimiento este equipo o tiene que ser rentado o conseguido en su caso ?

Instrumentación - ¿ Es necesario algún instrumento especial ?

Ayuda por Contratista - ¿ Hay algunos elementos del trabajo que deben ser ejecutados por un contratista ?

Instrucciones de Seguridad - ¿ Qué necesidades especiales de seguridad tienen que ser observadas ?

Instrucciones de Trabajo - ¿ Cómo debe de hacerse el trabajo ? - ¿ Hay algunos esquemas que deban seguirse ? ¿ Seguiremos la secuencia del trabajo por medio de gráficas de barras ? ¿ Es necesario hacer gráficas GANTT ? ¿ Son aplicables los sistemas - de PERT o CPM ?

Control de Trabajo - ¿ Quién llevará el control total del trabajo, si es trabajo de mantenimiento o si es trabajo de ingeniería ? ¿ Quién tiene los supervisores específicos para hacerlo ?

Reportes del Progreso - ¿Cuál será la fuente de información en

la que basaremos el progreso ?

Ordenes de Trabajo - ¿ Cuántas Órdenes de trabajo separadas serán necesarias para cubrir todas las fases del trabajo ?

Todos estos elementos tienen que ser considerados en cualquier trabajo bien planeado. Sin embargo, El grado en el que cada -- elemento es aplicable, es dictado por la proyección del propio trabajo.

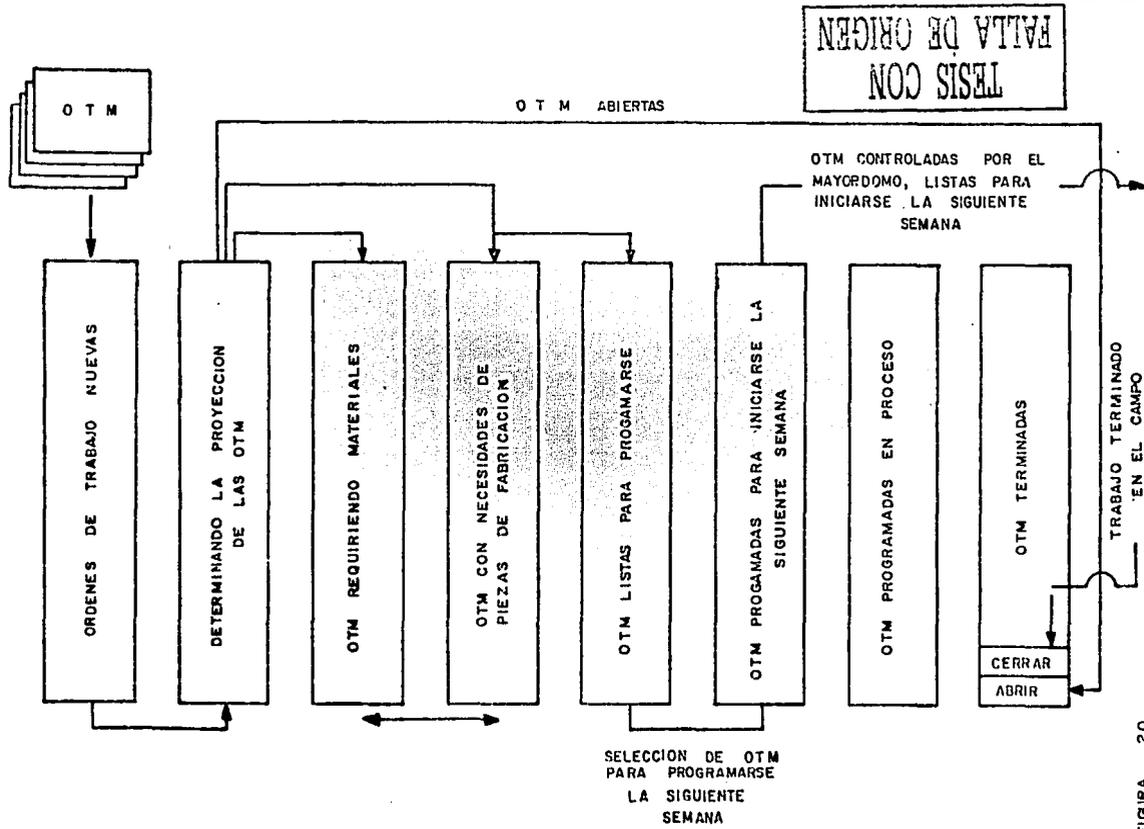
Ciertos elementos de la planeación se detallan en término de -- tiempo consumido. Por ejemplo: El identificar y conseguir materiales o las necesidades de fabricación son detalladas en -- tiempo consumido. La estimación de la mano de obra es compleja; sin embargo, la fijación de prioridades puede ser un proceso -- simple si el criterio usado es claro y sencillo.

El procedimiento de planeación para un trabajo específico da -- los lineamientos a seguir. Cada uno de los diferentes trabajos estarán en un paso específico de la planeación. En un momento dado debe asegurarse que el planeador pueda "manejar" todas estas órdenes de trabajo simultáneamente, además de un control ex -- tricto de estas O.T.M., llevado paso a paso (ver Figura No. 20).

Una técnica efectiva de control es el uso de tableros. Estos -- tableros alojan las O.T.M., en forma individual y previamente -- se designa la nomenclatura que indica el status que guarda cada O.T.M., en particular. Estos tableros son manejados en secuencia conforme al flujo de la O.T.M. (Ver diagrama adjunto).

FUENTES PARA PLANEAR EL TRABAJO

Existe un amplio rango de fuentes para planear el trabajo de -- mantenimiento. Estan incluyen solicitudes de producción, resul -- tados de las inspecciones de mantenimiento preventivo, necesida



El planeador de mantenimiento usa los tableros de control del trabajo secuencialmente, siguiendo el flujo de las órdenes de trabajo de mantenimiento a través de varias etapas

des de seguridad, etc., cada uno de estos trabajos presenta un cierto nivel que puede prestarse a criterios de planeación.

FUENTES PARA PLANEAR EL TRABAJO POR ORDEN DE IMPORTANCIA

- A través de inspecciones de mantenimiento preventivo.
- Historia completa de la reparación de un equipo.
- A través de un análisis de fallas.
- El tiempo reportado de problemas potenciales de producción.
- Consecuencia de un programa de reemplazo de componentes.
- La existencia de reparaciones generales y habilidad de reconstrucción.
- Supervisores cuidadosos para impedir problemas.
- Diálogo abierto con operadores en fallas de equipos.
- Buena comunicación del supervisor con su cuadrilla.
- Buen uso de tecnología en la reparación.

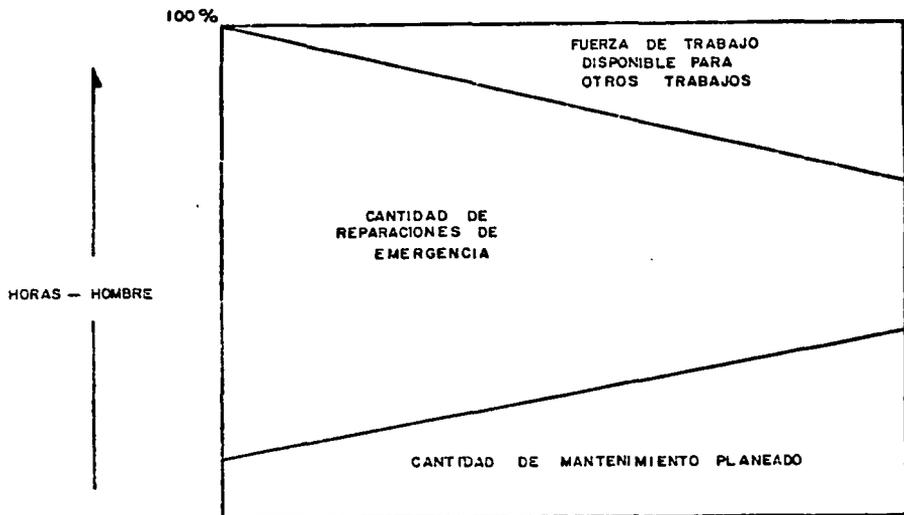
EFEECTO DE PLANEACION EN EL USO DE MANO DE OBRA

Cuando los trabajos de mantenimiento mayor pueden ser planeados efectivamente, los resultados son óptimos en la consistencia de la fuerza de trabajo utilizada (ver Figura No. 21).

Algunos factores claves que afectan en el ahorro de mano de obra, son:

Pocas interrupciones de trabajo - Un trabajo bien planeado, paso por paso, se hace más coordinado y con menos interrupciones. Entonces, usualmente, el trabajo es terminado en un corto lapso de tiempo. Esto también reduce el tiempo muerto.

Instrucciones claras del trabajo - Los supervisores encontrarán varios retrasos en los trabajos, a medida de que las instrucciones son menos claras.



A medida de que la cantidad de trabajo planeado se incrementa, se usará menos fuerza de trabajo en emergencias. Como resultado tendremos más fuerza de trabajo disponible y mejor utilización.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

FIGURA 21

Los materiales son preordenados - Entonces, estos materiales -- pueden ser entregados en el sitio de trabajo en el tiempo en -- que se requieren y, de esta forma, los retrasos son evitados.

Las herramientas son prearregladas - Raramente se encuentran su ficientes herramientas para servir por entero a la fuerza de -- trabajo. El suministro a tiempo de estas herramientas evitará-- los retrasos, ya que estarán disponibles cuando se necesiten.

Arreglos de equipo especial - Grúas llevando y trayendo equipo-- a tiempo. Arreglando previamente este equipo, coordinándolo y-- manejándolo adecuadamente, el trabajo se desarrolla en una forma rápida y eficiente.

Prioridades significativas - Los grupos importantes de trabajo-- son asignados a prioridades relativas durante la planeación; -- por lo tanto, la mano de obra es manejada turno a turno, donde-- debe de hacerse lo mejor. Entonces, el tiempo de trabajo es reducido porque los retrasos por mano de obra son mínimos.

La supervisión está mejor preparada a asignar y dar instrucción es de trabajo - La suma de tiempo que gastan los supervisores - en trabajos activos, supervisión directa de sus cuadrillas, incrementa su productividad. Además, los retrasos serán reducidos, se evitará la confusión y los trabajos son terminados más-efectivamente en el menor tiempo posible.

EFFECTO DE PLANEAR EL USO DE LA MANO DE OBRA

El propósito de la estimación de la mano de obra es determinar-- la cantidad de la mano de obra requerida por la especialidad de cada trabajo, y como puede ser localizada. Entre más precisión tenga esta estimación, mejor planeado será el trabajo, mejor -- distribuida la mano de obra y mejor ejecutado el trabajo.

Para realizar buenas estimaciones, el planeador debe entender -- claramente las técnicas estimativas y tener una comprensión total de la proyección del trabajo bajo consideración.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO

Actualmente, en el ambiente industrial, día a día, se tienen metas más ambiciosas de producción, lo cual demanda tener disponibilidad de equipo para cumplir estas metas. Consecuentemente, cuando mantenimiento tiene la oportunidad de conseguir el equipo vital para mantenimiento, los recursos, tanto humanos como de materiales, tienen que estar bien organizados para actuar de una manera precisa y rápida. De otra forma, la oportunidad para ejecutar un mantenimiento adecuado puede perderse.

DEFINICION DE PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO

Programación de mantenimiento consiste en agregar un tiempo estimado al plan de mantenimiento para juntar los recursos y localizar la mano de obra para llevar a cabo el plan (ver Figura No. 22).

Programación está a la mitad de los tres pasos en la secuencia de planeación y ejecución del trabajo (ver Figura adjunta).

Planeación es una función de mantenimiento en la que, ciertos pasos como la aprobación de trabajos o fijación de prioridades, requieren de la intervención de producción. Sin embargo, programación es la decisión de producción con la intervención de mantenimiento.

Programar un equipo para mantenimiento nunca debe ser una acción hecha solamente por mantenimiento, ya que la productividad del equipo está en juego.

El equipo de producción pertenece a operaciones y ellos son los responsables de cumplir con las metas de producción. Mantenimiento es un servicio y su responsabilidad es la de mantener el equipo en condiciones favorables para obtener la producción.

Las acciones de programación son conocidas cuidadosamente ya --

PLANEACION DE MANTENIMIENTO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

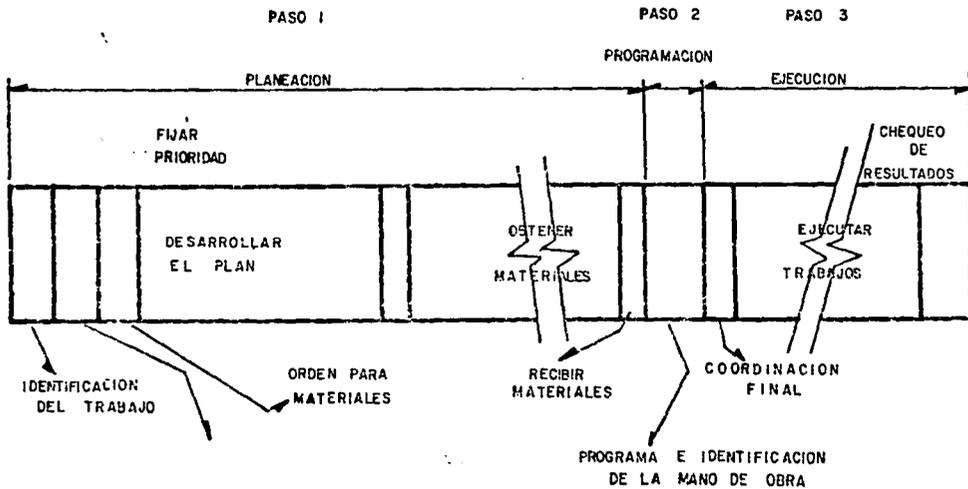


FIGURA 22

que las decisiones son bilaterales. Si producción no está de acuerdo con los planes que mantenimiento ha hecho para el equipo, el equipo simplemente no estará disponible y el trabajo no será ejecutado.

La programación de mantenimiento se extiende a muchas otras actividades. El apoyo de Ingeniería, ejecutado algunas veces por mantenimiento, requiere de programación. Los servicios de M.P. requieren programación, los servicios de mantenimiento periódico requieren programación. Cada uno difiere ligeramente en sus técnicas, pero todos son armados con los mismos principios.

Cuando un trabajo es bien planeado, hay una buena oportunidad de que este trabajo sea ejecutado eficientemente. Sin embargo, a menos de que todos los recursos (especialmente la mano de obra) estén programados correctamente, los beneficios de la buena planeación están perdidos.

Programación se centraliza alrededor de recursos básicos:

- Equipo - El equipo en el que el trabajo debe ser ejecutado tiene que estar disponible en un tiempo predeterminado, suficiente para que el trabajo sea ejecutado y ejecutado bien.
- Materiales - Los materiales necesarios para la reparación, que debieron ser fabricados, deben de estar a la mano para la ejecución del trabajo.
- Mano de Obra de Mantenimiento - Poniendo las cuadrillas adecuadas a tiempo en el trabajo y en el número correcto, puede desarrollarse este trabajo sorpresivamente bien, tanto en calidad como en productividad.

En un trabajo tipo bien documentado y cuando está bien planeado y programado, puede ser de 12-15% menos en el costo que un trabajo similar hecho bajo condiciones de emergencia o no planeado.

Sin embargo, este ahorro es el producto de una buena planeación y de una buena programación.

PROGRAMACION A CORTO PLAZO

Como los períodos actuales para programar trabajos mayores van acercándose a medida de que el tiempo transcurre, y todos los pasos necesarios en la planeación han sido completados, los trabajos se han puesto en un programa a corto plazo. Usualmente, este es un programa semanal (ver Figura No. 23).

La actividad de programación de mantenimiento es la acción en la que un tiempo específico estimado es aplicado a un grupo de órdenes de trabajo planeadas.

Programación también incluye la designación de un tiempo específico durante el cual, las labores de M.P. u otras actividades, pueden ser ejecutadas.

La M.O. es localizada y, tentativamente, confirma que es suficiente para llevar a cabo el trabajo presentado en la programación.

Normalmente, en un ambiente de producción, el programa debe ser tratado como un plan recomendado de acción hasta que es aprobado por producción.

El programa aprobado debe ser presentado en forma de "contrato" entre Operaciones y Mantenimiento, para ejecutar el programa; - Mantenimiento hace el trabajo, Producción da el equipo disponible para la ejecución de ese trabajo. Un plan aprobado por producción es la mejor manera de llevar a ejecución un trabajo - bien programado.

Una vez que el programa ha sido aprobado, el supervisor que ejecutará el trabajo, debe estar bien entrenado para esto.

Cuando el programa se lleva a cabo, mantenimiento debe de cerciorarse de que este programa se está cumpliendo a tiempo y con buena ejecución. Cada OT.M., de programa debe mostrar el progreso.

Antes de presentar el programa de la siguiente semana, mantenimiento debe medir el progreso del programa y dar las explicaciones correspondientes en una junta de programación regular.

CONCLUSIONES Y RESULTADOS

Debido a la implantación del sistema de mantenimiento preventivo se pudo comprobar que el personal tiende a trabajar más eficientemente en un ambiente de trabajos bien planeados, ya que habrá menor pérdida de tiempo en movimientos y, ésto, al lograr se correctamente, trajo consigo un ahorro efectivo en la reducción de costos por mantenimiento.

Para el logro positivo de implantación del sistema de mantenimiento preventivo, hubo que vencer algunas dificultades, como:

Concientización - Actualmente, Compañía Minera de Cananea cuenta con personal obrero que, en su mayor porcentaje, son personas de edad avanzada, personal que se resistía al cambio. Para ésto, hubo necesidad de organizar campañas de concientización - (cursos, manuales, folletos, boletines, etc.) con el fin de hacer ver al personal que el sistema de mantenimiento preventivo es una forma para controlar y sistematizar los trabajos de mantenimiento, y que este sistema era en beneficio de todos.

Stock de Partes y Componentes - El problema de partes y refacciones a los diferentes equipos, es un problema que afectó a -- Compañía Minera de Cananea, debido a que cuenta, en su mayor -- porcentaje, con equipo de fabricación extranjera.

Para solucionar esta dificultad, se creó un departamento de Sustitución de Importaciones, con el fin de buscar fabricantes nacionales y, así, bajar el alto grado las compras costosas bajo condiciones de importación.

LOGROS OBTENIDOS CON EL SISTEMA DE MANTENIMIENTO

Historias de Reparación del Equipo - A través de los programas maestros de M.P., lubricación y pronósticos de reparaciones ma-

yores, se logró racabar datos de historias de reparación de los equipos y, así, ir ajustando poco a poco los intervalos en los servicios de mantenimiento.

Revisión de Stock de Materiales - La planeación a corto y - largo plazo permitió a mantenimiento revisar máximos y mínimos en Almacenes, y preparar con tiempo, pedidos a través - del departamento de compras, para que los materiales estuvieran presentes a la hora de efectuarse la reparación de los equipos.

Mejor Supervisión - Al tener los trabajos de mantenimiento bien identificados, el supervisor de mantenimiento logró mejorar la - distribución de su cuadrilla, siguiendo las instrucciones de progra - mas semanales, y aumentar el tiempo en la supervisión del - trabajo.

Mayor Productividad - Como se pudo observar en el estudio - de productividad, donde se notó un incremento notable en la productividad de la mano de obra, ésto se debió a que el -- tener los trabajos identificados, materiales y herramientas en el área de trabajo. se obtuvo un ahorro notorio en tiempos muertos por mante - nimiento.

Mayor Disponibilidad del Equipo - Con la implantación y se - guimiento de los programas maestros de mantenimiento preven - tivo y de los programas de lubricación, se logró aumentar la dete - cción anticipada de posibles fallas en el equipo, logrando con ésto, - menos paros por emergencia y elevar las horas de operación del equipo.

Menos Tiempos Caídos - La reducción de trabajos de emergen - cia por el Sistema de Mantenimiento Preventivo, trajo como - consecuencia un 12% menos de tiempos caídos en el equipo, - estos resultados están muy por arriba de lo esperado debido a la total desorganización en que se encontraba el mantenimiento al empezar a im - plantarse el sistema.

Mejor uso de la Mano de Obra - Se comprobó que un trabajo hecho bajo - condiciones de emergencia es 100% más costoso en mano de - -

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

obra, que un trabajo similar pero bajo condiciones bien planeadas. Se observó que las inspecciones de mantenimiento preventivo ayudan a prevenir situaciones de emergencia, a la vez, ayudan a incrementar el trabajo planeado y mejorar la eficiencia de la mano de obra.

A continuación se muestran datos y gráficas que observan el progreso logrado por la implantación del sistema de mantenimiento preventivo.

RESULTADOS DE UTILIZACION DE MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO - Los resultados obtenidos en el porcentaje de la utilización de mano de obra en los diferentes trabajos de mantenimiento, así como los porcentajes de asistencia y ausentismo. Nótese los cambios obtenidos en este período de tiempo; al planear y programar más trabajos con tiempo, se fueron reduciendo los trabajos de emergencia y no programados (ver Figura No. 24).

PRODUCCION DE COBRE ELECTROLITICO - Debido a una mayor coordinación entre Producción y Mantenimiento, se logró hacer paros programados con mayor frecuencia, siguiendo los programas maestros de mantenimiento preventivo y los pronósticos de reparaciones mayores. Con esto, se logró un aumento en la disponibilidad del equipo y un aumento significativo en la producción (ver Figura No. 25).

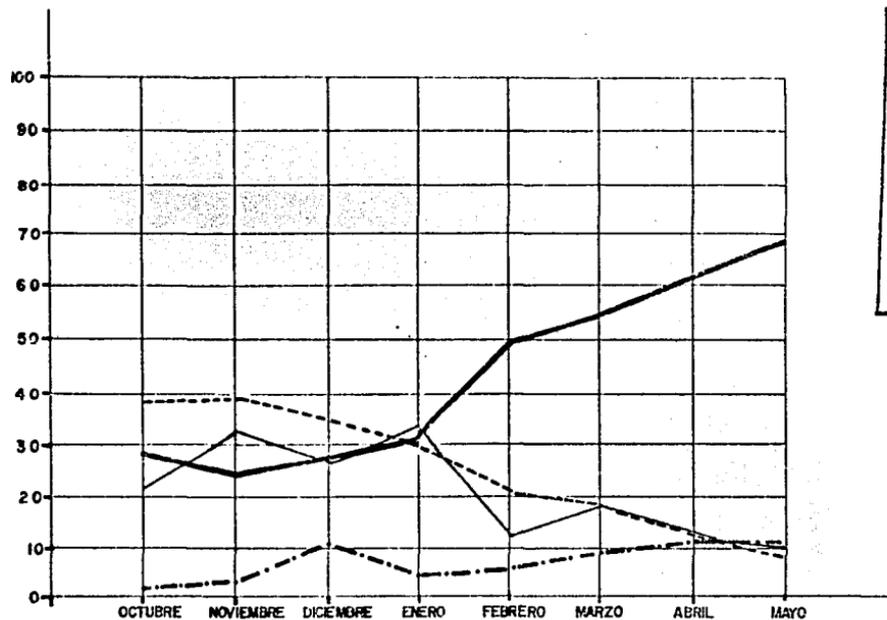
UTILIZACION DE LA MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO

Período 82-83

	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO
ASISTENCIA	84%	85%	78%	87%
AUSENTISMO	16%	15%	22%	13%
MANTENIMIENTO PLANEADO/PROGRAMADO	28%	25%	27%	31%
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	2%	3%	11%	5%
TRABAJOS NO PROGRAMADOS	22%	33%	27%	34%
EMERGENCIAS	38%	39%	35%	30%

	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
ASISTENCIA	82%	85%	88%	91%
AUSENTISMO	18%	15%	12%	9%
MANTENIMIENTO PLANEADO/PROGRAMADO	49%	55%	62%	68%
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	6%	9%	12%	12%
TRABAJOS NO PROGRAMADOS	13%	18%	13%	11%
EMERGENCIAS	22%	18%	13%	9%

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

	MANTENIMIENTO PLANIFICADO
	MANTENIMIENTO PREVENTIVO
	TRABAJOS NO PREVENTIVOS
	EMERGENCIAS

PRODUCCION DE COBRE ELECTROLITICO PERIODO 82-83

SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
23.86	23.36	19.97	24.53	25.66	21.29	24.75	26.86
19.39	21.31	22.91	25.70	21.42	26.20	22.02	22.39
19.62	22.51	21.49	24.73	22.89	28.76	25.20	22.62
24.76	24.13	23.39	17.12	18.52	21.11	23.21	27.76
21.09	25.30	23.76	20.84	21.33	25.16	24.95	24.09
24.33	22.99	24.80	19.71	24.64	22.24	22.49	27.33
16.72	20.44	22.35	19.93	21.97	24.79	29.96	19.72
23.36	19.31	20.57	27.36	23.66	26.13	22.31	26.36
19.53	26.96	19.42	19.89	23.55	27.10	23.44	22.53
24.40	19.49	27.00	23.23	20.82	25.93	25.99	27.40
22.83	21.95	24.26	19.61	28.97	26.56	28.30	25.83
19.21	20.21	23.76	20.61	24.00	24.31	27.13	22.21
20.17	22.20	21.71	22.60	22.01	23.11	25.51	23.17
27.17	19.02	20.02	27.57	21.01	21.19	24.31	24.86
21.86	21.75	25.16	22.26	23.75	25.16	26.36	29.60
			22.15				30.17
	21.97		22.52		23.78		25.12

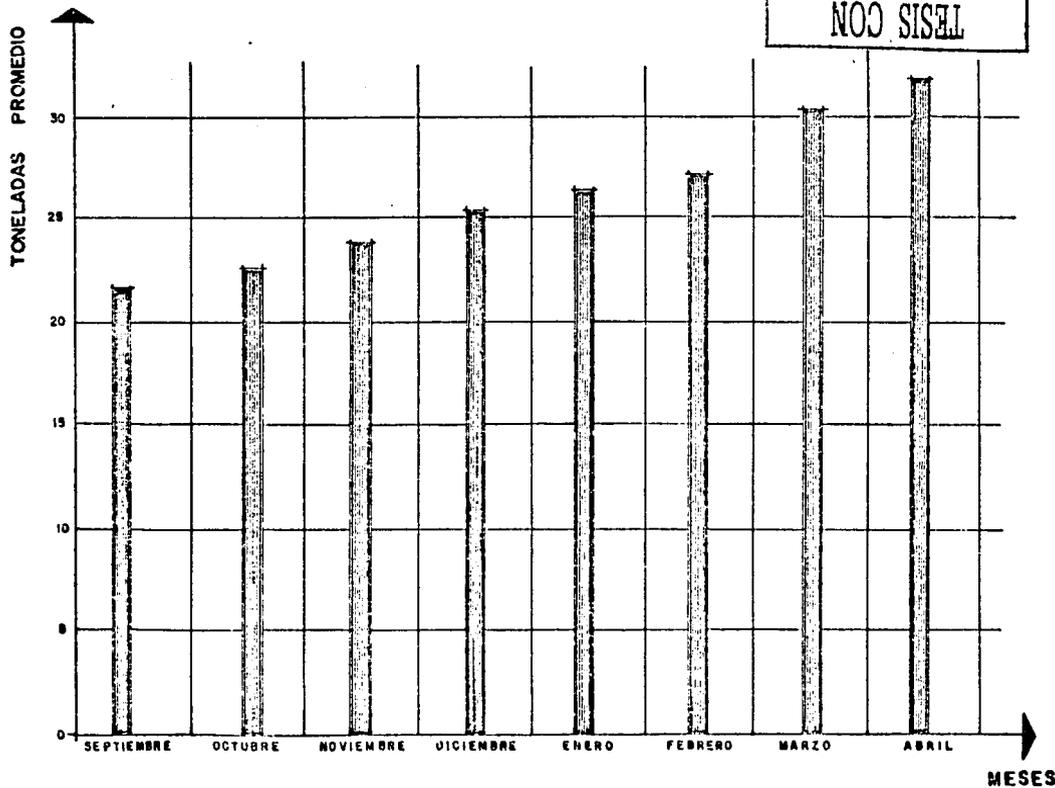
ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL	
28.36	24.71	28.86	26.09	31.86	28.21	33.86	31.31
25.81	23.71	26.31	29.33	27.53	29.09	29.39	29.62
29.26	27.33	29.76	27.99	31.36	28.17	32.51	34.76
29.80	23.99	30.30	25.44	34.96	33.30	34.13	31.09
21.22	31.46	21.72	28.36	27.39	30.20	34.33	35.30
23.81	24.03	24.31	24.53	32.40	32.33	26.72	32.99
28.90	27.86	29.40	31.96	29.31	35.17	29.31	30.44
26.45	24.94	26.95	24.49	27.49	30.99	36.96	33.36
24.67	27.49	25.17	27.83	27.62	27.02	34.40	29.53
23.52	28.83	24.02	24.21	30.83	24.72	32.83	29.49
31.10	25.59	24.62	25.21	30.51	29.86	30.21	31.95
26.25	28.63	28.36	27.20	29.95	28.44	30.17	29.21
26.36	27.01	24.39	32.17	32.76	29.75	37.17	32.20
31.67	24.12	27.51		27.21	31.36	31.86	29.02
26.70	23.89	29.13		32.13	34.60	33.36	31.75
	27.86				27.31		
	26.62		26.99		30.12		31.97

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

GRAFICA DE PRODUCCION DE COBRE ELECTROLITICA

PERIODO 82 / 83.

TESIS CON
FALTA DE ORIGEN



B I B L I O G R A F I A

- Meyer, Eugenia, LUCHA OBRERA DE CANANEA, Instituto Nacional - de Antropología e Historia, México, 1976.
- Córdova R., Francisco, PERFIL HISTORICO DE CANANEA, Gráficos-Express de Sonora, Hermosillo, Sonora, 1979.
- Baltar, Antonio, CONTROL DE LA EJECUCION DE PROYECTOS POR EL-METODO DEL CAMINO CRITICO, Cuadernos del ILPES, 2a. Edición, Santiago de Chile, 1971.
- Montaña G. Agustín, INICIACION AL METODO DEL CAMINO CRITICO,- Editorial Trillas, México, 1968.
- Tomlingson, Paul D., MAINTENANCE MANAGEMENT SEMINAR FOR THE - MINING INDUSTRY, Associates Maintenance Management Consul- - tants, Second Edition, Denver, Colorado, 1979.
- Reyes P. Agustín, ADMINISTRACION DE EMPRESAS TEORIA Y PRACTI- CA, Editorial Limusa, México, 1979.
- Arias G. Fernando, ADMINISTRACION DE RECURSOS HUMANOS, Edito- rial Trillas, México, 1979.
- Delnue Servicios, ADMINISTRACION DEL TIEMPO, Grupo Editorial- Expansión, México, 1980.
- Robb Louis A., DICCIONARIO PARA INGENIEROS, Compañía Edito- rial Continental, México, 1979.
- Mackenzie, Alec, NEW TIME MANAGEMENT METHODS, The Dartnell -- Corporation, Chicago, 1979.