

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA 97

**OPERACION DEL HORNO BASICO
DE
INYECCION DE OXIGENO**

107

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
Ingeniero Químico Metalúrgico
P R E S E N T A

PEDRO FLORES VEGA

MEXICO, D. F.

1974



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CLAS. Tesis
ADQ. 1974
FECHA
PROC. Ut. 007/105



QUÍMICA

JURADO DESIGNADO ORIGINALMENTE :

PRESIDENTE : MANUEL GAVIÑO RIVERA

VOCAL : KURT H. NADLER GUNSEISHEIMER

SECRETARIO : JOSE CAMPOS CAUDILLO

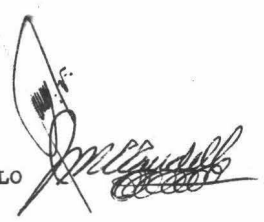
1º. SUPLENTE : RENAN PEREZ PRIEGO

2º. SUPLENTE : IGNACIO E. HERNANDEZ GOMEZ

LA INFORMACION SE RECOPILO DE
"ALTOS HORNOS DE MEXICO, S. A."
(MONCLOVA, COAH.)

SUSTENTANTE : PEDRO FLORES VEGA

ASESOR DEL TEMA : JOSE CAMPOS CAUDILLO

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Jose Campos Caudillo', is written over the typed name of the advisor. The signature is stylized and includes a large, sweeping flourish.

ESTA TESIS LA DEDICO A
MIS PADRES
CON MI ETERNA GRATITUD
POR EL ESFUERZO Y CON-
FIANZA QUE DEPOSITARON
EN MI

A MIS HERMANOS
POR SUS GRATOS CONSEJOS
Y ESTIMULANTE AYUDA

- A MI NOVIA -
CON TODO MI CARIÑO
POR SU VALIOSA COOPERACION
QUE HIZO POSIBLE
LA REALIZACION DE ESTA

- A MIS MAESTROS -

- A MIS AMIGOS Y
CONDISCIPULOS -

" OPERACION DEL HORNO BASICO
DE
INYECCION DE OXIGENO "

- B O F -

I N D I C E :

- 1.- INTRODUCCION
- 2.- ANTECEDENTES HISTORICOS
- 3.- INSTALACIONES
- 4.- OPERACION
- 5.- BIBLIOGRAFIA

PARTE I

"INTRODUCCION"

Los antiguos procesos de fabricación de Acero han ido evolucionando con el pasar del tiempo, así como también hemos observado notables cambios en los convertidores de fabricación de Acero.

Los nuevos métodos y tecnologías acerca del uso del oxígeno en la fabricación de Acero, nos han conducido al desarrollo y conocimiento de los modernos convertidores con insuflación de oxígeno, como son los de procesos: LD, LDAC, DLP, ROTOR, KALDO, etc...

Sabemos que el fin de estos hornos ó convertidores, es el de transformar el arrabio líquido suministrado por los altos hornos, en Acero con características mecánicas aceptables para su conformación en frío ó en caliente. El medio de que nos valemos para ello, es el de aprovechar el calor producido por la oxidación de determinados elementos contenidos en exceso en el arrabio y considerados como impurezas: Silicio, Manganeso, Fósforo, Carbón, etc., que se descomponen en el convertidor por medio de la insuflación de oxígeno.

Este trabajo lo he querido referir al desarrollo del Convertidor LD (también conocido como BOF), basándome en dos puntos:

- 1.- POR GUSTO HACIA ESTE TIPO DE CONVERTIDOR
- 2.- POR LA FACILIDAD QUE SE TUVO PARA OBTENER INFORMACION SOBRE ESTE CONVERTIDOR, EL CUAL SE TIENE EN "AHMSA".

El primer conocimiento que tuve acerca de este convertidor fue teórico, llamándome mucho la atención su evolucionado sistema para

la conversión del Arrabio de Acero; posteriormente tuve oportunidad de verlo en sus modernas instalaciones de Monclova, Coah., donde pude --- apreciar su rapidez, facilidad de operación y eficiencia. Por es - tos motivos decidí desarrollar mi Tesis sobre "La Operación del Horno-Básico de Inyección de Oxígeno", "BOF".

PARTE II

"ANTECEDENTES HISTORICOS"

En esta segunda parte, se hace referencia a como han ido evolucionando los diferentes hornos y convertidores de fabricación de Acero, hasta llegar al convertidor *BOF* .

Se han realizado estudios concernientes para tratar de descubrir en que época se empezó a producir Acero, pero no se han podido determinar ni fecha, ni lugar ni quiénes fueron los primeros en fabricarlo.

Uno de los antecedentes más antiguos acerca de la fabricación de Acero, proviene de Inglaterra, donde el fabricante de relojes, Benjamin Huntsman, observó que muchos de los resortes de sus relojes se rompían por falta de homogeneidad en el Acero, y debido a esto, optó por fundir las barras de Acero soplado, en un Horno de Crisol Refractario, el cual se calentaba por medio de coque, haciendo subir la temperatura gracias a una fuerte tiro, logrando una fusión completa del Acero, obteniendo un Acero más homogéneo. Esto sucedió allá por los años de 1740.

Luego se tiene conocimiento del Horno de Inducción de Alta Frecuencia, con el cual se logró un Acero de mejor calidad que la del que se producía por el Horno de Crisol Refractario.

El Horno de Inducción de Alta Frecuencia, se compone de un Crisol Refractario envuelto por una bobina de cobre refrigerada con agua y recorrida por una corriente de alta frecuencia; la bobina actúa

como circuito primario de un transformador y la carga es el secundario.

El calor se desarrolla en el seno de la carga por el efecto del campo electromagnético rápidamente variable. En la actualidad se siguen usando y en ellos se producen aceros especiales así como aceros inoxidables.

Después se desarrollaron los procedimientos más mundialmente conocidos para la obtención del Acero Bruto en estado líquido, los cuales se inventaron como sigue:

1).- PROCESO BESSEMER.- El convertidor Bessemer se empleó en el año de 1856 y su aplicación industrial se debe a Sir Henry Bessemer. El principio del procedimiento es el siguiente: La solera del convertidor se encuentra perforada por toberas por donde se sopla el aire procedente de la soplante, el arrabio y los materiales que forman la escoria se cargan estando el convertidor en posición horizontal, para soplar aire el convertidor se pone en forma vertical con el objeto de que el aire atraviese el arrabio que constituye la carga; la carga no se enfría debido al paso del chorro de aire frío, como podría esperarse; por el contrario, se calienta considerablemente debido al calor producido por la oxidación de las impurezas, y, que en efecto se emplean como combustibles para mantener fundida la carga.

Todos los ensayos del proceso Bessemer se efectuaron con arrabio de bajo contenido de Fósforo, de no haber sido así quizás se hubiese demorado el invento. El procedimiento Bessemer, de revestimiento ácido y escoria ácida, subsiste en muy pequeña escala.

2).- PROCESO THOMAS.- En el año de 1876, el Sr. Sidney Gilchrist Thomas,

al ver que el procedimiento Bessemer fallaba cuando se utilizaba arrabio con alto contenido de fósforo, experimentó con un nuevo recubrimiento refractario, además del uso de cal, con lo cual desarrolló el procedimiento Thomas, que tiene el mismo procedimiento del convertidor Bessemer.

El procedimiento Thomas, de revestimiento básico y escoria básica se desarrolló considerablemente en toda Europa, aunque el acero Thomas tiene un inconveniente muy grande, y es que al soplar el aire, el acero se queda con un alto contenido de nitrógeno, lo que limita seriamente su aplicación puesto que el nitrógeno forma nitruros los cuales difunden hacia una profundidad considerable, de manera que se pierde la dureza de la superficie. A través de los años se han hecho esfuerzos por contrarrestar y remediar este error, de donde a continuación se presentan algunas de las soluciones que se han encontrado:

- A).- Adición de mineral bruto durante el sobrepulado.
- B).- Cambio en la forma del convertidor en el baño.
- C).- Uso del óxígeno con el soplado de aire.
- D).- Uso del óxígeno y dióxido de carbono, en lugar de aire.

Dando los siguientes resultados :

- A).- Con determinada cantidad de hierro puede utilizarse un mayor porcentaje de mineral bruto, con objeto de incrementar el rendimiento metálico.
- B).- El porcentaje de chatarra que puede fundirse aumenta de 5-6% con aire a 11-13% con aire oxigenado.
- C).- El contenido de nitrógeno del acero se reduce de 0.010 ó 0.016% con aire a 0.005 ó 0.009% con aire oxigenado.
- D).- El fósforo contenido es la principal fuente de calor, en el -

soplado por aire no puede ser menor de 1.7%; si se emplea oxigeno con aire, se puede tolerar un contenido de fósforo de -- 1.25%.

3).- PROCESO DE SOLERA ABIERTA.- (Tambien conocido como horno de hogar abierto). Este proceso procede de los trabajos realizados por Martín (francia) y Siemens en el año de 1863. Este proceso puede ser Acido ó Básico dependiendo del tipo de carga empleada.

El horno de hogar abierto se calienta por medio de gas natural ó gas de coque, ó por medio de combustible líquido, esta fuente de calor independiente permite una variación algo mayor en la composición de la carga, puesto que no se necesitan ya las impurezas para actuar como combustible.

Para obtener la elevada temperatura necesaria y para economizar en combustible, se usa un sistema de regeneración para calentar el aire y el gas de entrada.

El horno mismo consiste esencialmente de un hogar que tiene la forma de un recipiente alargado, y que puede contener de 60 a 400 toneladas de acero; a lo largo de un costado tiene una hilera de - puertas de carga, mientras que en el otro lado contiene el orifi - cio ó agujero de purga, así como también el agujero de sangrado; - en cada extremo se tiene un par de puertas respectivamente para -- gas y aire.

Los principales cambios que motivaron el desarrollo del horno - de solera abierta son:

- 1.- Mejores refractarios para resistir la superior temperatura de llama que podía emplearse.
- 2.- Dispositivos de carga más rápidos para la adición de materia - les fríos.

- 3.- Empleo de arrabio líquido en lugar de lingotes de hierro.
- 4.- Precalentamiento más elevado del aire a fin de incrementar la temperatura de llama.
- 5.- Utilización de hornos mayores.

PRINCIPIOS DEL PROCEDIMIENTO

El laboratorio calentado previamente, se carga con dispositivos adecuados; primero se carga la chatarra, luego arriba los lingotes de arrabio y algunas veces cal.

Una vez que se ha cargado, se cierran las puertas y se sopla a fondo, para conseguir una atmósfera oxidante; en el horno primero se oxida silicio y manganeso y el baño permanece en calma, luego sigue la descarbonización, el carbono se oxida y se produce una fuerte ebullición por desprendimiento del CO que agita y mezcla el baño.

Cuando el afino es suficiente se ensayan muestras de metal y escoria, y cuando estos ensayos son concluyentes se desescoria cuidadosamente y se ponen las adiciones finales para realizar finalmente la colada.

La diferencia y ventaja del horno de solera abierta con respecto al convertidor Bessemer y Thomas es que, periódicamente pueden tomarse muestras del metal fundido, ya que el tiempo total para el proceso es de 4 a 8 horas, comparado con 20 minutos que tarda el proceso Bessemer, y aquí es donde se encuentra precisamente la ventaja principal, ya que aparte de poderse usar con una variedad más amplia de materia prima, también se puede sugetar a un control más preciso que el proceso Bessemer y por lo tanto producirá un acero de mejor calidad.

- 4).- PROCEDIMIENTO AJAX.— La compañía APPLEBY FRODINGHAM STEEL en el año de 1957 tras una serie de experimentos, lanzaron el convertidor

Ajax, que esta basado en una gran modificación de los hornos basculantes y consiguieron un aumento de producción del 70 al 100% conrelación a éstos, a un costo de inversión más bajo por Tonelada -- Anual de aumento de producción.

Este proceso se aplica especialmente con arrabio fosforoso y con poca chatarra, produciendo una gran variedad de aceros; - por lo tanto, puede ser un procedimiento por oxígeno puro cuando - se desee, y también convertirse en un Horno de Solera Abierta.

PRINCIPIO DEL PROCEDIMIENTO

Una vez iniciada la operación de carga del arrabio fosfórico, se cierra por completo el paso del combustible y se introduce por un extremo del hogar, la lanza de oxígeno refrigerada con agua con un ángulo de 30° con relación al baño; los productos resultantes de la combustión pasan a través de los recuperadores, caldera de recuperación de gases y planta de depuración de humos, al paso de 20 minutos se retira la lanza de un extremo para introducir otra por el extremo opuesto al mismo tiempo que se invierte la dirección de la corriente de aire y gases calientes; posteriormente se extrae la escoria fosfórica y se procede a formar una escoria nueva, y se continúa el afino que puede ser de dos clases: por alanceado, por oxígeno ó mediante calor por combustible sin -- oxígeno; estas dos alternativas dependiendo de la calidad de acero que se desee obtener, para finalmente obtener el sangrado y tiempo de reparación al convertidor.

Se desprende una considerable ventaja del empleo eficaz del - combustible, derivado en particular del diseño del horno que emplea el-

aislamiento y saca partido de la anulación de infiltraciones de aire, - el empleo de recuperadores alternos y depósitos de escoria, eliminan -- las pérdidas de tiempo debidas a la reparación de la parte inferior, y- por consiguiente, la disponibilidad depende esencialmente del tiempo ne cesario para la reconstrucción de la solera y de la duración de la bóve da del horno.

- 4).- PROCEDIMIENTO LDAC.- El Centro Nacional de Recherches Metalurgi--- ques, con sede en Bélgica, hizo unas modificaciones al proceso --- *Linz-Donawitz*

Posteriormente se efectuaron nuevos estudios en donde se empleaba la inyección de cal, las cuales se denominaron Procedimientos- OCP (Oxygene Chaux Pulverisee), el cual se puso en práctica en los ta - lleres de ARBED de Luxemburgo y así se creó el procedimiento denominado LDAC de donde resulta (Linz-Dondwitz-Arbed-CNRM).

El procedimiento LDAC, es un procedimiento similar al procedi miento LD, con la variación de que en el proceso LDAC se inyecta la cal y el oxígeno necesario por la misma lanza.

PRINCIPIO DEL PROCEDIMIENTO.

Una vez que el convertidor se encuentra cargado con arrabio - fosfórico y con las adiciones necesarias, se empieza la etapa de sopla do con oxígeno, el cual fluye hacia abajo con gran velocidad y a una de terminada presión sobre la superficie del metal, provocando la oxidación de las impurezas y elevando la temperatura del baño y de la escoria; la cal necesaria para producir la escoria se inyecta bajo control, con el chorro de oxígeno.

La finalidad es utilizar la cal en el punto exacto de alta --

temperatura y es donde el chorro de oxígeno está haciendo contacto con el metal, con la consecuencia lógica de la fusión y formación de la escoria, provocando un espumado de la escoria que es ventajoso, se debe controlar la extensión de la espuma, para evitar derrames por la boca del convertidor. Si no se forma espuma en la escoria, se tienen problemas para la eliminación del elemento fósforo, posteriormente se continúa la inyección de oxígeno hasta un tiempo determinado para retirar la escoria, posteriormente se hace un segundo soplado continuando el afino hasta alcanzar los puntos deseados; así finalmente se toma análisis y si estos son concluyentes se procede al sangrado, dejando la segunda escoria para utilizarla en la siguiente carga.

6).- PROCEDIMIENTO OLP.— Este procedimiento también se derivó del procedimiento LD y es igual al procedimiento LDAC, fué puesto en práctica en Francia por el Instituto de Recherches de la Siderurgie, en la misma época en que se implantaba en Bélgica el proceso LDAC.

El procedimiento OLP y que significa Oxygene Lance Poudre y se utiliza únicamente en Francia y el Sarre, en las modernas acerías de Dunkerque; se han instalado convertidores OLP de 130 Tons., fuera de Francia se denomina Proceso LDAC. El principio del procedimiento es idéntico al Procedimiento LDAC.

7).- PROCEDIMIENTO LDK.— Este procedimiento se emplea en Alemania, el convertidor utilizado es un convertidor Thomas modificado de 60 Tons., y que termina en una boca concéntrica; tiene una solera sólida y una piquera, se emplea una lanza de oxígeno insertada a través de la boca, cuando el convertidor esta en posición vertical, el punto débil de este convertidor es el revestimiento refractario

de la boca; puesto que esta sección se acaba antes que el demás -- revestimiento y con la consecuencia que hay que parar y reparar el convertidor.

Este procedimiento es en cierto modo diferente a los procedimientos LDAC y OLP, puesto que en este procedimiento la cal necesaria - se carga desde tolvas.

PRINCIPIO DEL PROCEDIMIENTO.

El convertidor caliente y manteniendo aún la escoria del sangrado anterior se cargan las cantidades necesarias de cal y mineral desde tolvas para posteriormente cargar el arrabio fosfórico, en esta etapa el convertidor esta casi en posición vertical y el arrabio fosfórico es vertido lentamente, dando lugar a que se produzca la reacción donde se elimina el silicio; luego que todo el arrabio fué cargado se coloca el convertidor en una posición vertical y se empieza el soplado con la lanza a una determinada distancia del baño; el primer soplado tiene una duración de 11 minutos aproximadamente y durante este tiempo se pueden hacer adiciones de cal y mineral, continuando el soplado; posteriormente se retira la primera escoria y se añade más mineral y más cal, así como bauxista que actúa como fundente y se inicia el segundo soplado -- con la lanza a una altura mayor, este segundo soplado dura 4 minutos -- aproximadamente para finalmente tomar muestras del metal y escoria, y proceder al sangrado dejando la segunda escoria para la segunda carga.

8).- PROCEDIMIENTO KALDO.- La invención del proceso Kaldo se asocia al Profesor Bo Kalling y sus colaboradores; su realización a escala Industrial se desarrollo en los talleres de Acero Domnarvet de la Stora Kopparberg Co. en Suecia.

Los experimentos se iniciaron en Hornos Giratorios de 3 Tons. y posteriormente en otros de 15 Tons., esto fué en el año de 1948, para el año de 1956 se inició su producción a escala industrial, para el año de 1966 se contaba con 11 plantas instaladas y operando a su total capacidad.

Estas plantas se tenían operando en Suecia (4), Francia (1), Inglaterra (4), Japón (1), E.U.A. (1), de donde la de mayor tamaño era la de E.U.A., que cuenta con 2 hornos de 140 Tons., y por medio de los cuales se pretendía producir 1'000.000 Tons., al año.

PRINCIPIO DEL PROCEDIMIENTO.

El arrabio suministrado del alto horno es introducido al convertidor que tiene forma cilíndrica y que puede girar con gran rapidez (30 rpm) sobre su eje mayor, durante la operación de afino, este eje se inclina hasta alcanzar 17° sobre la horizontal, pero se varía el ángulo para la operación de la carga, extracción de escoria y sangría.

El convertidor tiene en un extremo una abertura circular através de la cual la lanza refrigerada con agua, inyecta el chorro de oxígeno sobre la superficie del metal y la escoria, los humos producidos en la combustión salen por la campana móvil de humos, la cual se encuentra refrigerada y que obtura la boca del convertidor cuando se está produciendo el alanceado.

La gran velocidad de rotación origina la mezcla del metal y escoria y facilita las reacciones del proceso, el calor disponible se absorbe con adiciones de mineral ó chatarra.

El procedimiento Kaldo acepta una gran facilidad para la ela-

boración de una gran variedad de diferentes aceros al carbono, debido a que tienen una gran facilidad para fundir hasta 45% de chatarra, ó por otro lado se puede trabajar perfectamente utilizando únicamente arrabio con mineral como refrigerante, dependiendo de donde estas materias primas resultan más económicas.

9).- PROCEDIMIENTO ROTOR.- El desarrollo de este proceso se efectuó en OBERHAUSEN, Alemania en 1952.

Este procedimiento también se conoce con el nombre de -- Proceso GRAEF-ROTOR, en honor de su inventor.

Se efectuaron coladas experimentales de 20Tons., y sus resultados fueron buenos, con lo cual se procedió a la construcción del convertidor.

Este convertidor cilíndrico giraba sobre su eje mayor, -- posteriormente se le dotó de un ángulo de inclinación para facilitar su extracción de la escoria y el metal.

Los modernos convertidores instalados en Europa, Africa, pueden dar un giro completo en el plano horizontal, este puede inclinarse hasta un ángulo de 90°

En este proceso se emplean grandes cantidades de arrabio con mineral, así como también podría utilizarse una elevada cantidad de chattarra si existieran las cantidades necesarias.

PRINCIPIO DEL PROCEDIMIENTO.

El Convertidor Rotor, es un horno cilíndrico de revestimiento refractario con una abertura circular en cada extremo, de diámetro inferior al del propio horno.

El convertidor puede girar sobre su eje longitudinal a una vel o cidad de 0.2 a 4 rpm, durante la conversión trabaja sobre su eje mayor en posición horizontal.

En uno de sus extremos tiene un carro móvil con dos lanzas, en tanto que en el otro extremo tiene un conducto de salida de humos, el cual está refrigerado por medio de agua, los humos pasan a la planta depu ra dora de humos antes de ser arrojados al medio ambiente.

En la operación de conversión la lanza primaria se introduce — por debajo de la superficie del metal, se sopla oxígeno produciendo la — oxidación directa de las impurezas.

La segunda lanza inyecta oxígeno que fluye paralelo y por enci ma de la capa de escoria, de manera que cuando el monóxido de carbono — dentro del horno, con lo cual se libera una gran cantidad de calor, que — es devuelta a la carga por medio de la llama ó por medio del revestimien to refractario al efectuarse la rotación.

Las variables más empleadas para regular la operación son: la — composición y el volumen del elemento inyectado a través del chorro secun dario y la inmersión del chorro primario.

• HORNOS DE ARCO ELECTRICO •

Existe también un procedimiento de fabricación de acero, hacien do uso de la energía eléctrica.

En los años de 1916 se empezó a usar el Horno de Arco Eléctrico, en el cual se producían aceros especiales de alta calidad, en pequeña ca ntidad.

El Horno Eléctrico para aceros, es el aparato en el cual utilizamos la energía eléctrica, suministrada por una fuente productora externa, convirtiéndola en calor para la fusión y la obtención del acero.

En los últimos años se ha observado un rápido desarrollo en el empeño de emplear grandes hornos de arco para la producción de acero a partir de cargas constituidas íntegramente por chatarra.

Existen en la actualidad Hornos de Arco Eléctrico, cuya producción rebasa las 3,000 Tons., semanales.

Aún cuando la electricidad es una fuente de calor costosa, la utilización de pedacería de grado medio que es barata, hace posible esta operación; ya que las condiciones favorecen la eliminación del fósforo y del azufre; y el alto costo de la electricidad queda así hasta cierto punto compensado.

La electricidad es un buen medio de suministrar calor en la fabricación de acero, porque no contamina el baño; así se pueden realizar las necesarias operaciones químicas de afinado independientemente del suministro del calor.

El cuerpo del horno es un cilindro de chapa de acero montado en tal forma que se le puede inclinar para colar el metal y la escoria; el fondo de metal abombado está revestido de refractario, lo mismo que las paredes y la bóveda.

Los electrodos de carbón penetran en el horno a través de agujeros practicados en la bóveda, la corriente fluye saltando en un arco producido entre los electrodos y la carga del horno (chatarra posteriormente bañada fundida), engendrándose así el calor que funde la carga.

El afino de acero se produce por reacciones químicas que ocurren entre el metal y una ó más escorias líquidas con las que se cubre el metal, las escorias eliminan casi completamente las diferentes impurezas del metal siendo en general necesario emplear más de una, para que puedan producirse todas las reacciones.

El revestimiento puede ser ácido ó básico, si bien este último se usa más generalmente.

En el proceso básico, la carga se funde bajo una escoria básica oxidante, que consiste de cal y escamadas de laminadora, estas condiciones duplican en realidad las que se obtienen en el proceso básico del hogar abierto, en consecuencia el silicio, manganeso y fósforo presentes se absorben en la escoria y cuando se ve que se ha completado el proceso se retira la escoria completamente, de manera que la única impureza presente en el acero en cantidades apreciables al final del proceso es el azufre; se procede a formar otra escoria, pero esta vez la escoria es básica reductora compuesta de cal y antracita y su función principal es la eliminación del azufre, bajo las siguientes reacciones:



(1).- Soluble en Acero

(2).- Insoluble en Acero, se une a la escoria.

Terminando el afino se cuela el acero en una cuchara y desde-

ésta en lingoteras.

Las principales ventajas del Proceso Eléctrico son:

- 1.- Hay una remoción definida y efectiva del azufre.
 - 2.- Las condiciones son químicamente limpias y no puede haber contaminación de la carga, la cual es posible con los combustibles gaseosos.
 - 3.- La atmósfera del horno y la escoria pueden hacerse oxidante ó reductora a voluntad.
 - 4.- La temperatura se puede controlar fácilmente.
 - 5.- El contenido de carbono de acero se puede mantener constantemente haciendo así posible el ajuste dentro de los límites estrechos.
 - 6.- La adición de elementos de aleación se puede hacer con precisión.
- 10.- PROCEDIMIENTO B.O.F.- La idea de sustituir el aire que soplab a los convertidores, por oxígeno de alta pureza no se lleva a la práctica, puesto que la obtención de oxígeno a escala industrial resultaba muy costosa; y no fué hasta hace 25 años cuando el Prof. ROBERT DURRER, hizo ensayos soplando oxígeno de alta pureza.

Estos ensayos se llevaron a cabo en los Talleres de Aceración GERLANFINGER DE AUSTRIA.

Fué así como en el año de 1948 se obtuvo la primer colada de acero en un convertidor de inyección de oxígeno, obteniéndose resultados satisfactorios, los cuales dieron lugar a la creación de nuevas y más amplias plantas experimentales, como lo fueron las instaladas en Linz (VOEST) (VERIGNITE OSTEREICHISCHE EISEN UND STAHLWERKE); y así la de Donawitz, de donde se obtuvieron resultados concluyentes, dando lugar a la iniciación del proceso de fabricación de aceros en convertidores de -

inyección de oxígeno; este procedimiento en la actualidad se conoce como Procedimiento B.O.F. ó L.D.

Una vez que se tuvieron resultados concluyentes, se procedió a instalar plantas a escala de producción.

Estas plantas se construyeron en Linz, así como en Donawitz.

Para el año de 1954 se habían producido 8'000,000 Tons, de acero.

Este procedimiento de fabricación de acero por medio de inyección de oxígeno B.O.F., salió de Austria hacia Canadá, donde se procedió a instalar nuevas plantas con convertidores de mayor capacidad.

Este procedimiento rápidamente se extendió por todo el mundo, y fué adquiriendo fama por su nuevo y evolucionado sistema de conversión de arrabio de acero; y es así como se explicaba que para 1957 el Procedimiento B.O.F., había contribuido a la producción mundial con el 1% y se había calculado que para 1965, se producirían 25'000,000 Tons, de acero por el Procedimiento B.O.F.

PARTE III

"INSTALACIONES"

Las instalaciones del taller de aceración BOF de Altos Hornos de México, se pusieron en marcha el 14 de Abril de 1971.

Este taller de aceración BOF esta situado un poco afuera del conjunto de la planta de AHMSA, pero forma parte integral de ella.

Según la operación que se realiza, el taller se divide en:

- A).- Nave de Convertidores
- B).- Nave de Carga
- C).- Piso de Operación
- D).- Nave de Colada
- E).- Patio de Escoria
- F).- Patio de Chatarra
- G).- Casa de Lodos.

3.1.1.- A).- NAVE DE CONVERTIDORES.

Se le llama así a el lugar en donde se tienen los controles - de los hornos y los hornos mismos. Además, se tienen aquí todos los sistemas de enfriamiento de chimeneas y depuración de gases, - colocado todo en diferentes niveles que se levantan sobre esta nave, en esta parte es donde son manejados los convertidores desde - la cabina de control.

El Convertidor es la parte más crítica del equipo, además de ser el corazón del proceso.

Sabemos que las primeras formas de los convertidores fueron - casi diferentes a la de extremo cónico.

Los convertidores, posteriormente se diseñaron con otra con-
formación para ganar superficie transversal en los niveles en que-
resultara más ventajosa para la duración del revestimiento del con-
vertidor y para el procedimiento en general.

La sección de boca puede ser concéntrica ó excéntrica, cada -
tipo ofrece ventajas particulares; así las ventajas de los conver-
tidores de boca excéntrica son:

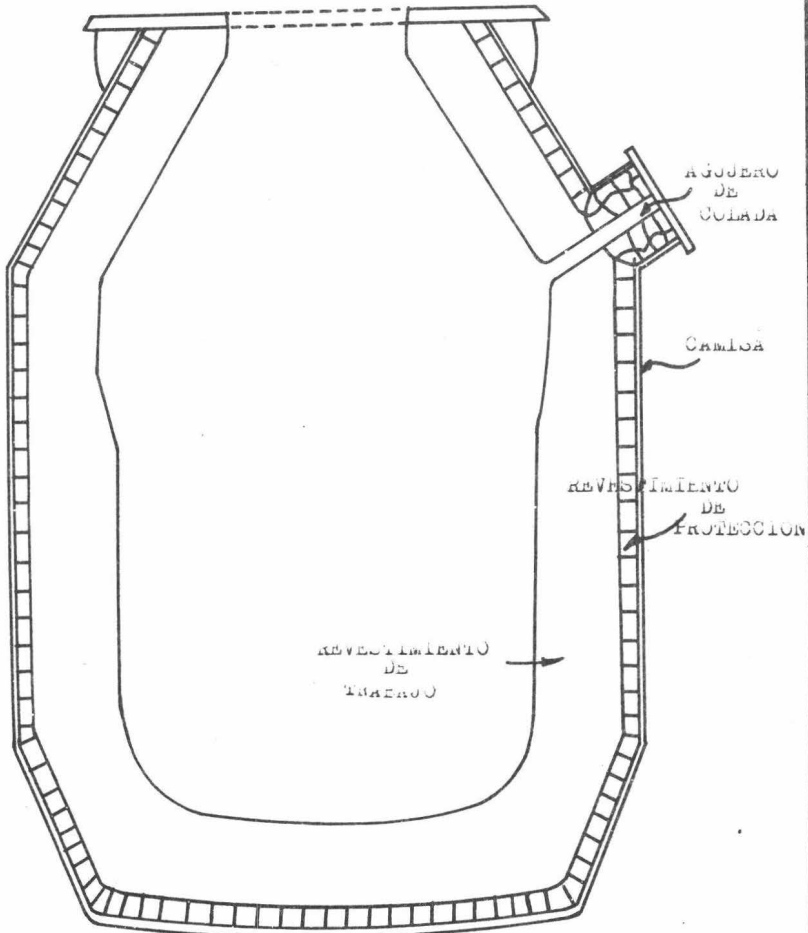
- A).- Es más fácil extraer la escoria con escasa pérdida de metal, porque en la posición el nivel del metal es más bajo.
- B).- Cualquier soplado tumultuoso ó salpicado de escoria por la boca, - se proyectará en una sola dirección, con los problemas de limpie-
za, se limita tan solo a un lado del convertidor.
- C).- Es más fácil instalar una chimenea colectora de humos sobre el con-
vertidor, puesto que no solo se precisa de una larga sección de --
inyección de escoria; también resulta más conveniente cuando se --
desea instalar una caldera de recuperación del calor.
- D).- Los controles de lanza pueden estar mejor situados a un nivel más-
bajo.

Las ventajas que ofrece el convertidor de boca concentrica son:

- A).- Que el revestimiento del crisol es simétrico.
- B).- Que las condiciones del baño son las mismas a ambos lados cuando -
el convertidor está en posición horizontal; de manera que las ope-
raciones de carga, sangría y extracción de la escoria, pueden efec-
tuarse desde ambos lados; esto significa que el taller de aceración
puede disponerse de forma que la carga y extracción de la escoria
se efectuen por un lado y la colada por el otro, facilitando con --



EQUIPO	CONVERTIDOR		REF.
DESCRIP.	MARCA	CANT.	



DIB. FLORES	MATERIAL	CROQUIS
REV.	ESCALA	
APROB.	FECHA	
		No.

ello el movimiento de los materiales.

En la actualidad la mayoría de los convertidores instalados - hasta la fecha son del tipo concéntrico, y, Altos Hornos de México, ta
mbién tiene tres convertidores de este tipo y las características que --
tiene son:

El convertidor esta revestido en su interior con ladrillo re-
fractario de varias clases de magnesita, como son la magnesita cruda --
impregnada con alquitrán, la magnesita cruda y cocida sin impregnar y -
magnesita granulada.

La disposición del refractario es como sigue:

Primero se coloca una capa de protección directamente en con-
tacto con la chapa de acero y sobre esta primera capa se coloca una se-
gunda capa ó de trabajo (esta última capa es la que esta en contacto --
con el metal fundido).

La segunda capa, esta separada de la primera por un relleno -
de magnesita granulada, que absorbe parte de las expansiones térmicas.

(Ver dibujo)

Las principales medidas del convertidor son:

Diámetro Exterior	5.115	Mts.
Diámetro de la Boca	1.7	'
Altura Exterior	7.65	'
Altura Interior	6.87	'
Diámetro Interior (#)		
Arriba	3.65	'
Abajo	3.5	'
Volumen Interior	59	Mts. ³

(#) Es de hacerse notar que por dentro de la zona de trabajo el refractario es más grueso, y por lo tanto su diámetro es menor.

Partiendo de la boca, a un tercio de la altura se encuentra el agujero de colada de 3 1/2" de diámetro con un ángulo de 30° a la horizontal.

El Sistema de Volteo del convertidor, consiste en un mecanismo de volteo de dos reductores de engranes rectos, instalados abajo de la plataforma del convertidor, estos reductores son movidos por dos motores de corriente eléctrica de 100 H.P.

Las carcazas de los reductores son de construcción sólida, los engranes y cojines de sus flechas se abastecen de aceite a presión mediante una bomba exclusiva para esta operación; y así obtenemos las siguientes características:

Velocidad de volteo del convertidor	0.1 a 1 r.p.m.
Angulo de giro	360°
Velocidad del motor	70 a 1050 r.p.m.
Tipo de corriente	C.D. 230 Volts.

(Dibujo anexo).

3.1.2.- B).- CHIMENEAS.

Las Chimeneas son unas instalaciones que están colocadas sobre cada convertidor, las que por tiro natural succionan el gas para enviarlo a la atmósfera.

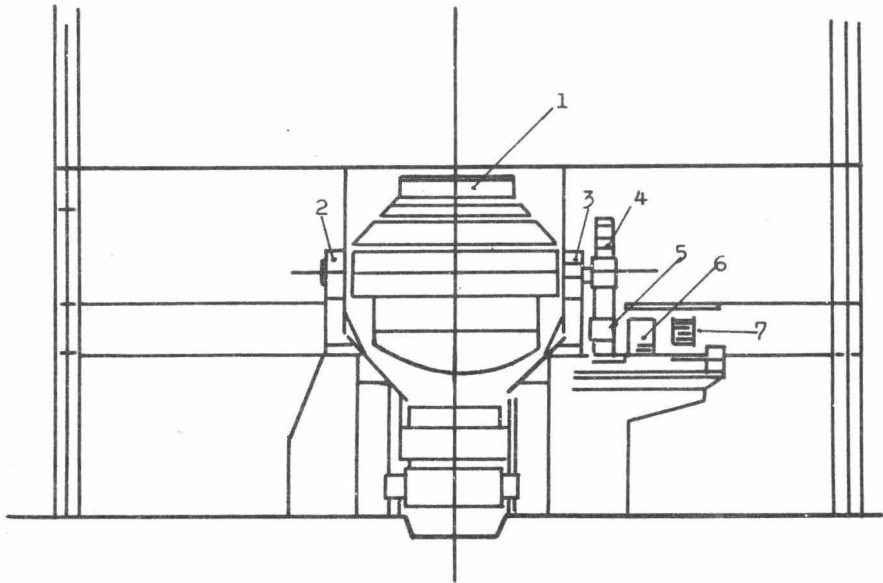
Cada uno de los tres convertidores tiene una chimenea, y cada chimenea se divide en tres partes que son:



EQUIPO DETALLE DE LA PARTE MECANICA DEL

REF.

DESCRIP. CONVERTIDOR MARCA CANT.



- 1.- CONVERTIDOR
- 2.- CHUMACERA MOVIL
- 3.- CHUMACERA FIJA
- 4.- ENGRANE PRINCIPAL
- 5.- FINON DOBLE
- 6.- REDUCTOR DE VELOC.
- 7.- MOTOR ELECTRICO

DIB. FLORES

REV.

APROB.

MATERIAL

ESCALA

FECHA

CROQUIS

No.

- A).- Chimenea Móvil
- B).- Chimenea Fija y
- C).- Chimenea Fija Alta

Para cada convertidor hay dos chimeneas móviles que actúan alternadamente, y, estas son las que están inmediatamente encima del convertidor, y por lo mismo son las que están expuestas a las más altas -- temperaturas, debido a lo cual sufren daños a pesar de la refrigeración que tienen; cuando una chimenea de estas falla, se substituye por la -- otra y sigue con la operación normal.

3.1.3.- C).- SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.

Las tres partes de la chimenea están protegidas contra el calor por medio de una circulación forzada de agua por su interior.

Hay un sistema de enfriamiento para cada parte de la chimenea

Para enfriar la chimenea móvil, se cuenta con tres bombas --- (dos de ellas trabajando y una auxiliar), que envían dos líneas de agua a la parte inferior de la chimenea, cada línea refrigera una mitad de - ella, además de cada una de las líneas, se toman salidas hacia el domo de la lanza y la deslizadera de fundentes.

El agua para esta refrigeración, proviene del tanque de acumulación de donde lo succionan las tres bombas que se mencionaron. El - agua que sale de la chimenea móvil, de la deslizadera y del domo, se -- unen en una sola línea que va hasta el enfriador de donde regresa al -- tanque de acumulación.

Para el enfriamiento de la parte baja de la chimenea fija, se tiene instalado un sistema de circulación natural con bombas de arranque.

Estas bombas toman el agua del tanque de almacenamiento (se tiene uno para cada chimenea), y la envía a la parte inferior de la chimenea por dos líneas, al llegar ahí el agua se calienta y forma algo de vapor que hacen que el agua suba y salga hasta el tanque, estableciéndose un circuito natural, en este momento las bombas de arranque se pararían automáticamente, dejando establecido el circuito.

Hasta la fecha parece no haber dado muy buen resultado el sistema, ya que las bombas de arranque nunca se paran. La cantidad de vapor generado se lleva hasta el condensador, de donde pasa a un tanque - de condensados para que por medio de bombas se recircule a los tanques - de las chimeneas y una parte al tanque de acumulación.

La parte alta de la chimenea fija si tiene circulación natural

Hay un tanque para la parte alta de cada chimenea y por gravedad llega el agua hasta la zona inferior donde se calienta, se vaporiza, sube y se regresa al tanque donde el vapor de agua se envía al condensador.

(Dibujo del Sistema de Enfriamiento).

3.1.4.- D).- SISTEMAS DE DEPURACION DE GASES.

En el taller BOF de Altos Hornos de México, se puede trabajar con dos alternativas; con la chimenea directa ó con el sistema depurador.

Cuando la chimenea directa se encuentra cerrada, los gases -- son desviados hacia abajo por una falsa chimenea y obligados a pasar -- por un saturador en forma de venturi.

En este saturador se forma con espumas una película de agua - que altera el orden del flujo del gas ocasionando que las partículas de



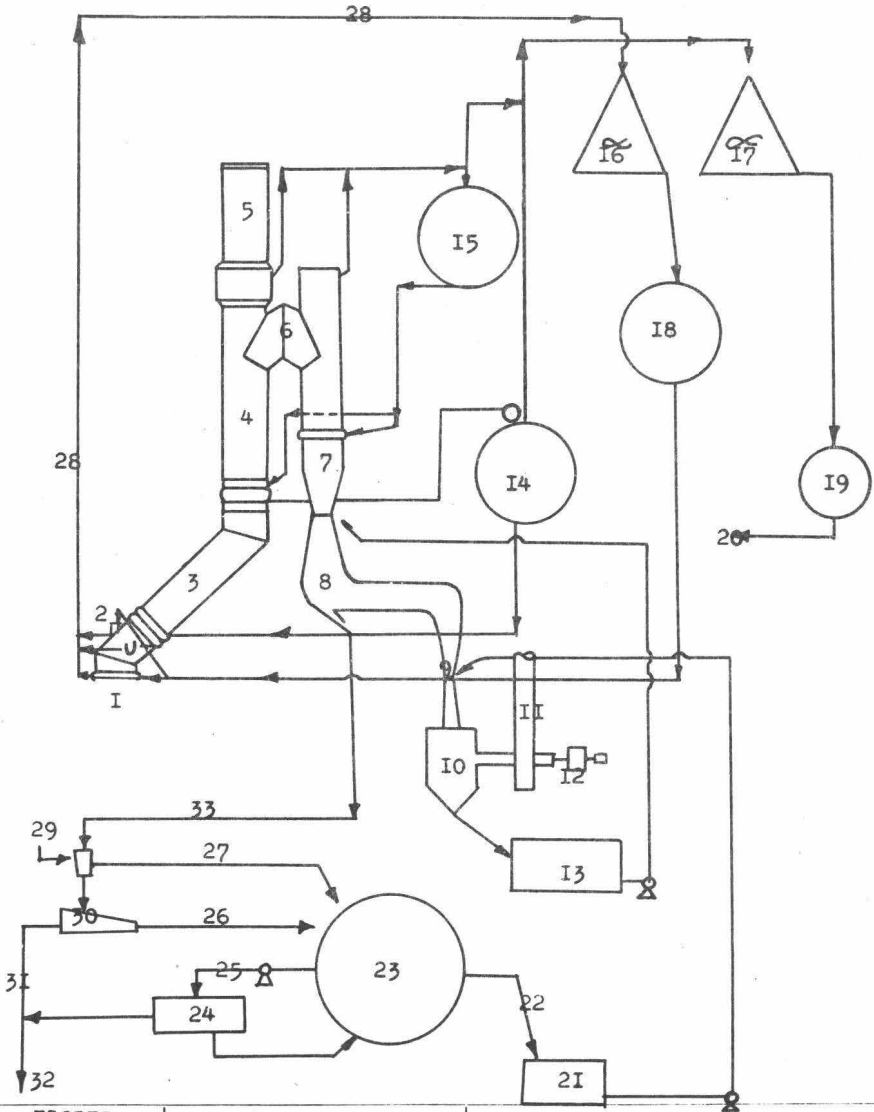
EQUIPO SISTEMA DE ENFRIAMIENTO Y DEPURACION

REF.

DESCRIP. DE GASES

MARCA

CANT.



DIB. FLORES
REV.
APROB.

MATERIAL
ESCALA
FECHA

CROQUIS
No.

SISTEMA DE ENFRIAMIENTOS Y DEPURACION
=====

- 1.- Salida de humos del convertidor y entrada a la chimenea móvil.
- 2.- Chimenea móvil
- 3.- Chimenea baja fija
- 4.- Chimenea alta fija
- 5.- Chimenea de emergencia
- 6.- Chimenea falsa
- 7.- Primer saturador
- 8.- Elbow
- 9.- Venturi
- 10.- Peace Antony
- 11.- Abanico
- 12.- Motor
- 13.- Depósito de agua del Peace Antony (Agua con 30% de polvo)
- 14.- Tanque de agua de la chimenea baja
- 15.- Tanque de agua de la chimenea alta
- 16.- Enfriador
- 17.- Condensador
- 18.- Tanque de acumulación
- 19.- Tanque de condensados
- 20.- A los tanques
- 21.- Depósito del saturador
- 22.- Rebose
- 23.- Decantador
- 24.- Filtros de vacío
- 25.- Lodos
- 26.- Finos
- 27.- Finas
- 28.- Agua caliente
- 29.- Hidrociclones
- 30.- Clasificadores
- 31.- Gruesos
- 32.- Patio de polvos
- 33.- Agua saturada de polvo.

sólidos se humedezcan y se precipiten en forma de lodo a las paredes del saturador, donde está corriendo continuamente una cortina de agua que -- arrastra a estas partículas.

Otro efecto importante del baño de agua, es que los gases son enfriados de 600° ó 700°C. , hasta 65°C. , aproximadamente con lo que se protege el resto del equipo de las altas temperaturas.

Como la entrada del saturador está en contacto con las temperaturas mencionadas, es necesario refrigerarlo con agua, para lo que se toma una línea del tanque de las lanzas y se hace circular por el interior de las paredes del saturador.

A la salida del saturador se encuentra un separador ELBOW, que colecta los lodos formados para enviarlos al decantador.

Este separador ELBOW, es un codo de 90° con un tubo de salida en la parte inferior. Los lodos al entrar en el codo se pegan a la parte inferior por gravedad y por el tubo de salida son separados por la fuerza que llevan.

El gas semilimpio continúa su camino hasta un segundo venturi-conocido como PEACE ANTHONY, aquí, mediante el control de la posición de la garganta se puede regular la salida de los gases en forma normal.

En el P.A. venturi, se inyecta también agua, con el fin de quitar todo el polvo al gas y dejarlo limpio.

El agua utilizada en el P.A. venturi, proviene del reboce del decantador, y, después de pasar por el P.A., se reúne en el tanque de agua para el primer venturi, o sea que la primera inyección de agua al gas se hace con agua ya que trae polvos de antemano.

La parte baja de P.A., es una caja cilíndrica que tiene en su interior una especie de turbina, que debido al flujo del gas esta girando fuertemente, provocando que las partículas de agua con polvo sean lanzadas contra las paredes de la caja, de donde se van rebalando para reunirse en el fondo de la tubería que va al depósito del saturador.

El gas sale de estas cajas succionado por un abanico que lo envía por unas chimeneas hasta la atmósfera, pero ya sin polvos, el abanico tiene dos motores: el de arranque y el principal.

Estos dos motores y el abanico estan montados sobre una cimentación fuerte para evitar la transmisión de las vibraciones a la obra civil.

Como datos generales tenemos que el motor de arranque trabaja con 440 volts y tiene una potencia de 100 H.P., en tanto que el motor principal tiene un voltaje de 240 volts y una potencia de 900 H.P.

En el taller BOF de Altos Hornos de México, se tiene un sistema depurador para cada convertidor, hasta la salida del ELBOW, de ahí en adelante solo hay dos P.A., dos abanicos y dos chimeneas; todo ello interconectado para dar servicio a cualquiera de los tres convertidores

3.2.1.- A).- NAVE DE CARGA.

Recibe este nombre porque se realizan allí todas las operaciones necesarias para cargar los convertidores.

Esta nave cuenta con una báscula para arrabio, donde se controla el peso requerido para la colada, se efectuan también las operaciones de sulfuración y además se agregan las cantidades necesarias de chatarra.

En esta nave se efectuaron también las operaciones de vaciado de acero y tirado de escoria, las ollas receptoras de acero y escoria se llevan por vías a la nave de colado y al patio de escoria respectivamente.

El arrabio que se utiliza en el taller BOF se recibe en ollas-termo impulsadas por máquinas de ferrocarril, estos termos se colocan en ambos lados de una fosa donde se pesa el metal requerido.

Por medio de una grúa se coloca la olla de traslado en la bágula y desde el cuarto de control se hace girar la olla-termo para llenar la olla de traslado, se agregan de 5 a 6 sacos (50 Kgs.), de Carbonato de Sodio con el fin de hacer reaccionar el Azufre y eliminarlo como Sulfuro de Sodio ó de Calcio.

Aunque la agitación causada por el chorro de arrabio que sigue cayendo, mezcla bastante el carbonato, sólo se reduce el contenido del azufre en un 30%

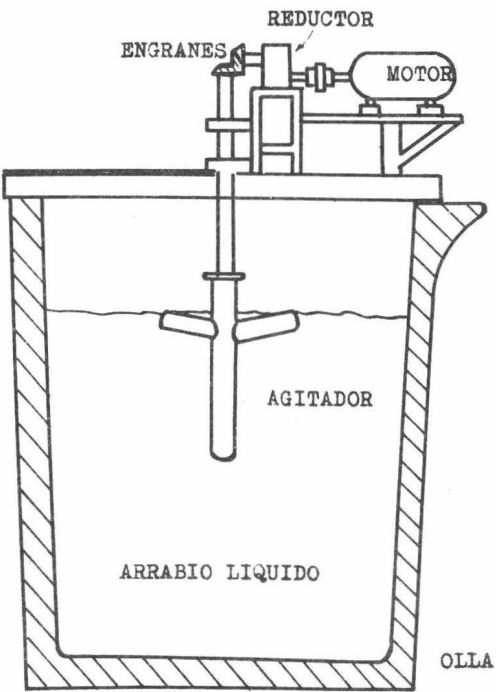
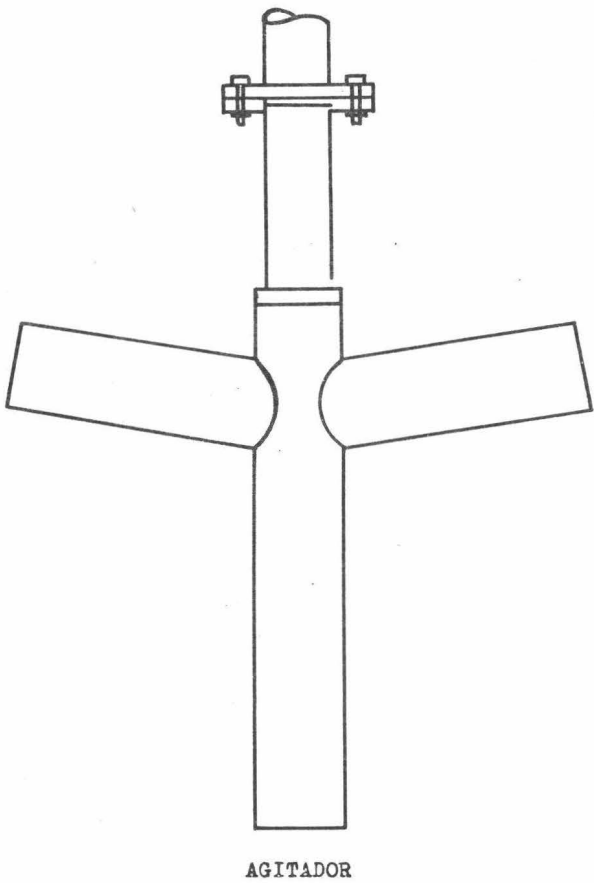
Debido a ésto, se pensó en otro sistema de desulfuración que consiste solo en agitar la interfase arrabio escoria, por medio de una cruz de concreto refractario. Este dispositivo se soporta de una tapa con material refractario, que tiene un mecanismo de giro, accionado con un motor électrico.

Todo el conjunto, llamado desulfurador se coloca sobre la olla de arrabio y se mantiene girando durante durante 10 ó 15 min. a 102 rpm.

Una vez terminado el proceso de desulfurar, el desulfurador — pasa a una taza vacía donde se calienta con quemadores a fin de evitar—



EQUIPO	DESULFURADOR	REF.
DESCRIP.	MARCA	
	CANT.	



DIB.	FLORES	MATERIAL	CROQUIS
REV.		ESCALA	No.
APROB.		FECHA	

al máximo los choques térmicos de la paleta.

El arrabio desulfurado se sube hasta el nivel del piso de carga y se escorifica con unos rastrillos de madera, se supone que debe quitarse toda la escoria, pero siempre queda algo que entra después al convertidor. Cuando ya se quitó la escoria, se procede a tomar la temperatura del arrabio con un pirómetro de inmersión, dicha temperatura es del arrabio al convertidor.

Los pirómetros de inmersión son unas lanzas de cartón que tienen en la punta un termopar de platino-platino rodio (13%) con dos conexiones dentro de la lanza. Estas lanzas se montan en una extensión metálica que cierra el circuito entre el termopar y el registrador de temperatura.

Las ollas están recubiertas con tabique refractario de tipo básico o sea un tabique de muy alta alúmina.

§.3.1.- A).- PISO DE OPERACION.

Esta zona es una plataforma situada en la nave de carga al nivel de la cabina de control, esta zona se utiliza para escorificar el arrabio y hacer todas las adiciones necesarias a la olla de acero para darle el grado deseado.

Las adiciones que llegan al taller BOF son transportadas en camiones hasta tolvas subterráneas, estas tolvas son construcciones de concreto cuyas bocas de carga están a nivel de piso.

El total de tolvas subterráneas es de 8, en 3 de ellas hay cal A (60% CaO y 40% MgO), en otras 3 hay cal B (97% CaO), y en las 2 restantes hay mineral y fluorita, cada tolva tiene dos salidas y las

16 salidas estan alineadas sobre una banda colectoras; las salidas y la banda colectoras se pueden accionar desde un control remoto, las tolvas subterráneas tienen una capacidad de 157 mt^3 cada una.

De la banda colectoras pasan los materiales a través de otras dos bandas, hasta los niveles superiores de la nave de convertidores, - donde llegan hasta unas tolvas que se llaman de consumo diario y donde se descarga el material.

Las tolvas de consumo diario estan dispuestas en dos bloques de 6 tolvas c/u. En cada bloque hay 3 tolvas de 57 mt^3 y 3 de 15 mt^3 , las grandes están cargadas con mineral, cal A, cal B; y las chicas están cargadas con fluorita y polvos.

Cada bloque de tolvas puede alimentar a dos convertidores, el bloque 1 alimenta al convertidor 1 y 3; en resumen que el convertidor - # 2 puede ser alimentado de fundente por cualquiera de los dos sistemas.

En un nivel inferior y bajo de éstas tolvas existen otras que pueden pesar su contenido, y estas accionadas desde la cabina de control

Cada una de las tolvas de consumo diario descargan en una tolva pesadora por medio de un dosificador, las 3 tolvas de 15 mt^3 lo hacen a una sola tolva pesada.

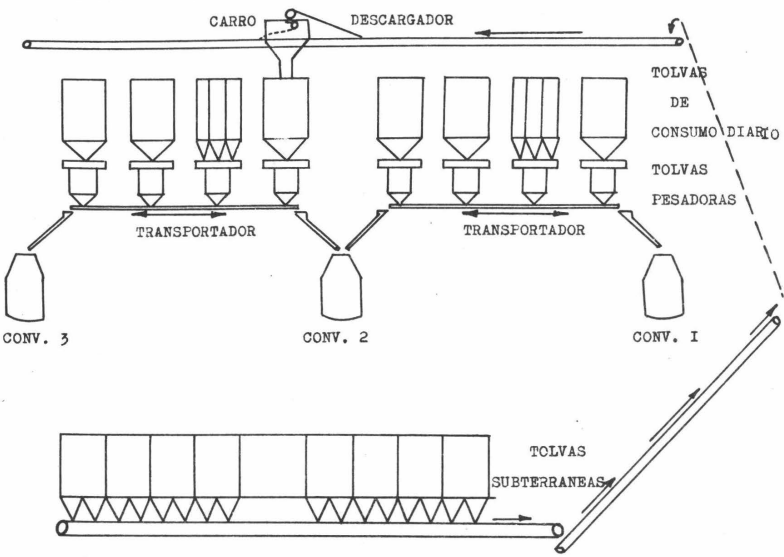
Por cada bloque de tolvas de consumo diario, hay 1 bloque de tolvas pesadoras (4 p/c bloque), que pueden distribuir su carga al convertidor que se desea según se vió las tolvas pesadoras descargan en una banda reversible que lleva los materiales hasta la deslizadora de fundentes, de donde ya caen al convertidor.

(dibujo).



EQUIPO *Dispositivos de Transportación*
DESCRIP.
MARCA
CANT.

REF.



DIB. F. Urdab	MATERIAL	CHOCQUIS
REV.	ESCALA	No.
APROB.	FECHA	

El sistema de pasaje de las tolvas es igual al sistema de pasaje utilizado para pesar el arrabio.

Este sistema consiste en una plataforma sostenida por piezas cilíndricas de cobre con una resistencia eléctrica conocida, al aumentar el peso, el área de los cilindros de cobre aumenta diferencial y proporcionalmente, originando con esto pequeñas variaciones en sus resistencias eléctricas específicas.

A cada uno de estos cilindros se le aplica una corriente eléctrica fija y determinada, y depende de la resistencia que oponga el cobre, llega dicha corriente con mayor ó menor intensidad hasta un registro donde la señal es integrada y transmitida a un contador y a la carátula de una báscula.

3.3.2.- B).- LANZA DE OXIGENO.

A través de ella se inyecta el comburente en el arrabio, también debe ser enfriada con circulación de agua a presión, debido a que casi está en contacto con el metal, y situado en una zona de reacciones fortísimas.

Cuando se inició el uso del Oxígeno Industrial para la transformación del arrabio en acero, uno de los mayores sistemas fue el sistema para inyectar dicho oxígeno en el metal, al principio se usaron lanzas consumibles que eran tubos de acero conectados a la toma de oxígeno. Aunque el gran flujo de este gas refrigeraba un poco la lanza, se acostumbraba formar una capa de escoria alrededor de ella para prolongar su vida.

Sin embargo al aumentar las producciones se vio la necesidad de fabricar una lanza duradera con sistema mecánico de elevación.

De ésta necesidad surgió con algunas variantes la lanza de oxígeno que ahora se usa en AHMSA., y se proporciona los siguientes requerimientos:

- 1.- Permite un buen flujo de oxígeno
- 2.- Se puede refrigerar por circulación de agua
- 3.- Se tienen puntos ó toberas intercambiables.

La función de la lanza es enviar un chorro de oxígeno a la distancia y presión necesaria, sobre el nivel del baño que asegura la mezcla íntima del oxígeno y el metal, dando como resultado el refino por oxidación de las impurezas, que trae el arrabio.

En la construcción de una lanza de oxígeno del tipo que se usa en AHMSA., se distingue del cuerpo de la lanza y las toberas. El cuerpo de la lanza esta construido por 3 tubos concéntricos de cobre, por donde circula, en el orificio central del oxígeno en el siguiente agua de arriba hacia abajo y en el exterior circula agua de abajo hacia-abajo.

En la parte superior de la lanza están las tomas de oxígeno y agua fría y la salida para el agua caliente.

Por lo que se refiere a las toberas es necesario construirlas aparte con su diseño, además de que, es obligado sustituirla periódicamente por una nueva.

En el diseño de las toberas existen muchas variantes pero las principales son el número de orificios y el rango del flujo de oxígeno. La forma de la tobera permite el cambio de la dirección del flujo de agua, desde el tubo de enmedio donde va bajando hasta el tubo superior donde sube ya caliente, la circulación que se establece asegura el enfriamiento no sólo del cuerpo de la lanza, sino también de la tobera a través

de los espacios libres que tiene para ése fin. Los tipos de lanzas que se usan actualmente en AHMSA., son de 2 tipos: la BERRY y la DEMAG, diferenciándose la BERRY por su mayor diámetro de los orificios, (lo que permite mayor flujo de oxígeno), y su menor costo.

La duración de la lanza depende de muchos factores: la que se trabaja actualmente en AHMSA., (Tipo DEMAG y Tobera BERRY), tiene casi 300 coladas y se encuentra en buen estado.

(Dibujo)

3.3.3.- C).- CONTROLES DE LA LANZA.

En el taller BOF de AHMSA., se tienen 4 lanzas montadas en 2 + carritos independientemente al iniciar una campaña (cuando sea necesario) se selecciona cual lanza se va a usar, teniendo una de reserva y lista para usarse.

El movimiento principal de una lanza es hacia arriba y hacia abajo, lo efectúa por medio de un polipasto, situada en el carrito, accionado por un motor eléctrico, cada lanza tiene unas guías, son necesarias dada la longitud de cada lanza.

Las conexiones para el agua y para el oxígeno van fijas en cada carrito y reciben el suministro por medio de mangueras de presión que no impiden el movimiento del carrito.

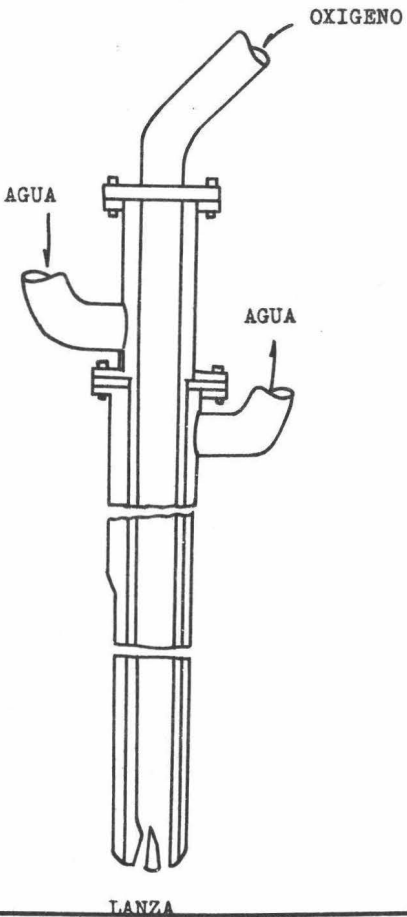
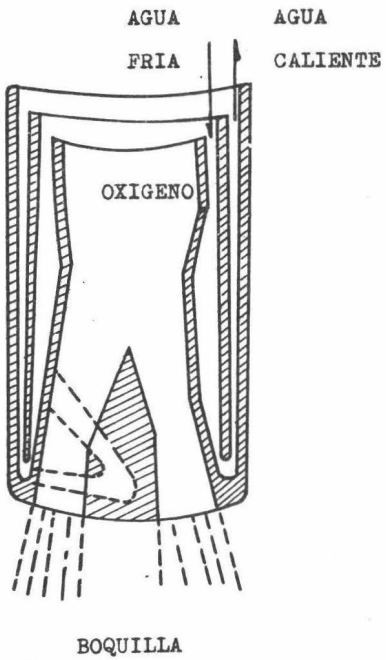
La selección de un determinado carro ó lanza se hace desde el panel del fundidor y basta con apretar un botón para que automáticamente la lanza quede en posición de operación.

Para operar el movimiento de la lanza se tiene un selector entre "BAJAR-FUERA-SUBIR", y cada carátula donde se indica la altura de la



EQUIPO	LANZA DE OXIGENO Y BOQUILLA
DESCRIP.	
MARCA	
CANT.	

REF.



DIB. FLORES
REV.
APROB.

MATERIAL
ESCALA
FECHA

CROQUIS
No.

lanza sobre el nivel del baño.

Diariamente se calibra la altura de la lanza y se hace comparando una lectura en la carátula con otra hecha físicamente en la lanza, es to se hace con el fin de evitar las variaciones de altura de la lanza.

Debido al peligro que representaría soplar oxígeno cuando hay alguna falla en los sistemas, se tiene integrado un circuito de elevación de la lanza al sonar alguna alarma que afecte el proceso.

Por ejemplo, si falla el enfriamiento de alguna parte de la chimenea se enciende el foco rojo respectivo y la lanza se eleva sólo automáticamente, mientras dure la falla, el operador no tiene control sobre la lanza.

Si la falla es de energía eléctrica, la lanza es subida por un motor neumático acoplado al polipasto, en el momento mismo de registrarse la alarma. El motor neumático siempre tiene un tanque de reserva de vapor listo para usarse.

Aparte de este sistema de seguridad que impide que la lanza baje, se tiene otro sistema de seguridad para cuando se presentan fallas de: falta de agua, falta de oxígeno, baja de presión de oxígeno y falta de energía eléctrica.

En AHMSA., se tiene conectado el sistema de alarmas en serie con el sistema de seguridad.

3.3.4.- D).- INSTALACIONES DE LAS FERROALEACIONES.

Las Ferroaleaciones que se utilizan en el taller de aceración-BOF se suministran por medio de camiones que descargan en unas cajas, las cuales son llevadas por el montacargas hasta el nivel arriba del pi-

so de operación. Ahí las Ferroaleaciones son descargadas en unas tolvas con extractor vibratorio.

Las tolvas para las ferroaleaciones son 4, y descansan a 2 básculas comunes, las carretillas de transporte se colocan en la plataforma de las básculas y se tara a cero, para enseguida poner la cantidad de material deseado.

3.4.1.- A).- NAVE DE COLADA.

Como su nombre lo indica, ésta nave está destinada a la colada de los lingotes de acero, también se le conoce como fosa y está situada enfrente de la nave de carga, aquí en esta nave se realiza todo lo relacionado con la reparación de ollas de acero y la fabricación de tapones para las mismas.

Para llenar los lingotes se cuentan con 3 estaciones de colada con 2 vías por donde circulan los carros lingoteros, además tiene una pequeña plataforma para el almacenaje de materiales para lingotear; como aluminio, polvos y placas exotérmicas, etc.

3.4.2.- B).- CARROS DE ACERO.

Son carritos eléctricos que se desplazan sobre una misma vía, están accionados por 4 motores eléctricos acoplados directamente a las ruedas. La energía eléctrica se suministra por cables aéreos desde 2 puestos de control.

En un carro se coloca la olla de acero y con ella atraviesa la nave de carga.

Al pasar a la nave de colada se le toma la temperatura final -

del acero.

Este carrito de acero sirve también para quitar el fondo del convertidor, para lo cual hay que acoplarle un pistón hidráulico que soporta el peso del fondo mientras se desatornilla.

Del carro de acero la olla es tomada por una de las grúas de la nave de colada.

3.5.1.- A).- PATIO DE ESCORIA.

Este patio se encuentra situado atrás de la planta y se utiliza para amontonar la escoria producida. Cuenta con una grúa que levanta la olla de escoria y la transporta hasta el lugar donde se descarga, de donde es conducida por medio de camiones hasta los lugares de escoria de AHMSA.

3.6.1.- A).- PATIO DE CHATARRA.

Este patio se encuentra alineado con la nave de carga, aquí llegan las góndolas cargadas con chatarra para descargarse en el patio por medio de una grúa magnética.

En este patio también se tiene una zona destinada para las cajas y una báscula para pesar las cajas con la chatarra.

3.7.1.- A).- CASA DE LODOS.

La casa de lodos es una construcción donde se encuentran todos los sistemas de separación de los polvos y el agua del lodo.

Se reciben 3 conductos provenientes de cada separador ELBOW y-

se descarga cada uno en un hidrociclón, donde el agua entra tangencialmente.

Los polvos por el cambio de dirección, se pegan a la pared y caen por un conducto a un colector que los pasa a un rastrillo. Este rastrillo va jalando el polvo hacia un extremo en tanto que el agua se va por un conducto hasta el decantador. El polvo se tira en un patio por una deslizadera colocada al final del rastrillo.

En los hidrociclones, el agua sube por fuerza centrífuga y se colecta en un tubo que se une con los otros dos para formar uno solo que descarga en el decantador.

El decantador es una pileta donde se reciben las aguas lodosas que, por asentamiento depositan el polvo en el fondo del tanque, de donde es llevado hacia el centro por unos rascadores que tiene el decantador. El centro del decantador tiene forma cónica y ahí se encuentra la succión de 2 bombas que llevan el lodo hasta unos filtros de vacío.

Los filtros son tambores cubiertos con una malla muy fina permeable, en el interior del tambor está una salida por donde se hace el vacío. Los tambores están sumergidos en una tina que contiene el lodo que por vacío se adhiere a la pared del tambor, y como este va girando, al otro lado el polvo es quitado por un rascador.

El polvo entra a una deslizadera que lo lleva al patio de polvos. De este patio, el polvo húmedo se lleva en camiones hasta un tiradero especial.

PARTE IV

4.1.1.- OPERACION.

En esta etapa se ha querido hacer mención de la operación de una colada, siguiendo el movimiento normal del proceso.

La fabricación de un tipo de acero en convertidor BOF requiere de mucha rapidez en los cálculos y adiciones de los materiales, dado que el proceso mismo es muy rápido.

Antes de iniciar el ciclo, los fundidores deben tener hechos los cálculos sobre cuánto habrá que agregar de chatarra, cal, arrabio, etc., para lograr un buen acero al menor costo.

Sabemos por ejemplo que una cierta cantidad de carbón al quemarse producirá un determinado calor, y lo mismo va a pasar con el silicio, fósforo, manganeso, etc., conociendo el calor promedio que necesita la chatarra para fundirse podremos calcular cuantas toneladas de metal sólido podremos fundir con el calor que se va a generar, dejando el necesario para incrementar la temperatura.

A los fundidores de AHMSA., se les proporciona una hoja de cálculos que deben anexar al reporte, que les facilita las operaciones. En esa hoja se ve cuanto se va a quemar de cada elemento y se busca en las tablas cuantos kilos de chatarra corresponden por tonelada de arrabio por ese porcentaje de dicho elemento; por cada una de las impurezas se hace lo mismo, obteniéndose el total de chatarra por tonelada de arrabio. A ese total hay que restar el valor equivalente por diferencia de temperatura y ya se tiene la chatarra que se va a agregar al con

B.O.F. 27003

HOJA DE CALCULO

TURNO	DIA	MES	AÑO
A	8	4	74

COLADA 42 00 626

ACERO	DESEADO	
	OBTENIDO	

GRADO RBC VIVO

CARGA METALICA	PESO	
	RENDIMIENTO	

TEMPERATURA CONVERTIDOR	DESEADA	
	OBTENIDA	

ANALISIS ARRABIO %	ANALISIS RESIDUAL DESEADO %	ANALISIS RESIDUAL OBTENIDO %	Δ ARRABIO %	CHATARRA FACTOR CALCULO.	$\frac{\text{Kg. CHATARRA}}{\text{TON. ARRABIO}}$	OXIGENO FACTOR CALCULO	$\frac{\text{MnO}_2}{\text{TON. ARRAB.}}$	CAL FACTOR CALCULO	$\frac{\text{Kg. CAL}}{\text{TON. ARRAB}}$
C 4.00	.10		3.90	()x Δ %C	254	()x %C	40		
Mn .12	.02		.10	()x Δ %Mn	4	()x %Mn	.2		
Si .80			.80	()x Δ %Si	137	()x %Si	6.4	(A)x Δ %Si	3120
P .50	.02		.48	()x Δ %P	130	()x %P	4.3	(B)x Δ %P	3550
S .050				\leq	525	\leq	50.9	\leq	
TEMPERATURA ACERO CONVERTIDOR			620	() Δ T	197	+ 02 (Ca O)		x Ton. Arrab.	
TEMPERATURA ARRABIO			280	\leq	328	\leq	3600	- 0.6 FLUOR.	
Δ TEMPERATURA			340			x TON. ARRAB.	667	\leq	
					233	- 0 MIN.	4267	Caliza -0.5 Dolomita	
						\leq		\leq	

44 50

		TONELAJE	
		CALCULADO	REAL
OXIGENO METROS CUBICOS		4267	
CARGA METALICA = $\frac{\text{PESO ACERO}}{\text{REND. METALICO}}$			
ARRABIO (TEORICO) = $\frac{\text{ACERO DESEADO}}{(1 + \text{Kg. CHATARRA/TON. ARRABIO}) (\text{REND. MET.})}$			71,280
CHATARRA = (Kg. CHATARRA/TON. ARRABIO) x TONS. ARRABIO		23.3	21,270
ARRABIO (REAL) = CARGA METALICA - CHATARRA			
MINERAL = $\frac{\text{CHATARRA CALCULADA} - \text{CHATARRA REAL}}{4}$			
CAL = (KG. CAL/TON. ARRABIO) x TON. ARRABIO			
FLUORITA = % () x KG. CAL			
CALIZA = % () x TON. ARRABIO			
DOLOMITA = [() % Δ Si + () % Δ P] x TONS. ARRABIO			
FUNDIDOR	ZAMORA	EMPLEADO EN CAPACITACION	

B.O.F. 27002

HOJA DE COLADA

CARGA		PRIMER SOPLADO																				ADICIONES	RESPLAZO	ADICIONES	KG FOND	TURNOS	CM	DES	ASEO																							
MATERIAL	PESO KGS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	7000	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5					
ARRABIO	712.00																																															COLADA No.	11221000000	J.T.		MTA
VALETA	911.00																																										CONVERTIDOR No.	210000	FUND.	210000						
TRC	1216.00																																										No. COL. REVEST	112210	E. C. F.	210000						
ZEPAP	4127.00																																										No. COL. ARG. VAC.	112210	J. T. P.	ALEXANDRO						
MINERAL ()	200.00																																										LANZA No.	203882	E. C. F.	ALEXANDRO						
CAJA (S)	700.00																																										TIPO LANZA	BEPY	OLLA ACERO No.							
FLUORITA	300.00																																										No. COL. LANZA	203882	INVESTIMIENTO							
COQUE	300.00																																										GRADO PROGRAMADO	203882	POSTA TAZA							
OTROS	300.00																																										GRADO APLICADO	203882	DIAMETRO TAZA							
OTROS	300.00																																										CONCEPTO		TEMPERATURA							
OTROS	300.00																																										No. DE COLADAS		CONCEPTO							
OTROS	300.00																																										LINGOTES BUENOS		DIMENSIONES PEQ. KGS. HEND.							
OTROS	300.00																																										LINGOTES MALOS									
OTROS	300.00																																										COLILLAS									
OTROS	300.00																																										COSTRAS OLLAS									
OTROS	300.00																																										ACERO OBTENIDO									
OTROS	300.00																																										ESCORIA									
OTROS	300.00																																										CARGA NET. TOTAL									
OTROS	300.00																																										TONN. COL. A COL.									
OTROS	300.00																																										TONN. POR COL.									

OBSERVACIONES
 2 en el A al fondo
 (2) 1630' h
 se abrieron P.B.O. vivo en 20 x 24 x 28
 por un nivel programado.

vertidor; de igual manera se procede para el cálculo del O_2 y de la cal necesaria.

Todos estos cálculos se hacen durante la primera parte del soplado, teniendo como base el arrabio que cargaron, su análisis y su temperatura.

Para explicar toda la operación completa partimos de la base de un funcionamiento continuo y normal.

Al terminar la colada anterior, el convertidor está caliente y contiene algo de la escoria final con lo que se puede comenzar el refinado de la siguiente colada.

Al terminar de colar se carga el convertidor con una tonelada de cal y se bascula para distribuir toda la carga, después se inclina hasta la posición de carga de chatarra para cargar la primera caja basculándose enseguida, en este momento el arrabio que proviene del alto horno y que ya ha sido previamente desulfurado, checado la temperatura, así como realizado su análisis, es cargado al convertidor, el cual se coloca en posición de soplado, se baja la lanza y se sopla unos minutos. La pequeña cantidad de escoria que se compone al principio de silicatos de hierro y manganeso, va aumentando su volumen con la adición de la cal calculada y la mayor escorificación de las impurezas del hierro, cuando ya hay suficiente escoria, ésta se extiende sobre la zona de pulverización del hierro, y cuando alcanza un espesor suficientemente grande y una buena fluidez, las gotitas de hierro contenidas en la escoria reaccionan formando monóxido de carbono, lo que origina que la escoria se haga espumosa. La presión del soplado es de 10-12 Kg/cm².

Dado que la escoria se necesita lo más flúida posible, al co-

mienzo del soplado la lanza no se acerca demasiado al metal produciendo se óxido ferroso, y se agrega fluorita, compuesto que le da mucha fluidez a la escoria. Ya que se tiene escoria fluida, la lanza se acerca un poco para que el oxígeno pegue directamente en el metal y que salpique en la escoria, oxidándose a través de ella las impurezas del arrabio.

Después de los primeros minutos de soplado, se sube la lanza y se carga el resto de la chatarra calculada, procediéndose a soplar según el oxígeno que se calculó.

Cuando se estima que el análisis se está aproximando a las especificaciones requeridas, el convertidor se gira a la posición para tomar análisis, temperatura y escorificación. De acuerdo a los análisis se calcula un tiempo suplementario de soplado ó se añade más material refrigerante y cal si se juzga necesario.

Antes de colar se toman las muestras para los análisis finales y la temperatura de colada, teniendo ya todo listo para el vaciado.

El domo de la lanza y la deslizadera, tienen en su interior un sello de N_2 para evitar el paso de las flamas, aunque las condiciones de operación siempre tienen variantes. La figura AHMSA, nos da una gráfica de como se eliminan las impurezas durante el tiempo de soplado.

4.2.1.- CARGA DEL CONVERTIDOR.

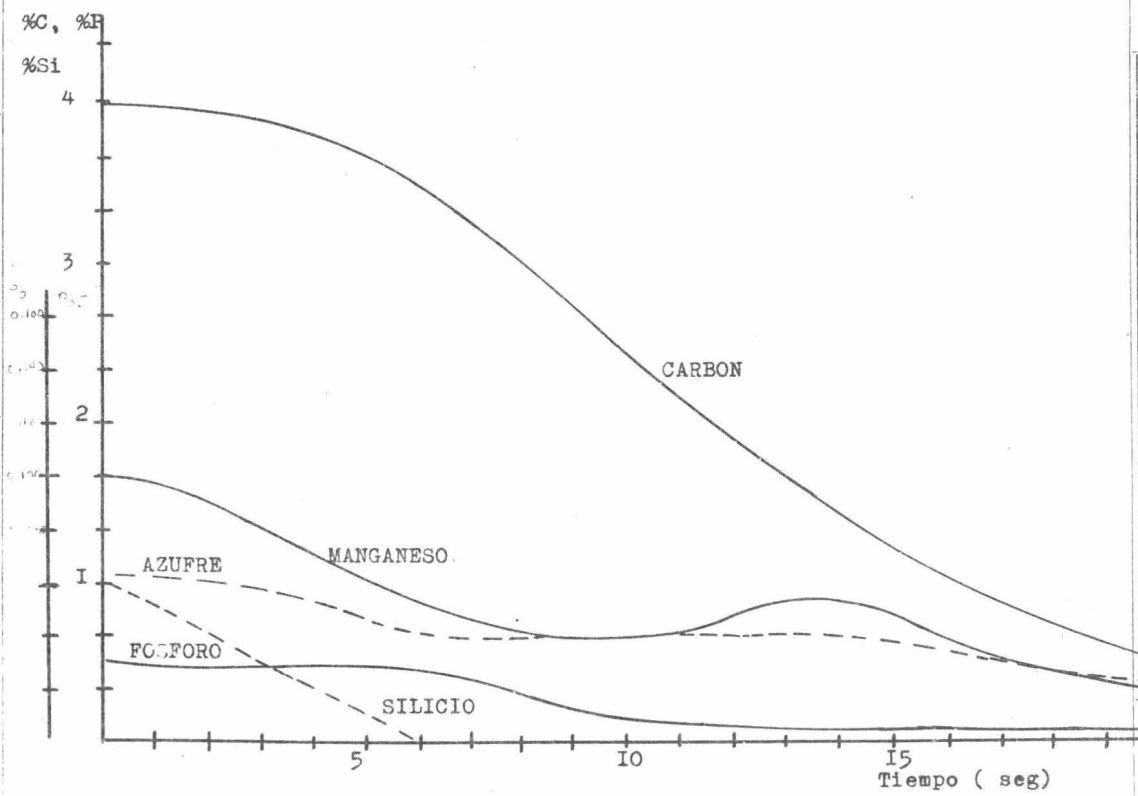
Cuando el fundidor considera que el acero está listo, procede a vaciarlo a la olla, en la que previamente se añadió el carbón-coke necesario para el grado de acero. Al estar colando, y dependiendo del grado de oxidación que se pretende, se añaden barras de aluminio que



Forma Lit. 1
 ALTOS HORNOS DE MEXICO, S. A. MONCLOVA, COAH., MEXICO

EQUIPO GRAFICA DE OXIDACION DE IMPUREZAS
 DESCRIP. MARCA CANT.

REF.



DIB. FLORES
 REV.
 APROB.

MATERIAL
 ESCALA
 FECHA

CROQUIS
 No.

sirven como desoxidante según la siguiente reacción:



Después se agregan las ferroaleaciones necesarias para dejar el acero listo. El orden en que se agregan las ferroaleaciones depende de la avidéz que cada una tenga por el oxígeno, lográndose así la mayor eficiencia posible. Para el cálculo de las ferroaleaciones, así como también para todo lo que se adiciona en la olla, se usa la siguiente fórmula:

$$Kg \text{ ad.} = \frac{\text{Carga metálica} \times P. F.}{\% \text{ Aleac.} \times Ef.}$$

Kg ad. = Kilogramos de adición

Carga metálica = peso del metal en la olla (en Ton.)

P.F. = Puntos faltantes (en centésimas de %)

% Aleac. = Contenido del aleante en la ferroaleación (en %)

Ef. = Eficiencia de depósito de la aleación.

RESOPLADO.- Hay ocasiones en que al término de un soplado, al recibir el análisis final, se presentan estos tres problemas:

- 1.- Alto contenido de azufre
- 2.- Alto contenido de fósforo
- 3.- Baja temperatura

Dichos problemas son frecuentes y se solucionan mediante un resoplado.

- 1.- Cuando el problema es alto azufre, se agrega cal al convertidor y se sopla oxígeno con la lanza muy baja a fin de agitar la carga y mezclar la cal, aumentando con esto la basicidad de la escoria.
- 2.- Para el alto fósforo, originado casi siempre por alta temperatura, se agrega mineral como refrigerante, y se toma otra muestra, de ser

necesario se sopla a cierta altura para aumentar el contenido de FeO y hacerla más flúida, facilitando así la captura del fósforo.

3.- Cuando la colada esta fría, se procede a soplar 1 ó 2 minutos extras quemando fierro y carbón para aumentar la temperatura; en estos ca - sos se corre el riesgo de oxidar mucho la carga y elevar el FeO de la escoria con los problemas consecuentes.

Puede presentarse un 4o. caso; alto carbón, aquí se procede a un nuevo resoplado; esta falla se presenta por un mal cálculo de la cha - tarra.

4.3.1.- ANALISIS.

El análisis de los aceros que se producen en AHMSA., se realiga en el laboratorio central, que se encarga de analizar todos los los - elementos del acero, pero como el proceso B.O.F., necesita de mucha rapidez, basta con saber el contenido de carbón para empezar a vaciar, (los - datos del azufre y fósforo los envía el laboratorio con el análisis prelimi - nari). Para analizar el carbón en el laboratorio, se cuenta con dos - analizadores "Leco", aparatos que dan una respuesta clara en solo dos minu - tutos. Este aparato trabaja a base de una señal cromatográfica que le - envía una columna de gas de bióxido de carbono la cual es integrada y pasa - da a un contador digital. Para operar el aparato se coloca una muestra - de aproximadamente 1 gr., en un crisol que se introduce en un hornito - de inducción por donde circula oxígeno puro que convierte el carbón a CO₂, todo lo demás el aparato lo realiza automáticamente, incluyendo la - corrección por peso que uno desea. La exactitud del aparato esta calcula - da para darnos hasta milésimas de por ciento.

4.4.1.- QUIMICA Y TERMODINAMICA DEL PROCESO COMPLETO.

Una de las características principales del proceso B.O.F., es-

que no necesita entradas externas de calor. El calor requerido para el proceso de afino, lo aportan las impurezas del arrabio al quemarse (oxidarse) con el oxígeno inyectado, ó sea que la energía térmica del proceso proviene de los calores de reacción de los elementos presentes, y está limitada por la cantidad de dichas impurezas.

Las reacciones que suceden son las siguientes:

<u>R E A C C I O N :</u>	<u>CALOR DE REACCION:</u>
	Kcal/Kg-mol
$C + 1/2 O_2 \text{ --- } CO$	26,416
$C + O_2 \text{ --- } CO_2$	94,052
$Si + O_2 \text{ --- } SiO_2$	202,620
$Mn + 1/2 O_2 \text{ --- } MnO$	92,040
$2P + 5/2 O_2 \text{ --- } P_2O_5$	360,000
$Fe + 1/2 O_2 \text{ --- } FeO$	64,620
$2Fe + 3/2 O_2 \text{ --- } Fe_2O_3$	198,500
$3CaO + SiO_2 \text{ --- } Ca_2SiO_3CaO$	26,980
$4CaO + P_2O_5 \text{ --- } Ca_4P_2O_9$	172,360

Para dar una idea de la cantidad de calor que proporciona el arrabio, se calculará el calor de reacción de un arrabio:

COMPOSICION (%)	ANAL. RESIDUAL (%)	DIFERENCIA (%)	
C	4.2	0.09	4.11
Si	1.05	0.00	1.05
Mn	0.14	0.04	0.10
P	0.5	0.025	0.475
S	0.054	0.039	No se considera
Fe	94.05	99.78	5.643

Haciendo el balance en base a una tonelada de arrabio, las ---
cantidades a oxidar son:

C	= 41.1 Kg	= 3.078 moles	(como CO)
		0.342 moles	(como CO ₂)
Si	= 10.5 Kg	= 0.375 moles	
Mn	= 1.0 Kg	= 0.0182 moles	
P	= 4.75 Kg	= 0.154 moles	
Fe	= 56.43 Kg	= 0.678 moles	(como FeO)
		0.337 moles	(como Fe ₂ O ₃)

Calor cedido por estos elementos en Kcal/Kg-mol

C	-- CO	3.078	x	26,416	=	81,400
C	-- CO ₂	0.342	x	94,052	=	32,200
Si	-- SiO ₂	0.375	x	202,620	=	76,100
Mn	-- MnO	0.0182	x	92,040	=	1,693
P	-- P ₂ O ₅	0.154	x	360,000	=	55,400
Fe	-- FeO	0.678	x	64,620	=	43,900
Fe	-- Fe ₃ O ₃	0.337	x	198,500	=	67,000
TOTAL					=	<u>357,693</u>

O sea sin tomar en cuenta el calor de la formación de la escoria, cada tonelada de arrabio produce 357,693 Kcal..

Balance Térmico (por tonelada de arrabio):

ENTRADA:

Calor de origen químico	394,313 (incluye H escoria)
Calor latente del arrabio	<u>294,600</u>
TOTAL	698,913 Kcal

SALIDAS:

Calor latente del acero	298,000
Calor latente de la escoria	107,300
Calor latente de los gases	46,890
Refrigeración por cal	89,500
Refrigeración por oxígeno	49,200
Pérdidas por radiación	<u>12,600</u>
TOTAL	<u>603,490</u> Kcal

DIFERENCIA ENTRADA-SALIDA:

ENTRADA	698,913
SALIDA	<u>603,490</u>
	<u>95,423</u> Kcal

Este calor se utiliza para fundir la chatarra:

1 Kg. de chatarra necesita 335.6 Kcal para fundirse,
por lo tanto se puede fundir:

$$\frac{95,423}{335.6} = 284 \text{ Kg. de Chatarra (22\% de la colada total)}$$

4.5.1.- COLADA DEL ACERO.

Una vez que se ha recibido el análisis final, y el acero se está elaborando, cumple con las especificaciones y temperatura requeridas, se produce a "la colada del acero", ésta operación consiste en balancear el convertidor, hasta que el acero empieza a salir por el orificio de colada para caer en "la olla de acero", la cual ha sido previamente preparada y puesta en el lugar indicado; una vez que el convertidor ha sido vaciado, se regresa a su posición original, en tanto que la olla de acero es trasladada hasta el lugar en donde se vuelve a tomar la temperatura, y, pasa finalmente a la zona donde es tomada por una grúa y conducida hasta la estación de colada, en donde ya está preparadas y en turno -


para ser llenadas: "las lingoteras"; esta operación se realiza abriendo un orificio en la parte inferior de la olla de acero, conforme se van llenando las lingoteras se realizan las operaciones de tapado y escorificado de los lingotes. Una vez que la olla de acero se ha vaciado, se pasa a una zona de tiradero, donde es volteada para quitarle toda la escoria y las costras de acero frío (si es que las hay).

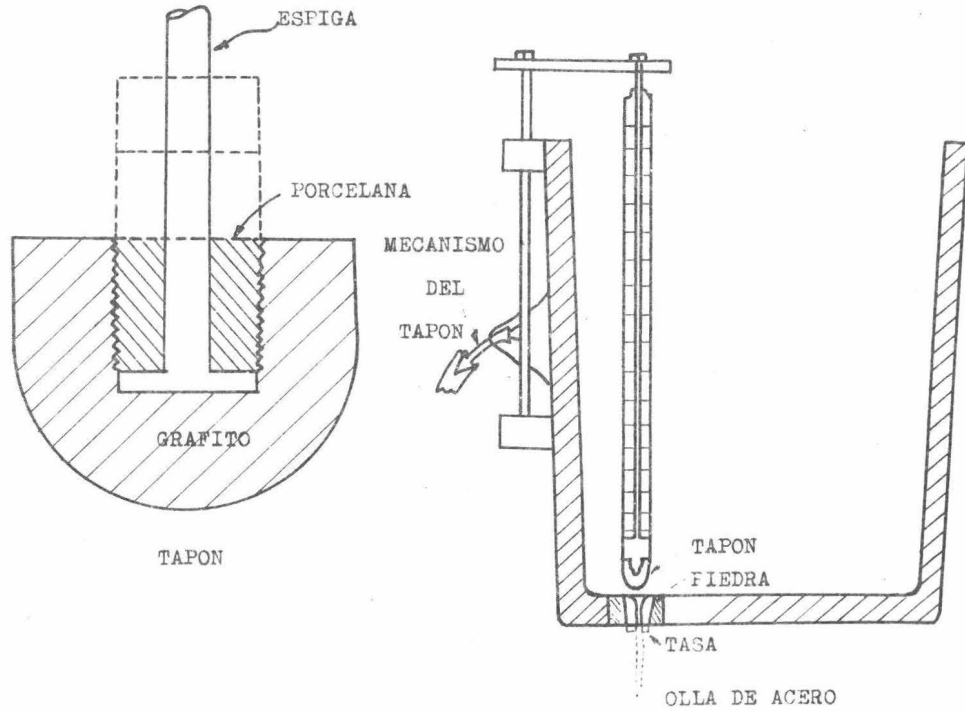
En el taller B.O.F., de AHMSA., se cuenta con 10 ollas para el recibo de acero, 9 de ellas tienen capacidad de 85 Tons., y la otra es para 75 Tons., Estas ollas están construidas de chapa de acero y revestidas interiormente por dos capas de ladrillo refractario, una de protección y otra de trabajo, el refractario usado es del tipo básico de alta-alúmina, ya que lo que se busca es que resista los fuertes coques térmicos. Como accesorios indispensables de estas ollas se tienen: la espiga y el sistema manual para elevarla, y, la taza. El tapón, la espiga y la taza, solo sirven para una colada, debido a lo cual hay que tener tres ollas en operación: una en uso, otra en cambio de tapón y una tercera en reserva; más detalles acerca de la olla se ven en el dibujo correspondiente.

4.6.1.- LINGOTERAS.

En AHMSA., las hay de dos tipos: la "BIG EN DOWN", (parte ancha hacia abajo); y la "BIG END UP", (parte ancha hacia arriba). Las coquillas se fabrican en AHMSA., y FUMOSA, Figura...

Las razones por las cuales se usan estos dos tipos de coquillas son diversas y difieren sobre todo en el modo de descoquilarse: las primeras se toman por las orejas y se levantan, dejando el lingote sobre el plato, en tanto que en las segundas el lingote se toma por una apertura especial de la lingotera y se saca, quedando la lingotera en el carro.

	EQUIPO	OILLA DE ACERO Y TAPON	MARCA	CANT.	REF.
	DESCRIP.				



DIB. FLORES
 REV.
 APROB.

MATERIAL
 ESCALA
 FECHA

CROQUIS
 No.

Qué tipo de lingotera se usa, depende de la calidad del acero, por ejemplo, los aceros CAMESA, los calmados y los de alto carbón se vacían en lingoteras "big end up", en tanto que los efervescentes y los de medio carbón se vacían en las "big end down".

La duración de las coquillas es, en promedio de 60 coladas para las "big end down" y 40 coladas para las "big end up", los platos duran unas 50 coladas.

Se tiene como práctica establecida pintar los lingotes y las bases con pintura a base de sílice, con el objeto de evitar tanto las salpicaduras como el pegado de los lingotes a la base.

4.7.1.- CUALIDADES Y POSICION DEL CHORRO.

Es muy importante mantener el chorro de acero en el centro de la coquilla, para evitar que salpique preferentemente una de las paredes produciendo problemas al laminar el lingote.

En cuanto a la calidad, se debe procurar que el chorro sea recto y uniforme; hay tres causas que perturban la salida del chorro:

- a).- Formación de changos
 - b).- Asentamiento defectuoso
 - c).- Mala posición del vástago.
- a).- Son gotas de metal ó de escoria que se solidifican a la salida de la taza, formando aglomerados que desvían el chorro, se eliminan golpeándolos con una barra, el defecto se conoce como floreado del chorro.
- b).- Hay ocasión en que el tapón no cierra herméticamente sobre la taza originando que algo de metal pase entre el tapón y la taza saliendo al exterior, este defecto se conoce como goteado.

c).- Cuando el tapón esta ligeramente inclinado sobre la taza, permite fugas continuas de metal que sale a chorros del tapón, este defecto se conoce como chorreado.

4.7.2.- VELOCIDAD DE LLENADO.

La velocidad con que se llena una coquilla, depende directamente del diámetro de la taza y del tipo de acero. En general para cualquier clase de acero, se requiere que al principio se le de poca abertura al tapón, con el objeto de que el poco metal caliente selle las juntas de la coquilla con el plato; así, al principio el llenado debe ser lento y después más rápido. En la actualidad en AHMSA., se están haciendo unas pruebas con tazas de 2 1/4", 2 1/2" y de 2 3/4".

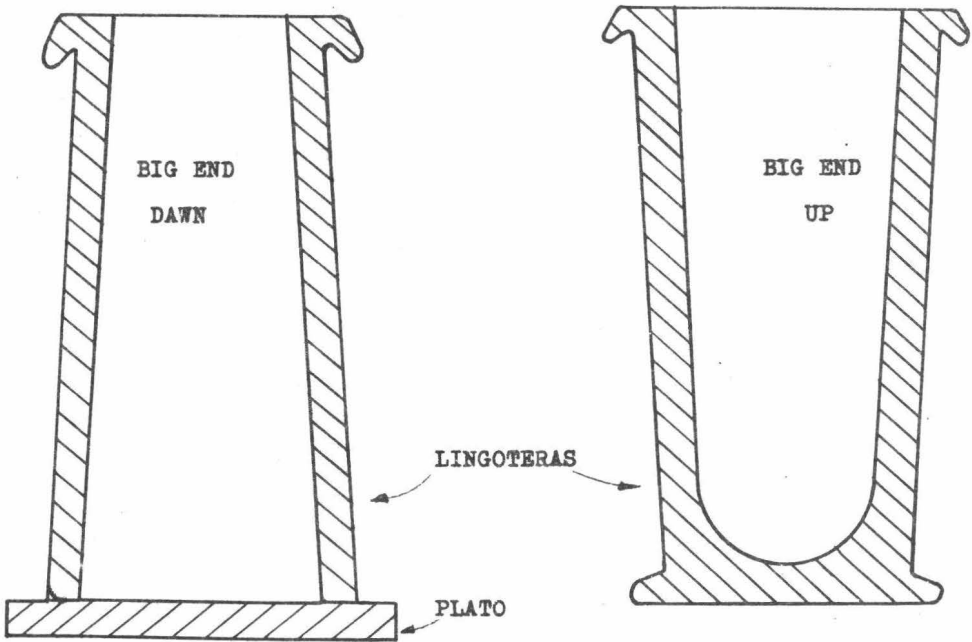
4.7.3.- DEFECTOS ORIGINADOS POR MAL VACIADO.

A).- SALPICADURAS.- es muy común, consiste en gotas metálicas que llegan a las paredes y se enfrían, provocando que cuando el metal caliente las cubra, ya no se fundan ni se pegan bien al lingote. Cuando se lamina un lingote con este defecto, presenta alargamientos de las salpicaduras obligando a escarfiar el planchón producido. Las salpicaduras se producen por mala posición del chorro y por floreado ó chorreado del mismo.

B).- DOBLE PIEL.- cuando se comienza a llenar un lingote muy rápido, el metal que choca con el plato (ó con el fondo en su caso), forma una "ola" que baña las paredes frías de la coquilla, solidificándose de inmediato una capa de acero sobre la que queda el cuerpo del lingote, también causa problemas en la laminación.



EQUIPO	DESCRIP.	MARCA	CANT.	REF.
LINGOTERAS				



DIB.	MATERIAL	CROQUIS
FLORES		No.
REV.	ESCALA	
APROB.	FECHA	

DEFECTOS CAUSADOS POR MAL ESTADO DE LA COQUILA

- a).- PIEL DE COCODRILO.- es una configuración superficial que toma el lingote debido al desgaste de la coquilla, ésta, al desgastarse forma figuras como en forma de red, que el metal produce al solidificarse. No causa problemas serios.
- b).- PEGADO Y GRIETAS.- cuando el desgaste de la coquilla es muy grande, - forma socavones en los que se introduce el metal, impidiendo que el lingote salga del molde fácilmente, ó sea que se pega.
- c).- BOLAS.- debido al desgaste de los platos, se forma en la base del lingote una bolsa que le resta estabilidad al mismo, lo que causa problemas cuando se introduce en las fosas de recalentamiento, pues se ladea y pega con los ladrillos refractarios, dañándolos. Este defecto se corrige con platos nuevos.

4.8.1.- TRABAJO DEL ACERO.

Debido al contenido de oxígeno en solución en el acero, se presenta en el seno del metal la siguiente reacción:



y debido a la presencia de este gas, el metal "burbujea", creando en las paredes una circulación de metal hacia el centro, a este fenómeno se le conoce como "trabajo del acero".

Cuando el trabajo del acero es muy violento, se tiene que ir controlando con algún desoxidante, como aluminio.

Cuando el trabajo del acero es satisfactorio, en algunos tipos de aceros como el efervescente ó el semicalmado, se procede a "tapar" el lingote para evitar rechpes ó sangrados y aumentar así la eficiencia del trabajo.

lingote a producto terminado. En aceros semicalmados se agrega aluminio a la superficie del lingote, que al fundirse enfría la capa superior solidificándose al momento; para aumentar el grosor de esta capa, se llena con agua el espacio sobre el lingote. En los aceros efervescentes, el tapado se hace química ó físicamente, con polvos especiales ó con láminas colocadas sobre la superficie del metal, las cuales hacen que ésta se congele; después del tapado también se agrega agua.

Cuando el trabajo es lento, se agrega fluoruro de sodio como catalizador.

4.9.1.- CLASIFICACION DE LOS ACEROS.

Por su trabajo, los aceros se clasifican en: CALMADOS, SEMICALMADOS Y EFERVESCENTES, dependiendo esto de su grado de oxidación.

- 1.- ACEROS CALMADOS.- estos aceros contienen poco oxígeno, ya que al estar vaciando a la olla, se le desoxidó totalmente con aluminio. Al estar solidificando tiende a formar rechupe, esto se evita colocando unas placas exotérmicas en la coquilla y polvo del mismo tipo sobre el lingote vaciado, esto mantiene el acero de la parte superior en estado líquido, haciendo como si fuera una manzanota. Las placas son de asbesto y cartón comprimido, y el polvo contiene alúmina, óxido de hierro, clorato y nitrato de sodio. Este tipo de acero solidifica rápidamente y toma una estructura definida.
- 2.- ACEROS SEMICALMADOS.- son aceros relativamente poco oxidados, donde se presenta la reacción de formación de monóxido de carbono en baja escala. Para conservar el contenido de oxígeno y aumentar el rendimiento, al terminar de vaciar el lingote se agrega de inmediato: aluminio en granalla, el cual al fundirse, hace que solidifique la super-

ficie del metal; se agrega agua para aumentar su espesor.

3.- ACEROS EFERVESCENTES.-- este tipo de aceros, presentan una fuerte y violenta oxidación del carbón contenido en el baño, provocando un volumen de gases que escapa agitando la superficie. Tienen la característica de formar una capa superficial de tamaño considerable, de hierro casi puro, en tanto que hacia su interior aumenta el contenido de carbón y de impurezas.

Cunado el lingote empieza a solidificar, se pone en la parte superior una lámina de acero 1/4", cuando esta lámina está al rojo, se agrega agua para enfriar y formar una capa gruesa de acero sólido que resista las fuertes presiones del CO que se sigue formando en el interior del lingote.

Algunas veces, el acumularse la presión del CO y si en algún punto la superficie del lingote no es muy fuerte, este cede, saliendo un chorro de acero como si fuera la erupción de un volcán, a este fenómeno se le conoce como "sangrado".

Existe una relación inversa entre el contenido de carbón de un acero y el grado de oxidación que este presenta, por eso, en general, -- para aceros efervescentes corresponden altos grados de oxidación y bajos contenidos de carbón, y al revés para los aceros calmados.

4.10.1.- TIEMPO DE REPOSO.

El tiempo de reposo es un factor que hay que tener muy en cuenta para lograr un buen lingote. Cada acero tiene su tiempo de reposo durante el cual solidifica; a los aceros calmados y semicalmados se les puede sacar, después de vaciado el último molde, a reposar en el patio -

destinado para esta operación, sin afectar su estructura, pero los aceros efervescentes no se deben mover, so pena de que se chorren, hasta terminar su reposo en la fosa.

4.11.1.-ALGUNOS ACEROS PRODUCIDOS EN EL TALLER B.O.F. DE AHMSA.

1.- EFERVESCENTES.-

Grados: 1004 y 1008 SAE

Lingoteras: 26 x 26, 30 x 44, 30 x 54

Tiempo de reposo: Una hora 15', a partir del último lingote, no se puede sacar de la fosa.

Observaciones: Controlar la efervescencia con aluminio.

2.- SEMICALMADOS.-

Grados: Gpo.1.- 1015, 1020

Gpo.2.- 1018-80, 1030, 1035

Lingoteras: 26 x 26, 30 x 30

Tiempo de reposo: Una hora 30', se puede sacar a reposar el tren, dentro de los primeros 10', después de vaciar el último lingote.

Observaciones: Tapar con granalla de aluminio y agua.

3.- CALMADOS.-

GRADOS: 1038, 1040, 1045, 1049

Lingoteras: 26 x 26, 25 x 25, 27 x 27

Tiempo de reposo: Desde 1 Hs. 45', hasta 3 Hs., se puede mover dentro de los primeros 10', después de haber vaciado la última coquilla.

Observaciones: Colocar placas exotérmicas y 18 Kg. de polvos exotérmicos.

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

Una vez concluido este trabajo, nos damos cuenta del gran avance y de lo importante que resulta la implantación de Acerías con con
vertidores BOF.

Vemos que se está tendiendo a llegar a una proporción de 75% de Plantas de Convertidores BOF, y un 25% de Plantas de Hornos Eléctri -
cos; con la consecuente desaparición de los Hornos SIEMENS-MARTIN.

En la actualidad el único país que ha logrado llegar a esta proporción es Japón.

Algunos de los factores que tienen algún efecto benéfico para lograr esta proporción son:

- A).- La necesidad de abastecer la incrementada demanda de acero.
- B).- Mejoramiento en las Técnicas del Alto Horno, del beneficio del ace -
ro y de la obtención del coque metalúrgico.
- C).- Optimización del mismo proceso BOF.

Con el incremento de los convertidores BOF, se tendrá que es -
tudiar e implantar algunos nuevos sistemas y técnicas, para poder aprove -
char y optimizar todo el proceso; algunos de estos sistemas y técnicas -
serían:

- 1o.- La capacidad limitada de fusión de chatarra del proceso BOF.
- 2o.- Crecimiento de las instalaciones de colada continua.

Finalmente para dar una idea del gran auge del proceso BOF,-
se enlistan las producciones obtenidas:

<u>A Ñ O</u>	<u>TONS. PRODUCIDAS</u>
1950	- o -
1955	10'000,000
1960	30'000,000
1965	90'000,000
1970	280'000,000

y se espera que para 1980 se produzcan 600'000,000

Lo que significa el 43% de la producción total mundial.

F I N
= = =
= = =
=

BIBLIOGRAFIA

- 1.- A. JACKSON, Fabricación del Aceros al oxígeno, 1a. Ed, Ed. Urmo, España, 1966.
- 2.- R. A. HIGGINS, Ingeniería Metalurgica Tomo I, 2a. Ed, Ed. Cecca, México, 1971.
- 3.- M. S. BURTON, Metalurgia aplicada, 2a. Ed, Ed. Aguilar, España, 1965.
- 4.- U. S. STEEL CORPORATION, The making suaping ano treating of steel, U.S.S., USA, 1971.
- 5.- E. J. LASHERAS, Tecnología del acero, 2a. Ed, Ed. Zaragoza, España, 1967.
- 6.- INGS. A. LASCANO Y MAGALLON, Arranque de una aceria en AHMSA,
- 7.- ING. J. C. CAUDILLO, Apuntes metalurgia extractiva IV, UNAM, FACULTAD QUIMICA, 1970.
- 8.- Información proporcionada por el Depto. de Ingeniería, de la Planta de Altos Hornos de México, Monclova, Coah., México, - 1970, 1972, 1974.
- 9.- Depto. de Ingeniería, de la Siderurgia Lázaro Cardenas, Las-Truchas, México, D.F., 1974.