

UNIVERSIDAD LA SALLE
ESCUELA DE INGENIERIA INCORPORADA A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

300617
31
2EJ

"PROYECTO DE ADAPTACION DE UN AREA DE
FUNDICION PARA LA ESCUELA DE INGENIERIA ULSA"

T E S I S P R O F E S I O N A L

Que para obtener el título de:

INGENIERO MECANICO-ELECTRICISTA

P r e s e n t a :

RAMON EDUARDO MARTINEZ ARNABAR

ASESOR:

M.I. RAUL MORALES FARFAN

MEXICO, D.F.

1994.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

INDICE GENERAL

"PROYECTO DE ADAPTACION DE UN AREA DE FUNDICION PARA LA ESCUELA DE INGENIERIA ULSA"

	Página
INTRODUCCION	11
 CAPITULO I. ASPECTO TEORICO DE LA FUNDICION.	
I.1. Definiciones e Historia	13
I.2. Tipos de hornos que se utilizan en las fundiciones y sus características técnicas	15
I.3. Diferencia entre Fundición y Forja	20
I.4. Herramientas y equipo de proceso	21
FIGURAS	24
 CAPITULO II. TIPOS Y DESCRIPCION DE LOS HORNOS.	
II.1. Reverbero	30
II.2. Eléctrico	33
II.3. Cubilote	35
II.4. De crisol (Jofainas)	39
FIGURAS	43

CAPITULO III. ANALISIS DEL PROYECTO

III.1. Análisis de las necesidades	55
III.2. Justificación del proyecto	56
III.3. Serie fotografica de la seccion de fundición	59
III.4. Diagnóstico del estado actual de las instalaciones, equipo y operación del Taller de Fundición	71
III.5. Beneficios	76
FIGURAS	78

CAPITULO IV. ANALISIS ECONOMICO DEL PROYECTO.

IV.1. Proemio	79
IV.2. Adaptación del área	79
IV.3. Equipo Principal	80
V.4. Presupuesto proforma	85
IV.5. Capacitación	89
IV.6. Trámites Delegacionales	90
FIGURAS	91

CAPITULO V. REALIZACION DE OBRA.

V.1. Realización de Obra 92

V.2. Programa de obra 95

CONCLUSIONES 97

BIBLIOGRAFIA 99

A MI ESPOSA

"POR SU AMOROSA MOTIVACION Y ALIENTO
CONSTANTE, Y POR SU CONFIANZA EN LA
REALIZACION DE ESTA IMPORTANTE ETAPA DE MI
VIDA PROFESIONAL; CON TODO MI AMOR Y MI
INFINITA GRATITUD."

**A MIS HIJOS ANA PAULA
Y RAMON EDUARDO**

"OBJETO Y SUJETO DE MIS ESFUERZOS, CUYA
IMAGEN SIEMPRE ESTA PRESENTE EN TODAS LAS
ACTIVIDADES DE MI VIDA; CON DEDICACION MUY
ESPECIAL Y CON EL MAS GRANDE CARIÑO
PATERNO."

A MIS PADRES

"DE QUIENES HE RECIBIDO TODO EL APOYO Y LA MEJOR HERENCIA, LA DE LOS VERDADEROS VALORES DEL ESPIRITU; CON MI MAYOR ADMIRACION Y CARIÑO, Y CON EL INTIMO ORGULLO DE SER SU HIJO."

**A MIS HERMANOS MARA,
ARTURO Y MARTHA**

"POR SU EJEMPLO E IMPORTANTES CONSEJOS;
CON PROFUNDO SENTIMIENTO UFANO Y
FRATERNAL."

AL ING. RAUL MORALES FARFAN

**"DE QUIEN RECIBI AMISTOSA ASESORIA Y LA MEJOR
ENSEÑANZA COMO PROFESIONISTA; CON MI
AGRADECIMIENTO PERENNE Y AMISTAD MANIFIESTA."**

**AL COLEGIO DE INGENIERIA DE LA
UNIVERSIDAD LA SALLE, A MIS
MAESTROS, COMPAÑEROS Y AMIGOS**

**"QUE TUVIERON Y TIENEN UN LUGAR
PREFERENTE EN MI VIDA PROFESIONAL Y
PARTICULAR; CON PROFUNDO RESPETO Y
ETERNO AGRADECIMIENTO."**

INTRODUCCION

Cuando de Tecnología se habla, los entendidos se refieren a la de punta que se utiliza sobre todo en los países desarrollados en disciplinas que les da base de sustento la ciencia pura, con aplicaciones prácticas en diferentes áreas del mundo productivo. Pero en donde se dá énfasis es en actividades académicas y de investigación en donde se forman y capacitan los cuadros que deberán enfrentar los retos que presenta la modernidad. En nuestro país cada día se trata menos de imitar los esquemas ajenos, sino que tratamos de crear y adoptar nuestra propia tecnología a las necesidades reales que debemos vencer.

Después de más de una década de crisis, la nación presenta indicadores sólidos de un desarrollo sano y constante, la confianza se recobra y la inversión regresa en favor de la creación de nuevos centros de trabajo y el fortalecimiento de los que ya existen. Esto aunado a los tratados y convenios internacionales suponen que nuestros recursos humanos se encuentren lo suficientemente calificados para adquirir una nueva cultura enfocada a la calidad, la eficiencia y la eficacia, y de esta manera competir con ventaja con los demás países del primer mundo y aspirar a calificar dentro de este nivel.

En este sentido el papel que juegan las entidades educativas tecnológicas medias y superiores es definitivo pues su propósito es formar la fuerza de trabajo que no solamente ejecute sino que sea capaz de crear, transformar, y adoptar la tecnología suficiente que nos permita cumplir con los postulados propuestos. Esto quiere decir que si aspiramos a la excelencia, debemos contar con escuelas y colegios con grado de excelencia.

En nuestro caso la Escuela de Ingeniería de la Universidad La Salle cuenta con 28 años de experiencia y ha gozado de un prestigio que lo respalda su alto nivel académico; no obstante, en el área de fundición se cuenta con instalaciones que ya no cumplen con sus propósitos académicos y de investigación, ya que presenta un retraso de más de 10 años, y el objetivo que este trabajo pretende cubrir es precisamente el presentar, a partir de lo que se cuenta, un proyecto de adecuación y equipamiento de nuestro taller de fundición que cumpla con los objetivos académicos y de rentabilidad necesarios que justifiquen su puesta en práctica.

En este orden de ideas y a manera de marco teórico y de referencia, en el Capítulo I analizaremos el aspecto teórico de la fundición, haciendo una breve historia de la misma e incluyendo algunas útiles definiciones. Así mismo se tocarán de manera general algunos tipos de hornos más comunes que se utilizan en la actualidad, también las herramientas y sus diferentes procesos. El Capítulo II, está dedicado a ampliar un poco los conceptos que se tocaron en el capítulo I, para enfocarnos al concepto que en este sentido el taller de la escuela requiere.

La justificación del proyecto propuesto la encontraremos en el Capítulo III, en el cual demostraremos las ventajas académicas, así como la rentabilidad que supone el contar con un taller de fundición a la altura del prestigio de nuestra Escuela de Ingeniería y a la medida de nuestro alto nivel académico. El Capítulo IV, presenta un análisis económico y de costos de adaptación y equipamiento del taller, así como algunos aspectos de capacitación y trámites legales para operar óptimamente. La logística y el programa de realización de obra los encontraremos en el Capítulo V, en donde veremos desde la adaptación del área, el programa mismo de la obra, las pruebas de funcionamiento, hasta retomar el tema de capacitación ya visto en el capítulo anterior. Cerramos nuestro trabajo haciendo algunas consideraciones finales y citando la fuente bibliográfica que nos dió base de sustento, aparte del estudio en "situ" del taller, para la preparación del presente proyecto.

CAPITULO I

ASPECTO TEORICO DE LA FUNDICION

I.1. Definiciones e Historia.

El descubrimiento de la licuación de sustancias sólidas fue trascendental en la evolución humana, con ello el hombre pudo moldear y construir los más variados instrumentos prácticos.

Hace 50 siglos, en Egipto y Asia Menor se conocía ya la fundición de utensilios de hierro. También la usaron los hititas, y se extendió por todo el mundo antiguo; entonces se utilizaba carbón vegetal, ya que el carbón mineral no se empezó a usar sino hasta finales del siglo XVIII. Actualmente se utilizan los altos hornos.

Para poder verter el material en los moldes, tiene que elevarse la temperatura del mismo hasta su punto de fusión. La transformación de material y de sus añadiduras, del estado sólido al estado líquido, se efectúa en los hornos de fusión variando la construcción de los mismos según la importancia del taller de fundición y la clase de trabajo efectuado en el mismo

Los procesos utilizados para obtener las piezas fundidas dependen de la cantidad que debe producirse el que va a fundir, y lo complicado de la parte. Todos los metales se pueden fundir en moldes de arena, no habiendo restricción en cuanto a tamaño. Sin embargo, casi siempre los moldes de arena son moldes de un sólo propósito y se destruyen completamente después de que el metal ha solidificado. Es obvio que el uso de un molde permanente, tendrá como consecuencia una gran economía en los costos de fabricación.

Procesos de Fundición.-

Los procesos de fundición consisten en hacer los moldes, preparar, fundir el metal, vaciar el metal en el molde, limpiar las piezas fundidas y recuperar la arena para volver a usarla. El producto de la fundición es una pieza colada que puede variar desde una fracción de kilogramo hasta varias toneladas; también puede variar en su composición, ya que prácticamente todos los metales pueden fundirse.

La fundición ya se conocía desde el año 2000 A. de J.C., sin embargo el proceso que se utilizaba no ha variado mucho.

Definiciones.-

FUNDICION:

Fusión o refusión de metales para su afino, moldeo o para modificar su estructura con la aleación de otras sustancias, es la obtención de objetos metálicos por colado y moldeo.

Las fundiciones a presión y centrífugas han perfeccionado el relleno manual de los moldes. De las primeras materias (minerales), se obtienen los lingotes de la 1a. fusión o de arrabio: Barras (oro, plata); Galápagos (plomo, estaño) o Lingotes (hierro, acero) con un peso de 4 a 5 kg. los metales ligeros y hasta 50 kg. los de hierro. Su refusión da lugar a las piezas coladas o de segunda fusión.

COLADA:

Sangría que sale en los altos hornos para obtener el hierro fundido.

MOLDEO:

Moldeo por colada.- Colar el material dentro de la cavidad del molde donde se solidifica.

Moldeo por inyección.- Inyecta a alta presión el material fundido por la tobera a los moldes.

ARRABIO:

Hierro colado.

GALAPAGOS:

Lingotes de cobre, estaño o plomo.

HORNO:

Aparato en el que se produce y aprovecha el calor necesario para caldear un material que ha de sufrir alguna transformación física o química. Su forma es diversa y se construye de metal, ladrillo refractario, ladrillo corriente y hormigón. El calor que obtiene por combustión de carbón u otros combustibles o por transformación de la energía eléctrica. En nuestros días se trata de aprovechar la energía solar (horno solar).

1.2. Tipos de hornos que se utilizan en las fundiciones.

ALTO HORNO.

La materia prima más importante para los productos ferrosos es el arrabio, que se obtiene fundiendo mineral de hierro con coque y piedra caliza. El arrabio se obtiene del alto horno.

En promedio un alto horno es aproximadamente de 8m de diámetro por una altura de hasta 60 m.

La producción de dichos hornos es del orden de entre 700 a 1600 Mg de arrabio por cada 24 hrs. en promedio.

La materia prima (hierro, coque, piedra caliza) se transporta hasta la parte superior del horno mediante unos vagones montados en un transportador inclinado; al llegar el vagón a la parte superior se vuelca en la tolva de la doble campana, para efectuar la alimentación del mismo.

El alto horno consta de:

- * Tolva superior**
- * Tolva inferior**
- * Un depósito de coque y otro de mineral y caliza donde es cargado el carro viajero (vagón).**
- * Toberas**
- * Ventana de observación**
- * Casa de vaciados.**

En el alto horno existen diversos procesos:

- * Proceso de reducción**
- * Proceso de absorción de calor**
- * Proceso de fusión**
- * Proceso de combustión.**

La transformación del mineral de hierro en lingotes se efectúa en el alto horno.

El alto horno es una estructura cilíndrica, vertical de acero, revestido de ladrillo.

Al horno se le inyecta aire caliente por medio de toberas o boquillas colocadas cerca del fondo, con una presión de 25 m de columna de aire de agua. este aire caliente procede de 3 ó 4 estufas adyacentes al horno (estufas COWPER) en las cuales se consigue el calentamiento de aire antes de su inyección en el horno.

Las estufas COWPER, tienen un diseño cilíndrico en forma de torres metálicas; tienen una altura de aproximadamente 30 m por diámetro de 7 m; al quemarse el gas proveniente del alto horno, se calienta el material refractario de la estufa con lo cual está forrada. Una vez suficientemente caliente el ladrillo refractario, se cierran los quemadores de gas, mientras que el aire pasado por la estufa absorbe el calor de los ladrillos, calentándose a una temperatura de 550 a 590 grados centígrados.

El aire caliente inyectado en el alto horno quema el coque y forma gas de óxido de carbono, que a su vez, reduce los óxidos ferrosos que componen la mena, dejando el hierro en estado líquido metálico. Por la combustión del coque se genera un calor intenso, alcanzándose una temperatura de 1500 grados centígrados aproximadamente. El hierro derretido atraviesa la carga y es recogido en un colector que hay en el fondo del horno. Al mismo tiempo la piedra caliza, que obra como material fundente, es calcinada con el calor del horno y la cal hirviendo se combina con parte de las impurezas del mineral y del coque, produciéndose una escoria suficientemente fluida; ésta se escurre también hasta el fondo del horno y queda flotando sobre el hierro, ya que este último es más pesado, y es extraída del horno por el escoriador a intervalos frecuentes.

El hierro líquido se extrae del horno cuatro o cinco veces, en 24 hrs., siendo vaciados en moldes o trasladados a un mezclador de metal de una capacidad de 100 a 2000 toneladas de caldo, de acuerdo con el tamaño del horno.

En el proceso de producción del hierro en alto horno se obtiene por cada tonelada de hierro, media tonelada de escoria y 6 toneladas de gas.

Parte de este gas es utilizado para el calentamiento de las estufas COWPER adyacentes, de acuerdo con lo explicado anteriormente. Ver figuras 1 y 2, pag. 24 Y 25.

HORNO DE OXIGENO BASICO.

El horno de oxígeno básico es un proceso que utiliza como materia prima el arrabio (65-80%) de un alto horno. En total, se añade chatarra y cal. Como su nombre nos indica que el calor es generado a través del uso del oxígeno. El concepto de usar oxígeno es un proceso de fabricación de acero neumático originado por Sir Henry Bessemer en el tiempo que fue desarrollado el proceso de cojinetes y dado su nombre a mediados de 1800. El inventor admite que el soplado puro de oxígeno en este convertidor puede ser conveniente, pero la tecnología para la producción de oxígeno no está bien desarrollada. Un convertidor de soplado inferior que utiliza aire, es llamado convertidor Bessemer, pero éste sólo se usa con poca frecuencia en los Estados Unidos.

El total de la carga es casi el 30% de chatarra, se carga dentro de una olla forrada de refractario básico.

Ver figura 3, pag. 26.

El metal caliente es vaciado dentro de la boca de la olla inclinada. Una lanza enfriada por agua que conduce oxígeno es bajada de 1 a 3 m, bañando en esa posición a la olla vertical.

Con oxígeno soplado sobre la superficie, comienza inmediatamente la ignición, elevándose la temperatura hasta el punto de hierro hirviendo, que es alrededor de 1,650 grados centígrados. Son oxidados el carbono, magnesio y silicio. La cal y la fluorita se adicionan al colector de impurezas, así como el fósforo y el sulfuro en forma de escoria. Cuando el proceso de refinación está sobre la olla, ésta se inclina para vaciado. El tiempo de vaciado a vaciado produce 270 Mg. aproximadamente en 45 min.

El oxígeno necesario para producir un Mg. de acero es alrededor de 50m3.

Quando se completa una hornada de acero, el oxígeno se corta y la lanza es retirada a través de la cubierta. El horno es inclinado para desalojar la escoria. La siguiente prueba para temperatura y carbón admisible, el horno se inclina al lado opuesto para ser vaciado al vagón.

HORNOS DE FUSION.

Los tipos de hornos más importantes son los siguientes:

El horno de cubilote.-

Este horno es utilizado en muchas fundiciones por el buen aprovechamiento de los combustibles, facilidad de maniobra y porque los gastos de instalación son relativamente bajos y su mantenimiento es sencillo y también de bajo costo.

El horno de reverbero.-

Este horno es de los más indicados cuando se trata de fundir piezas grandes, sin la necesidad de romperlas. Uno de los problemas que tiene este tipo de hornos, es que es muy costoso su mantenimiento y gasta mucho combustible.

El horno de crisol.-

Con la gran ventaja que se elimina el contacto del material a fundir con el combustible. este tipo de horno nos da un servicio que es muy costoso y su uso es básicamente en fundiciones de alta calidad.

El horno eléctrico.-

Su manejo es muy sencillo, tiene un sistema de regulación de temperatura también muy simple. Se evita el uso de ventiladores y de combustible, es por tanto un horno con muchas ventajas.

NOTA: Estos hornos se detallarán más ampliamente en el siguiente capítulo.

1.3. Diferencia entre fundición y forja.

FORJA.

Acción y efecto de forjar. Comprende dos operaciones principales: el caldeo del metal (de 800 a 1200 grados centígrados) para darle plasticidad, y el batido para darle forma.

La forja incluye el uso de impacto y presión para formar objetos. Los procesos de impacto incluyen forma en fragua, forja en martinete y forja por recalado.

Los herreros desde la época de los romanos, han utilizado una herramienta, llamada formadora de cabeza de clavos, para encabezarlos a mano; quizá sea el proceso de forja por recalado el más antiguo que existe.

La forja data de los viejos procesos de formar herramienta y los implementos de piedra, y ha adelantado desde la forja a mano. el martillo pilón movido por una rueda de agua de los siglos XVI y XVII, hasta el actual martillo pilón.

Los dos tipos de trabajo mecánico en los cuales el material puede sufrir una deformación y cambiarse de forma, son trabajos en caliente y en frío.

Con muchos conceptos metalúrgicos, la diferencia entre trabajos en caliente o en frío no es fácil definir. Cuando el material se trabaja en caliente, las fuerzas requeridas para deformarlo son menores y las propiedades mecánicas se cambian moderadamente. Cuando a un metal

se le trabaja en frío, se requieren grandes fuerzas, pero el esfuerzo propio del metal se incrementa permanentemente.

El término acabado en caliente, se refiere a barras de acero, placas o formas estructurales que se usan en estado laminado en el que se obtienen de las operaciones de trabajo en caliente. Se hacen algunos descamados pero por lo demás el acero está listo para usarse en puentes, barcos, carros de ferrocarril y otras aplicaciones en donde no se requiere tolerancias cerradas. El material tiene buena soldabilidad y maquinabilidad, dado que el contenido de carbono es bajo.

1.4. Herramientas para la fundición.

Para efectuar el transporte del metal líquido del horno de fusión a los moldes y para verter el hierro, se emplean calderos de colada.

Para la colada de pieza se emplea una cuchara de mango, la cual tiene una capacidad de 15 a 25 Kg. y puede ser transportada y manejada por un solo operario; la **figura 4, pag 27** muestra un ejemplo del tipo de esta cuchara.

Cuando se trata del transporte de mayores cantidades de metal líquido, se utilizan cazos de horquillas; éstos tienen una cabida de 50 a 150 Kg. y han de ser manejados por lo menos por dos operarios: el fundidor, que lleva el asa con dos manubrios, disponiendo el manejo de la herramienta convenientemente, y un ayudante, quien se halla en el otro extremo de la horquilla. En la **figura 5, pag 28** se muestra un caso de horquilla, el cual tiene la ventaja de que el cazo puede ser sustituido por el crisol, proveniente del horno del crisol mismo.

Las dimensiones de la horquilla dependen del tamaño del crisol y del cazo, el cazo o balde de fusión según se muestra en la figura 5.

En caso de tener que transportar cantidades de hierro mayores de 250 Kg. se emplean calderos de horquilla, éstos tienen un dispositivo desmontable para su transporte con la grúa. **Ver figura 6, pag 29.**

A continuación se detallan diferentes tipos de herramienta que se utilizan:

- *Palas, *Picos, *Horquillas (para arrancar y mover las arenas y echarlas al tamiz o cajas de moldeo).
- Tamiz a mano o Tamiz accionado por motor eléctrico (para tamizar arena de moldeo sobre las superficies de los moldeos).
- Atacadores o Pisones (para aprisionar la arena en la caja). Para moldes grandes se emplean pisones neumáticos que comprimen la arena uniformemente. Presión de 5 a 7 Kg/cm².
- Reglas de hierro (para quitar la arena sobrante de la caja superior de los moldes).
- Agujas (para pinchar en los moldes pequeños canales, los cuales permiten el escape del aire y de los gases desarrollados durante la colada).
- Mazas (diferentes tipos de tamaños para hacer desprender el modelo y apretar los moldes).

Las herramientas mencionadas anteriormente, desde las palas hasta las mazas, sirven principalmente para preparar los moldes. A continuación se indican los utensilios que son empleados para corregir, retocar o alisar los moldes ya preparados.

- Pulverizador.- Para soplar con la boca, o si está en el taller con instalación de aire comprimido, se utiliza un pulverizador neumático. Los pulverizadores sirven para rociar la parte del molde que ha de ser preparada.
- Paletas de alisar.- Sirven para retocar ángulos entrantes, salientes o curvos.
- * Alisadores de diferentes modelos

- Espátulas.- Para cortar los surcos de colada y subida.
- Espátulas de gancho y espátulas de cuchara.- Para recortar y pulir.
- Puntas, ganchos y clavos.- Para sostener las partes más expuestas a ser arrastradas en las cajas de moldear, evitando su desmoronamiento o arrastre.
- Fuelle.- Para quitar el polvo y la arena que queda en el fondo de los moldes.
- Pinceles.- Para embadurnar y además para humedecer los bordes del molde que se secan muy rápidamente y se rompen. por lo tanto, fácilmente.
- Sacos de algodón.- Para espolvorear los moldes de tamaños pequeños, quitándose el exceso con un soplador o fuelle, o con un soplador de pistón.
- Cepillos de crin.- Para limpiar los modelos.
- Cesta.- Para el transporte a mano de los machos pequeños.

FIGURA No. 1

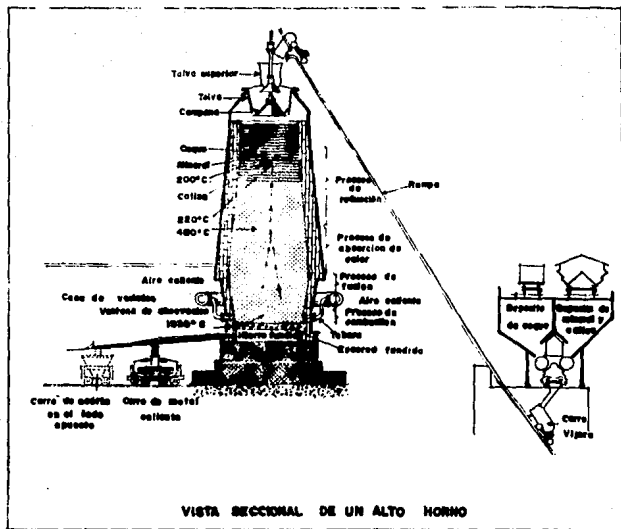


FIGURA No.2

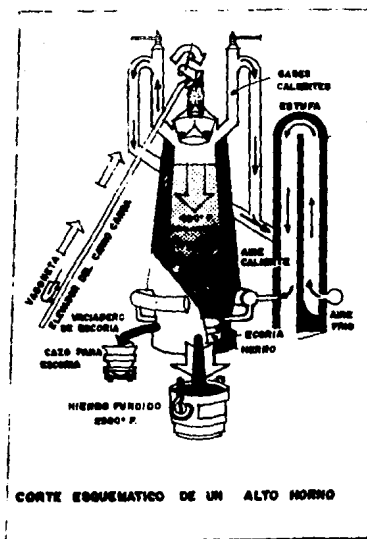


FIGURA No.3

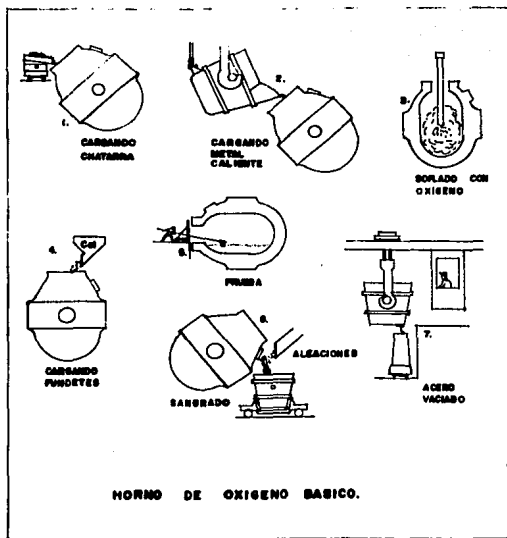


FIGURA No.4

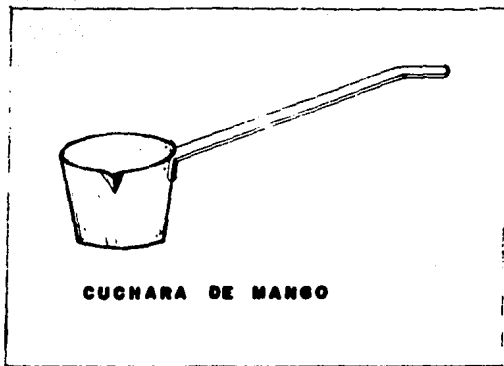


FIGURA No.5

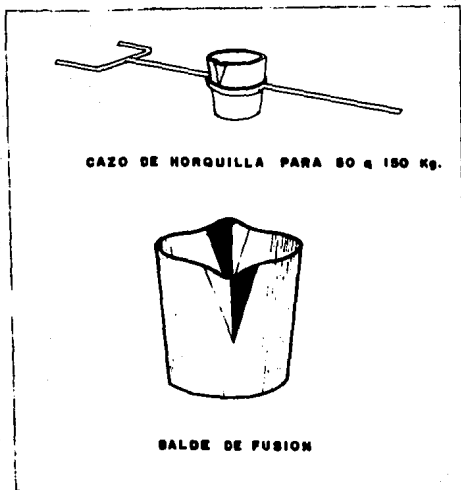
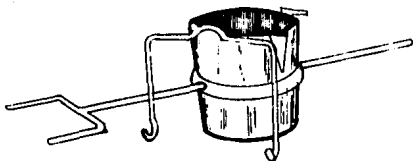


FIGURA No.6



CALDERO DE HORNO CON GANCHO DESMONTABLE



CALDEROS DE GRUA

CAPITULO II

TIPOS Y DESCRIPCION DE LOS HORNOS

En el presente capitulo se explicarán brevemente, las características principales de los diferentes tipos de hornos que se utilizan en la industria de la fundición. Así mismo se definen las ventajas y aplicaciones de cada tipo de horno industrial.

II.1. Horno de Reverbero.

Es utilizado cuando se trata de fundir piezas de grandes dimensiones. El aprovechamiento de los combustibles es muy deficiente y su servicio exige gastos muy elevados.

Este tipo de horno es muy indicado cuando se trata de fundir piezas grandes. Como combustible se emplean hulla, carbón pulverizado, petróleo y a veces gas.

En la **figura no. 7, pag 43** se muestra un horno de reverbero de construcción simple. Como se ve, el horno comprende tres partes principales: el hogar, con su correspondiente parrilla donde se echa el combustible; la solera, donde se verifica la fusión, y por último, la chimenea que sirve para obtener el tiro.

A continuación algunas indicaciones sobre las diversas partes del horno.

En el **HOGAR** tiene lugar la transformación del carbono, contenido en el combustible, en ácido carbónico. La superficie de la parrilla se calcula tomando por base la cantidad de combustible quemado por hora; se requiere por cada Kg. de hulla quemada por hora, una superficie de más o menos 40 cm², cifra que debe aumentarse a 780cm² cuando se trata de

hornos grandes. El hogar es revestido de ladrillos refractarios que contienen mucha alumina, y está separado de la solera, llamada también laboratorio, por un murete, denominado altar o puente.

La **SOLERA** se extiende desde el altar hasta el tragante; denominación que se le da al conducto por donde pasan los gases a la chimenea. Su largo es limitado por la condición de que, al llegar al tragante, el gas tenga todavía una temperatura suficiente para la fusión. La solera tiene formas diferentes, de acuerdo a su tamaño si se trata de hornos pequeños o grandes. Los primeros suelen tener planta ovalada, con la parte más ancha en el altar, mientras la solera de los grandes hornos es rectangular en toda su longitud, salvo en los extremos, donde la sección se estrecha algo hacia el altar y bastante hacia el tragante, a fin de obtener una temperatura uniforme, compensando el enfriamiento de los gases.

La superficie de la solera es, término medio, 3.3 veces mayor que la superficie total de la parrilla; esta cifra se reduce hasta 2.2 cuando se trata de hornos de grandes dimensiones y puede llegar hasta 4. 7 en hornos pequeños. La superficie se calcula teniendo como base el peso de las cargas; por cada tonelada de carga se requiere una superficie de solera que varía entre 0.21 y 0.94 m², de acuerdo con lo indicado en el gráfico de la **figura no. 8, pag 44**.

Las cifras más bajas valen para los hornos con pesos elevados de cargas; y, al contrario, las más altas para aquellos con cargas pequeñas. La longitud de la solera es de alrededor de 3.4 a 6m.

La sección de paso por encima del altar es de 0.35 hasta 0.75 de la superficie total de la rejilla; vale decir, término medio 0.50 de la superficie de la rejilla. La altura del altar respecto al punto más elevado del hogar es de 0.40 a 0.5m., cifra que a veces se eleva a 0.7m. Tratándose de hornos a los cuales se insufla aire primario y secundario, esta altura llega hasta 1 ó 1.75 m. La distancia entre la bóveda del horno y la parte superior del altar es de más o menos 0.4 a 1.75 m., de acuerdo con el tipo de horno.

La sección de la **CHIMENEA** es más o menos de un 20 a 25% de la superficie total de la parrilla, y su altura alcanza, más o menos los 25 m.

El muro que protege el horno tiene un espesor de 300 a 400 mm y está reforzado con fuertes armaduras de hierro para contrarrestar los efectos de la dilatación. La solera está constituida por una capa de 150 a 200 mm de arena curzona bien apisonada. La piquera, que se encuentra en la parte más baja de la solera, tiene una altura de 50 a 75 mm.

FUNCIONAMIENTO DEL HORNO DE REVERBERO.

El calor se transmite principalmente por radiación de la bóveda, y ésta se reparte uniformemente sobre toda la solera.

La temperatura de los hornos de reverbero oscila entre 1500 y 1600 grados centígrados.

En este horno se obtiene una masa de hierro más uniforme que en el cubilote. Hay sin embargo, una diferencia importante en el proceso químico que tiene lugar en él con relación al cubilote. Aquí no ocurre un incremento del contenido de carbono, por no tener el hierro líquido, contacto directo con el combustible. Por el contrario, tiene una oxidación del carbono contenido en el hierro, provocada por el exceso de oxígeno de los gases.

Sin embargo, esta oxidación del hierro empieza recién cuando el oxígeno ya ha quemado la mayor parte del manganeso y silicio; esto se explica por el hecho de que el oxígeno posee mayor afinidad con el manganeso y el silicio, que con el carbono. Es pues también aquí necesaria la adición de fundentes para obtener escorias más fluidas. La absorción del azufre por parte del hierro líquido es más reducida que en los cubiletos.

El horno de reverbero se emplea convenientemente cuando se trata de la producción de hierro con un reducido contenido de carbono, de 2 a

2.8%. Además, se le utiliza para la obtención siliciosa, resistente a los ácidos.

La capacidad de los hornos de reverbero alcanza de 15 a 75 toneladas; no se construyen hornos para cargas menores de 5 toneladas, por tener éstos un rendimiento demasiado bajo.

El tiempo necesario para la fusión, varía según la clase de la carga, entre 4 y 12 hrs., el consumo de carbón es relativamente alto: alcanza de 30 a 60% del hierro fundido, comparándolo solo con un 10% necesario en el cubilote.

Los hornos de reverbero contruidos en forma de tambores y alimentados por gas, carbón pulverizado o petróleo, tienen un rendimiento más alto que los hornos antes descritos, por contar los mismos con un rango de aprovechamiento mejor del calor y una mezcla más conveniente del metal líquido acumulado en la solera. Estos hornos carecen de hogar propiamente dicho, pues el combustible, con la cantidad de aire necesario, es inyectado directamente en la solera, donde se quema.

II.2 Hornos Eléctricos.

La aplicación de los hornos eléctricos en las fundiciones han desplazado a muchos tipos de hornos de combustión, por eso es que muchas fundiciones empiezan a cambiar por hornos de este tipo.

Este cambio se debe a que el horno presenta ventajas tanto en la calidad del material fundido, como en el trabajo y manipuleo del mismo.

Algunas de las ventajas que se tienen en estos hornos son:

* La limpieza y homogeneidad del metal, que durante la fusión no entra en reacciones químicas como otras sustancias, como en el caso de los hornos de combustión, en los cuales el metal entra en contacto con las escorias.

- * Disminución de la oxidación del metal fundido y con ello una economía en la producción.
- * Una buena regulación de la temperatura durante la fusión.
- * Manejo fácil de controlar por personal capacitado.
- * Ocupa poco espacio para su instalación.
- * Se utilizan generalmente dos tipos de hornos eléctricos para las fundiciones:
 - Horno de Arco Voltaico
 - Horno de Inducción Magnética.

Hornos de Arco Voltaico.-

El calor que se necesita para la fundición del metal se produce por el arco voltaico que encierra entre los electrodos de una fuente eléctrica de baja tensión. En la **figura no. 9, pag 45** se representa esquemáticamente la construcción de un horno con un arco, dos electrodos, y conectado a una fuente monofásica de corriente alterna. El mismo tipo de horno se construye también para corriente trifásica con tres electrodos.

Hornos de Inducción Magnética.-

El calentamiento del metal se produce por una corriente de mucha intensidad y de muy baja tensión. Dicha corriente circula directamente por el metal que usted quiera fundir y es inducida por un bobinado primario, que es conectado a la red eléctrica de alta o de baja tensión. En realidad, el metal que se funde representa la bobina secundaria compuesta de una sola espira de un transformador de potencia.

En la **figura no. 10, pag 46** se indica la disposición del bobinado primario del núcleo de hierro y del metal a fundir en su crisol eléctrico.

El flujo magnético que produce el bobinado primario del transformador, acopla la espira formada por el metal e induce en el mismo una corriente grande que lo funde.

Debido a las fuerzas electrodinámicas que se producen entre la bobina primaria y el metal fundido, que se encuentra continuamente en movimiento, la estructura del producto fundido resulta muy homogénea.

En la **figura no. 10, pag 46** se ha representado esquemáticamente un horno de inducción de frecuencia industrial.

Los hornos de inducción, con crisoles aprovechables desde pocos kilogramos hasta 3.6 Mg., son relativamente bajos en costo, casi libres en ruido y por lo mismo producen poco calor, puesto que la temperatura no necesita ser más alta que la requerida para fundir la carga; la chatarra aleada puede ser para refundir sin que sea "quemada" la calidad del material. Por estas razones este tipo de hornos a menudo son empleados en laboratorios experimentales o en fundiciones. En hornos de arco eléctrico, la temperatura alta del arco puede refinar el material; siendo esto, una desventaja en la fundición. **Ver figura 11, pag 47.**

II.3. Horno de cubilote.

Es un horno de cuba utilizado en la mayoría de las fundiciones por razón del buen aprovechamiento de los combustibles, facilidad de maniobra y relativamente pequeños gastos de instalación y conservación.

Los colados de hierro, se hacen volviendo a fundir chatarra junto con arrabio, en un horno llamado cubilote. La construcción de este horno es simple, es de operación económica y funde hierro continuamente con un mínimo de mantenimiento. De vez en cuando, el metal se funde con el combustible, y algunos elementos se aprovechan mientras otros son perdidos. Esto afecta el análisis final del metal y se hace necesario cerrar la regulación del cubilote. El proceso de obtención del hierro fundido especial y aleado, dificulta su control en el cubilote. También el cierre de control de temperatura dificulta su mantenimiento. La construcción de este horno es

simple, consiste en un tubo vertical recubierto con material refractario, con la disposición necesaria para introducirle una corriente de aire cerca del fondo.

En la **figura no. 12, pag 48** se muestra un corte seccional del cubilote con los nombres de sus partes principales.

Todo cubilote descansa sobre una placa circular que es soportada arriba del piso mediante cuatro columnas separadas convenientemente para que las puertas abisagradas puedan caer libremente. Estando en operación, estas puertas se giran hasta una posición horizontal y se mantienen en su lugar por medio de una estaca vertical. La puerta de carga está localizada más o menos a la mitad de la cubierta vertical y la parte superior del cubilote queda abierta, a excepción de una pantalla de metal o para chispas.

Las aberturas para introducir el aire a la cama de coque, se conocen como toberas. La práctica común es la de tener sólo una serie de toberas en una circunferencia de la pared, aún cuando algunos cubilotes grandes tienen dos hileras. Las toberas de forma acampanada, tienen el extremo mayor en el interior del horno para provocar que el aire se difunda uniformemente; y van distribuidas a distancias muy precisas unas de otras, para obtener la distribución del aire tan uniforme como sea posible.

El número de toberas varía con el diámetro del cubilote, siendo desde 4 en los cubilotes pequeños, hasta 8 o más, en las grandes instalaciones. El área combinada de las entradas es aproximadamente igual a la cuarta parte del área de la sección recta del cubilote.

Alrededor del cubilote y en la zona de las toberas, se encuentra una caja de aire o chaqueta para el suministro del aire. Opuestas a cada tobera se encuentran unas pequeñas ventanas cubiertas con mica de tal forma que puedan inspeccionarse las condiciones dentro del cubilote. El aire, suministrado por un ventilador centrífugo de desplazamiento positivo, entra por un lado de la caja de los vientos.

A la abertura a través de la cual fluye el metal hacia el vertedor, se le llama agujero de sangrar. Opuesto al vertedor de colada, se encuentra otro vertedor para la escoria, en la parte de atrás del cubilote. Esta abertura está colocada abajo de las toberas para evitar que la escoria penetre a ellas y también para evitar un posible enfriamiento de la escoria, provocado por la corriente de aire.

En operación, una cama de coque y hierro se hacen en la proporción de una parte de coque por 8 a 10 partes de hierro, esta relación es una masa. Un material fundente por lo general es piedra caliza (CaCO_3), espato flúor (CaF_2) o cenizas de sosa (CN_2CO_3). El objeto de añadir el fundente, es el de eliminar impurezas en el hierro, protegerlo de la oxidación y hacer a la escoria más fluida para retirarla con mayor facilidad del cubilote. En el caso de la piedra caliza se emplean alrededor de 40 Kg. por cada megagramo de hierro. La cantidad de aire que se requiere para fundir un megagramo de hierro, depende de la calidad del coque y la relación coque-hierro.

Teóricamente se requieren 5.78 m³ de aire con presión de 100 Kpa y 15.5 grados centígrados para construir un kilogramo de carbono.

La presión del aire que debe tenerse, depende del tamaño del cubilote, de lo compacto de la carga, la clase de hierro que se va a fundir y la temperatura. Los cubilotes pequeños requieren una presión de solamente 1.200 a 2,000 Pa; los cubilotes grandes trabajan con presiones tan altas como 70,000 Pa.

Se puede mejorar apreciablemente la combustión en el cubilote mediante el precalentamiento del aire como en los hornos de fusión de tipo regenerativo. Tal horno es llamado cubilote de aire caliente. Uno de los métodos recoge los gases de la chimenea del cubilote precisamente abajo de la puerta de carga y completa su combustión en un horno adyacente al cubilote. El aire de entrada pasa por un recalentador colocado en este horno y de ahí a la caja de aire del cubilote con una temperatura alrededor de 300 grados centígrados. El otro método precalienta el aire en un horno separado sin recibir ningún calor del funcionamiento del cubilote.

Ambos métodos mejoran la rapidez de la fundición y logran una economía apreciable sobre la cantidad de combustible utilizado.

Los costos de control de la contaminación son significativos en la operación del cubilote, causando que en algunas fundiciones se utilicen hornos rotatorios horizontales alimentados con petróleo para fabricar hierro gris. Hornos de este tipo utilizan aire a compresión. para combustible atomizado y funde arriba de 25 Mg. por día a una temperatura de más o menos 1,540 grados centígrados. El costo y mantenimiento inicial de las unidades es relativamente bajo, pudiendo utilizarse chatarra tan pequeña como virutas de mecanizados.

En la **figura no. 13, pag 49** se muestran esquemáticamente un cubilote con su chimenea, y en la **figura 14, pag 50** se indican las dimensiones principales de los diversos modelos de este horno.

Funcionamiento del Cubilote.-

La carga debe llenar completamente el horno y estar compuesta por estratos horizontales sucesivos de coque, de hierro; y si es necesario, de fundentes, los cuales tienen como objeto permitir la formación de escorias fluidas y fácilmente fusibles. El coque empleado como combustible en la fundería, es de una calidad elevada, por requerir un hulla de poco azufre y pocas cenizas.

La cantidad que se introduce cada vez depende de la sección del tragante, pero es indispensable que se forme una capa bien definida sobre el hierro que se ha cargado anteriormente. Como los cubilotes trabajan según el sistema de contracorriente; es decir, descenso de la carga desde arriba, alcanzando así sucesivamente lugares de más y más calor, y ascenso de los gases que produce la combustión, encontrando materias cada vez menos calientes, siendo su rendimiento bastante elevado.

II.4. Hornos de Crisol.

Tienen la ventaja de que se elimina el contacto de hierro con los combustibles; sin embargo su servicio es muy costoso y se le emplea únicamente para fundiciones de alta calidad. El proceso de crisol es el proceso más viejo para la fabricación de acero, pero éste hoy en día se usa muy poco, excepto en fundiciones no ferrosas. Los crisoles se hacen en general de una mezcla de grafito y arcilla.

Son completamente frágiles cuando se enfrían, debiendo ser manejados con cuidado; poseen resistencia considerable cuando están calientes. Los crisoles son calentados con coque, aceite o gas natural y deben sujetarse con unas tenazas especiales, ajustadas para prevenir daños.

El hierro dulce, metal enjuagado, chatarra de acero, carbón vegetal y ferroaleaciones constituyen la materia prima para la fabricación de acero por este proceso. Estos materiales son colocados en crisoles que tienen una capacidad de más o menos 50 Kg. y son fundidos en un horno regenerativo. **Ver figura 15, pag 51.**

Cuando se requiere fabricar hierro colado de alta calidad, se emplean crisoles en los cuales se efectúa la fusión de las materias primas. Estos crisoles son pequeños recipientes y pueden ser de arcilla refractaria o de grafito (plombagina).

Para aprovechar el calor perdido de los productos de combustión, se usan dos métodos principales en los hornos de crisol; o se calienta con ellos el aire que ha de servir luego para alimentar la combustión, o bien se inicia el calentamiento de la carga. Este último procedimiento es adoptado en el horno representado en la **figura no. 16, pag 52**, donde se coloca sobre el crisol, un embudo refractario, economizador, obteniéndose así un buen aprovechamiento del combustible.

Funcionamiento.-

Se carga el horno de combustible, se inyecta el aire por el canal B por medio de un ventilador, se pone el crisol C al rojo, se echan en el crisol trozos grandes de metal, se coloca el economizador D en su sitio y se llena éste. Los gases, antes de escapar del horno, son conducidos alrededor del economizador, empiezan a fundir la carga del mismo, cayendo ésta en el crisol ya parcialmente fundida.

La economía de combustibles puede alcanzar por este método hasta el 50%.

El cenicero de este horno está constituido por una caja de hierro colado. En su fondo se apisona una capa de arena para facilitar la extracción del metal.

Como este horno contiene un solo crisol, es muy accesible de todos los lados. Para verter el metal se levanta la placa, que recubre la parte superior del horno junto con el economizador, a fin de dar paso al crisol, el cual debe ser extraído después de cada operación.

Los crisoles mismos están sometidos a una variación continua de temperatura y, por lo tanto, a un desgaste rápido.

Su duración es sólo para unas 20 fundiciones.

Los crisoles adoptan casi siempre la forma que aparece en la **figura 17, pag 53**, en la cual podemos observar uno que se construye desde 0.15 hasta 71 litros, correspondientes a una altura de 78 mm hasta 680 mm y un diámetro exterior de 68 mm y 509 mm, respectivamente.

En muchas fundiciones se emplean hornos basculantes de crisol de una capacidad mayor, calentados por gas o petróleo. Estos tienen la ventaja de que la tolva por donde se carga el horno forma parte del revestimiento refractario y que no hay necesidad de quitarla al efectuar la colada.

La fundición de acero en hornos de crisol es el sistema más antiguo que conocemos. El horno consiste en un recipiente refractario que llamamos crisol, que se coloca en el horno calentado a gas, a petróleo o a carbón. En principio la construcción de cualquiera de este tipo de hornos a crisol se puede representar como lo muestra la **figura no. 16, pag 52**. Este horno ofrece la ventaja de que el acero se funde en el crisol y con el mismo puede llevarse, por medio de bandas especiales, hasta el molde para colarlo; en esta forma se puede colar el acero a alta temperatura, lo que representa una gran ventaja para obtener buena calidad de las piezas fundidas.

Otra ventaja del horno de crisol la representa la limpieza con que puede trabajarse; los gases y las escorias del combustible pueden separarse completamente del metal tapando el crisol en una forma adecuada, de modo que las llamas y los gases entren en contacto únicamente con el material refractario de crisol.

En la técnica moderna se ha encontrado aplicación con el horno de crisol electrónico, que funciona de la manera siguiente: El crisol es construido de carbón y grafito, de manera que representa para la corriente eléctrica un conductor relativamente bueno.

De la parte de afuera el crisol está cubierto de sustancias resistentes a la oxidación, por dentro las paredes de carbono y grafito se cubren con una capa refractaria para poder aislar el metal a fundir de las paredes de crisol, es decir, en el fondo se coloca un electrodo de carbón, otro igual pero en forma de anillo se coloca en el borde superior, como se muestra en la **figura 18, pag 54**. Los dos electrodos se conectan a un bobinado secundario de un transformador que entrega una tensión de 6 a 24 Volts y de 100 a 1,000 amperes. El embobinado primario de este transformador puede ser para cualquier tensión usual y disponible. Para la regulación de la tensión y corriente secundaria del transformador se proveen en el bobinado primario de varias derivaciones, según se muestra.

La corriente eléctrica de baja tensión y alta intensidad se cierra por medio de los electrodos y a través de las paredes de grafito del crisol, elevando su temperatura hasta unos 3,000 grados centígrados. Es evidente que con estos crisoles es posible fundir no solamente aceros que necesitan una temperatura más baja que la que se indica aquí, sino también otros metales de un alto punto de fusión; como es por ejemplo, el platino.

El servicio de estos crisoles eléctricos es muy limpio, cómodo, requiere poco espacio de instalación, es muy apropiado para aceros especiales y su capacidad puede llegar hasta 100 Kg. de acero.

FIGURA No.7

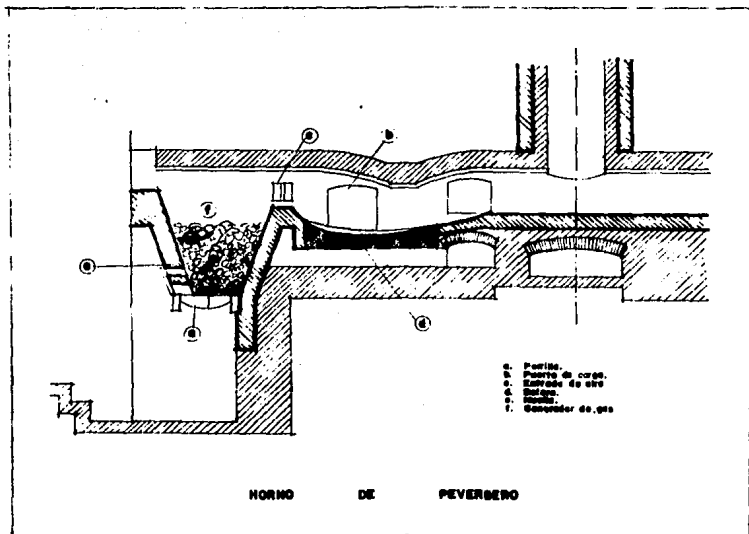


FIGURA No.8

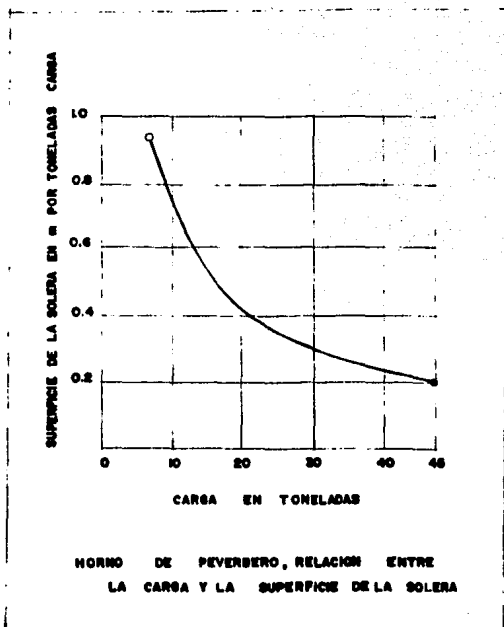
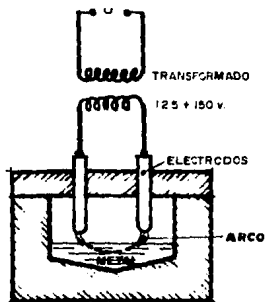
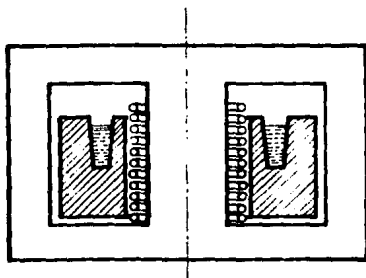


FIGURA No.9



HORNO MONOFASICO DE ARCO

FIGURA No.10



**REPRESENTACION ESQUEMATICA DE
UN HORNO DE INDUCCION MONOFASICO
DE FRECUENCIA INDUSTRIAL.**

FIGURA No.11

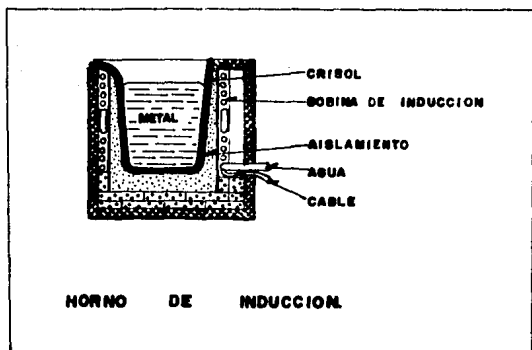


FIGURA No.12

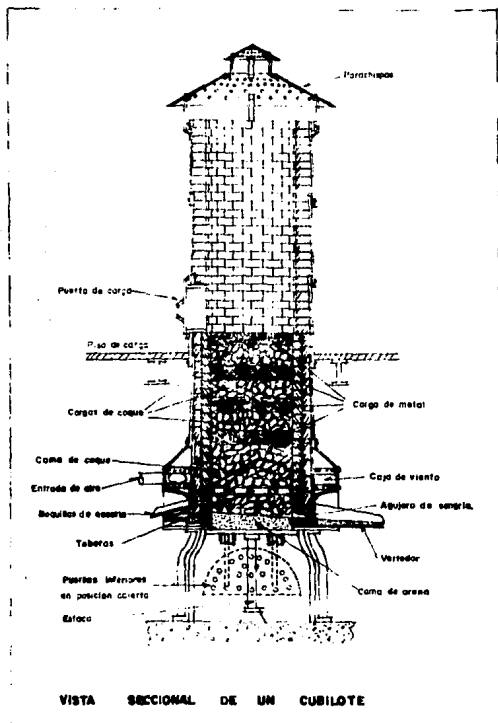


FIGURA No 13

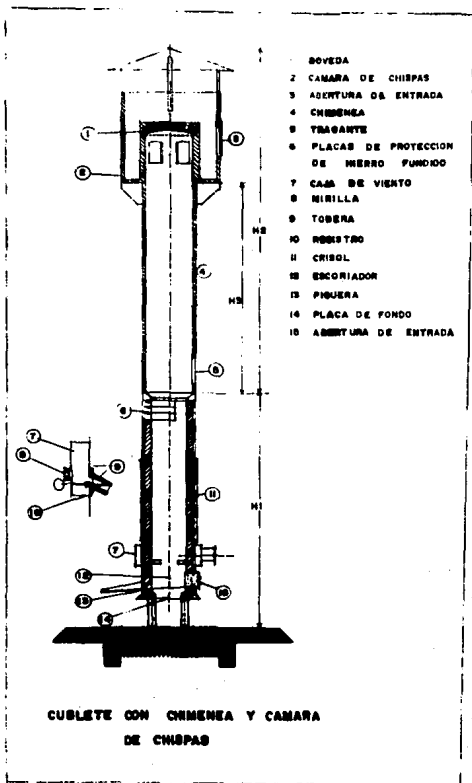
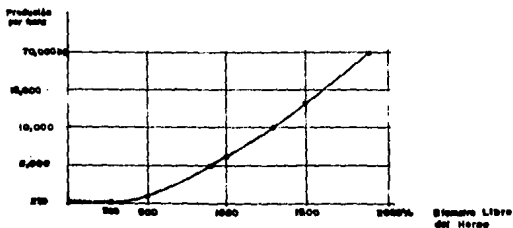


FIGURA No.14

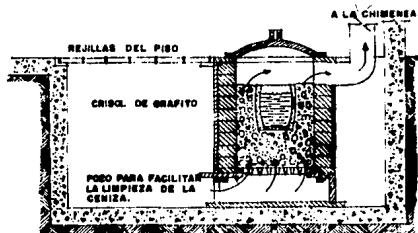
Producción en kg/h	Diámetro interior		Altura del Horno H ₁	Chimenea		Cámara de escape	
	del árbol	del horno		Diámetro	Altura H ₂	Diámetro	Altura luego con la chimenea H ₃
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1000	800	900	4800	900	8000	1800	7800
3000	700	1100	8100	1100	8000	2100	8000
9000	900	1400	9900	1400	7800	2400	8000
9900	1100	1800	7000	1800	7000	2900	10800
12000	1400	2100	7800	2100	7500	3200	10800

DATOS TECNICOS DEL CUBILOTE CON CHIMENEA

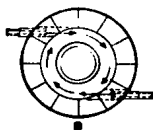


RELACION APROXIMADA ENTRE LA PRODUCCION HORARIA DE UN CUBILOTE Y UN DIAMETRO

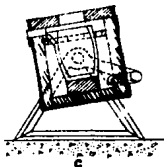
FIGURA No.15



A



B

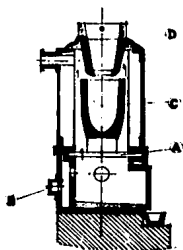


C

HORNOS DE CRISOL PARA METALES NO FERROSOS

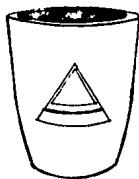
- A HORNOS ESTACIONARIO CALENTADO CON COQUE.
- B HORNOS MOSTRANDO CONEXION DE QUEMADORES FUNCIONA CON ACEITE O GAS.
- C HORNOS BASCULAR CALENTADO CON GAS.

FIGURA No.16



HORNO DE CRISOL CON ECONOMIZADOR

- A PARRILLA
- B ENTRADA DE AIRE
- C CRISOL
- D ECONOMIZADOR



CRISOL DE PLOMBAGINA

FIGURA No.17

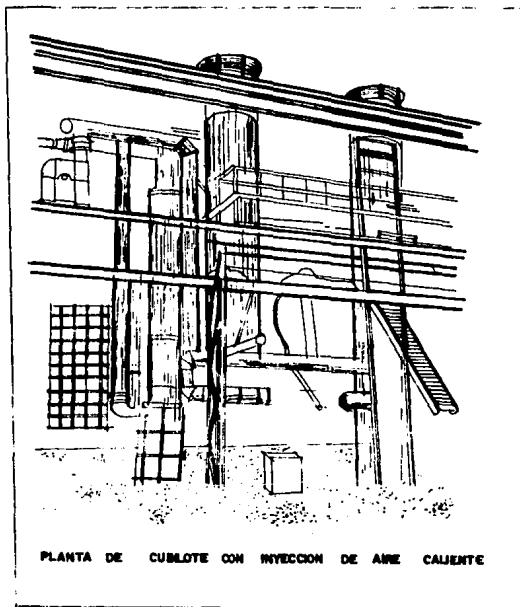
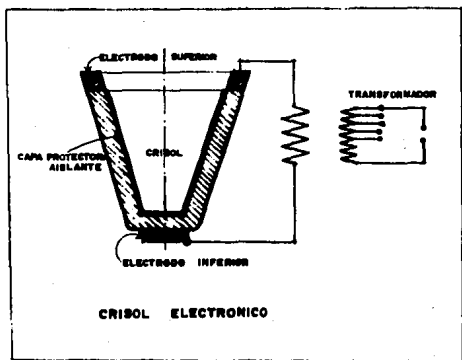


FIGURA No.18



CAPITULO III

ANALISIS DEL PROYECTO

III.1. Análisis de las necesidades.

Este paso inicial nos permite ubicarnos en el punto de estimar la pertinencia que nuestro proyecto supone; como ya se dijo, no solamente para cubrir las necesidades académicas de nuestra población estudiantil, objeto y sujeto de este trabajo, sino para impulsar el prestigio de nuestra Escuela de Ingeniería de manera racional y rentable.

En principio, mediante un sondeo realizado entre el personal docente, profesores encargados de taller, el alumnado regular y una muestra representativa de ex-alumnos egresados de la Escuela de Ingeniería, e incluyendo personal administrativo de la misma, pudimos observar que existe un consenso en el sentido de que el multicitado taller de fundición es obsoleto y que es necesario adaptar una área más moderna, con más y mejor equipo y material didáctico, para que los alumnos se percaten de mejor manera lo que es y se realiza en una fundición; las herramientas que se utilizan, los diferentes procesos que se llevan a cabo, y los equipos y medidas de seguridad que se deben observar principalmente. Por otra parte tuvimos oportunidad de conocer en instituciones educativas hermanas, el grado de avance que en este aspecto tienen y la importancia que le dispensan a las prácticas de fundición.

En nuestro caso, al no contar con una área adecuada para realizar prácticas en esta materia, nos vemos en la necesidad de realizar visitas y prácticas en las empresas; que aún siendo de gran utilidad, no se dan siempre las facilidades que necesitamos en tiempo, uso de equipo y herramienta, así como entrar en contacto con procesos y formas de trabajo que se manejan de manera discrecional. O bien no contar con el complemento a la teoría de las materias relacionadas con este tema.

La necesidad detectada nos lleva a la definición del problema que se pretende solucionar. Este paso es de suma importancia, pues el planteamiento del problema debe hacerse de manera clara y concisa, incluyendo la consideración de todos los elementos necesarios para delimitar específicamente cada una de sus características.

Se tiene en la Universidad, el problema de que el equipo con el que se cuenta, se compone de una pequeña fosa con un tanque en cuyo interior tiene ladrillo refractario y hace la fundición de un pequeño horno. En el tanque se conecta un aspersor o quemador que tiene un motor conectado de 1 Hp. **VER FIGURA No.19, pag 78.**

III.2. Justificación del proyecto.

En este apartado argumentamos y justificamos la validéz del proyecto desde tres puntos principales que ya se mencionaron renglones atrás:

II.2.1.- Aspecto académico

Es necesario que nuestra Escuela cuente con una área de fundición capaz de complementar adecuadamente la teoría con la práctica; que acerque al alumnado lo mejor posible a una capacitación para el trabajo y que se le dé toda la importancia que la materia supone dentro de los planes y programas de estudio.

II.2.2.- Prestigio

Si bien es cierto que nuestra Escuela goza de prestigio, mismo que reposa en su alto nivel académico y su personal docente y administrativo; no podemos dejar de lado que para conseguir el factor de excelencia y calidad total, es preciso contar con talleres adecuados que nos permitan competir con cualquier otra Universidad y tecnológicos afines a nivel nacional.

II.2.3.- Rentabilidad

Es importante que una vez analizadas las ventajas de llevar a cabo este proyecto en aspectos académicos y de prestigio, estudiar la rentabilidad del mismo para determinar la pertinencia de su ejecución. Lo anterior se puede derivar del presupuesto que incluimos y que más adelante se detalla y en el que concluimos, que sí es factible y económicamente costeable para la Universidad, el llevarlo a cabo.

En todo caso habría que estimar el valor de oportunidad con el cual contamos; qué tanto gana la Escuela en este momento con una área de fundición adecuada a sus requerimientos contra la inversión que se destinaría al efecto; y qué tanto perderá si no se ejecutara la obra, o se posterga su ejecución con su respectivo aumento de inversión, factor inflacionario; incremento de precios en mano de obra, equipos, herramientas, etc. Por todo es que se considera esta inversión de una alta rentabilidad para nuestra Universidad.

Una vez que se obtuvo la solución óptima a los problemas que plantea la adaptación del área de fundición, se procedió a elaborar el diseño de la manera como podrían quedar los equipos instalados en las áreas de los talleres de la Escuela de Ingeniería. Así se observó que con el área con la cual contamos, se pueden montar perfectamente dos hornos de tipo basculante, acoplados con un turbo soplador; o en su caso, uno de estos hornos con un molino de arenas.

Equipo con el que se cuenta actualmente en el Taller de Fundición:

- * Pizón (para compactar la arena)
- * Clavijas de colada
- * Espátulas de diferentes tamaños
- * Tortugas
- * Talqueadores (separadores)
- * Fuelle manual
- * Pica hielo
- * Enrasadores

EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL

- * Casco
 - * Polainas
 - * Guantes de asbesto
 - * Peto
 - * Careta
-

- * Tanque con ladrillo y cemento refractario
(Se tiene que calentar la boquilla del aspersor para poder prenderlo)
- * Aspersor
- * Motor de 1 Hp
- * Tanque de diesel de 5,000 lt.

Como complemento gráfico al análisis del proyecto y su justificación, a continuación presentamos una serie de fotografías tomadas en el área actual donde se encuentra la sección de fundición en los talleres de la Escuela de Ingeniería de la Universidad La Salle; así también incluimos la descripción de cada parte y componente del equipamiento que en ellos aparecen y su diagnóstico.

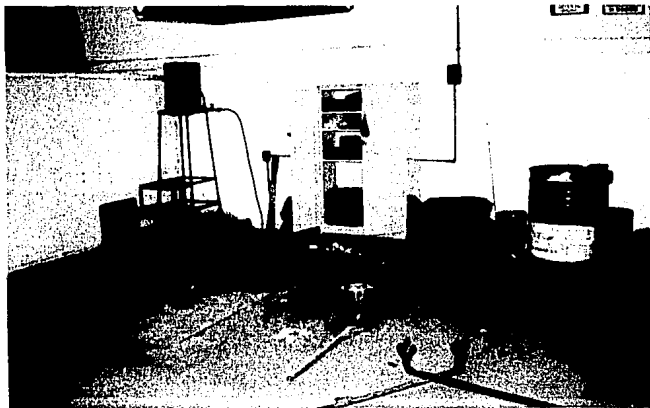


Foto N° 1:

VISTA DEL AREA DE FUNDICION EN LOS TALLERES DONDE SE MUESTRA TANQUE DE COMBUSTIBLE, HORNO Y UN PEQUEÑO GABINETE PARA GUARDA DE HERRAMIENTA.



Foto N° 2:

CRISOLES QUE SE UTILIZAN PARA LA PRUEBAS DE LA FUNDICION EN ALUMINIO.

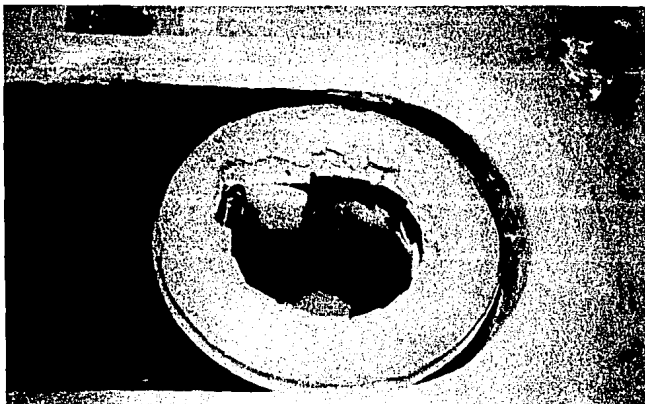


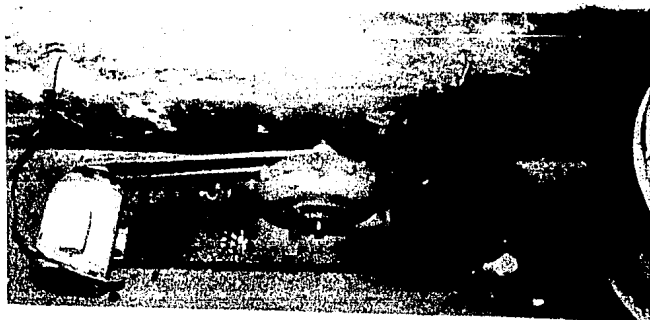
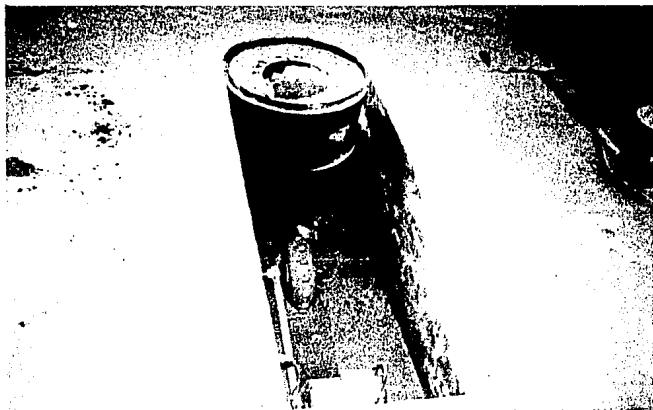
Foto N° 3:

SE MUESTRA EL HORNO QUE SE UTILIZA, EL CUAL FUE FABRICADO EN LOS MISMOS TALLERES (TAMBO CON LADRILLO REFRACTARIO Y CEMENTO REFRACTARIO DENTRO DE UNA FOSA).



Foto N° 4:

**TOMA DEL HORNO DONDE SE APRECIA LA CONEXION DEL
ASPERSOR.**



Fotos N° 5 y 6:

TOMA DEL HORNO CON SU ASPERSOR Y SU MOTOR DE 1 HP.

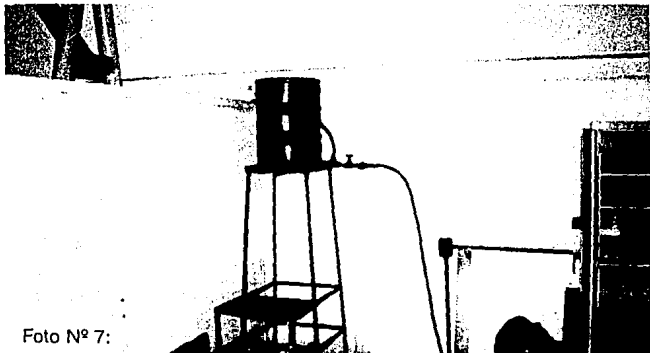


Foto N° 7:

TANQUE DE COMBUSTIBLE QUE ALIMENTA EL HORNO.

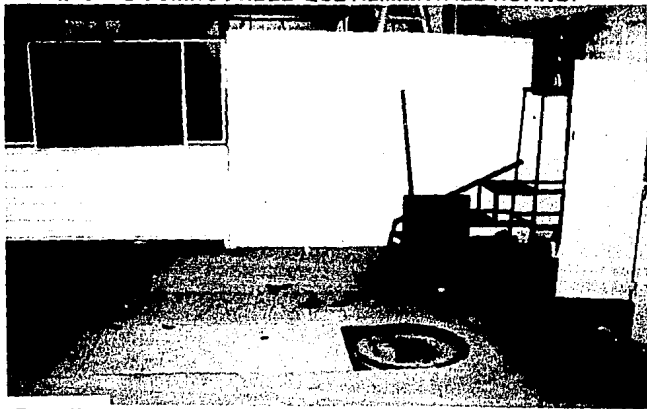
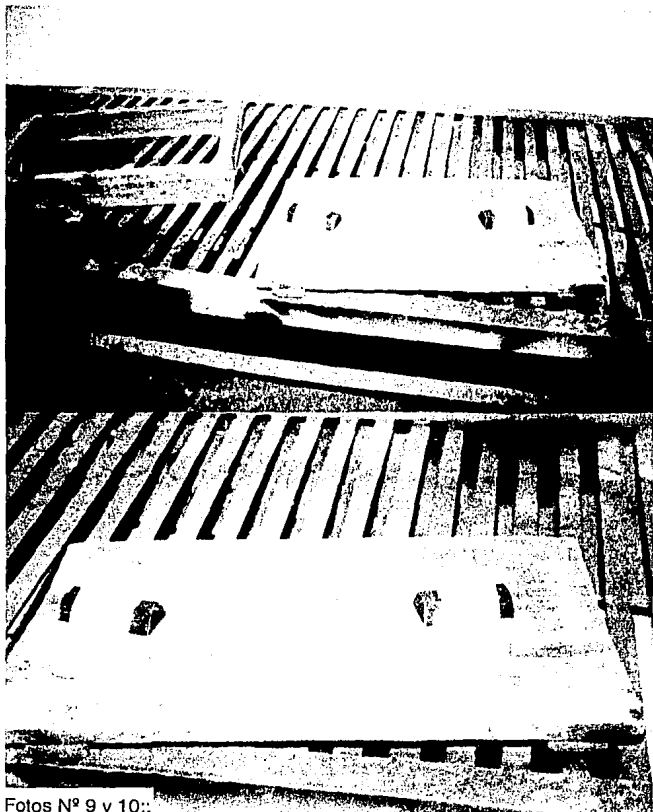


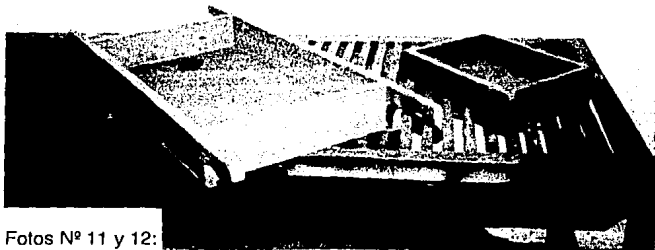
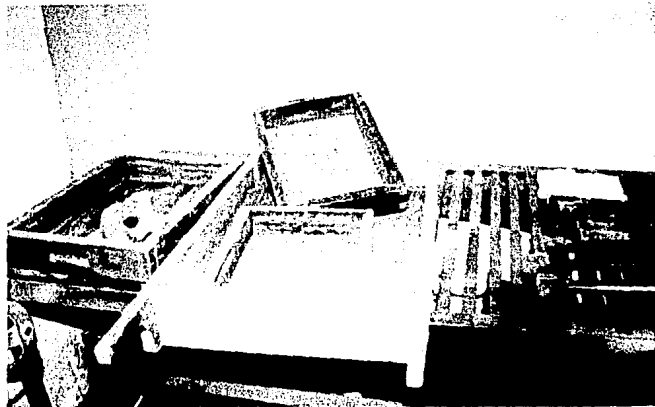
Foto N° 8:

TOMA DEL HORNO Y TANQUE DE COMBUSTIBLE.



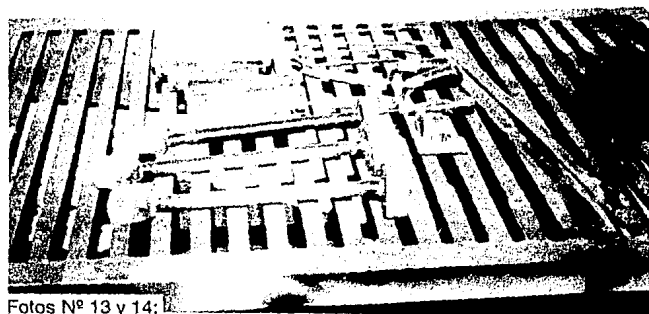
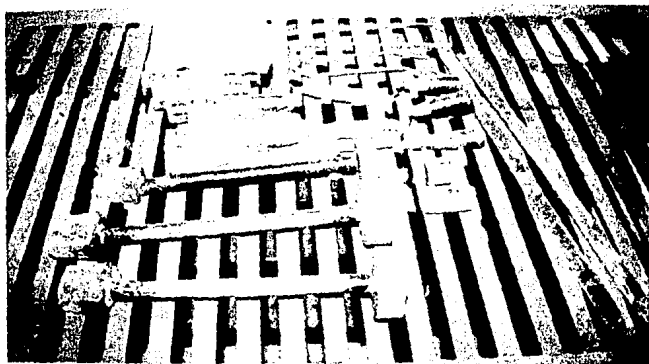
Fotos N° 9 y 10::

MOLDES QUE SE UTILIZAN PARA LAS FUNDICIONES.



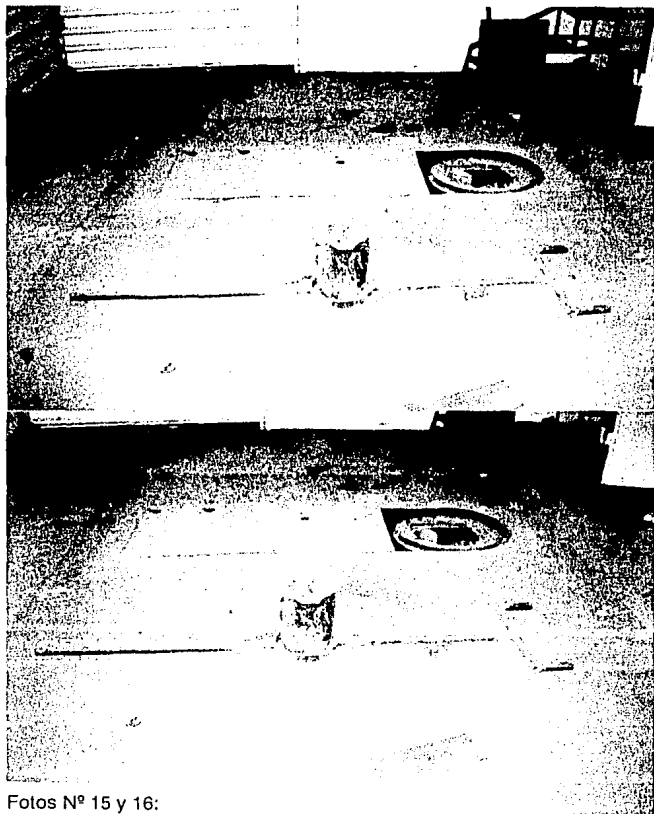
Fotos Nº 11 y 12:

TIPOS QUE SE TIENEN PARA LA ARENA QUE SE UTILIZA



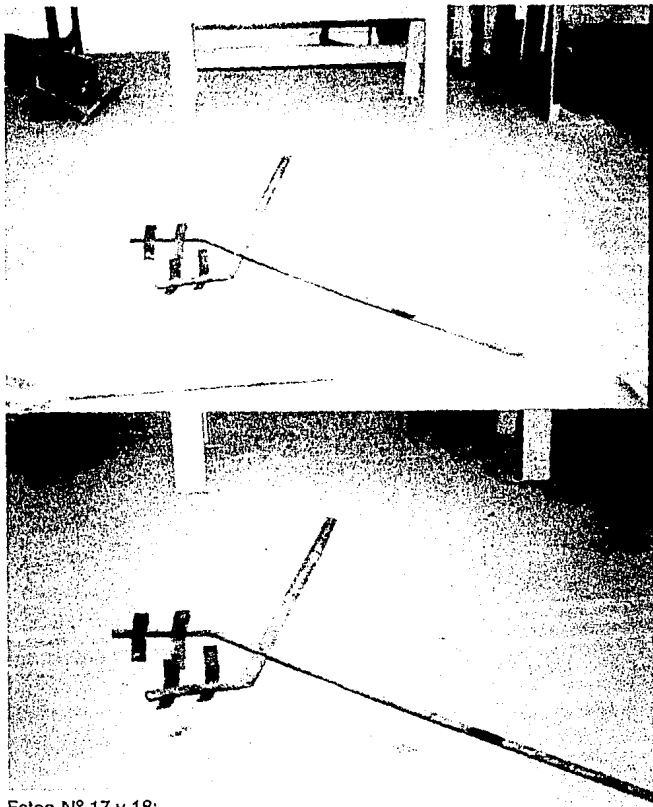
Fotos N° 13 y 14:

HERRAMIENTA Y ACCESORIOS QUE SE UTILIZAN PARA EL MOLDEO

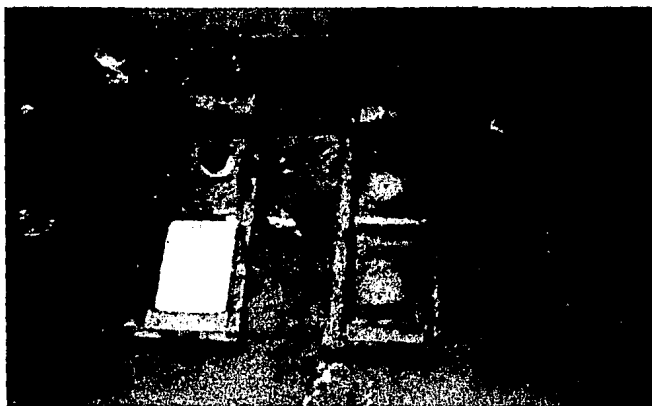


Fotos N° 15 y 16:

HERRAMIENTA CON LA CUAL SE TRANSPORTA EL CRISOL.



Fotos N° 17 y 18:
TENAZAS PARA SACAR EL CRISOL DEL HORNO



Fotos Nº 19:
LINGOTERAS DONDE SE VACIA LA COLADA

III.3. Diagnóstico del estado actual de las instalaciones, equipo y operación del Taller de Fundición.

Condiciones actuales

En el momento de realizar el presente trabajo, las condiciones de operación, medio ambiente y seguridad, no eran las óptimas. Fueron éstos los motivos principales para desarrollar este estudio.

De esta manera en este espacio trataremos de describir las condiciones actuales del área de fundición, para que nos sirva como marco de referencia.

El equipo con el que se cuenta consta de un horno manufacturado no de fábrica, con capacidad para 3.5 Kg., posee un quemador alimentado por petróleo; y desde el inicio de operaciones hasta alcanzar la temperatura de proceso tarda aproximadamente 1.5 hrs.

El horno se encuentra sumergido en una fosa y carece de tapa; por lo que, durante el proceso, se pierde poder calorífico de tal manera que el tiempo del proceso también se ve incrementado.

Con lo anterior lógicamente se verá afectada también la calidad del producto que se desea obtener.

Las condiciones de seguridad se ponen en tela de juicio, ya que, como se mencionaba anteriormente, al estar el horno en un nivel inferior al del piso, la operación de sacar el metal fundido (aluminio) por medio de pinzas y crisol, se corre el riesgo de sufrir un accidente, así mismo sucede con otro tipo de operaciones que se realizan antes de obtener la pieza fundida.

Descripción del proceso

En esta breve descripción trataremos de explicar los diferentes pasos que se efectúan, desde la preparación del horno hasta el desmoldeo, con la finalidad de tener una visión más clara de las operaciones y de los tiempos que se utilizan en ello.

III.3.1.- Proceso

III.3.1.1. Preparar horno. (tiempo 1.5 hrs.)

III.3.1.2. Cargar el horno con aluminio.

III.3.1.3. Proceso de fundición. (tiempo 1 hr.)

III.3.1.4. Sacar el aluminio fundido por medio de un crisol sujetado por unas pinzas especiales, para depositarlo a nivel piso.

III.3.1.5. Tomar el crisol con un maneral para transportarlo a las cajas de fundición o cajas de moldes, vaciándose el producto en el molde correspondiente, previamente diseñados dependiendo de la pieza que se desee obtener. (tiempo 10 min.)

III.3.1.6. Efectuar la operación de desmoldeo, retirando el molde y limpiando la pieza terminada.

III.3.2.- Herramientas

Las herramientas que comúnmente se utilizan para la preparación de moldes, son:

III.3.2.1. Enrrasadora

III.3.2.2. Apizonadores

III.3.2.3. Cucharas para preparar el molde

III.3.2.4. Tortugas para apizonar ciertas áreas del molde.

III.3.2.5. Espátula para moldear

En función a la descripción de las operaciones de fundición que anteriormente se expuso, podemos concluir que:

PRIMERO.-

El equipo no es el adecuado para obtener piezas de fundición de calidad.

SEGUNDO.-

El proceso de fundición es muy tardado por lo que sobrepasa el tiempo de exposición de clase que es de 2 hrs.

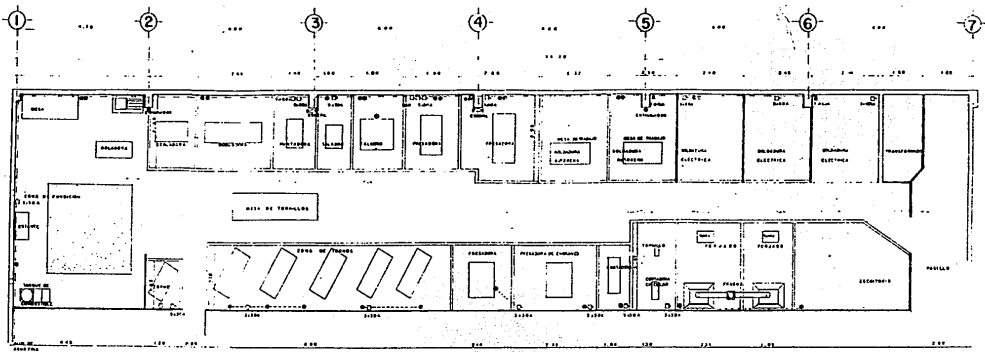
TERCERO.-

El tipo de operaciones que se efectúan por las condiciones en que se opera, presenta un alto grado de riesgo de sufrir accidentes, ya que éstas condiciones son inseguras.

CUARTO.-

El medio ambiente no es el adecuado y favorece a la contaminación.

Las razones anteriores nos ubican perfectamente en la necesidad de desarrollar el proyecto de cambio y actualización de las instalaciones en el área de fundición. Por otra parte también es recomendable, aún y cuando no sea objetivo del presente trabajo, el considerar el tipo de prácticas a desarrollar y ciertos procedimientos que se deben conocer para eficientar la productividad y la calidad de los resultados que se esperan de la materia a impartir. Para complementar el diagnóstico, incluimos un plano del levantamiento de los talleres en cuestión.



75

ARQUITECTONICA DE LOS TALLERES

LEVANTAMIENTO TALLERES
INGENIERIA



UBICACION
Benjamin Franklin 47
México 18 D.F.

ESC: 1: 50 ACDT. P. 1

Fig. No. 19



III.4. Beneficios.

Para mayor **abundamiento** de los **beneficios ya** mencionados, a continuación presentamos algunos más que se obtendrán con la adaptación de nuestra área de fundición.

III.4.1.- Académico

III.4.1.1. El alumno conocerá el tipo de horno que se utiliza en la industria.

III.4.1.2. Se familiarizará con los procedimientos de fundición más apegados a la realidad.

III.4.1.3. Manejarán los sistemas de seguridad y el equipo de protección personal que se ocupa en la industria.

III.4.1.4. El tiempo de preparación de proceso se reducirá al máximo, quedando dentro del tiempo estimado de clase y/o práctica.

III.4.1.5. Se podrán definir con más exactitud las prácticas que se deben desarrollar dentro de los programas.

III.4.2.- Técnico

III.4.2.1. Técnicamente estaremos actualizados y más apegados a la realidad.

III.4.2.2. Inicialmente los tiempos de paro de equipo por algún imprevisto, se reducirían.

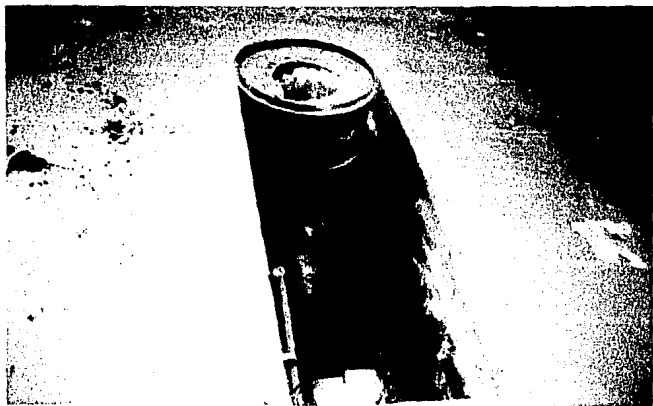
III.4.2.3. El alumno contará con un equipo y herramienta adecuada para obtener piezas de

fundición con la calidad esperada.

III.4.3.- Seguridad

III.4.3.1. Teniendo equipo nuevo y bajo otros sistemas de operación, el riesgo de sufrir un accidente se reducirían.

III.4.3.2. El alumno trabajaría en un ambiente adecuado.



SISTEMA DE FUNCION ACTUAL.

CAPITULO IV

ANALISIS ECONOMICO DEL PROYECTO

IV.1. Proemio.

En este capítulo desarrollaremos el análisis económico del proyecto, que nos servirá de base para elaborar un programa-presupuesto lo más apegado a la realidad; así como contemplar un control del ejercicio presupuestal que nos permita detectar errores y/o desviaciones en que podamos incurrir durante el desarrollo del proyecto y corregirlos de inmediato.

En este sentido habrá que considerar los gastos fijos y de operación contra partidas presupuestales parciales que nos permitan cubrir oportunamente todos los compromisos que este proyecto supone; como son por ejemplo: Mano de obra, materiales, equipo, herramientas, mobiliario, obra civil y honorarios, principalmente. Habrá que determinar los gastos directos e indirectos; así como el staff que por parte de la Escuela de Ingeniería deberá supervisar directamente, en forma conjunta con el grupo que operativamente llevará a cabo el proyecto integralmente.

Por otra parte también veremos la adaptación del área, el equipo fundamental para el laboratorio, la cotización pro forma, las necesidades de capacitación y los trámites legales para su operación.

IV.2. Adaptación del área.

Es muy importante para los fines que este proyecto pretende cumplir, que el área que está proponiendo se adapte a las necesidades específicas del uso de los talleres por parte de los estudiantes para no eliminar dicha área injustificadamente, en virtud de que en realidad no se cuenta con un espacio muy amplio, sino sólo el necesario para albergar las máquinas y el equipo con el que se cuenta.

Por lo anterior se hizo previamente un levantamiento físico del estado actual de los talleres para determinar la viabilidad de las diversas modificaciones, con base en ello se llegó a la solución que nos parece más adecuada en cuanto al movimiento e instalación de los diversos equipos que contendrá el taller.

Para complementar el proyecto, se procedió a estudiar las necesidades de algunas otras adaptaciones a nivel de instalaciones; mismas que en nuestro caso serían más bien instalaciones de gas, que es lo que más se precisa una vez revisadas las diversas adaptaciones propuestas. Se especifica en los planos del proyecto la sustitución de maquinaria. El cambio se justifica pues se determina correctamente la ubicación del área de fundición y el de forja, y no alteran ni invaden las demás áreas que están dentro de los talleres de la Escuela de Ingeniería.

En forma paralela se hace un estudio económico más detallado de la solución propuesta para la adaptación de este proyecto, especificando todas las erogaciones necesarias para su construcción, analizando cuidadosamente el plan financiero, asignando el tiempo y dinero necesarios para su buena administración; aspectos que ya vimos en el capítulo anterior cuando nos referimos al programa-presupuesto y el control de su ejercicio.

IV.3. Equipo Principal.

- * Horno con capacidad para 5 Kg. máximo
- * Quemador alimentado por petróleo
- * Crisol y pinzas para extraer el metal

La cubierta del horno es del tipo deslizante hacia atrás, accionada por una barra metálica que levanta verticalmente la tapa algunos centímetros para liberarla del sello del horno y es empujada hacia atrás con suma facilidad sobre dos brazos laterales fijos al horno. Esta cubierta está provista de una salida adicional de gases, localizada al centro de la misma.

Forma parte integral de la coraza, la necesaria salida de gases de combustión, localizada en el lado derecho del horno, las características dimensionales de esta salida de gases son las adecuadas para la operación del horno cuando la cámara de combustión está tapada.

La coraza contiene en su interior el recubrimiento refractario necesario para la operación adecuada en los rangos de temperatura requeridos para cada proceso. Este recubrimiento estará integrado por tres capas especiales debidamente seleccionadas para obtener la máxima eficiencia térmica y el factor mínimo de pérdidas de calor.

La capa interna que forma la cámara de combustión consiste en un material refractario colado de configuración (pera oval) de patente Lindberg, la cual tiene por objeto reducir el golpe de flama de los quemadores a los crisoles a un mínimo, dando por resultado un mayor movimiento en la operación efectiva de los crisoles.

También esta forma especial de cámara de combustión acelera el flujo de gases en la cámara, obteniendo un factor más alto de transmisión de calor al crisol que en que se dá en los hornos de diseño convencional.

Otra de las características importantes de conseguir es el factor elevado de transmisión de calor al crisol con el que éste operará a temperaturas más bajas.

La base de la cámara de combustión tiene un soporte fijo de carburo de silicio, el cual se emplea para sentar los crisoles.

El piso del horno tiene una inclinación calculada para vaciar el metal fundido de la cámara del horno en caso de ruptura de algún crisol, a través de una salida tipo canal, la cual está cerrada con una pequeña puerta fabricada con hierro fundido.

La parte superior de la cámara tiene un anillo para sellar los crisoles metálicos y su plano sella contra la cubierta refractaria de la tapa.

El equipo de combustión consiste en dos quemadores sellados del tipo mezcla en la boquilla con lo que se evitan posibles explosiones en la tubería y tienen un rango muy amplio de operación; el quemador del lado derecho del horno tiene válvulas de gas y aire para ser cerrado en caso de que el horno deba ser operado a temperaturas bajas con crisoles de metal. El quemador del lado izquierdo cuenta con una tubería de menor diámetro en aire y gas, resultando una menor capacidad de calor desarrollado, permitiendo con ello operar el horno para fundir metales que requieran temperaturas bajas.

La tubería de aire de los quemadores se unifican en el lado derecho de la parte posterior del horno y se conecta con el turbo soplador para el aire de combustión integrado con el filtro de aire, localizada en la parte de atrás del horno, entre el turbo soplador y la "T" de unificación donde se encuentra la válvula automática de mariposa con operador eléctrico para controlar en forma uniforme la temperatura requerida para el metal que se ha seleccionado fundir.

El sistema de gas está basado en el sistema de un piloto que se enciende paralelamente al ventilador (turboventilador). El sistema de gas se une al sistema de aire del ventilador para lograr una mezcla gas aire.

Tanto el aire como el gas cuentan con su válvula de regulación, dependiendo de la cantidad de combustible y aire que se desea obtener.

El horno está provisto de dos switches de presión, uno en la línea de aire, del gas o de la energía eléctrica. Una válvula solenoide cierra automáticamente y suspende la operación del horno.

El equipo se complementa con un panel de control, el cual está montado sobre la carcasa del horno en el lado izquierdo y contiene el transformador de control necesario, un arrancador magnético para el motor del turbo soplador, interruptores para el circuito de control, un timer automático que controla el flujo de energía al horno usando la válvula de control en la línea de aire; además, el panel contiene un relevador con

botones y luces para el establecimiento manual de la válvula solenoide de seguridad.

Un instrumento indicador de temperatura de escala 0-1200 grados centígrados, está instalado en el panel de control y conectado con su línea de componentes a un termopar angular con tubo de protección de cerámica, para colocarse sobre la coraza del horno en el lado izquierdo mediante un soporte de ganchos especiales.

Para checar las temperaturas del metal, el operador deberá precalentar el tubo de protección del termopar, usando las salidas de exhaustión del horno (para altas temperaturas solamente), para posteriormente insertarlo en el baño del metal por periodos cortos y así conocer la temperatura del mismo.

El horno se complementa con los siguientes componentes, **Ver figura no. 20, pag.91.**

Un crisol fundido en fierro gris

Un crisol de carburo de silicio tamaño 40

Un crisol de carburo de silicio tamaño 50

Barra para movimiento de la tapa

Pistola de encendido

CARACTERISTICAS GENERALES:

Cantidad de calor desarrollado: 95 760 Kcal/Hr. (380 000 BTU/H.) para operar con gas natural de 1 000 BTU/Pié cúbico a 8" columna de agua de presión o gas L.P.: de 2 600 BTU/Pié cúbico a 11" columna de agua de presión.

Características eléctricas: 220 volts, 3 fases, 60 ciclos.

Consumo máximo de energía eléctrica: 1.5 Kw.

Consumo en gas natural: 10.7 M3/hr (380 PCH)

Consumo en gas L.P.: 4.1 M3/Hr (146 PCH).

Para fundir los siguientes metales, usando un crisol de hierro fundido, aproximadamente:

De 65 a 70 Kg. de plomo y sus aleaciones

De 40 a 45 Kg. de estaño y sus aleaciones

De 40 a 45 Kg. de zinc y sus aleaciones.

Usando el crisol de carburo de silicio #50, aproximadamente:

De 15 a 20 Kgs. de aluminio y sus aleaciones

Usando el crisol de carburo de silicio No. 40, aproximadamente:

De 35 a 45 Kg. de cobre, latón bronce y sus aleaciones

Todas las operaciones en una sola unidad.

Las dimensiones exteriores del equipo son:

- * Ancho1.50 m (59")
- * Largo1.85 m (73")
- * Altura total, incluyendo cubierta
y p nel de control1.20 m (47")
- * Altura de trabajo0.54 m (21")

IV.4. Presupuesto proforma

Al conjunto de soluciones físicas realizables hemos aplicado una valuación económica, incluyendo instalaciones y mano de obra. Aquellas soluciones realizables física y económicamente válidas, pasan a ser valoradas desde el punto de vista financiero. las que no sean económicamente válidas se rechazan y no se analizan más.

A continuación se presenta el presupuesto detallado de egresos del proyecto:

<u>CONCEPTOS</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>P. UNITARIO</u>	<u>P. TOTAL</u>
1. Suministro e instalación de horno de fundición tipo basculante, con crisol con capacidad para fundir hasta 50 Kg. de aluminio ó 150 Kg. de bronce (1'300,000 BTU); incluye Equipo herramienta, materiales y mano de obra.	Pza.	2	17,680.00	36,360.00
2. Suministro e instalación de extractor de aire con filtro, campana de extracción de 1.150 x 2.80 m. fabricada con placa de acero Cal. 18.	Pza.	1	5,875.00	5,875.00
3. Suministro e instalación de ducto circular de 0.60 m de diámetro para extracción de aire hasta 1m. sobre nivel de azotea con rejilla y conexiones necesarias, construido con lámina Galv. Cal. no. 24, incluye soportes y abrazaderas.	Pza.	1	1,340.00	1,340.00
4. Desmontaje y montaje de fragua para herrería; considerando instalaciones eléctricas y de gas para quemadores; incluye: acarreo y fijación de elementos de acuerdo a plano de ubicación.	Pza.	2	210.00	420.00

CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.TOTAL
5. Desmontaje y montaje de equipo de extracción para fraguas, incluyendo ductos y campas existentes, abrazaderas y soportes.	Pza	1	390 00	390.00
6. Desmontaje y montaje de yunkes para forjado considerando la colocación de bases de madera coladas en firme de concreto reforzado de acuerdo a plano de re-ubicación.	Pza	2	210.00	420.00
7. Construcción de base de concreto para torno de acuerdo a plano de remodelación.	Pza.	1	125.00	125.00
8. Desmontaje y montaje de torno horizontal con instalación eléctrica, nivelación y fijación a la base de concreto; de acuerdo al plano de re-ubicación.	Pza.	1	250.00	250.00
9. Desmontaje y montaje de dobladora de acuerdo a plano de re-ubicación.	Pza.	2	130.00	260.00
10. Desmontaje y montaje de punteadora de acuerdo a plano de re-ubicación.	Pza.	1	250.00	250.00
11. Desmontaje y montaje de roladora de acuerdo a plano de re-ubicación.	Pza.	1	130.00	130.00

CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.TOTAL
12. Desmantelamiento y re-ubicación de división de malla metálica con marco tubular de acuerdo al plano de remodelación.	Pza.	1	110.00	110.00
13. Demolición y excavación de piso de concreto para ubicación de área de fundición de acuerdo a plano de remodelación.	M2	14.00	10.50	147.00
14. Colado de piso de concreto de 0.07 m. de espesor para zona de fundición (con arena de río) con un desnivel de 0.40 cm. abajo del N.P.T.	M2	14.00	16.80	235.20
15. Construcción de depósito de arena con muretes de tabique de 22 x 16 cm. y aplanado de cemento pulido de 1.00 x 1.00 m. y una altura de 0.60 m. sobre nivel de piso terminado.	M2	2.00	27.90	55.80
16 Relleno de zona de fundición anterior con arena y firme de concreto simple de 7-10 cm. de espesor.	M2	8.00	14.80	118.40
17. Suministro e instalación de tubería de cobre tipo "L" para gas L.P. de 19mm. para hornos de fundición; incluye válvulas y conexiones.	Pza.	2	172.40	344.80

CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
18. Limpieza y entrega de la obra, considerando acarreo dentro y fuera de la Universidad, considerando transporte de cascajo y basura hasta el tiradero autorizado	Lote	1	210.00	210.00
NO INCLUYE I.V.A.			TOTAL :	47,041.20

GARANTIA:

Los trabajos descritos, así como los equipos y materiales utilizados tienen una garantía por el período de un año a partir de la entrega de la obra, siempre y cuando no se haga mal uso de los mismos o sea sometida a siniestros o accidentes naturales.

NOTA.- El anterior presupuesto está considerado en viejos pesos.

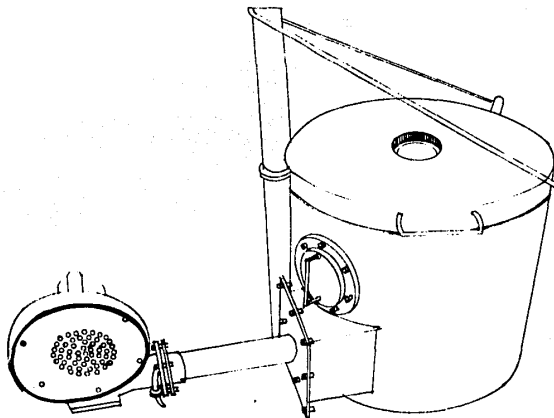
IV.5. Capacitación

Los hornos que se proponen tiene la ventaja de que son de muy sencilla operación y no es necesaria la participación de personal altamente calificado para su manejo. Al ser su diseño sencillo y versátil resultan ideales para fines didácticos, académicos y de investigación. El profesor o instructor podrá fácilmente introducir al estudiante con una somera explicación de las partes fundamentales que conforman el equipo, así como los sistemas de seguridad con que cuenta. No obstante, tendremos cuidado de contar con la capacitación necesaria, no solamente para operar el equipo; sino para que su operación, rendimiento y duración sean óptimos, dotándoles del mantenimiento preventivo y correctivo necesarios.

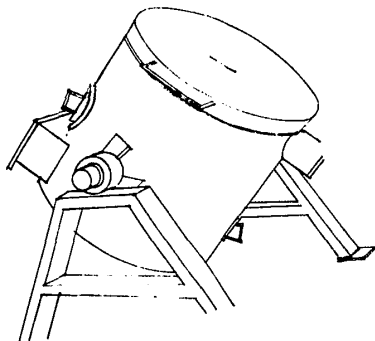
IV.6. Trámites Delegacionales.

Referente al requerimiento para obtener algún permiso de instalación y operación del equipo, por parte de las autoridades gubernamentales correspondientes; se nos informó que por tratarse de un centro educativo, además de que su utilización iba a ser meramente didáctica, no se requería de permiso alguno.

FIGURA No.20



HORNO PARA SACAR EL CRISOL BLINDADO CON TAPA GIRATORIA



HORNO BASCULAR

CAPITULO V

REALIZACION DE OBRA

V.1. Realización de Obra.

Dentro de un proyecto en la etapa de realización de obra se deben tomar en consideración varios aspectos, los cuales nos van a marcar la pauta para definir el orden de todas aquellas actividades relacionadas con nuestro proyecto, y son las siguientes:

I. Aspecto Administrativo.-

Donde se contemplan las siguientes actividades principales:

- a) Presupuesto
- b) Contrato de Obra
- c) Programa de pagos, según contrato
- d) Aspecto Legal
- e) Trámites de fletes, pago de impuestos, etc.
- f) Contratación y pago de asesoría externa

II. Aspecto Operativo.-

Donde se contemplan las siguientes actividades principales:

- a) Recepción de contratista
- b) Registros correspondientes de personal, equipo, herramienta del contratista
- c) Asignación de área para trabajar, tomar alimentos, etc.
- d) Programa de Obra

III. Aspecto Control de Obra.-

Donde se contemplan las siguientes actividades principales:

- a) **Control de avance de obra**
- b) **Control de tiempo utilizado (tiempo normal, tiempo extra)**
- c) **Control de pagos**
- d) **Control de consumo de material**
- e) **Control de recepción de equipo y material**

Para nuestro caso particular, de readaptación del área de fundición, tomamos en cuenta las siguientes actividades principales de operación:

I. Obra Civil.-

- a) **Adaptación de área**
- b) **Alineación de piso**
- c) **Fabricación de fosas**

II. Instalaciones.-

- a) **Energía eléctrica**
- b) **Alumbrado**
- c) **Sistema de gas, aire, agua.**

III. Montaje de equipo.

IV. Pruebas de Funcionamiento.

Al presente estamos anexando un programa de obra, donde nos indica el momento en que se realizan las diferentes actividades de la obra.

Es menester comentar que, para poder adaptar el área, se tomaron en consideración los siguientes puntos:

1. Limitarnos al área actual, tratando de distribuir el equipo.
2. Se tomaron en consideración las dimensiones de equipo nuevo, mesas de trabajo, etc. para poderlas ubicar en el área, dando los espacios necesarios para la operación de los mismos.
3. El medio ambiente del área.
4. El aspecto de seguridad.
5. Equipo de protección personal.

PROGRAMA DE OBRA

SEMANAS

ACTIVIDAD 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27

ACTIVIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1 Desmontaje de fraguas existentes		X																									
2 Montaje de extractores y ductos de carga			X	X																							
3 Desmontaje y montaje de dobladoras y roladora					X																						
4 Desmontaje de yunkes incluyendo cambio VBK					X																						
5 Montaje de fraguas y yunkes con bases de madera coladas en piso						X	X																				
6 Instalación de sistema extracción existente en área nueva de fraguado					X	X	X	X	X																		
7 Construcción de base de concreto para torno								X																			
8 Relleno y nivelación de piso en área de fundición incluyendo colado de firme concreto									X	X																	
9 Suministro e instalación de sistema de extracción para hornos de fundición										X	X	X	X	X	X	X											
10 Suministro de tubería de gas para hornos																		X	X								

OBSERVACIONES

PROGRAMA DE OBRA

ACTIVIDAD	SEMANAS																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
11 Demolición y excavación de piso de concreto en zona de fundición											X	X	X															
12 Colado de piso de concreto en área de fundición																		X	X	X								
13 Fabricación de murete para depósito de arena y limpieza de cascajo																				X	X	X						
14 Desmontaje y montaje de torno en su nueva base, incluyendo instalación y nivelación																					X	X						
15 Desmontaje y montaje de malla metálica a nueva ubicación																						X						
16 Suministro, montaje e instalación de hornos de fundición, incluyendo pruebas de operación																							X	X	X			
17 Capacitación e instrucción de operación para la operación y manejo de los hornos																										X	X	
18 Entrega de los trabajos completamente terminados																												X

OBSERVACIONES

CONCLUSIONES

Al introducir el presente proyecto llamamos la atención sobre tres de sus aspectos constituyentes: el académico, el rentable y el prestigio; más adelante, en la justificación del trabajo, retomamos el tema abundando sobre las ventajas de llevarlo a cabo y su valor de oportunidad.

Hemos visto que la recuperación socioeconómica del país depende en gran medida del grado de preparación de su fuerza de trabajo, y en ello juegan un papel determinante las entidades educativas medias y superiores, y nuestra Universidad no es la excepción.

Para que nuestro país pueda desarrollarse administrativa y tecnológicamente debe contar con profesionales, técnicos y obreros calificados y debidamente capacitados; pero para esto, debemos contar con una infraestructura educativa suficiente. Por ello, en nuestro caso, del Taller de Fundición de la Escuela de Ingeniería ULSA, estamos recomendando su adaptación y modernización, para que nuestra población estudiantil no sólo cuente con las instalaciones que respondan a lo que pronto van a enfrentar en el mundo del trabajo; sino que, con bases firmes, todos y cada uno puedan ser factor multiplicador al realizar una derrama de conocimientos a su alrededor en el ámbito del trabajo productivo para con sus subordinados, compañeros y directivos; o tal vez como empresarios o docentes con verdadera vocación de servicio.

Lo anterior no es exclusivo para aquellos que pretendan ingresar al sector de fundición; sino que pueden diversificarse e intervenir en alguna o algunas de las disciplinas que se derivan de ésta, o que se relacionan de alguna manera con ella como pueden ser de mantenimiento de equipos, seguridad e higiene, capacitación y adiestramiento, fabricación y comercialización de equipos, refacciones, reparación, instalaciones, docencia e investigación, etc.

Por otra parte, las inversiones que en este sentido se lleven a efecto por parte de nuestra Universidad, ya sabemos que consolidarán su prestigio y alto nivel académico; además de que resultarán muy productivas en términos estrictamente mesurables, porque generarán una mayor circulación de bienes y servicios que redundará en beneficio del egresado en lo particular y de la sociedad en general.

BIBLIOGRAFIA

- * W. Trinks, M.N. Mawhinney. Hornos Industriales. 1a. Edición, España, Artes Gráficas Grijelmo, S.A.. 1975.
- * Corzo, Miguel Angel. Introducción a la Ingeniería de Proyectos. 8a. Edición, México, D.F., Editorial LIMUSA. 1985.
- * B.H. AMSTEAD, Procesos de Manufactura. 3a. Edición. Editorial CESA. 1985.
- * H.C. Kazanas. Procesos Básicos de Manufactura. 1a. Edición. Editorial Mc Graw-Hill. 1983.
- * A. Biedermnn. Tratado Moderno de Fundición del Hierro y del Acero. 2a. Edición. Editorial José Monteso. Barcelona 1957.