

UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA
INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS



**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO APLICADO
A UN HORNO ELECTRICO PARA LA FABRICACION
DE ACEROS ESPECIALES**

T E S I S

PARA OPTAR POR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO QUIMICO

CARLOS FRANCISCO | SANCHEZ CAMPOS

MEXICO, D.F.

1966



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

A mi Padre.
Quo en Paz Descansa

A mi Madre.

I N D I C E

Introducción.	1
---------------	---

CAPITULO I MANTENIMIENTO

Mantenimiento Preventivo.	2
Organización del Mantenimiento.	3
Personal de Mantenimiento.	5

CAPITULO II DESCRIPCION DEL PROCESO Y DEL EQUIPO

Descripción del Proceso.	6
Descripción del Departamento.	12
Descripción del Equipo.	15
Clasificación del Equipo.	24

CAPITULO III CODIFICACION DEL MANTENIMIENTO

Clase de Mantenimiento a las Diferentes Unidades.	32
Tipos de Mantenimiento.	45

CAPITULO IV PLANEACION DEL MANTENIMIENTO

Planeación.	46
Obtención de Datos.	48
Principios de Estadística.	51
Resumen de \bar{X} y Δ .	58

CAPITULO V
CALENDARIOS PARA MANTENIMIENTO

Calendario para los Trabajos de Mantenimiento que no requieren parar el Horno Eléctrico.	64
Calendario para los Trabajos de Mantenimiento que deben hacerse - con frecuencia menor al cambio de revestimiento.	70
Calendario para los Trabajos de Mantenimiento que deben hacerse en cambio de revestimiento o múltiplo.	74
Calendario para los Trabajos de Mantenimiento que deben hacerse - anualmente o múltiplo.	80

CAPITULO VI
PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO

Forma simplificada de programar un Camino Crítico.	81
Primer programa cambio de revestimiento.	82
Primer programa anual.	85

CAPITULO VII CONCLUSIONES	87
--	----

CAPITULO VIII BIBLIOGRAFIA	88
---	----

HORNO DE ARCO ELECTRICO
CAPACIDAD DE CARGA 13 TONELADAS.

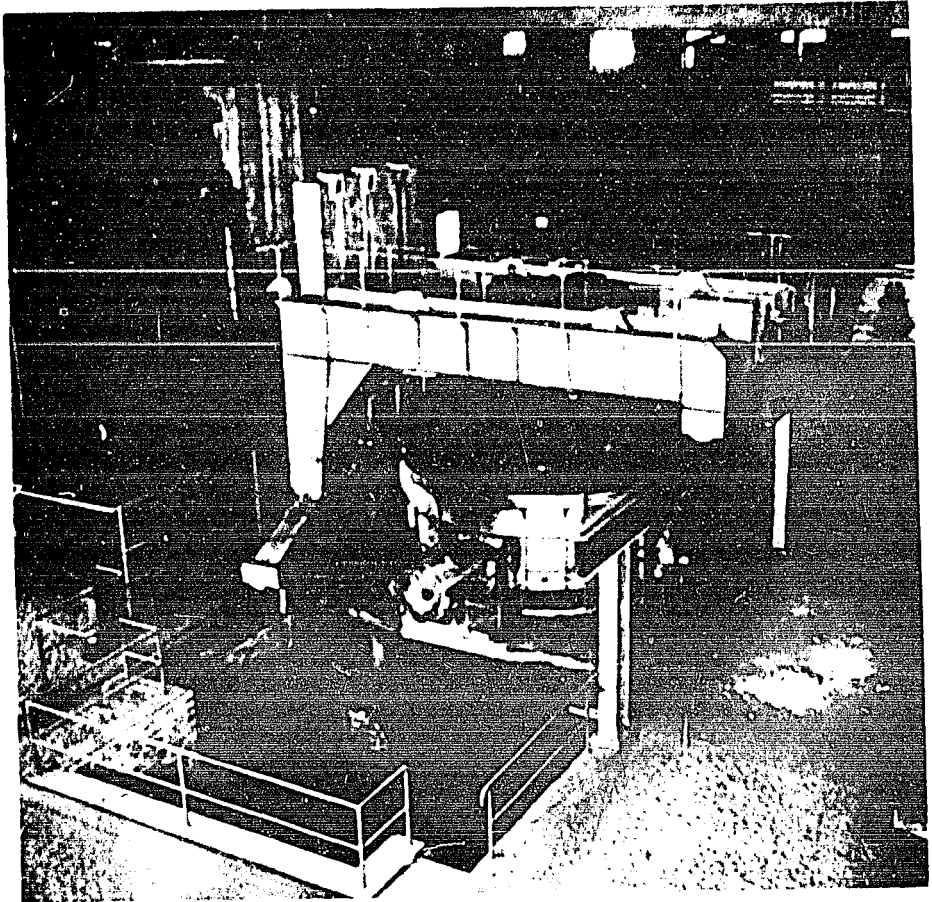


FIGURA No. 1

I N T R O D U C C I O N

I N T R O D U C C I O N

Dentro de la "Industria Siderúrgica Mexicana", una de las ramas de mayor importancia es la fabricación de aceros especiales, ya que estos aceros son esenciales en el desarrollo industrial del país; tanto las plantas en funcionamiento como las nuevas instalaciones, requieren de ellos.

Hasta 1960 era necesaria la importación de estos aceros especiales en su totalidad. A partir de esa fecha, se comenzó gradualmente su fabricación, con un Horno de Arco Eléctrico partiendo de chatarra como materia prima, produciendo lingotes de diferentes pesos y calidades para ser forjados o laminados a las diversas medidas que la industria exige en su desarrollo.

Por ser el Horno Eléctrico el primer eslabón en la cadena de fabricación, cualquier paro no programado afecta seriamente a todos los procesos subsiguientes, lo cual representa un costo muy elevado. La mayoría de los paros no programados son por causa de fallas en el equipo.

El objeto de este trabajo será el de exponer, organizar, planear y programar un mantenimiento preventivo que evite, hasta donde sea posible, los paros por fallas del equipo y, así, aumentar al máximo el rendimiento de la producción.

Carlos Francisco Sánchez Campos.

CAPITULO I

M A N T E N I M I E N T O

CAPITULO I

MANTENIMIENTO

Para la conservación y rendimiento óptimo del equipo, es necesario - otorgarle una cierta atención sistemática y en ocasiones atención de emergencia que definen los dos tipos de mantenimiento:

Mantenimiento preventivo y

Mantenimiento de emergencia.

El mantenimiento preventivo se debe considerar con tanta atención como cualquiera de los aspectos de operación.

Un estudio sobre un programa de mantenimiento preventivo, presupone una economía considerable, la cual no se lograría si el mantenimiento fuera de emergencia.

Para que el equipo funcione correctamente con un programa de mantenimiento, se tiene que considerar como uno de los puntos más importantes, las condiciones bajo las cuales opera el equipo, ya que son diferentes para cada industria.

Cabe hacer notar que el mantenimiento depende también de la instalación apropiada y del diseño correcto del fabricante.

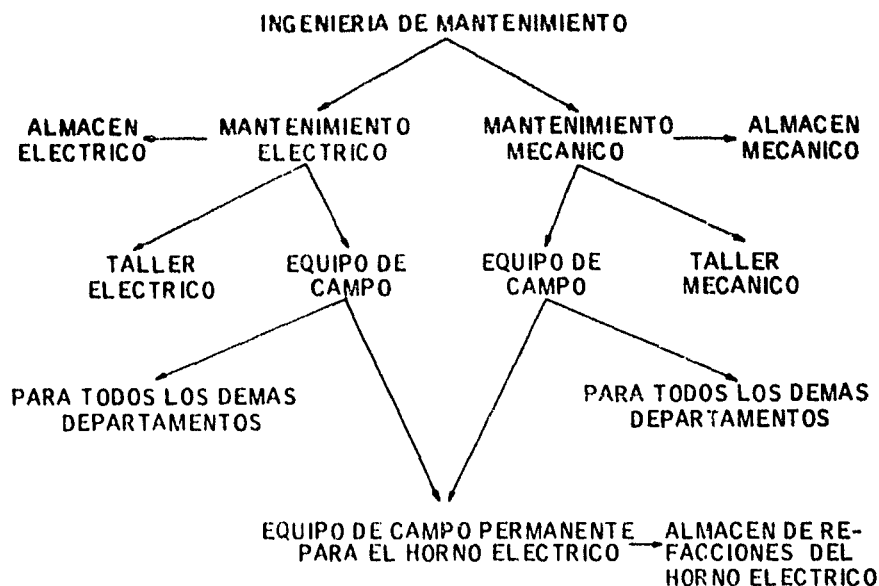
Existen en la actualidad diversas teorías y sistemas para organizar, planear y programar el mantenimiento preventivo. A continuación se muestra el sistema empleado.

ORGANIZACION DEL MANTENIMIENTO.

La compañía en donde se realizó este estudio, cuenta con varios departamentos, todos ellos relacionados con la producción de aceros especiales. Entre estos departamentos el más importante es el del Horno Eléctrico por ser el departamento básico. Para este estudio esta importancia se acentúa si se considera que es el único que trabaja operación continua de 24 horas al día y 7 días a la semana.

El siguiente diagrama muestra la organización del departamento de mantenimiento:

ORGANIGRAMA DEL MANTENIMIENTO



INGENIERIA DE MANTENIMIENTO.

Tiene a su cargo el diseño, modificaciones de ciertas partes del equipo, - archivos con los dibujos, diagramas y catálogos de todos los equipos de la compañía, planeamiento y programación del mantenimiento, sistemas de órdenes de trabajo, etc.

Ingeniería de mantenimiento se divide en dos:

Mantenimiento eléctrico y

Mantenimiento mecánico,

cada uno con su respectivo almacén.

Tanto el mantenimiento eléctrico como el mecánico, cuentan con un taller y un equipo de campo, cada uno.

A los talleres respectivos son enviadas partes o unidades del equipo para su revisión y reparación. Los equipos de campo, revisan y dan mantenimiento preventivo o de emergencia a todos los demás departamentos.

En el departamento del Horno Eléctrico se requiere la atención inmediata del personal de mantenimiento para cualquier falla del equipo, que podría tener consecuencias mayores si no se atiende rápidamente, por lo que es necesario contar con un equipo de campo, instalado permanente en el departamento así como un almacén de refacciones que deberá contar con todo lo necesario para el mantenimiento del Horno Eléctrico.

PERSONAL DE MANTENIMIENTO DE CAMPO PERMANENTE PARA EL EQUIPO DEL HORNO ELECTRICO.

Ingeniero de mantenimiento.

Maestro de mantenimiento.

Soldador de mantenimiento.

Ayudante de soldador.

Albañil de mantenimiento.

Ayudante de albañil.

Pintor de mantenimiento.

Además, se cuenta con una cuadrilla de mantenimiento en cada turno, formada por:

Un mecánico electricista de mantenimiento.

Un plomero soldador de mantenimiento.

CAPITULO II

DESCRIPCION DEL PROCESO Y DEL EQUIPO

CAPITULO II

DESCRIPCION DEL PROCESO

CARGA DEL HORNO ELECTRICO

Se elevan los electrodos y se recorre la bóveda para permitir la descarga de la chatarra previamente seleccionada, que es conducida en ollas de carga. En tales ollas, la chatarra es acomodada de la siguiente manera: en la parte del fondo se coloca chatarra ligera en forma de pacas (hojalata prensada) para que amortigue el impacto provocado por la chatarra pesada, al ser descargada en el Horno, protegiendo de esta manera el refractario. La chatarra pesada se carga procurando quede situada en la delta (Δ) formada por los electrodos y acomodada de manera que al moverse durante la fusión, no rompa los electrodos. Después de ésto, es conveniente colocar chatarra liviana alrededor y arriba para proteger del arco las paredes y bóvedas del Horno, cuando comienza la fusión.

Junto con la carga, también se agregan algunas ferroaleaciones y minerales, así como cal (CaO) para la formación de la escoria.

Es conveniente que durante el período de oxidación se cuente con un exceso de carbón en el baño, ya que parte de él se pierde por las adiciones de óxido férrico llamado hematita o "mineral de hierro" (Fe_2O_3) y óxido ferroso férrico llamado magnetita o "caspas" (Fe_3O_4). Si la carga metálica está muy baja en carbón, es necesario una recarburación en forma de coke o de pedazos inservibles de grafito de los electrodos. En el período de oxidación, es conveniente que el contenido de carbón del baño —

sea aproximadamente de un mínimo de 0.40% más alto que el contenido en carbón en el acero al ser vaciado.

DESCRIPCION GENERAL DE LA FABRICACION DE ACEROS ESPECIALES EN HORNOS ELECTRICOS BASICOS DE ARCO.

- I. PERIODO DE FUSION Y OXIDACION.
- II. PERIODO DE REDUCCION Y REFINADO.
- III. PERIODO DE VACIADO.

I. PERIODO DE FUSION Y OXIDACION.

FUSION. -

Cuando la carga está completa (dos o más recargues), se eleva el nivel inferior de la puerta de escoria con material refractario (Dolomita) para formar un retén que resguarde el derrame del metal líquido. Se cierra la bóveda y la puerta, los electrodos son bajados hasta cerca de 10 cm. de la chatarra, se cierra el circuto del interruptor principal, seleccionando un voltaje con su respectiva corriente en el juego de reóstatos quedando los arcos bajo control automático.

El período de fusión en el Horno Eléctrico básico es el más costoso en su operación, porque el consumo de energía y de electrodos es mayor que en ningún otro.

Los electrodos funden la parte de la carga que está directamente bajo ellos y continúan penetrando a través de la chatarra formando un espejo de metal fundido en el crisol del Horno. El resto de la carga es fundida desde el fondo por la radiación del calor del espejo, por el calor del arco y por la resistencia ofrecida al paso de la corriente por la chatarra.

OXIDACION. -

Durante este período se oxidan: Fósforo P, Silicio Si, Manganeso Mn, - Carbón C, etc.

Las reacciones podrían ser las siguientes:

1)



El oxígeno para estas reacciones oxidantes como para otras, se obtiene:

- * De óxido en la superficie original de la chatarra
- * De oxígeno libre en la atmósfera del Horno.
- * De la oxidación de la chatarra durante la fusión.

- * Por la calcinación de la piedra caliza, añadida para la formación de la escoria.
- * Por óxidos de elementos aleados añadidos en el Horno.
- * Por el óxido férrico (Fe_2O_3) o el óxido ferroso férrico (Fe_3O_4) si son cargados o añadidos después.
- * Por el oxígeno en forma de gas introducido en el baño de acero - líquido mediante un tubo o lanza. El empleo directo del oxígeno en forma de gas, es importante en la práctica moderna para la descarburation rápida de un baño.

Debe hacerse notar que gran parte de los óxidos producidos durante este - período, son lanzados fuera del Horno en forma de gases y partículas muy finas que atacan de una manera notable al equipo, por ser altamente corrosivos.

El Período de oxidación se divide en dos etapas:

- A. Desfosforización.
- B. Desulfuración y descarbonación.

A. Desfosforización.-

Esta se lleva a cabo a baja temperatura, alrededor de $1550^{\circ}C$ y se logra mediante las adiciones de "mineral de hierro" y "casha", teniendo en cuenta que ya existe una buena escoria, de acuerdo con las reacciones 1a, y 1b. La baja temperatura se mantiene debido a que a altas temperaturas la reacción del fósforo es reversible, por lo que se deja salir la escoria y se repone nuevamente con adiciones - de cal, antes de elevar la temperatura.

B. Desulfuración y Descarburación. -

Conforme progresa la oxidación, se eleva la temperatura alrededor de 1600 °C para ayudar a remover el azufre (S) y el carbón (C) y, también, para aumentar la fluidez del baño hasta el punto en que las impurezas puedan elevarse a través del metal fundido, hasta la superficie del baño y la escoria.

La reacción del óxido ferroso (FeO) con el carbón (C) forma el monóxido de carbón (CO) y este gas producido en el baño ayuda a la agitación. Una máxima limpieza del acero se logra cuando se ha sostenido un período de oxidación por bastante tiempo y a temperatura alta. El oxígeno introducido con tubo o lanza es de gran ayuda para estos fines.

La desulfuración es lograda mediante un volumen elevado de cal y una adición uniforme de "caspa"; el manganeso ayuda a la desulfuración como también la agitación en el baño y temperatura alta.

Si se requiere bajar bastante el contenido de azufre en el acero es necesario el método de doble escoria.

Según sea necesario, se toman muestras preliminares para análisis químico para saber el contenido de impurezas y de elementos aleados en el acero.

Los aceros especiales pueden hacerse por un proceso de simple escoria, primero se oxida la escoria como se ha descrito y después, se reduce añadiendo los materiales apropiados, durante el período de refinación. Sin embargo, es más común el método de doble escoria, una escoria oxidante seguida de una escoria reductora.

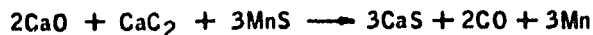
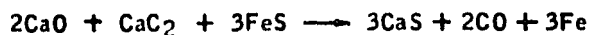
II. PERIODO DE REDUCCION Y REFINADO.-

En el método de doble escoria, la escoria oxidante es sacada completamente del Horno con rastrillos de acero para que no contamine a la segunda escoria, y evitar la reversión de algunos elementos de la primera escoria al metal.

Los materiales usados para hacer la segunda escoria son: cal (CaO) — espatofluor o fluoruro de calcio (CaF₂), silicio en polvo (Si), y carbón de hulla (C).

El espatofluor es usado para controlar la fluidez de la escoria. El silicio en polvo con el carbón de hulla se añade después de estar fundida la cal. El objeto es formar, tan pronto como sea posible, una escoria fuertemente reductora conteniendo carburo de calcio (CaC₂) y mantenerla durante todo el período de refinación. Dicha escoria reduce los óxidos de manganeso, cromo, vanadio, tungsteno, hierro, etc. y, también, elimina el azufre como sulfuro de calcio.

Reacciones:



Tan pronto como los resultados del último preliminar son reportados, se ajusta la carga a las especificaciones, según la calidad del acero que se esté fabricando.

III. PERIODO DE VACIADO.

Se destapa la nariz del Horno, vaciándose el acero sobre la tina de vaciado y se procede a llenar las lingoteras por el sistema de vasos comunicantes.

Después de que salió todo el acero del Horno, se revisa el refractario - de las paredes y piso, parchándose si es necesario y se revisa la bóveda, cambiándola si se requiere. Con ésto, queda el Horno listo para empezar de nuevo - el proceso.

DESCRIPCION GENERAL DEL DEPARTAMENTO DE ACERACION.

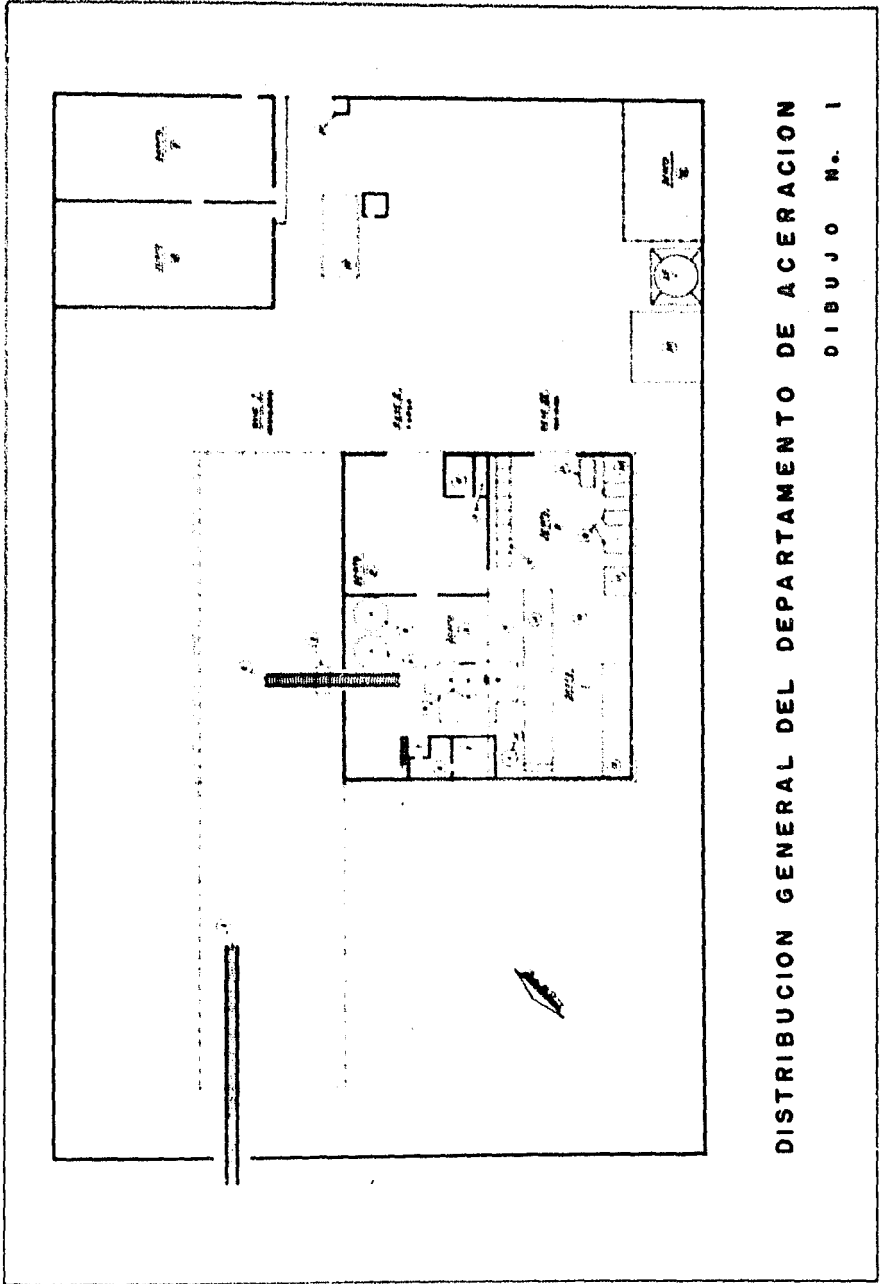
Para mayor facilidad en la descripción, se muestra un plano de distribución (Dibujo No. 1), en el que se localiza el departamento de aceración con tres naves: la de chatarra, la de carga y la de vaciado, marcadas con los números I, II, III.

En la nave I, se encuentra un escape de ferrocarril (No. 1), un transportador (transfer) para alimentación del Horno (No. 2), y una báscula (No. 3).

El transportador (transfer) para alimentación del Horno, es una vagoneta guiada sobre rieles, que se utiliza para pasar ollas de carga de la nave de chatarra a la nave de carga y puede ser operada manual o eléctricamente.

En la nave II se localizan los departamentos A. y B. que corresponden a:

Horno Eléctrico y Almacenes.



DISTRIBUCION GENERAL DEL DEPARTAMENTO DE ACERACION

DIBUJO N.º 1

El Horno Eléctrico (No. 4) se compone de cuba, bóveda, grúa de portal y volteo.

Los números 5, 6 y 7 son: sala del transformador, sala de controles y oficina del fundidor, respectivamente.

La sala de controles (No. 6) es un local destinado al equipo auxiliar - para el adecuado control y operación del Horno.

En el área de los almacenes (B), se encuentran las materias primas y - las refacciones necesarias para todo el equipo del Horno Eléctrico.

Nave de vaciado: (III).

El número 13 corresponde a la parrilla para almacén y limpieza de lingotes, donde son cepilladas interlamente, sopreadas con aire a presión para utilizar las nuevamente en la estrella de vaciado.

Existe un lugar para las tinas de vaciado (No. 14), las cuales requieren cambiar su refractario y para tal objeto, se tiene una fosa en el piso (No. 15).

El número 16 representa la zona para el deslingoteo que se efectúa por gravedad o por medio del extractor de lingotes.

Departamento de Acondicionado: (D).

Un porcentaje de lingotes sale con imperfecciones en su superficie, que se eliminan por medio de soplete (No. 17) o esmeriles (No. 18).

Las fosas de enfriamiento (No. 19) se usan para aceros de tratamiento especial que requieren de un enfriamiento lento.

Se entiende por descolillado (No. 20), el quitar el pedazo de acero unido al lingote en la parte inferior, debido a la forma de la boquilla de llenado.

Laboratorio: (IV).

En el laboratorio, se lleva a cabo el control de calidad de los aceros especiales y cuenta con los siguientes departamentos:

- * Taller mecánico.
- * Laboratorio de análisis químico.
- * Metalografía.
- * Espectroscopía y
- * Física.

Oficinas Generales: (V).

Se lleva el control y funcionamiento del departamento de aceración.

La báscula de plataforma (No. 22) controla la entrada y salida de vehículos que transportan materias primas.

Torres de enfriamiento (No. 24) para el agua de recirculación del Horno Eléctrico.

Número 25, tanque elevado de agua para el servicio de toda la planta.

Subestación general de la planta. (VI).

DESCRIPCION GENERAL DEL EQUIPO DEL HORNO ELECTRICO

Para obtener un mejor rendimiento del Horno Eléctrico, así como para prevenir en todo lo que sea posible, fallas inesperadas en el proceso, debidas a descomposturas, es necesario darle preferencia al equipo principal, que es el siguiente:

(Dibujo No. 2)

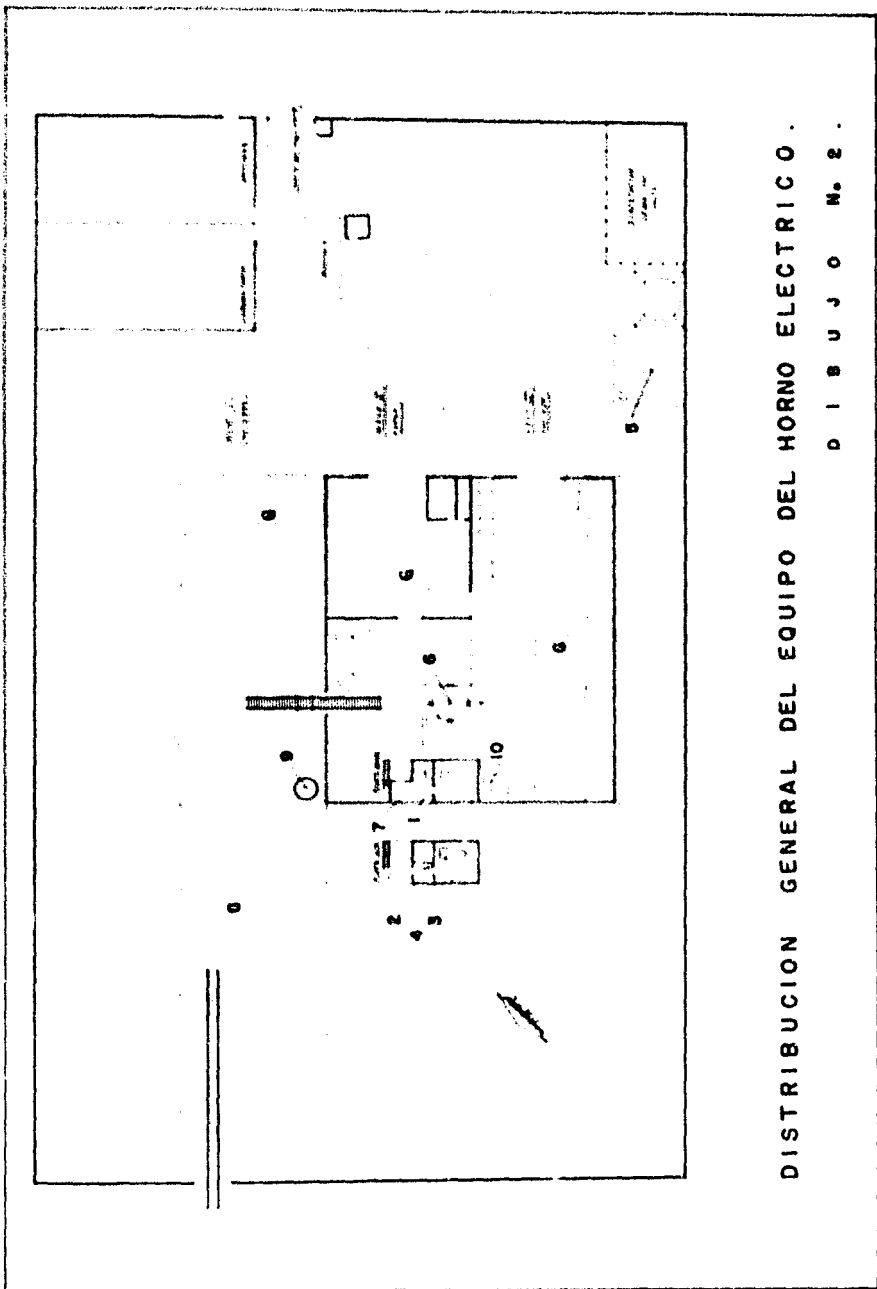
1. Rectificador.
2. Compresora.
3. Interruptor de soplo forzado de aire.
4. Transformador.
5. Sistema de enfriamiento.
6. Horno.
7. Moto-generadores de regulación automática.
8. Servicios auxiliares.
9. Ollas de carga.
10. Tinas de vaciado.
- G. Grúas.

Respecto a las grúas, no se menciona su mantenimiento, ya que sería tema para otro trabajo.

1. Rectificador.-

TIPO: Placas de selenio.

PRIMARIO: 440 volts, 3 fases, 50 ciclos.



DISTRIBUCION GENERAL DEL EQUIPO DEL HORNO ELECTRICO .

D I B U J O N o 2 .

SECUNDARIO: 230 volts C.D.

CAPACIDAD: 30 000 watts.

La corriente directa obtenida, se utiliza para:

Cerrar el circuito del interruptor de aire, el motor de la grúa de portal, el motor de volteo, el motor de la bóveda y el motor de la puerta del Horno, (Dibujo No. 3).

2. Compresora:-

Suministra aire a la presión requerida por el interruptor de aire y para usos varios en el departamento.

La unidad consiste esencialmente en un compresor y un tanque de almacenamiento. El compresor está movido por un motor eléctrico que suministra aire comprimido a 185 psi.

Motor del compresor de $7\frac{1}{2}$ H.P. (Dibujo No. 3)

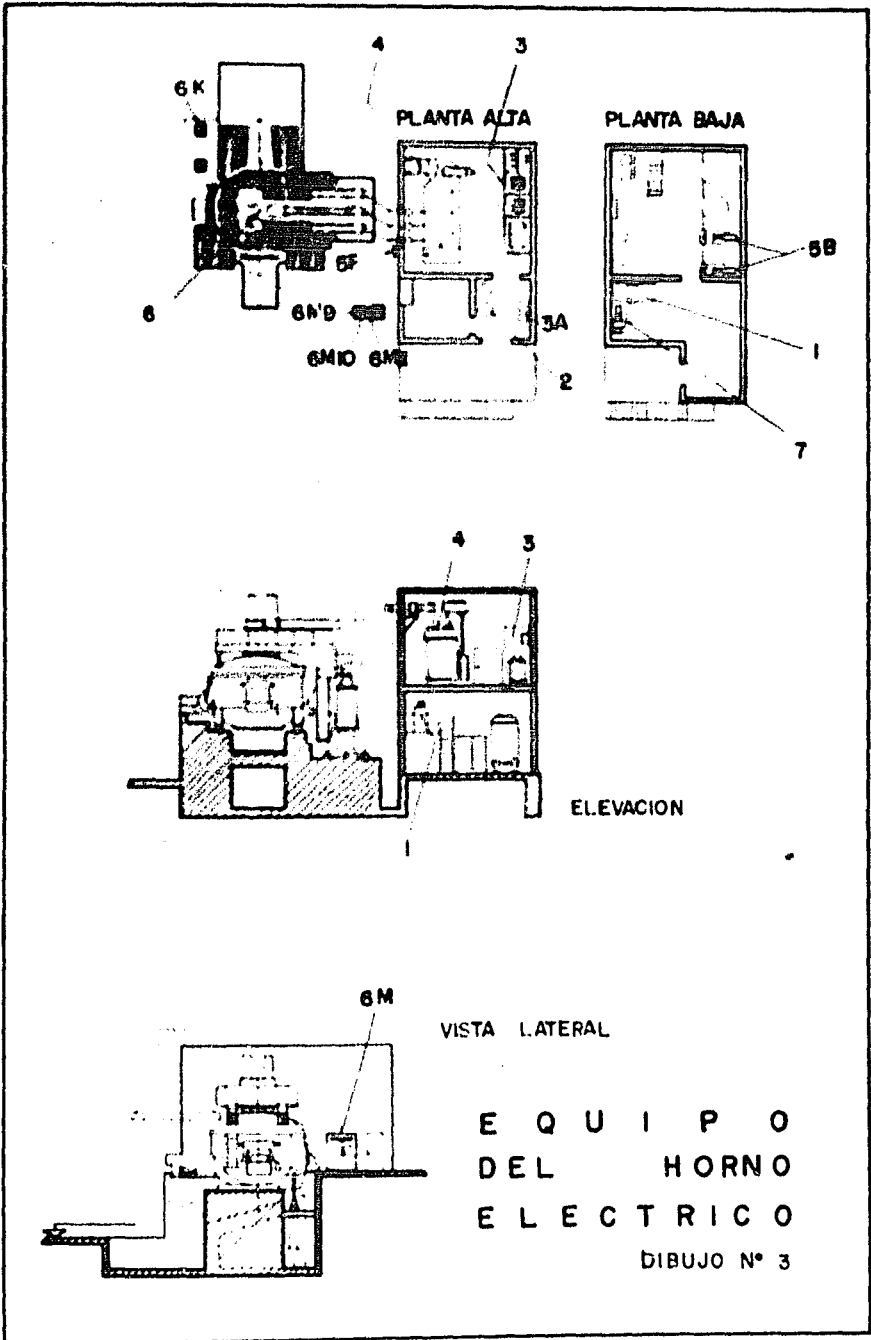
440 volts, 3 fases, 50 ciclos.

3. Interruptor de sople forzado de aire:-

Para usarse en el circuito primario del transformador. Al estar en operación, el Horno debe abrirse cada vez que el proceso lo exija o para cambiar los pasos del devanado del transformador (Taps).

CAPACIDAD: 23 000 volts.

PRESION DE AIRE: 135 Psi.



VOLTAJE PARA CERRAR: 230 volts C.D.

VOLTAJE PARA ABRIR: 48 volts C.D.

CAPACIDAD INTERRUPTIVA: 1500 amp.

El voltaje para abrir es proporcionado por un banco de acumuladores. 3 A.

4. Transformador:

CAPACIDAD: 4000 K.V.A.

FASES: 3

RELACION: 20 000 / 280 volts.

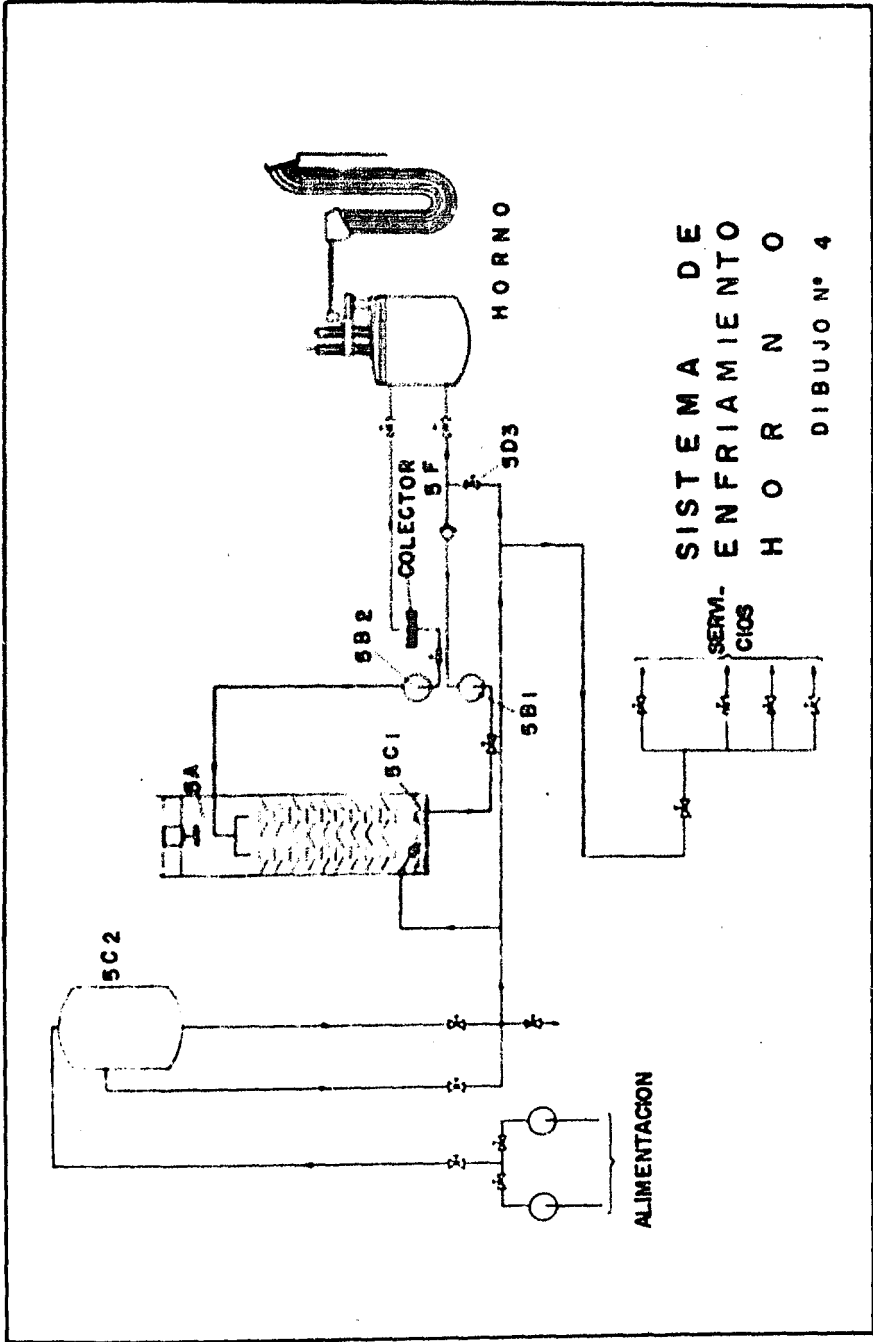
TAPS: 6

El transformador es enfriado por aceite que circula a través de él y de un intercambiador de calor enfriado por agua.

5. Sistema de enfriamiento:- (Dibujo No. 4)

El sistema de enfriamiento del Horno Eléctrico, por medio de agua consta:

De un tanque elevado (5C2), dos torres de enfriamiento (5A), provistas de ventiladores accionados por motores eléctricos de 1 H.P. y en su parte inferior se encuentra un tanque (5C1) con un sistema de flotadores para reponer el agua perdida por evaporación, haciendo recircular el agua al Horno, mediante una bomba de 7 H.P. (5B1).



SISTEMA DE ENFRIAMIENTO HORNO
DIBUJO N° 4

El agua que sale del Horno se recolecta y es bombeada a la parte superior de las torres con una bomba de 1 H.P.

En caso de emergencia se usará la válvula 503.

6. Horno:- (Dibujo No. 5 y Figura No. 1)

Un Horno de Arco Eléctrico con una capacidad de 13 toneladas, con sistema de cargado por arriba, elevando la bóveda y electrodos con una grúa de portal, dotada de movimiento para dejar libre la parte superior del Horno.

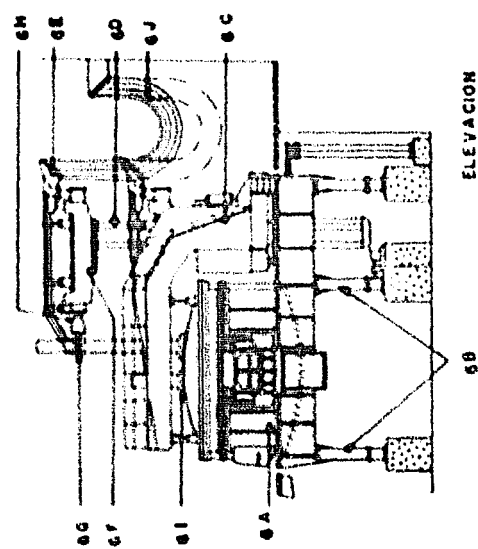
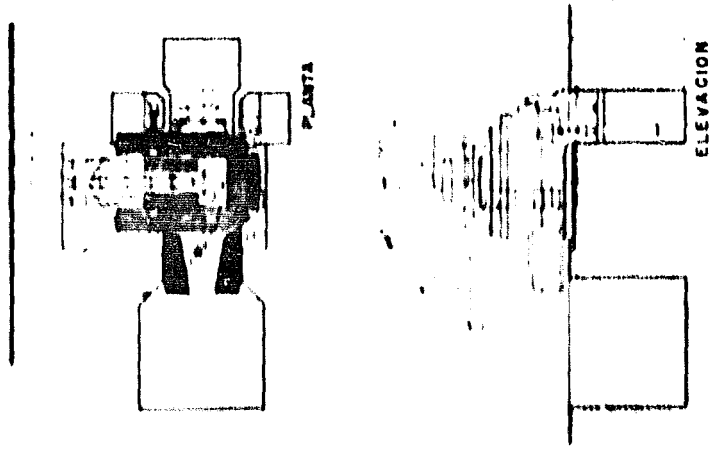
6A. Cuba del Horno:-

Es constituida por: piso, nariz, casco, marco, puerta y bóveda. (Dibujo No. 6)

El casco es el recubrimiento exterior que forma el crisol y soporta al refractario y a la carga, está fabricado de placas de acero roladas y soldadas, sujetadas por una estructura de perfiles de acero para formar un cilindro.

Interiormente se halla forrado de material refractario básico que es lo que le da el nombre al proceso.

Hacia el lado en que se vacía el Horno, se encuentra la nariz construída de la misma forma y al lado opuesto, se encuentra la puerta que abre y cierra accionada por un motor eléctrico C.D. de 1 H.P.; detrás de la puerta se encuentra el marco refrigerado por agua que sirve para soportar el refractario de la parte superior del casco.



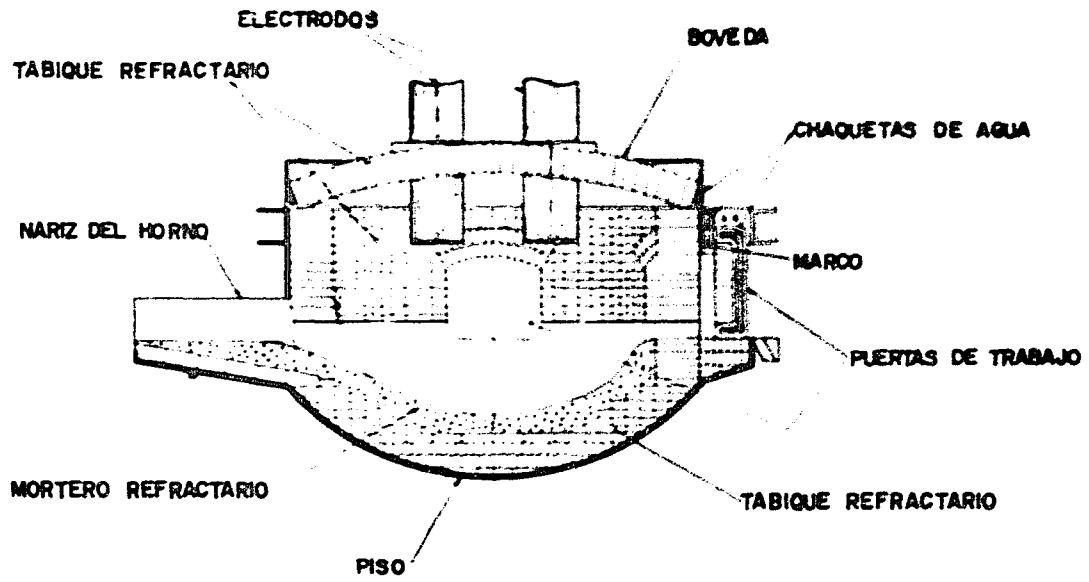
ELEVACION

ELEVACION

PLANTA

H O R N O

DIBUJO N° 5



C U B A D E L H O R N O

D I B U J O N ° 6

La bóveda es la parte superior del Horno, de material refractario y con un anillo refrigerado por agua que le sirve de clincho; en la parte central tiene tres perforaciones a 120° cada una, para permitir el paso de los electrodos. Sobre cada perforación se coloca un anillo refrigerado que sirve de sello entre la bóveda y los electrodos.

6B. Mecanismo de volteo:-

El Horno está diseñado para voltear en dos direcciones, una para la vaciada de acero y la otra para la eliminación de escoria durante el proceso.

El Horno está apoyado sobre mecedoras dentadas que a su vez apoyan sobre cremalleras para impedir que se deslice cuando actúan las bielas accionadas por un motor eléctrico C.D. de 15 H.P.

6C. Grúa de portal:-

Está formada por una estructura de perfiles de acero que para cargar se desplaza hacia un lado con un moto-reductor C.D. de 5 H.P. para dejar acceso al Horno, y toma parte en el volteo del Horno.

La grúa soporta a los mecanismos de elevación de la bóveda y de los electrodos.

El mecanismo de elevación de la bóveda está compuesto por un moto-reductor de C.D. de 5 H.P., y un sistema de ejes y bielas de las que cuelga la bóveda. Al accionar este motor, la bóveda sube o baja asentando sobre la parte superior del casco.

6D. Mecanismo mástiles de los electrodos:-

Está compuesto por tres moto-reductores C.D. de 2 H.P., uno para cada mástil para subir y bajar por medio de un sistema de poleas y cables. (Dibujo - No. 6D).

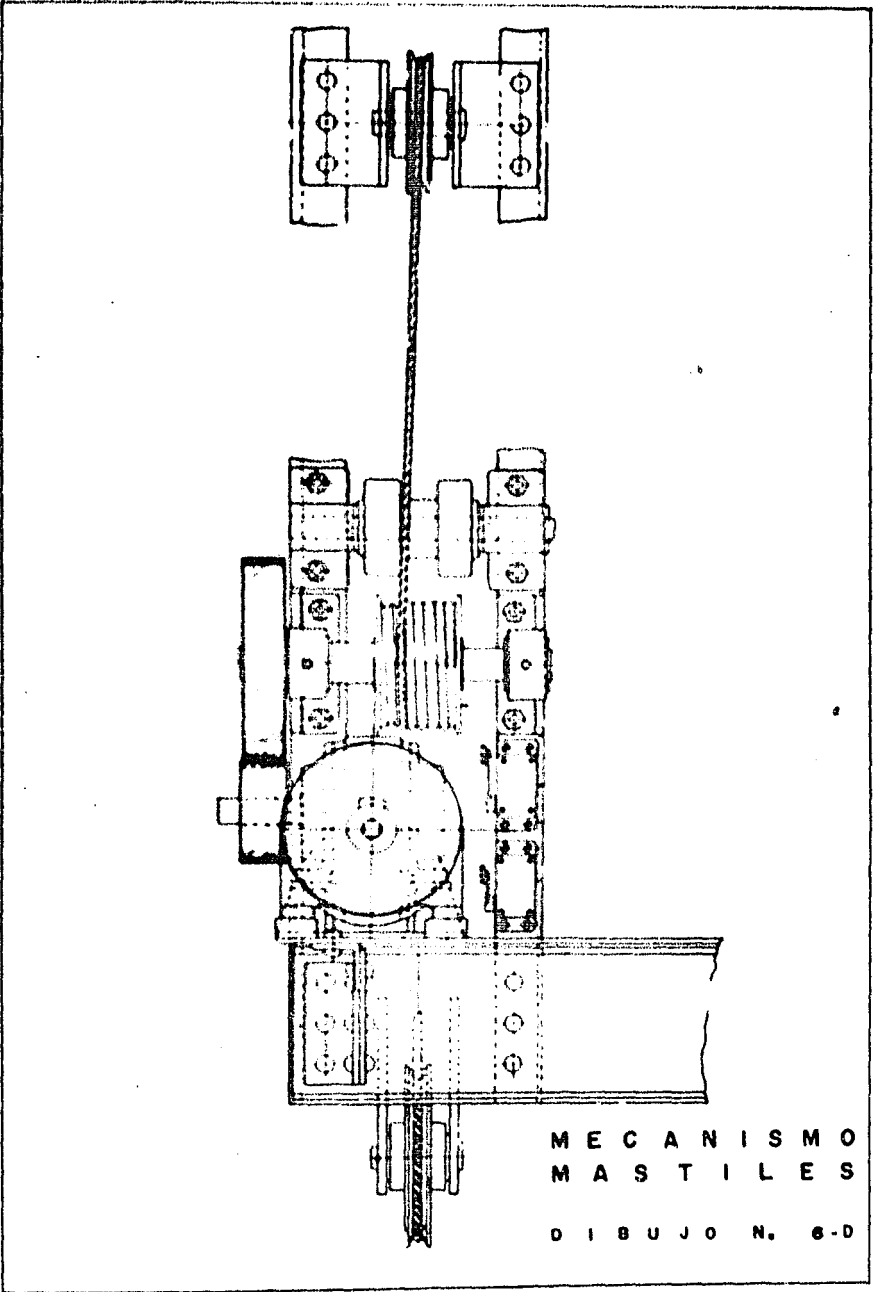
6F. Brazos porta electrodos:-

Los brazos porta electrodos son de perfil estructural y sirven de soportes a las cabezas porta electrodos (6G). En su interior se encuentra el mecanismo neumático de las mordazas (6H); y en la parte superior están unos tubos de cobre llamados colectores.

Las cabezas porta electrodos son de cobre electrolítico y en su interior tienen un serpentín por donde circula el agua para su refrigeración. Estas cabezas soportan a los electrodos mediante la ayuda de las mordazas que hacen presión sobre los electrodos.

Las mordazas son accionadas por un resorte y un pistón neumático.

La corriente para a las cabezas por medio de los colectores que también están enfriados por agua interiormente; éstos se encuentran perfectamente aislados eléctricamente de los brazos y mástiles.



MECANISMO
MASTILES

DIBUJO N. 6-D

6J. Líneas de corriente:-

Se componen de diez cables de cobre por fase, con separadores de madera.

A fin de evitar que los separadores de madera se corran provocando cortos-circuitos entre fases, se usan cables de manila que los sujetan.

6K. Candado del Horno:-

Es un mecanismo de seguridad operado manualmente para evitar la caída del portal al voltearse el Horno.

6L. Equipo de protección:-

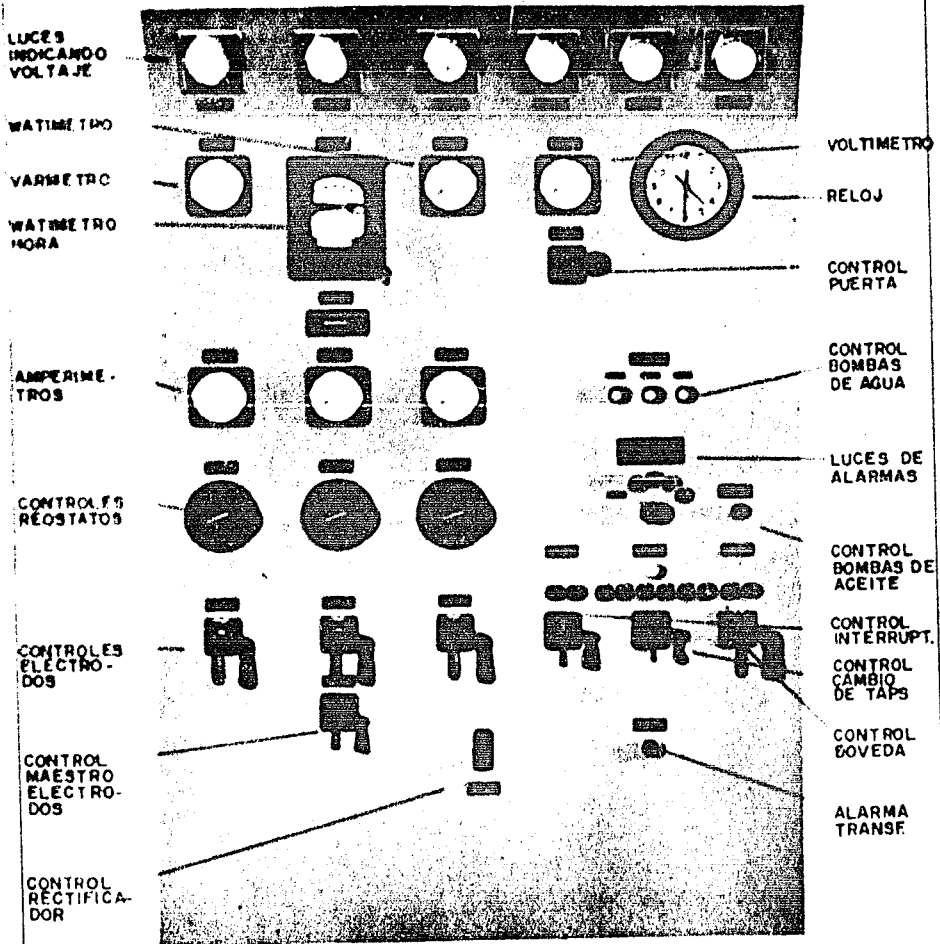
Es una serie de mecanismos de protección automáticos que tienen por objeto avisar por medio de alarmas (CL5) los movimientos indebidos en la operación del Horno.

6M. Tablero de control:-

En este tablero se controla la operación del Horno (Figura No. 2).

7. Moto-generadores de regulación automática:-

Para regular el movimiento vertical de los electrodos y el arco en el Horno; consta de cuatro unidades, una como relación: cada una con un motor de 3 H.P. y un generador de 30 volts de corriente directa.



T A B L E R O D E C O N T R O L

F I G U R A N . 2

El mantenimiento que se requiere para los equipos marcados con los números 1, 2, 3, 4, y 7 se hará elemental y se solicitará su revisión a la compañía o representante que vendió el equipo por requerirse personal especializado.

8. Servicios auxiliares:

- 8A. OXIGENO — (Dibujo No. 7).
- 8B. GAS NATURAL (Dibujo No. 8).
- 8C. AIRE — (Dibujo No. 9).
- 8D. AGUA — (Dibujo No. 10).
- 8E. ALUMBRADO - (Dibujo No. 11).

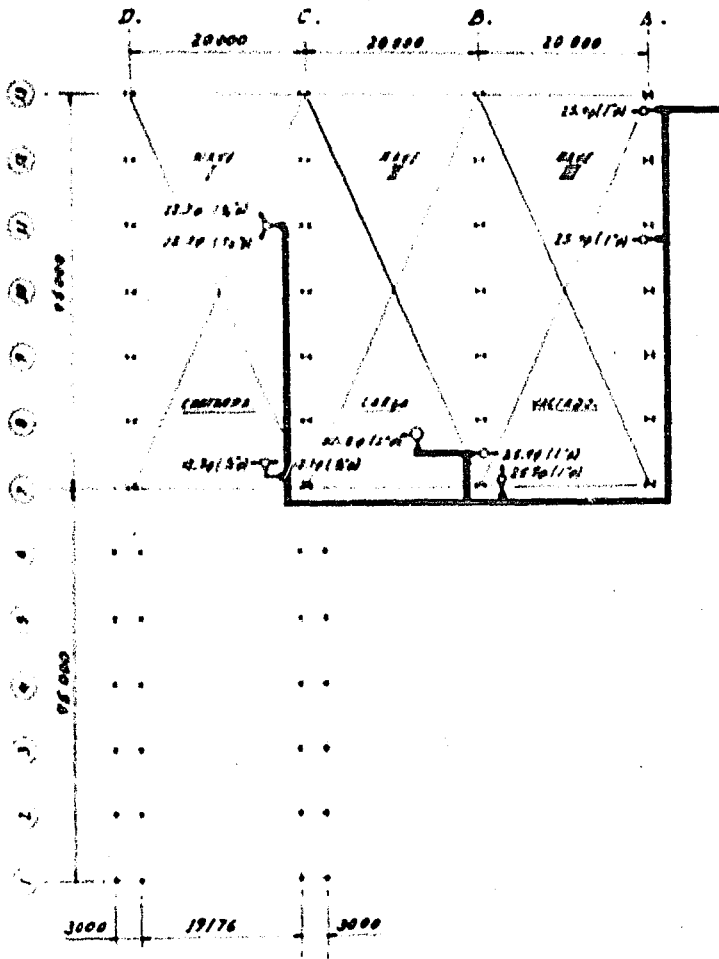
8A. Oxígeno:-

El oxígeno es usado en el proceso del Horno para descarburar el baño de acero como también para: cortar chatarra, perforar la nariz del Horno, acondicionado de lingotes y para mantenimiento.

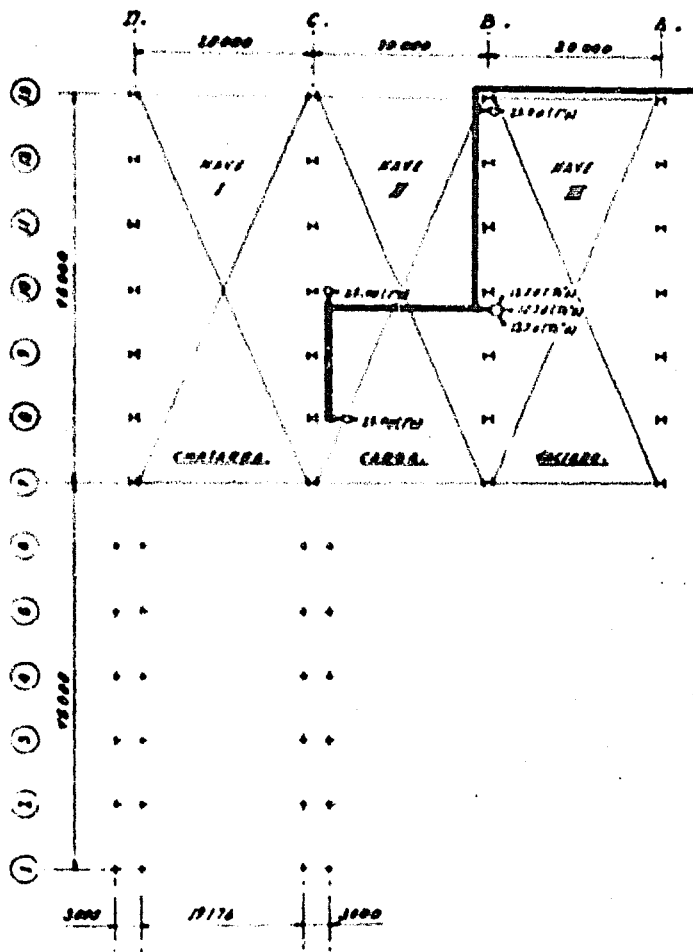
8B. Gas natural:-

Dada la elevada temperatura del acero líquido, y con objeto de reducir al mínimo el choque térmico, es necesario precalentar todos los elementos que van a estar en contacto con él, tales como: tinas de vaciado, lingoteras, etc.

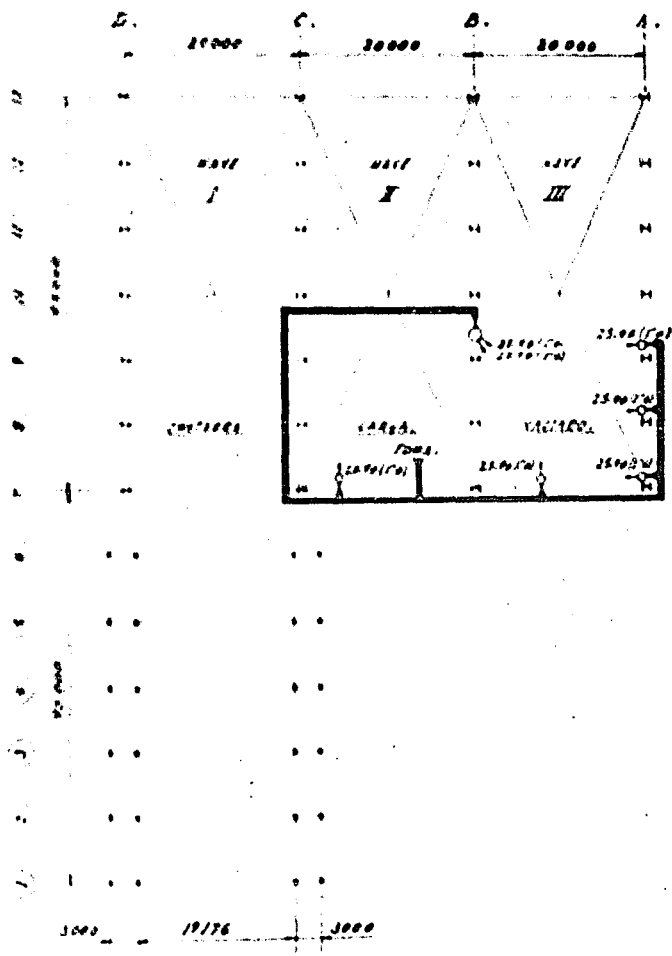
Este precalentamiento se hace por medio de quemadores de gas, y también es empleado en trabajos de mantenimiento.



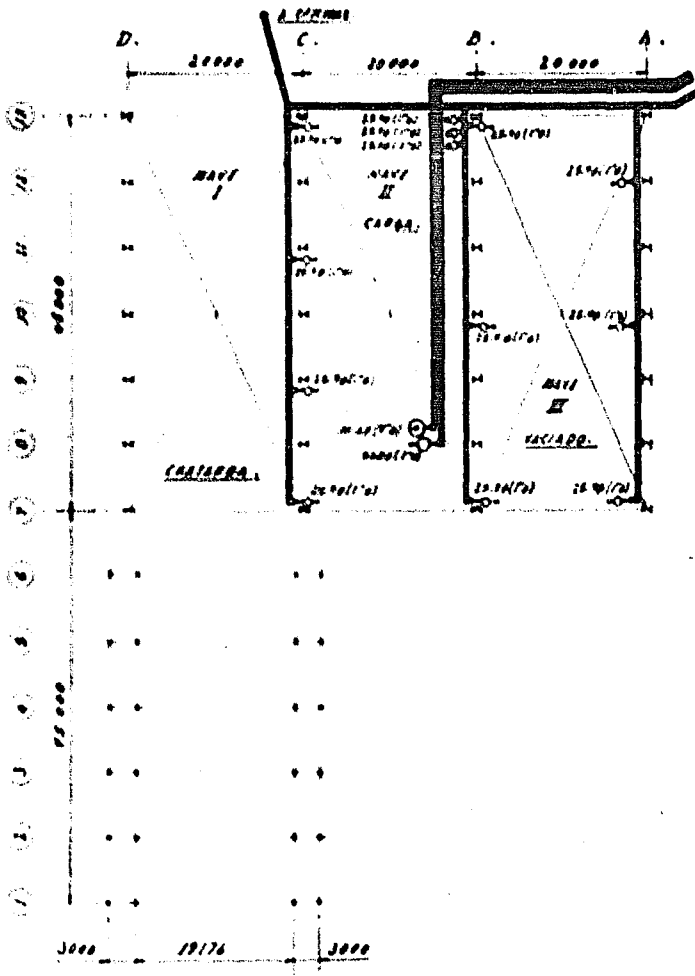
INSTALACION DE OXIGENO
 DIBUJO N° 7



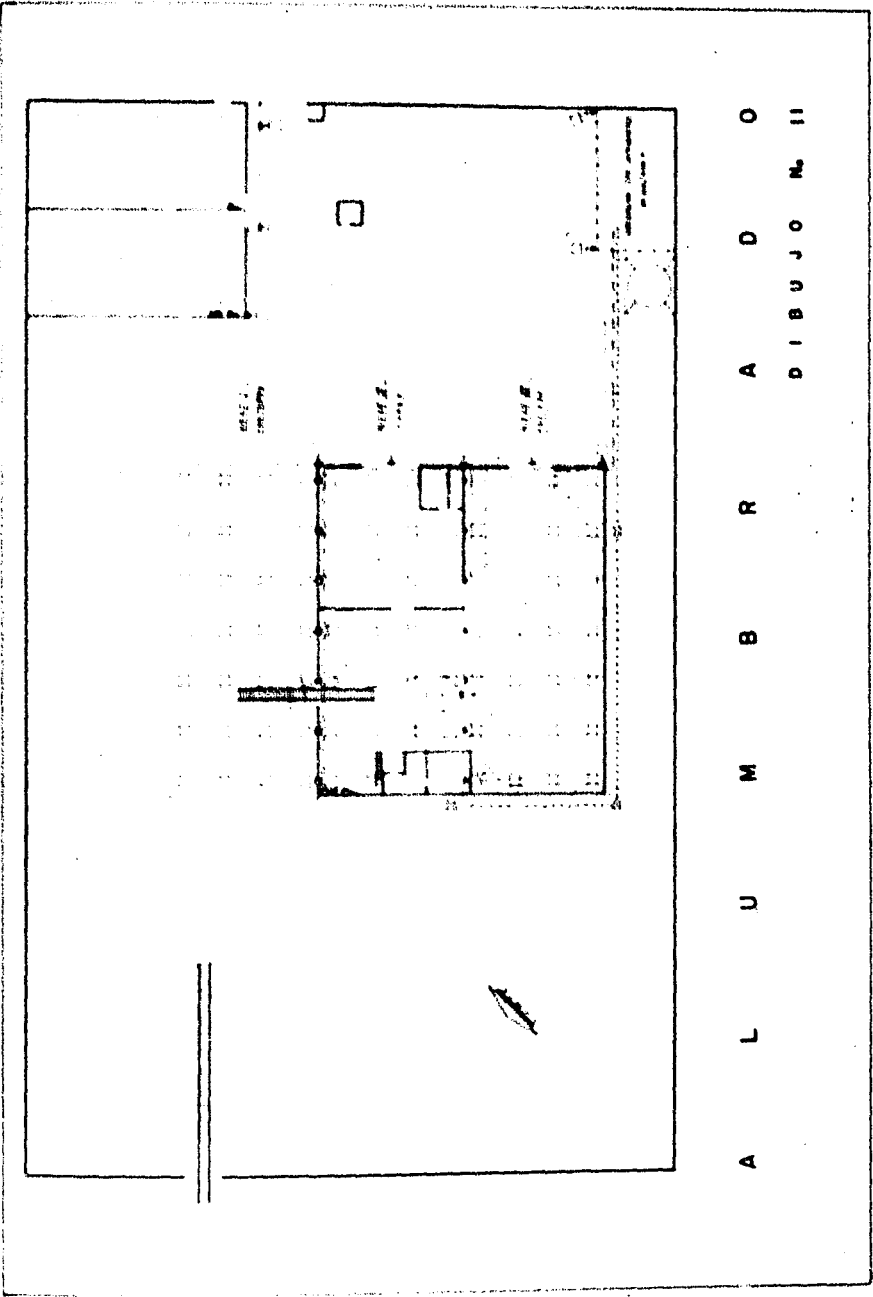
I N S T A L A C I O N D E G A S
 D I B U J O N ° 8



INSTALACION NEUMATICA
 DIBUJO N° 9



INSTALACION DE AGUA
 DIBUJO N° 10



A L U M B R A D O
D I B U J O N O II

8C. Aire :-

Se utilizan dos fuentes de suministro de aire: Una para operar el interruptor de aire y la otra, para el mecanismo neumático mordazas-electrodos, - limpieza de lingoteras y usos varios.

8D. Agua :-

Se usa en el sistema de enfriamiento del Horno, baños, limpieza del departamento y otros usos.

8E. Alumbrado :-

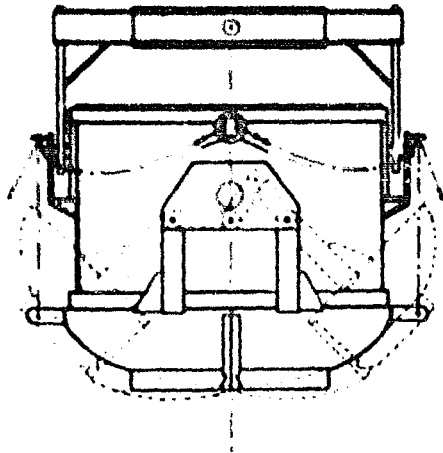
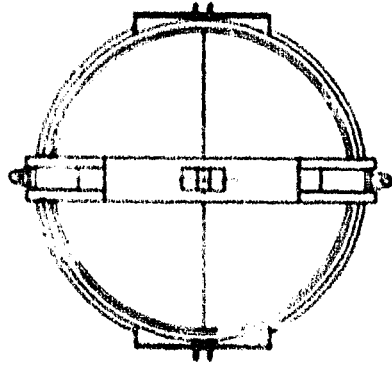
Es de gran importancia en los trabajos del departamento para la operación eficiente y para evitar accidentes.

9. Ollas de carga: (Dibujo No. 12):-

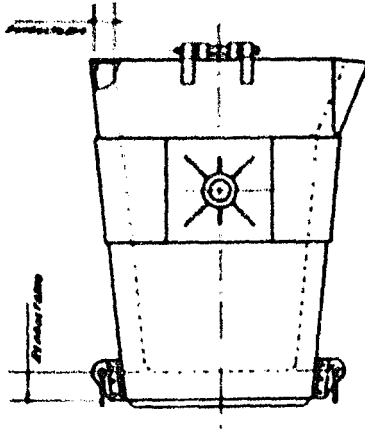
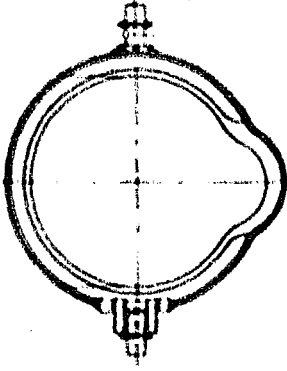
Las ollas se descargan por medio de un sistema que permite dejar salir la chatarra abriendo las quijadas en la parte inferior.

10. Tinajas de vaciado :-

Son recipientes de placa de acero soldada, cubiertos con refractario interiormente, que sirven para transportar el acero líquido del Horno a las lingoteras y dotadas de un mecanismo que permite regular a voluntad la salida del acero. (Dibujo No. 13).



O L L A D E C A R G A
DIBUJO N° 12



T I N A D E V A C I A D O
D I B U J O N ° 1 5

A continuación se presenta una lista de clasificación del equipo, atendiendo a su importancia para el correcto funcionamiento del Horno - Eléctrico.

LISTA DEL EQUIPO DEL HORNO ELECTRICO

1. RECTIFICADOR.
2. COMPRESORA.
3. INTERRUPTOR DE SOPLO - FORZADO DE AIRE.
4. TRANSFORMADOR.
5. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.
6. HORNO.
7. MOTO-GENERADORES DE REGULACION AUTOMATICA.
8. SERVICIOS AUXILIARES.
9. OLLAS DE CARGA.
10. TINAS DE VACIADO.

Es necesario aclarar que debido a lo extenso que resultaría este estudio, se ha dado mayor atención al sistema de enfriamiento y al Horno, dividiéndolos en secciones y unidades.

5. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO**SECCIONES DEL EQUIPO.**

- 5A. TORRES DE ENFRIAMIENTO.
- 5B. BOMBAS.
- 5C. TANQUES DE AGUA.
- 5D. VALVULAS.
- 5E. MANGUERAS.

5. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.

UNIDADES DE LAS SECCIONES DEL EQUIPO.

5A. TORRES DE ENFRIAMIENTO.

5A1. Torre No. 1.

5A2. Torre No. 2.

5B. BOMBAS.

5B1. Bomba No. 1.

5B2. Bomba No. 2.

5C. TANQUES DE AGUA.

5C1. Tanque de agua para alimentar Horno Eléctrico.

5C2. Tanque de agua.

5D. VALVULAS.

5D1. Válvulas bombas 1 y 2.

5D2. Válvula entrada de agua al Horno Eléctrico.

5D3. Válvula de agua de emergencia.

5D4. Válvulas entrada de agua Intercambiador Transformador.

5E. MANGUERAS.

5E1. Manguera entrada de agua al Horno Eléctrico.

5E2. Mangueras salidas de agua de electrodos.

5E3. Manguera salida de agua Bóveda.

5E4. Mangueras de agua Puerta y Marco.

6. H O R N O .

SECCIONES DEL EQUIPO.

- 6A. CUIDA.
- 6B. VOLTEO.
- 6C. GRUA DE PORTAL.
- 6D. MECANISMO MASTILES DE LOS ELECTRODOS.
- 6E. ENTRADAS DE CORRIENTE - BRAZOS PORTA ELECTRODOS.
- 6F. BRAZOS PORTA ELECTRODOS.
- 6G. CABEZAS PORTA ELECTRODOS.
- 6H. MECANISMO NEUMATICO MORDAZAS ELECTRODOS.
- 6I. ANILLOS EM RRIAMIENTO ELECTRODOS.
- 6J. LINEAS DE CORRIENTE.
- 6K. CANDADO DEL HORNO.
- 6L. EQUIPO DE PROTECCION - HORNO ELECTRICO.
- 6M. TABLERO DE CONTROL.

6. H O R N O .

UNIDADES DE LAS SECCIONES DEL EQUIPO.

6A. CUBA.

- 6A1. Piso.
- 6A2. Nariz.
- 6A3. Plataforma fosa de escoria.
- 6A4. Casco.
- 6A5. Marco.
- 6A6. Puerta.
- 6A7. Bóveda.

6B. VOLTEO.

- 6B1. Mecanismo de volteo.

6C. GRUA DE PORTAL.

- 6C1. Mecanismo del Portal.

6D. MECANISMOS MASTILES DE LOS ELECTRODOS.

- 6D1. Mástil No. 1.
- 6D2. Mástil No. 2.
- 6D3. Mástil No. 3.

6E. ENTRADAS DE CORRIENTE - BRAZOS PORTA ELECTRODOS.

- 6E1. Entradas de corriente No. 1.
- 6E2. Entradas de corriente No. 2.
- 6E3. Entradas de corriente No. 3.

6F. BRAZOS PORTA ELECTRODOS.

6F1. Brazo No. 1.

6F2. Brazo No. 2.

6F3. Brazo No. 3.

6G. CABEZAS PORTA ELECTRODOS.

6G1. Cabeza No. 1.

6G2. Cabeza No. 2.

6G3. Cabeza No. 3.

6H. MECANISMO NEUMATICO MORDAZAS ELECTRODOS.

6H1. Mordaza No. 1.

6H2. Mordaza No. 2.

6H3. Mordaza No. 3.

6I. ANILLOS ENFRIAMIENTO ELECTRODOS.

6I1. Anillo No. 1.

6I2. Anillo No. 2.

6I3. Anillo No. 3.

6J. LINEAS DE CORRIENTE.

6J1. Fase No. 1.

6J2. Fase No. 2.

6J3. Fase No. 3.

6K. CANDADO DEL HORNO.

6K1. Mecanismo del candado.

6L. EQUIPO DE PROTECCION - HORNO ELECTRICO.

6L1. Interruptor límite de rodillo No. 1.

6L2. Interruptor límite de rodillo No. 2.

6L3. Interruptor límite de rodillo No. 3.

6L4. Interruptor límite rotativo.

6L5. Alarma Horno Eléctrico.

6M. TABLERO DE CONTROL.

6M1. Control interruptor.

6M2. Control maestro electrodos.

6M3. Control electrodo No. 1.

6M4. Control electrodo No. 2.

6M5. Control electrodo No. 3.

6M6. Control cambio de Taps.

6M7. Control puerta.

6M8. Control bóveda.

6M9. Control volteo.

6M10. Control portal.

6M11. Controles neumáticos mordazas electrodos.

8. SERVICIOS AUXILIARES.

- BA. OXIGENO.
- BB. GAS.
- BC. AIRE.
- BD. AGUA.
- BE. ALUMBRADO.

9. OLLAS DE CARGA.

- 9A. OLLA No. 1.
- 9B. OLLA No. 2.
- 9C. OLLA No. 3.
- 9D. OLLA No. 4.
- 9E. OLLA No. 5.

10. TINAS DE VACIADO.

- 10A. TINA NO. 1.
- 10B. TINA No. 2.
- 10C. TINA No. 3.
- 10D. TINA NO. 4.
- 10E. TINA No. 5.

CAPITULO III

CODIFICACION DEL MANTENIMIENTO

CLASE DE MANTENIMIENTO A LAS DIFERENTES UNIDADES DEL EQUIPO.

1. RECTIFICADOR.

- 1-01 Sopletear y limpiar.
- 1-02 Cambiar el motor del ventilador.
- 1-03 Revisión y reparación por personal externo.
- 1-04 Limpieza de las salas.

2. COMPRESORA.

- 2-01 Sopletear y limpiar.
- 2-02 Lubricación.
- 2-03 Purgar.
- 2-04 Revisión y reparación por personal externo.

3. INTERRUPTOR DE SOPLO FORZADO DE AIRE.

- 3-01 Sopletear y limpiar.
- 3-02 Revisión y reparación por personal externo.
- 3-03 Revisión de acumuladores.

4. TRANSFORMADOR.

- 4-01 Sopletear y limpiar.
- 4-02 Desincrustar intercambiador No. 1.
- 4-03 Desincrustar intercambiador No. 2.
- 4-04 Analizar contenido de humedad en el aceite.
- 4-05 Revisión y reparación por personal externo.

5. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.

- 5A1-01 Limpiar torre No. 1.
- 5A1-02 Cambiar motor del ventilador de la torre No. 1.
- 5A1-03 Cambiar banda del ventilador de la torre No. 1.
- 5A2-01 Limpiar torre No. 2.
- 5A2-02 Cambiar motor del ventilador de la torre No. 2.
- 5A2-03 Cambiar banda del ventilador de la torre No. 2.
- 5B1-01 Cambiar bomba No. 1.
- 5B2-01 Cambiar bomba No. 2.
- 5C1-01 Limpiar tanque y cambiar agua de la alimentación Horno Eléctrico.
- 5C1-02 Cambiar flotadores del tanque de agua para alimentar Horno Eléctrico.
- 5C2-01 Purgar todos tanque de agua.
- 5D1-01 Empacar válvulas de las bombas No. 1 y 2.
- 5D1-02 Cambiar válvulas de las bombas No. 1 y 2.
- 5D2-01 Empacar válvula entrada de agua Horno Eléctrico.
- 5D2-02 Cambiar válvula entrada de agua Horno Eléctrico.
- 5D3-01 Empacar válvula de agua de emergencia.
- 5D3-02 Cambiar válvula de agua de emergencia.
- 5D4-01 Empacar válvulas de entrada de agua intercambiadores.
- 5D4-02 Cambiar válvulas de entrada de agua intercambiadores.
- 5E1-01 Cambiar manguera entrada agua al Horno Eléctrico.
- 5E2-01 Cambiar mangueras salidas de agua electrodos.
- 5E3-01 Cambiar manguera salida de agua bóveda.
- 5E4-01 Cambiar mangueras puerta y marco.

6. H O R N O .

- 6A1-01 Limpiar residuos de acero y escoria del piso.
- 6A1-02 Reparar el refractario del piso.
- 6A2-01 Cambiar puerta de la nariz.
- 6A2-02 Cambiar nariz.
- 6A2-03 Cambiar refractario de la nariz.
- 6A3-01 Cambiar plataforma losa de escoria.
- 6A4-01 Soldar casco.
- 6A4-02 Soldar pernos guías de la bóveda.
- 6A4-03 Cambiar refractario del casco.
- 6A4-04 Cambiar placa de la puerta de escoria.
- 6A4-05 Cambiar placa de la salida de escoria.
- 6A5-01 Cambiar marco.
- 6A5-02 Cambiar tuberías y válvulas del marco.
- 6A6-01 Cambiar puerta.
- 6A6-02 Cambiar la cadensa de la puerta.
- 6A6-03 Cambiar las poleas superiores de la puerta.
- 6A6-04 Cambiar cable del contrapeso de la puerta.
- 6A6-05 Cambiar el moto-reductor de la puerta.
- 6A6-06 Cambiar tuberías y válvulas de la puerta.
- 6A6-07 Cambiar el alambrado eléctrico de la puerta.
- 6A6-08 Soplear y limpiar mecanismo de la puerta.
- 6A6-09 Engrasar y lubricar el mecanismo de la puerta.
- 6A6-010 Apretar tornillos mecanismo de la puerta.

- 6A7-01 Cambiar bóveda.
- 6A7-02 Cambiar los soportes de la bóveda.
- 6A7-03 Revisión y reparación mecanismo de la bóveda.
- 6A7-04 Cambiar alambrado eléctrico de la bóveda.
- 6A7-05 Cambiar sensores de la bóveda.
- 6A7-06 Cambiar tuberías y válvulas de la bóveda.
- 6A7-07 Presionar bóveda nueva y soldar guías.
- 6A7-08 Sopletear y limpiar mecanismo de la bóveda.
- 6A7-09 Engrasar y lubricar mecanismo de la bóveda.
- 6A7-010 Apretar tornillos del mecanismo de la bóveda.
- 6B1-01 Revisión y reparación del moto-reductor del volteo.
- 6B1-02 Revisión y cambiar pernos de las bielas del volteo.
- 6B1-03 Cambiar alambrado eléctrico del volteo.
- 6B1-04 Sopletear y limpiar mecanismo de volteo.
- 6B1-05 Engrasar y lubricar mecanismo de volteo.
- 6B1-06 Apretar tornillos mecanismo de volteo.
- 6C1-01 Revisión y reparación mecanismo del portal.
- 6C1-02 Revisión y reparación ruedas del portal.
- 6C1-03 Cambiar alambrado eléctrico del portal.
- 6C1-04 Revisión y reparación estructura del portal.
- 6C1-05 Cambiar interruptor límite adelante del portal.
- 6C1-06 Cambiar interruptor límite atrás del portal.
- 6C1-07 Sopletear y limpiar mecanismo del portal.
- 6C1-08 Engrasar y lubricar mecanismo del portal.
- 6C1-09 Apretar tornillos mecanismo del portal.

- 601-01 Cambiar motor-reductor mástil No. 1.
- 601-02 Cambiar cable de acero mástil No. 1.
- 601-03 Cambiar guías del mástil No. 1.
- 601-04 Cambiar alambrado eléctrico del mástil No. 1.
- 601-05 Cambiar interruptor límite superior del mástil No. 1.
- 601-06 Cambiar interruptor límite inferior del mástil No. 1.
- 601-07 Cambiar aislamiento del mástil No. 1.
- 601-08 Sopletear y limpiar mecanismo del mástil No. 1.
- 601-09 Engrasar y lubricar el mástil No. 1.
- 601-010 Apretar tornillos mecanismo mástil No. 1.
- 602-01 Cambiar motor-reductor mástil No. 2.
- 602-02 Cambiar cable de acero mástil No. 2.
- 602-03 Cambiar guías del mástil No. 2.
- 602-04 Cambiar alambrado eléctrico del mástil No. 2.
- 602-05 Cambiar interruptor límite superior del mástil No. 2.
- 602-06 Cambiar interruptor límite inferior del mástil No. 2.
- 602-07 Cambiar aislamiento del mástil No. 2.
- 602-08 Sopletear y limpiar mecanismo del mástil No. 2.
- 602-09 Engrasar y lubricar mástil No. 2.
- 602-010 Apretar tornillos mecanismo mástil No. 2.
- 603-01 Cambiar moto-reductor del mástil No. 3.
- 603-02 Cambiar cable de acero mástil No. 3.
- 603-03 Cambiar guías del mástil No. 3.
- 603-04 Cambiar alambrado eléctrico del mástil No. 3.
- 603-05 Cambiar interruptor límite superior del mástil No. 3.

- 603-06 Cambiar interruptor límite inferior del mástil No. 3.
- 603-07 Cambiar aislamiento del mástil No. 3.
- 603-08 Sopletear y limpiar mecanismo del mástil No. 3.
- 603-09 Engrasar y lubricar mástil No. 3.
- 603-010 Apretar tornillos mecanismo mástil No. 3.
- 6E1-01 Quitar cables y lijar terminales entrada de corriente No. 1.
- 6E1-02 Sopletear entrada de corriente No. 1.
- 6E1-03 Apretar tornillos entrada de corriente No. 1.
- 6E2-01 Quitar cables y lijar terminales entrada de corriente No. 2.
- 6E2-02 Sopletear entrada de corriente No. 2.
- 6E2-03 Apretar tornillos entrada de corriente No. 2.
- 6E3-01 Quitar cables y lijar terminales entrada de corriente No. 3.
- 6E3-02 Sopletear entrada de corriente No. 3.
- 6E3-03 Apretar tornillos entrada de corriente No. 3.
- 6F1-01 Cambiar aislamiento del brazo No. 1.
- 6F1-02 Cambiar colector No. 1.
- 6F1-03 Cambiar tuberías y válvulas brazo No. 1.
- 6F2-01 Cambiar aislamiento del brazo No. 2.
- 6F2-02 Cambiar colector No. 2.
- 6F2-03 Cambiar tuberías y válvulas brazo No. 2.
- 6F3-01 Cambiar aislamiento del brazo No. 3.
- 6F3-02 Cambiar colector No. 3.
- 6F3-03 Cambiar tuberías y válvulas del brazo No. 3.
- 6G1-01 Cambiar cabeza No. 1.
- 6G1-02 Sopletear y cepillar cabeza No. 1.
- 6G1-03 Cambiar tuberías de agua cabeza No. 1.

- 6G1-04 Apretar conexiones cabeza No. 1.
- 6G2-01 Cambiar cabeza No. 2.
- 6G2-02 Sopletrear y cepillar cabeza No. 2.
- 6G2-03 Cambiar tuberías de agua cabeza No. 2.
- 6G2-04 Apretar conexiones cabeza No. 2.
- 6G3-01 Cambiar cabeza No. 3.
- 6G3-02 Sopletrear y cepillar cabeza No. 3.
- 6G3-03 Cambiar tubería de agua cabeza No. 3.
- 6G3-04 Apretar conexiones cabeza No. 3.
- 6H1-01 Cambiar mordaza No. 1.
- 6H1-02 Cambiar manguera de aire mordaza No. 1.
- 6H1-03 Revisión y reparación del mecanismo mordaza No. 1.
- 6H1-04 Apretar tornillos mordaza No. 1.
- 6H2-01 Cambiar mordaza No. 2.
- 6H2-02 Cambiar manguera de aire mordaza No. 2.
- 6H2-03 Revisión y reparación mecanismo mordaza No. 2.
- 6H2-04 Apretar tornillos mordaza No. 2.
- 6H3-01 Cambiar mordaza No. 3.
- 6H3-02 Cambiar manguera de aire mordaza No. 3.
- 6H3-03 Revisión y reparación mecanismo mordaza No. 3.
- 6H3-04 Apretar tornillos mordaza No. 3.
- 6I1-01 Cambiar anillo No. 1.
- 6I1-02 Limpiar anillo No. 1.
- 6I1-03 Cambiar tubería y válvulas anillo No. 1.

- 6I2-01 Cambiar anillo No. 2.
- 6I2-02 Limpiar anillo No. 2.
- 6I2-03 Cambiar tubería y válvulas anillo No. 2.
- 6I3-01 Cambiar anillo No. 3.
- 6I3-02 Limpiar anillo No. 3.
- 6I3-03 Cambiar tubería y válvulas anillo No. 3.
- 6J1-01 Cambiar cables de cobre fase No. 1.
- 6J1-02 Cambiar separadores fase No. 1.
- 6J1-03 Cambiar cables de manilla fase No. 1.
- 6J1-04 Quitar cables salida transformador y lijar terminales fase No. 1.
- 6J1-05 Apretar conexiones fase No. 1.
- 6J2-01 Cambiar cables de cobre fase No. 2.
- 6J2-02 Cambiar separadores fase No. 2.
- 6J2-03 Cambiar cables de manilla fase No. 2.
- 6J2-04 Quitar cables salida transformador y lijar terminales fase No. 2.
- 6J2-05 Apretar conexiones fase No. 2.
- 6J3-01 Cambiar cables de cobre fase No. 3.
- 6J3-02 Cambiar separadores fase No. 3.
- 6J3-03 Cambiar cables de manilla fase No. 3.
- 6J3-04 Quitar cables salida transformador y lijar terminales fase No. 3.
- 6J3-05 Apretar conexiones fase No. 3.
- 6K1-01 Sopletear y limpiar mecanismo candado.
- 6K1-02 Engrasar y lubricar mecanismo candado.
- 6L1-01 Cambiar alambrado eléctrico interruptor límite de rodillo No. 1.
- 6L1-02 Revisar mecanismo control de rodillo No. 1.
- 6L1-03 Sopletear y limpiar mecanismo interruptor límite de rodillo No. 1.

- 6L2-01 Cambiar alambreado eléctrico interruptor límite de rodillo No. 2.
- 6L2-02 Revisar mecanismo interruptor límite de rodillo No. 2.
- 6L2-03 Suplantar y limpiar mecanismo interruptor límite de rodillo No. 2.
- 6L3-01 Cambiar alambreado eléctrico interruptor límite de rodillo No. 3.
- 6L3-02 Revisar mecanismo interruptor límite de rodillo No. 3.
- 6L3-03 Suplantar y limpiar mecanismo interruptor límite de rodillo No. 3.
- 6L4-01 Cambiar alambreado eléctrico interruptor límite rotativo.
- 6L4-02 Revisar mecanismo del interruptor límite rotativo.
- 6L4-03 Suplantar y limpiar mecanismo interruptor límite rotativo.
- 6L5-01 Revisar alarmas del Horno Eléctrico.
- 6L5-02 Revisar listones de las alarmas Horno Eléctrico.
- 6L5-03 Cambiar locos de las alarmas del Horno Eléctrico.
- 6M1-01 Cambiar control del interruptor.
- 6M2-01 Cambiar control maestro de los electrodos.
- 6M3-01 Cambiar control del electrodo No. 1.
- 6M4-01 Cambiar control del electrodo No. 2.
- 6M5-01 Cambiar control del electrodo No. 3.
- 6M6-01 Cambiar control del cambio de taps.
- 6M7-01 Cambiar control de la puerta.
- 6M8-01 Cambiar control de la bóveda.
- 6M9-01 Cambiar control del volteo.
- 6M10-01 Cambiar control del portal.
- 6M11-01 Cambiar controles neumáticos mordazas de los electrodos.

7. MOTO-GENERADORES DE REGULACION AUTOMATICA.

- 7-01 Suplementar y limpiar motor-generadores.
7-02 Revisión y reparación por personal calificado.

B. SERVICIOS AUXILIARES.

- 8A-01 Revisar válvulas y fugas de oxígeno.
8A-02 Cambiar mangueras del oxígeno.
8A-03 Desengrasar lanzas inyección de oxígeno del Horno Eléctrico.
8A-04 Pintar tuberías de oxígeno.
8B-01 Revisar válvulas y fugas de gas.
8B-02 Cambiar mangueras del gas.
8B-03 Pintar tuberías de gas.
8C-01 Revisar válvulas y fugas de aire.
8C-02 Cambiar mangueras de aire.
8C-03 Pintar tuberías de aire.
8D-01 Revisar válvulas y fugas de agua.
8D-02 Cambiar manguera de agua.
8D-03 Pintar tuberías de agua.
8E-01 Revisar alumbrado.
8E-02 Pintar tuberías del alumbrado.

9. OLLAS DE CARGA.

- 9A-01 Engrasar y lubricar olla No. 1.
- 9B-01 Engrasar y lubricar olla No. 2.
- 9C-01 Engrasar y lubricar olla No. 3.
- 9D-01 Engrasar y lubricar olla No. 4.
- 9E-01 Engrasar y lubricar olla No. 5.

10. TINAS DE VACIADO.

- 10A-01 Cambiar refractario tina No. 1.
- 10A-02 Revisión y reparación mecanismo tina No. 1.
- 10A-03 Engrasar y lubricar mecanismo de tina No. 1.
- 10B-01 Cambiar refractario tina No. 2.
- 10B-02 Revisión y reparación mecanismo tina No. 2.
- 10B-03 Engrasar y lubricar mecanismo de tina No. 2.
- 10C-01 Cambiar refractario tina No. 3.
- 10C-02 Revisión y reparación mecanismo tina No. 3.
- 10C-03 Engrasar y lubricar mecanismo de tina No. 3.
- 10D-01 Cambiar refractario tina No. 4.
- 10D-02 Revisión y reparación mecanismo tina No. 4.
- 10D-03 Engrasar y lubricar mecanismo de tina No. 4.
- 10E-01 Cambiar refractario tina No. 5.
- 10E-02 Revisión y reparación mecanismo tina No. 5.
- 10E-03 Engrasar y lubricar mecanismo de tina No. 5.

A continuación, se indican en grupos, las clases de mantenimiento análogas, que pueden efectuarse normalmente en forma simultánea:

6 W CAMBIAR REFRACTARIO HORNO ELECTRICO.

- 6A1-01 Limpiar residuos de acero y escoria piso.
- 6A1-02 Reparar el refractario del piso.
- 6A2-03 Cambiar refractario de la nariz.
- 6A4-03 Cambiar refractario casco.

6 X SOPLETEAR Y LIMPIAR HORNO ELECTRICO.

- 6A6-08 Sopletear y limpiar mecanismo puerta.
- 6A7-08 Sopletear y limpiar mecanismo bóveda.
- 6B1-04 Sopletear y limpiar mecanismo del volteo.
- 6C1-07 Sopletear y limpiar mecanismo del portal.
- 6D - 08 Sopletear y limpiar mecanismo mástiles.
- 6E - 02 Sopletear entradas de corriente.
- 6K1-01 Sopletear y limpiar mecanismo del candado.
- 6L - 03 Sopletear y limpiar mecanismo equipo protección.

6 Y ENGRASAR Y LUBRICAR HORNO ELECTRICO.

- 6A6-09 Engrasar y lubricar mecanismo puerta.
- 6A7-09 Engrasar y lubricar mecanismo bóveda.
- 6B1-05 Engrasar y lubricar mecanismo del volteo.
- 6C1-08 Engrasar y lubricar mecanismo del portal.
- 6D -09 Engrasar y lubricar mecanismo mástiles.
- 6K1-02 Engrasar y lubricar mecanismo del candado.

6 Z APRETAR TORNILLOS HORNO ELECTRICO.

- 6A6-010 Apretar tornillos mecanismo puerta.
- 6A7-010 Apretar tornillos mecanismo bóveda.
- 6B1-06 Apretar tornillos mecanismo del volteo.
- 6C1-09 Apretar tornillos mecanismo del portal.
- 6D -010 Apretar tornillos mecanismo mástiles.
- 6E -03 Apretar conexiones entradas de corriente.
- 6G -04 Apretar conexiones cabezas porta electrodos.
- 6H -04 Apretar tornillos mecanismo mordazas.
- 6J -05 Apretar conexiones líneas de corriente.

**TIPOS DE MANTENIMIENTO PARA EL EQUIPO DEL HORNO ELECTRICO
Y SUS ABREVIACIONES.**

ELECTRO - MECANICA .	Elec - Mec.
ALBAÑILERIA .	Albn.
PLOMERIA .	Plom.
SOLDADURA .	Sold.
MECANICA .	Mec.
PIINTURA .	Pint.

CAPITULO IV

PLANEACION DEL MANTENIMIENTO

CAPITULO IV

PLANEACION DEL MANTENIMIENTO.

Entre los trabajos de mantenimiento, el principal es el CAMBIO DE REVESTIMIENTO del Horno Eléctrico (6R), que abarca tanto el cambio del refractario (6W), como la realización de trabajos que se consideraran actividades críticas, efectuándose en el siguiente orden:

6R. CAMBIO DE REVESTIMIENTO DEL HORNO ELECTRICO.

- 6R1 Quitar electrodos.
- 6R2 Desmontar puerta.
- 6R3 Desmontar marco.
- 6R4 Colocar ventilador.
- 6R5 Espirar el Horno.
- 6R6 Quitar refractario paredes del casco.
- 6R7 Sacar acero y escoria del piso.
- 6R8 Revestimiento paredes y nariz.
- 6R9 Colocar marco.
- 6R10 Reparar piso y hacer bancos.
- 6R11 Ajustar bóveda sobre el casco.
- 6R12 Colocar electrodos.
- 6R13 Colocar puerta.

Como el Horno Eléctrico deberá parar durante el cambio de revestimiento, y siete días al año (período de vacaciones), ésto será lo que normará el criterio para la planeación del mantenimiento preventivo, de acuerdo con el siguiente cuadro:

TRABAJOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.**A. TRABAJOS QUE SI REQUIEREN PARAR EL HORNO ELECTRICO.-**

- I. Operaciones que deben hacerse con frecuencia menor de cada cambio de revestimiento.
- II. Operaciones que deben hacerse cada cambio de revestimiento o múltiplo de éste.
 - a. Que pueden hacerse simultáneamente con el cambio de revestimiento.
 - b. Que no pueden hacerse simultáneamente con el cambio de revestimiento, (actividades críticas).
- III. Operaciones que deben hacerse anualmente o múltiplos de éste en períodos de vacaciones.

B. TRABAJOS QUE NO REQUIEREN PARAR EL HORNO ELECTRICO.

OBTENCION DE DATOS.

Para la planeación del mantenimiento, se obtuvieron todos aquellos datos necesarios para conocer el comportamiento del equipo clasificado en el —
Capítulo III.

Se observaron durante veinte meses la frecuencia de fallas del equipo, dándoles un mantenimiento de emergencia, pues no existía mantenimiento preventivo, así como también la duración en la reparación.

Cabe hacer notar que para todas aquellas unidades del equipo, para las cuales el período de observación fué insuficiente, se tuvo la necesidad de basarse en la información proporcionada por aquel personal de cierta antigüedad, experiencia y criterio, relacionado con el equipo en cuestión.

A continuación, se muestra una hoja de las utilizadas para la recopilación de datos.

INFORME DE FALLAS DEL EQUIPO.

No.	FECHA	TURNO
INTERRUPCION DE		A DURACION Hrs.
¿ REQUIERE PARAR EL HORNO ELECTRICO ?		
EQUIPO:		
SECCION:		
UNIDAD AFECTADA:		
CLASE DE MANTENIMIENTO:		
TIPO DE MANTENIMIENTO:		
No. DE PERSONAS EMPLEADAS:		

Del informe de fallas de equipo, se tomó la fecha en que ocurrió la -
 falla y la duración en la reparación, y se concentraron en una tabla de acumula-
 ción de fallas, para cada unidad del equipo, con su correspondiente clase de -
 mantenimiento.

**TABLA DE ACUMULACION DE FALLAS POR UNIDAD DEL EQUIPO Y
CLASE DE MANTENIMIENTO.**

No.	FECHA DE FALLAS	DIAS NO TRABAJADOS	DURACION EN DIAS TRABAJADOS	DURACION EN LA REPARACION Hrs
0				
1				
2				
3				
4				
5				

CLAVE	CLASE DE MANTENIMIENTO

	TIPO DE MANTENIMIENTO.
	No. DE PERSONAS EMPLEADAS.
	¿REQUIERE PARAR EL HORNO ELECTRICO?

Partiendo de las diferentes fechas de fallas y restándole los días no trabajados, se obtuvo la duración en días trabajados.

De la columna de la duración en la reparación en horas, se utilizó para tomar una duración estimada en dicha reparación.

PRINCIPIOS DE ESTADISTICA.

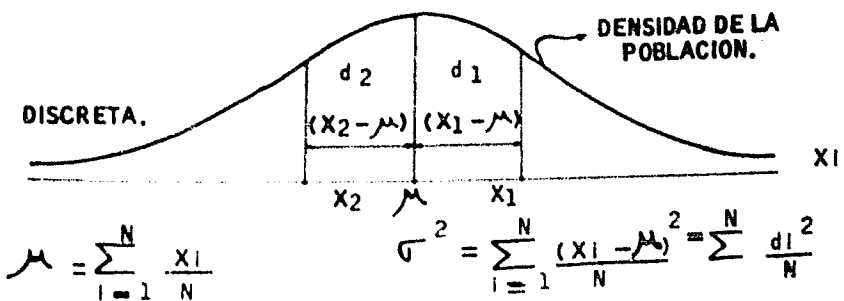
Se suponen los datos de las duraciones en días trabajados por unidades del equipo como datos que provienen de una cierta población, cuyos parámetros se tratan de conocer, valiéndose de los datos ya obtenidos, que en este caso, se consideran como una muestra de dicha población.

Dichos parámetros se definen como:

μ = Media aritmética sobre todos los valores de la población, que constituye una medida central.

σ^2 = Variancia de la población, definida como el promedio aritmético de la suma de los cuadrados de las desviaciones de los valores de la población, con respecto a la media.

Sea una población de tamaño N.



d_i = DESVIACION DEL i - ESIMO VALOR DE LA POBLACION.

En poblaciones infinitas como las de las duraciones en días trabajados del equipo, los mismos parámetros existen, y para poderlos estimar partiendo de las muestras tenemos:

Sean valores de las muestras:

$$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n = \left[x_i \right]_{i=1}^n$$

El estimador de μ , denotado por $\hat{\mu}$ y función de la muestra:

$$\hat{\mu} = \bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$$

Y el estimador de σ^2 , denotado por $\hat{\sigma}^2$ función de la muestra:

$$\hat{\sigma}^2 = s^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

El segundo parámetro de la población σ^2 es un parámetro que mide la dispersión de los valores respecto a la media, muchas veces se utiliza éste, o bien su raíz cuadrada σ conocido como la desviación estándar.

Cabe hacer notar que la exactitud de las estimaciones, depende tanto del tamaño de la muestra, como de la variabilidad de los datos.

Para la estimación de dichos parámetros se utilizó la gráfica de la distribución de la frecuencia que consiste en una escala logarítmica de la curva normal. (Gráfica No. 1.)

Para la planeación de los trabajos de mantenimiento que deben hacerse en cada cambio de revestimiento o múltiplo de éste, es básico considerar y estimar con exactitud la duración en días trabajados del revestimiento del Horno Eléctrico; así como también la duración en horas del cambio de revestimiento, ya que los programas de mantenimiento deberán ajustarse a dicho tiempo.

TABLA DE ACUMULACION DE FALLAS.

CLAVE 6R	CLASE DE MANTENIMIENTO. CAMBIAR REVESTIMIENTO.
AIDA.	TIPO DE MANTENIMIENTO.
10	Nº. DE PERSONAS EMPLEADAS.
SI	REQUIERE PARAR EL HORNO ELECTRICO?.

No.	FECHA DE FALLAS	DIAS NO TRABAJADOS	DURACION EN DIAS TRABAJADOS	DURACION EN LA REPARACION Hrs.
1			40	48
2			36	41
3			47	46
4			38	48
5			37	43
6			32	31
7			36	49
8			34	48
9			42	42
10			37	38
11			32	44
12			44	36
13			35	42
14			34	40
15			38	44
16			42	44
17			38	49
18			32	49
19			34	45
20			30	41

TABLA No. 1

CAMBIO DE REVESTIMIENTO HORNO.

De la Tabla No. 1 se tomaron las duraciones del revestimiento en días trabajados y con la Gráfica de la Distribución de la Frecuencia (ver Gráfica No. 1.), se obtuvieron las estimaciones de los parámetros, dando el 97% de probabilidad de que una observación cualquiera sea mayor o igual a la media menos dos veces la desviación estándar, de donde:

$$\bar{X} = 36.9 \text{ DIAS.}$$

$$\Delta = 4.85 \text{ DIAS.}$$

$$\text{Pr} \left[X_i \geq 27 \right] = .97$$

Por lo tanto, el cambio de revestimiento deberá hacerse cada 27 días.

DURACION EN HORAS CAMBIO DE REVESTIMIENTO HORNO.

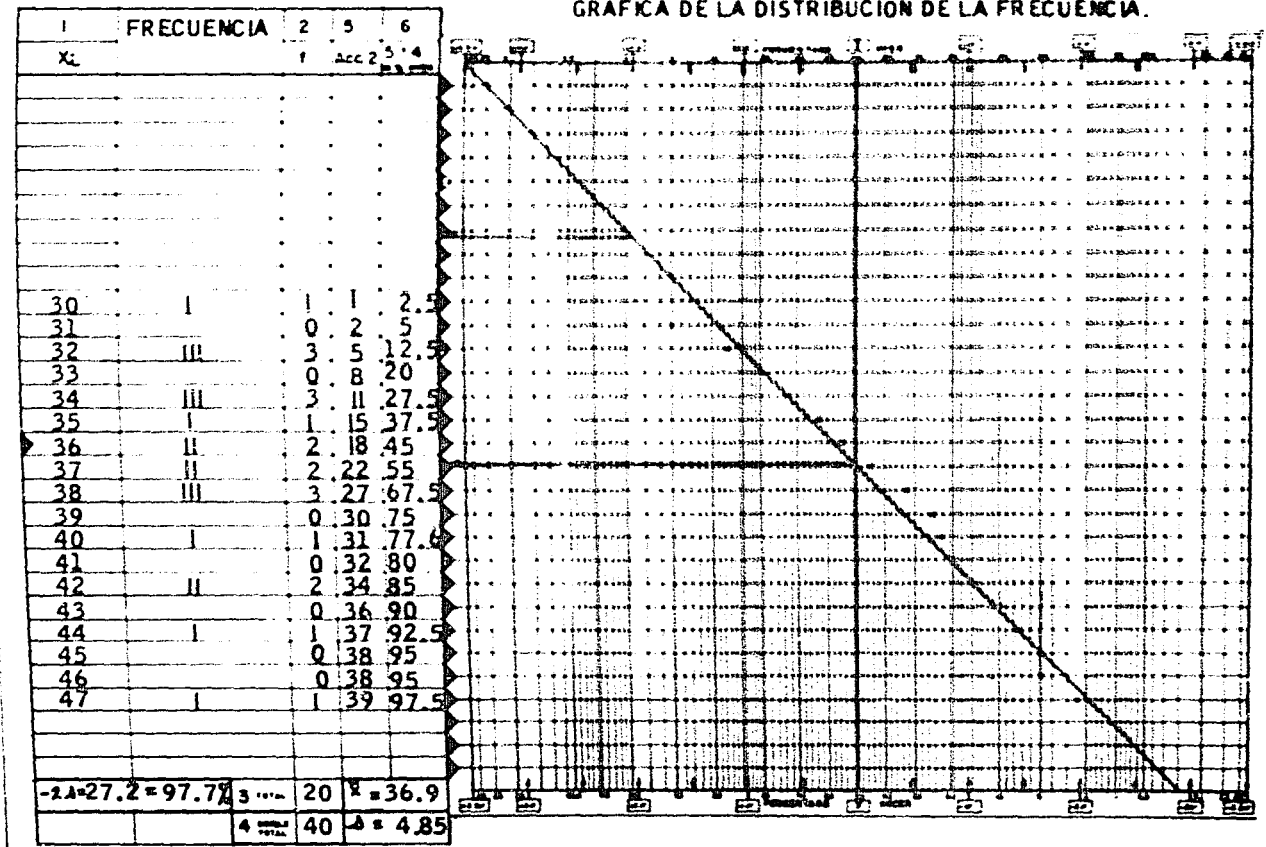
Para la duración en horas del cambio de revestimiento del Horno, se tomó igualmente una probabilidad del 97% para asegurar que el cambio se hará como mínimo en 33 horas y disponer de este tiempo para llevar a cabo los programas de mantenimiento, o sea:

$$\bar{X} = 43.4 \text{ horas.}$$

$$\Delta = 5.1 \text{ horas.}$$

$$\text{Pr} \left[X_i \geq 33 \right] = .97$$

GRAFICA DE LA DISTRIBUCION DE LA FRECUENCIA.



DURACION DEL REVESTIMIENTO DE LAS TINAS DE VACIADO.

Ya que la seguridad del personal depende de la duración del revestimiento de las tinas de vaciado, es necesario tomar también el 97% de probabilidad de que una observación cualquiera, sea mayor o igual a la media, menos dos desviaciones estándar, es decir:

$$\begin{aligned} \bar{x} &= 33.4 \text{ VACIADAS.} \\ s &= 4.77 \text{ VACIADAS.} \\ \text{Pr} \left[x_i \geq 23 \right] &= .97 \end{aligned}$$

Por lo cual, el cambio de revestimiento de las tinas, se hará cada 23 - vaciadas.

Al ir transcurriendo el tiempo, se fué dando mantenimiento a ciertas partes del equipo que fallaban continuamente, que requirieron parar el Horno Eléctrico, y observando sus resultados como a continuación se indica:

6G CABEZAS PORTA ELECTRODOS.

- 6G-01 Cambiar cabeza.
- 6G-02 Sopletear y cepillar cabeza.
- 6G-03 Cambiar tuberías de agua cabezas.

6I ANILLOS ENFRIAMIENTO ELECTRODOS.

- 6I-01 Cambiar anillos.
- 6I-02 Limpiar anillos de escoria.

6G-01 CAMBIAR CABEZA.

En el estudio de las duraciones de las cabezas, se tomaron las duraciones cuando se sopleteaban y cepillaban al haber corto circuito entre la cabeza y el electrodo aproximadamente cada 7.6 días.

$$\bar{X}_1 = 45.3 \text{ días.}$$

$$\Delta_1 = 19.6 \text{ días.}$$

Y las duraciones de éstas mismas, cuando se sopleteaban y cepillaban periódicamente cada 3.5 días.

$$\bar{X}_2 = 155.2 \text{ días.}$$

$$\Delta_2 = 14.0 \text{ días.}$$

60-03 CAMBIAR TUBERIAS DE AGUA CABEZA.

Se obtuvieron resultados que se pueden considerar en promedio idénticos, ya que al hacer corto circuito la cabeza, afecta también a las tuberías.

$$\bar{X} = 155.2 \text{ días.}$$

$$\Delta = 14.0 \text{ días.}$$

61-01 CAMBIAR ANILLOS.

Se tomaron duraciones de los anillos cuando se les limpiaba de escoria ocasionalmente y cuando se limpiaban diariamente.

$$\bar{X}_1 = 4.85 \text{ días.} \quad \bar{X}_2 = 10.7 \text{ días.}$$

$$\Delta_1 = 3.16 \text{ días.} \quad \Delta_2 = 2.1 \text{ días.}$$

Obviamente, se tomaron los datos cuando se les dió mantenimiento periódicamente, los que a continuación se resumen:

No. UNID.	TRABAJO	DESCRIPCION	\bar{X}	λ
3	6G-01	Cambiar cabeza.	155.2	14.0
3	6G-07	Sopletear y cepillar cabeza.	3.5	—
3	6G-03	Cambiar tuberías de agua.	155.2	14.0
3	6I-01	Cambiar anillos.	10.7	2.1
1	6I-02	Llempar anillos de escoria.	1.0	—

La Tabla No. 2 muestra el resumen de los trabajos de mantenimiento con su duración media estimada obtenidas por el método gráfico. Los trabajos de mantenimiento que sí requieren parar el Horno Eléctrico tienen la estimación de la desviación estándar. Las duraciones medias marcadas con un (*) no se les pudo obtener su desviación estándar por disponer de un sólo dato; nótese que por lo menos deben ser dos observaciones para poder estimar

$$\sigma^2 = \lambda = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$n - 1 > 0$$

Los trabajos de mantenimiento que no requieren parar el Horno Eléctrico no interesa su desviación estándar para dicho estudio.

T A B L A No. 2

No.	UNID. TRABAJO	DESCRIPCION	REQ. PAR. H.E.?	X DIAS.	Δ DIAS.
1	1-01	-Sopletear y limpiar rectificador.	Sf	41.0	8.3
1	1-02	Cambiar motor ventilador rectificador.	Sf	364.6	43.3
1	1-03	Revisión y reparación rectificador.	Sf	114.8	16.5
1	1-04	Limpieza de las salas.	No	15.3	—
1	2-01	Sopletear y limpiar compresora.	No	23.0	—
1	2-02	Etiquetar compresora.	No	40.5	—
1	2-03	Purgar compresora.	No	4.3	—
1	2-04	Revisión y reparación compresora.	Sf	* 365.0	—
1	3-01	Sopletear y limpiar interruptor.	Sf	39.5	9.8
1	3-02	Revisión y reparación interruptor.	Sf	102.6	12.3
1	3-03	Revisión de acumuladores interruptor.	No	10.1	—
1	4-01	Sopletear y limpiar transformador.	Sf	38.6	3.3
1	4-02	Desincrustar intercambiador No. 1.	Sf	127.1	17.8
1	4-03	Desincrustar intercambiador No. 2.	Sf	127.1	17.8
1	4-04	Analisis humedad aceite transformador.	No	181.6	—
1	4-05	Revisión y reparación transformador.	Sf	* 365.0	—
1	5A-01	Limpieza torres de enfriamiento No. 1 y 2.	Sf	127.1	17.8
2	5A-02	Cambiar motor ventilador torres.	No	154.8	—
2	5A-03	Cambiar banda ventilador torres.	No	135.5	—
2	5B-01	Cambiar bombas.	No	162.8	—
1	5C1-01	Limpieza tanque y cambiar agua.	Sf	113.8	14.8
1	5C1-02	Cambiar flotadores tanque de agua.	No	191.1	—
1	5C2-01	Purgar lodos tanque de agua.	No	35.0	—
1	5D1-01	Empacar válvulas bombas No. 1 y 2.	Sf	67.5	4.1
1	5D1-02	Cambiar válvulas bombas No. 1 y 2.	Sf	* 730.0	—
1	5D2-01	Empacar válvula entrada de agua.	Sf	180.3	3.0
1	5D2-02	Cambiar válvula entrada de agua.	Sf	341.8	5.1
1	5D3-01	Empacar válvula agua emergencia.	Sf	180.3	3.0
1	5D3-02	Cambiar válvula agua emergencia.	Sf	351.5	4.1
1	5D4-01	Empacar válvula intercambiadores.	Sf	180.3	3.0
1	5D4-02	Cambiar válvula intercambiadores.	Sf	353.3	3.6
1	5E1-01	Cambiar manguera entrada Horno Eléc.	Sf	* 365.0	—
1	5E2-01	Cambiar mangueras electrodos.	Sf	174.8	11.8
1	5E3-01	Cambiar manguera bóveda.	Sf	35.0	5.0
1	5E4-01	Cambiar manguera puerta y marco.	Sf	174.8	11.8
1	6A2-01	Cambiar punta de la nariz.	Sf	280.1	5.8
1	6A2-02	Cambiar nariz.	Sf	* 730.0	—
1	6A3-01	Cambiar plataforma fosa de escoria.	No	* 730.0	—
1	6A4-01	Soldar casco.	Sf	40.1	5.8
1	6A4-02	Soldar pernos guías de la bóveda.	Sf	254.8	4.5
1	6A4-04	Cambiar placa puerta escoria.	Sf	* 730.0	—
1	6A4-05	Cambiar placas salida escoria.	Sf	* 1095.0	—
1	6A5-01	Cambiar marco.	Sf	13.0	5.0
1	6A5-02	Cambiar tuberías y válvulas marco.	Sf	64.1	9.5
1	6A6-01	Cambiar puerta.	Sf	34.5	2.1

(Continúa....)

T A B L A No. 2

No. UNID.	TRABAJO	DESCRIPCION	REQ. PAR. BLE.	X DIAS	Δ DIAS
1	6A6-02	Cambiar cadena de la puerta.	SÍ	31.3	2.0
1	6A6-03	Cambiar poleas de la puerta.	SÍ	276.8	6.1
1	6A6-04	Cambiar cable de la puerta.	SÍ	124.1	5.1
1	6A6-05	Cambiar moto-reductor puerta.	SÍ	133.3	6.0
1	6A6-06	Cambiar tuberías y válvulas puerta.	SÍ	95.8	5.8
1	6A6-07	Cambiar alambrado eléctrico puerta.	SÍ	118.3	6.6
1	6A7-01	Cambiar bóveda.	SÍ	18.0	7.0
1	6A7-02	Cambiar soportes de la bóveda.	SÍ	224.6	8.6
1	6A7-03	Revisión y reparación bóveda.	SÍ *	365.0	—
1	6A7-04	Cambiar alambrado eléctrico bóveda.	SÍ	152.5	11.5
1	6A7-05	Cambiar tensores de la bóveda.	SÍ	222.3	5.6
1	6A7-06	Cambiar tuberías y válvulas bóveda.	SÍ	108.0	12.6
1	6A7-07	Preparar bóveda curva.	SÍ *	216.0	—
1	6B1-01	Revisión y reparación volteo.	SÍ *	1095.0	—
1	6B1-02	Revisión y cambiar pernos volteo.	SÍ *	730.0	—
1	6B1-03	Cambiar alambrado eléctrico volteo.	SÍ	179.1	22.5
1	6C1-01	Revisión y reparación portal.	SÍ *	730.0	—
1	6C1-02	Revisión y reparación ruidas.	SÍ *	1460.0	—
1	6C1-03	Cambiar alambrado eléctrico portal.	SÍ	143.3	7.3
1	6C1-04	Revisión y reparación estructura.	SÍ *	365.0	—
1	6C1-05	Cambiar interruptor límite adelante port.	SÍ	263.3	16.6
1	6C1-06	Cambiar interruptor límite atrás portal.	SÍ	263.3	16.6
3	6D-01	Cambiar moto-reductor mástiles.	SÍ	166.6	17.3
3	6D-02	Cambiar cable de acero mástiles.	SÍ	223.8	8.1
3	6D-03	Cambiar guías mástiles.	SÍ *	730.0	—
3	6D-04	Cambiar alambrado eléctrico mástil.	SÍ	111.3	15.3
3	6D-05	Cambiar interruptor límite sup. mástil.	SÍ	93.1	12.3
3	6D-06	Cambiar interruptor límite inf. mástil.	SÍ	102.3	14.6
3	6D-07	Cambiar aislamiento mástil.	SÍ	266.5	3.1
3	6E-01	Quitar cables entrada de corriente.	SÍ *	365.0	—
3	6F-01	Cambiar aislamiento brazo.	SÍ	173.3	8.3
3	6F-02	Cambiar colectores.	SÍ *	1825.0	—
3	6F-03	Cambiar tuberías y válvulas brazo.	SÍ	86.0	5.0
3	6G-01	Cambiar cabeza porta electrodo.	SÍ	155.2	14.0
3	6G-02	Sopletear y cepillar cabeza.	SÍ	3.5	0.0
3	6G-03	Cambiar tuberías de agua cabeza.	SÍ	155.2	14.0
3	6H-01	Cambiar mordaza neumática.	SÍ	141.8	7.1
1	6H-02	Cambiar mangueras de aire mordazas.	SÍ	203.8	7.1
3	6H-03	Revisión y reparación mecanismo.	SÍ *	365.0	—
3	6I-01	Cambiar anillo con mangueras.	SÍ	10.7	2.1
1	6I-02	Limpiar anillos escoria.	SÍ	1.0	0.0
3	6I-03	Cambiar tuberías y válvulas anillo.	SÍ	117.5	9.8
3	6J-01	Cambiar cables de cobre líneas.	SÍ *	1825.0	—
3	6J-02	Cambiar separadores línea de corriente.	SÍ	115.8	6.8
3	6J-03	Cambiar cable de manila línea.	SÍ	87.6	4.0

(Continúa...)

T A B L A No. 2

61.

No. UNID.	TRABAJO	DESCRIPCION	REQ. PAR. H.E.?	X DIAS	Δ DIAS
3	6J-04	Quitar cables salida transformador.	Sí	* 365.0	—
4	6L-01	Cambiar alambrado eléctrico protecc.	Sí	144.5	4.1
1	6L-02	Revisar mecanismo protección Horno El.	Sí	32.6	1.6
1	6L5-01	Revisar alarmas del Horno Eléctrico.	No	1.0	—
1	6L5-02	Revisar fusibles alarmas Horno Eléct.	No	1.0	—
1	6L5-03	Cambiar focos alarmas Horno Eléctrico.	No	1.0	—
1	6M1-01	Cambiar control interruptor.	Sí	222.3	25.0
1	6M2-01	Cambiar control maestro electrodo.	Sí	156.6	16.6
1	6M3-01	Cambiar control electrodo No. 1.	Sí	186.6	16.6
1	6M4-01	Cambiar control electrodo No. 2.	Sí	186.6	16.6
1	6M5-01	Cambiar control electrodo No. 3.	Sí	186.6	16.6
1	6M6-01	Cambiar control cambio de taps.	Sí	* 730.0	—
1	6M7-01	Cambiar control de la puerta.	Sí	120.0	10.0
1	6M8-01	Cambiar control de la bóveda.	Sí	140.6	13.3
1	6M9-01	Cambiar control del volteo.	Sí	160.0	13.3
1	6M10-01	Cambiar control del portal.	Sí	156.6	16.6
1	6M11-01	Cambiar controles neumáticos.	Sí	* 730.0	—
1	6X	Sopletear y limpiar Horno Eléctrico.	Sí	44.8	4.1
1	6Y	Engrasar y lubricar Horno Eléctrico.	Sí	38.6	3.3
1	6Z	Apretar tornillos Horno Eléctrico.	Sí	32.6	1.6
1	7-01	Sopletear y limpiar moto-generadores.	Sí	34.5	3.8
1	7-02	Revisión y reparación moto-generad.	Sí	169.6	8.0
1	8A-01	Revisar válvulas y fugas oxígeno.	No	7.0	—
1	8A-02	Cambiar mangueras oxígeno.	No	200.0	—
1	8A-03	Desengrasar lanzas de oxígeno.	No	1.0	—
1	8A-04	Pintar tuberías de oxígeno.	No	365.0	—
1	8B-01	Revisar válvulas y fugas de gas.	No	7.0	—
1	8B-02	Cambiar mangueras de gas.	No	150.0	—
1	8B-03	Pintar tuberías de gas.	No	365.0	—
1	8D-01	Revisar válvulas y fugas de agua.	No	7.0	—
1	8D-02	Cambiar mangueras de agua.	No	150.0	—
1	8D-03	Pintar tuberías de agua.	No	365.0	—
1	8E-01	Revisar alumbrado.	No	3.0	—
1	8E-02	Pintar tuberías del alumbrado.	No	365.0	—
1	9-01	Engrasar y lubricar ollas.	No	15.0	—
1	10-02	Revisión y reparación mecanismo.	No	15.0	—
1	10-03	Engrasar y lubricar mecanismos.	No	7.0	—

CAPITULO V

CALENDARIOS PARA MANTENIMIENTO.

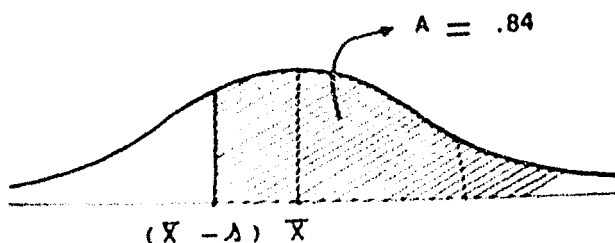
CALENDARIOS PARA MANTENIMIENTO.

De la Tabla No. 2, se tomaron primero los trabajos que no requieren parar el Horno Eléctrico, indicando el tipo de mantenimiento que corresponde a cada uno, así como su duración media estimada (\bar{X}) ajustándola a días para poder hacer su Calendario de Mantenimiento Preventivo. (Tabla No. 3.)

En la Tabla No. 4, se indican los trabajos que sí requieren parar el Horno Eléctrico y se clasificaron con los Nos. I, II, III, según la operación a que corresponden. (Pág. 47.)

En la práctica, se observó que para la realización de los programas de mantenimiento era suficiente considerar un 84% de probabilidad de que una observación sea mayor o igual a la media menos una desviación estándar, es decir:

$$Pr \left[X_i \geq (\bar{X} - \lambda) \right] = .84$$



Finalmente, se tabuló la frecuencia con la que se debe dar el mantenimiento. Dicha frecuencia se obtuvo ajustando la $(\bar{X} - \lambda)$ a 27 días, (cambio de revestimiento o múltiplo de éste), haciendo tal ajuste siempre a un número menor.

Todos aquellos trabajos que sí requieren parar el Horno Eléctrico, y que se deben hacer con frecuencia menor al cambio de revestimiento, (27 días), se estudiaron detenidamente.

		\bar{X}	Δ
6A5-01	Cambiar marco.	13.0	5.0
6A7-01	Cambiar bóveda.	18.0	7.0
6G-02	Sopletear y cepillar cabeza.	3.5	—
6I-01	Cambiar anillo.	10.7	2.1
6I-02	Limpia anillos.	1.0	—

Los trabajos 6G-02 y 6I-02, con anterioridad se vió la necesidad de hacerlos periódicamente.

Los trabajos

6A5-01, 6A7-01 y 6I-01, ameritan una consideración especial, pues su duración es muy variable como lo demuestra su desviación estándar, (Δ).

Lo que nos hace cambiar el marco, la bóveda y los anillos cada vez que sea necesario, aún cuando esto implique parar el Horno, ya que un cambio preventivo de estas piezas, supone desaprovechar una buena parte de su posible vida útil, y de cualquier modo parar el Horno al efectuar dicho cambio.

El cambio de marco y anillos, también se hará cada cambio de revestimiento, (27 días), ya que hay oportunidad de hacerlo mejor que cuando está el Horno en operación.

CALENDARIO PARA LOS TRABAJOS QUE NO REQUIEREN PARAR

EL HORNO ELÉCTRICO (II).

T A B L A No. 3

TRABAJO	DESCRIPCIÓN	TIPO DE MANTEN.	Nº DIAS	AJUST. DIAS	JUNES.	SIEMB.	MARTE.	MIÉRCO.	JUEVES.	VIERNES.	SABADO.	DOMINGO.	DIA 15.	DIA 30.	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	2 AÑOS.
6L5-01	Revisar alarmas Horno Eléctrico.	Elec.	1.0	1	X	X	X	X	X	X	X	X											
6L5-02	Revisar fusibles alarma.	Elec.	1.0	1	X	X	X	X	X	X	X	X											
6L5-03	Revisar y cambiar focos alarmas.	Elec.	1.0	1	X	X	X	X	X	X	X	X											
8A-03	Desengrasar lanzas de oxígeno.	Plom.	1.0	1	X	X	X	X	X	X	X	X											
2-03	Purgar compresora.	Mec.	4.3	3	X				X	X	X	X											
8E-01	Revisar alumbrado.	Elec.	3.0	3	X				X	X	X	X											
3-03	Revisión de acumuladores.	Elec.	10.1	7		X																	
8A-01	Revisar válvulas y fugas de oxígeno.	Plom.	7.0	7				X															
8B-01	Revisar válvulas y fugas de gas.	Plom.	7.0	7					X														
8C-01	Revisar válvulas y fugas de aire.	Plom.	7.0	7						X													
8D-01	Revisar válvulas y fugas de agua.	Plom.	7.0	7							X												
10-03	Engrasar y lubricar tinas.	Mec.	7.0	7								X											
1-04	Limpieza de las salas.	Elec.	15.3	15									X										
2-01	Sopletear y limpiar compresora.	Mec.	23.0	15									X										
9-01	Engrasar y lubricar ollas.	Mec.	15.0	15									X										
10-02	Revisión y reparación tinas.	Mec.	15.0	15									X										
2-02	Lubricar compresora.	Mec.	40.5	30									X										
5C2-01	Purgar lodos tanque de agua.	Plom.	35.0	30									X										
5A-03	Cambiar banda ventilador.	Mec.	135.5	120									X										
5A-02	Cambiar motor torres.	Elec-Mec.	154.8	150									X										
5B-01	Cambiar bomba torres.	Elec-Mec.	162.8	150									X										
8B-02	Cambiar mangueras de gas.	Plom.	150.0	150									X										
8C-02	Cambiar mangueras de aire.	Plom.	150.0	150									X										

(Continúa...)

TRABAJOS QUE SI REQUIEREN PARAR EL HORNO ELECTRICO. (A)

T A B L A No. 4

No.	UNID.	TRABAJO	OPERACION	\bar{X}	Δ	$\bar{X} - \Delta$	f
1		1-01	II	41.0	8.3	32.7	27
1		1-02	II	364.6	43.3	321.3	297
1		1-03	II	114.8	16.5	98.3	81
1		2-04	III	365.0	—	—	—
1		3-01	II	39.5	9.8	29.7	27
1		3-02	II	102.6	12.3	90.0	81
1		4-01	II	38.6	3.3	35.3	27
1		4-02	II	127.1	17.8	109.3	108
1		4-03	II	127.1	17.8	109.3	108
1		4-05	III	365.0	—	—	—
1		5A-01	II	127.1	17.8	109.3	108
1		5C1-01	II	113.8	14.8	99.0	81
1		5D1-01	II	67.5	4.1	63.1	54
1		5O1-02	III	730.0	—	—	—
1		5O2-01	II	180.3	3.0	177.3	162
1		5O2-02	II	341.8	5.1	336.7	324
1		5O3-01	II	180.3	3.0	177.3	162
1		5O3-02	II	351.5	4.1	347.4	324
1		5O4-01	II	180.3	3.0	177.3	162
1		5O4-02	II	353.3	3.6	349.7	324
1		5E1-01	III	365.0	—	—	—
1		5E2-01	II	174.8	11.8	163.0	162
1		5E3-01	II	35.0	5.0	30.0	27
1		5E4-01	II	174.8	11.8	163.0	162
1		6A2-01	II	280.1	5.8	274.3	270
1		6A2-02	III	730.0	—	—	—
1		6A4-01	II	40.1	5.8	34.3	27
1		6A4-02	II	254.8	4.5	250.3	243
1		6A4-04	III	730.0	—	—	—
1		6A4-05	III	1095.0	—	—	—
1		6A5-01()	I	CUANDO SEA NECESARIO			27
1		6A5-01()	II	—	—	—	54
1		6A5-02	II	64.1	9.5	54.6	27
1		6A6-01	II	34.5	2.1	32.4	27
1		6A6-02	II	31.3	2.0	29.3	27
1		6A6-03	II	266.8	6.1	270.7	270
1		6A6-04	II	124.1	5.1	115.0	108
1		6A6-05	II	133.3	6.0	127.3	108
1		6A6-06	II	95.8	5.8	90.0	81
1		6A6-07	II	118.3	6.6	111.7	108

(Continúa...)

TRABAJOS QUE SI REQUIEREN PARAR EL HORNO ELECTRICO. (A)

T A B L A No. 4

No. UNID.	TRABAJO	OPERA- CION	\bar{X}	Δ	$\bar{X} - \Delta$	f	
1	6A7-01	I	CUANDO SEA NECESARIO				
1	6A7-02	II	224.6	8.6	216.0	216	
1	6A7-03	III	365.0	—	—	—	
1	6A7-04	II	152.5	11.5	141.0	135	
1	6A7-05	II	222.3	5.6	216.7	216	
1	6A7-06	II	108.0	12.6	95.4	81	
1	6A7-07	II	216.0	—	—	216	
1	6B1-01	III	1095.0	—	—	—	
1	6B1-02	III	730.0	—	—	—	
1	6B1-03	II	179.1	22.5	156.6	135	
1	6C1-01	III	730.0	—	—	—	
1	6C1-02	III	1460.0	—	—	—	
1	6C1-03	II	143.3	7.3	136.0	135	
1	6C1-04	III	365.0	—	—	—	
1	6C1-05	II	263.3	16.6	246.7	243	
1	6C1-06	II	263.3	16.6	246.7	243	
3	6D-01	II	166.6	17.3	149.3	135	
3	6D-02	II	223.8	8.1	215.7	216	
1	6D-03	III	730.0	—	—	—	
3	6D-04	II	111.3	15.3	96.0	81	
3	6D-05	II	93.1	12.3	80.8	81	
3	6D-06	II	102.3	14.6	87.7	81	
3	6D-07	II	263.5	3.1	260.4	243	
1	6E-01	III	365.0	—	—	—	
3	6F-01	II	173.3	8.3	165.0	162	
1	6F-02	III	1825.0	—	—	—	
3	6F-03	II	86.0	5.0	81.0	81	
3	6G-01	II	151.0	14.0	141.2	135	
3	6G-02 ()	I	3.5	—	—	—	
1	6G-02 ()	II	—	—	—	27	
3	6G-03	II	155.2	14.0	141.2	135	
3	6H-01	II	141.8	7.1	134.7	135	
1	6H-02	II	203.8	7.1	196.7	189	
1	6H-03	III	365.0	—	—	—	
3	6I-01 ()	I	CUANDO SEA NECESARIO				
1	6I-01 ()	II	—	—	—	27	
1	6I-02	I	1.0	0.0	—	—	
3	6I-03	II	117.5	9.8	107.7	108	
1	6J-01	III	1825.0	—	—	—	
3	6J-02	II	115.8	6.8	109.0	108	
3	6J-03	II	87.6	4.0	83.6	81	

(Continúa.....)

TRABAJOS QUE SI REQUIEREN PARAR EL HORNO ELECTRICO. (A)

T A B L A No. 4

No. UNID.	TRABAJO	OPERACION	\bar{X}	Δ	$\bar{X} - \Delta$	f
1	6J-04	III	365.0	—	—	—
4	6L-01	II	144.5	4.1	140.4	135
1	6L-02	II	32.6	1.6	31.0	27
1	6M1-01	II	222.3	25.0	197.3	189
1	6M2-01	II	156.6	16.6	140.0	135
1	6M3-01	II	186.6	16.6	170.0	162
1	6M4-01	II	186.6	16.6	170.0	162
1	6M5-01	II	186.6	16.6	170.0	162
1	6M6-01	III	730.0	—	—	—
1	6M7-01	II	120.0	10.0	110.0	108
1	6M8-01	II	140.6	13.3	127.3	108
1	6M9-01	II	160.0	13.3	146.7	135
1	6M10-01	II	156.6	16.6	140.0	135
1	6M11-01	III	730.0	—	—	—
1	6X	II	44.8	4.1	40.7	27
1	6Y	II	38.6	3.3	35.3	27
1	6Z	II	32.6	1.6	31.0	27
1	7-01	II	34.5	3.8	30.7	27
1	7-02	II	169.6	8.0	161.6	162

() MISMO TRABAJO CON DIFERENTES OPERACIONES.

f = FRECUENCIA.

METODO PERT.

Para calcular la duración estimada de los trabajos de mantenimiento, se usaron tres tiempos distintos para la ejecución de cada trabajo:

- A** = El tiempo más optimista posible en horas, si todos los factores controlables funcionan a perfección; debe ser casi imposible desarrollar el trabajo en un tiempo menor a éste.
- M** = El tiempo más probable en horas; se presenta en la mayor parte de los casos en el que se reconoce que no siempre sale todo bien al mismo tiempo.
- B** = Tiempo pesimista en horas; que requiere efectuar el trabajo si se conjugan circunstancias desfavorables aunque controlables.

El Método Pert considera que la mayoría de las curvas de distribución, se asemejan mucho a las de una llamada Distribución Beta, de donde es posible deducir el valor de la duración estimada (D.E.) en horas.

$$D.E. = \frac{A + 4M + B}{6}$$

I. OPERACIONES QUE DEBEN HACERSE CON FRECUENCIA MENOR
AL CAMBIO DE REVESTIMIENTO.

T A B L A No. 5

No. UNID.	TRABAJO	FRECUENCIA	TIEMPO OPTIMISTA	TIEMPO PROBABLE	TIEMPO PESIMISTA	DURACION ESTIMADA
1	6A5-01	Cuando sea necesario.	1.50	2.50	3.50	2.50
1	6A7-01	Cuando sea necesario.	1.00	1.30	3.00	1.53
3	6G-02	Una cabeza cada 3.5 días.	0.15	0.25	0.50	0.27
3	6I-01	Cuando sea necesario.	0.15	0.30	0.50	0.30
1	6I-02	Diariamente.	0.10	0.15	0.30	0.16

CALENDARIO PARA LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO QUE DEBEN HACERSE
CON FRECUENCIA MENOR AL CAMBIO DE REVESTIMIENTO (II).

T A B L A No. 6

TRABAJO	DESCRIPCION	TIPO DE MANTEN.	FRECUENCIA DIAS	DURACION Hr.	Lunes	Martes	Mierc.	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
6G1-02	Sopletear y cepillar cab. No. 1	Elec-Mec.	3.5	0.27	X			X			
6G2-02	Sopletear y cepillar cab. No. 2	Elec-Mec.	3.5	0.27		X			X		
6G3-02	Sopletear y cepillar cab. No. 3	Elec-Mec.	3.5	0.27			X			X	
6I-02	Limpiar escoria anillos No. 1, 2 y 3	Plom.	1.0	0.16	X	X	X	X	X	X	X

II. OPERACIONES QUE DEBEN HACERSE CADA CAMBIO DE
REVESTIMIENTO O MULTIPLO DE ESTE.

T A B L A No. 7

No. UNID.	TRABAJO	CICLO	TIEMPO OPTIMISTA	TIEMPO PROBABLE	TIEMPO PESIMISTA	DURACION ESTIMADA	
1	1-01	27	1	1.0	1.5	2.0	1.50
1	1-02	297	11	0.5	0.75	1.0	0.75
1	1-03	81	3	1.0	2.5	3.0	2.33
1	3-01	27	1	1.0	2.0	3.0	2.00
1	3-02	81	3	4.0	6.0	10.0	6.33
1	4-01	27	1	1.5	3.0	4.0	2.91
1	4-02	108	4	2.0	3.0	4.0	3.00
1	4-03	108	4	2.0	3.0	4.0	3.00
1	5A-01	108	4	5.0	8.0	9.0	7.66
1	5C1-01	81	3	8.0	10.0	12.0	10.00
1	5D1-01	54	2	2.0	3.0	4.0	3.00
1	5D2-01	162	6	0.5	1.0	2.0	1.08
1	5D2-02	324	12	2.0	4.0	5.0	3.83
1	5D3-01	162	6	0.5	1.0	2.0	1.08
1	5D3-02	324	12	2.0	4.0	5.0	3.83
1	5D4-01	162	6	0.5	1.0	2.0	1.08
1	5D4-02	324	12	1.0	2.0	3.0	2.00
1	5E2-01	162	6	2.0	3.5	4.0	3.33
1	5E3-01	27	1	0.5	1.0	2.0	1.08
1	5E4-01	162	6	2.0	3.0	6.0	3.32
1	6A2-01	270	10	2.0	3.0	4.0	3.00
1	6A4-01	27	1	2.0	3.0	5.0	3.16
1	6A4-02	243	9	2.5	3.0	4.0	3.08
1	6A5-01	27	1	0.25	0.4	0.7	0.42
1	6A5-02	54	2	4.0	6.0	7.0	5.83
1	6A6-01	27	1	0.25	0.4	0.7	0.42
1	6A6-02	27	1	0.3	0.5	1.7	0.66
1	6A6-03	270	10	1.0	1.5	3.0	2.00
1	6A6-04	108	4	0.25	0.5	1.0	0.54
1	6A6-05	108	4	1.0	1.5	3.0	1.66
1	6A6-06	81	3	1.5	2.	3.5	2.16
1	6A6-07	108	4	4.0	6.0	7.0	5.83
1	6A7-02	216	8	1.0	2.0	3.0	2.00
1	6A7-04	135	5	3.0	4.0	5.0	4.00
1	6A7-05	216	8	2.5	3.0	4.0	3.08
1	6A7-06	81	3	1.0	2.0	3.5	2.08
1	6A7-07	216	8	2.5	4.0	5.0	3.91
1	6B1-03	135	5	5.0	8.0	10.0	7.83
1	6C1-03	135	5	6.0	8.0	10.0	8.00
1	6C1-05	243	9	1.0	1.5	3.0	2.00
1	6C1-06	243	9	1.0	1.5	3.0	2.00

(Continúa.....)

T A B L A No. 7

No.	UNID. TRABAJO	f	TIEMPO CICLO OPTIMISTA	TIEMPO PROBABLE	TIEMPO PESIMISTA	DURACION ESTIMADA
3	6D-01135	5	4.0	5.0	8.0	5.33
3	6D-02216	8	2.0	2.5	3.5	2.58
3	6D-04 81	3	3.0	4.0	6.0	4.16
3	6D-05 81	3	2.0	3.0	4.0	3.00
3	6D-06 81	3	2.0	3.0	4.0	3.00
3	6D-07243	9	4.0	5.0	7.0	5.16
3	6F-01162	6	3.0	4.0	6.0	4.16
3	6F-03 81	3	3.0	5.0	7.0	5.00
3	6G-01135	5	3.0	4.0	8.0	4.50
1	6G-02 27	1	0.5	1.0	1.5	1.00
3	6G-03135	5	1.0	2.0	3.0	2.00
3	6H-01135	5	0.5	1.0	2.0	1.08
1	6H-02189	7	0.75	1.5	2.4	1.50
1	6I-01 27	1	0.45	0.9	1.5	0.90
3	6I-03108	4	3.0	4.0	7.0	4.33
3	6J-02 108	4	1.0	2.0	3.0	2.00
3	6J-03 81	3	0.3	1.0	2.0	1.05
4	6L-01135	5	2.0	4.0	5.0	3.83
1	6L-02 27	1	1.0	2.0	4.0	2.16
1	6M1-01189	7	0.25	0.5	0.75	0.50
1	6M2-01135	5	0.25	0.5	1.0	0.54
1	6M3-01162	6	0.25	0.5	1.0	0.54
1	6M4-01162	6	0.25	0.5	1.0	0.54
1	6M5-01162	6	0.25	0.5	1.0	0.54
1	6M7-01108	4	1.0	2.0	3.0	2.00
1	6M8-01108	4	1.0	2.0	3.0	2.00
1	6M9-01135	5	1.0	2.0	3.0	2.00
1	6M10-01135	5	1.0	2.0	3.0	2.00
1	6X 27	1	7.0	9.0	11.0	9.00
1	6Y 27	1	5.0	8.0	10.0	7.83
1	6Z 27	1	3.0	5.0	7.0	5.00
1	7-01 27	1	0.5	1.0	1.5	1.00
1	7-02162	6	2.0	3.0	7.0	3.50

f CICLO = 27 DIAS.

f = FRECUENCIA.

6R. CAMBIO DE REVESTIMIENTO DEL HORNO ELÉCTRICO CADA 27 DIAS.

T A B L A No. B

TRABAJO	DESCRIPCION	TIEMPO OPTIMISTA	TIEMPO PROBABLE	TIEMPO PESIMISTA	DURACION ESTIMADA
6R1	Quitar electrodos.	0.15	0.25	0.50	0.37
6R2	Desmontar puerta.	0.15	0.25	0.40	0.26
6R3	Desmontar marco.	0.15	0.25	0.40	0.26
6R4	Colocar Ventilador.	0.15	0.25	0.40	0.26
6R5	Enfriar el Horno Eléctrico.	2.00	4.00	6.00	4.00
6R6	Quitar refractario paredes.	6.00	8.00	11.00	8.16
6R7	Sacar acero y escoria piso.	4.00	6.00	12.00	6.66
6R8	Revestimiento paredes y nariz.	5.00	7.30	9.00	7.20
6R9	Colocar marco.	0.25	0.40	0.70	0.42
6R10	Reparación piso y bancos.	2.00	4.30	6.00	4.20
6R11	Ajuste de la bóveda.	0.25	0.40	0.80	0.44
6R12	Colocar electrodos.	0.30	0.50	1.00	0.55
6R13	Colocar puerta.	0.25	0.30	0.50	0.32

II. CALENDARIO PARA LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO QUE DEBEN HACERSE

EN CAMBIO DE REVESTIMIENTO O MULTIPLO.

T A B L A No. 9

TRABAJO	DESCRIPCION	TIPO DE MANTIEN.	CICLO REVL.	DURACION Hrs.	P R O G R A M A S														
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
6R1	Quitar electrodos.	Elec-Mec. *	1	0.27	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6R2	Desmontar puerta.	Mec-Plom. *	1	0.26	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6R3	Desmontar marco.	Mec-Plom. *	1	0.26	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6R4	Colocar ventilador.	Elec-Mec. *	1	0.26	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6R5	Enfriar el Horno Eléctrico.	*	1	4.00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6R6	Quitar refractario paredes.	Albñ.	* 1	8.16	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6R7	Sacar acero y escoria del piso.	Albñ.	* 1	6.66	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6R8	Revestimiento paredes y nariz.	Albñ.	* 1	7.20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6R9	Colocar marco.	Mec-Plom. *	1	0.42	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6R10	Reparar piso y bancos.	Albñ.	* 1	4.20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6R11	Asiento bóveda.	Albñ.	* 1	0.44	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6R12	Colocar electrodos.	Elec-Mec. *	1	0.55	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6R13	Colocar puerta.	Mec-Plom. *	1	0.32	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1-01	Sopletear y limpiar rectificador.	Elec-Mec.	1	1.50	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3-01	Sopletear y limpiar interruptor.	Elec-Mec.	1	2.00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4-01	Sopletear y limpiar transformador	Elec-Mec.	1	2.91	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6X	Sopletear y limpiar Horno Eléct.	Mec.	1	9.00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7-01	Sopletear y limpiar moto-gener.	Elec-Mec.	1	1.00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5E3-01	Cambiar mangueras bóveda.	Plom.	1	1.08	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6A6-02	Cambiar cadena puerta.	Mec.	1	0.66	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
61-01	Cambiar anillos No. 1, 2, 3.	Plom.	1	0.90	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6A4-01	Soldar casco del Horno.	Mec-Sold.	1	3.16	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

(Continúa.....)

T A B L A No 9

TRABAJO	DESCRIPCION	TIPO DE MANTEN.	CICLODURACION REVE	Hrs.	P R O G R A M A S													
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
6G-02	Sopletear y limpiar cabezas.	-Elec-Mec.	1	1.00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6L-02	Rev. Mec. equipo protec. 1, 2, 3, 4	Elec-Mec.	1	2.16	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
6Y	Engrasar y lubricar Horno Eléct.	Mec.	1	7.83	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
6Z	Rev. y apretar tornillos Horno E.	Mec.	1	5.00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
5D1-01	Emp. válvulas bombas No. 1 y 2.	Plom.	2	3.00		X		X		X		X		X		X		
6A5-02	Camb. tuberías y válv. marco.	Plom.	2	5.83		X		X		X		X		X		X		
1-03	Rev. y reparac. rectificador.	Elec.	3	2.33			X			X			X			X		
3-02	Rev. y reparac. interruptor.	Elec-Mec.	3	6.33			X			X			X			X		
5C1-01	Limpiar tanque y cambiar agua.	Plom.	3	10.00			X			X			X			X		
6A6-06	Cambiar tuberías y válv. puerta.	Plom.	3	2.16			X			X			X			X		
6A7-06	Cambiar tuberías y válv. bóveda.	Plom.	3	2.08			X			X			X			X		
6D1-04	Cambiar alambrado mástil No. 1	Elec.	3	4.16	X			X			X			X			X	
6D2-04	Cambiar alambrado mástil No. 2	Elec.	3	4.16		X			X			X			X		X	
6D3-04	Cambiar alambrado mástil No. 3	Elec.	3	4.16			X			X			X			X		
6D1-05	Camb. interrup. lím. ar. mást. 1	Elec-Mec.	3	3.00	X			X			X			X			X	
6D2-05	Camb. interrup. lím. ar. mást. 2	Elec-Mec.	3	3.00		X			X			X			X		X	
6D3-05	Camb. interrup. lím. ar. mást. 3	Elec-Mec.	3	3.00			X			X			X			X		
6D1-06	Camb. interrup. lím. ab. mást. 1	Elec-Mec.	3	3.00	X			X			X			X			X	
6D2-06	Camb. interrup. lím. ab. mást. 2	Elec-Mec.	3	3.00		X			X			X			X		X	
6D3-06	Camb. interrup. lím. ab. mást. 3	Elec-Mec.	3	3.00			X			X			X			X		
6F1-03	Cambiar tub. y válv. brazo No.1	Plom.	3	5.00	X			X			X			X			X	
6F2-03	Cambiar tub. y válv. brazo No.2	Plom.	3	5.00		X			X			X			X		X	
6F3-03	Cambiar tub. y válv. brazo No.3	Plom.	3	5.00			X			X			X			X		

(Continúa.....)

T A B L A No. 9

TRABAJO	DESCRIPCION.	TIPO DE MANTENI.	CICLODURACION REV.	Hrs.	P R O G R A M A S											
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6J1-03	Cambiar cables manila fase No.1	Mec.	3	1.05	X			X			X			X		
6J2-03	Cambiar cables manila fase No.2	Mec.	3	1.05		X			X		X			X		
6J3-03	Cambiar cables manila fase No.3	Mec.	3	1.05			X			X		X			X	
4-02	Desincrustar intercambiador No.1	Plom.	4	3.00			X			X				X		
4-03	Desincrustar intercambiador No.2	Plom.	4	3.00				X			X				X	
5A-01	Limpiar torres de enfriamiento.	Plom.	4	7.66				X			X				X	
6A6-04	Cambiar cable contrapeso puerta.	Mec.	4	0.54				X			X				X	
6A6-05	Cambiar moto-reductor puerta.	Elec-Mec.	4	1.66				X			X				X	
6A6-07	Cambiar alambrado puerta.	Elec.	4	5.83				X			X				X	
6M7-01	Cambiar control puerta.	Elec-Mec.	4	2.00				X			X				X	
6M8-01	Cambiar control bóveda.	Elec-Mec.	4	2.00				X			X				X	
6I 1-03	Cambiar tub. y válv. anillo No.1	Plom.	4	4.33		X			X				X			
6I 2-03	Cambiar tub. y válv. anillo No.2	Plom.	4	4.33			X			X				X		
6I 3-03	Cambiar tub. y válv. anillo No.3	Plom.	4	4.33			X				X				X	
6J1-02	Cambiar separadores fase No. 1	Elec.	4	2.00		X			X				X			
6J2-02	Cambiar separadores fase No. 2	Elec.	4	2.00			X			X				X		
6J3-02	Cambiar separadores fase No. 3	Elec.	4	2.00				X			X				X	
6A7-04	Cambiar alambrado bóveda.	Elec.	5	4.00			X				X					
6B1-03	Cambiar alambrado volteo.	Elec.	5	7.83			X						X			
6C1-03	Cambiar alambrado pórtico.	Elec.	5	8.00				X					X			
6G1-01	Cambiar cabeza No. 1	Elec-Mec.	5	4.50			X				X					
6G2-01	Cambiar cabeza No. 2	Elec-Mec.	5	4.50				X				X				
6G3-01	Cambiar cabeza No. 3	Elec-Mec.	5	4.50					X				X			
6G1-03	Cambiar tub. y válv. cabeza No.1	Plom.	5	2.00			X				X					

(Continúa.....)

T A B L A No. 9

TRABAJO	DESCRIPCION	TIPO DE MANTE.	CICLO DURACION		P R O G R A M A S												
			REVE.	Hrs.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
6G2-03	Cambiar tub. y válv.cabeza No.2	Plom.	5	2.00				X					X				
6G3-03	Cambiar tub. y válv. cabeza No.3	Plom.	5	2.00					X					X			
6H1-01	Cambiar mordaza No. 1	Elec-Mec.	5	1.08			X					X					
6H2-01	Cambiar mordaza No. 2	Elec-Mec.	5	1.08				X					X				
6H3-01	Cambiar mordaza No. 3	Elec-Mec.	5	1.08				X						X			
6L1-01	Cambiar alambrado c.rodillo No.1	Elec.	5	3.83					X						X		
6L2-01	Cambiar alambrado c.rodillo No.2	Elec.	5	3.83					X							X	
6L3-01	Cambiar alambrado c.rodillo No.3	Elec.	5	3.83					X							X	
6L4-01	Cambiar alambrado c. rotativo.	Elec.	5	3.83			X					X					
6M2-01	Cambiar control maestro electrodo	Elec-Mec.	5	0.54				X						X			
6M9-01	Cambiar control del volteo.	Elec-Mec.	5	2.00				X					X				
6M10-01	Cambiar control del pórtico.	Elec-Mec.	5	2.00					X					X			
6D1-01	Cambiar moto-reductor mástil 1	Elec-Mec.	5	5.33			X					X					
6D2-01	Cambiar moto-reductor mástil 2	Elec-Mec.	5	5.33				X					X				
6D3-01	Cambiar moto-reductor mástil 3	Elec-Mec.	5	5.33					X					X			
5D2-01	Empacar válv. entrada agua H. E.	Plom.	6	1.08						X							X
5D3-01	Empacar válv. de emergencia.	Plom.	6	1.08						X							X
5D4-01	Empacar válv. intercambiadores.	Plom.	6	1.08						X							X
5E2-01	Cambiar mangueras salida a.elec.	Plom.	6	3.33						X							X
5E4-01	Cambiar mangueras sal.a.pue.mar	Plom.	6	3.32						X							X
6F1-01	Cambiar aislamiento brazo No. 1	Elec-Mec.	6	4.16				X					X				
6F2-01	Cambiar aislamiento brazo No. 2	Elec-Mec.	6	4.16					X						X		
6F3-01	Cambiar aislamiento brazo No. 3	Elec-Mec.	6	4.16						X							X
6M3-01	Cambiar control electrodo No. 1	Elec-Mec.	6	0.54			X						X				

(Continúa.....)

T A B L A No. 9

TRABAJO	DESCRIPCION	TIPO DE MANTENI.	CICLO REVE.	DURACION Hrs.	P R O G R A M A S												
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
6M4-01	Cambiar control electrodo No. 2	Elec-Mec.	6	0.54					X						X		
6M5-01	Cambiar control electrodo No. 3	Elec-Mec.	6	0.54						X							X
7-02	Rev. y reparac. moto-generad.	Elec-Mec.	6	3.50						X							X
6H-02	Cambiar mangueras mordazas 1,2,3	Mec.	7	1.50							X						
6M1-01	Cambiar control interruptor.	Elec-Mec.	7	0.50							X						
6A7-02	Cambiar soportes para la bóveda.	Mec-Sold.	8	2.00								X					
6A7-05	Cambiar sensores bóveda.	Mec-Sold.	8	3.08									X				
6A7-07	Presentar bóveda para soldadura.	Mec-Sold.	8	3.91										X			
6A4-02	Soldar pernos guías bóveda.	Mec-Sold.	9	3.08											X		
6C1-05	Camb. interrupt. im. de control	Elec-Mec.	9	2.00											X		
6C1-06	Camb. aislamiento mástil pólvor.	Elec-Mec.	9	2.00											X		
6D1-07	Camb. aislamiento mástil No. 1	Elec-Mec.	9	5.16						X							
6D2-07	Camb. aislamiento mástil No. 2	Elec-Mec.	9	5.16							X						
6D3-07	Camb. aislamiento mástil No. 3	Elec-Mec.	9	5.16								X					
6A2-01	Camb. punta de la pala.	Mec-Sold.	10	3.00												X	
6A6-03	Camb. poleas superiores puerta.	Mec.	10	2.00												X	
1-02	Camb. motor del ventilador rectifi.	Elec-Mec.	11	0.75													X
5D2-02	Camb. válv. entrada agua H.E.	Plom.	12	3.83													X
5D3-02	Camb. válvula emergencia.	Plom.	12	3.83													X
5D4-02	Camb. válvula intercambiador.	Plom.	12	2.00													X

* ACTIVIDADES CRITICAS.

III. OPERACIONES QUE DEBEN HACERSE ANUALMENTE O
MULTIPLO EN PERIODO DE VACACIONES.

T A B L A No. 10

No. UNID.	TRABAJO	X	CICLO AÑOS	TIEMPO OPTIMISTA	TIEMPO PROBABLE	TIEMPO PESIMISTA	DURACION ESTIMADA
1	2-04	365	1	5.0	8.0	16.0	8.83
1	4-05	365	1	16.0	30.0	40.0	29.33
1	5D1-02	730	2	1.0	2.0	3.0	2.00
1	5E1-01	365	1	1.0	3.0	4.0	2.83
1	6A2-02	730	2	4.0	5.0	7.0	5.16
1	6A4-04	730	2	3.0	4.0	5.0	3.33
1	6A4-05	1095	3	3.0	5.0	7.0	5.00
1	6A7-03	365	1	30.0	40.0	48.0	39.66
1	6B1-01	1095	3	24.0	32.0	40.0	32.00
1	6B1-02	730	2	12.0	16.0	20.0	16.00
1	6C1-01	730	2	19.0	24.0	40.0	25.83
1	6C1-02	1360	4	15.0	18.0	30.0	19.50
1	6C1-04	365	1	30.0	40.0	53.0	40.50
1	6D-03	730	2	24.0	30.0	39.0	30.48
1	6E-01	365	1	6.0	9.0	15.0	12.48
1	6E-02	1095	3	12.0	24.0	30.0	22.98
1	6E-03	365	1	21.0	30.0	75.0	36.00
1	6E-04	1095	3	21.0	24.0	30.0	24.48
1	6E-05	365	1	9.0	15.0	21.0	15.00
1	6M6-01	730	2	0.25	0.5	1.0	0.54
1	6M11-01	730	2	1.0	2.0	3.0	2.00

III. CALENDARIO PARA LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO QUE DEBEN

HACERSE ANUALMENTE O MULTIPLO.

T A B L A No. 11

TRABAJO	DESCRIPCION	TIPO DE MANTENIM.	CICLO AÑOS	DURACION Hrs.	P R O G R A M A S				
					1	2	3	4	5
2-04	Revisión y reparación compresora.	Mec.	1	9.83	X	X	X	X	X
4-05	Revisión y reparación transformador.	Elec-Mec.	1	29.33	X	X	X	X	X
5E1-01	Cambiar manguera entrada Horno E.	Piom.	1	2.83	X	X	X	X	X
6A7-03	Revisión y reparac. mecanismo bôv.	Elec-Mec.	1	39.66	X	X	X	X	X
6C1-04	Revisión y reparac. estruc. pórtico.	Mec-Sold.	1	40.50	X	X	X	X	X
6E-01	Quitar calbes y lijar terminales entr.	Elec-Mec.	1	12.48	X	X	X	X	X
6H-03	Revisión y reparac. mecanis. mordaz.	Mec.	1	36.00	X	X	X	X	X
6J-04	Quitar calbes y lijar sop. salida tras.	Elec-Mec.	1	15.00	X	X	X	X	X
5D1-02	Cambiar válvulas bombas No. 1 y 2.	Piom.	2	2.00		X		X	
6A2-02	Cambiar la nariz del Horno.	Mec-Sold.	2	5.16		X		X	
6A4-04	Cambiar placa puerta de escoria.	Mec-Sold.	2	3.33		X		X	
6B1-02	Revisar y cambiar pernos bielas.	Mec.	2	16.00		X		X	
6C1-01	Revisión y reparac. mecanis. pórtico.	Elec-Mec.	2	25.83		X		X	
6D-03	Cambiar guías mástiles.	Mec.	2	30.48		X		X	
6M6-01	Cambiar control cambio de taps.	Elec-Mec.	2	0.54		X		X	
6M11-01	Cambiar control neumático mordazas.	Mec.	2	2.00		X		X	
6A4-05	Cambiar placa salida escoria.	Mec-Sold.	3	5.00					
6B1-01	Revisión y reparac. mecanis. volteo.	Elec-Mec.	3	32.00					
6C1-02	Rev. y reparac. ruedas del pórtico.	Mec.	4	19.50				X	
6F-02	Cambiar colector No. 1, 2 y 3.	Elec-Mec.	5	22.98					X
6J-01	Cambiar cables de cobre.	Elec-Mec.	5	24.48					X

CAPITULO VI

PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO

CAPITULO VI

PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO.

Un programa de mantenimiento es aquella serie de actividades, tales como: revisiones, comprobaciones y reparaciones hechas al equipo, con objeto de prevenir fallas; que deben hacerse en un período de tiempo, determinado por las condiciones de operación.

En la práctica se ha observado que para la realización de un programa, es necesario utilizar el método del camino crítico para un mejor control del mismo.

Como ejemplo se harán: El primer programa de mantenimiento preventivo para el cambio de revestimiento del Horno Eléctrico y el primer programa de mantenimiento preventivo anual.

FORMA SIMPLIFICADA DE PROGRAMAR UN CAMINO CRITICO

Las gráficas del nivel de trabajo son la base de una técnica simple y no matemática de elaborar programas de mantenimiento preventivo, que permiten la recopilación detallada de los tipos de mantenimiento, a través del personal empleado, por ejemplo: electricistas, plomeros, mecánicos, soldadores, albañiles, operadores de grúa, etc.

Para construir la gráfica, es necesario recopilar en una hoja de trabajo el total de actividades que intervienen en el programa, anotando también: el tipo de mantenimiento que requiere cada actividad; la secuencia tecnológica de las mismas, indicando el

principio y fin de cada una, obtenidas del diagrama de flechas; las duraciones estimadas para cada actividad y número de personas empleadas.

TRAZO DE LAS GRAFICAS DEL NIVEL DE TRABAJO.

Estas gráficas se hacen en papel milimétrico, encabezándolas con los tipos de mantenimiento y colocando una escala vertical en horas.

Cada actividad se representa por una línea vertical con su duración, de acuerdo con la escala, se trazan líneas horizontales para indicar los puntos del programa donde dos o más actividades deben estar concluídas antes de empezar otras, o para señalar los puntos donde pueden comenzar dos o más actividades al concluir la anterior.

El camino crítico es la línea continua de mayor duración y los tiempos flotes se trazan con líneas punteadas.

PRIMER PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL CAMBIO DE REVESTIMIENTO DEL HORNO ELECTRICO.

Del calendario de cambio de revestimiento (Tabla No. 9), se tomaron los trabajos a realizar en el primer programa. Se enlistaron en la hoja de trabajo No. 1, se hizo su diagrama de flechas (Figura No. 3), en donde los números sobre las flechas corresponden a las actividades, los números encerrados en un círculo se refieren a las etapas de principio y fin de cada actividad. Con estos datos se trazó la gráfica del nivel de tra-

bajo, (Gráfica No. 2), en donde se ve que el camino crítico está formado por las actividades: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13, que para comodidad se han separado y se muestran en la primera columna, además, se puede observar la posibilidad de que otras actividades se conviertan en críticas, al retrasarse.

También, podemos concluir que el mantenimiento mecánico eléctrico-soldadura y de plomería, no retrasará el cambio de revestimiento, (camino crítico), que es el objetivo buscado en este programa.

El personal obrero necesario para llevar a cabo el programa, es el siguiente:

POR TURNO:

- 2 Mecánicos Electricistas.
- 2 Mecánicos.
- 10 Albañiles.
- 1 Soldador.
- 1 Gruero.

**PRIMER PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA EL CAMBIO DE
REVESTIMIENTO DEL HORNO ELECTRICO.**

HOJA DE TRABAJO No. 1

ACTIVIDAD.	TRABAJO	DESCRIPCION	i	j	TIPO DE MANTEN.	No. PERS	DURACION Hrs.
1	6R1	Quitar electrodos.	1	2	Elec-Mec.	2	0.27
2	6R2	Desmontar puerta.	2	3	Mec-Plom.	2	0.26
3	6R3	Desmontar marco.	3	4	Mec-Plom.	2	0.26
4	6R4	Colocar ventilador.	4	5	Elec-Mec.	2	0.26
5	6R5	Enfriar Horno Eléctrico.	5	23	Albñ.	10	4.00
6	6R6	Quitar refractario paredes.	23	24	Albñ.	10	8.16
7	6R7	Sacar acero y escoria piso.	24	26	Albñ.	10	6.66
8	6R8	Revestimiento paredes y nariz	26	27	Albñ.	10	7.20
9	6R9	Colocar marco.	27	28	Mec-Plom.	2	0.42
10	6R10	Reparar piso y bancos.	28	29	Albñ.	10	4.20
11	6R11	Asiento bóveda.	29	30	Albñ.	10	0.44
12	6R12	Colocar electrodos.	30	31	Elec-Mec.	2	0.55
13	6R13	Colocar puerta.	31	32	Mec-Plom.	2	0.32
14	1-01	Soplet. y limp. rectificador.	5	6	Elec-Mec.	2	1.50
15	3-01	Soplet. y limp. interruptor.	6	7	Elec-Mec.	2	2.00
16	4-01	Soplet. y limp. transformad.	7	8	Elec-Mec.	2	2.91
17	7-01	Soplet. y limp. moto-geners.	8	9	Elec-Mec.	2	1.00
18	6L-02	Revisar mec. equipo protecc.	9	10	Elec-Mec.	2	2.16
19	6G-02	Soplet. y cepillar cabezas.	10	11	Elec-Mec.	2	1.00
20	6X	Soplet. y limp. Horno Elec.	5	15	Mec.	2	9.00
21	5E3-01	Cambiar mangueras bóveda.	15	16	Plom.	1	1.08
22	6I-01	Camb. anillos No. 1, 2 y 3.	16	17	Plom.	1	0.90
23	6A4-01	Soldar casco del Horno E.	24	25	Sold.	2	3.16
24	6Y	Engrasar y lubricar Horno E.	15	19	Mec.	2	7.83
25	6Z	Apretar tornillería Horno E.	19	20	Mec.	2	5.00
26	6A6-02	Cambiar cadena de la puerta.	20	21	Mec.	2	0.66
27	6D1-04	Cambiar alambrado mástil 1.	11	12	Elec-Mec.	2	4.16
28	6D1-05	Cambiar interrup. lím.ar.más.	12	13	Elec-Mec.	2	3.00
29	6D1-06	Camb. interrup. lím.ab.más.	13	14	Elec-Mec.	2	3.00
30	6F1-03	Camb. tub. y válv. brazo 1.	17	18	Plom.	1	5.00
31	6J1-03	Camb. cables manila fase 1.	21	22	Mec.	2	1.05

DIAGRAMA DE FLECHAS

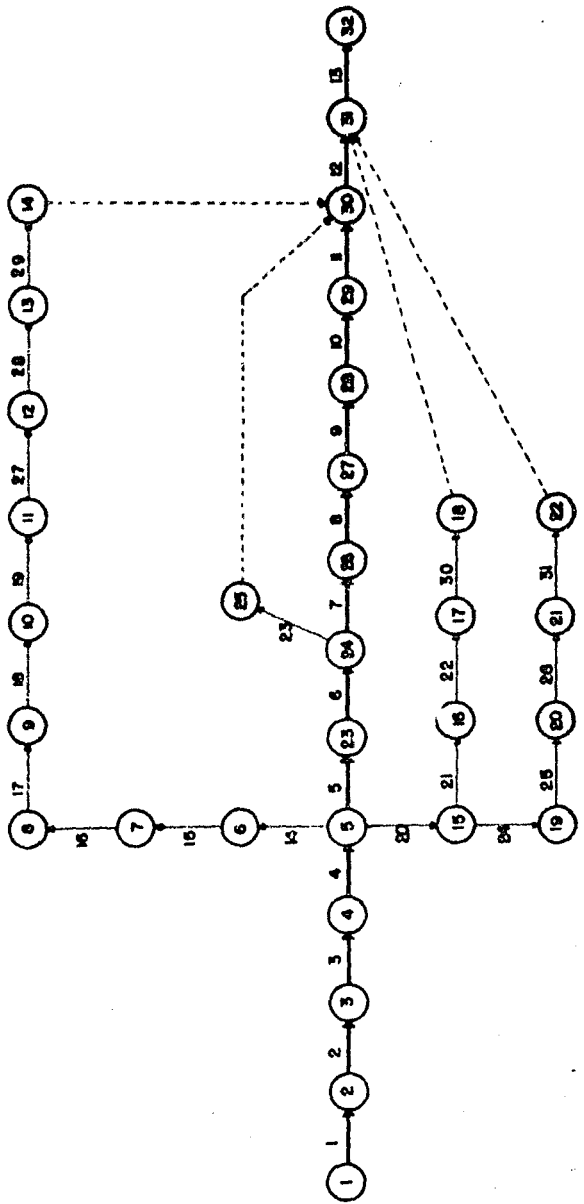
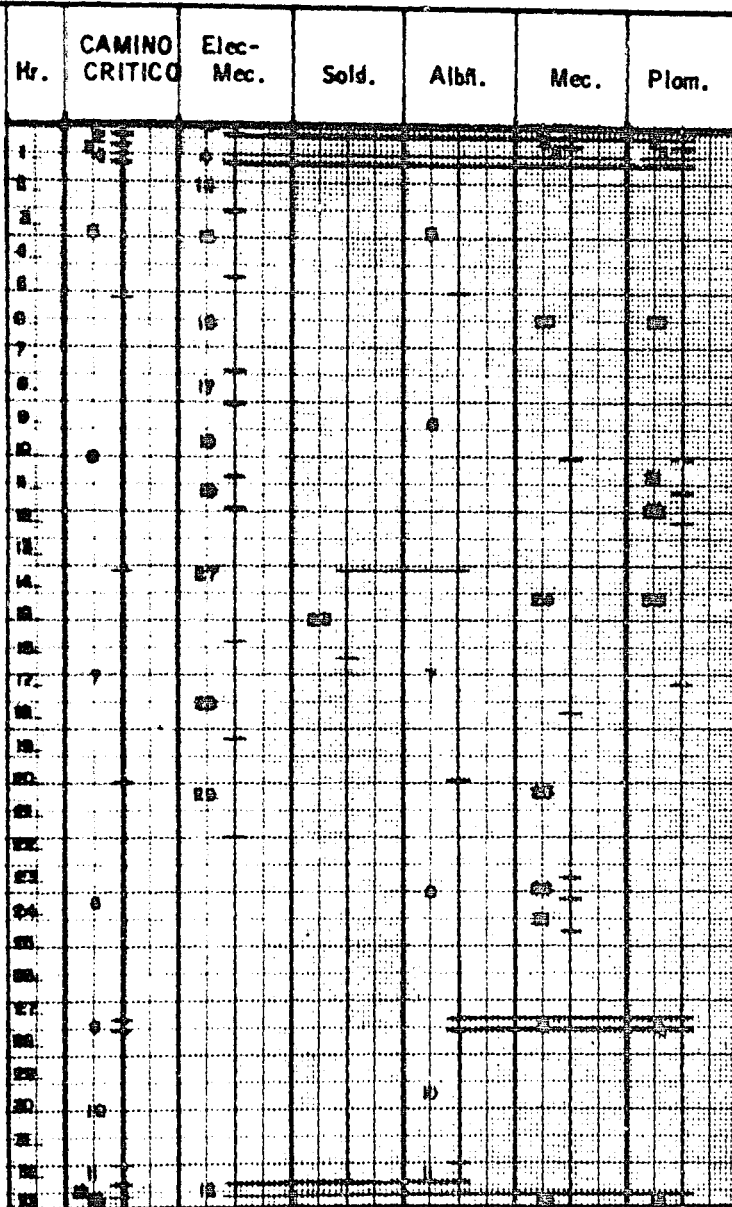


FIGURA No. 3

GRAFICA DEL NIVEL DE TRABAJO



**PRIMER PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL PARA
EL HORNO ELECTRICO**

HOJA DE TRABAJO No. 2

ACTI VID.	TRABAJO	DESCRIPCION	i	j	TIPO DE MANTENI.	No. PERS.	DUR. Hr.
1	2-04	Revisión y reparación compreso.	1	2	Mec.	2	8.83
2	4-05	Revisión y reparación transform.	1	4	Elec-Mec.	2	29.33
3	5E1-01	Cambiar mangueras entrada H.E.	1	5	Plom.	1	2.83
4	6A7-03	Rev. y reparac. mecanismo bóve.	1	6	Elec-Mec.	2	39.66
5	6C1-04	Rev. y reparac. estruc. pórtico.	1	7	Mec-Sold.	2	40.50
6	6E-01	Quitar cables y lijar term. entrada.	1	3	Elec-Mec.	2	12.48
7	6H-03	Rev. y reparac. mec. mordazas.	2	9	Mec.	2	36.00
8	6J-04	Quitar cables y lijar term. salida.	3	8	Elec-Mec.	2	15.00

DIAGRAMA DE FLECHAS

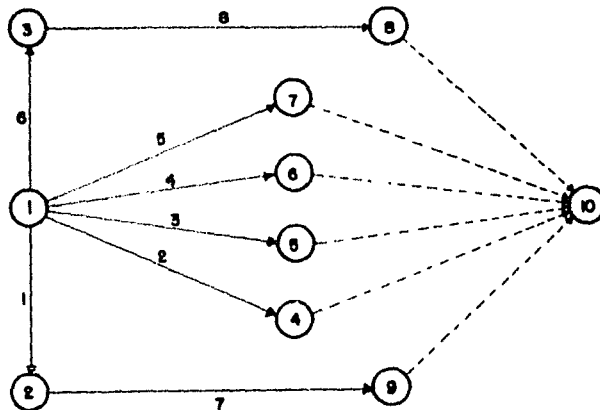


FIGURA No. 4

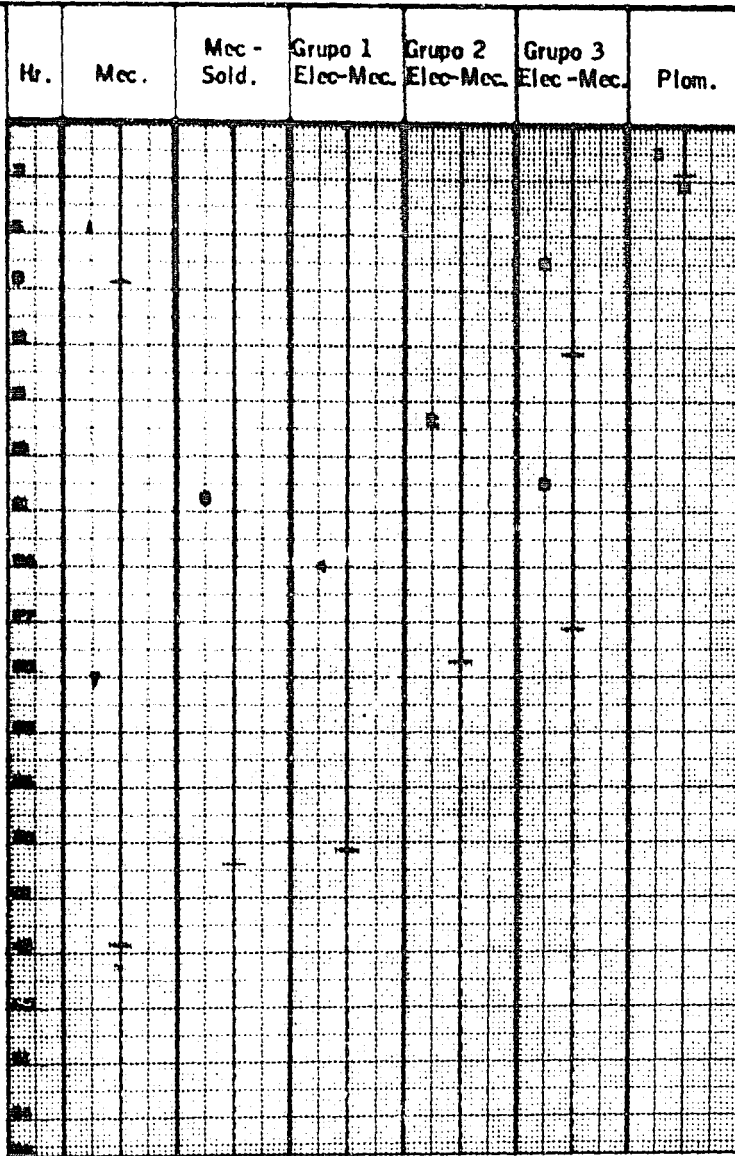
Para la realización de este programa anual, se dispone de siete días, de ocho horas cada uno, o sean cincuenta y seis horas

Es necesario formar tres grupos, cada uno con dos mecánicos electricistas, para que se pueda efectuar este programa.

Personal obrero para llevar a cabo este programa:

- 6 Mecánicos Electricistas.
- 2 Mecánicos Soldadores.
- 2 Mecánicos.
- 1 Plomero.

GRAFICA DEL NIVEL DE TRABAJO



CAPITULO VII

C O N C L U S I O N E S

C A P I T U L O V I I

CONCLUSIONES.

El beneficio que presenta la aplicación de un "Programa de Mantenimiento Preventivo" en el campo industrial, puede verse fácilmente en el terreno económico, pues el período de operación continua se ve aumentado considerablemente, lo que se refleja en una reducción apreciable de pérdidas por fallas.

Puede parecer a primera vista que un "Programa de Mantenimiento Preventivo", tan teórico como el presente, resulte irrealizable en el terreno práctico, pero esto se ve desmentido por la aplicación de los cuatro primeros programas con notable éxito en la fábrica donde se realizó este estudio.

Es de hacer notar que para llevar a cabo estos programas, es necesario contar con una buena organización, supervisión y personal adiestrado en el mantenimiento.

También, se debe aclarar que para seguir adelante, con este programa, hay que tomar en cuenta ahora las fechas de servicio al equipo, en lugar de las de las fallas, por contar con la revisión sistemática del mismo.

Fué la finalidad de este trabajo, presentar una visión de conjunto sobre la realización del "Programa de Mantenimiento Preventivo", como se ha llamado, para atraer la atención a este campo que en la actualidad no se le considera con la importancia que merece.

CAPITULO VIII

BIBLIOGRAFIA

C A P I T U L O V I I I

BIBLIOGRAFIA.

- * **MODERN MAINTENANCE MANAGEMENT.**
Elmon J. Miller - Jerome W. Blood.
American Management Association.
New York.

- * **INGENIERIA QUIMICA DEL DISEÑO DE PLANTAS INDUSTRIALES.**
Frank C. Vilbrant y Charles E. Dryden.
Editorial Grijalbo, S. A.
México, D. F. - 1963.

- * **INTRODUCTION TO STATISTICAL ANALYSIS.**
Dixon Massey.

- * **LA ESTADISTICA.**
André Vessereau.
Eudeba, Argentina. - 1962.

- * **TECNICAS PARA LA PLANEACION, LA PROGRAMACION Y EL CONTROL DE ACTIVIDADES OPERACIONALES. METODO DEL CAMINO CRITICO. TECNICA PARA LA REVISION Y EVALUACION DE UN PROGRAMA (PERT).**
Asociación Mexicana de Administración Científica, A. C.
México, D. F. - 1965.

- * **PLANEACION Y PROGRAMACION DE PROYECTOS POR EL METODO DEL CAMINO CRITICO.**
Ing. Benito Bucay F.
México, D. F. - 1962.

- * **CRITICAL-PATH SCHEDULING SIMPLIFIED. OPERATION & MAINTENANCE.**
C. W. Lowe Monsanto Chemicals, LTD.
Re-Printed from Chemical Engineering.
Dec. 10, 1962.

- ★ **FREQUENCY DISTRIBUTION ANALYSIS SHEEL.**
Monsanto Chemical, Co.
Quality Control.
Copyright 1955.
North American Aviation, Inc.

- ★ **THE MAKING, SHAPING AND TREATING OF STEEL.**
Copyright 1957 by United States Steel.
Seventh Edition.

- ★ **METALURGIA DE LOS ACEROS DE CALIDAD.**
Charles M. Parker.
Aguilar, S. A. - Madrid.

- ★ **LECTROMELT FURNACE DIVISION.**
Catálogo No. 11.
McGraw - Edition Company.

- ★ **INSTRUCTIONS FOR THE CARE AND OPERATION OF AIR BLAST INTERRUPTER SWITCH.**
Allis - Chalmers.

- ★ **INSTRUCTION BOOK REGULEX ARC.**
Furnace Control.
Allis - Chalmers.

- ★ **INSTRUCTION POWER TRANSFORMER.**
Allis - Chalmers.

- ★ **BOLETIN ASEA No. 3.**
1962 AÑO 24.

- ★ **DIBUJOS, CATALOGOS Y REPORTES.**
Campos Hermanos, S. A.