ESTUDIO TECNICO Y ECONOMICO PARA MONTAR UNA FUNDICION DE HIERRO GRIS

TESIS

APROBADA POR EL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Firma del Autor: .....

Certificado: .....
ALFREDO HINCAPIE SEGURA
ING. INDUSTRIAL

Aprobado: .....

A MI SEÑOR PADRE

Quien en el transcurso de mi existencia ha sabido, con el mayor sentido de amor paternal, brindarme su apoyo, orientándome por el sendero de la rectitud e inculcarme los más sabios principios que en conjunción con su constante proceder, supo acuñar en mi precaria personalidad esas normas merecedoras de toda imitación; muy digna de tributo de admiración y expresión elevada de amor filial.

Sin temor a equívocos, han sido sus acrisoladas enseñanzas las que han prendido en mi, como tesoro imperecedero a la memoria, asistiéndome el ferviente deseo de tenerle muy presente en el desempeño de la noble carrera profesional que la vocación ha sabido llevarme.

A MI SEÑORA MADRE

Cuyo abnegado espíritu de sacrificio se ha erigido en un símbolo latente de amor en el desempeño de su muy noble y elevada función que la vida le ha encomendado, quien dentro de ella no ha conocido el límite diferenciador de lo posible e imposible para hacer de su existencia un continuo dar de sí misma en favor de nosotros, sus hijos, a quienes ha prodigado su ternura, comprensión y sonrisa maternal, siendo ellas una continua fuente de inspiración y seguro refugio en los momentos difíciles que toda existencia conlleva.

A MI AMADA ESPOSA

Que con su exquisita sensibilidad y dulzura ha prodiga
do a mi ser de hombre el preciado Don del amor-compren
sión como estímulo vigorizante en la complementación de
mi persona. A ti, mi querida esposa que compartes con -
verdadera abnegación todo minuto de mi modesta existen-
cia, y que al haberte constituído en mi compañera inse-
parable de triunfos y derrotas, te hago extensiva la
presente Tesis, fruto de mi módico conocimiento y preám
bulo del futuro en el desempeño de mi profesión que el
amor quizo, la compartieras conmigo.

MI PEQUEÑO HIJO

Expresión viviente de ese gran amor profesado en la per
sona que te eligí por madre; tí, hijo mío que eres moti
vo de esperanza en que el mañana te torne en hombre de
bienestar dentro de la sociedad a que te perteneces, de
seo que en las presentes páginas encuentres no aquello
que he podido hacer, sino el esfuerzo desplegado para -
lograr lo realizado.

A MIS QUERIDOS HERMANOS

En cuya fraternal compañía he departido mis ilusiones de
niño y aspiraciones de joven como mis más sinceros y -
allegados amigos cobijados bajo el calor del manto hoga
reño.

ESTUDIO TECNICO Y ECONOMICO PARA MONTAR UNA FUNDICION DE HIERRO GRIS

por BYRON MATA MOREIRA

TESIS SOMETIDA COMO REQUERIMIENTO PARCIAL PARA OBTAR EL TITULO DE INGENIERO MECANICO. - MAYO DE 1.968

RESUMEN

a) DESCRIPCION DEL PROYECTO .- La planta propuesta está en condiciones de fabricar los productos fundidos de mayor consumo que se obtengan a partir del hierro colado y de la chatarra y que tiene una fractura de color gris una vez fundido.

Pero si aumenta la demanda de estos productos cuyos tamaños y formas no se consideran en el presente proyecto, su fabricación también será posible con la adquisición de máquinas y herramientas adicionales.

b) CAPACIDAD Y PLAN DE PRODUCCION .- El análisis de los factores fundamentales para la elección del equipo, permitió determinar que las maquinarias más adecuadas son las que trabajando ocho horas diarias durante 300 días, tienen una capacidad de 5'000.000,0 de libras fundidas por año con un costo de producción de S/. 0,99 por libras producidas, que lograría cubrir la financiación de este proyecto. Posteriormente, si fuere necesario se podría operar con turnos adicionales.

Para la operación normal, anualmente se deberá disponer de 2.500 toneladas de metal, incluyendo fundición bruta, chatarra, manganeso, sílice y briquetas de aleación; 250 Tons. de coque como combustible para el cubilote y 3.000 Tons. de arena para la fabricación de moldes y machos, y una inversión de S/. 42.000,oo para

materiales adicionales, que es lo que la experiencia aconseja.

Estas cantidades incluye un 10 % de exceso para cubrir defectos de fabricación y desperdicios.

e) LOCALIZACION DE LA PLANTA .- Se ha escogido la Ciudad de Guayaquil porque está de acuerdo con las consideraciones que se estudiaron para el desarrollo del proyecto.

d) OCUPACION .- La fábrica dará ocupación a 33 personas de las cuales 26 corresponden a mano de obra directa, siete a mano de obra indirecta.

e) INVERSIONES .- La inversión fija se estima en S/. 978.634,oo y el Capital de Operación es de S/. 177.000,oo, dando como resultado una inversión total de S/. 1'155.634,oo.

INDICE

Declaración expresa

Dedicatoria

Resumen

Indice

CAPITULO I: Introducción
Generalidades 1

CAPITULO II: Mercado
Consideraciones Generales 11
Consideraciones Especiales 11

CAPITULO III: Ingeniería del Proyecto
III - a) Análisis de materiales directos 14
1.- Chatarra 14
2.- Coque 30
3.- Ferroaleaciones 36
4.- Arenas 37
5.- Moldeos 44

III - b) Generalidades de instalación de una fundición 57

III - c) Elección del horno 63

III - d) Balance Térmico 92

III - e) Equipo mecánico para carga 110

III - f) Equipo para preparación, transporte y almacenamiento de arena 114

III - g) Equipo mecánico para el moldeo 117

III - h) Distribución de la Fábrica 122

III - i) Especificaciones técnicas de los productos de fundición 127

CAPITULO IV: Estudio Económico 136

Bibliografía

Agradecimiento

ANEXOS:

Distribución Esquemática de una Fundería de Hierro Colado

Flujo de Operaciones de una Fundición de Hierro.

Incremento de Producción en una Fundición debido a la Modernización.

I INTRODUCCION

a) GENERALIDADES .-

El presente estudio tiende a demostrar la necesidad de instalar una moderna fundición que preste servicios públicos y a las industrias; por lo tanto, los productos hechos en la funderia son de gran importancia para la existencia y desarrollo de las industrias en el Ecuador.

El arte de fundir puede describirse en un sentido amplio, como la colada de metal caliente dentro de un agujero de molde. El metal cuando está frio mantiene la forma y contorno del agujero, y por lo tanto de la forma de la pieza a fundir.

Las industrias de fundición adquieren su mayor desarrollo en la Segunda Guerra Mundial, tal como lo indica el Gráfico No.1-1.

Como consecuencia de este desarrollo aumentó el consumo en peso de los diferentes metales, manteniendo el mayor tonelaje el hierro gris (77 %), Gráfico No.1-2.

La importancia de la funderia se ve reflejada en que la mayoria de las máquinas empleadas para la guerra o con fines pacificos, se hacen por medios de fundiciones. Las viviendas, los ferrocarriles, los automóviles, los servicios públicos, etc. necesitan piezas fundidas; por lo tanto, los productos hechos en las mismas son de gran influencia para la existencia y desarrollo de la moderna civilización.

El negocio de las fundiciones son en su mayoria pequeños; se lamento 49 fundiciones emplean más ó menos 1.000 hombres y, 2.937 tienen menos de 20 hombres, Gráfico No.1-3.

La fundición del hierro es la que se ha generalizado con mucha amplitud, puesto que el hierro fundido es más duro que el cobre,

al bronce, al aluminio, etc.; y, aporta a la construcción de maquinarias elementos más completos de precios menos elevados, como es resistente a las altas temperaturas se lo utiliza para las piezas que han de soportar grandes calentamientos.

Se puede instalar dos clases de fundición:

1.- Fundición para fabricar productos en serie.

2.- Fundición dedicada a realizar trabajos generales.

Las funderías de producción en serie pueden constar de varios establecimientos que trabajan en la producción en masa de piezas, - por lo que las piezas fundidas son solamente un paso dentro del proceso de producción y montaje. También pueden ser funderías independientes las que hacen piezas idénticas, donde el trabajo se repite y el proceso de fundición está altamente mecanizado, con el fin de asegurar los mismos costos. No solamente se efectúa el trabajo de fundición con máquinas, sino también el manejo de material.

La fundición de trabajos generales, al inverso de la producción en serie, está equipada para producir cualquier pieza que el consumidor exija, así como del tipo que se desee.

La importancia de las fundiciones puede ser mejor apreciada desde el punto de vista de consumo en la manufactura de las máquinas, como ejemplo tenemos que 525 Kgs. de hierro son necesarios para un tractor de un peso aproximado de 900 Kgs., donde hay 250 Kgs. de hierro fundido, 76 Kgs. de hierro forjado, 175 Kgs. de acero, y 22 Kgs. de metales no ferrosos.

Las fundiciones comprenden entre el 85 y 90 % del peso total de las máquinas herramientas (Torno, fresa, cepillo, etc.), 70 % - de las excavadoras, 25 % del peso de la grúa.

+ Generalmente se especifica que el costo total de la manufactura de producción de una máquina, las fundiciones comprenden el 25 %. Todos estos valores son aproximados y es el resultado de experiencias prácticas y estadísticas; pero sinembargo, obtenemos como resultado la demanda de la fundición para la Ingeniería Industrial. +

+ La prosperidad de las fundiciones está asegurada por el equipamiento que gozan, ya que se obtendrá una explotación racional de las labores humanas, dependiendo de alcanzar el máximo de rendimiento al mínimo uso de la mano de obra, como se demuestra en el Grafico No.1-4. +

El valor de inversión para echar a funcionar una fundición comienza por el almacenamiento de las materias primas, materiales auxiliares y equipos. Una caracteristica significativa de práctica metalúrgica es su gran variedad y cantidad de materiales e instalaciones, las cuales están en permanente movimiento dentro de los procesos de producción.

El resultado de varios estudios estadísticos de práctica metalúrgica se tiene como ejemplo que, para dos toneladas de metal fundido y materiales subsidiarios, 0.5 de toneladas de escoria, se necesita cuatro toneladas de arena usada, una tonelada de caja de moldeo y otros equipos; una tonelada de macho y otros materiales tienen que ser movidos o utilizados en la producción de una tonelada de buen hierro fundido. Todos estos materiales e instalaciones auxiliares son muchas veces el juego de movimientos en los procesos de producción de acuerdo a los STANDARD, asi que la relación es finalmente indicada por la cifra 45-200 toneladas (45 toneladas de material obtenido por 200 toneladas manipuladas).

Para un estudio y planificación, el proceso de fundición se -

divide en cuatro secciones:

1.- Almacenamiento .- Incluye almacenamiento de las cargas de fundición, combustible, arena, fundento, caja de fundición, modelo, etc.

2.- Preparación .- Incluye la preparación de las cargas de fundición y los procesos apropiados de los mismos; preparación de moldeo macho y mezcla.

3.- Producción principal .- Incluye los procesos de moldeo, confección de macho y acoplamiento de molde, fundición, extracción de piezas.

4.- Producción final .- Incluye la limpieza de las piezas, tratamiento térmico, preservación, chequeo y arreglo de presentación previo a su envio.

En estas cuatro secciones, aproximadamente 97 movimientos de trabajo están relacionados en el movimiento total de la carga de manufactura y, una cantidad de 132-160 toneladas son necesarias para la obtención de una tonelada de hierro gris.

La capacidad de trabajo humano es limitada, por lo tanto la productividad resultante de los trabajos de fundición dependerán, en una gran extensión, del tamaño y perfección de los medios de trabajo.

Lo más perfecto de estos medios debe ser el que los movimientos se realicen con facilidad para obtener mínimo tiempo muerto.

Las industrias de fundición en comparación con otros campos de producción, forman uno de los puntos claves en el alcance de la industria actual. El bajo grado de mecanización y automatización en las fundiciones, traen como consecuencia una gran extensión de

trabajo manual en todas las cuatro secciones analizadas.

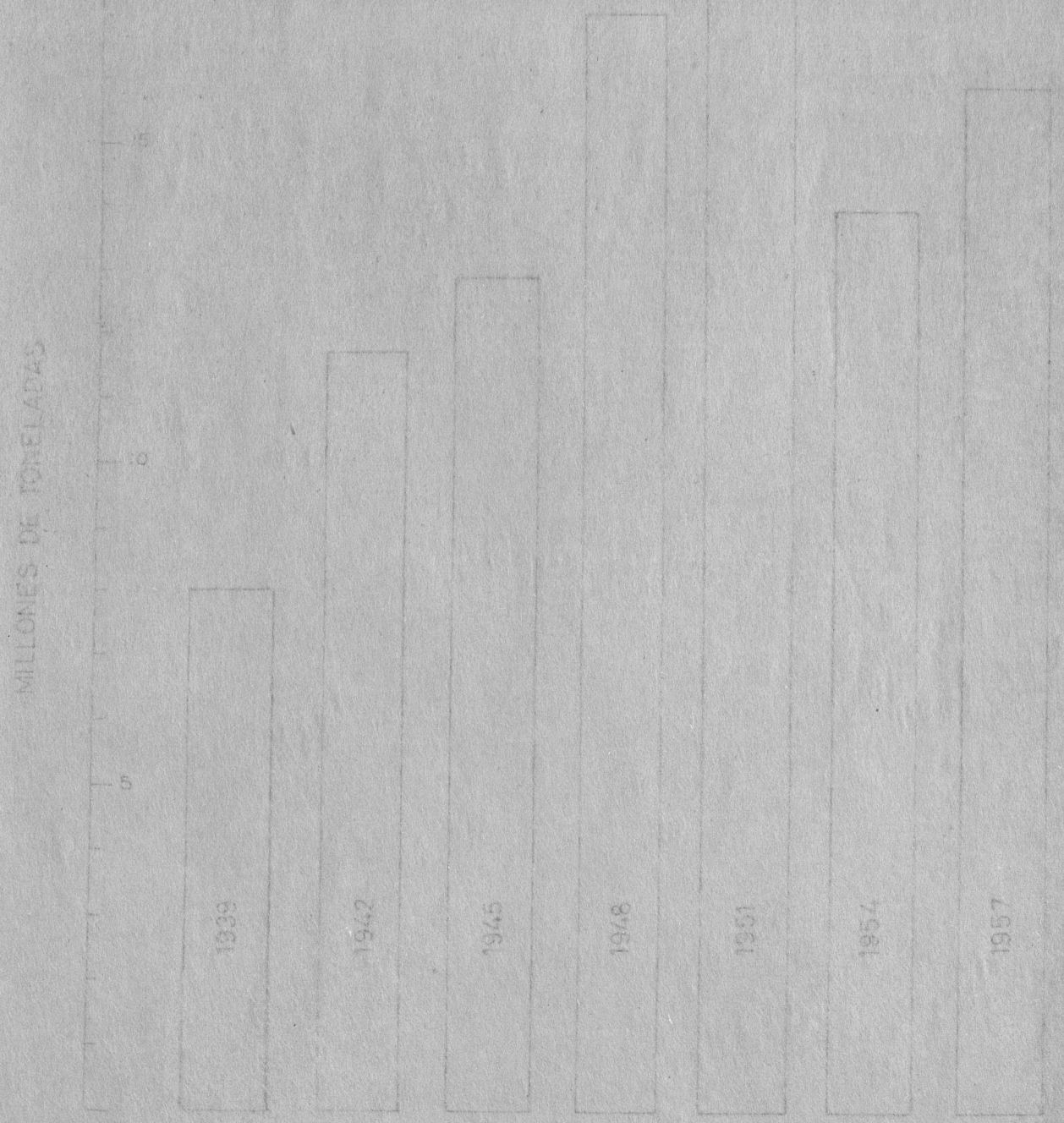
Sin embargo, la mecanización y automatización en todos sus elementos es una práctica justificada solamente si la planta tiene un programa de producción con una gran variedad de productos que utilicen totalmente las maquinarias costosas y el equipamiento necesario para la automatización.

Mirando desde este punto de vista, las posibilidades para la mecanización de las cuatro secciones deben ser analizadas basándose en el principio de los movimientos rápidos que deben realizarse en el proceso operativo de una fundería; así por ejemplo, las cajas de moldeo pueden ser automatizadas si se toma en cuenta la serie natural de producción; la mezcla para moldeo y su transportación al área de moldeo puede ser indicada por luces a una mesa de control, desde la cual un hombre puede controlar el grupo total de equipos. Lo que no sería satisfactorio es la mecanización de la limpieza, puesto que todas las máquinas diseñadas para este trabajo necesitan personal; como ejemplo, los esmeriles de fundición pueden ser reducidos con el incremento de la calidad de moldeo y la reducción de la extensión de trabajo manual en moldeo, lo cual aumenta la calidad de las piezas fundidas, pues se ha comprobado que las piezas obtenidas por moldeo a mano tienen un exceso de peso aproximado del 5 % y, en máquina de moldeo automáticamente controlada es de 1,6 %. Por esta razón la automatización de las áreas de moldeo aseguran no solamente un incremento en la productividad de trabajo, sino también un incremento de productividad debido a la limpieza de los productos.

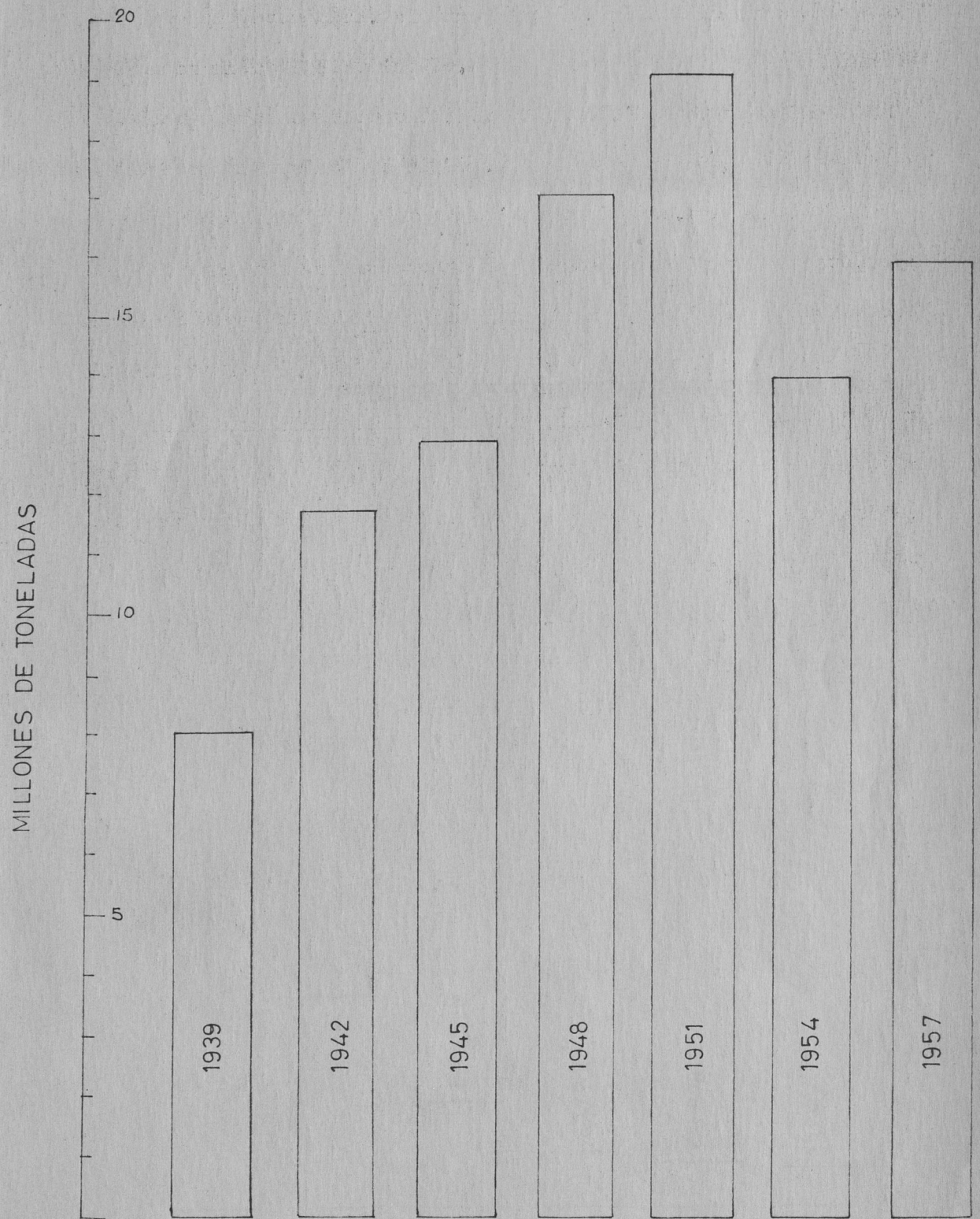
Las piezas fundidas están divididas en seis clases generales, conocidas comercialmente como hierro gris, corriente, aleaciones de hierro gris, hierro maleable, acero corriente, aleaciones de acero

y metales, aleaciones no ferrosas.

Después de haber analizado en forma general lo que es una fundición, voy a explicar el montaje de una fundición de piezas de hierro gris, capaz de hacer cualquier tipo de trabajo y producir alrededor de ocho toneladas diarias de piezas acabadas. Se ha escogido este nivel de producción porque representa una pequeña, y a la vez, unidad económica si se emplea de 30 a 35 hombres.



CRECIMIENTO DE LA INDUSTRIA DE LA FUNDICION DE 1939 - 1957 MOSTRANDO LAS CANTIDADES DE [illegible] FUNDIDAS PRODUCIDAS ANUALMENTE. TOMADO DE FUNDICION PARA INGENIERO POR HOWARD [illegible] HERTON A.C.T. EMING - JOHN WULFF.



CRECIMIENTO DE LA INDUSTRIA DE LA FUNDICION DE 1939 - 1957 MOSTRANDO LAS CANTIDADES DE PIEZAS FUNDIDAS PRODUCIDAS ANUALMENTE TOMADO DE FUNDICION PARA INGENIERO POR: HOWARD F-TAJ 2OR MERTON - C FLEMING - JOHN WULFT.

PESO DE LAS FUNDICIONES PRODUCIDAS EN 1957

DISTRIBUCION DE LAS FUNDICIONES DE LOS EE.UU DE ACUERDO AL NUMERO DE EMPLEADO.
LA ALTURA VERTICAL REPRESENTA EL NUMERO DE FUNDICIONES.

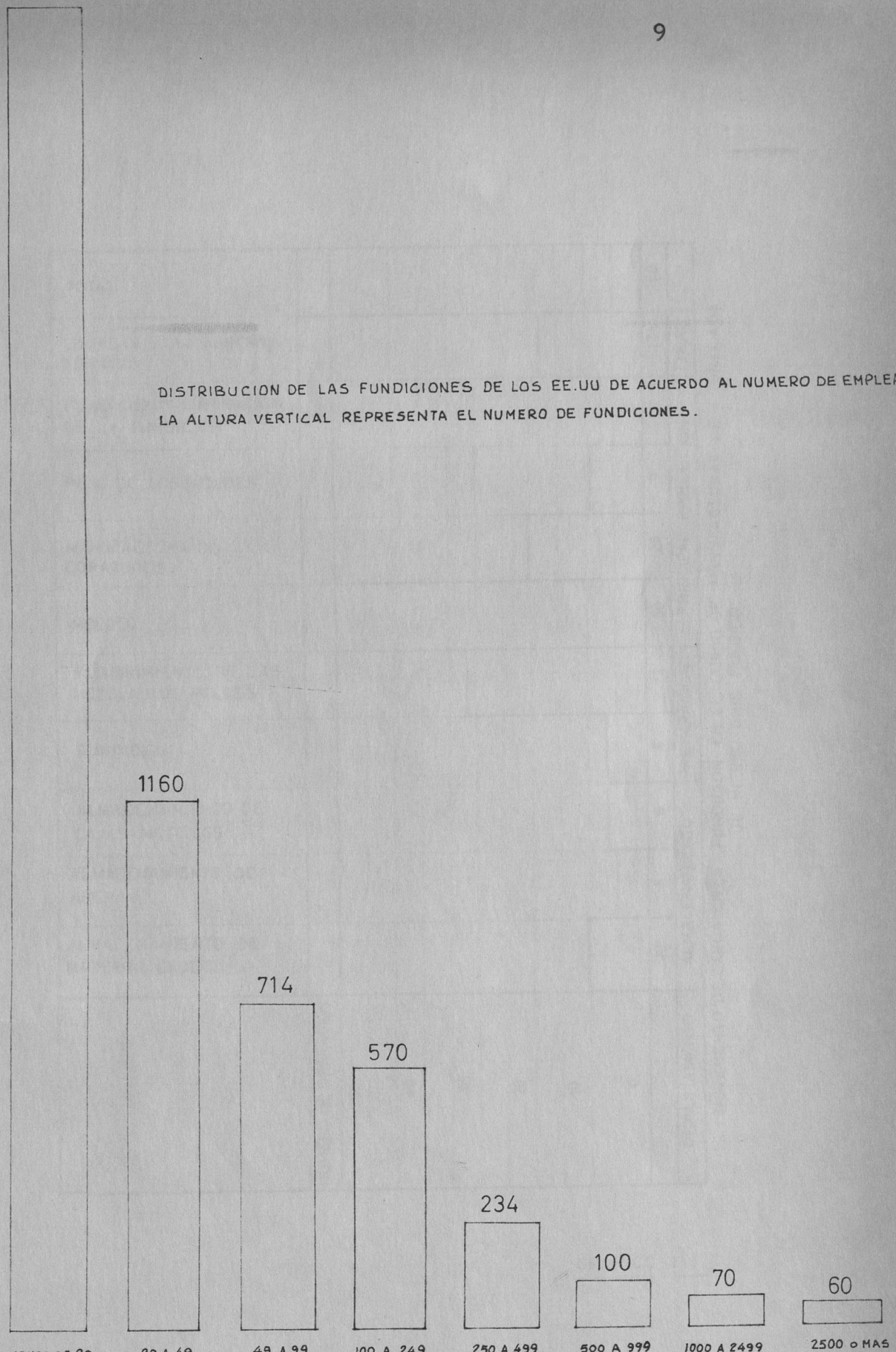


GRAFICO Nº 1.3

MOVIMIENTO DE CARGA EN LA FUNDICION EN EL CURSO DE MANUFACTURAS DE 1 TONELADA DE HIERRO GRIS FUNDIDO.

GRAFICO - 1-4

II MERCADO

a) CONSIDERACIONES GENERALES.-

La planificación y estudio se ha realizado siguiendo los siguientes rubros:

1.- Los costos del edificio están basados en los precios existentes en el Ecuador.

2.- Los costos de los equipos de trabajo están basados en los precios de importación.

3.- Los gastos por mano de obra se han basado en el promedio de los de las industrias, que tiene elaborado "CENDES".

4.- La energía eléctrica y el suministro de agua deben ser fácilmente asequibles para la situación de la fábrica.

5.- Se recomienda que el transporte sea de fácil acceso para la ubicación de la fábrica.

6.- El horario de trabajo de la fábrica debe ser de ocho horas diarias, 44 horas a la semana.

7.- Los gastos originados por el adiestramiento del nuevo personal han sido tomados, o mejor dicho, cubierto.

8.- El valor del terreno, costo de distribución y venta, flete de entrada y de salida, impuestos, se han calculado de acuerdo a las condiciones locales.

b) CONSIDERACIONES ESPECIALES .-

Para el desarrollo de la fundición propuesta se ha tomado en cuenta los siguientes factores:

1.- Debe trabajar combinando la producción en serie con la producción de trabajos generales. Al hablar de trabajo generales, se debe estudiar el negocio en consideración del número de -

clientes, que generalmente exigen piezas de diferentes tamaños. Se supone que el cliente proporciona sus propios modelos. El uso más general que podemos clasificar son:

- Para resistencia al calor: Parrilla de hogar, parte de hornilla, radiadores, crisoles, lingoteras.
- Para el desgaste y resistencia a la abrasión: Cilindros, eje de cigueñal, trituradora, mudos, placa de defensa.
- Para la resistencia a la corrosión: Cañerías, retorta, evaporadora, válvula, equipo de refrigeración.
- Para producir parte de maquinaria, parte de automóviles, refrigeradores y máquinas de lavar.
- Para servicios arquitectónicos: Columnas, trabajos ornamentales, barandas, peldaño de escaleras.

La producción en serie puede realizarse a base de hidrantes, tapas de registro, postes de alumbrado, casilleros y toda la línea de gasfitería.

2.- La capacidad de la fundición es de 15 a 20 toneladas diarias de piezas acabadas; el tonelaje para un día de trabajo cualquiera, queda determinado por la clase de trabajo que se haga; se estima que la producción promedio es de diez toneladas diarias. Una fundición de este tipo emplea de 35 a 40 hombres.

3.- Debido a la clase de trabajo que va a realizar la fundición y a la gran variedad de tamaño de las piezas, normalmente puede esperarse que en este tipo de negocio no se necesite recomendar maquinaria especial o mecanización del trabajo; tales instalaciones deben y tienen que ser hechas solamente después que se conozca la naturaleza del negocio y, cuando el costo de tal equipo pueda justificarse por el aumento de la productividad o por la reducción del costo de la mano de obra.

4.- Los modelos deben ser suministrados por los consumidores, ex
cepto en el caso de que la fundería pueda controlar estos -
utensilios del posible propietario.

5.- El presente proyecto se ha desarrollado en dos partes:

- Estudio de los materiales directos.
- Instalaciones necesarias.

6.- La fundición deberá tener suficiente flexibilidad para poder
trabajar con capacidad variable, sin recargar exageradamente
los costos de fusión.

III INGENIERIA DE PROYECTO

III-a ANALISIS DE MATERIALES DIRECTOS.- Se define como materiales directos todos aquellos que entran en funcionamiento para que la fundición comience a producir; tales materiales podemos agruparlos en los siguientes items:

- Chatarra
- Coque
- Ferroaleaciones
- Arenas
- Modelos

A continuación analizo cada uno de ellos, pero advirtiendo que solamente he considerado sus propiedades, su existencia, sus valores y otras características que ha sido necesario tomarlas en consideración.

1.- ESTIMACION DE LA EXISTENCIA ACTUAL DE LA CHATARRA.- La chatarra de hierro se origina en los desperdicios de este material en su proceso de producción, y en aquellos equipos mecánicos y sus partes que han terminado su vida útil.

Se considera chatarra de acero aquella que tiene un contenido de carbono inferior al 2 %; y chatarra para hierro gris las que contienen desde 1,7 a 4,5 % de carbono, del que una gran parte se encuentra en la estructura como grafito, dando a la práctica un color gris hasta obscuro.

Para conocer la existencia actual de la chatarra de hierro, he realizado visitas a las industrias, talleres de reparación, cementerios de vehículos y demás lugares en los que se acumula este material. En razón de la naturaleza propia del estudio, no fue posible realizar encuestas a todas las industrias y talleres en que se genera

que existe esta clase de chatarras, perlo que se confeccionó una - lista de las industrias que disponen o consumen chatarra, incluyen do las direcciones actuales:

CONSUMIDORES ACTUALES DE CHATARRA

NOMBRES :	DIRECCION :
Ferrocarriles del Estado	Durán
Epica	Avda. Domingo Comin (Calle. 9 de Octubre).
Arsenal Naval	Cañar y Vivero
Metalurgia Alemana	Avda. Domingo Comin No.610
Talleres Metalúrgicos	El Oro No.700 y Coronel
Cold River	Chimborazo y Cañar
Fundición de M. Martinez	Quito No.3102 y Portete

COMERCIANTES EN CHATARRA

NOMBRES :	DIRECCION :
Crêstodes Villegas	Rumichaca No.1115 y Aguirre
Luis y Eduardo Crow	Décima y Ayacucho
Julio Paredes	Km. 5-1/2 vía Daule
Bolívar Muentes	Maldonado No.2015 y Carchi
Antonio Andrade	Eloy Alfaro 1906 y Portete
Gilberto Rivera	Colón No.610 y Boyacá

PRINCIPALES FUENTES DE CHATARRA EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS

NOMBRES :	DIRECCION :
Ingenio Valdez	Milagro
Ingenió San Carlos	San Carlos
Ingenio Luz María	Barraganetal
Ingenio Inés María	Babahoyo
Ingenio Astra	Provincia de Los Ríos
Cantera Nacional	Km. 18 Carretera Playas

Piladora San Miguel	Milagro
Anglo Ecuadoriana	Anedn
Empresa Petrolera Cautivo	Libertad
Cuerpo de Bomberos	Guayaquil
Junta Cantonal de Agua Potable	Guayaquil

También son proveedoras de chatarra las piladoras de Milagro, Daule, Nobol y Pedro Carbo y otras industrias que en forma acelerada van instalándose en Guayaquil.

Es importante señalar que con la facilidad de transporte pue de abarcarse el mercado de Manabí, Los Ríos, El Oro y Esmeraldas, utilizando para ello una eficaz política de propaganda.

Las industrias que puedan necesitar piezas fundidas de hie rro o de metal no ferroso, serían todas en general.

En los actuales momentos las industrias que más utilizan los servicios de las fundiciones para piezas de hierro, acero o meta les no ferrosos son las siguientes:

Junta Cantonal de Agua Potable

Instituto Nacional de Obras Sanitarias

La Universal

INEDECA

La Cartonera

La Cemento

La Cervecería

y otras mucho más que están necesitando los servicios de una fundición para facilitar la resolución de sus múltiples problemas a que se encuentran abocadas para conseguir repuestos y, otras sim plemente para buena marcha de sus negocios.

Por esta razón, para determinar la existencia de chatarra en

la Provincia del Guayas procedí a analizar los datos de importaciones de vehículos y tractores que constituyen las principales fuentes de abastecimiento de chatarra, a fin de poder completar los datos resultantes de la encuesta.

Para fines de cálculo, se estimó la vida útil de vehículos y tractores en 15 y 20 años, respectivamente.

El peso total de las importaciones de vehículos en los últimos siete años se distribuyó porcentualmente en los diferentes tipos de chatarra.

CUADRO No.1

ECUADOR: ESTIMACION DE LA EXISTENCIA DE CHATARRA
(Hasta Agosto de 1.967)
Toneladas métricas

TIPO	ENCUESTADA	ESTIMADA	TOTAL
Chatarra de acero pesado	12.267 +	5.767	18.034
Chatarra de acero liviano	1.106	392	1.498
Chatarra de hojalata	1.322	-	1.322
Chatarra de hierro fundido	468	-	468
TOTAL:	15.163	6.159	21.322

+ Corresponden 5.673 toneladas métricas a chatarra de tractores y vehículos y 6.594 provenientes de embarcaciones, ferrocarriles, ingenios azucareros, etc.

CHATARRA DE ACERO LIVIANO.- La chatarra de acero liviano se produce en las planchas que tienen como máximo 12,5 milímetros de espesor y de perfiles livianos.

La existencia de este tipo de chatarra alcanzó la cifra de 2.820 toneladas métricas, de las cuales 2.428 fueron verificadas mediante encuestas y 392 fueron estimadas de acuerdo con el procedimiento constante en el Cuadro No.2.

CHATARRA DE ACERO PESADO.- La chatarra de acero pesado proced

principalmente de partes de maquinarias y de perfiles pesados.

La existencia de chatarra de acero pesado en el País se estimó en 18,034 toneladas métricas, de las cuales 12,267 se comprobaron en las encuestas y 5,767 se estimaron de acuerdo al procedimiento constante en el Cuadro No.3.

CHATARRA DE HIERRO FUNDIDO.- Se conoce como tal aquellas que contienen más del 2 % de carbono y se emplea como materia prima en las fundiciones. Proviene principalmente de las estructuras de las maquinarias.

La existencia en Guayaquil de pequeñas fundiciones, genera para este tipo de chatarra una apreciable demanda en el mercado, por lo cual la acumulación registrada es relativamente pequeña y constan principalmente de grandes masas de hierro fundido, que deben ser despedazadas antes de introducirlas a los hornos.

La existencia total de chatarra de hierro fundido a Agosto de 1,967, fue de 466 toneladas métricas, según se detalla en el Anexo No.4.

ESPECIFICACIONES PARA LA COMPRA DE CHATARRA .- Para evitar problemas en el abastecimiento de chatarra se ha estudiado dos alternativas:

- Que la fundición compre directamente la chatarra a las diferentes fuentes de abastecimiento.
- Que la fundición firme contrato con los comerciantes de chatarra para tener un abastecimiento seguro y continuo.

La primera alternativa se la desechó por las siguientes razones:

a) Por la creación de una oficina de adquisición de chatarra con su personal necesario.

b) Creación de una política de propaganda y acercamiento a las diferentes fuentes.

c) Preparación y corte de la chatarra en la industria, con el respectivo aumento de maquinaria y obreros.

Se recomienda la segunda alternativa por las siguientes razones, que de no darse beneficiará la buena marcha de la industria:

a) Un abastecimiento seguro de chatarra garantizado por los contratos con los diferentes comerciantes en chatarra.

b) A cada comerciante se le entrega especificaciones determinadas para que la chatarra que llega a la fundición se la utilice inmediatamente en los procesos.

ESPECIFICACIONES PARA LA COMPRA DE CHATARRA .- Las siguientes normas se dará a los comerciantes de chatarra para que conozcan que es lo que realmente se necesita en la industria. Estas normas han sido preparadas por el libro "EL HORNO DE CUBILOTE Y SU OPERACION", páginas 558-560.

FUNDICION DE HIERRO COLADO DE MAQUINARIA No.1.- Consistirá solamente de pedacería de hierro colado de alta calidad, que por ser evidente haber sido mecanizado, es decir, superficies cepilladas o torneadas u orificios torneados o taladrados.

Las piezas deben ser de tamaño apropiado para el cubilote y no deberá pesar más de 68 Kg. ni exceder de 60 centímetros de longitud por 45 centímetros de ancho.

No son aceptables ruedas de carros de ferrocarriles, zapatas para frenos, planchas de cocina o cualquier hierro o acero quemado, templado o maleable o crudo.

La pedacería siguiente no deberá ser aceptada bajo esta -

especificación sin autorización especial del comprador: Ruedas, cilindros de locomotoras, maquinaria quebrada y pedacería de hierro colado de alta calidad similar, rota a tamaños apropiados para el embarque y que no puedan mostrar evidencias de mecanización.

PEDACERIA DE MAQUINARIA No.1 SUSCEPTIBLE DE SER QUEBRADA.- La pedacería de este tipo contará de hierro colado que pese más de 68 Kgs. individualmente y que pueda ser quebrado por una pera (pieza pesada de esta forma que cae libremente y que se emplea para este objeto)/. Deberá estar libre de hierro templado y pedacería de acero. En otros aspectos que el tamaño, la pedacería de este tipo deberá conformarse con las especificaciones dadas para pedacería de hierro colado de maquinaria No.1.

PEDACERIA DE HIERRO COLADO AUTOMOTRIZ.- Deberá constar de - blocks de cilindros en motores de automóviles, cabezotes, múltiples, carteres o cajas de cigüeñal, volantes, limpios y razonablemente libres de grasa y tierra.

No son aceptables: Cigüeñales, bielas, magnetos, engranes de transmisión, anillos ó aros de émbolos sueltos y cualquier otra parte de acero y maleable, excepto árboles de leva, válvulas, pernos o espárragos y tuercas.

PEDACERIA DE COLADO, AGRICOLA No.1.- Consistirá de partes de hierro gris vaciado utilizados en maquinarias agrícolas.

Las piezas no deberán de pesar más de 68 Kgs. y exceder de - 60 cms. de largo por 45 cms. de ancho.

No son aceptables: Acero, hierro maleable y hierro templado, tales como puntas de rejas, ruedas de carro, zapatas de freno, planchas de cocina y hierro blanco o quemado de cualquier descripción.

PEDACERIA DE HIERRO COLADO DE FERROCARRIL No.1.- Consistirá

de la pedacería conocida universalmente con este nombre, en la que ninguna pieza pesará más de 68 Kgs. ni exceder de 60 centímetros.- de largo por 45 centímetros de ancho.

No son aceptables: Planchas de hogar, barras de parrillas, - ruedas de carros, acero, hierro maleable, hierro templado, blanco o quemados de cualquier índole.

Las ruedas de ferrocarriles consistirán de ruedas de carros de carga de hierro colado limpio.

Las planchas de hogar deberán ser limpias.

No son aceptables: Partes de hierro maleable y de acero, hierro quemado y otras pedacerías miscelánesas recogidas generalmente con este material.

ELEMENTO INDESEABLE EN LA PEDACERIA.- El encontenamiento de - chatarra puede agrupar muchos elementos químicos que a simple vista no se reconoce, ya que estos pueden estar pintados, recubiertos, soldados o de otra forma; o también puede contener toda clase de - accesorios como por ejemplo: Cemento, yeso, madera, cojinetes, aun que éstos materiales generalmente se los encuentrán en cantidades muy pequeñas.

En la fundición de hierro colado, donde se tiene tolerancia mínima para algunos de los materiales encontrados y se necesita tener experiencia y responsabilidad en la vigilancia.

La adición de metales no ferrosos significa dificultades en la elaboración de las piezas fundidas; a continuación enumero algunos:

Aluminio.- En cantidades de 0.05 % ó menos, puede ser la causa de porosidad en piezas de sección delgada en hierro suave, en cantidades grandes origina disminución en la velocidad de

vaciado de metal, ocasionando defectos superficiales en las piezas fundidas.

Antimonio.- Se lo localiza en las chatarras esmaltadas, en ma teles antifricción ataca a las propiedades estáticas y de impacto del hierro colado cuando está presente en cantidades menores al 0.025 %. La experiencia ha demostrado que interfiere en el desarrollo de un esmaltado satisfactorio en los artículos sanitarios.

Plomo.- Se ha reportado que el plomo ocasiona una extremada porosidad al gas en las piezas. Cuando se está presente en cualquier cantidad se adhiere al fondo del crisol del cubilote y puede penetrar en el lecho de arena y en los refractarios.

Estaño.- Aumenta la dureza Brinnel del hierro colado y reduce la resistencia de tracción y, particularmente las propiedades del impacto.

PRECIOS ACTUALES DE VENTAS DE CHATARRAS .-

a) Chatarra de hierro fundido.- La chatarra de hierro fundido es comprada por el consumidor final al precio de S/. 1.320,oo y S/. 900,oo por tonelada métrica, en Quito y Guayaquil, respectivamente. Sin embargo, el precio al cual se puede adquirir esta chatarra en las fuentes de acumulación es muy variable y fluctúa entre 300 y 700 sucres por tonelada métrica, esta diferencia de precios se debe principalmente a la existencia de intermediarios que compran la chatarra en las fuentes de acumulación, para luego venderlas a las fundiciones. Además, el precio está en relación con los costos de transporte según la distancia entre los centros de abastecimiento y los de consumo.

b) Chatarra de acero.- En los años que se exportó grandes cantidades de chatarra al Japón, el precio pagado por el exportador a los comerciantes en chatarra fue de U.S. $. 32,oo por tonelada métrica en el puerto de embarque. Este precio se lo puede considerar ventajoso para el comerciante, por cuanto no experimentaron los exportadores dificultades para recolectar grandes cantidades de chatarra. Actualmente debido a que no se realizan exportaciones significativas y no hay una demanda que sea manifiesto en el mercado interno, los precios a que se ofrece la chatarra de acero son muy variables. De los datos recogidos en la encuesta realizada, se deduce que el precio al cual se puede obtener la chatarra de acero en las fuentes, llegaría a un promedio de S/. 300,oo por tonelada métrica y, si se efectúa la recolección a través de intermediarios, esta podría entregarse a un precio aproximado de S/. 500,oo por tonelada.

CUADRO No.2

ECUADOR. ESTIMACION DE LA EXISTENCIA DE CHATARRA DE ACERO LIVIANA NO REGISTRADA EN ENCUESTA

(Hasta Agosto de 1.967)

Chatarra de acero liviana:	Toneladas Métricas
De vehículo	3.800
De láminas de hierro	898
Encuestada (-)	- 1.106
Exportada (-)	- 3.200
Chatarra no registrada en encuesta:	392

Fuente: Estimación realizada por CENDES.

Método de estimación: Para estimar la existencia de chatarra de acero liviana no registrada en encuesta, se tomó como fuente principal para su acumulación el 27 % del peso de los vehículos importados entre los años de 1.945 a 1.951 (Anexo No.1), a sea que se admitió una vida útil de 15 años para estos bienes. Además, se añadió el 10 % del peso de las importaciones de planchas de hierro efectuadas en los años de 1.965 a 1.966, que originan también estas clases de chatarras.

El resultado obtenido en esta forma, que llegó a 4.698 toneladas métricas, se le restó el peso de la chatarra registrada en la encuesta que proviene de vehículos y planchas de hierro (1.106), y las exportaciones realizadas a partir del año de 1.966 que sumaron 3.200 toneladas métricas, que dan un saldo de 392 toneladas métricas correspondientes a la chatarra no encuestada.

CUADRO No.3

ECUADOR. ESTIMACION DE LA CHATARRA DE ACERO PESADO NO REGISTRADA EN ENCUESTA

(Hasta Agosto de 1.967)

Chatarra de acero pesado :	Toneladas métricas :
De vehículos	8.870
De tractores	2.570
Encuestada (-)	- 5.767
Chatarra no registrada en encuesta:	5.673

Fuente: Estimación efectuada por CENDES

Método de estimación: Conociendo que las importaciones de tractores entre los años 1.940 a 1.946 alcanzaron a 2.708 toneladas métricas (Anexo No.2) y que el 95 % del peso de esta maquinaria pueden constituir chatarra de acero pesada después de 20 años de vida útil, - se calculó que la existencia acumulada por este concepto debía llegar a 2.570 toneladas métricas de chatarra hasta mediado de 1.967.

En lo que respecta a vehículos, las importaciones realizadas en el período de 1.945 a 1.951, fueron de 14.081 toneladas métricas, de las cuales el 63 % que equivale a 8.870 toneladas métricas corresponden a la chatarra de acero pesada que debió haberse acumulado hasta el año de 1.967, considerando una vida útil de 15 años para los - vehículos.

Al total de chatarra acumulada (11.440 toneladas métricas), por concepto de tractores y vehículos se le resta la chatarra verificada mediante encuesta, quedando un saldo de 5.767 toneladas métricas como chatarra no registrada en encuesta.

ANEXO No.1

ECUADOR: IMPORTACION DE VEHICULOS Y LAMINAS DE HIERRO

(Toneladas Métricas)

AÑOS:	VEHICULOS:
1.945	1.345
1.946	1.557
1.947	1.802
1.948	2.086
1.949	2.415
1.950	1.657
1.951	3.219
TOTAL:	14.081

AÑOS:	LAMINAS DE HIERRO:
1.965	4.176
1.966	4.795
TOTAL:	8.971

Fuente: Anuario de Comercio Exterior.

ANEXO No.2

ECUADOR: IMPORTACION DE TRACTORES Y VEHICULOS

(Toneladas Métricas)

AÑOS:	TRACTORES:
1.940	300
1.941	322
1.942	345
1.943	378
1.944	414
1.945	453
1.946	496
TOTAL:	2.703

AÑOS:	VEHICULOS:
1.945	1.345
1.946	1.557
1.947	1.802
1.948	2.086
1.949	2.415
1.950	1.657
1.951	3.219
TOTAL:	14.081

Fuente: Anuario de Comercio Exterior.

ANEXO No.3

ECUADOR: IMPORTACIONES DE TRACTORES, VEHICULOS Y MOTORES

(Toneladas Métricas)

AÑOS:	TRACTORES:
1.948	594
1.949	650
1.950	471
TOTAL:	1.715

AÑOS:	VEHICULOS:
1.953	3.223
1.954	3.726
1.955	4.433
TOTAL:	11.382

AÑOS:	MOTORES:
1.953	511
1.954	580
1.955	554
TOTAL:	1.645

Fuente: Anuario de Comercio Exterior.

ANEXO No.4

ECUADOR: CHATARRA DE HIERRO FUNDIDO LOCALIZADA EN ENCUESTA

PROVINCIAS:	TONELADAS METRICAS.	PORCENTAJE.
Guayas	421	90
Pichincha	5	1
Tungurahua	1	-
Cotopaxi	1	-
Azuay	30	7
Los Ríos	10	2
TOTALES:	408	100

Fuente: Encuesta realizada por CENDES.

2.- ESTIMACION DE LA EXISTENCIA ACTUAL DEL COQUE.- Continuando con el análisis de materia prima para el funcionamiento de la fundición, me toca ahora analizar el coque para fundición, como combustible - para el funcionamiento del horno del cubilote.

En los primeros tiempos se empleaba como combustible el carbón vegetal, pero con el adelanto de los tiempos modernos, este - procedimiento quedó en desuso, porque su rendimiento con respecto al coque metalúrgico era muy inferior.

Se entiende por coque metalúrgico el residuo sólido que se obtiene cuando se somete a temperaturas el carbón bituminoso.

El tiempo requerido para producir coque de fundición de buena clase, varía con las caracteristicas del horno a utilizarse.

El valor de un coque de fundición es sin duda su comportamiento en el cubilote, y es donde el comprador reconoce la buena o mala calidad del coque.

En la actualidad se han ideado o mejor dicho se ha analizado las diferentes pruebas que se somete a un coque para que el vendedor garantice su comportamiento técnico y metalúrgico en el cubilote. Los métodos de la "American Society for Testings Materiales" - son los más utilizados para el análisis. También se utilizan como referencias y guias para las pruebas del coque los métodos publicados por la "U.S. Steel Corporation", el "Ministerio Norteamericano de Minas" y la "American Gas Association".

La distribución de tamaños de coque que entra al cubilote - viene a constituir uno de los factores más importantes para obtener máximo rendimiento del cubilote.

Se ha discutido mucho y se sigue discutiendo acerca de los tamaños apropiados para operación de un cubilote. Generalmente se

aconseja un tamaño promedio entre 1/12 y un décimo del diámetro interior del cubilote; bajo ninguna circunstancia deberá entrar en la carga del cubilote, coque más pequeño que 25 milímetros.

ESPECIFICACIONES PARA EL COQUE DE FUNDICION.- En el año 1.915 la "American Society for Testings Materials" (Sociedad Americana para normalización de pruebas de materiales), en colaboración con la "Americans Foundrymen's Society" (Sociedad Americana de Fundidores), publicó especificaciones tentativas para coque de fundición, las mismas que fueron adoptadas finalmente en 1.916 como especificaciones standard. Actualmente no existe una especificación A.S.T.M. para coque de fundición. Se sigue utilizando las especificaciones A.S.T.M. pero con la inclusión de datos sobre análisis de cenizas, temperaturas de fusión de las cenizas, densidad a granel y combustibilidad.

Se ha sugerido tolerancias definidas para los tamaños mínimos y máximos del descable, y el uso de pruebas de trocado en la caída, empleando material de mayor tamaño. Las tolerancias sugeridas son:

a) Tamaño.- No menos de 20 % abajo de 50,8 mm.; en coque de 88,9 a 101,6 mm. no más de 20 % arriba del tamaño máximo con una tolerancia de más de 5 %.

b) Trocado.- No menos de 80 % en el tamaño de 50,8 mm.; no menos de 55 % en 76,2 mm.; y, no menos de 40 % en el 101,6 mm.

El Ecuador no es productor de Coque por lo que me remito al Anuario de Comercio Exterior, para analizar los últimos años de importación y, de allí deducir de donde es más conveniente realizar las importaciones.

El presente cuadro nos permite apreciar el comportamiento de los precios de importación del carbón coque en los años 1.964 a 1.965, ya que los dos últimos años, o sea, 1.966 a 1.967, no x

han editado los respectivos anuarios del comercio exterior (Cuadro No.1).

En el Cuadro No.1 se refleja las cantidades importadas en - esos años, los valores FOB, el valor CIF que es el valor FOB más el costo de fletes y seguros , y el valor en-aduana, es decir, el valor CIF más derechos arancelarios. Calculado así el valor fuera de aduana, se puede observar que ha habido una pequeña fluctuación de precio por kilo entre los años estudiados, notándose una reducción en 1.965 que se obtuvo un precio fuera de aduana de S/. 1.75 por - kilo.

El Cuadro No.2 nos muestra los principales países proveedores de este producto en los años de 1.964 y 1.965.

En 1.964, los principales países proveedores fueron: Estados Unidos, Alemania Occidental y Bélgica, cuyo costo CIF promedio para los tres países arriba mencionados y por kilo de carbón coque - fue de S/. 1.54. En general fue el Reyno Unido el país que tuvo pq ca significación como país vendedor al Ecuador de este producto,el que ofreció un precio más bajo y que fue S/. 0,88 CIF por kilo.

En 1.965, debido a un aumento de valor en el mercado norteamericano, el Ecuador redujo sus compras en este país, y fue contrarrestado por un aumento en la oferta por parte de los países - bajos, cuyo valor CIF por kilo fue de S/. 1.40. Igualmente se puede decir de Colombia que en 1.964 no se le compró carbón coque.

CUADRO Nº1

ECUADOR: IMPORTACION DE CARBON COQUE

AÑOS	PESO NETO KILOS	VALOR FOB EN SUCRES	FLETE Y SEGURO	VALOR CIF EN SUCRES	DERECHOS ARANCELA-RIOS	VALOR EX-ADUANA EN SUCRES
1964	277.985	223.988	119.222	423.210	90.201.70	513.411.70
1965	160.086	119.515	119.966	231.481	49.497.90	280.978.90

VALOR EX-ADUANA	1964	1965
POR KILO	$ 1.85	$ 1.75

CUADRO Nº 2

ECUADOR: PAISES PROOVEDORES DE CARBON COQUE
CANTIDAD Y VALORES EN MILES

PAISES	COLOMBIA		ESTADOS UNIDOS		ALEMANIA OCCID.		BELGICA		PAISES BAJOS		REINO UNIDO	
	1964	1965	1964	1965	1964	1965	1964	1965	1964	1965	1964	1965
SO NETO KILOS (MILES DE)	—	10.0	79.3	28.3	64.2	—	130.0	40.0	1.0	81.7	3.5	—
VALOR FOB (EN MILES)	—	10.1	80.3	27.9	47.2	—	92.9	27.4	0.8	54.1	2.7	—
ETE Y SEGURO (EN MILES)	—	0.2	51.9	20.2	47.8	—	98.5	30.3	0.6	61.3	0.4	—
VALOR CIF (EN MILES)	—	10.3	132.2	48.1	95.0	—	191.4	57.7	1.4	115.4	3.1	—
COSTO CIF POR KILO	—	1.03	1.67	1.70	1.48	—	1.47	1.44	1.40	1.41	8.8	—

DATOS DE PRUEBAS DE EMBARQUES DE COQUE PARA FUNDICION DE DIVERSOS PRODUCTORES

BASE SECA, %

Planta de coque	Humedad al recibirlo %	Materiales Volátiles.	Carbono fijo	Cenizas	Azufre	Troceamiento % mayor de 51 m.m.
A	0,5	0,7	89,8	9,5	0,52	94
	2,0	0,8	89,5	9,7	0,58	96
B	2,5	0,7	92,4	6,9	0,60	95
	2,0	1,6	89,5	8,9	0,69	97
C	6,0	1,9	90,1	8,0	0,60	95
	5,0	1,1	90,6	8,3	0,59	97
D	4,0	0,6	90,5	8,9	0,69	95
	1,0	0,7	90,0	9,3	0,63	95
E	2,0	1,0	90,2	8,8	0,58	93
	1,5	0,8	89,9	9,3	0,56	97
F	2,0	0,3	89,8	9,9	0,58	97
	1,0	2,6	88,6	8,8	0,63	96
G	1,0	0,7	90,5	8,8	0,66	93
	5,0	0,9	90,5	8,6	0,76	90
H	4,2	1,3	89,6	9,1	0,52	96,0
	1,5	1,3	90,7	8,0	0,69	96,5
I	0,4	0,8	92,0	7,2	0,58	97
J	0,4	0,8	88,8	10,4	- -	90
	0,6	0,7	88,6	10,7	- -	92,5
K	0,3	0,0	88,4	10,7	- -	89
	0,3	0,5	88,8	10,7	- -	87
L *	-	0,4	95,3	4,3	0,58	92
	0,3	0,7	93,8	5,5	0,60	86

* Producto a base de petróleo, vendido con el nombre registrado de "DENSITE".

3.- ESTIMACION DE LA EXISTENCIA ACTUAL DE LOS FUNDENTES EMPLEADOS EN EL CUBILOTE.- Se define como fundente a una substancia que baja el punto de fusión y ayuda a mejorar la fluidez de la escoria durante el proceso de operación del cubilote. Los fundentes se los clasifica de dos maneras:

a) Fundentes primarios.- Cal, (Oxido de calcio, CaO); piedra caliza, (Carbonato de calcio, $CaCO_3$); calcita, (Carbonato de calcio, $CaCO_3$); concha de moluco, (Ostras, ostiones, etc.); magnesia, (Oxido de magnesion, MgO) de la dolomita ($MgCO_3$ $CaCO_3$).

b) Fundentes secundarios.- Carbonato de sodio (Na_2CO_3) de las sosas fundidas (Na_2CO_3); trona mineral, (Sesquicarbonato de sodio); floruro de calcio, (CaF_2) del mineral espato - fluor, ó simplemente "espato"; carburo de calcio (CaC_2 del carburo - producido comercialmente); combinaciones patentadas de las anteriores.

Se recomienda para las mayorias de los cubilotes puedan ser - escoreados, utilizar fundentes primarios añadidos en cantidades que fluctuan entre el 2 al 7 % del peso de la carga del metal. En los - cubilotes donde se utiliza cargas limpias y condiciones favorables de operación, podria ser suficiente el 2 %, mientras que en aquellos que se tienen cargas y condiciones malas, se recomienda hasta un 7 %; inclusive podria justificarse el empleo de fundente suplementario en cantidades que varian del 0,2 al 2 %.

Como es lógico de darse cuenta, el fundente que utilizariamos en el presente proyecto serian las conchas de molusco, las que se - obtendrian con facilidad y a no dudarlo los precios serian relativamente bajos.

4.- ARENA DE FUNDICION.-

a) Generalidades.- La fundición en arena es la más usada comunmente en toda instalación, porque es un método versátil, un proceso propicio a la fundición en serie y lo que es más interesante es la economía que inside en la disminución de los costos de producción. Es el material refractario relativamente barato; disponible en cantidades - ilimitadas y extremadamente adaptable para el proceso de moldeo.

La importancia de la arena en la fundición es más manifiesta sobre todo cuando los moldes se hacen mecanicamente, ya que entonces no es posible dejar agujeros para la salida del aire, como tampoco puede pulirse ni repararse la superficie de moldeo.

Una buena preparación de la arena es la condición primordial para moldear bien, lo mismo a mano que mecanicamente.

La elección de la arena, tanto si se emplea sola como si se obtiene por mezclas de otras varias; es la base de una buena fabricación. De no emplear arena de buena calidad y bien preparada, es muy probable que las piezas fundidas se presenten de aspecto rugoso, con huecos, vetas, rasgaduras y picadas, defectosque dependen de la mala calidad de las arenas.

Para obtener buenos trabajos en fundición, hay que preparar - buenas arenas, y estas han de ser compactas, lo suficientemente plásticas para copiar los modelos y ser muy porosa a fin de que su permeabilidad facilite el paso de los gases.

b) Propiedades de las arenas de moldeo.- Es importante conocer las propiedades que posean las arenas, especialmente los obreros que trabajan en la sección de moldeo, para que ayuden a controlar las condiciones necesarias para obtener óptimo resultado. Además se le podrá exigir mayor responsabilidad en su trabajo, ya que conocen el -

material que van a utilizar.

Las principales propiedades son las siguientes:

1.- Grado de infusibilidad .- Condición importante que no permite cambios en las formas de los moldes por la elevada temperatura del metal en contacto.

1.300° para fundiciones

1.600° para acero colado

2.- Plasticidad.- En la mezcla de la arena ha de entrar la arcilla en cantidad suficiente para hacerla compacta y plástica. Si la cantidad o la proporción de arcilla es muy pequeña, los moldes se desborenan y el exceso de la misma hace disminuir la porosidad de las arenas, condición indispensable para reproducir íntegramente las formas y detalles del modelo y tomar ciertas consistencias por presión.

3.- Refractarias.- Evita que la transferencia de calor se realice en forma violenta que afectaría a la estructura metálica. En las fundiciones gris el fehómeno que se realiza es el que se disuelve el carbón formando CF3 (Cementita).

4.- Grano.- Según la aplicación de las arenas así ha de ser el tamaño del grano; cuando se funde piezas pequeñas conviene que el grano sea fino, para obtener igualmente piezas finas. Cuando más homogéneo sea el grano, más porosa resulta la arena, pues si se mezclan granos grandes y pequeños, los granos pequeños ocuparán el sitio que existe entre los granos grandes. Se aconseja que una vez realizado el desmoldeo conviene retirar las arenas quemadas o mezclarlas con un 75 % por lo menos de arena nueva.

5.- Permeabilidad.- Cuando una arena reúne las condiciones precisas, la salida de los gases se realiza con facilidad ya que -

en la mayor parte de las piezas los gases han de salir a través de las arenas sin necesidad de pincharlas. Una arena poco permeable pinchada en el molde cuidadosamente, puede ser empleada para trabajos que sin pinchar darían piezas con contra.

c) Elección de arenas.- Al elegir el tipo de arena que se va a utilizar para la preparación de moldes, es importante saber escoger, puesto que están de acuerdo con la calidad y dimensiones del producto a obtenerse.

Así por ejemplo, las arenas de grano fino se utilizan para fundir piezas de poco peso y de paredes delgadas; las de grano más grueso, o mejor dicho, de un término medio son las que se prestan perfectamente para la fundición de piezas de dimensiones medias; y, finalmente las de grano más grueso, más refractarias y más resistentes, son las verdaderamente indicadas para moldear las piezas de grandes dimensiones.

El aire y la humedad son agentes perjudiciales para el amontonamiento de las arenas, por lo que es aconsejable tenerlas almacenadas en locales donde estén al abrigo de los agentes atmosféricos.

En un taller de fundición debe estar aprovisionado de las siguientes clases de arenas:

1.- Arena de grano duro y de gran resistencia, para la elaboración de moldes que se han de someter a una desecación y para neg - ciarla con arena que ya se han utilizado en el procesodde producción.

2.- Arena de grano duro para utilizarla en los moldes de fundir - piezas de dimensiones medias.

3.- Arena de grano semi-duro para moldear piezas que requieren un trabajo más delicado.

4.- Arena negra, para la fabricación de núcleos.

5.- Arena de grano fino y muy suave al tacto, muy refractaria y poca aluminosa, para preparar mezclas especiales con otras arenas más aluminosa.

En general, la importancia de la arena consiste en ser refractaria y poseer grano-duro y resistente.

d) Preparación de las arenas.- Las arenas son preparadas mezclando los ingredientes como arena, arcillas, cereales, agua y los demás materiales que puedan necesitarse o desearse; por medio de palas o con una de las muchas variedades de mezcladoras mecánicas.

Una vez sometida a una completa preparación mecánica, se la mezcla con mayor cantidad de arena usada que si aquella se hubiese sometido solo a un tratamiento ordinario. Las proporciones generalmente adoptadas para mezclar la arena vieja a la nueva, suele ser de un 20 a un 30 % de arena nueva por un 80 ó 70 % de arena vieja.

De la preparación de las arenas depende la calidad de las piezas; cuanto mejor sea la arena, mejor acabado y presentación tendrán las piezas fundidas.

Todas estas consideraciones son principalmente para la arena de contacto con el modelo, pues el resto de la arena de un molde puede ser del montón resultante del desmoldeo, después de haber retirado las arenas quemadas.

e) Adición de las arenas.- En muchas ocasiones se requiere añadir otros materiales a más de los que comunmente se usa, como arena, arcilla y agua para obtener ciertas condiciones en las piezas fundidas. Como por ejemplo, para disminuir la expansión de la arena, obtener acabados de superficies finas o lisas se usa materiales carbonoso (Alquitran en polvo, carbón marino).

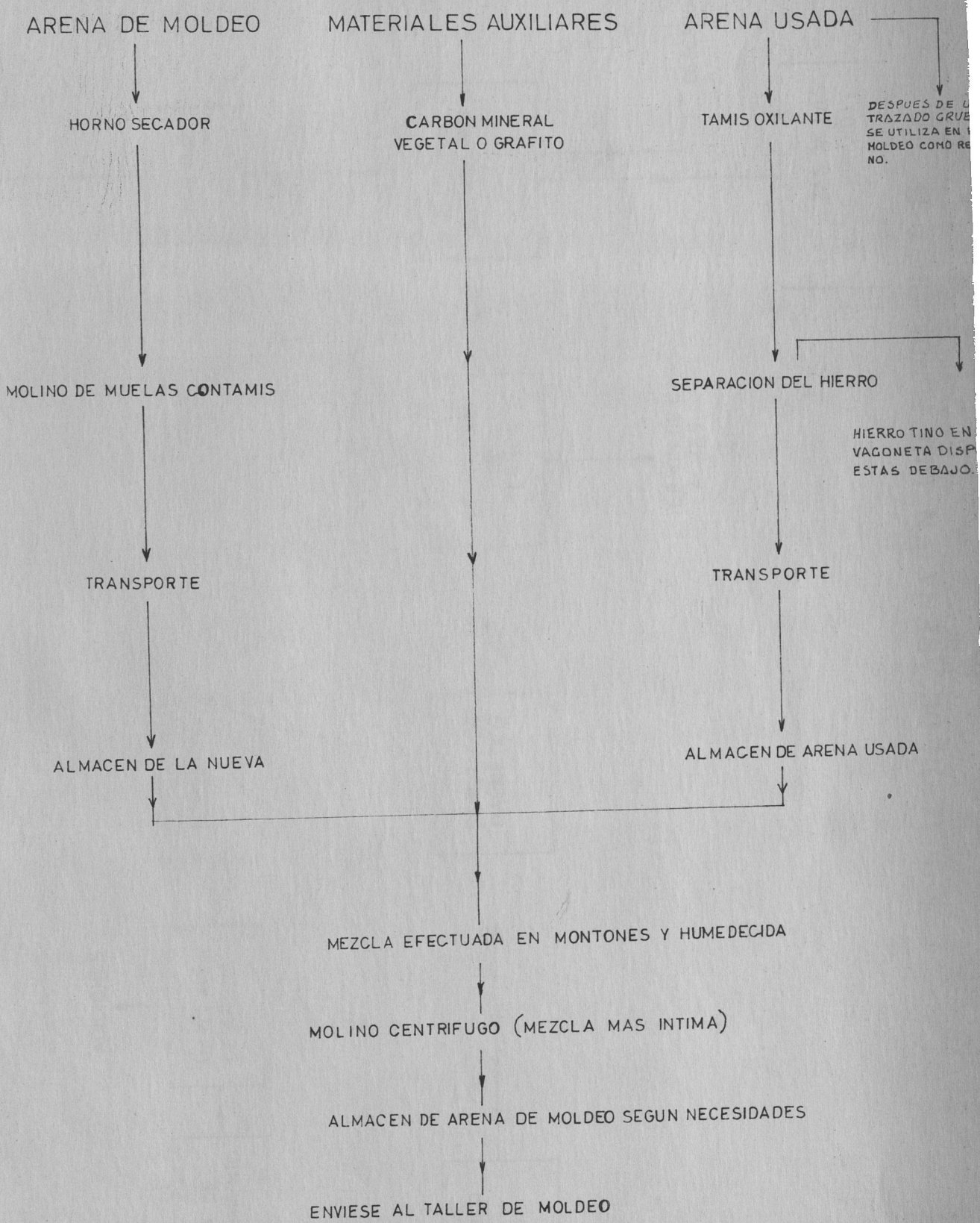
f) Almacenamiento de la arena.- En el almacenamiento hay que tener mucho cuidado, ya que no es posible operar con un bajo inventario de arena, porque los embarques podrían detenerse por el clima o por algún imprevisto que pueden ocasionar retrasos en el abastecimiento a la planta, que traerá consigo graves perjuicios a la economía de la misma.

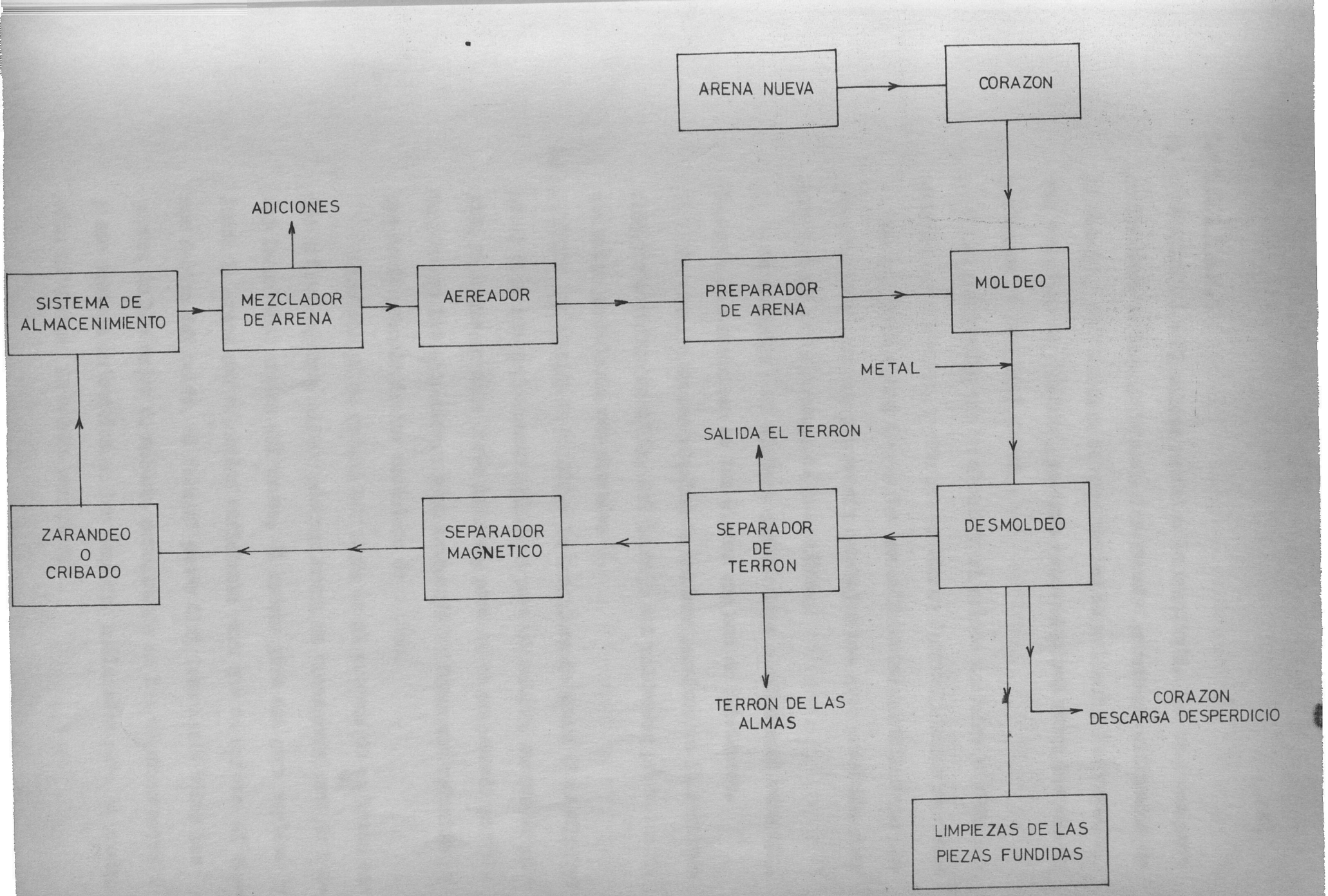
Los silos son los sistemas más económicos y prácticos, debido a que puede almacenarse una gran cantidad en un área de piso pequeño.

g) Cantidad de arena a necesitarse en la fundición.- Según el Manual del Ingeniero de Taller de Huste, Tomo No.1, recomienda que la cantidad de arena a necesitarse es de 35 a 40 Kgs. de arena de moldeo por cada 100 Kgs. de fundición terminada; o también cerca de cuatro a cinco toneladas de arena es preparada y manejada por tonelada de fundición producida. Estos son factores importantes porque debido a su influencia se determina si es conveniente o no la mecanización. Sin embargo, partiré para los cálculos tomando como referencia lo que indica el Manual; por lo tanto la cantidad de arena necesaria es de 60 toneladas más un 10 % por pérdida de transporte y manejo, nos dá como resultado 66 toneladas semanal, puesto que la fundición va a tener un promedio de 30 a 40 toneladas de piezas acabadas, que lo aconsejable como iniciación de producción de una fundería.

h) Regeneración de las arenas.- La regeneración de la arena es estrictamente un asunto de economía, puesto que debe balancearse el costo de la regeneración de arena vieja contra el costo de emplear arena nueva para el mismo objeto.

SECUENCIAS DE OPERACIONES EN LA PREPARACION DE ARENA





CIRCULACION DE ARENA EN UNA FUNDICION 4-B

5.- M O L D E O.-

a) GENERALIDADES.- El moldeo mecánico ha sustituído los antiguos procedimientos de trabajo manual. Los grandes progresos realizados en el diseño y construcción de maquinarias de moldear y las ventajas que con ellas se obtienen, colocan estas máquinas entre las más importantes en las fundiciones.

El desarrollo que ha obtenido el moldeo mecánico ha sido muy notable e imprevisto, y promete continuar desarrollándose de manera que las fundiciones tengan los procedimientos sencillos que le permitan fabricar las piezas más complejas con gran precisión y mayor rapidez en la entrega de los pedidos.

La elección del sistema que conviene adoptar está relacionado según la naturaleza de las piezas que han de fabricarse.

La ventaja de una máquina de moldear consiste en la sustitución, por maniobra sencilla, del trabajo del moldeador profesional, que exige un salario más elevado.

b) ELECCION DEL METODO DE MOLDEO.- La lanzadora de arena (Sand-Slinger) es el tipo más ampliamente utilizado para el moldeo, aunque de partida se tiene un alto costo inicial, pero se ve compensado por la rapidez en las operaciones y un apisonado uniforme con relación a los demás procedimientos mecánicos de moldeo.

Consiste en un rodete instalado en el extremo de un brazo con dos articulaciones, alimentado por arena en transportadores de bandas instalados encima del brazo. El rodete gira con gran rapidez y lanza la arena con velocidad suficiente para que se apriete al chocar dentro del molde. El cabezal puede dirigirse hacia todas las partes de las cajas de moldeo, manualmente en las máquinas mayores y con control automático en las pequeñas utilizadas para la producción intensivas de moldes pequeños.

e) CAJAS DE MOLDEO.- Las cajas tienen tal importancia para el buen rendimiento y economía del taller de fundición, que es indispensable mantener una buena cantidad de ellas y de dimensiones diversas. Las que se usan más frecuentemente son las de formas cuadradas, puesto que la mayoría de los trabajos que se presentan se adaptan mejor a ese tipo que a cualquier otra forma; de donde podemos sacar como conclusión que el mayor número de cajas deben ser cuadradas, a no ser que las exigencias de la producción nos obligue a utilizar otro tipo de forma.

Se recomienda que para trabajos pequeños que han de ser manejados por un solo obrero, es conveniente que no sean muy pesadas, ya que de lo contrario el obrero terminará su jornada con sus energías completamente agotadas.

Si a las cajas se le da el trato que corresponde a su sencillez, su duración será prolongada.

Las dimensiones recomendadas por la experiencia en otras fundiciones para moldear piezas de muy variado tamaño son de: 50 x 50, 60 x 60, 70 x 70, 80 x 80, 90 x 90, 100 x 100, 110 x 110 cms. Algunas cajas suelen hacerse de forma que se puedan agrandar atornillándose suplementos, con el objeto de aumentar su tamaño, según las necesidades.

Para la producción en serie se utilizan cajas desmontables o que se desarman, lo que proporciona un ahorro muy notable.

d) PROCEDIMIENTO DE MOLDEO.- El arte de moldear no es más que una rama. El moldeo consiste en obtener la forma dentro de la cual se vertirá el metal líquido para obtener piezas fundidas.

En los talleres de fundición se siguen varios procedimientos para hacer los moldes, pero como la confección de estos bajo tan - distintos aspectos resulta muy difícil una verdadera clasificación de los diferentes tipos de moldeo.

El material que voy a utilizar es el de arena verde, que es el más económico y ventajoso por las razones expuestas a continuación:

1.- No se realiza ninguna clase de gastos ni existe pérdida que encarezca los costes, puesto que el molde se utiliza tal cu no está.

2.- El control de la humedad se realiza de la manera más fácil y sencilla, y esta puede variar entre el 3 % al 6 % (Dependiendo del tipo de arcilla de arena.)

3.- La permeabilidad puede conservarse suficientemente alta como para impedir sopios causados por el desprendimiento de vapor y otros gases.

MÉTODOS DE MOLDEO

NOMBRE:	CARACTERISTICAS:
Apisonado a mano	1.- Dureza variable 2.- Laborioso y lento 3.- Bajo costo inicial 4.- Gran cantidad de mano de obra.
Apisonado a sacudidas	1.- El molde se levanta y cae repetidamente 2.- Trabajo duro para el equipo 3.- Densidad dispareja desigual 4.- El mejor para superficie - horizontal.

Prensado o apriete por presión	1.- Solamente se necesita un trabajo relativamente pequeño. 2.- El mejor para caja de moldeo, poco profundo.
Apisonado por proyección (Sand-Slinger)	1.- Operación rápida 2.- Alto costo inicial 3.- Apisonado uniforme

e) EL MODELO .- Los modelos son preparados por los modelistas, y tienen la misma forma las piezas fundidas con ellos. El moldeador construye el molde cubriendo el modelo con arena.

Materiales con que se hacen los modelos. Los modelos son generalmente hechos de madera, no obstante, una gran parte de ellos pueden hacerse metálicos cuando el moldeo se va a repetir muchas veces con el mismo modelo. En ciertas ocasiones se hacen modelos de barro cuando se trata de piezas grandes.

De la buena disposición de los modelos dependen principalmente la perfección de las piezas y el obtener un buen rendimiento del moldeo, por lo que se hace necesario estudiar con mucho detenimiento el despiece de estos; es preferible que el modelo resulte costoso para que el moldeo consuma menos mano de obra. Si se moldea con un modelo mal preparado, salen siempre piezas imperfectas. El molde se rompe al extraer el modelo, a parte de que el retoque del molde nunca queda perfecto; es preferible confeccionar nuevos modelos ya que en casos contrarios ocasionaría mal acabado de las piezas.

Dimensión de los modelos.- Los modelos se hacen con los aumentos correspondientes para la contracción, dependiendo este aumento del metal con que se va a realizar el trabajo. Sin embargo, recomiendan una variación del 1 al 2 %.

su facilidad de mecanización, rapidez de encolado y buena barniza dora. Para modelos pequeños, medianos en particular, que han de - usarse repetidamente, es mejor una madera dura. La caoba se emplea por lo general para modelos de esta clase, aunque algunos prefieren cerezos. Como la caoba tiene el grano compacto, no es sensible a - los cambios atmosféricos, como otras de su misma especie, aunque a veces resulta muy cara su utilización. Cuando se utiliza cerezo nun ca se emplea madera jóven. El asbesto y el abedul sirven especial - mente para modelos torneados, pues toman un buen acabado; la madera blanca es a veces empleada en lugar del pino, pero es inferior a es te último y resulta más sensible a los cambios atmosféricos.

Elección de las maderas.- Al escoger la madera es importante que se encuentre madura y seca; se recomienda secarla en hojas espa ciales o que hallen estado almacenadas durante uno ó dos años antes de usarla, según el tamaño de los tablones.

Durante la maduración o proceso de secados, la humedad va sien do eliminada de los poros de la madera, y estos se contraen especial mente en la dirección perpendicular a las fibras más que en la longi tudinal.

Naturalmente, después que ha sufrido este cambio, el material resulta menos propenso a torcerse, aunque tuviera vapor acuoso en - tiempo húmedo. Además, los modelos tienden a absorver la humedad de la arena, para evitarlo se barniza. Las maderas verdes o las empapa das en agua no deben colocarse en secaderos porque los extremos se secan más rápidamente que el resto del tablón, produciendo raspadu ra.

En un tronco hay lo que se llama albura y el corazón; lo pri mero constituye las capas externas, cuya propiedad no son tan bue- nas como los del corazón y la tendencia a torcerse, por lo que se

evitará su empleo.

Barnices para modelos.- Los modelos destinados a usos repetidos deben barnizarse para protegerlo de la humedad, en especial - cuando se moldea en arena húmeda. El barniz usado debe secarse rápidamente, dejando una superficie lisa; la laca amarilla se emplea mucho, se obtiene disolviendo la laca en alcohol. A veces se usa - alcohol de madera, pero es de clase inferior.

El color del barniz para indicar los asientos del macho, es distinto al del cuerpo del modelo, para distinguirlo rápidamente. El barniz de laca negra (que es el color generalmente usado para - ello), se prepara mediante la adición del negro de humo, que debe ser de buena calidad y con polvo y sin grano.

El barniz rojo se hace añadiéndole bermellón claro, todos - los polvos de coloración deben estar finamente pulverizado; por lo menos se aplicará tres manos de barniz a los modelos y frotándose la superficie con papel lija después de aplicar las primeras capas para obtener una superficie lisa.

Colas para modelos.- Existen en el mercado varias calidades de colas, tanto en forma líquida como en escama o pulverizadas. La mejor calidad, como regla general, es la de color ámbar, en escamas delgadas. Cuando la cola debe ser empleada en pequeñas cantidades, la forma pulverizada tiene la ventaja de poder prepararse rápidamente. La cola de preparación reciente es la más fuerte , y si es de buena calidad permite encolados muy finos, siempre que sea - posible modelos encolados deben ser reforzados con clavos o tornillos. Las uniones que deben encolarse, deben ajustarse cuidadosamente, porque la cola no es efectiva cuando no existe un buen contacto.entre la superficie; antes de aplicarse la cola debe limpiarse

la superficie del polvo de papel de lija o de cualquier otra partícula extraña, a fin de que la cola penetre en los poros, lo cual es muy importante.

Si el exterior de la fibra deben colarse, se aplicará primero una mano de cola para llenar todas las porosidades y, cuando esté seca se aplicará una segunda mano en la superficie pegándola inmediatamente después. Si no se dá la capa preparatoria; la forma del grano absorve la cola y resulta una junta débil. La cola caliente debe ser lo suficientemente fluida para poderla extender fácilmente.. Se prepara más espesa para la madera de pino que para aquellas otras fibras más apretadas, como la de encina; porque el resultado de la unión o encolado, depende de la cuantía en que la cola penetre en los poros de las maderas. Todas las juntas encoladas deben ser fuertemente apretadas entre sí con grapas, inmediatamente después de aplicarse la cola, dando un tiempo suficiente para su secado, que en general se toma entre 10 y 12 horas en un ambiente seco.

Tolerancia para contracción.- La tolerancia admitida en los modelos para poder compensar las contracciones de las fundiciones durante el enfriamiento del metal son: Hierro fundido 3/32" a 1/8" por pies (0,9 a 1,0 %); latón común 3/10" por pies (1,56 %); latón amarillo 7/32" por pies (1,88 %); bronce 5/32" por pies (1,3 %); aluminio de 1/8" a 5/32" por pies (1,04 a 1,3 %); acero colado 3/16" por pies (1,56 %). La intensidad de la contracción depende en gran parte de la forma y dimensiones de las piezas.

Una fundición común que sea larga con respecto al ancho, se contrae de manera diferente de otra más compacta, aunque ambas tengan el mismo peso e igual material. Las piezas fundidas de hierro de gran tamaño, pueden contraerse 1/10" por pies (0,83 % ó menos); mientras que las piezas menores del mismo material se contraen 1/8" por

pies (1 %). Una pieza cilíndrica o de forma de columna se contraerá más longitudinalmente que en sentido transversal; en consecuencia cuando se hacen moldes para piezas más bien grandes de esta clase, las tolerancias deben ser de un décimo (1/10") por pies (0.83%) en sentido longitudinal, y del 1/20" a 1/16" por pies (0.42 a 0.52 % radialmente).

Para tubos y demás fundiciones huecas, las contracciones laterales son mucho menores que en piezas macizas o con paredes gruesas.

Los modelistas usan una regla de medida que tienen las graduaciones mayores que las normales y que por tanto compensan directamente la contracción.

Una regla general para columnas de diámetro comparativamente pequeña con relación a su longitud, tales como las usadas para edificación, consiste en poner 1/8" por pies (1.04 %) para la contracción longitudinal, y se desprecia la contracción diametral. Las mayorías de los modelistas para piezas de maquinarias, han adoptado para uso general la tolerancia de 1/10" por pie. Sin embargo, debe aclararse que estas tolerancias no es adecuada para todas las formas de fundición, aunque significa una norma que elimina la confusión propia de un gran número de reglas para diferentes clases de trabajo. No pueden establecerse reglas fijas con respecto de tolerancia de contracción, pues esta depende de las prácticas y condición de locales.

Salidas para modelos.- Las salidas para modelos o cuantía de inclinación de las superficies laterales para facilitar el desmoldeo del modelo depende del tamaño y forma de este. Una regla general es de una inclinación del 1 %. El término medio para pequeños modelos es de 0.05% aproximadamente, y en algunos casos puede --

ser inferior pero sin descender nunca del 0,25 %.

La cara superior del modelo en la posición del moldeo debe ser la mayor y por tanto la inclinación la reduce la cara inferior Algunos modelos no requieren salida por poseerla ya de natural las caras laterales de las piezas, es decir, que estas caras laterales no están en ángulo recto con las caras horizontales. Algunas veces no se da salida a modelos muy pequeños.

Margen de mecanización .- La cantidad agregado al molde para permitir la mecanización de la pieza, depende del método de mecanización, del tamaño de la pieza y de la importancia que se asigne al acabado superficial de la pieza libre de defecto. Si las piezas después del desbaste deben acabarse por un esmerilado con muela, muy poco será el margen necesario y, sólo deberá proveerse la tolerancia de acabado. Las piezas pequeñas que deben ser acabadas con fresas o limadas, requieren generalmente 1/8" (3,175 m.m.) - para las operaciones de mecanización, mientras que las piezas de gran tamaño para soporte de máquina, volantes, cilindro de bomba, frecuentemente tienen margen de 3/4" a 1 pulgada (19 a 25 m.m.).

Colores indicadores para modelo .-Los colores indicados a continuación son generalmente recomendados como norma para modelo de fundición y caja de macho construído de madera. Estos colores han sido aceptados por la Bureau of Standars, la American Foundrymen's Association, la Steel Founder's Society of American, The Malleable Iron Research Institute,y por numerosas sociedades e importantes fábricas de los EE.UU.

1.- Las superficies que no deben maquinarse se pintan de negro.

2.- Las superficies que se han de maquinarse se pintan de rojo.

3.- Los asientos para piezas sueltas se marcan con rayas rojas

sobre un fondo amarillo.

4.- Las portadas de machos y asientos para cortar el macho suelto, se pintan de amarillo.

Los colores pueden obtenerse por mezclas apropiadas de pigmentos baratos con barnices o laca.

Modelo del metal .- Los modelos de metal son especialmente adecuados para el moldeo a máquina, debido a su duración y mejor conservación de la forma original. El modelo patrón original generalmente se hace de madera, y el modelo metálico obtenido con el se acaba para obtener el modelo metálico definitivo.

Los materiales más empleados son: latón, hierro fundido, aluminio y acero. Los modelos de latón contienen una gran proporción de estaño y que confiere a la superficie un aspecto pulido. El hierro fundido se usa por lo general para piezas de gran tamaño siendo más barato que el latón y más durable. Los modelos de hierro fundido son muy usados para máquina de moldear. Los de aluminio, aunque resulten más ligeros se contraen considerablemente. El metal - blanco se emplea a veces cuando es necesario disminuir la contracción. Los vertederos o agujeros de colada para el molde puede fundirse o formarse de plancha de latón.

Algunos modelos se hacen de caucho vulcanizado, especialmente para trabajo ligero de mecanización con martillo.

Obtención del peso fundido por el peso del molde.- Para calcular de manera aproximada el peso de la pieza fundida, multiplíquese el peso del modelo por el del factor dado en la tabla que se acompaña; por ejemplo, si el peso de un molde de pino blanco es 2 Kgs., - cuál será el peso de la pieza del hierro colado obtenido de este modelo?.

Peso de la pieza = A 2 por 16 = 32 Kgs. Si la pieza tiene macho, llénese su caja con arena seca y multipliquese el peso de la arena por cada uno de los siguientes factores:

Para el hierro fundido 4, para el latón 4.65, para aluminio 1.4; réstese luego del peso de la pieza maciza el producto de multiplicar el peso de la arena por el factor dado y se obtendrá el peso de las piezas con los huecos.

Como el peso de la madera varia considerablemente los resultados obtenidos mediante el empleo de la tabla solo son aproximados, pues los factores de estos se basan en el peso medio de la madera mencionada. Para modelos de metal, los resultados son más precisos.

MATERIAL DE MOLDEO	Hierro Fundido	Aluminio	Cobre	Zinc	Latón
Pino blanco	16	5.7	19.6	15	19
Caoba	12	4.5	14.7	11.5	14
Cerezo	10.5	3.8	13	10	12.5
Hierro fundido	1	0.30	1.22	0.95	1.17
Aluminio	12.85	-	3.44	27	3.3

El modelista como obrero especializado.- El modelista es la persona responsable de la construcción de los modelos de las piezas fundidas que el dibujante traza sobre el papel. Debe poseer conocimientos técnicos, puesto que la mayoría de los dibujos están hechos especialmente en muy pocos casos para la carpintería, de manera que el modelista ha de entrar no sin cierta dificultad el trabajo de los dibujos de construcción; el desconocimiento de aspectos técnicos encarece los modelos, puesto que obliga a menudo a variaciones o a ejecuciones de cajas de machos especiales.

El modelista debe ejecutar su trabajo de manera que el moldeo no ofrezca dificultades, debe añadir a las dimensiones del dibujo los porcentajes necesarios para la mecanización, y además debe poseer cierto sentido de las formas para redondear los vértices o los rincones, dando a la pieza una forma agradable, puesto no siempre se da en el dibujo estos redondeados de salientes y de hueco, porque la escala es demasiada reducida para ellos y al hacer el modelo se completa la forma.

Las contracciones se contrarrestan dando previamente al modelo tolerancias para las diferentes clases de piezas a fundirse. Para dar estos valores se utilizan metros especiales "de contracción" y estos se los puede adquirir en el comercio en la forma de reglas metálicas especialmente graduadas de 500 a 1.000 partes y donde las longitudes son de 500 a 1.000 m.m. aumentadas en las contracciones, cuyos valores medios son los siguientes:

FUNDICION	Gris	Piezas delgadas: 10%	
		Piezas gruesas: 7%	
		Piezas cilíndricas coladas verticalmente	Sobre la altura 5 a 6% Sobre el diámetro 7 a 8%

Queda en completa libertad el modelista para que escoja los grueso de madera así como los medios auxiliares; lo único que se le exige es que construya un modelo impecable de buenas formas que cumpla su objeto.

Las exigencias del trabajo nos obliga a hacer una buena selección del obrero, lo que representa que se le pague un salario elevado o mejor dicho igual al de los obreros industriales mejor remunerados.

El gasto que de ellos se deriva es sinembargo soportable, cuando por otra parte la carpintería de modelo está bien administrada.

Suministro de materia prima .- La norma que debe regir en la fundición para el suministro de materia prima se encuentra resumido en el punto siguiente:

asegurarse de un abastecimiento ininterrumpido y a largos plazos de materias primas, de calidad adecuada a precios favorables y provenientes, dentro de lo posible, de fuentes diferentes.

III- b INSTALACION DE UNA FUNDICION

GENERALIDADES.- Al realizar un estudio y planificación de una industria en muy pocas veces se llega a elegir un emplazamiento que reuna las condiciones deseables, más aun, cuando se encuentra ventajas desde cierto punto como por ejemplo, de construcción, presentan inconvenientes que reducen las importancias de esas ventajas.

Las funciciones que reunan todos los requisitos deseables son sumamente raras, más bien debe mantenerse un espíritu de sobriedad y economia en las edificaciones y demás anexos.

Las normas que generalmente recomiendan para un emplazamiento conveniente, son las siguientes, pero con la alternativa de aplicar las de acuerdo a las necesidades de cada País.

1.- Procurar de elegir el sitio o el lugar donde el aprovisionamiento de materia prima como la entrega de sus productos, se realicen con facilidad y aun más tratando en lo posible de utilizar el tráfico ya establecido.

2.- Elegir un terreno muy seco y duro, para lo cual se aconseja - realizar pruebas para tener conocimiento de la humedad del terreno, las mismas que deben estar de acuerdo con los trabajos que se va a dedicar la fundición. Cuando se edifica en un lugar húmedo, se tiene como resultado piezas defectuosas e inservibles, debido precisamente a esta misma humedad.

3.- La fundición tendrá que estar dotado de buena luz natural, por lo que se procurará colocar el mayor número de luceras para evitar que el sol no moleste al que trabaja y no se sequen los moldes cuando se están terminando, ni los montones de arena; - en caso de que sucede lo contrario, se tiene como consecuencia que el trabajo sea desagradable y en muchas ocasiones origina

la disminución del rendimiento del operario, dando como resultado piezas defectuosas.

4.- La ventilación es de extraordinaria importancia para el buen funcionamiento de la fundición. En las modernas instalaciones, los hornos, la preparación de arena y todos aquellos lugares donde se origina polvo o gases hay instalados evacuaciones automáticas que evitan en gran parte los problemas de respiración.

5.- La división de los talleres debe ser hecha de tal manera que las labores de cada una de ellos no sean interferidas mutuamente.

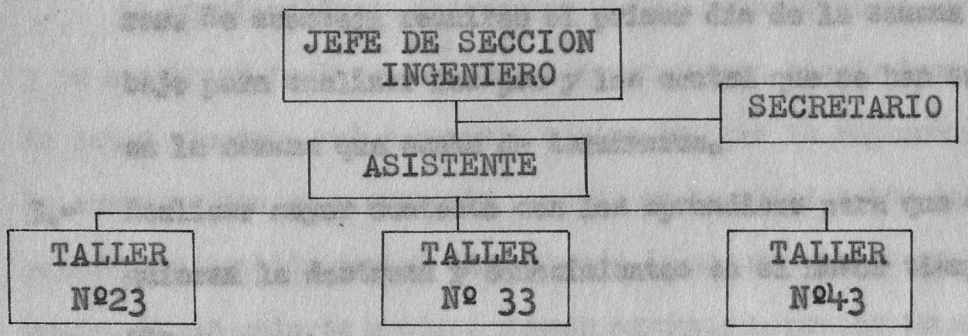
6.- Las construcciones deben tener la suficiente altura para evitar las molestias de los gases y polvos. Debe poseer por lo menos una puerta que permita la entrada de camiones con cargas elevadas o la salida de los mismos. La altura de las puertas debe ser algo superior al gálibo de carga permitido en la carretera.

Estas son las normas que he seguido para el desarrollo del proyecto, las mismas que de una manera u otra me han facilitado para realizar con mayor facilidad el estudio y planeamiento.

A continuación entro a analizar las maquinarias y equipos de producción y el personal, requerido. En cada uno he tratado, o mejor dicho, he comenzado por el Organigrama respectivo que según experiencias es de donde nacen las mayores dificultades.

ORGANIGRAMA DE LA FUNDICION.- A continuación detallo el organigrama de la fundición hasta la línea de las diferentes secciones, las mismas que se identifican por números para tener mayor agilidad y eficiencia en los trámites .

El Organigrama de las demás secciones o talleres lo iré explicando a medida que analice cada uno de ellos.



Taller No.23: Incluye los hornos y el moldeo.

Taller No.33: Es el de laboratorio de prueba metalúrgica.

Taller No.43: Es el de molderia.

FUNCIONES DEL JEFE DE FUNDICION.- Cargo que debe ser ocupado por un Ingeniero técnico, puesto que es el único responsable de la buena marcha de la industria. Aun más se requiere tener conocimientos y experiencias para poder resolver cualquier problema.

Es el llamado a resolver cualquier discusión entre los jefes de las diferentes secciones y en muchos casos a él le toca decidir cuales serían las soluciones más aconsejables.

Sus principales obligaciones y deberes se las puede resumir en los siguientes puntos:

1.- Organizar y distribuir los trabajos de toda la fundición.

2.- Estudiar y planificar la producción de la fundición. El -

tiempo mínimo aconsejable es de una semana. Esto debe realizarse en común acuerdo con los jefes de los diferentes talleres. Se aconseja reunirse el primer día de la semana de trabajo para analizar los pro y los contra que se han sucedido en la semana que acaba de terminarse.

3.- Realizar mayor contacto con los aprendices para que estos adquieran la destreza y conocimientos en el menor tiempo posible.

4.- Procurar que los operarios no desperdicien su tiempo por ningún motivo y en caso contrario estudiar el origen de estas pérdidas.

5.- Inspeccionar directamente las calidades de las diferentes materias primas que van a utilizarse en la fabricación de piezas fundidas.

6.- En caso de diferencias entre el jefe de cada sección y los operarios, le toca resolver; en caso que el problema presente gravedad, comunicarlo al organismo máximo de la compañía para que en común acuerdo se tome la solución más conveniente.

VENTAJAS DE LA MECANIZACION DE UNA FUNDICION Y MEJORA DE METODOS.- Las razones que motivan la mecanización de una fundición son las siguientes:

1.- Reducir los costos de mano de obra.

2.- Reducir los costos de materiales empleados.

3.- Incremento de la capacidad con respecto al espacio disponible.

4.- Mejorar la calidad del producto.

Para reducir los costos de mano de obra por mecanización pocos hombres son necesarios para transportar el mismo tonelaje o un

mayor número de tonelaje se puede producir, con el mismo número de operarios, utilizando maquinarias o las dos cosas a la vez.

La disminución de los costos de los materiales ha progresado y se continuan realizando investigaciones para seguir incrementando estos ahorros, así tenemos por ejemplo, que la regeneración de la arena es una gran economía no solo en la eliminación del transporte sino también por el desmenuzado de arena, que es usado nuevamente. Estas mejoras y otros nuevos agregados, proporcionan un verdadero incentivo para continuar el estudio que traería como consecuencia un menor costo y una mejor calidad. Arenas mezcladas mecánicamente tienen una mejor calidad y sus resultados se reflejan en la bondad de los productos obtenidos.

Es de importancia enfatizar que cualquier mecanización ha introducirse en las diferentes secciones que componen la industria, debe ser el resultado de un análisis profundo y detallado para no caer en el error que después de poco tiempo son declarados insuficientes y aun más estos adelantos deben representar para la compañía la menor inversión de capital posible. Como ejemplo, la experiencia demostró que una sustancial reducción en los costos de esmerilado, puede ser obtenido usando mezclas a presión o mezclas especiales para múltiples usos; el costo de estas mezclas es muy pequeño y resultó muy elocuente, puesto que se obtiene un ahorro de un 20 a 30 %, y en los costos departamentales puede esperarse un ahorro que fluctúa entre el 10 al 40 %.

En el caso de que una planta es mecanizada las normas ha seguirse a través de un tipo de mejora sugeridas, no existen sino - más bien se van realizando por etapas. Un buen ingeniero Jefe de Planta, con iniciativas e imaginaciones y con la cooperación de los

trabajadores y directivos, puede obtener óptimos resultados, especialmente en trabajos individuales de operación o piezas de equipos. Sin embargo, debe tener en cuenta que todo esto debe hacerse a base de una política permanente y no afectando a la operación de otros equipos.

También es importante señalar que cada unidad mecanizada en la planta es en efecto parte de otra unidad, y cualquier dificultad en la línea mecanizada, donde quiera que esta se efectúe afecta al balance de operaciones. Esto puntualiza la importancia de una buena programación de producción y organización de los materiales, y también enfatiza la necesidad de un buen programa de mantenimiento preventivo.

Considerando el problema del mantenimiento, solamente es reconocido cuando incrementa la producción, debido a las menores pérdidas de tiempo por fallas mecánicas o de otros tipos.

El mantenimiento a realizarse tiene dos etapas:

1.- El llamado de reparaciones que prevee reparaciones durante las fallas.

2.- El otro es el que realiza un mantenimiento para preveer las fallas.

El programa de mantenimiento debe ser cuidadosamente planeado, y esto puede resumirse en los siguientes puntos:

a) Inspección general de la planta por el Jefe de Mantenimiento.

b) Programación de trabajos de mantenimiento diario, basados en las fallas encontradas por el Jefe.

c) Programa de reemplazos regulares de materiales defectuosos.

d) Estudio de las fallas de cada equipo con miras a determinar las causas y entonces arbitrar las medidas necesarias para

que no vuelvan a suceder.

Los resultados obtenidos dan un 65 % de eficiencias, y la causa primordial de pérdidas fue el problema de dirección que ocasiona ciertos resentimientos a los obreros, motivados por la insuficiente e insegura información de las órdenes de trabajo, lo que demuestra la importancia de las órdenes de trabajos y por ende un efectivo - planeamiento y organización.

En resúmen, en una industria que se aplique una buena programación de trabajos, se obtiene un resultado como un ahorro del 15 al 20 %, que beneficiaría tanto a la industria como a los que le sirven.

DEPARTAMENTO DE FUSION Ó TALLER No.23 .- La parte principal de toda fundición es la fusión de metales para el colado que es esencialmente un asunto de transferencia de calor. El calor se añade primeramente al metal frio y sólido para fundir y sobrecalentar el metal fundido, hasta que alcance la temperatura deseada y por lo tanto sea perfectamente fluido para que se pueda vertir dentro de los moldes. Para este efecto se utilizan diferentes clases de hornos, que - pueden ser empleados en operaciones de fundición; sinembargo los requerimientos de la fundición son únicos y uno u otros tipos de hornos puede ser mejor para determinado operación. Asi tenemos que los hornos de hogar abierto son convenientes para grandes fundiciones que - precisan de 10 a 200 toneladas de metal fundido al mismo tiempo. En un taller mediano de fundición donde se requiere de 1 a 15 toneladas de metal a intervalos frecuentes, puede resultar mejor un horno de arco eléctrico o uno de cubilote. En las fundiciones pilotos o de - pequeña producción, donde se requiere 120 Kgs. hasta una tonelada,- un horno de inducción dará un rendimiento generalmente mayor.

III - c ELECCION DEL HORNO PARA EL TALLER DE FUNDICION.- Después de realizar un análisis de los diferentes hornos que podrían instalarse

en la fundición tomando en cuenta sus ventajas y desventajas; la elección ha sido por el horno de cubilote por las siguientes razones: VENTAJAS:

a) Las condiciones de costo inicial son ventajosas en relación a los otros puestos que su construcción se puede realizar en el Ecuador, logrando de esta manera utilizar mano de obra nacional y evitando la salida de divisas.

b) El costo promedio de mantenimiento y reparaciones es relativamente económico, puesto que no se requiere mayor tiempo y de mano de obra especializada.

c) La limpieza y el ruido de operación no son factores que afectan al funcionamiento del cubilote, puesto que se requiere poca limpiza y el ruido no ocasiona ni produce molestias.

d) La elección del personal es relativamente sencilla, puesto que no se requiere mano de obra especializada por cuanto su funcionamiento es sencillo y el tiempo que demoraría los aprendices para obtener experiencias es de tres meses.

e) Se aconseja normalmente el horno de cubilote para ela fusión del hierro colado, y muy raramente se lo utiliza para otra clase de fusión de metales.

DESVENTAJAS.- El único problema que se encuentra en el funcionamiento del horno de cubilote es la eficiencia de fusión; vale decir la velocidad de fusión donde se requiere prestar mucha atención para poder controlar las causas que origine tal situación. Se logra obtener buenos resultados cuando a los operadores de hornos se les prepara teórico y práctico para que sepan, o mejor dicho, entiendan los fenómenos de la combustión.

Por todas estas razones enumeradas anteriormente, son las que

me han permitido decidirme por el horno del cubilote.

HISTORIA DEL HORNO DEL CUBILOTE.- Históricamente el desarrollo de los altos hornos para la reducción del mineral del hierro - fue comienzo de la fundición de hierro. Los lingotes de hierro se usaban directamente para las piezas fundidas. Con el transcurrir - del tiempo se fueron introduciendo reformas para lograr obtener una unidad de más fácil manejo y más sencillo que los altos hornos. Estas investigaciones o estudios se dirigieron especialmente en la - disminución de la altura, de manera que podría utilizarse en la fusión de la chatarra y lingotes de hierro para la obtención del hierro gris.

El hierro obtenido tiene un peso especifico de 7,2, temperatura de fusión de 1.850 a 1.300° y el 1 % de contracción aproximadamente.

Esto dio origen a los comunmente llamados hornos de cubilote, cuya palabra procede del latín "cupa", que significa cubo.

El cubilote se puede definir como una cavidad invertida de material refractario con aberturas para el escape de los gases, y para la carga de los materiales y en el fondo para entrada del soplado de aire y para la extracción del hierro fundido y de la escoria. El modo de cargarlo es colocando un fondo de combustible - encendido, después de lo cual son cargados capas alternadas de metal y combustible, e iniciando el soplado de aire.

El cubilote moderno está ligado con el nombre John Wilkinson que patentó el 2 de Junio de 1.850 el primer horno de cubilote. Originalmente lo que se ideó fue una mejorar de la vieja forja, pero convertida en una unidad de fusión y desarrollada bajo estos beneficios.

En el continente americano el primer horno de cubilote -

instalado se realizó en el año de 1.820.

PARTES DEL HORNO DEL CUBILOTE .- Todo horno de cubilote está constituido por las siguientes partes:

a) Torre o coraza.- Su construcción es de acero dulce de 6 m.m. (1/4") de espesor que contiene material refractario. Tiene forma - cilíndrica y remachada con juntas del traslape hacia abajo; para - protegerla de los cambios de temperaturas. Para proteger el revestimiento y la coraza se coloca un anillo de ángulo de hierro de 4" remachado. La parte inferior o cuerpo está construída de manera que resista a las cargas de la parte superior.

La torre del cubilote se extiende a través del techo para evitar que los gases sean absorvidos en el interior del edificio de la fundición que,en muchas veces es ocasionado por el vacio que se presenta por una mal distribución de extracción del aire, que es lo que se debe investigar y corregir, y no aumentando la altura de la torre.

b) Sección del cuerpo.- Las partes que constituye el cuerpo son- las siguientes: Las columnas o patas de soporte, estructura de la base y placa de fondo, puerta de fondo y sección de la caja de viento de la torre.

c) Toberas.- El cubilote convencional se suministra como un sistema de toberas lo suficientemente grande para proporcionar un paso fácil del aire de combustión a la cama de coque. La sección debe ser entre el 15 y 20 % de la sección total del horno de revestimiento. Se recomienda el 15 % para hornos de dimensiones pequeñas, y el 20% para hornos de tamaño grande.

d) Picos para sangrias y escoriados.- El horno de cubilote tiene en su parte inferior, o sea, en el crisol, canales ó picos para la escoria y el sangrado; permitiendo de esta manera obtener un metal

líquido y de buenas condiciones.

e) Abertura de admisión de la carga.- El cubilote convencional está provisto de una abertura para la carga del material. La altura aconsejable es de 4.27 mts., desde la placa de fondo hasta el contrapecho o umbral de la puerta de carga.

f) Chimenea.o torre superior.- Su función principal es de evitar que la chispa no salga al exterior para provocar incendios, pero no evita que la braza se acumule en los techos adyacentes y tampoco elimina ninguna condición indeseable de los gases de escape.

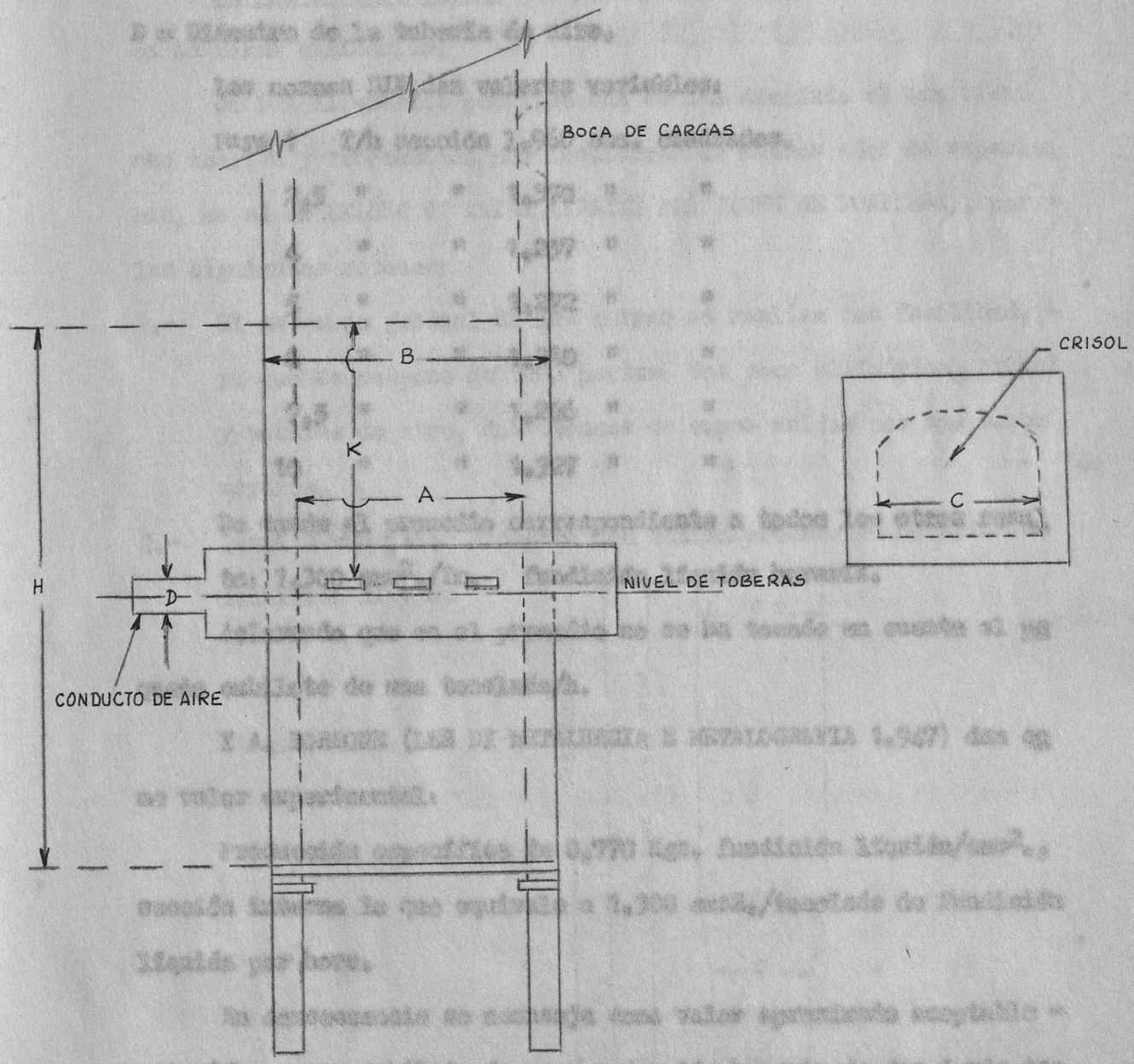
FUNCIONAMIENTO.- Se lo carga previamente con ciertad cantidad de combustible llamado carga de encendido, hasta alcanzar a llenar el crisol y la zona de las toberas. Las cargas se complementan con un combustible, fundentes, chatarra de fundición, y lingotes de primera función o arrabio . Después que se ha verificado el encendido y llegado a la incandecencia del combustible, lo que requiere un tiempo, pero es necesario que el calentamiento se realice progresivamente, se completan las cargas y finalmente se aumenta la combustión mediante el aire a presión que entra por las toberas. El combustible del encendido se consume poco a poco y es reemplazado en parte por las cargas nuevas.

Según se va realizando la función, el metal se reune en el fondo de la columna; y se puede sangrar a intervalos o bien el orificio de sangria puede dejarse abierto mientras el metal fluye constantemente. Generalmente, la escoria se extrae de un orificio de escoria situado en la parte de atrás del horno. Cuando la unidad se ha enfriado se repara el revestimiento y se deja listo para la próxima hornada.

CAPACIDAD DEL HORNO DE CUBILOTE.- Al tener una producción mínima de 75 toneladas de hierro gris fundido a la semana, y fundiendo

los días lunes, miércoles y viernes se necesita un horno que produzca 25 toneladas por día, por lo que necesitamos un cubilote con una capacidad de tres a cuatro toneladas de hierro líquido por hora para satisfacer los requerimientos.

NORMAS DE DIMENSIONAMIENTO DEL CUBILOTE.- Las normas DIN han propuesto establecer seis tamaños de cubilote, los cuales según la índole de los trabajos que se realizan lleven o nó anticrisol.



H = altura total del horno hacia el nivel de la puerta de carga. Esta altura se calcula a base de la proporción que guarda con el diámetro. Se procurará de amoldar el ancho de la chapa para evitar recortes.

K = Altura entre nivel de toberas y nivel de la puerta de carga.

A = Diámetro inferior en milímetros.

B = Diámetro exterior de la envoltura metálica.

C = Diámetro interior del crisol.

D = Diámetro de la tubería de aire.

Las normas DIN, dan valores variables:

Para 1	T/h	sección	1.960	cms.	cuadrados.
2,5	"	"	1.370	"	"
4	"	"	1.257	"	"
5	"	"	1.272	"	"
6	"	"	1.310	"	"
7,5	"	"	1.266	"	"
10	"	"	1.327	"	"

De donde el promedio correspondiente a todos los otros resulta: 1.300 cms^2./Tn. fundición líquida horaria.

Aclarando que en el promedio no se ha tomado en cuenta el pequeño cubilote de una tonelada/h.

Y A. BORCONE (LEZ DI METALURGIA E METALOGRAFIA 1.947) dan como valor experimental:

Producción específica de 0.770 Kgs. fundición líquida/cms^2., sección interna lo que equivale a 1.300 cms2./tonelada de fundición líquida por hora.

En consecuencia se aconseja como valor aproximado aceptable esa cifra, para cubilote de una producción horaria de dos ó más toneladas y 2.000 cms2. para menor producción horaria.

De acuerdo al diseño adoptamos como producción específica:

1.300 cms2/t.h.

$$S = \frac{1.300 \text{ cms2.}}{\text{Tons. hora}} \times 4 \text{ Tons. horas} = 5.200 \text{ cms2.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4\,S}{\pi}} = \sqrt{4 \times 5.200} = 83 \text{ cms.}$$

$$= 830 \text{ m.m.}$$

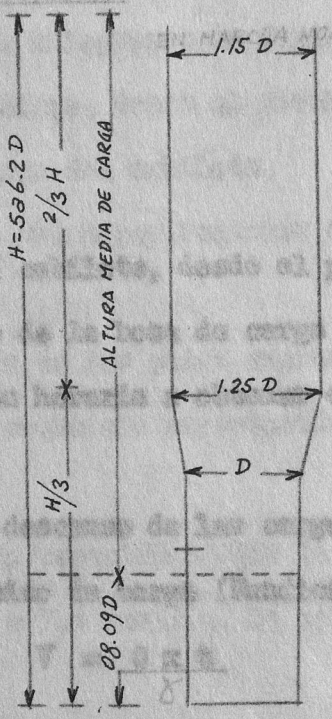
Diámtero del crisol = 83 cms. = 830 m.m.

PERFIL Y DIMENSIONES.- El perfil que adoptan los cubilotes - es de forma cilíndrica.

De los diferentes perfiles que se han diseñado el que tiene más acogida y recomendado por fundidores de muchos años de experiencia, es el de LELONG ET MAIRY (TRAITE PRACTIQUE DE FONDIERE), por - las siguientes razones:

1.- El descenso gradual de las cargas se realiza con facilidad, - ya que se compone de tres partes: Una zona cilíndrica, crisol y toberas de aire, dos troncos de conos unidos por sus bases mayores.

2.- Permite con menor diámetro una máxima producción horaria de fundición líquida



De acuerdo al perfil aconsejado se tiene:

En el plano de carga: 1.15 D = 1.15 x 84cms. = 96.6 cms.

En la parte más ancha: 1.25 D = 1.25 x 84cms. = 104 cms.

Altura hasta el plano de tobera:

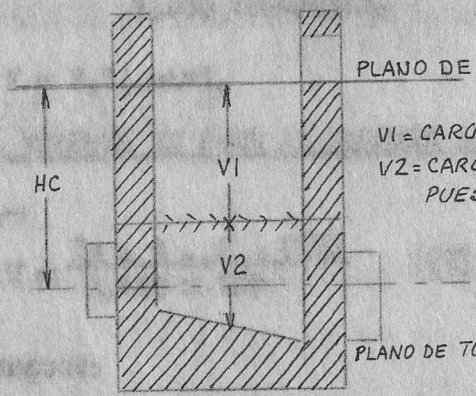
0.8 a 0.9 D = 0.9 x 84cms. = 75,7 cms.

Altura total: 5 a 6,2 D = (5 a 6.2) x 84 = 41,5 - 51,5 cms.

De donde sacamos la altura promedio: 41,5 + 51,5 = 93,0/2 = 465 "

H = 4.65 mts.

CALCULO DEL VOLUMEN EN BASE DEL TIEMPO DE PERMANENCIA DE LAS CARGAS.-



V1 = CARGA DE CHATARRA - COQUE Y CALIZA

V2 = CARGA DE COQUE DE ENCENDIDO O PUESTA EN MARCHA

EN MARCHA NORMAL V=V1

V2 = VOLUMEN NORMAL DE CARGAS

Si denominamos:

V = Volumen interior del cubilote, desde el plano de las toberas hasta el plano de la boca de carga en mts3.

Q = Cantidad de fundición horaria a obtener en toneladas por hora.

t = Tiempo o período de descenso de las cargas en horas.

γ = Peso de un metro cúbico de carga (Fundición más coque más caliza) se tendrá: $V = \frac{Q \times t}{\gamma}$

de donde: $V = \frac{Q \times t}{3600 \times 100}$

La densidad aparente, o sea, de un mt3. de carga tiene los siguientes valores experimentales:

2.500 Kgs/mts3. para grandes cubilotes (Fábricas de acero)
1.600 " para cubilotes de fundería (Grandes piezas)
1.400 " para cubilotes de fundería (Piezas medianas)
1.300 " para cubilotes de fundería (Piezas livianas)
1.200 " para cubilotes de fundería (Tuberías)

El promedio será: 1.600 Kgs/mts3.

El tiempo o período de descenso que aconseja OSAM es:

$t = 0.75$ hora = 45 minutos.

De donde: $V = \frac{4 \text{ Tons/hora} \times 0.75 \text{ hora}}{1.400 \text{ Tons/mts3.}}$

$V = 2.14$ mts3.

CALCULO DEL VOLUMEN EN BASE AL VOLUMEN DE LOS GASES DE COMBUSTION.-

$$V = \frac{Vg \cdot t \cdot Q \cdot C(\%)}{3.600 \times 100} \qquad (1)$$

De donde tenemos:

Q = Producción horaria en kilogramos de fundición líquida.

V = Volumen en metros cúbicos, desde el nivel de las toberas hasta el plano de carga del cubilote.

Vg= Volumen de gases que salen por segundos en metros cúbicos/kilogramos.

t = Tiempo de permanencia de los gases expresados en segundos.

C = Tanto por ciento de coque que corresponde a dicha producción horaria.

El valor de Vg o volumen específico OSAM lo toma como valor medio experimental: Vg = 7,1 mts3/Kg. de coque.

A continuación OSAM nos entrega por experimento losvalores del tiempo de permanencia para diferentes clases de cubilotes:

Cubilotes muy grandes para acerias, t = 6.6 segs.

Cubilotes de funderias de piezas pesadas, t = 4.1 segs.

Cubilotes de funderias de piezas medianas, t = 3,7 segs.

Cubilotes de funderias de piezas livianas, t = 3.30 segs.

Cubilotes de funderias para tuberias, t = 3.1 segs.

$Vg = 7.1$ mts3/kg.

$t = 3.7$ segs.

$Q = 4.000$ kg/horas

$S = 8\ \%$

Reemplazando los valores en la ecuación (1):

$$V = \frac{7.1 \text{ mts3/kg} \times 3.7 \text{ segs.} \times 4.000 \text{ kgs/horas} \times 8/100 \times 1 \text{ hr}/3.600 \text{ segs}}{3.600 \times 100}$$

$$= \frac{7.1 \times 4000 \times 8 \times 3.7}{3.600 \times 100}$$

$$= 2.33 \text{ mts3.}$$

De donde podemos sacar el promedio: $\frac{2.33 + 2.14}{2}$

$V = 2.23$ mts3.

Conocido el volumen podemos determinar la altura, si adoptamos la misma producción especifica 1.300 cms2/toneladas-horaria, tenemos que:

La sección en el plano de la tobera es para 4 toneladas horas.

$S = 1.300 \times 4 = 5.200$ mts2./toneladas horas

$$= \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 5.200}{\pi}} = 83 \text{ cms.}$$

Luego como $V = S \cdot H$

$$H = V/S$$

$$= \frac{2.23 \text{mts3}}{5200 \text{ mt2.}} \times \frac{100 \text{ cms.}}{1 \text{ mt.}} \times \frac{100 \text{ cms.}}{1 \text{ mt.}} = \frac{22.300}{5.200}$$

$$= 4.3 \text{ mts.}$$

De donde deducimos que la altura promedio: $\frac{4.3 + 4.7}{2} = 4.5$ mts.

H = 4.5 mts.

CANTIDAD DE AIRE NECESARIO PARA LA COMBUSTION.- La combustión en el cubilote se realiza utilizando el coque, por lo que es necesario conocer los componentes y las reacciones que se producen al combinarse con el óxigeno.

Los componentes son:

C S O

Las reacciones que se producen son las siguientes:

$C + O = CO_2$

$S + O = SO_2$

$H + O = H2O$

Por lo que necesitamos conocer su peso atómico:

C = 12

O = 16

S = 32

H = 1

De donde podemos decir que:

12 gramos de carbono requieren para su combustión 2 x 16 = 32 gramos de O.

32 gramos de azufre requiere para su combustión 2 x 16 = 32 gramos de O.

2 gramos de H requiere para su combustión 1 x 16 gramos de O.

De donde podemos decir que:

$\frac{C \times 32}{12} + \frac{S \times 32}{32} + \frac{H \times 16}{2}$ ..... Kg de oxigeno.

Conocido que el coque utilizable como combustible tiene una composición centesimal: 86 % de C; 0.7 % de S; 1.3 % de H2O; necesito saber la cantidad de aire necesario para la combustión de un kg. de -

dicho coque.

$$\frac{0.86 \times 32}{12} + \frac{0.07 \times 32}{32} + \frac{0.013 \times 16}{2}$$

$2.29 + 0.07 + 0.104 = 2.5$ Kgs. de oxigeno.

Equivalente $= \frac{2.5 \text{ Kgs.} \times 100}{23} = 10.8$ Kgs. de aire/kg de coque.

$= \frac{10.8}{1293} = 8.3$ mts3. de aire kg/ de coque.

NOTA: 1 mt3. de aire pesa 1.293 kgs. y conocemos que la proporción del oxigeno en el aire es de 23 % en peso.

CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO POR HORA .- El cubilote tiene un diámetro interior de 84 cms. para una producción horaria de cuatro - toneladas, y 10 lbs. de hierro por una lb. de coque, o sea:

$$\frac{1 \text{ lb. de coque}}{10 \text{ lbs. de hierro}}$$

O sea, que tengo 10 kgs. de coque por 100 kgs. de fundición, de donde sacamos:

$$= \frac{4 \text{ Tons.}}{\text{hr.}} \times \frac{2000 \text{ lbs.}}{\text{Ton.}} \times \frac{1 \text{ lb. coque}}{10 \text{ lbs. hierro}} \times \frac{0.80 \text{ lb. carbón}}{1 \text{ lb. coque}} \times \frac{1 \text{ hr.}}{600 \text{ min.}}$$

$$= \frac{4 \times 2000 \times 0.80}{10 \times 60} = \frac{22}{3} = 11 \text{ lbs. carbón coque/minuto.}$$

$$= \frac{11 \text{ lbs.}}{\text{minuto}} \times \frac{8.35 \text{ lbs. aire}}{\text{lb. coque}} = 92 \text{ lbs. aire/minuto}$$

$11 \times 109{,}1$ Cuft. $= 1.200$ Cfm.

$$\frac{11 \text{ lbs. coque}}{\text{minuto}} \times \frac{8.93 \text{ lbs. aire}}{\text{lb. C}} = 98 \text{ lbs. de aire/minuto}$$

11×116.8 Cuft. aire 1.284 Cf.M.

NOTA: La experiencia ha demostrado que los gases podran contener de 12 14 % CO2 y 11 a 15 % de CO; lo que viene tabulado en la tabla No.20.7. De esta tabla es evidente que una libra de carbón contiene los siguientes valores de 12 a 14 % de CO2 y 8.35 a 8.93 lbs. de aire ó 109.1 a 116,8 pies3. de aire a 60°F y - 29.92 pulgs. de mercurio.

Effluent gases			Fraction of 1lb carbon burned to		Air requirements, lb/lbC			Gases produced, lb/lbC				Heat developed, Btu/lb C			Efficiency of combustion, %	Lb/ lbC	Cu ft/ lb C	Cu ft/ton iron 90% coke 10:1 ratio	54-in cupola melting rate 12 T/hr, cfm	
CO_2, %	CO, %	N_2, %	A CO_2	B CO	O_2	N_2	Air	CO_2	CO	N_2	Total	CO_2	CO	Total					Theoretical	+5 %
0	34.7	65.3	0.000	1.000	1.33	4.44	5.77	0.00	2.33	4.44	6.77	000	4350	4,350	29.9	5.77	75.4	13.600	2720	2860
1	33.0	66.0	0.029	0.971	1.37	4.57	5.94	0.11	2.26	4.57	6.94	422	4224	4,646	31.9	5.94	77.7	14.000	2810	2950
2	31.4	66.6	0.060	0.940	1.41	4.70	6.11	0.22	2.19	4.70	7.11	873	4089	4,962	34.1	6.11	79.9	14.400	2880	3030
3	29.7	67.3	0.092	0.908	1.45	4.85	6.30	0.34	2.11	4.85	7.30	1.338	3950	5,288	36.3	6.30	82.4	14.800	2960	3110
4	28.1	67.9	0.125	0.875	1.50	3.99	6.49	0.46	2.04	4.99	7.49	1,819	3806	5,625	38.6	6.49	84.8	15.300	3060	3220
5	26.4	68.6	0.159	0.841	1.54	5.14	6.68	0.58	1.96	5.14	7.68	2,314	3658	5,972	41.1	6.68	87.3	15,700	3140	3300
6	24.7	69.3	0.195	0.805	1.59	5.30	6.89	0.71	1.88	5.30	7.89	2,837	3502	6,339	43.5	6.89	90.0	16.200	3240	3400
7	23.1	69.9	0.232	0.768	1.64	5.47	7.11	0.85	1.79	5.47	8.11	3,376	3340	6,716	46.2	7.11	92.9	16,700	3340	3510
8	21.5	70.5	0.271	0.729	1.69	5.64	7.33	0.99	1.70	5.64	8.33	3,943	3171	7,114	48.8	7.33	95.8	17.200	3440	3620
9	19.8	71.2	0.312	0.688	1.75	5.82	7.57	1.15	1.60	5.82	8.57	4,540	2993	7.533	51.7	7.57	99.0	17.800	3560	3740
10	18.2	71.8	0.354	0.646	1.80	6.01	7.81	1.30	1.51	6.01	8.82	5,151	2810	7,961	54.7	7.81	102.1	18,400	3680	3870
11	16.5	72.5	0.400	0.600	1.87	6.21	8.08	1.47	1.40	6.21	9.08	5,320	2610	8,431	57.9	8.08	105.6	19.000	3800	4000
12	14.8	73.2	0.447	0.553	1.93	6.42	8.35	1.64	1.29	6.42	9.35	6,504	2406	8,910	61.2	8.35	109.1	19,700	3940	4140
13	13.2	73.8	0.496	0.504	1.99	6.64	8.63	1.82	1.17	6.64	9.63	7,217	2192	9.409	64.7	8.63	112.8	20.300	4060	4260
14	11.6	74.4	0.547	0.453	2.07	6.86	8.93	2.01	1.06	6.86	9.93	7,959	1971	9,930	68.3	8.93	116.8	21.000	4200	4410
15	9.9	75.1	0.602	0.398	2.13	7.11	9.24	2.21	0.92	7.11	10.24	8,759	1731	10,490	72.1	9.24	120.8	21,800	4360	4580
16	8.3	75.7	0.658	0.342	2.21	7.35	9.57	2.42	0.80	7.35	10.57	9,576	1488	11.064	76.0	9.57	125.1	22,600	4520	4750
17	6.6	76.4	0.720	0.280	2.29	7.63	9.92	2.64	0.65	7.63	10.92	10,476	1218	11,694	80.4	9.92	129.7	23.400	4680	4820
18	5.0	77.0	0.783	0.217	2.38	7.91	10.29	2.87	0.51	7.91	11.29	11.393	944	12.337	84.8	10.29	134.5	24,300	4860	5100
19	3.3	77.7	0.852	0.148	2.47	8.21	10.68	3.13	0.34	8.21	11.68	12,397	644	13,041	89.6	10.68	141.2	25,400	5080	5330
20	1.7	78.3	0.922	0.078	2.57	8.52	11.09	3.39	0.18	8.52	12.09	13,410	339	13,749	94.5	11.09	145.0	26,200	5240	5500
21	0.0	79.0	1.000	0.000	2.67	8.87	11.54	3.67	0.00	8.87	12.54	14,550	000	14,550	100.0	11.54	151.0	27,200	5480	5750

* FROM AMERICAN FOUNDRYMEN'S SOCIETY 4

TABLA 20.7. The Air Requirement for Combustion *

REVESTIMIENTO REFRACTARIO DEL CUBILOTE.-

TIPO DE REVESTIMIENTO.- Existen las siguientes clases de revestimiento refractario para los hornos de cubilotes:

1.- Desde el punto de vista de reacción químicas, el revestimiento del horno puede ser: Acido, básico y neutro.

2.- Según la forma como se presente el material refractario, podemos clasificarlo:

a) Revestimiento mediante ladrillos refractarios.

b) Revestimiento mediante masa refractaria aglomerada.

c) Carecer de revestimiento refractario y evitar la destrucción de la coraza del horno por la acción del calor, mediante la refrigeración de esta por agua.

PROPIEDADES NECESARIAS EN LOS REVESTIMIENTOS REFRACTARIOS.-

Los revestimientos refractarios deben poseer resistencia a la transmisión de calor a temperaturas elevadas, y en estas condiciones resistir a solicitaciones mecánicas y ataques químicos. A la primera propiedad enunciada debe su denominación, sinembargo, las tres propiedades mencionadas no van aparejadas, de ahí que la fabricación de refractarios se tiende a una solución de compromiso. Las solicitaciones mecánicas a las que debe resistir el revestimiento proceden:

a) Del peso de la propia estructura.

b) A presiones debidas al cambio de volumen.

c) Las presiones transmitidas por el peso de la carga del horno, con objeto de evitar las fisuraciones del material, es conveniente que posea una razonable relación de deformación.

Los ensayos ponen de manifiesto que un ladrillo refractario normal sometido a una presión de 2 kgs. por cms.2. empieza a deformarse aproximadamente a 1240 grados, y naturalmente la deformación aumenta al elevar la temperatura.

En el ensayo químico del material refractario débe tenerse muy en consideración el contenido de óxido de hierro, de resultados nocivos para la resistencia mecánica, ya que en condiciones reductoras puede reaccionar con las sílices de la arcilla, formándose silicato ferroso de punto de fusión bajo.

La abrasión a que está sometido el revestimiento procede del movimiento descendente de la carga del cubilote. Se obtiene buena resistencia a la abrasión con materiales que por la acción de temperaturas elevadas experimentan un buen vetrificado, que tienden a cubrir las juntas en el caso de revestimiento con ladrillos. Si se trata de un revestimiento hecho con masa apisonada, la vetrificación cubrirá las posibles grietas que hayan podido producirse al sacarse el material, evitándose su progreso ulterior.

El ataque del revestimiento por corrosión tiene lugar al entrar en contacto con la escoria frecuentemente rica en óxido de cal y óxido de hierro. El ataque se concentra en las juntas de los ladrillos, de ahí que la buena práctica de la colocación de los ladrillos sea de juntas muy cerradas. Tratándose de un revestimiento mediante masa apisonada, debemos elegir una masa que mediante un apisonado fuerte presenta reducida porosidad.

ZONAS DEL CUBILOTE Y EXIGENCIAS DEL REVESTIMIENTO EN LAS MISMAS.- El horno del cubilote se lo puede dividir en las siguientes zonas para analizar el revestimiento refractario. Estas zonas son las siguientes: Crisol, zona de fusión, zona de pre-calentamiento y carga, tramos situados por encima de las puertas de carga hasta la parte superior de la chimenea.

En el crisol la temperatura es inferior a la zona de fusión del orden de 60 a 100 grados centígrados. El revestimiento está en contacto con metal fundido, escoria y la columna relativamente -

estática de coque, que constituye la cama, predominantemente, el - revestimiento de esta zona sufre un ataque de corrosión al estar - en contacto con la escoria. Puede haber "SPALLING" al terminar la operación y proceder a la apertura del fondo del cubilote, pero en esta zona el choque térmico es evidentemente menos pronunciado que en la siguiente.

Zonas de fusión terminan en el plano de toberas y su altura depende del diámetro del cubilote, característicamente, del soplado y del coque.

En esta zona puede alcanzar temperaturas alrededor de 1.700°C y el revestimiento está sometido al fenómeno de la abrasión, debido al movimiento de la carga del horno en la parte superior de esta zona, y el ataque químico por contacto con la escoria en la parte inferior. El revestimiento de esta zona estará sometido a un fuerte - choque térmico con el consiguiente peligro de rotura al abrirse el fondo del cubilote.

La zona de precalentamiento y carga está sometida a fuerte - abrasión debido a la fricción provocada por el movimiento descendente de la carga sólida, y a los impactos producidos en la operación de carga del horno.

La última zona se encuentra comprendida desde la puerta de carga hasta el extremo de la chimenea, esta sujeta a un trabajo poco severo y el revestimiento se confecciona con ladrillos refractarios de baja calidad.

Descritas las diversas zonas del horno, prestando atención a las condiciones diversas en ellas existentes, deberá elegirse para cada una de ellas la clase de revestimiento más adecuado para soportar las exigencias características.

ELECCION DEL REVESTIMIENTO REFRACTARIO DE UN CUBILOTE.- Cuál

es el revestimiento que debemos emplear en un determinado cubilote?. Para contestar esta pregunta hay que examinar la marcha metalúrgica que se exigirá al cubilote; las condiciones del servicio, es decir, si la operación va a durar una jornada o varias semanas, las cargas metálicas disponibles para el lecho de fusión y el análisis que se exige del hierro.

En el caso de la fundición de hierro gris, donde la carga metálica del horno va a estar compuesta a base de chatarra, lingotes de hierro, virutas de acero, porcentaje generalmente no superior al 20 % y que va a trabajar en días alternos, vamos a proveer el revestimiento ácido. No eleginos el revestimiento básico por dos razones:

a) Por el costo superior de los materiales básicos.

b) Porque el revestimiento básico exige un mayor conocimiento del material refractario y su influencia en el proceso metalúrgico.

Según la tabla No.4, nos da el número de ladrillos y bloques necesarios para el revestimiento del cubilote de la parte baja y alta. Para el caso que me toca analizar donde tengo un diámetro de coraza de 840 m.m., me refiero por el cubilote No.2 que con bastante aproximidad nos dará los datos precisos y necesarios para obtener el revestimiento adecuado.

Según esa misma tabla voy a obtener la medida interna del cubilote, es decir, efectuando la siguiente resta:

840 m.m. - 229 m.m. = 621 m.m.

Diámetro interior del cubilote es de 621 m.m.

La disposición alternativa para revestimiento de la parte baja, me refiero a la tabla No.15, que nos recomienda como debe efectuarse el trabajo.

CONSULTESE AL PROOVEDOR DE REFRACTARIOS ACERCA DE OTROS TAMAÑOS DISPONIBLES.

NOTA: PARA HORNADAS PROLONGADAS SE NECESITAN REVESTIMIENTO DE MAYOR ESPESOR.

Nº DE CUBILOTE	REVESTIMIENTO DE LA PARTE BAJA NUMERO POR METROS							REVESTIMIENTO DE LA PARTE ALTA NUMERO POR METRO				
	DIAMETRO DE LA CORAZA EN m.m.	ESPESOR EN mm.	TAMAÑO DEL BLOQUE DE CUBILOTE	BLOQUES DE CUBILOTE	LADRILLOS NORMAL RECTANGULAR DE 229 mm.	ARCILLA O MORTERO Kg/m.	PESO TOTAL POR METRO EN Kg.	ESPESOR EN mm.	LADRILLOS NORMAL RECTANGULAR DE 229 mm.	DOVELA CANTO Nº1	ARCILLA O MORTERO Kg/m	PESO TOTAL POR METRO Kg.
0××	686	114	× 18-27	40		22	451					
1××	813	114	× 23-32	58		33	635	64	102		18	320
2××	914	114	× 27-36	59		36	719	64	115		21	362
$2\frac{1}{2}$ ××	1041	178	× 27-36	59	128	60	1178	64	128		24	404
3××	1168	178	× 32-41	66	141	66	1295	64	145		27	459
$3\frac{1}{2}$ ××	1295	178	× 37-46	69	155	70	1389	64	158		28	500
4××	1422	178	× 42-51	79	171	81	1578	64	171		31	542
5	1600	229	+ 42-54	99	194	107	2120	114	30	33	66	1240
			+ 48-60	99								
6	1676	229	48-60	227	200	113	2236	114	50	33	70	1310
7	1829	229	+ 54-66	227	220	124	2460	114	82	33	75	1426
8	1981	229	+ 60-72	246	240	136	2670	114	118	33	82	1557
9	2134	229	+ 66-78	266	256	146	2870	114	148	33	87	1661
$9\frac{1}{2}$	2286	229	+ 72-84	286	276	157	3080	114	184	33	94	1791
10	2438	229	+ 78-90	315	295	172	3380	114	197	33	97	1840
			+ 90-102									
11	2591	305	+ 78-90	315		182	5065	114	233	33	103	1970
				358								
12	2743	305	+ 84-96	335		194	5660	114	269	33	112	21120
			+ 96-108	374								

×× BLOQUES CALLAU. 229 mm. E 229 mm. 114 mm. EN SENTIDO RADIAL

+ BLOQUES DE CUBILOTE 229 mm. E 102 mm. ALTURA 152 mm EN SENTIDO RADIAL

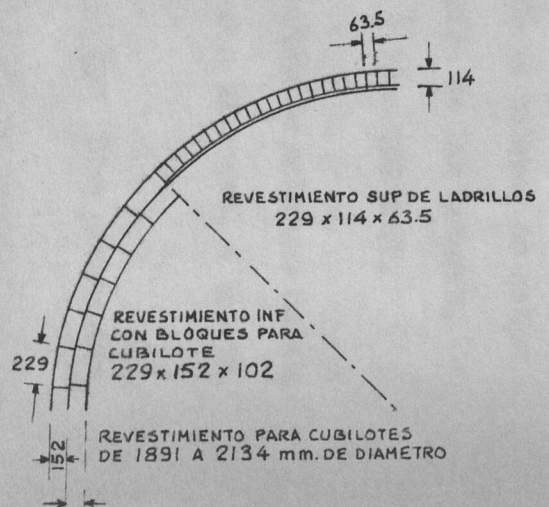
TABLA Nº4. NUMERO DE LADRILLOS Y BLOQUES NECESARIOS PARA EL REVESTIMIENTO DE CUBILOTES

DISPOSICION ALTERNATIVA PARA REVESTIMIENTO DE LA PARTE BAJA DOVELA Y RECTANGULAR. (CUBILOTES DEL Nº 0 AL Nº 4 USANDO LADRILLOS STANDAR)

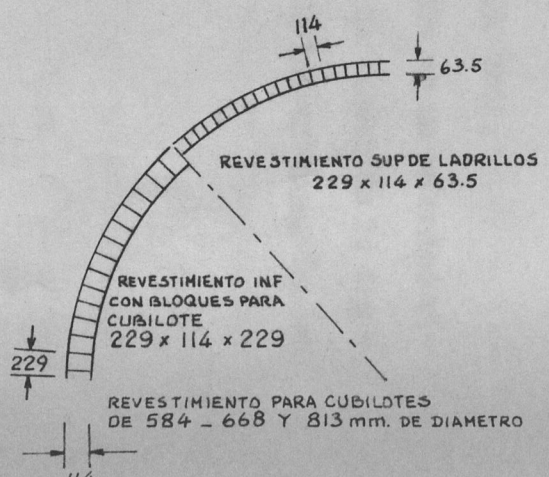
Nº DE CUBILOTE	DIAMETRO DE LA CORAZA EN mm.	ESPESOR EN mm.	FORMA DOVELA CANTO	Nº POR METRO	LADRILLOS RECTANGULARES 229mm Nº POR MTRO.	ARCILLA O MORTERO Kg/m	PESO TOTAL POR METRO EN Kg
0	686	114	Nº3	20		27	472
			Nº2	132			
1	813	114	Nº2	158		33	570
			Nº 1	23			
2	914	114	Nº 2	138		37	640
			Nº 1	66			
$2\frac{1}{2}$	1041	178	Nº2	138	128	60	1042
			Nº 1	66			
3	1168	178	Nº 2	105	145	69	1182
			Nº 1	125			
$3\frac{1}{2}$	1295	178	Nº2	79	158	75	1310
			Nº 1	178			
4	1422	178	Nº 2	50	171	82	1435
			Nº 1	233			

VISTAS DE PLANTA DE REVESTIMIENTO DE CUBILOTES DE DIFERENTES TAMAÑOS. TOMADO DEL LIBRO "EL HORNO DE CUBILOTE Y SU OPERACION" Pag. 78-79

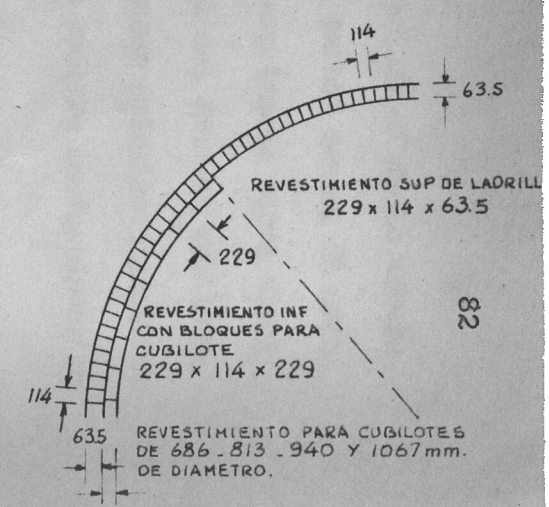
DIMENSIONES EN MM.



DIMENSIONES EN MM.



DIMENSIONES EN MM.



AREA TOTAL DE LA TOBERA.- La función principal de la tobera es la introducir aire para la combustión del carbón coque. El área combinada de las toberas estandarizadas, es usualmente sobre el orden de un 1/4 a 1/8 de la sección transversal del área de cubilote.

Las toberas deben ser sencillas, con buena práctica producirán buenos resultados y por esa razón siempre se procura confeccionar en forma sencilla.

$$\text{Area de la circunferencia} = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3.14 \times (621)^2}{4} \text{ m.m.}$$

$$= 1201$$

El 1/8 de la sección tengo= Area es de 150 cms2.

SECCION DE CAJA DE AIRE .- La caja de aire es un acumulador - (estanque regulador), por lo tanto debe tener un exceso de la sección con respecto a la suma de las secciones de las toberas. Tendrá 1.4 a 1.5 veces más sección que la tobera.

$$S_c = 1.4 \text{ a } 1.5 \times T_{ob} + T_{ob}$$

Area de las toberas = 150 cms2.

Reemplazando valores en la ecuación:

S_c = 1.4 a 1.5 x 150 cms2. = 107 + 152 = 259 cms2.

= 100 + 150 = 250 cms2.

SECCION DE LA CAÑERIA DEL VENTILADOR .- La cañería debe tener también un exceso en relación a la sección de la tobera, se estima este valor entre el 15 y 20 % sobre la sección de las toberas.

Tomando el 20 % del valor, tengo: 150 + 30 = 180 cms2.

Esto se comprende porque se debe alimentar de modo que exista un flúo constante de aire desde el ventilador a el horno, a tobera llena.

EMPALME DE LA CAÑERIA CON LA CAJA DE AIRE.- Tres precauciones debe tenerse en consideración:

1.- La punta debe hacerse tangente (Lo más que se pueda entre la tubería y la caja).

2.- La punta debe estar entre las toberas, evitando que el aire golpee directamente sobre una tobera.

3.- No deben existir curvas, si las hay deben ser suaves.

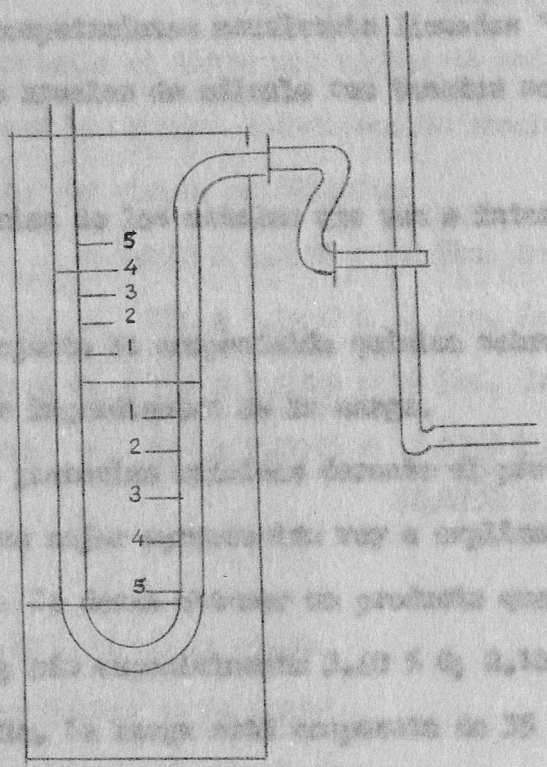
TEMPLADOR .- El templador debe serregulable con sistema de enclavamiento firme. Es preferible que el templador esté antes del ventilador. Ubicado en la cañería provoca turbulencia y pérdida de carga del aire.

SECCION DE SALIDA DEL VENTILADOR .- Esta puede ser igual a la de la cañería, pudiendo ser ligeramente menor.

VENTILADOR.- El ventilador debe ser construido para una presión de 20 % sobre lo normal del horno y para un volumen de 30 % sobre el calculado como normal. La potencia debe ser 10 % superior a la normal.

CONTROL DE LA PRESION .- Para controlar la presión basta con preparar sobre un tablero de madera, un tubo en forma de "U" de longitud de 40 a 50 cms.. Esta "U" puede ser de vidrio o de manguera plástica transparente fijadas con grapas al tablero. Dentro del tubo se coloca agua colorada (Azul de metileno o permanganato, o, tinta de pluma hasta nivelar las dos ramas de la "U" en la linea cero. Marcando hacia arriba y hacia abajo divisiones de medio centimetro y anotando frente a cada una de las cifras 1, 2, 3, (Hacia abajo y hacia arriba), se leerá la presión directamente. Si se marca dimensiones de 1 cms. cada una, los números deberán ser 2, 4, 6, ... La conexión a la caja de viento se hace soldando un trozo de tubo de dos a tres pulgadas, que tenga el diámetro interior de la cañería, el resto debe ser o mejor dicho consiste en regular el templador de

presión, es imprescindible en una fundición que como el presente - proyecto trabaja con cubilote.



CALCULO DE LA CARGA DEL CUBILOTE .- La función principal de un cubilote es la de producir piezas con caracteristicas definidas por lo que es importante tener conocimiento sobre dos factores que intervienen directamente en el buen funcionamiento. Estos dos factores son: Las materias primas que entran al cubilote y el conocimiento de cómo afecta la operación del cubilote a la composición - química de la carga. Por lo que se hace necesario conocer en lo posible la constitución química de los materiales de la carga, esto es los constituyentes químicos, el coque y los materiales fundentes.

Básicamente la composición y control de las propiedades depende de lo siguiente:

1.- Conocimiento del análisis de la carga.

2.- Conocimiento de los cambios durante la fusión.

3.- Uso de aleaciones e inoculaciones para obtener lo previsto.

La composición del metal durante el proceso de la fusión puede ser estimado por computaciones usualmente llamadas "mezclas calculadas". Los métodos usuales de cálculo son basados sobre las siguientes etapas:

1.- Selección empírica de los metales que van a intervenir en los procesos.

2.- Calcular en conjunto la composición química sobre la base del análisis de los ingredientes de la carga.

3.- Determinar las ganancias químicas durante el proceso.

Para obtener una mejor apreciación voy a explicarlo mediante el siguiente ejemplo: Se desea obtener un producto que corresponda a las normas SAE 111; más especialmente 3.40 % C; 2.10 % Si; 0.75% Mn; y, 0.12 % S máximo. La carga está compuesta de 35 % de lingote de hierro, 25 % de residuos, 15 % de acero y 25 % de chatarra de hierro y ajustado con briquetas y utilizadas previamente.

ANALISIS DEL MATERIAL

MATERIAL	C %	Si. %	Mn. %	P %	S %
Lingote de hierro	4.0	3.05	0.92	0.25	0.030
Chatarra de hierro	3.0	1.90	0.71	0.25	0.12
Material d' reproceso	3.40	2.15	0.70	0.18	0.12
Chatarra de acero	0.30	0.15	0.30	0.05	0.050
Briqueta de Si.	1 ó 2 lbs. por briqueta.				
Briqueta de Mn.	1 ó 2 lbs. por briqueta.				

Tenemos que la capacidad del horno es de 3,000 libras por carga, por lo que se va a componer en la siguiente forma:

Lingote = 0.35 x 3.000 = 1.050

Material de reproceso = 0.25 x 3.000 = 750

Chatarra de acero = 0.15 x 3.000 = 450

Chatarra de hierro = 0.25 x 3.000 = 750

TOTAL: ..... 3.000 lbs.

A continuación calculo el tanto por ciento de cada uno de los componentes para obtener los rangos anteriormente mencionados:

1.- Cálculo del tanto por ciento de Silicios:

Lingote = 1.050 x 0.0305 = 32 lbs. de Si por carga.

Chatarra d' hierro = 750 x 0.0190 = 14 lbs. de Si por carga.

Material d' reproceso = 750 x 0.0125 = 16 lbs. de Si por carga.

Chatarra d' acero = 450 x 0.0015 = 0.6750 lbs. Si p' carga.

62.6750 lbs. total de silicio en la carga.

$\frac{63}{3.000}$ x 100 = 2.10 % Si en la carga

O sea, que estoy dentro de la norma.

2.- Calculando el tanto por ciento de Mn:

Lingote = 1.050 x 0.0082 = 9.66 Mn en la carga

Chatarra de hierro = 750 x 0.0071 = 0.5750 Lb. de Mn en la carga

Material d' reproceso = 750 x 0.0070 = 0.5250 lb. de Mn en la carga

Chatarra de acero = 450 x 0.0015 = 5.1750 lb. de Mn en la carga

15.9350 total de lbs. de Mn en la carga.

$\frac{16}{3.000}$ x 100 = 0.53 %.

Tenemos que el límite es 0.75 %, para lo cual tengo que añadir briqueta de Mn:

Total: Mn en 3.000 lbs. de carga = 16 libras.

Siete briquetas de Mn = 7 "

Total: ..... 23 libras

Porcentaje por carga:

$\frac{23}{3.000}$ x 100 = 0.76 %

Menos el 15 % según la tabla No.20.8:

0.76 x 0.15 = 0.11

0.76 - 0.11 = 0.65

De donde tenemos que deducir otros valores hasta llegar al límite propuesto siguiendo el mismo proceso

El cálculo del P y S no se lo realiza por ser valores despreciables, y si la exigencia son más severas el proceso a seguirse es como el indicado anteriormente.

3.- El total de carbono puede ser determinado por las siguientes fórmulas:

T.C. = K + 1/2 (%C en la carga - 2.00%)

De donde:

T.C. = % de carbón en la carga.

K = Una constante empíricamente determinada, pero asumiendo de 2.85 % para un hierro, de 2.0 % de Si, 0.20 % de P.

% C en la carga = % de carbón en la carga del cubilote.

Es importante señalar que el porcentaje de carbón en el hierro decrece con el incremento de porcentaje de silicio.

De donde podemos añadir una corrección a la fórmula anterior, añadiéndole (2.00 % - % Si) 0.25. Esta fórmula puede ser usada como sigue:

T.C + (2.00 % - % Si) 0.25 = 2.85% + 1/2(%C en la carga - 2.0%)

De donde cálculo el % de C en la carga

Lingote de hierro	= 1.050 x 0.04 =	42
Chatarra de hierro	= 750 x 0.03 =	22.50
Material de reproceso	= 750 x 0.034 =	24.00
Chatarra de acero	= 450 x 0.0030 =	1.35
Total lbs. de carbón en la carga:		89.85

$\frac{90}{3.000}$ x 100 = 3.00 %.

Reemplazando los valores en la ecuación anteriormente propuesta, tenemos lo siguiente:

$T.C + (2.00 - 2.10)0.25 = 2.85 + 1/2\ (3 - 2)$

$T.C - 0.025 = 2.85 + 0.5$

$T.C = 2.85 + 0.50 + 0.025 = 3.4\ \%$

O sea que total de carbón en la carga lo tenemos dentro de las normas establecidas.

Otros métodos para el cálculo de carbón son empleados, pero el más utilizado es el anteriormente propuesto, aunque depende del criterio que se siga en una fundición en particular .

CALCULO DE LA CARGA DE COQUE.-

Tenemos el horno de $St = \pi D^2/4$

Si llamamos h la altura de la carga, tendremos:

$D^2/4 \times h \times Pc = K$ (Kgs. de coque por carga)

D = Diámetro del horno en m.m.

h = Altura de la carga de coque en m.m.

Pc = Peso especifico del coque a granel = 0.45 Kgs/dcm3.

K = Kgs. de coque por carga.

NOTA: La altura de coque en cada carga debe ser del orden de 4" a 8" para hornos pequeños, y 8" para hornos grandes.

En el presente proyecto tengo un horno de 621 m.m. de diámetro interior; reemplazando valores tengo lo siguiente:

$$K = \frac{3.14 \times 621\ dcm2}{4} \times 1\ dcm. \times \frac{0.45\ Kg}{dcm3.} = 71\ Kgs.\ por\ carga.$$

Se puede tomar K = 70 Kgs. por carga.

MATERIALES | COMPOSICION DE LA CARGA | C % /lbs | Si % /lbs | Mn % /lbs | S % /lbs | OBSERVACIONES
LINGOTE DE HIERRO
MATERIAL DE REPROCESO
CHATARRA DE HIERRO
CHATARRA DE ACERO
BRIQUETA DE Si
BRIQUETA DE Mn
TOTAL DE LIBRAS CARGADAS
% ANALISIS CARGADO (TOTALES DIVIDIDO POR EL PESO DE CARGA).
PERDIDA O GANANCIA EN LA FUSION.
ANALISIS CALCULADO
HOJA DIARIA DE CALCULO DE CARGAS
HORNADA N.º
CARGA N.º 1

MATERIALES	COMPOSICION DE LA CARGA	C		Si		Mn		S		OBSERVACIONES
		%	lbs	%	lbs	%	lbs	%	lbs	
LINGOTE DE HIERRO	1050	4	42	3.05	32	0.92	9.66	0.03	0.32	
MATERIAL DE REPROCESO	750	3.0	22.5	2.15	16.13	0.70	525	0.12	0.90	
CHATARRA DE HIERRO	750	3.4	25.5	1.90	14.25	0.71	5.32	0.12	0.90	
CHATARRA DE ACERO	450	0.30	1.35	0.15	0.68	0.15	0.47	0.05	0.23	
BRIQUETA DE SI										
BRIQUETA DE MN	7 BRIQUETAS						7			
TOTAL DE LIBRAS CARGADAS	3000		91.35		63.06		27.70		2.35	
% ANALISIS CARGADO (TOTALES DIVIDIDO POR EL PESO DE CARGA).		3.4		2.1		0.92		0.78		
PERDIDA O GANANCIA EN LA FUSION.						0.11		0.11		
ANALISIS CALCULADO		3.4		2.10		0.81		0.67		

CARGA Nº 1 HORNADA Nº 1 CUBILOTE Nº 1

FECHA _____

HOJA DIARIA DE CALCULO DE CARGAS

CALCULO DE LA PIEDRA CALIZA POR CARGA.- Debe tenerse presente las siguientes consideraciones:

1.- Composición en carbonato de cal sobre 85 %.

2.- La cama debe tener entre el 5 y 6 % de caliza con respecto al coque. Si se puede poner espato de fluor se recomienda de 0.5 a 0.6 % con relación al peso del coque de la cama en vez de caliza.

3.- Las cargas deben llevar entre el 20 al 25 % de caliza con respecto al coque por carga.

Peso del coque por carga es 70 Kgs., de donde deducimos el 20 %, quedando entonces 14 Kgs. de caliza por carga.

CANTIDAD DE PLANCHAS DE ACERO PARA LA CORAZA .- La construcción de la torre o coraza será de chapas de acero dulce de 6 m.m. - (1/4"), que contiene material refractario. Su forma es cilíndrica y remachada con juntas de traslape hacia abajo, para protegerla de los cambios de temperatura. Las planchas son de las siguientes dimensiones: Cuatro pies de ancho por ocho pies de largo por 1/4" de espesor.

Area del cilindro hueco = $2 \pi RH$

H, altura del cubilote = 4.65 mts.

Reemplazando los valores obtengo:

$$A = \frac{2 \times 22 \times 0.44 \text{ mts.}}{7} \times 4.65 \text{ mts.} = 12.71 \text{ mts2.}$$

Para obtener la cantidad de planchas divido el área del cilindro por la superficie de la plancha:

$$\text{Cantidad de planchas} = \frac{\text{Area del cilindro}}{\text{Area de plancha}} = \frac{12.71 \text{ mts2.}}{2.1 \text{ mts2.}}$$

= 6 planchas.

Area del cilindro = 12.71 mts2.

$$\text{Area de la plancha} = 4' \times 8' = 32 \text{ pies2.} \times \frac{1 \text{Mt2.}}{10.76 \text{ p2.}}$$

= 2.1 mts2.

Hay que aumentar un 10 % sobre la cantidad de planchas para contrarrestar los desperdicios que origina la construcción, obteniendo como resultado final la cantidad de siete planchas.

III - 6 BALANCE TERMICO.-

Para realizar el cálculo de un balance térmico de la operación del cubilote, se requiere que las informaciones y los datos recogidos sean de lo más exacto y verace posible, y estos no deben recopilarse durante las últimas horas dentro de una hora después de una carga "extra" o dentro de 30 minutos después de un cambio en el régimen de soplado.

El funcionamiento del horno de cubilote se fundamenta en el desarrollo y uso del calor obtenido a alta temperatura. La combustión del coque es la principal fuente productora de calor aunque solamente podrá disponerse una cantidad de la potencialidad del calor del carbón del coque.

Otros factores que ayudan a producir calor son los debidos a la oxidación del hierro, silicios, manganeso, que se encuentra presente en la carga del metal y la suma de todos estos valores calorificos se lo denomina como el calor absorvido por la operación o también calor suministrado.

Todo este calor suministrado es absorvido en parte por la fusión del hierro y sobrecalentarlo a la temperatura de sangría. La humedad de la carga de coque y la calcinación de la piedra caliza, y también, la formación y fusión de la escoria, requieren otra cantidad de calor. Mucho del calor desarrollado en un cubilote pasa a la chimenea en forma de gases caliente de escape. Las altas temperaturas de los gases de escape inciden en una gran proporción en la disminución de la eficiencia térmica.

También se necesita calor para descomponer la humedad del - aire soplado y otra gran cantidad se pierde por la transferencia de calor del cubilote caliente al medio circundante.

Analizado la fuente y uso del calor se lo puede resumir en los siguientes items, de entrada y salida de calor que por la primera ley de la termodinámica deben ser iguales.

ENTRADA DE CALOR (CALOR ABSORBIDO):

1.- Calor potencial en el coque (Poder calorífico del coque).
2.- Oxidación del hierro, silicio y manganeso.
3.- Calor sensible en el aire de soplado.

SALIDA DE CALOR (CALOR DESPENDIDO):

1.- Calentamiento, fusión y sobrecalentamiento del hierro.
2.- Calcinación de la piedra caliza.
3.- Formación, fusión y sobrecalentamiento de escoria.
4.- Descomposición de humedad en el aire de soplado.
5.- Calor sensible en los gases de escape.
6.- Calor latente en los gases de escape.
7.- Pérdidas de radiación del cubilote.

Para efectuar el balance térmico de un cubilote se parte del principio que las operaciones del mismo se realizan de acuerdo a - la Ley de Charles, que se define como sigue: "Cuando la presión permanece constante, el volumen de un gas varía directamente con su - temperatura absoluta".

Charles ..... V varia segun T.

Por este motivo, o mejor dicho, por esta razón, no se considera el efecto de la presión en el cálculo del balance térmico.

Los elementos que componen la carga del horno del cubilote,- producen reacciones químicas de diferentes tipos y caracteristicas

una vez que entra en contacto con el calor. Estas reacciones producen o absorven calor y lo que se conoce con el nombre de calor de reacción.

Todo lo explicado anteriormente lo voy a aplicar directamente a un ejemplo, como es el de realizar el balance térmico, partiendo de la ecuación para la combustión completa del carbono.

EJEMPLO:

La ecuación de combustión completa del carbono en el cubilote (La combustión del carbono para formar bióxido de carbono), se expresa por la siguiente ecuación:

$$C + O_2 = CO_2$$

Supongamos que el oxígeno es suministrado en forma de aire a 149°C y el carbono a 25°C, y, el bióxido de carbono a 451°C.

Resolución: Por la ecuación anteriormente escrita se establece que una molécula (un átomo) de carbono se une con una molécula (2 átomos de oxígeno) para formar una molécula de bióxido de carbono. Esta reacción se llama exotérmica debido a que produce calor:

$$C + O_2 = CO_2 + \text{calor}$$

Según la tabla No.50, donde se dan los valores de los calores de reacción, tenemos:

$$C_{coque} + O_2 = CO_2 + 96.43\ K_{cal}\ (\text{a } 25\ C)$$

$C_{suministrado}$: 1 mol. Kg. (12 Kg)

$O_{suministrado}$: 1 mol. Kg. (32 Kg)

El aire de la atmósfera contiene aproximadamente 21 % de O_2 por volumen (Una cifra más precisa sería 20.9 %) y 79 % de nitrógeno.

Aire suministrado = $1.0 \div 0.21 = 4.76$ Mol.Kg.

N_2 presente: $4.76 - 1 = 3.76$ Mol.Kg (105,3 Kg)

CO2 producido: 1 Mol.Kg. (44 Kg).

Los calores especificos medios se pueden obtener de la tabla No.42, y estos valores son los siguientes:

O_2 ..... 0.2221

N_2 ..... 0.2488

CO_2 ..... 0.2388

H_2 ..... 0.2531

Estos valores han sido encontrados partiendo de la temperatura de 149°C y 426° respectivamente.

A continuación se calcula el contenido de calor en lo reaccionante, multiplicando la temperatura de entrada del aire por su peso molecular y por el valor especifico medio, es decir, aplicando la siguiente fórmula: $H = C_p (t - 15.6)$

H = Calor contenido o calor sensible de la substancia.

C_p = Calor especifico medio.

15.6 = Temperatura inicial hasta la temperatura especificada.

Contenido de calor o calor sensible en lo reaccionante:

$HO2 = 149 \times 32 \times 0.2221 = 1056,9728$

$H = 149 \times 105,3 \times 0.2488 = 3803,5973$

H total.... 4862,5701

H_r = Es el contenido de calor de todos los cuerpos que reaccionan arriba de sus estados standard a 25°C.

Contenido de calor de los productos:

$H_{CO2} = 426 \times 44 \times 0,2388 = 4.456,0672$

$H_{p2} = 426 \times 105,3 \times 0.2488 = 11.106.6704$

H_p total 15.562,7376

H_p = Es el contenido de calor de todos los productos arriba de sus estados standard a 25°C

Q_{25} = Es el calor standard de reacción a 25°C.

Q = Es el fecto térmico del proceso bajo las condiciones existentes.

Q_{25} = 96.430

H_p = 4.862,5701

Total: 101.292,5701

H_p = 15.562,7376

Q = 85.729,84

$\frac{Q}{12}$ = 7.144 Kg cal x Kg. carbono.

BALANCE TERMICO

CALOR ABSORBIDO:

H_{coque} = 0 Kcal

HO_2 = 1.058,9728 Kcal

Hn_2 = 3.803,5973 Kcal

Q_{25} = 96.430 Kcal

101.292,57 Kcal

CALOR DESPRENDIDO:

HCO_2 = 4.456,0672 Kcal

Hn_2 = 11.106,7604 Kcal

Q = 85.729,84 Kcal

101.292,57 Kcal

Después de haber analizado la combustión completa del cubilote, realizo un ejemplo de balance térmico de la operación completa de un cubilote. Los datos para esta tabla están basados en la operación de un cubilote de 840 m.m., fundiendo una carga para producción de accesorios de ganfitería. Para realizar este cálculo es importante emplear unidades de medición constante; en este ejemplo la hora se ha utilizado como medida de tiempo, y los datos fueron obtenidos durante un período de tiempo en que la operación del cubilote era estable y uniforme.

BALANCE TERMICO DE LA OPERACION DE UN CUBILOTE.-

1.- CALOR SUMINISTRADO:

a).- Calor potencial en el coque:

Peso del coque, Kg por hora (Según cálculo)	70 Kg.
Carbono fijo en el coque (Según análisis)	91 %.
Peso del carbón fijo: 70 x 0.91	63,7 Kg.

Calor al quemar a CO_2 1 Kg. de C	8.028 Kcal
Calor potencial: 63,70 x 8.028	511.384
Carga de hierro por hora	3.000 Kg.
b) Contenido de carbono del hierro cargado (Por dato)	2,40 %
Pérdida de carbono cedido al hierro (Por dato)	0,60 %
O sea, 3.000 x 0,006	18 Kg.

b). Contenido de carbono perdido en la descomposición de la humedad se puede calcular usando la relación de que el porcentaje de carbono perdido es aproximadamente el mismo numéricamente que el número de grano por pies cúbicos.

Pérdida aproximada de carbono en la descomposición de la humedad: (63.7 Kg = 140 lbs.); 140 x 0.039 — 5.46 lbs.

Carbono total perdido (18 Kg = 40 lbs)
40 + 5.46 — 45,46 lbs.

Calor potencial de este carbono:
45,5 lbs. - 21 Kgs.
21 Kgs. x 8.030 — 168.630 Kcal

Calor potencial neto: 511.383 − 168.630 = 342.753

2.- OXIDACION DE HIERRO, SILICIO Y MANGANESO.

a) Oxidación de silicio:

Silicio en la carga (Por dato)	0,66 %
Silicio en el hierro sangrado (Por análisis)	0,58 %
Silicio oxidado (Por diferencia)	0,08 %
Hierro cargado por hora	3.000 Kg.
Silicio oxidado: 3.000 x 0.0008	2.4 Kg.
Peso atómico del silicio	28.09
Calor de formación de Si 02 de Mol.Kg.	205.100 Kcal
Calor de formación de Si 02 Kg de silicio	7.290 Kcal

205.100
28,09

Calor producido por la oxidación de silicio: 2.4 x 7.290	17.496 Kcal

b) Oxidación del hierro:

Peso de la escoria formado por hora (calculado más adelante)	38 Kg.
Hierro contenido en la escoria (Por dato)	2.0 %
O sea, 38 x 0.02	0.76
Calor de formación FeO por Kg (Por tabla No.49)	886 Kcal
Calor producido por oxidación de hierro: 886 x 0.76	673,66 Kcal

c) Oxidación del manganeso:

Manganeso en la carga (Por dato)	0.75 %
Manganeso en el hierro fundido (Por dato)	0.50 %
Manganeso oxidado (Por diferencia)	0.25 %
Hierro cargado por hora	3.000 Kgs.
Manganeso oxidado: 3.000 x 0.0025	7.5 Kgs.
Calor de formación de MnO por Mol.Kg. (Tabla No.49)	92.000 Kcal
Calor de formación de MnO por Kg. Mn. 92.000 : 54.93	1.675 Kcal
Calor producido por oxidación de manganeso: 1.675 x 7.5	12.563 Kcal

3.- CALOR SENSIBLE EN EL AIRE SOPLADO.-

Análisis de los gases de escape:

CO2 (Por análisis)	13.00 %
CO (Tabla No.51)	13.2 %
N_2 (Tabla No.51)	73.8 %

Puesto que a volumenes iguales de gas contienen el mismo núme
ro de moléculas, un molde gas de escape contiene:

Co2	0.130 Moles
CO	0.132 Moles
N2	0.738 Moles
Un molde de escape es producido por: 0.130 + 0.132	0.262 Moles de C.
O sea, 0.262 x 12	3.14 Kg carbono
Coque cargado por hora	70 Kg.
Carbono cargado por hora	63.7 Kg.
Carbono perdido en la descomposición de la humedad	18 Kg.
Carbono quemado por hora	45.7 Kg.
Moles de gas de escape producido por hora: 45,7/3,14	14.5 Moles
El gas contiene:	
CO2 14.5 x 0.130	1.9 Moles
0	
1.9 x 44	83,6 Kg.
CO 14.5 x 0.132	19.14 Moles
0	
19.14 x 28	536 Kg.
N2 14.5 x 0.738	10.85 Moles
0	
10.85 x 28	304 Kg.
Oxígeno necesario:	
Para CO2	1.9 moles
Para CO 19,14/2	9.57 Moles
TOTAL:	11.47
Aire necesario 11.47/0.21	59,5 Moles
Que contienen:	
O2 59,5 moles O 11.47 x 32	365,76 Kg.
N2 (Como arriba) 10.85 x 28	304 Kg.

Peso del aire empleado 669,76 Kg.

Calores específicos medio de 25 C a 174 C (Por tabla No.48)

O2 0,2221 Kcal/Kg°C

N2 0,2488 Kcal/Kg°C

H2 0,4499 Kcal/Kg°C

3.- Calor contenido (Calor sensible) del aire soplado a 174°C:

O2 365,76 x 0,2221 x 149 12.069 Kcal

N2 304 x 0,2488 x 149 11.165 Kcal

H2O 108 x 0,4499 x 149 7.301 Kcal

TOTAL: 308.24 Kcal

4.- ENTRADA TOTAL DE CALOR POR HORA:

Potencial neto del coque 342.574 Kcal

Oxidación de los elementos:

Fe 673,66 Kcal

Si 17.496 Kcal

Mn 12.393 Kcal

TOTAL 30.762,66 Kcal

Calor sensible 30.824 Kcal

Entrada total de calor por hora: 404.160,66 Kcal

b) GALOR GASTADO.

1.- Calentamiento - fusión y sobrecalentamiento del hierro.

Hierron cargado 1.000 Kg.

Peso Fe) en la escoria 0,76 Kg.

Peso atómico Fe 55.85

Peso atómico O 16.00

Peso de Fe oxidado a FeO: $\frac{0.76 \times 55.85}{71.85}$ 0.59

Hierro sangrado 2.999 kilos

Temperatura de hierro cargado (Por dato) 25°C

a)	Temperatura del hierro sangrado (Por dato)	1.452°C
	Contenido de carbono del hierro sangrado (Por dato)	3.00 %
	Calor especifico medio de 25°C a 1.452°C (Por dato)	0.2095 Kcal/Kg°C
	Contenido de calor de hierro a la temperatura de sangria: 1.452 x 0.2095 x 2.999=	304.184 Kcal
2.-	Calcinación de la piedra caliza:	
	Peso de la piedra caliza	14 Kg.
	Contenido de Ca CO3 de la piedra caliza (Por dato)	97.10 %
	Peso de Ca CO3 por Kg: 14 Kg x 0.9710	13.60 Kg.
	Calor de descomposición del Ca CO3 por Kg de Ca CO3 (Tabla No.50)	425 Kcal.
	Calor para calcinar la caliza por hora: 425 x 13.60	5.780 Kcal
3.-	Formación, fusión y sobrecalentamiento de la escoria.	
a)	Peso de CaCO3 en la caliza	13.6 Kg.
	Peso de CaCO3 cargado (Iguales moles de CaO formado): 13,6/100	0.136 Moles
	Peso molecular CaO	56,08
	Peso de CaO en la escoria: 0.1360 x 56.08	7.63 Kg.
	Peso de escoria formado por hora	1.526 Kg.
b)	Calor de las reacciones en la escoria:	
	Calores de formación (Tabla No.49)	

CaO	SiO2	CaO SiO2
151.900 Kcal	205.000 Kcal	378.000 Kcal

Calor de reacción: 378.000 - 357.000	21.000 Kcal
Peso de CaCO3 necesario para formar un mol de CaO SiO2	100 Kg.
Calor de las reacciones de escoriado por Kg. CaCO3	210 Kcal
Calor de la reacción de la escoria: 13,60 x 210	2.856 Kcal

e) Calor contenido en la escoria 25° a 1.452°C.

Calor medio específico según tabla No.48	0.3256 Kcal/Kg°C
Peso de la escoria formado por hora	1.526 Kg.
Contenido de calor de la escoria fundida: 1.526 x 0.3256 x 1.427	714 Kcal
Calor disponible de las reacciones de la escoria	2856 Kcal
Calor necesario para la escoria	2142 Kcal.

4.- Descomposición de la humedad en el aire soplado.

Peso del aire seco empleado	669,76 Kg.
Temperatura del bulbo seco	25, C
Temperatura del bulbo húmedo	13, C
Presión barométrica (Por dato)	749,mm Hg.
Humedad por libra de aire seco: 53 x 749/760	52 gramos
Gramos por libras	7000
Humedad total en el aire soplado por hora 669,76 x 2.205	1.474 lbs.
1.474 x 52/7.000	10 lbs.
Calor necesario por libra H2O (Por tabla No.50)	2.898 BTU

Calor necesario para descomposición del agua en el aire de soplado: 10 x 2.898 28.980 BTU

28.980 BTU x Kcal/3.97 BTU =

= 7.245 Kcal

5.- Calor sensible en los gases de escape:

El gas de escape contiene:

CO2	83,6 Kg
CO	536, Kg
N2	304, Kg
N2 $\frac{10 \text{ lbs.} \times 2}{18} = 1.11 = 0.5$ Kg	0.5 Kg

Temperatura de los gases de escape a 454°C.

Calor especifico medio de los gases de escape de 25° a 454°C

CO2	0.2408 Kcal/Kg°C
CO	0.2556 Kcal/Kg°C
N2	0.2538 Kcal/Kg°C
H2	3.463 Kcal/Kg°C

Contenido de calor en los gases de escape:

CO2	0.2408 x 83.6 x 429	8.580 Kcal
CO	0.2556 x 536 x 429	58.773 Kcal
N2	0.5 x 3.463 x 429	730 Kcal
	TOTAL:	60.083 Kcal

6.- Radiación del cubilote:

Desprendimiento total del calor por causa de:

Calentamiento, fusión y sobrecalentamiento del hierro:	304.184 Kcal
Calcinación de la piedra caliza	5.780 Kcal
Formación, fusión y sobrecalentamiento de la escoria	2.142 Kcal
Descompoxición de la humedad en el aire de soplado	7.245 Kcal
Calor sensible de los gases de escape	60.083 Kcal
TOTAL:	379.434 Kcal
Entrada de calor total por hora:	404.160 Kcal
Pérdida de radiación del cubilote (Por diferencia)	24.726 Kcal

RESUMEN

Entrada de calor (Calor suministrado).

Calor potencial neto en el coque	342.574 Kcal

Oxidación de los elementos:

Fe	673,66 Kcal
Si	17.496 Kcal

Mn	12.593 Kcal	
TOTAL:		30.762,66 Kcal
Calor sensible en el aire de soplado		30.824 Kcal
ENTRADA TOTAL DE CALOR POR HORA:		404.160,66 Kcal
Salida de Calor (Calor gastado)		
Calentamiento, fusión y sobrecalentamiento del hierro		304.184 Kcal
Calcinación de la piedra caliza		5.780 Kcal
Formación, fusión y sobrecalentamiento de la escoria		2.142 Kcal
Descomposición de la humedad del aire de soplado		7.245 Kcal
Calor sensible de los gases de escape:		
CO2	8.580 Kcal	
CO	58.773 Kcal	
N2	730 Kcal	
Total:		60.083 Kcal
Radiación del cubilote		24.726 Kcal
SALIDA TOTAL DEL CALOR:		404.160 Kcal

EFICIENCIA:

$$\text{Eficiencia de fusión} = \frac{\text{Calor presente en el hierro} \times 100}{\text{(Calor potencial en el coque)} + \text{(Calor de oxidación de los elementos)} + \text{(Calor sensible en el aire de soplado)}}$$

$$= \frac{304.184 \times 100}{342.574 + 30.762 + 30.824 \text{ Kcal}} = \underline{70\ \%}$$

$$\text{Eficiencia de Combustión} = \frac{\text{(Calor potencial en el coque)} - \text{(Calor latente en el gas de escape)} \times 100}{\text{Calor potencial en el coque}}$$

$$= \frac{342.574 - 8.388 \times 100}{342.574} = \underline{70\ \%}$$

TABLA No.47. PESOS ATOMICOS INTERNACIONALES (Revisión de 1952)

Nombre del Elemento	Símbolo	Peso Atómico
Aluminio	Al	26.98
Calcio	Ca	40.08
Carbono	C	12.010
Cloro	Cl	35.457
Hidrógeno	H	1.0080
Hierro	Fe	55.85
Magnesio	Mg	24.32
Manganeso	Mn	54.93
Nitrógeno	N	14.008
Oxígeno	O	16.0000
Fósforo	P	30.975
Silicio	Si	28.09
Sodio	Na	22.997
Azufre	S	32.066
Titanio	Ti	47.90

$\overline{C}_p = H/(t°F - 60)$ Btu/lb°F (o Kcal/kg°C)

t(°F)	t(°C)	O_2	H_2	H_2O	N_2	CO	CO_2	Escoria (sólida)	Escoria (líquida)	Lingote de arrabio (sólido) 2%C	Lingote de arrabio (sólido) 4%C	Lingote de arrabio (líquido) 2%C	Lingote de arrabio (líquido) 4%C
100	37.8	0.2188	3.420	0.4448	0.2482	0.2485	0.2022	0.1809		0.1200	0.1308		
200	93	0.2203	3.434	0.4472	0.2485	0.2488	0.2086	0.1893		0.1223	0.1326		
300	149	0.2221	3.442	0.4499	0.2488	0.2493	0.2145	0.1967		0.1245	0.1353		
400	204	0.2240	3.448	0.4529	0.2493	0.2501	0.2201	0.2032		0.1275	0.1403		
500	260	0.2259	3.452	0.4562	0.2500	0.2511	0.2253	0.2089		0.1292	0.1404		
600	315	0.2279	3.455	0.4597	0.2509	0.2522	0.2301	0.2139		0.1309	0.1409		
700	371	0.2299	3.458	0.4634	0.2520	0.2535	0.2346	0.2183		0.1327	0.1417		
800	426	0.2318	3.462	0.4674	0.2531	0.2549	0.2388	0.2223		0.1346	0.1428		
900	482	0.2337	3.466	0.4715	0.2544	0.2564	0.2428	0.2258		0.1367	0.1441		
1 000	538	0.2355	3.470	0.4757	0.2558	0.2580	0.2465	0.2291		0.1392	0.1457		
1100	593	0.2373	3.475	0.4800	0.2572	0.2596	0.2500	0.2321		0.1422	0.1475		
1200	648	0.2390	3.480	0.4844	0.2586	0.2611	0.2533	0.2349		0.1458	0.1497		
1300	704	0.2406	3.487	0.4888	0.2600	0.2627	0.2564	0.2374		0.1500†	0.1523†		
1400	760	0.2420	3.494	0.4932	0.2614	0.2642	0.2593	0.2397		0.1671††	0.1622††		
1500	815	0.2434	3.501	0.4976	0.2628	0.2657	0.2620	0.2418		0.1658	0.1616		
1600	871	0.2448	3.510	0.5021	0.2642	0.2672	0.2646	0.2437		0.1647	0.1611		
1700	926	0.2461	3.519	0.5066	0.2656	0.2686	0.2671	0.2455		0.1638	0.1608		
1800	981	0.2473	3.528	0.5111	0.2669	0.2700	0.2694	0.2473		0.1631	0.1606		
1900	1036	0.2484	3.538	0.5156	0.2682	0.2713	0.2716	0.2490		0.1626	0.1604	0.2208	0.2221
2000	1093	0.2495	3.549	0.5201	0.2695	0.2726	0.2737	0.2506		0.1622	0.1604	0.2187	0.2197
2100	1149	0.2506	3.460	0.5245	0.2707	0.2739	0.2757	0.2522		0.1620	0.1604	0.2168	0.2176
2200	1204	0.2517	3.572	0.5289	0.2719	0.2751	0.2776	0.2538		0.1619	0.1605	0.2151	0.2157
2300	1259	0.2527	3.584	0.5334	0.2732	0.2763	0.2795	0.2555		0.1618	0.1607	0.2136	0.2140
2400	1315	0.2536	3.596	0.5375	0.2742	0.2774	0.2813	0.2571	0.3256	0.1618	0.1608	0.2122	0.2124
2500	1371	0.2545	3.608	0.5415	0.2753	0.2784	0.2830		0.3239	0.1619	0.1611	0.2110	0.2109
2600	1427	0.2554	3.620	0.5456	0.2764	0.2794	0.2845		0.3224	0.1620	0.1613	0.2099	0.2095
2700	1483	0.2562	3.632	0.5496	0.2774	0.2804	0.2860		0.3210	0.1622	0.1616	0.2089	0.2083
2800	1538	0.2570	3.644	0.5536	0.2784	0.2814	0.2875		0.3198	0.1624	0.1619	0.2079	0.2072
2900	1593	0.2578	3.656	0.5575	0.2793	0.2823	0.2889		0.3187	0.1627	0.1623	0.2070	0.2062
3000	1649	0.2585	3.668	0.5614	0.2802	0.2831	0.2902		0.3176			0.2062	0.2052
3100	1704	0.2593	3.680	0.5652	0.2811	0.2840	0.2915		0.3166			0.2054	0.2043
3200	1760	0.2600	3.692	0.5688	0.2819	0.2848	0.2927		0.3156			0.2054	0.2043

† ALFA

TABLA 48. CALORES ESPECIFICOS MEDIOS

TABLA 49. COLORES DE FORMACION

COMPUESTO	PESO MOLECULAR	Kcal por mol ga	B T U$_b$ por lb	Kcal por Kg	B T U por mol-lb^b
Al_2O_3	101.96	399.09	718.360	3914	7045.5
$Al_2O_3\,SiO_2$	162.05	644.6	1,160,300	3978	7160
CaO	56.08	151.9	273.400	2709	4876
$CaCO_3$	100.09	288.45	519.210	2882	5187.4
$CaCO_3MgO_3$	184.42	556	1.001.000	3015	5430
CaC_2	64.10	15	27.000	234	420
$CaO\cdot SiO_2$	116.17	378.0	680,400	3254	5857
$2CaO\cdot SiO_2$	172.25	538.5	969,300	3126	5627
$3CaO\cdot SiO_2$	228.33	688.4	1.239,100	3015	5427
$CaO\cdot Al_2O_3$	158.04	551c	992,000c	3486	6280c
$2CaO\cdot Al_2O_3$	214.12	704	1.267.000	3288	5920
$3CaO\cdot Al_2O_3$	270.20	861	1.550,000	3186	5740
$4CaO\cdot Al_2O_3$	326.28	1026	1.847.000	3144	5660
$12CaO\cdot 7Al_2O_3$	1386.68	4617	8,311,000	3329	5993
$3CaO\cdot Al_2O_3\cdot 2SiO_2$	390.38	1303	2,345,000	3338	6008
$CaO\cdot Al_2O_3\cdot 6SiO_2$	518.58	1828	3,290,000	3523	6345
$4CaO\cdot Al_2O_3\cdot Fe_2O_3$	485.98	1211	2,180,000	2492	4485
CaS	72.15	115.3	207,500	1598	2877
CO_2	44.01	94.052	169,294	2137	3846.7
CO	28.01	26.416	47,549	943	1697.6
C	12.01	-2.38d	-4,280d	-198	-356d
H_2O	18.016	57.798	104,036	3208	5774.7
H_2O	18.016	68.317	122,971	3792	6825.6
FeO	71.85	63.7	114,700	887	1596
Fe_3O_4	231.55	267.0	480,600	1153	2076
Fe_2O_3	159.70	196.5	353,700	1230	2215
$FeO\cdot SiO_2$	131.94	276	497.000	2092	3760
$2FeO\cdot SiO_2$	203.79	343.7	618,700	1687	3036
Fe_3C	179.56	-5.0	-9.000	-27	-50
$FeSi$	83.91	19.2	34.600	229	412
FeS	87.92	22.72	40.900	258	465.2
MgO	40.32	143.84	258,910	3567	6421
$MgCO_3$	84.33	266	479.000	3154	5680
$MgO\cdot SiO_2$	100.41	357.9	644,200	3564	6416
$2MgO\cdot SiO_2$	140.73	488.2	878.800	3469	6244
MnO	70.93	92.0	165,600	1297	2335
Mn_3O_4	228.79	331.4	596,500	1448	2607
Mn_2O_3	157.86	232.1	417.800	1470	2646
MnO_2	86.93	124.5	224.100	1432	2578
MnS	87.00	48.2	86,800	554	997
$MnO\cdot SiO_2$	131.02	302.5	544,500	2309	4156
SiO_2	60.09	205.1	369.200	3413	6144
Na_2CO_3	106.00	270.3	486,500	2550	4590
SO_2	64.07	70.96	127,730	1107	1993.6
TiO_2	79.90	218.0	392,400	2728	4911

CONFECCIONADA POR BUREAU OF STANDARAS COMPILATION. PUBLICADA POR: ROSSINI, F.D. SELECTEA VALUES OF CHEMICAL THERMODYNAMIC PROPERTIES, CIRCULAR DEL NATIONAL BUREAU OF STANDARS Nº 500 1.952

TABLA 50. CALORES DE REACCION

REACCION	Kcal	Btu	Btu/lb[c]	Kcal/kg
$C_{coque} + O_2 = CO_2$	96.43[d]	173570[d]	14452 /lb C[d]	8028.9 /Kg C
$C_{coque} + \frac{1}{2}O_2 = CO$	28.79[d]	51820[d]	4315 /lb C[d]	2397.2 /Kg C
$CO + \frac{1}{2}O_2 = CO_2$	67.636	121745	4346.5/lb CO	2414.2/Kg CO
$\frac{1}{2}CO_2 + \frac{1}{2}C_{coque} = CO$	− 19.42[d]	− 34960[d]	− 2910 /lb C[d]	1616.7/Kg C
$H_2O\ (g) + C_{coque} = CO + H_2$	− 29.00[d]	− 52210[d]	− 2898 /lb H_2O[d]	1610.0 /Kg H_2O
$CaCO_3 = CaO + CO_2$	− 42.5	− 76500	− 764 /lb $CaCO_3$	424.4 /Kg $CaCO_3$
$CaCO_3 \cdot MgCO_3 = CaO + MgO + 2CO_2$	− 72	− 130000	− 700 /lb $CaMg(CO_3)_2$	388.9/Kg $CaMg(CO_3)_2$
$MgCO_3 = MgO + CO_2$	− 28	− 50000	− 600/lb $MgCO_3$	333.3/Kg CO_3

a. A 25°C

b. A 60°F

c. ESTIMADO

d. BASADO EN P.H. DEWEY Y D.R. HARPER: JOURNAL OF RESEARCH, NATIONAL BUREAU OF STANDARDS, 21 457 (1938)

TABLA 51. COMBUSTION DEL COQUE

CO_2 %	CALOR DESARROLLADO, KCAL POR Kg DE CARBONO			EFICIENCIA DE COMBUSTION %
	CO_2	CO	TOTAL	
0	000	2400	2400	29.9
1	233	2328	2561	31.9
2	478	2256	2734	34.0
3	733	2178	2911	36.3
4	1000	2100	3100	38.6
5	1278	2017	3295	41.0
6	1567	1928	3495	43.5
7	1867	1839	3706	46.1
8	2183	1745	3928	48.9
9	2506	1650	4156	51.8
10	2845	1550	4395	54.7
11	3211	1439	4650	57.9
12	3589	1328	4917	61.2
13	3984	1206	5190	64.6
14	4389	1083	5472	68.2
15	4823	956	5779	72.0
16	5284	822	6106	76.0
17	5778	672	6450	80.3
18	6289	522	6811	84.8
19	6834	355	7189	89.5
20	7400	189	7589	94.5
21	8028	000	8028	100.0

III - e EQUIPO MECANICO PARA CARGA.-

El trabajo de cargar a mano el cubilote, en la actualidad se encuentra fuera de uso debido a que es un trabajo duro y desagradable en cualquier época del año.

La experiencia ha demostrado que el equipo mecánico para la carga, apropiadamente seleccionado para cumplir con las condiciones de la fundición, hará un trabajo de carga mejor.

Las operaciones de carga mecánica deben considerarse bajo todos los aspectos que intervienen, desde el recibo de la materia prima en el patio de la fundición y el procedimiento de mover y pesar las cargas, hasta la entrega final de los materiales en el cubilote. Según estadísticas se tiene un rendimiento de 20 a 25 toneladas de material manejado y cargado por hora utilizando un sistema completo de carga mecánica.

La selección del equipo adecuado y la disposición física de cada tipo de equipo, son problemas que deben ser estudiados con mucha atención, para que den como resultado el cumplimiento de las condiciones requeridas para la fundición.

Las ventajas que se obtienen debido a la mecanización de la descarga, almacenamiento, pesada, movimiento y carga de materiales sobre el método de manejo manual, son las siguientes:

a) Reduce la mano de obra: Una comparación de la mano de obra necesaria para descargar el material de un carro que entrega materia prima a la fundición por medios manuales y por medios mecánicos, como la que sigue, da idea de su valor en cifras:

Labor manual..... 0.69

Grúa con electroimán 0.057

b) Mejora las condiciones de trabajo:

1.- Elimina toda labor manual en la carga del cubilote.

2.- Reduce a un mínimo el trabajo manual en el patio.

c) Facilita condiciones favorables para un buen rendimiento de las labores del Supervisor y obreros.

d) Elimina la necesidad de un costoso piso de carga.

e) Se obtiene una operación más eficiente en el cubilote, al poder cargar el máximo de materiales por medio de cargas preparadas con mayor uniformidad y precisión.

Los valores en cifras fueron obtenidos por A.W. Gregg, "Mechanization for the Small Foundry", Foundry Agosto 1.948.

GRUA PUENTE.- Las grúas movidas a mano son las más convenientes, puesto que se va a tener cargas pequeñas o medianas que no exceden de 5.000 Kgs. Se maniobran mediante cadenas, desde el suelo o por medio de una manivela emplazada sobre la misma grúa puente, estando provisto además, de freno automático, cadena calibrada o cable para la suspensión de la carga y carro de tornillo sin fin. En esta clase de grúa por lo general, el mecanismo impulsor del carro es independiente del mecanismo de traslación de la grúa, pero ambos están situados en el carro. El puente principal de la grúa esta formado, mientras la carga lo permita, de viguetas en doble "T", normales y paralelas; pero para grandes cargas y luces, estas vigas son armadas o celosía. La velocidad con que se alza la carga de esta grúa es de 0.5 a 2,5 m/min., y la de desplazamiento de la grúa y del carro es de 2,5 a 10 m/min.

La grúa debe llevar los motores y los mecanismos blindados contra el polvo y los gases.

La grúa puente presenta importantísimas ventajas sobre cualquier otro aparato móvil de elevación y transporte. No ocupa ningún espacio en el suelo, dejando libre el piso del taller, y además

en el caso más corriente, o sea, en edificio de planta rectangular, el gancho de la grúa alcanza a cualquier lugar de la nave, realizando el transporte a cualquier otro punto, independientemente.

TABLA No.5

Características de las grúas - puente " THOMAS "
Con accionamientos manuales

CARGA UTIL Kg.	LUZ m	P E S O S		Distancia entre - rueda en los testeros puente m.m.
		Carro Kg.	Grúa---Puente completa Kgs.	
1.000	6-18	-	1300 - 4.000	1.500 - 2.600
2.000	6-18	-	2000 - 5.100	1.650 - 2.800
3.000	6-18	-	2600 - 6.300	1.700 - 3.000
5.000	6-18	1.000	3300 - 7.800	1.900 - 3.200
7.500	6-18	1.200	3700 - 8.500	2.100 - 3.400
10.000	6-18	1.500	4800 - 10.000	2.200 - 3.600
15.000	6-18	3.100	7800 - 14.800	2.450 - 3.700
20.000	6-18	4.000	9000 - 16.800	2.600 - 3.800

GRUA DE PATIO.- Se recomienda una grúa de patio apropiadamente seleccionada que cumpla los requisitos de la fundición. El tipo - más usualmente empleado es una grúa viajera a nivel elevado, equipada con una cuchara de almeja operada por motor para descarga del coque y piedra caliza, y un electro-imán para descargue de metal y para las cargas de metal para el cubilote.

HERRAMIENTAS PARA EL CORTE DE CHATARRAS.- Es de suma importancia la utilización de herramientas adecuadas para la preparación de chatarra; comunmente se utiliza una bola rompedora manejado por medio del electro-imán de la grúa para romper las piezas grandes de - chatarra, y una cizalla o un equipo de oxi-acetileno para cortar las piezas grandes de chatarra de acero a un tamaño apropiado para la -

carga.

PERSONAL DE OPERACION.- Las siguientes personas deben entrar a laborar en este Departamento:

Hornero. Se requiere la presencia de un hornero quien debe asumir la responsabilidad del buen funcionamiento del horno. Debe cumplir y hacer cumplir las órdenes emanadas por el Jefe Técnico de la fundición. Su selección debe basarse en los conocimientos que tenga, puesto que se requiere una persona que tenga una preparación a nivel medio, preferible que sea graduado de cualquiera de los Colegios Técnicos del País, siendo su salario diario de S/. 50,oo.

Ayudante de hornero. Su trabajo consiste en pesar o medir los materiales que se van a utilizar en la carga del cubilote. - limpiar las toberas y cumplir con todo lo ordenado por el hornero; el salario debe ser de S/. 20.oo, diarios.

Operador del puente grúa. Su trabajo consiste en el manejo y transporte de materiales, desde su descarga, almacenamiento y carga del horno. El salario debe ser de S/. 40,oo diarios.

Estrobador. Su función consiste en ayudar al operador del - puente grúa en sus labores. El salario debe ser de S/. 20,oo diarios.

III - f EQUIPOS PARA PREPARACION DE ARENA - TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO.-

En el estudio de los materiales directos, se explicó las cualidades y preparación de la arena, por lo que a continuación explicaré los equipos mecánicos a utilizarse.

Equipo mezclador de arena .- En el pasado la preparación, transporte y almacenamiento de las arenas de fundición era una materia relativamente simple, casi todas las fundiciones utilizaban arena natural, conteniendo alto porcentaje de arcilla; como expedidor de gases y la preparación consistía en usar hombres experimentados y baños con agua y alguna arena fresca en la nueva carga de moldeo.

Este trabajo representaba una tarea árdua y difícil, lo que originó una investigación para introducir la mecanización. Se consiguió con la utilización de máquinas cortadoras de arena; como por ejemplo, máquinas móviles diseñadas a utilizar cuchilla de poder que cortan a nivel del suelo, mientras que simultaneamente se añadía agua, arcilla y arena; aunque con ello no se puede controlar la calidad y características necesarias para obtener producto terminado de buena calidad.

A medida que los estudios iban profundizándose, se reemplazó la cortadora de arena con trituradora de arena. Las primeras trituradoras fueron muy pesadas y con grandes rodillos circulares, y que en la actualidad se utilizan en los procesos industriales de la arcilla.

En la actualidad se utilizan sistemas modernos en la preparación de arena, que incluyen una amplia variedad de componentes mecánicos, tales como trituradoras, transportadores de bandas, separadores, soporte de modelo, mecanismo enfriadores, mecanismos de control automático de la calidad de arena.

El progreso de la fundición es dependiente de como se estudia

y se planifica el sistema de mecanización para la preparación de are nas, ya que ello nos permitirá aumentar la eficiencia de producción y reducir costo de los productos. La preparación de las arenas de fun dición requiere la aplicación de sistemas mecánicos capaces adecuada mente de dispensar el agua y/o aglutinar; para crear proceso de mez cla con propiedades físicas, químicas y características compactibles con el moldeo.

El significado necesario para aplicar tales mecanismos es la - efectividad en el desarrollo homogéneo de su característica, dentro de un periodo de tiempo, que permita a la mezcla de arena soportar - choques térmico y esfuerzos cuando el metal fundido es vertido en el molde. Sin embargo, la homogeneidad de una mezcla no puede ser acep tado como el único criterio de preparación de arena, puesto que se - ha establecido que una mezcla teniendo una distribución aparente de partículas de un aglutinante grueso, no desarrolla esfuerzos físicos que de una mezcla similar teniendo distribución de partículas de un aglutinante mucho más finas.

La diferencia fundamental entre una mezcla simple y una mezcla conteniendo producto de trituración, está en los efectos posteriores, como es la reducción del tamaño del aglutinador mientras se desarro lla una máxima homogeneidad dentro de los límites de tiempo especifi cado. El mayor número de partículas de aglutinador permite una mez cla tener más número de punto de contacto de partícula a partícula, o de partícula a grano; por tanto mayor resistencia potencial de la mezcla.

Así con arenas sujetas a una simple operación de mezcla, usual mente es necesario incorporar un mayor peso de aglutinante por uni dad de arena; que permita la misma exibir resistencia físicas en - comparación con una mezcla que ha sido sometido a la trituración .

SELECCION DE EQUIPO DE MEZCLA .- La necesidad de selección de equipo para preparación de arena están sujetos a factores, tales como espacio, disponibilidad de altura para instalación en el cuarto de trabajo, limitación de los materiales a tratarse, integración con los equipos existentes, razón de potencial de producción, costo probable de operación y mantenimiento, mínimo standard permisible de calidad, fondo disponible y otro.

Obviamente las consideraciones que podría darse es que el trabajo a realizarse esté estudiado tomando en cuenta como se va a comenzar y las proyecciones para el futuro. A ocurrido que en muchas fundiciones se ha instalado unidades de preparación de arena, las cuales eventualmente dieron resultado; pero con el incremento de producción y la implantación de standard de calidad, mucho más estricta se convirtieron en un tiempo muy reducido en instalaciones inadecuadas, y más aún las mismas fundiciones tuvieron que realizar costosas investigaciones para modernizarla o probar equipos suplementarios para mejorar las condiciones de su maquinaria.

Como ejemplo se presenta las fundiciones que tienen instaladas unidades como transportadores de bandas, aireadores o algún proceso adicional en la preparación de arenas. En la actualidad se está introduciendo, con buenos resultados, el sistema de preparación de arenas compactos y centralizados servidos por cargadores en el extremo frontal, comenzando con recoger la arena en el piso de moldeo y retornando al mismo piso después del procesamiento.

Este sistema combina la función de la recuperación de arena y de la separación de las piezas, y la trituración para proveer arena de alta calidad de una manera económica y eficiente.

Lo mejor de todo es que los sistemas compactos son aprovechables, ya sea que sus componentes están listos para ser integrados -

en una fundición elegida, o para convertir a los sistemas de montacargas de tierra en almacenamiento vertical y mecanizar la transportación de arena.

Los equipos convencionales usados son los siguientes: Trituradoras, banda transportadora, alimentador de banda, tamizadores, separadores, mecanismo enfriadores, mecanismo de control automático de la calidad de arena.

PERSONAL DE OPERACION.- El número necesario para trabajar en esta sección no se lo puede cuantificar, puesto que está en relación inversa con la mecanización a utilizarse en la fundición.

III - g EQUIPO MECANICO PARA EL MOLDEO .- El moldeo mecánico ha eliminado los antiguos métodos de trabajos a mano. Se ha realizado inmensos progresos en la confección de máquinas de moldear, y las grandes ventajas que se obtienen elevan estas a la categoria de los aparatos más importantes de la fundición. La máquina de moldear se adapta a toda clases de trabajos de fundición, pero es importante hacer resaltar que conviene realizar un estudio del sistema que mejor se adapte al moldeo de las piezas por obtener.

La ventaja de cada máquina de moldear consiste en la sustitución, por medio de maniobras sencillas, de los moldeadores profesionales, que exigen salarios más elevados. Con las máquinas de moldear ya sean de presión manual o por palanca o hidraulica, ahorran a los operarios grandes esfuerzos físicos, y está por demás decir que se aumenta la producción.

CLASIFICACION DE LA MÁQUINA DE MOLDEAR Y LOS METODOS DE MOLDEO MECANICOS .- Las máquinas que reemplazan total o en parte el trabajo del operario moldeador, se dividen en dos categorias principales.

a) Máquina de desmoldear.

b) Máquina de moldear.

Se definen las máquinas de desmoldear en que la sujeción de la arena en el bastidor efectúase a mano, por los medios que en tg do tiempo a empleado el obrero moldeador; la operación mecánica - consiste pues en tales máquinas, en la manera de desmoldear, es dg cir, de separar los modelos de la arena con ayuda de un mecanismo cualquiera.

Las máquinas de desmoldear varían entre si según el principio del desmoldeo y el sistema utilizado.

Se distingue cuatro principales que son:

1.- El desmoldeo por arriba y por puntales. Cuatro puntales o pies derecho levantan el bastidor por los cuatro ángulos. La plancha portamodelo es fija. La aplicación lleva peines o - carece de ellos.

2.- Desmoldeo por abajo, para las máquinas con planchas portamodelo giratoria. La plancha portamodelo asciende y el bastidor permanece en su sitio sobre su carro, o el bastidor desciende y la plancha portamodelo permanece fija.

3.- Desmoldeo lateral, por bastidores abribles.

Por lo que respecta a los sistemas mediante de moldeo que más se usa, distinguiremos principalmente:

1.- Desmoldeo directo por palanca de mano.

2.- Desmoldeo por palanca de mano y excéntrico.

3.- Desmoldeo por palanca de mano y mecanismo de tornillo sin fin.

4.- Desmoldeo por presión hidraúlica.

Desde el punto de vista del desmoldeo, las máquinas de moldear divídense en las mismas categorías que las máquinas de desmoldear - antes citadas. Denomínasela máquinas de moldear porque la sucesión de la arena en el bastidor operáse por medios mecánicos cualquiera.

ELECCION DE LA MAQUINA DE MOLDEAR .-

En la elección de una máquina de moldear hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

a) Es muy importante las series de piezas por moldear?.

b) Es la pieza sencilla o complicada, es decir, es muy alta con mucho o poco rebajo o enteramente sin rebajo, o bien relativamente plana, con rebajo o sin el?.

c) Exige la pieza machos sencillos, o machos complicados?. (Según el caso, es posible disponer los modelos con partes móviles para evitar los machos).

Además, antes de optar por una máquina de moldear, hay que considerar si la compresión mecánica conviene para las piezas que se trata de obtener.

Se determinará así mismo el método del desmoldeo según las piezas por obtener, pudiendo servir de base al efecto las indicaciones siguientes:

1.- Desmoldeo por encima, por puntales o pies derecho: Conviene cuando se trata de hacer piezas poco altas y relativamente sencillas, con peine o sin el.

2.- Desmoldeo por abajo: Está indicado en el caso en que la pieza es alta y complicada, porque encontrándose los bastideres para el desmoldeo, debajo la arena permanecerá más fácilmente en su sitio, sostenida por su propio peso. La máquina será de plancha portamodelo y giratoria.

3.- Desmoldeo por modelo que entre a través de un peine: Método preferible para piezas de desmoldeo muy difícil, como engranajes, barrotes de parrilla, tubo de paletas, poleas de llantas muy altas.

4.- Desmoldeo lateral por bastidor abrible: Se impone cuando se

trata de piezas abombadas, como utensilios domésticos y objetos por el estilo.

Por lo expuesto anteriormente, nos facilitará en el momento de la elección de la máquina para nuestro proyecto, la misma que no he procedido elegirla por cuanto no se tiene conocimiento definido del mercado y estadística de las piezas acabadas que más necesitan los clientes. Esta decisión se recomienda no efectuarla, sino hasta que las condiciones del negocio lo permita.

HERRAMIENTAS NECESARIAS EN LA FUNDICION .-

a) HERRAMIENTAS DEL FUNDIDOR. Las armaduras o armazones de hierro que se emplean para manejar los cazos donde se vierte el metal líquido, precisamente por el trabajo a que se destinan, están expuestos continuamente a grandes cambios de temperaturas, por lo cual es conveniente adoptar para el cálculo coeficiente de resistencia bastante reducidos y que estén comprendidos para la flexión y tracción entre dos y cuatro Kgs. por milímetro cuadrado.

Los contínuos cambios de temperaturas introducen grandes modificaciones en el estado molecular del hierro.

Para colada de piezas pequeñas se emplea un cazo de acero estampado, de una sola pieza y que tiene una cabida de 13 a 25 - Kgs. de metal líquido.

Como se han de colar más de 50 Kgs. de metal, es preferible emplear el cazo de abrazadera, ésta es postiza y por lo mismo se tiene ventaja de que el cazo se puede sustituir por un crisol que se saque de un horno fijo.

b) HERRAMIENTAS DEL MOLDEADOR. Se tiene los bastidores para formar las cajas. Su importancia es fundamental para la mayoría de los trabajos de fundición, dependiendo en gran parte de su número y buena instalación el precio que resultan las piezas fabricadas.

Los tipos de cajas que mayor aplicación tienen son las de forma cuadrada, pues casi todos los trabajos nuevos que se presentan, se adaptan mejor a este tipo de cajas que al de forma rectangular.

También hay que preparar una caja plantilla, con el objeto de que sirva para taladrar los agujeros de las orejas, de forma que coincidan todas las cajas unas con otras, de esta manera, con unos bulones cuidados y de largo igual a la altura de dos cajas, entrarán estos en las cuatro orejas de las dos cajas y harán una guia bastante perfecta.

Con estas mismas caracteristicas, se preparan igualmente cajas rectangulares cuyas medidas más corrientes son aproximadamente 450 x 280 x 90 y 430 x 330 x 90 milimetros.

Otro tipo de caja que conviene tener para moldear piezas de muy variados tamaños, son de: 50 x 50, 60 x 60, 70 x 70, 80 x 80, 90 x 90, 100 x 100 y 110 x 110 milimetros.

El moldeo también es necesario el empleo de herramientas para el alisado de los moldes, tales como paletas, espátulas, ganchos, alisadores de esquinas, etc., también hay que contar con buena regla escuadra, niveles y plomada.

III - h INSTALACION DE LA FUNDICION.

EDIFICACION .- Para instalar una fundición hay que construir edificaciones apropiadas, pues de lo contrario se tiene como consecuencia graves dificultades. Según catálogos, se recomienda un edificio de una sola nave, a prueba de incendio, de 40 mts. por 30 mts., o sea, una área de 1.200 mts2., con un tejado en forma de "A" y con una altura desde el nivel del suelo hasta la parte más superior de la fundición debe ser de seis metros de altura.

EMPLAZAMIENTO .- El sitio elegido, a parte de otras consideraciones, ha de estar situado en un lugar donde sean fáciles eventuales ampliaciones, y si es posible, cerca de los medios de comunicación.

CONDICIONES DEL TERRENO .- La elección del terreno es muy importante para la instalación de la fundición, puesto que tiene que ser muy seco ya que de lo contrario se producirían piezas defectuosas e inservibles.

LUZ .- En una moderna fundición se tiene especialísimo cuidado en resolver el problema de la iluminación. Se recomienda la luz natural pero se debe tener en consideración que las luz del sol no moleste al que trabaje y que no se sequen los moldes cuando se está terminando, ni los montones de arena.

VENTILACION .- La ventilación y renovación del aire del interior de una fundición, no solo se considera necesaria desde el punto de vista sanitario, sino también desde un punto de vista económico, pues el personal que se encuentra en un ambiente agradable y sano trabajará siempre mejor y con más voluntad, que el que se encuentra en un local mal ventilado y sometido a todas las molestias inherentes a esta situación.

En las fundiciones, el aire presenta un notable contenido de polvo procedente de la arena de los moldes, en los momentos de la

colada a la cual se añade un crecido tanto por ciento de gases nocivos.

DISPOSICION DE LOS CUBILOTES .- Los cubilotes deben colocarse próximos, unos al lado de otros, para aprovechar el sitio, pues alrededor de estos hay mucho espacio perdido.

DIVISION EN TALLERES .- Conviene separar las distintas labores que puedan perjudicarse mutuamente. Por ejemplo: La limpieza y desbarbados de piezas ha de hacerse en un lugar aparte, para que los moldeadores no sufran la incomodidad del polvo.

HERRAMENTAL .- De cuanta mas y mejor herramientas esté dotado un taller, depende el mayor rendimiento. Es imprescindible tener un buen número de cajas de tipos diferentes, máquina de preparación de arena y limpieza de piezas, y otras más necesarias.

MAQUINARIA Y EQUIPO DE PRODUCCION

Para una fundición del tipo descrito en este Proyecto se recomienda el siguiente equipo:

Descripción	Unidades Necesarias	Costo estimativo en dolares	Costo real en sucres
Departamento de Fundido			
Cubilote	1	$. 1.000,oo	S/. 21.000,oo
Amortiguador de chispas	1	" 100,oo	" 2.100,oo
Tablazón de tejado	-	" 50,oo	" 1.050,oo
Puelle con motor y controles	1	" 800,oo	" 16.800,oo
Polipasto de carga y base	1	" 500,oo	" 10.500,oo
Bagoneta del tipo equilibrado	1	" 1.000,oo	" 21.000,oo
Báscula de plataforma	12	" 500,oo	" 10.500,oo
		" 3.950,oo	" 82.950,oo
Sala de Machos			
Bancos de Fabr. casera	1	" 100,oo	" 2.100,oo
Horno p' machos	1	" 3.000,oo	" 63.000,oo
		" 3.100,oo	" 65.000,oo
Depto. de Moldeo			
Máquina moldeadora	4	" 2.500,oo	" 52.500,oo
Extractores por vibración semiautomat.	2	" 1.000,oo	" 23.100,oo
Cuchara de colada de 250 lbs. sobre bagoneta	3	" 500,oo	" 10.500,oo
Cuchara de colada de 1 tonelada	1	" 600,oo	" 12.600,oo
Cuchara de colada	3	" 800,oo	" 16.800,oo
Cuchara de colada de tipo orquilla de 50 lbs.	10	" 200,oo	" 4.200,oo

pasan ..

Descripción	Unidades Necesarias	Costo estimativo en dolares	Costo real en sucres
Instalación del rail aéreo	1	$. 3.000,oo	S/. 63.000,oo
Puente grúa	1	" 2.500,oo	" 52.500,oo
		" 11.100,oo	" 234.000,oo
Equipos de cajas de moldear			
Cajas de aluminio	12	" 1.200,oo	" 25.200,oo
Cajas desmontable de madera		" 1.200,oo	" 25.200,oo
Cubiertas	84	" 1.344,oo	" 28.224,oo
Tablas de fondo	1.200	" 1.440,oo	" 30.240,oo
Chapas de cubierta	500	" 800,oo	" 16.800,oo
Conductor de aire y boquilla		" 200,oo	" 4.200,oo
Pala mecánica, cribadoras y tamises		" 1.200,oo	" 25.200,oo
		" 7.284,oo	" 155.064,oo
Sala de limpieza			
Esmeriladora doble	1	" 2.200,oo	" 46.200,oo
Tambor de frotación	1	" 3.000,oo	" 63.000,oo
Esmerilador de aire a presión	2	" 260,oo	" 5.460,oo
Martillo de desbarbadores	2	" 260,oo	" 5.460,oo
Bancos p' desbarbar de fabricación casera	-	" 100.oo	" 2.100,oo
		" 5.820,oo	" 122.220,oo
General			
Extractores de aire de 36 pulgs.	2	" 700,oo	" 14.700,oo
Compresor de aire 1.200 pies3/min.	1	" 3.000,oo	" 63.000,oo

Descripción	Unidades Necesarias	Costo estimativo en dolares	Costo real en sucres
Camioneta de Reparto	1	$. 2.500,oo	S/. 52.500,oo
		" 6.200,oo	" 130.200,oo
TOTAL:		$. 37.554,oo	S/. 788.534,oo
OTROS EQUIPOS:			
Herramientas de mantenimiento		" 1.500,oo	" 31.500,oo
EQUIPOS DE OFICINA.			
Escritorios, sillas, máquinas de escribir, archivadores y estanterias.		" 800,oo	" 16.800,oo
COSTO TOTAL DEL EQUIPO		$. 39.894,oo	S/. 836.834,oo

NOTA: Para la conversión de los dolares a sucres, se tomó como precio de cambio en el mercado libre a S/. 21,oo c/dolar.

III - 1 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS PRODUCTOS DE FUNDICION

Los productos obtenidos de la fundición deben estar controlados por las especificaciones técnicas recomendadas por las Normas DIN que a continuación se describe:

FUNDICION GRIS: SIN ALEAR Y DE BAJA ALEACION.- Definición: La fundición es un material férrico, generalmente con más de 1,7 % de carbono, del que una gran parte se encuentra en la estructura como grafito, dando a la fractura un color gris claro hasta obscuro. La fundición gris por fusión del arabio solo y (O) de chatarra de fundición, chatarra de acero, y otras adiciones, y en general no se somete a tratamiento térmico posterior. La fundición gris para piezas fundidas de pared delgada, (De unos 4 a 8 m.m.) es colada en moldes generalmente sin secar (verde).

ALCANCE DE VALIDEZ .- La norma rige para fundición gris sin alear y de baja aleación con y sin prescripciones de resistencia u otras y con el número DIN 1691.

Para piezas de fundición gris en cuyo empleo tengan importancia características de resistencia o determinadas características magnéticas para las que no existen prescripciones suplementarias, rige la norma en su totalidad. Las prescripciones de resistencia están dispuestas solo para piezas fundidas con espesores de pared determinante de 4 a 50 m.m., para fundición gris especial de 15 a 50 m.m. para espesores de pared superiores a 50 m.m. se han de tomar acuerdos especiales relativamente a las características de resistencia.

CALIDAD DE LAS PIEZAS FUNDIDAS.- La superficie de las piezas fundidas debe estar limpia en todas sus partes de arena de molde y de machos, y además libre de todas las desigualdades que puedan dificultar su empleo. Las piezas fundidas no deben tener falta -

alguna de fundición, como rechupe, sopladuras, inclusiones de arenas, grietas, etc. que perjudique su mecanizado y empleo. Hasta la fecha no existe procedimiento o ensayo normalizados para determinar las facilidades de mecanizado. En lugar de ello pueden tomarse acuerdo relativo a la dureza BRINNEL, para cuyo ensayo sirve de norma la DIN 50351.

No deben repararse grandes fallas de fundición sin autorización del cliente o su representante. Defectos de fundición secundarios, como pequeñas inclusiones de arena o escoria, pequeña soldadura en frio, pequeñas escamas y defectos estéticos, pueden dejarse o ser reparada por el mismo fabricante, en caso de que el cliente o su representante no especifique lo contrario.

FORMAS, DIMENSIONES Y PESOS.- La forma, dimensiones y pesos de las piezas fundidas han de estar de acuerdo con los modelos, plantillas o dibujos. El peso de una pieza no debe ser más de un 5 % mayor que el peso de una pieza fundida, de acuerdo con las medidas cuando se trabaja con modelos, ni más del 10 % cuando se trabaja con plantillas o modelos en esqueletos. A menos de no haber convenido otra cosa, no podrá rechazarse una pieza fundida, más que cuando el excedente del peso sea mayor del 15 %. Si en casos especiales se debe partir del peso calculado, se basará este en un peso específico medio para fundiciones gris de pared delgada de 7.4 Kg/d.m.3 y para la fundición gris restante de 7.25 Kg/d.m.3.

CLASES DE CALIDAD.- Según el objeto de aplicación, hay que diferenciar:

1.- Fundición gris normal para fines de construcción general.

2.- Fundición gris de alta calidad para piezas fundidas a gran esfuerzo.

3.- Fundición gris especial para empleo en casos excepcionales.

S = Fundición gris con determinadas características magnéticas.

Las calidades están clasificadas en primer lugar según la - atracción. Además, se agrega una marca de fundición gris con determinadas características magnéticas.

Para la elección de la marca de fundición se han de tener en cuenta que la forma de la estructura y las características de resistencia de una pieza fundida depende, además de la composición química de material también las condiciones de solidificación e enfriamiento y por consiguiente del espesor de la pared. Estas relaciones condicionadas metalúrgicamente se han de tener en cuenta para las exigencias en las marcas de fundición gris la tabla No.1 por escalonamiento del espesor de la probeta y de los valores de resistencia. También para la apreciación de las características de una pieza fundida se ha de tener en cuenta por consiguiente, su sentido análogo de las relaciones de pared.

LETRAS CARACTERISTICAS PARA PROPIEDADES ESPECIALES .- Según las normas DIN, las propiedades especiales dependiente de la fundición o de la transformación se indicará en caso necesario por las - siguientes letras características, detrás del proceso de fundición :

A = Resistente al envejecimiento.

G = Con gran contenido de fósforo y/- o de azufre.

H = De fundición semi-calmada.

K = Con pequeño contenido de fósforo y/ o de azufre.

L = Resistente al agrietamiento por álcalis.

P = Soldable a presión (Soldable a forja)

Q = Recalcable en frío (Por aplastamiento, deformable en frío).

R = Fundido calmado.

S = Soldadura por presión.

U = Fundido efervescente

Z = Estirable.

DENOMINACION FUNDAMENTAL.- Según normas DIN, las denominaciones de fundición de acero, fundición gris, fundición dura y fundición maleable, se marca con las siguientes letras características - (Marca de fundición):

Marca de fundición: GS = Fundición de acero

GG = Fundición gris

GH = Fundición dura

GT = Fundición maleable en general

GTS = Fundición maleable negra (Recocido sin descarburo).

G = Fundido (En general)

DETALLES SOBRE LA DENOMINACION DE UNA FUNDICION GRIS # 17006 .- Según DIN, a una denominación completa corresponde, por consiguiente, sucesivamente las siguientes marcas, según tabla No.2

OTRAS FORMAS DE INDICACION DE PROPIEDADES ESPECIALES .- Según DIN - 17006 - H - 4 P-3, para materiales fundidos sin alear que son denominados por su contenido de carbono puedan expresarse, dado el caso las propiedades especiales como sigue:

Si en estos materiales fundidos se originan determinadas propiedades por deferencia (Reducidos) en las adiciones que entran en consideración, para esto se indicará un mayor contenido por el símbolo respectivo que se situará detrás de la cifra característica - de C. Por tanto significan las abreviaturas agregadas:

AL = Con adición de aluminio

CU = Con adición de cobre

Mn = Con mayor contenido de manganeso

P = Con mayor contenido de fósforo y de azufre

Si = Con mayor contenido de silicio.

LETRAS CARACTERISTICAS PARA EL TRATAMIENTO Y PROPIEDADES QUE SE OBTIENEN POR EL MISMO .- El estado de tratamiento se indica por - una o varias letras caracteristicas detrás de aquella parte de la denominación que caracteriza el material fundido como tal. Si se - desea se indican también las propiedades mecánicas; para la mayoría de los casos por el valor mínimo de la resistencia a la tracción - en Kg/m.m.2. u otras detrás de la marca del tratamiento; estos dos datos (Clase de tratamiento y valor mínimo), se han de poner unidas entre paréntesis, cuando se han de temer interpretaciones erróneas. El límite de fluencia, alargamientos, etc. unidos generalmente a la resistencia, queda sin denominar. Varios tratamientos se indica sucesivamente en su orden tecnológico unidos por el signo más, para - evitar errores con marcas de tratamiento que ya se componen de dos ó más letras.

Para caracterizar los estados de tratamiento, se han previsto en primer término las siguientes letras caracteristicas:

A - Revenido

B - Tratado para la mejor mecanización en la separación de viruta.

BE - Cementado.

G - Recocido blando.

H - Templado.

H F Templado superficial a la llama.

H J Templado superficial por inducción.

K - Deformado en frio (laminado en frio, estirado en frio, etc.).

N - Recocido normal.

N T Nitrurado

S - Recocido con eliminación de tensiones.

V - No tratado

U - Nonificado.

LIMITACION A LAS MARCAS IMPRESCINDIBLEMENTE NECESARIA .- De interés para la mayor brevedad posible en las denominaciones del material, es necesario adoptar solo los elementos de aleación realmente caracteristicos, como también suprimir todos los demás datos sobre el proceso de fundición, propiedades especiales, alemnes de rendimiento, etc. cuando no sean imprescindiblemente necesario; por ejemplo: Fundición gris con L' Kg/Mm de resistencia a la tracción, se pone GG 18.

PARTICULARIDADES PARA LA DENOMINACION DE LA FUNDICION GRIS .- Para la fundición gris, la denominación por la composición químico solo se aplicará rara vez; para fundición gris aliada se prescinde generalmente de la cifra caracteristica de C, en cambio para la de baja carburación se indicará siempre. Se prefiere por lo tanto la designación según la resistencia.

La fundición gris se considerará como sin alear cuando no contengan adiciones de aleación y que dentro de los límites normales las cantidades mezcladas por motivos metalúrgicos de A l ó Si. Las mezclas siempre existentes de Si, Mn y P, no se mencionan en general siempre que queden por bajo de los siguientes valores:

Si por bajo del 4 %.

Mn por bajo del 1.5 %

Tampoco se menciona otras mezclas involuntarias.

La fundición gris se considera como aliada cuando se rebasen los contenidos prescritos o perseguidos del silicio 4 %, de manganeso 1,5 % ó cuando contengan otros elementos de aleación y por consecuencia ofrecen propiedades determinadas.

Se considera como de baja aleación, en sentido de estas normas aquellos materiales que en general no contengan más del 5 % de elementos de aleaciones especiales. Los materiales que contengan más, se considerará como de alta aleación.

Caso que sea necesario para fines especiales (Para fundición tratada térmicamente), un contenido de carbono puede caracterizarse siempre que sea inferior al 2,8 %, apoyándose en la caracterización de fundición de acero sin alear.

Fundición gris al horno eléctrico con 2,6 al 2,8 % C.

Recocido blando G G - E C - 270 C.

La tabla No.1.- Fundición gris normal, de alta calidad y especial, se indicará en el pedido la asignación de la marca y se determinará si ha de hacerse ensayos y cuales.

TABLA Nº1

CALIDADES	DESIGNACION DE MARCAS		NUMERO DE MATERIALS	ESPESOR DE PARED PRINCIPAL DE PIEZA FUNDIDA EN mm.	DIAMETRO O ESPESOR DE FUNDICION EN BRUTO DE LAS PROBETAS mm.	RESISTENCIA A LA TRACCION σ_{ZB} MINIMO Rg/mm²	RESISTENCIA A LA FLEXION σ_{bB} MINIMO Kg/mm²	FLEXION DE ROTURA σ_B MINIMO EN mm.
	NUEVA SEGUN DIN 17006 HOJA Nº4	ANTIGUA						
FUNDICION GRIS NORMAL	GG-12[3]	G- 1291		8 A 50	30	12		
				4 A 8	13	18	32	2
				MAS DE 8 A 15	20	16	30	4
	GG 14	GE 14.91		MAS DE 15 A 30	30	14	28	7
				MAS DE 30 A 50	45	11	24	10
				4 A 8	13	22	38	2
				MAS DE 8 A 15	20	20	36	4
	GC 18	GE 18.91		MAS DE 15 A 30	30	18	34	7
				MAS DE 30 A 50	45	15	30	10
FUNDICION GRIS DE ALTA CALIDAD				8 A 15	13	26	44	3
				MAS DE 8 A 15	20	24	42	5
	GG 22	GE 2291		MAS DE 15 A 30	30	22	40	8
				MAS DE 30 A 50	45	19	36	11
				8 A 15	20	28	48	5
				MAS DE 15 A 30	30	26	46	8
	GG.26	GE 2691		MAS DE 30 A 50	45	23	42	11
FUNDICION GRIS ESPECIAL	GG.30	GE 3091		MAS DE 15 A 30	90	30	48	8
				MAS DE 30 A 50	45	(25)[4]	(45)[4]	(11)[4]

2.- LAS DOS PRIMERAS CIFRAS INDICAN LA RESISTENCIA A LA TRACCION PARA UN ESPESOR DE PARED PRINCIPAL DE MAS DE 15 A 30 mm.

3.- POR LO GENERAL NO TIENE LUGAR ENSAYO DE RECEPCION PARA ESTA MARCA.

4.- PROVISIONALMENTE SOLO VALORES TEORICOS.

5.- SEGUN DIN PREPARACION.

PARA DENOMINA SEGUN LA RESISTENCIA A LA TRACCION

PARA DENOMINACION SEGUN LA COMPOSICION QUIMICA

MARCAS DE FUNDICION
LETRAS CARACTERISTICA PARA EL PROCESO DE FUNDICION
LETRAS CARACTERISTICA PARA LAS PROPIEDADES ORIGINADAS POR LA FUNDICION

RESISTENCIA A LA TRACCION
Kg/mm²

SIMBOLO C = CARBONO (SOLO PARA FUNDICION SIN ALEAR)
CIFRAS CARACTERISTICA DEL CARBONO EN TANTO POR CIENTO DE CENTESIMA
SIMBOLO QUIMICOS DE LOS ELEMENTOS DE ALEACION CARACTERISTICA
ORDENADOS SUCESIVAMENTE SEGUN CONTENIDO EN TANTO POR CIENTO DESCRECIENTE; PARA IGUAL
CIFRAS CARACTERISTICA DE LOS ELEMENTOS DE ALEACION.

CIFRAS CARACTERISTICA PARA EL ALCANCE DE RENDIMIENTO
LETRAS CARACTERISTICA PARA EL ESTADO DE TRATAMIENTO

TABLA Nº 2

IV - ESTUDIO ECONOMICO

Para el análisis económico del montaje de una fundición de - hierro gris, se ha realizado las siguientes consideraciones:

1.- Se considera la semana corrida, 15 días hábiles de vacaciones por año y 12 días feriados; se tiene que el número de días - trabajados en un año normal, es:

Días del año:		365
Domingos:	52	
1/2 Sábados:	26	
Festivos:	12	
Vacaciones:	15	-105
DIAS TRABAJADOS:		260

2.- La fundición será una unidad capaz de preparar 200 Tons. de hierro fundido por mes, por lo que para una producción anual, se necesita 2.400 Tons. de metal.

Incluyendo fundición bruta, chatarra, manganeso, silicio y - briquetas de aleación.

3.- La cantidad necesaria de coque para la producción anual de metal fundido, se ha partido de la relación de 10 Kgs. de qq que por 100 Kgs. de metal fundido, lo que nos da un resultado de 250 Tons. de coque necesario para un año de fundición.

4.- La cantidad de arenas para moldes y machos, se ha estimado en 3.000 Tons. para una producción anual, según cálculo realizado en el análisis de materiales directos.

5.- Para los materiales auxiliares se ha tomado en cuenta el valor aproximado, recomendado por la experiencia de los fundidores.

6.- Para la conversión de dolares a sucres, se ha tomado como valor del cambio libre de S/. 21.oo por c/dolar.

MATERIALES NECESARIOS

PARTIDA	Unidades Necesarias	Costo Unitario estimativo en $.	Costo total estimativo en $.	Costo real en sucres.
Metal	2.500 Ton.	42,60 Ton.	127.800	2'683.800
Coque	250 Tons	49,oo Ton.	12.250	257.250
Arenas para moldes y machos	3.000 Ton.	18,oo Ton.	54.000	1'134.000
Otros materiales:				
Ladrillo refractario				
Arcilla refractaria				
Arena p' empolvorear moldes				
Carbonato de Ca u otros				
Fundente				
Carbón marítimo				
Brea				
Harina de maíz				
Aceite para machos				
Cables				
Barillas y soportes p' machos			2.000	
COSTO TOTAL DE LOS MATERIALES DE UN AÑO			196.000	

S U M I N I S T R O

DESCRIPCION	Costo anual estimativo en $.	Costo anual estimativo en S/.
Materiales de mantenimiento	1.000,oo	21.000,oo
Gasolina, aceite y reparaciones de la camioneta	500,oo	10.500,oo
Lubricantes y herramientas manuales	600,oo	12.600,oo
Energía eléctrica	300,oo	6.300,oo
Agua	200,oo	4.200,oo
Suministro de oficina	200,oo	4.200,oo
	2.800,oo	58.800,oo

MANO DE OBRA DIRECTA (En sucres)

DESCRIPCION	Personal Necesar.	Jornal S/.	Mensual S/.	Anual S/.
Moldeadores	7	40,oo	8.400,oo	100.800,oo
Ayudantes de moldeador	3	20,oo	1.800,oo	21.600,oo
Macheros	3	40,oo	3.600,oo	43.200,oo
Operario del horno de macho	1	30,oo	900,oo	10.800,oo
Operario de cubilote	1	40,oo	1.200,oo	14.400,oo
Ayudante del operario del cubilote	1	20,oo	600,oo	7.200,oo
Capatas de extracción	1	35,oo	950,oo	11.400,oo
Operarios para extracción	4	15,oo	1.800,oo	21.600,oo
Limpiadores de piezas	4	15,oo	1.800,oo	21.600,oo
Modelista	1	60,oo	1.800,oo	21.600,oo
TOTAL:	26		22.850,oo	274.200,oo

A los sueldos ya determinados para cada uno de los obreros y empleados, es necesario sumarle los valores correspondientes por prestaciones sociales:

1.- 9-1/2 % por concepto de aportes patronales al Seguro Social, se computa sobre el total, incluyendo semana integral.

2.- 8-1/3 % por concepto de fondo de reserva, que consiste en un mes de salario por año de servicio a partir del segundo, que debe ser depositado por el patrono en la Caja del Seguro Social a más tardar el 30 de Septiembre de cada año.

3.- 8-1/3 % por concepto del décimo tercer sueldo, que por Ley debe ser entregado a los trabajadores en el mes de Diciembre de cada año.

4.- 4.17 % Por concepto de 15 días anuales de vacaciones.

5.- 2 % por concepto de pagos en días feriados de descanso obligatorio, indemnizaciones por despido, etc.

De donde el presupuesto total de la mano de obra directa es de S/. 372.648,86 sucres.

MANO DE OBRA INDIRECTA

CARGO	Personal Necesario	MENSUAL	ANUAL
Gerente	1	S/. 5.000,00	S/. 60.000,00
Ingeniero Superintendente	1	" 5.000,00	" 60.000,00
Encargado de Mantenimiento	1	" 3.000,00	" 36.000,00
Contador	1	" 3.000,00	" 36.000,00
Secretaria	1	" 1.000,00	" 12.000,00
Portero limpiador	1	" 800,00	" 9.600,00
Conductor de camioneta	1	" 1.650,00	" 19.800,00
Prestaciones sociales			" 74.876,28
TOTAL:	7	S/. 19.450,00	S/. 308.276,28

AMORTIZACIONES

PARTIDA	Costo estimativo en S/. por año :	Años de vida
Edificio	S/. 4.800,00	20
Maquinaria de producción y equipos	" 59.147,00	10
Muebles y enseres	" 2.424,00	5
Camioneta	" 8.000,00	5
TOTAL:	S/. 74.371,00	

GASTOS GENERALES DE PRODUCCION

PARTIDA	Costo anual estimativo en sucres:
Mano de obra indirecta	S/. 308.276,28
Materiales auxiliares	" 42.000,00
Suministro	" 58.800,00
Amortización	" 74.371,00
TOTAL:	S/. 483.447,28

COSTOS DE PRODUCCION

PARTIDA:	Costo anual estimativo en sucres:
Mano de obra directa	S/. 372.848,86
Materia prima	" 4'117.050,00
Gastos generales de producción	" 483.147,28
	S/. 4'973.046,14

Libras fundidas al año	S/. 5'000.000,oo
Costo de producción por libra	S/. 0,99

ACTIVO FIJO

PARTIDA	Costo anual estimativo en sucres:
Terreno	S/. 50.000,oo
Edificios	" 120.000,oo
Maquinarias de producción y equipos	" 739.334,oo
Muebles y enseres	" 16.800,oo
Camioneta de entrega	" 52.500,oo
TOTAL	S/. 978.634,oo

En el presente proyecto se va a necesitar reserva de materia prima, por lo que se hace necesario aumentarlo en el capital de operación.

CAPITAL DE OPERACION

Partida		Costo estimativo en sucres
Materia prima	: 60 días	S/. 98.025,oo
Mano de obra directa	: 30 días	" 22.850,oo
Gastos generales de producción:	30 días	" 40.000,oo
Imprevistos		" 16.125,oo
TOTAL		S/. 177.000,oo

Partida	Costo estimativo en sucres
Activo fijo	S/. 978.634,oo
Capital de operación	" 177.000,oo
Total:	S/. 1'155.634,oo

CONTROL PRESUPUESTARIO .- A continuación aparece un impreso para orden de compra, destinado a proporcionar un registro de adquisiciones y a indicar en lo mínimo la cantidad de tiempo y esfuerzo en la finalidad de lo que se va a adquirir.

Este impreso contiene un número de cuentas para cada tipo de los diversos gastos, los que el Gerente revisará detalladamente cada mes o más a menudo, para controlarlos.

Inmediatamente después, se entrega un impreso para Cuentas de Control Presupuestario; si los gastos rebasan las asignaciones mensuales presupuestadas en cualquiera de las cuentas, el Contador proporcionará al Gerente una relación pormenorizada de todos los gastos

pertenecientes a las cuentas cuyo presupuesto se ha rebasado.

Para facilitar la planificación de la producción, se adjunta los siguientes formularios:

- Orden de trabajo No.1
- Costo total
- Tablero de control de producción

De donde se sacará todos los datos para conocer los costos de los productos.

ORDEN DE COMPRA	NOMBRE DE LA COMPAÑIA	FECHA

☐ 10 ADMINISTRACION
☐ 20 VENTAS
☐ 30 MATERIAS PRIMAS
☐ 40 SUMINISTROS
☐ 50 SERVICIOS
☐ 60 GASTOS IMPREVISTOS.

INDIQUESE ABAJO EL EMPLEO DADO A LOS MATERIALES.

☐ MATERIAS PRIMAS
☐ MATERIALES DE MANTENIMIENTO
☐ SERVICIO DE MANTENIMIENTO
☐ SUMINISTROS PARA OPERACION.

	SIRVASE PEDIR LOS MATERIALES O SERVICIOS SIGUIENTES.	FECHA DE ENTREGA DESEADA	
CANTIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITAR.	TOTAL

COTIZACIONES DE		PEDIDO POR:	
COTIZACIONES DE		APROBADO POR:	
COTIZACIONES DE		PEDIDO Nº	FECHA DEL PEDIDO:

ORDEN DE TRABAJO Nº | MES | AÑO

CUENTAS DE CONTROL PRESUPUESTARIO

Número de Cuenta	Presupuesto Mensual en S/.	Presupuesto Anual en S/.
10 - Administración		
20 - Ventas.....		
30 - Materia prima		
40 - Suministro		
50 - Reserva para gastos imprevistos		
71 - Mano de obra directa.....		
72 - Mano de obra indirecta.....		
80 - Reserva para amortización.....		

(C)

TOTAL MANO DE OBRA DE FUNDICION

TOTAL MANO DE OBRA DE TERMINACION (B x C)

MANO DE OBRA DIRECTA TOTAL (1)

KILOGRAMOS PRODUCIDOS (A x C) (D)

COSTO DE MATERIAS PRIMAS POR KG. PRODUCIDO (E): TOTAL (D x E) (2)

VALOR DE CUOTA DE COSTOS INDIRECTOS POR KG. PRODUCIDO (F): TOTAL (E x F) (3)

COSTO DE LA ORDEN EN EL MES (1+2+3):

COSTO DE UNA UNIDAD: (G/C)

MES	AÑO

345

ORDEN DE TRABAJO Nº

DENOMINACION: _____ MATERIAL: _____

ORDENADA POR: _____ FECHA: _____

COTIZACION POR PIEZA / KILOGRAMO _____ Nº DE PIEZAS / KILOGRAMOS _____ COTIZACION TOTAL : _____

PESO A CARGAR POR PIEZA: KGS.

PESO POR PIEZA TERMINADA: _____ Kgs. (A)

PAGO POR TERMINACION POR PIEZA _____ (B)

PROD. ACUMULADA MESES ANTERIORES _____

OBSERVACIONES

FECHA DE FUNDIDA	Nº de PIEZAS BUENAS		MANO DE OBRA DIRECTA DE FUNDICION	OBSERVACIONES
	DE FUNDIDA	ACUMULATIVO MENSUAL		
		(C)		

	TOTAL MANO DE OBRA DE FUNDICION	
	TOTAL MANO DE OBRA DE TERMINACION (BxC)	
	MANO DE OBRA DIRECTA TOTAL	(1)

KILOGRAMOS PRODUCIDOS (A x C)		(D)

COSTO DE MATERIAS PRIMAS POR KG. PRODUCIDO (E): TOTAL (D x E) (2)

VALOR DE CUOTA DE COSTOS INDIRECTOS POR KG. PRODUCIDO (F): TOTAL (E x F) (3)

COSTO DE LA ORDEN EN EL MES (1+2+3):

COSTO DE UNA UNIDAD: (G/C)

C O S T O T O T A L Nº _____

PRESUPUESTO Y CONTROL

PRODUCTO _____ O-T Nº _____

COSTO PR. FUNDIC. Nº _____ F U N D I C I O N O.T Nº _____

Kgs. Fundidos			Presup. $	Real $	Kgs. Ocupados Reales :
Presup		Cost. Direc.			Costo Total kg. Fundido : $
Real		Cost. Indi.			COSTO TOTAL : $
		Cost. Total			

Nº _____ M E C A N I C A O-T Nº _____

Hrs - Hbre	
Presup	
Real	

	Presup $	Real $		Presup $	Real $		Presup $	Real $
Hrs-Hbre			Hrs- Hbre			Costo Directo		
Mat. Dir			Base			Costo Indirecto		
Cost Dir			Cost. Ind.			Costo Total		

C O S T O T O T A L

	PRESUPUESTO $	REAL $	DESVIACION $
COSTO TOTAL MODELO			
COSTO TOTAL FUNDICION			
COSTO TOTAL MECANICA			
COSTO TOTAL PRODUCTO			

FECHA _____

V°B° JEFE ADMINISTRATIVO

BIBLIOGRAFIA

1.- Manual del Ingeniero Mecánico de Marks.

2.- Manual de la Agencia para el Desarrollo Internacional (A.I.D.)

3.- Modelos y Moldes para fundición por Doslandes Vandenberche.

4.- Manual Moderno del Ajustador y del Montador por Fritz Roll.

5.- Manual del Fundidor de Metales por J. Dupenchelle.

6.- Modelos para la Fundición, Fabricación de Placas para el Moldeo Mecánico; por Richard Louer y FR. y FE. Brebeck.

7.- El A.B.C. de la Construcción de Modelos. Máquinas y Herramientas de Trabajo de la Madera, por Emil Radloc y H. Wichmann.

8.- Moldeado y Preparación de Tierras por el Prof. Dipl. Ing. U. Lohse y FE. Neumann.

9.- Siderurgia por Pascual Pennino.

10.- Ingeniería Metalúrgica: Raymond A. Higgins.

11.- El Horno de Cubilote y su Operación: American Foundrémen's Society.

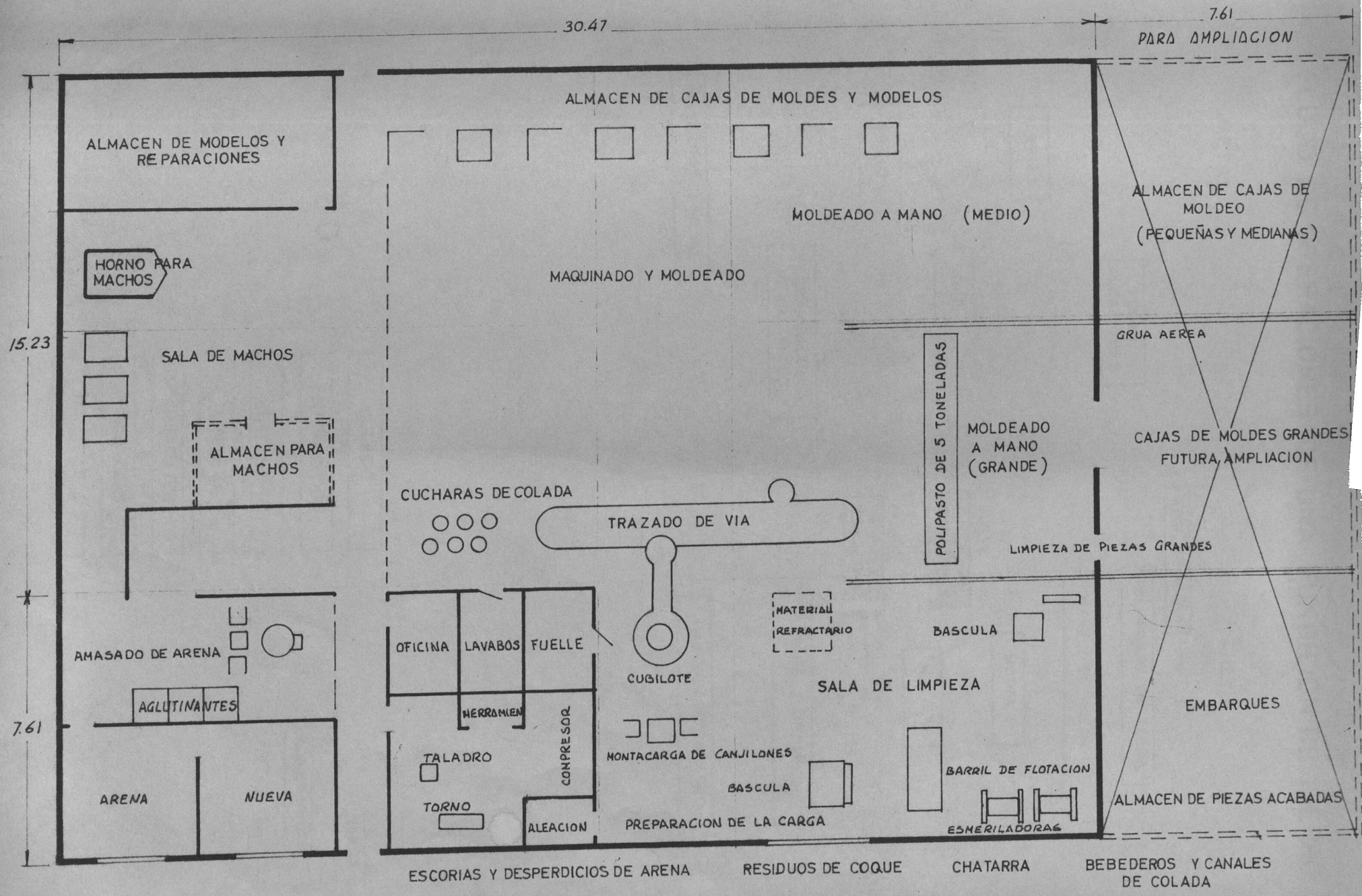
12.- Manual del Ingeniero de Taller por Hutte.

13.- Manual de Producción por L.P. Alford y J.R. Bangs.

AGRADECIMIENTO:

Mi homenaje de gratitud imperecedera y merecido reconocimiento en las personas de todos y cada uno de los catedráticos de la Escuela Superior Politécnica del Litoral que, supieron orientarme e ilustrarme con sus sabias enseñanzas, capacitándome debidamente para el desempeño de la profesión, hacia cuyo ejercicio me dirijo. De manera muy en particular al destacado Profesor Sr. Ingeniero Industrial Alfredo Hincapie Segura, por sus versados conocimientos que supo impartir a sus discípulos, entre los cuales tengo a bien considerarme; además, por su atinada dirección durante el desarrollo de la presente Tesis sin cuyo aporte valiosísimo no me hubiera sido posible su conclusión. Igualmente, hago extensivos mis expresiones de manifiesto agradecimiento al distinguido Profesor Sr. Ingeniero Alejandro Cajas Vallejo, por haber hecho factible el otorgamiento de una beca a la hermana República de Chile, que me permitió adquirir nuevos conocimientos teóricos-prácticos sobre las materias; gracias igualmente al decidido y desinteresado apoyo y colaboración que supieron brindarme el personal de Estudio y Planificación y demás amigos de la USINA de Huachipato, (Chile).

ANEXOS

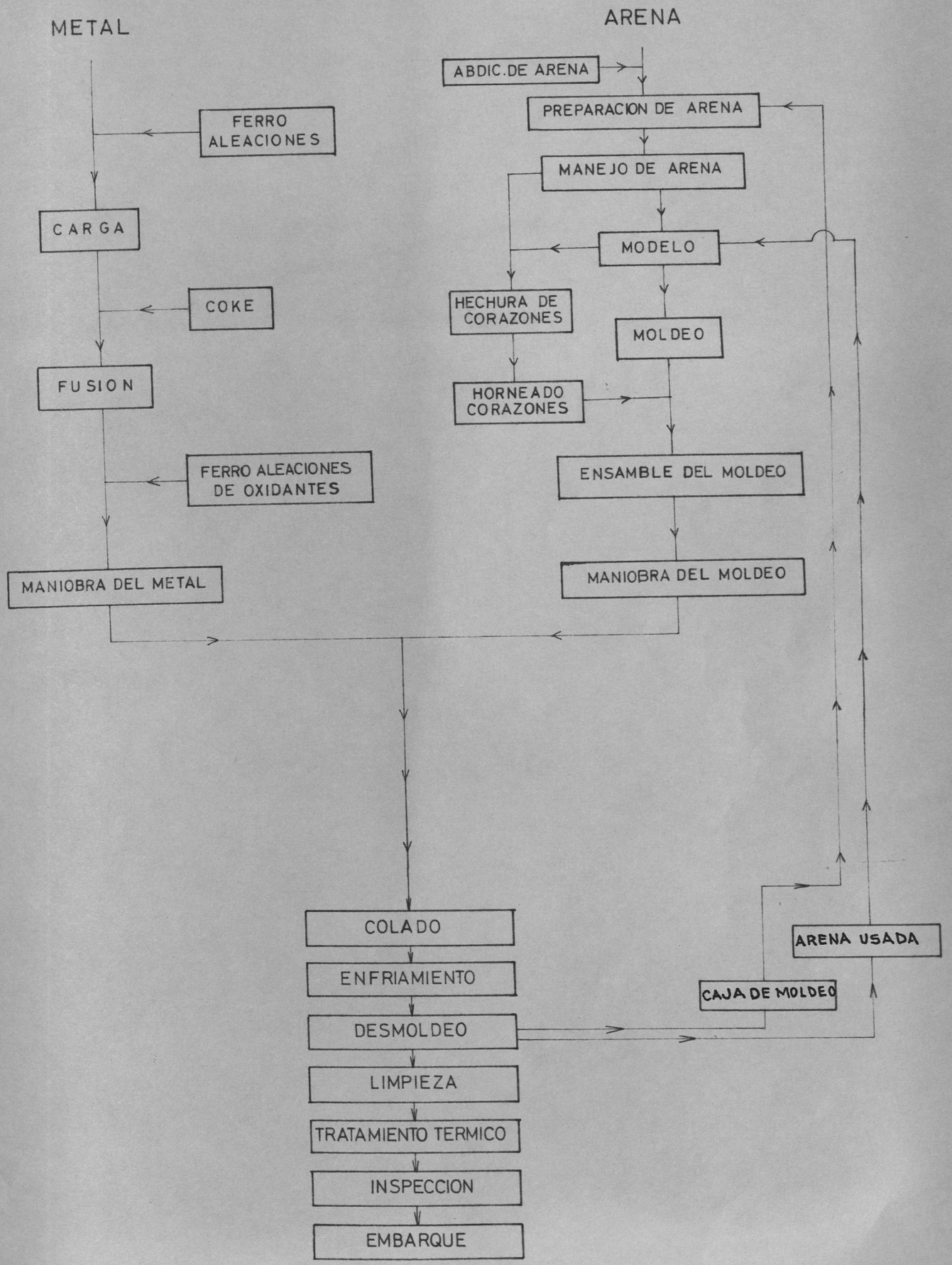


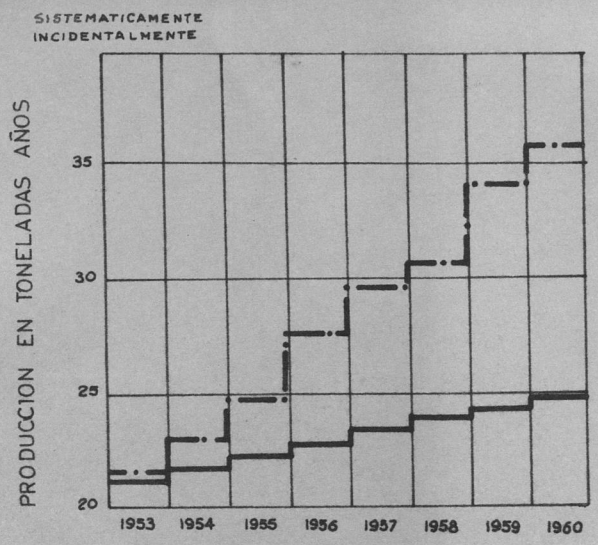
DISTRIBUCION ESQUEMATICA DE UNA FUNDERIA DE HIERRO COLADO

ESCALA 1:15 M.

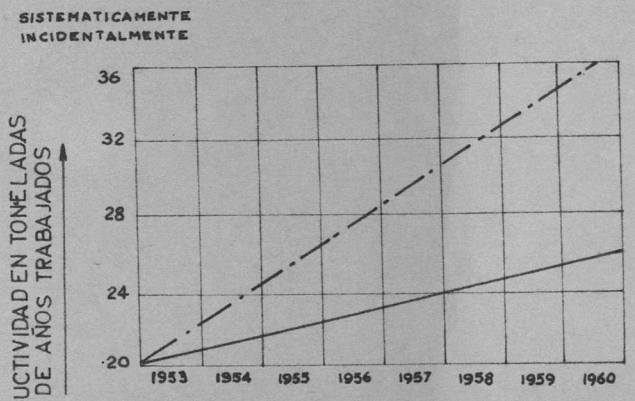
FUENTE MANUAL DE A.I.D.

FLUJO DE OPERACIONES DE UNA FUNDICION DE HIERRO

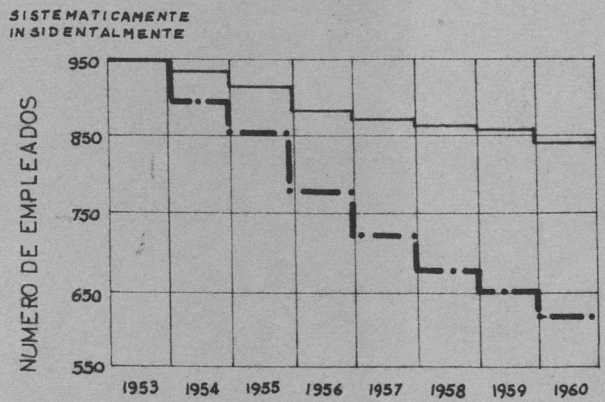




INCREMENTO DE PRODUCCION EN UNA FUNDICION DEBIDO A LA MORDENIZACION.



INCREMENTO DE UNA PRODUCTIBIDAD EN UNA FUNDICION DEBIDO A LA MODERNIZACION.



REDUCCION DE LABORES DEBIDO A LA MODERNIZACION.