



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
de la U. N. L.



ASOCIACION MEXICANA DE INGENIEROS MECANICOS Y ELECTRICISTAS, A. C.

SEMINARIO DE ING. MECANICA

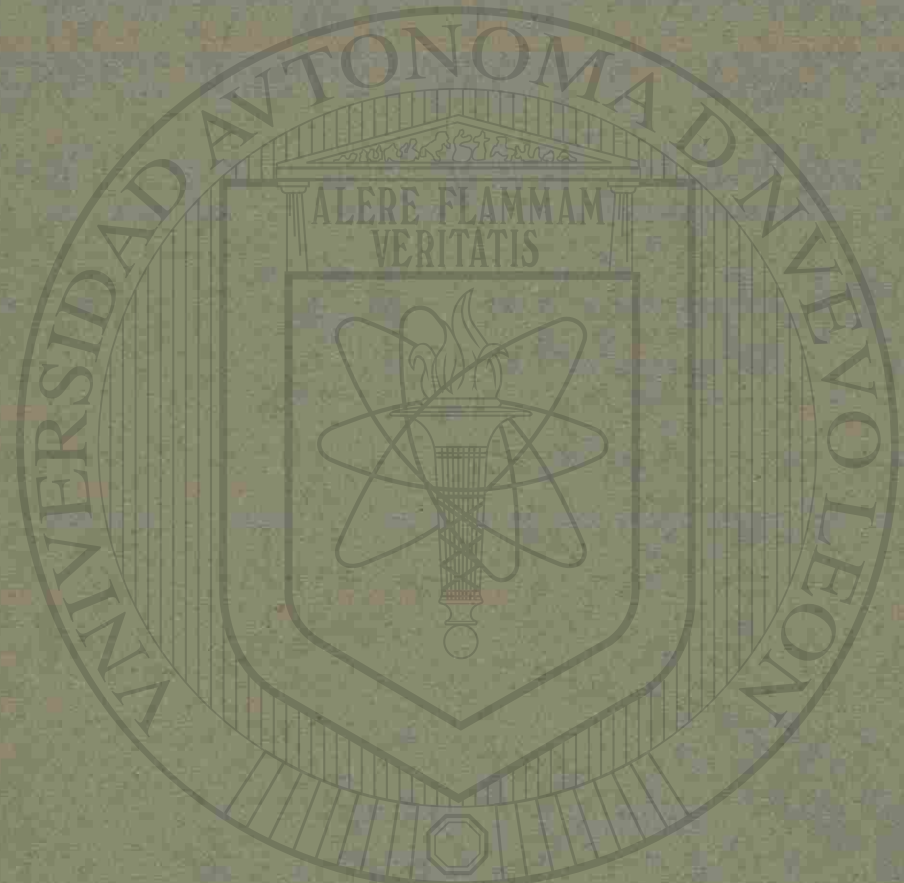
Ponencia:

EL VACIADO CONTINUO DEL ACERO

Monterrey, N. L.
Agosto de 1967.

Presentada por:
ING. JUAN M. CHAVIRA F.

512
MAGNIFICENT
ECLIPSE
KASCIA DO
COMMUNITA
DE LACERD
COMMUNITA



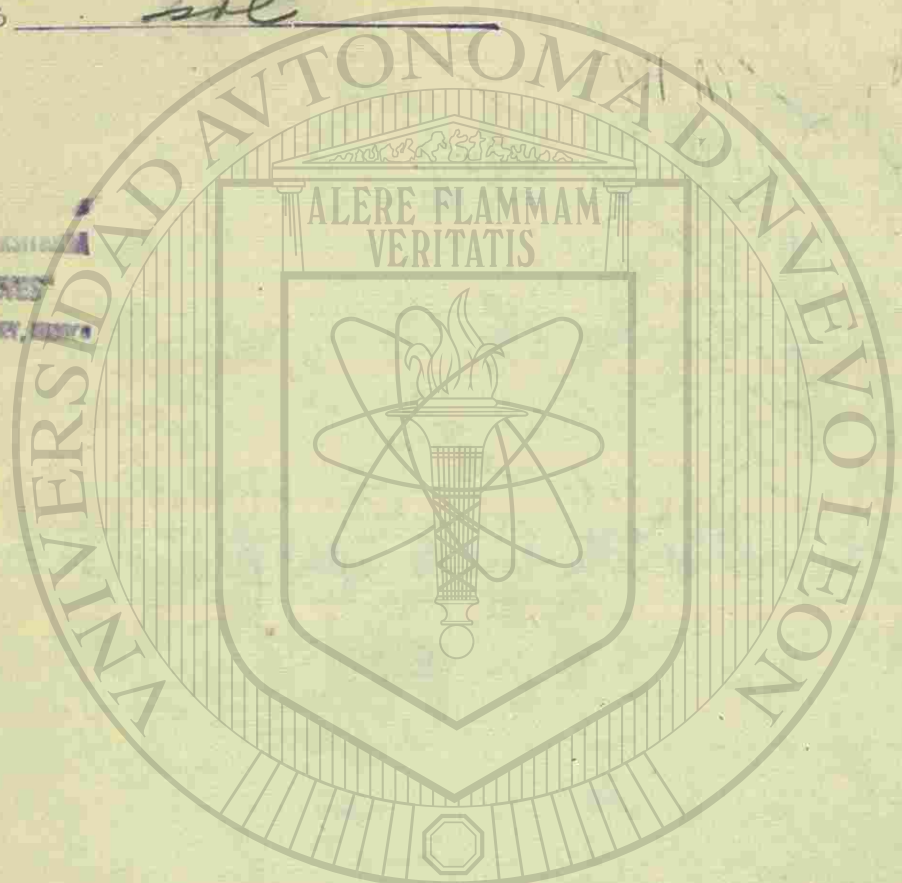
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Recibido
950 ejemplares
ago 24 1967
Francisco Rodríguez
21

JUANIL
SEMENARIO DE ING. MECANICA
EL VACIADO CONTINUO DEL ACERO

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
MEXICO
M. CHAVIRA E.
050348

Núm. Clas. 672.25
Núm. Autor Ch 512 v
Núm. Adg. 059348
Procedencia _____
Precio _____
Fecha Abril de 1968.
Clasificó bcg
Catalogó ste



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
de la U. N. L.



ASOCIACION MEXICANA DE INGENIEROS MECANICOS Y ELECTRICISTAS, A. C.

SEMENARIO DE ING. MECANICA

Ponencia:

EL VACIADO CONTINUO DEL ACERO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Monterrey, N. L.
Agosto de 1967.

Presentada por:
ING. JUAN M. CHAVIRA F.

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
"ALFONSO REYES"

059348



Capilla Alfonsina
Biblioteca Universitaria

FONDO UNIVERSITARIO

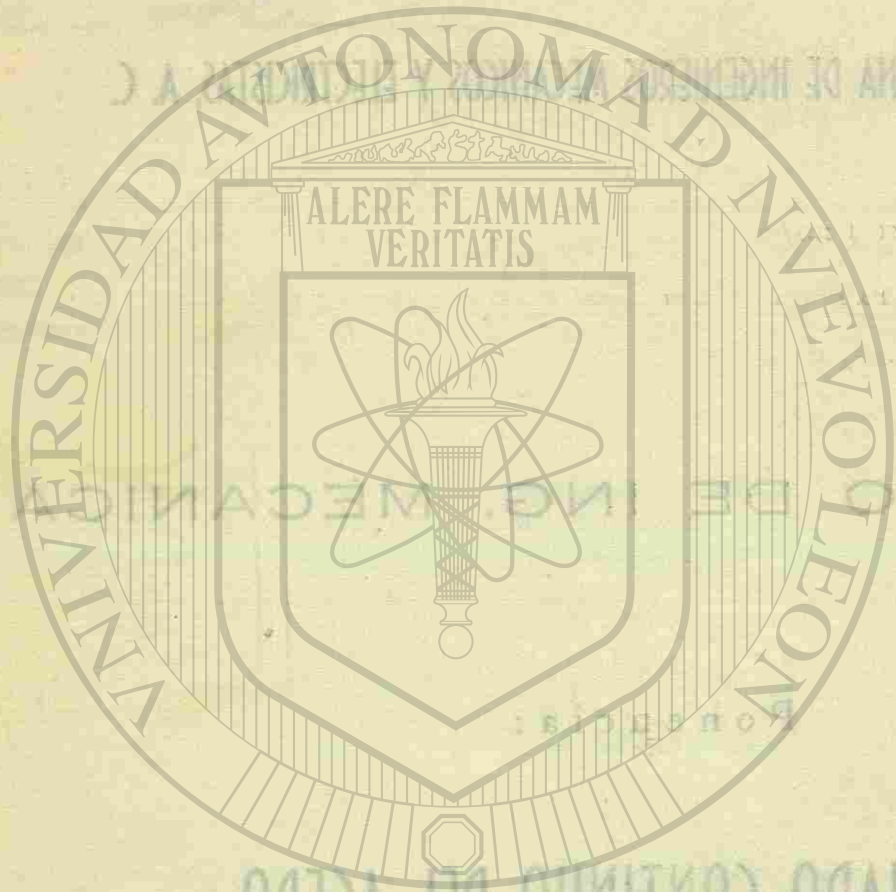
51373

TS 236

Ch3



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
de la U. N. L.



EL VACIADO CONTINUO DEL ACERO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Presentado por
ING. JUAN M. GARCÍA
Monterey, N. L.
Enero de 1967

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
ALFONSO REYES

El proceso de vaciado continuo del acero comienza en el horno de vaciado...
El proceso de vaciado continuo del acero comienza en el horno de vaciado...
El proceso de vaciado continuo del acero comienza en el horno de vaciado...

El proceso de vaciado continuo del acero comienza en el horno de vaciado...
El proceso de vaciado continuo del acero comienza en el horno de vaciado...
El proceso de vaciado continuo del acero comienza en el horno de vaciado...

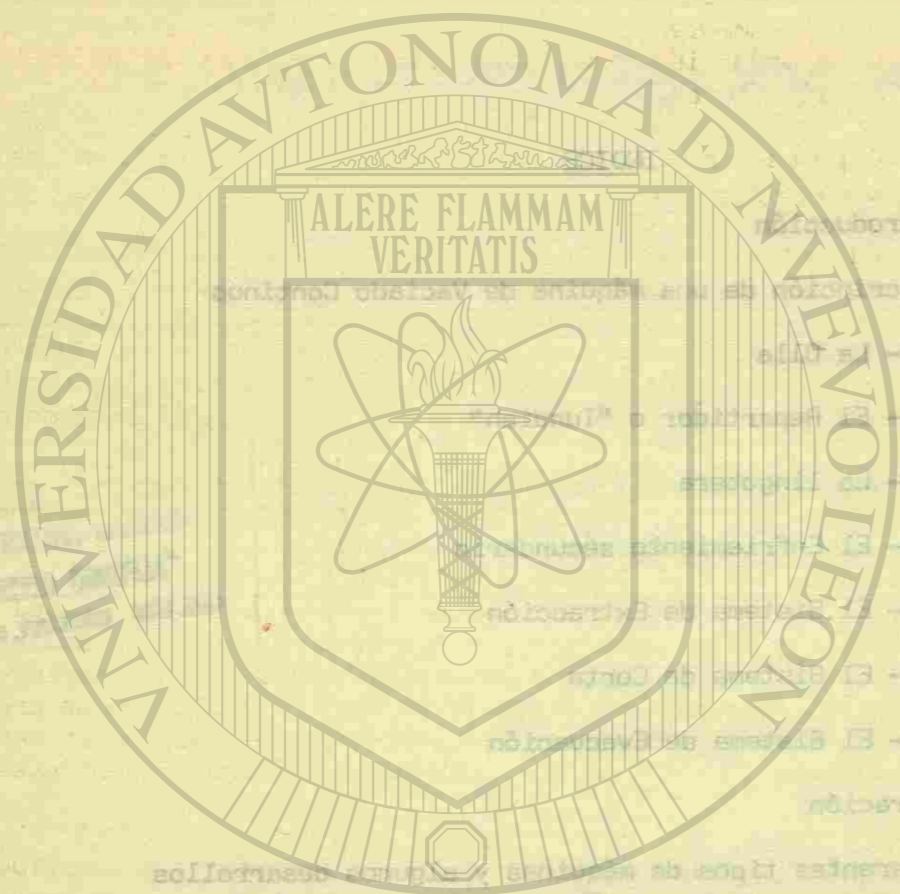
INDICE

- Introducción
- Descripción de una máquina de Vaciado Continuo
 - La Olla
 - El Repartidor o "Tundish"
 - La lingotera
 - El Enfriamiento secundario
 - El Sistema de Extracción
 - El Sistema de Corte
 - El Sistema de Evacuación
- Operación
- Diferentes tipos de máquinas y algunos desarrollos recientes.

- Bibliografía.

UNIVERSIDAD
"ALFONSO REYES"
CALLE 125 MONTEREY, NUEVO LEÓN





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA

DIRECCIÓN GENERAL

INTRODUCCION.-

Entre las muchas técnicas que han contribuido al sorprendente avance de la siderurgia en los últimos años, el proceso de Vaciado Continuo del acero constituye una de las realizaciones más importantes.

El proceso de Vaciado Continuo del acero consiste en principio, en verter en regular e ininterrumpidamente el metal líquido en un recipiente sin fondo enfriado abundantemente, llamado lingotera, a la base del cual se retira de manera continua un producto solidificado.

Para situar el proceso de Vaciado Continuo en el esquema general de la fabricación del acero, conviene compararlo con los procesos clásicos.

En la figura #1, se muestran ambos procesos. En la fabricación común, el acero líquido proveniente de un horno eléctrico, de uno básico al oxígeno, de uno de hogar abierto o de un convertidor Thomas, se vacía a una olla y ésta es llevada hacia un grupo de lingoteras que se van llenando sucesivamente. Una vez solidificado el acero se quitan las lingoteras y los lingotes se recalientan hasta que alcancen una temperatura uniforme para ser luego laminados a planchón o a billet".

En el caso del vaciado continuo, el acero proveniente de cualesquiera de los hornos antes mencionados, se vacía a una olla en donde se lleva a la máquina. En ésta, el acero se vacía de la olla a un recipiente intermedio, llamado repartidor o "tundish" y cuya función es actuar como regulador del nivel del acero y de éste, el acero fluye continuamente a través de boquillas calibradas a la lingotera de cobre, enfriada abundantemente, y cuya sección interior corresponde a la sección del producto que se desea obtener. Se obtiene un producto parcialmente solidificado, concluyéndose la solidificación del mismo, en la sección de rociado, llamada de enfriamiento secundario, situada a continuación de la lingotera.

En consecuencia, en una sola máquina, el metal líquido es convertido en un producto semi-terminado, con los consiguientes ahorros en tiempo y en metal.

La búsqueda de este proceso se inició hace más de 100 años y en 1865 Sir Henry Bessemer solicitó ya una patente para una máquina de Vaciado Continuo. Sin embargo, su máquina, que pretendía vaciar y laminar simultáneamente, no tuvo ninguna aplicación exitosa. Fue hasta 1930, que volvió a cobrar actualidad la investigación sobre esta técnica, independizando el vaciado de la laminación.

En estas nuevas investigaciones destacaron JUNGHANS en Alemania y WILLIAMS en los Estados Unidos. Los resultados de estos trabajos se aplicaron sobre todo a vaciar metales no ferrosos, alcanzándose en 1950 la cifra de 60% de la producción de estos metales vaciados en continuo.

En 1950, se construyen las primeras máquinas para vaciar acero; y de esa fecha a nuestros días, la técnica ha evolucionado muy consistentemente pudiendo decirse que actualmente el Vaciado Continuo es un proceso normal de fabricación.

Entre las varias técnicas que han contribuido al avance de la tecnología en los últimos años, el proceso de vaciado continuo merece una de las realizaciones más importantes.

El proceso de vaciado continuo del acero consiste en principio, en verter el metal líquido en un recipiente sin fondo, el cual se enfría y solidifica en la parte superior, formando una coquea que se mueve hacia abajo a medida que se vacía.

Para situar el proceso de vaciado continuo del acero, conviene tener presente la siguiente clasificación del acero, con respecto a su estado físico.

En la figura #1 se muestran tres tipos de vaciado continuo: el tipo de vaciado continuo en un recipiente sin fondo, el tipo de vaciado continuo en un recipiente con fondo, y el tipo de vaciado continuo en un recipiente con fondo y con un sistema de enfriamiento secundario.

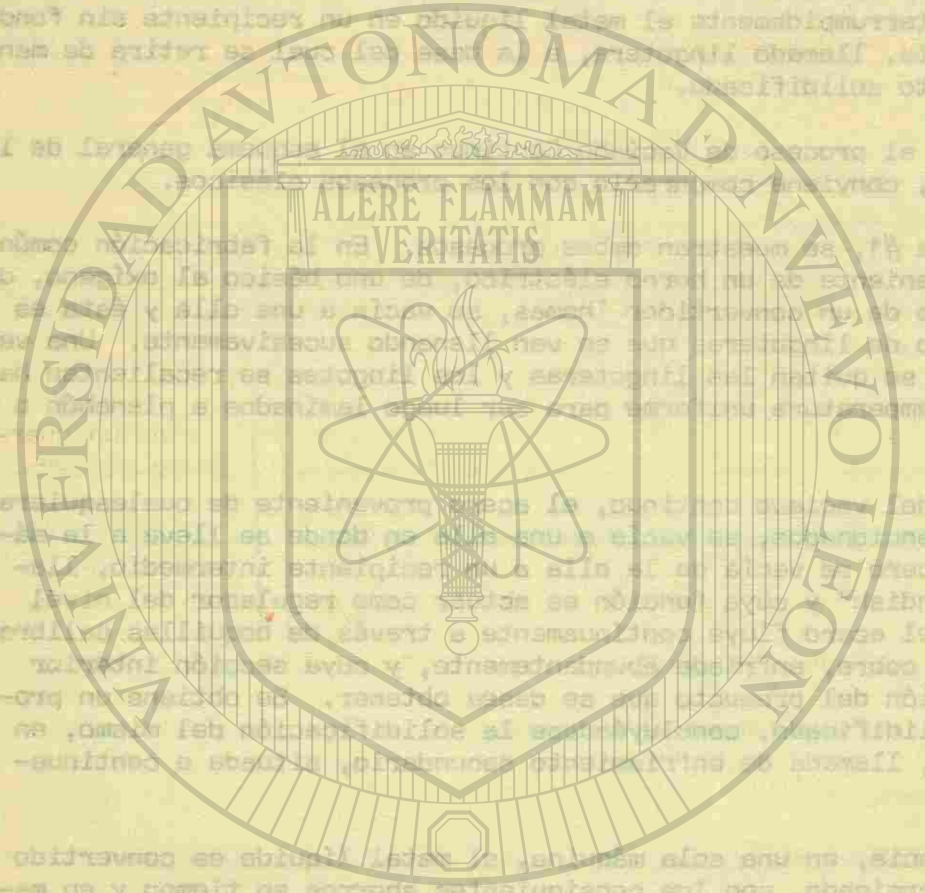
En el caso del tipo de vaciado continuo en un recipiente sin fondo, el metal líquido se vacía directamente en un recipiente sin fondo, el cual se enfría y solidifica en la parte superior, formando una coquea que se mueve hacia abajo a medida que se vacía.

En consecuencia, en un caso como el anterior, el metal líquido se convierte en un producto semi-solido, con las características propias de un metal y un metal líquido.

La historia de este proceso se inició hace más de 100 años y en 1856 Sir Henry Bessemer solicitó y obtuvo una patente para un método de vaciado continuo. Este método consistió en vaciar el metal líquido en un recipiente sin fondo, el cual se enfría y solidifica en la parte superior, formando una coquea que se mueve hacia abajo a medida que se vacía.

En estas nuevas investigaciones basadas en el método de vaciado continuo, se han obtenido resultados que permiten mejorar el proceso de vaciado continuo, aumentando la productividad y reduciendo los costos.

En 1930, se comenzaron las primeras máquinas para vaciar acero y de ese fecha a nuestros días, la técnica ha evolucionado muy considerablemente. Este método de vaciado continuo es un proceso normal de fabricación.



DESCRIPCION DE UNA MAQUINA DE VACIADO CONTINUO.-

Una máquina de Vaciado Continuo está constituida, a partir de la parte superior de la misma, de los siguientes elementos:

- La olla
- El repartidor o "tundish"
- La lingotera
- El sistema de enfriamiento secundario
- El sistema de extracción
- El sistema de corte
- El sistema de evacuación

Estos elementos, están dispuestos en una línea vertical, o en un cuarto de círculo, constituyendo lo que se denomina una línea o un hilo de vaciado.

A continuación se describirán brevemente cada uno de estos elementos.

LA OLLA.-

Las ollas de vaciado utilizadas en este proceso son de dos tipos:

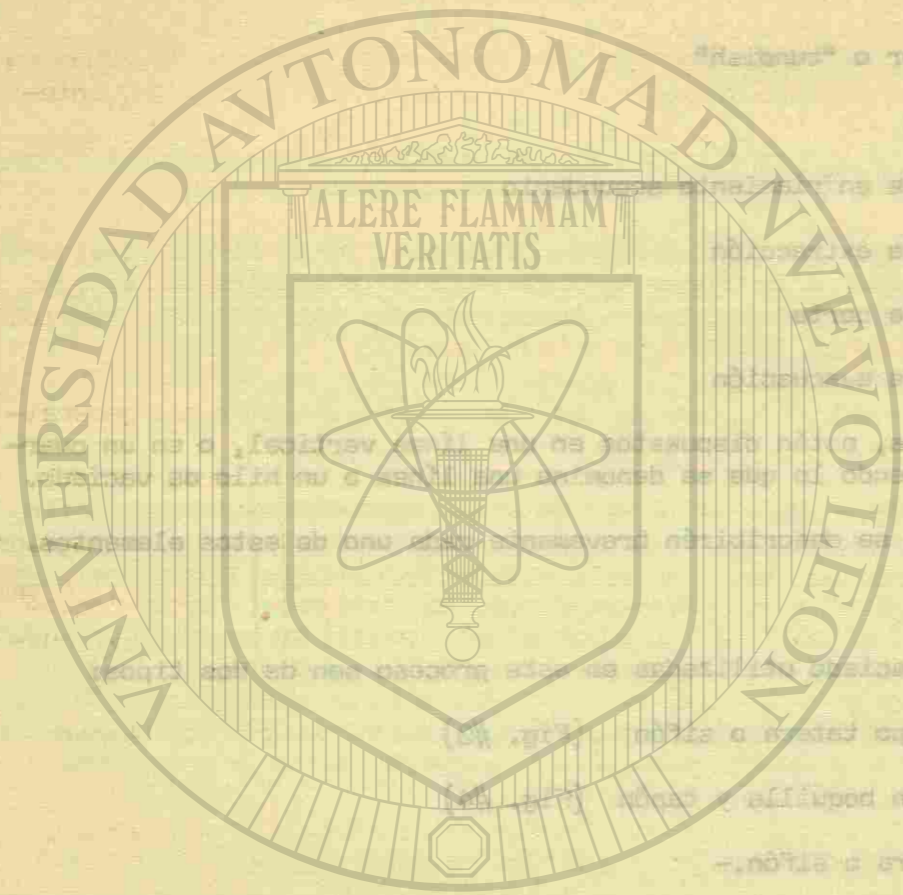
- a) Ollas tipo tetera o sifón (Fig. #3)
 - b) Ollas con boquilla y tapón (Fig. #4)
- A) Ollas tetera o sifón.-

Históricamente, estas fueron las ollas que se utilizaron en las primeras instalaciones de Vaciado Continuo. Se colocan en un sistema basculante que permite variar el flujo del acero variando la inclinación de la olla.

Como ventajas presentan las siguientes:

- Permiten efectuar un calentamiento durante el vaciado y consecuentemente mantener la temperatura del acero.
- Se tiene gran seguridad en la operación pues si hay algún incidente, es muy fácil detener el flujo de acero.
- Se vacía un acero más libre de mezcla con escoria.

Sin embargo tienen desventajas prácticas muy fuertes sobre todo en la construcción del sifón, y además no están muy bien adaptadas para vaciar altos tonelajes.



B) Ollas con boquilla y tapón.-

A medida que se ha aumentado la capacidad de las coladas, se ha preferido utilizar ollas con boquilla y tapón, siendo idénticas a las que se utilizan en el vaciado en lingoteras, tanto por lo que hace a sus dimensiones como a su construcción.

En cuanto a la barra, en lo único que difiere de las utilizadas en el vaciado clásico, es en que generalmente están enfriadas, interiormente, con aire.

EL REPARTIDOR O "TUNDISH".-

Es un recipiente intermedio entre la olla y la lingotera y cuyo objeto es permitir una regulación muy precisa del flujo de acero a las lingoteras, haciéndose aún más necesario a medida que se han aumentando las dimensiones de los productos vaciados y el número de líneas por máquinas.

La capacidad de los repartidores también ha aumentado, siendo generalmente de unas 10 toneladas.

Los repartidores están contruidos de un armazón rectangular de acero recubierto interiormente de material refractario sílico - aluminoso de un espesor que varía entre 60 y 120 mm. Están provistos de tantas boquillas como líneas tenga la máquina o como lo demanden las dimensiones del producto. Estas boquillas son hechas a base de zirconio y pueden tener tapón o no tenerlo. Hay, además, una cubierta para evitar pérdidas térmicas.

Antes de utilizarlos, los repartidores se precalientan a una temperatura de 900° a 1000°C durante 2 o 3 horas.

Después de cada vaciada, los repartidores son limpiados, reparados y se les colocan boquillas nuevas.

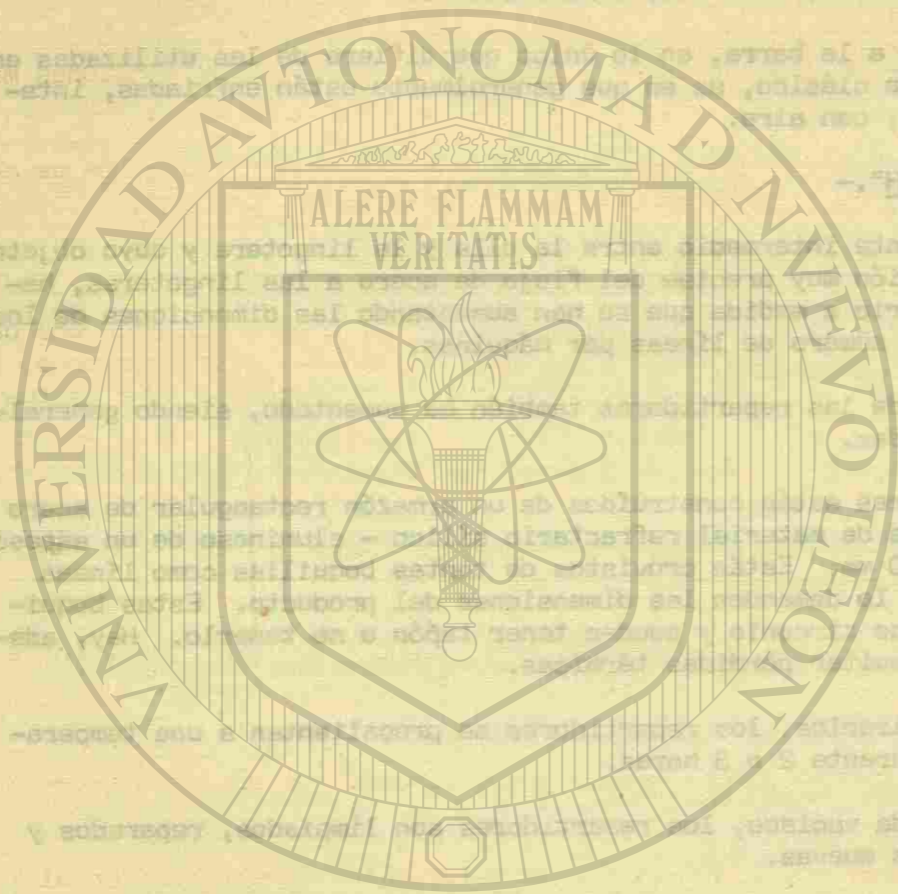
LA LINGOTERA.-

Estan hechas con cobre electrolítico o aleado con Berilio o con Cromo y son de tres tipos:

- a) Tubulares.- Estas lingoteras están hechas de un tubo de cobre de pared relativamente delgada (aproximadamente 1/4") el cual es deformado mediante un mandril hasta obtener el perfil deseado. Se emplean, generalmente para el vaciado de secciones relativamente pequeñas (hasta 6" por lado).

Estas lingoteras están enfriadas mediante una chaqueta de agua, la cual circula a una velocidad que varía entre 25 y 30 pies por seg.

El precio de estas lingoteras es relativamente bajo y cuando se deforman (después de más de 60 vaciada), pueden volverse a sus dimensiones originales mediante mandrilado.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIENESTAR

Como hay un intercambio térmico muy bueno, por lo mismo delgado de las paredes, se pueden alcanzar altas velocidades de vaciado.

b) Monobloque.-

Están maquinadas a partir de una pieza de cobre vaciada o forjada. El espesor de las paredes de estas lingoteras es mucho mayor que en las tubulares y se utilizan para vaciar secciones mayores.

El enfriamiento se hace generalmente mediante circulación de agua en tubos perforados en las paredes de la lingotera.

c) De placas ensambladas.-

Están constituidas de 4 placas de cobre, ensamblada cada una de ellas a una placa soporte de acero, pudiendo estar enfriadas tanto por chaqueta de agua como por circulación de agua en tubos perforados en las paredes.

Tienen la ventaja sobre los otros tipos de lingoteras, en que prácticamente no hay limitación en cuanto a las dimensiones a vaciar y cuando se deforman fácilmente pueden maquinarse a las dimensiones necesarias.

La longitud de la lingotera, sin importar su tipo, varía entre 20" y 60", siendo la de 27.5" una de las más comunes.

También en todos los tipos, las esquinas de las lingoteras están redondeadas, con un radio que depende del producto a vaciar.

Interiormente, la lingotera está lubricada para facilitar el deslizamiento del producto sólido, evitar que éste se adhiera a las paredes y proteger de la oxidación la parte superior, líquidas del acero. Generalmente se emplea aceite de colza, aun cuando se puede usar p-arafina u otros aceites orgánicos.

Además, la lingotera está provista de un movimiento oscilatorio lineal o senoidal, y asciende con una velocidad de 2 a 3 veces mayor que su velocidad de descenso (la cuál es sensiblemente igual a la del producto). En el caso del movimiento senoidal, la relación de velocidades es de 1.

El agua que se utiliza en las lingoteras debe ser tratada para evitar depósitos de sarro y mantener siempre un alto intercambio térmico. Esta agua se recircula.

EL ENFRIAMIENTO SECUNDARIO.-

En la lingotera el acero no se solidifica totalmente, formándose sólo una costra gruesa y permaneciendo el centro aún líquido. Por razones de productividad es necesario solidificar rápidamente este núcleo líquido y por razones

de seguridad también lo es a fin de evitar accidentes al momento de cortar el producto vaciado.

Para conseguir esa solidificación, al producto que sale de la lingotera, se le enfría mediante aspersión directa de agua, pero teniendo la precaución de que la superficie no alcance una temperatura inferior a 600°C. La cantidad de agua que se utiliza es del orden de 1 lt./Kgs. de acero y su cantidad se fija tomando en cuenta además, la velocidad de vaciado y la composición química del acero que se esté vaciando.

El equipo que constituye el enfriamiento secundario, es simplemente un conjunto de rampas provistas de boquillas y además algunos juegos de rodillos locos para guiar el producto. Los rodillos locos están colocados entre 4 columnas de sosten. La longitud de esta parte de la máquina varía de 2.50 mts. a 4 mts. según las dimensiones del producto vaciado.

Aquí también debe usarse agua tratada para evitar obstrucciones en las boquillas.

Esta operación, la del enfriamiento secundario, es muy delicada y debe ser lo suficientemente uniforme, para obtener un producto sin defectos geométricos ni superficiales.

EL SISTEMA DE EXTRACCION.-

La extracción continua del producto solidificado se hace mediante juegos de rodillos motrices colocados siempre por pares en cada hilo de vaciado.

Los rodillos pueden ser lisos o ranurados y son refrigerados internamente con agua. Su diámetro debe permitir una gran superficie de contacto con el producto descendiente. Ejercen una presión sobre el producto, siendo muy importante la regulación correcta de esta presión ya que de ser excesiva puede laminar parcialmente al producto con los consiguientes cambios en estructura metalográfica y de ser baja, el producto se deslizaría dañándose su superficie.

Generalmente de los dos rodillos extractores, uno es fijo y el otro puede desplazarse lateralmente a fin de obtener la presión correcta. Este movimiento se consigue mediante un sistema de resortes o con un mecanismo hidráulico.

EL SISTEMA DE CORTE.-

A medida que se va obteniendo el lingote ya totalmente solidificado, hay necesidad de irle cortando a las longitudes que demande el equipo de laminación posterior.

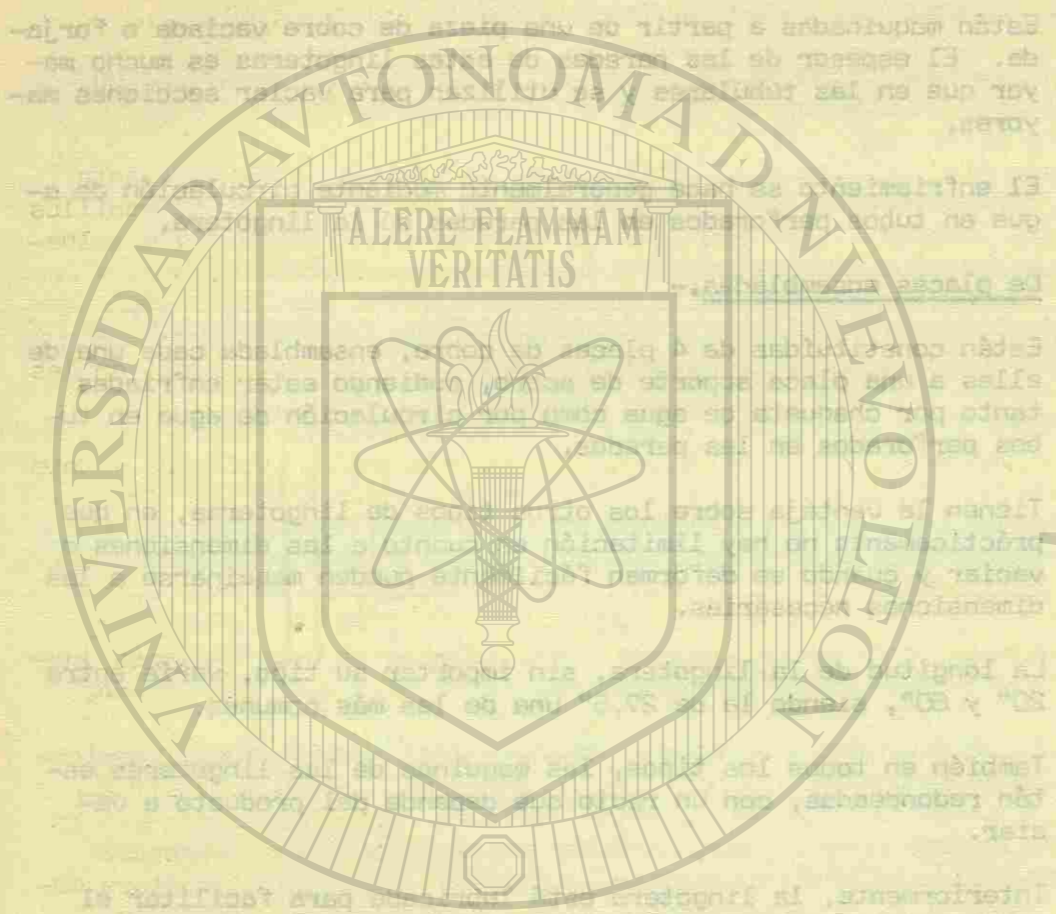
El sistema de corte más utilizado, es el soplete OXY-Acetilénico, usándose además la cizalla para las secciones muy pequeñas.

Mientras efectúa el corte, el soplete viaja a la misma velocidad del lingote producido.

EL SISTEMA DE EVACUACION.-

Una vez cortado el lingote, hay que sacarlo del área de la máquina y

de seguridad también lo es a fin de evitar accidentes al momento de cortar el producto vaciado.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

de seguridad también se a fin de evitar accidentes al momento de cortar el producto vaciado.

Para conseguir esa solidificación, el producto que sale de la lingotera, se le envía mediante separación directa de agua, para evitar la pérdida de peso de la superficie en el momento en que se separa el agua. La cantidad de agua que se utiliza es del orden de 1.5 litros por cada kilogramo de lingote. Este agua se toma en cuenta además, la velocidad de solidificación del metal que se está vaciando.

El equipo que constituye el sistema de arranque, un conjunto de resaca formada por un eje horizontal que soporta los rodillos para guiar el producto. La longitud de esta parte de S. S. V. y S. S. V. según las dimensiones del producto vaciado.

Además también se vacía agua fría para evitar que se caliente el producto. Esta operación se realiza en el momento en que se está vaciando el producto. Ser lo suficiente para evitar que se caliente el producto.

El sistema de extracción de los rodillos, la extracción consiste en el momento en que se está vaciando el producto. Los rodillos se guían por un eje horizontal que soporta los rodillos para guiar el producto.

Los rodillos pueden ser de hierro y son utilizados para guiar el producto. El diámetro de los rodillos debe ser el mismo que el del producto. El producto debe ser guiado por los rodillos para evitar que se caliente.

El sistema de corte, el sistema de corte consiste en el momento en que se está vaciando el producto. El sistema de corte se utiliza para cortar el producto en el momento en que se está vaciando.

A medida que se va operando el lingote se va solidificando. Hay necesidad de irle cortando a las longitudes que demande el lingote.

El sistema de evacuación, el sistema de evacuación consiste en el momento en que se está vaciando el producto. El sistema de evacuación se utiliza para evacuar el producto en el momento en que se está vaciando.

Una vez cortado el lingote, hay que sacarlo del área de la lingotera y llevarlo al parque de almacenamiento.

llevarlo al parque de almacenamiento. Hay muchas variantes en cuanto a la manera como se efectúa esta operación dependiendo del tipo de máquina y de su colocación, pero en términos generales, se tiene un mecanismo que lleva al producto recién cortado a una mesa de rodillos que lo conduce al parque de almacenamiento.

OPERACION.-

A continuación se mencionará brevemente, la secuencia de actividades que deben realizarse durante una vaciada.

1. Montaje de la columna de arranque.

Hay necesidad de obstruir la sección de la lingotera, antes de iniciar la operación de vaciado y tenerse además un medio para extraer el producto al principio de la vaciada.

Para conseguir estos fines, se monta una columna de arranque, que según sea la sección a vaciar será un "bloom" o un "billet". Esta columna llega desde la mitad aproximadamente de la lingotera hasta la salida de los rodillos extractores, montándosele mediante la operación de los rodillos extractores en sentido contrario.

Para obstruir la sección de la lingotera, se confecciona un tapón en la parte superior de la columna de arranque, colocando sobre ésta un gancho y además pequeñas trozos de fierro (comunmente rebabas). El espacio que queda entre la columna en su parte superior y las paredes de la lingotera, se llena con cordón de asbesto.

El tiempo necesario para toda la operación es de 30 minutos aproximadamente.

2. Colocación del repartidor.

En la plataforma superior de la máquina se tiene espacio y facilidades para precalentar el repartidor, tomándole de ahí para colocarlo en la parte superior de la máquina. Una vez colocado en ésta, se continúa el calentamiento, hasta momentos antes de iniciar la operación.

3. Se lleva la olla a la parte superior de la máquina.

4. Se llena el repartidor.

5. Se abren las boquillas del repartidor y se inicia la operación de vaciado a las lingoteras.

6. Se inicia la operación del enfriamiento secundario.

7. Se vigila constantemente el nivel del acero en las lingoteras.

8. Al terminar de vaciar, se inspeccionan y se limpian las lingoteras.

El tiempo máximo de vaciado es de 60 minutos.

El total de personal en la máquina es de 3 personas por lingotera más un operador de la olla y un jefe de turno y 4 o 5 personas para mantenimiento.

DIFERENTES TIPOS DE MAQUINAS Y ALGUNOS DESARROLLOS RECIENTES

1. Máquina Vertical.-

En las primeras máquinas de Vaciado Continuo en uso industrial, todos los elementos que se han mencionado anteriormente, están colocados en una línea vertical y consecuentemente, estas máquinas alcanzan alturas muy considerables, normalmente hasta 24 mts. del nivel del piso al plano de la lingotera.

Para alojar estas máquinas, se necesita un edificio especial o bien, si se desea aprovechar alguno existente, se requiere excavar y colocar parte de la máquina abajo del nivel del piso.

Además se tiene el problema de hacer subir una olla de acero de gran capacidad, a esa altura.

Para reducir estos inconvenientes y para facilitar más su operación, se han adoptado varias soluciones que se mencionan a continuación:

2. Máquina con doblado del lingote luego de su solidificación.-

Una vez que el lingote ha solidificado en una lingotera recta y con un sistema de enfriamiento secundario recto también, se le dobla, mediante un juego de rodillos y se extrae y corta horizontalmente.

La altura total se reduce a unos 12 mts. aproximadamente.

3. Máquina con lingotera curva.-

La solución más revolucionaria y más reciente en Vaciado Continuo, ha consistido en colocar todos los elementos de la máquina en un arco de círculo, utilizando una lingotera curva.

La primera máquina en operación, data de 1963 y a la fecha es bastante utilizada.

En este caso, la altura de la máquina es de 4 a 5 mts. y tiene la ventaja adicional de que fácilmente se le puede alojar en un edificio ya existente.

Finalmente se hará mención a dos desarrollos recientes del Vaciado Continuo.

1. El vaciado de lingotes para obtener perfiles de alas paralelas.-

La idea en este proceso es de vaciar un lingote cuya sección equivalga al perfil que se obtendría después de algunos pases de reducción en un molino de perfiles convencional.

Hay muchos variantes en cuanto a la forma de estas máquinas, algunas de tipo de olla y de su colocación, pero en términos generales, se tiene la máquina que lleva la olla en posición horizontal y que conduce el lingote al vaciado.

OPERACIÓN

A continuación se describen las actividades que deben realizarse durante las actividades.

1. Montaje de la máquina
Hay necesidad de instalar la máquina en un lugar adecuado, libre de obstáculos y con suficiente espacio para el movimiento de la olla.

Para comenzar estas obras, se debe tener en cuenta la capacidad de la olla y el tipo de lingote que se va a producir, así como el tipo de lingotera que se utilizará.

En la parte superior de la máquina se debe colocar la olla y en la parte inferior se debe colocar la lingotera, de modo que el lingote pueda fluir libremente desde la olla hacia la lingotera.

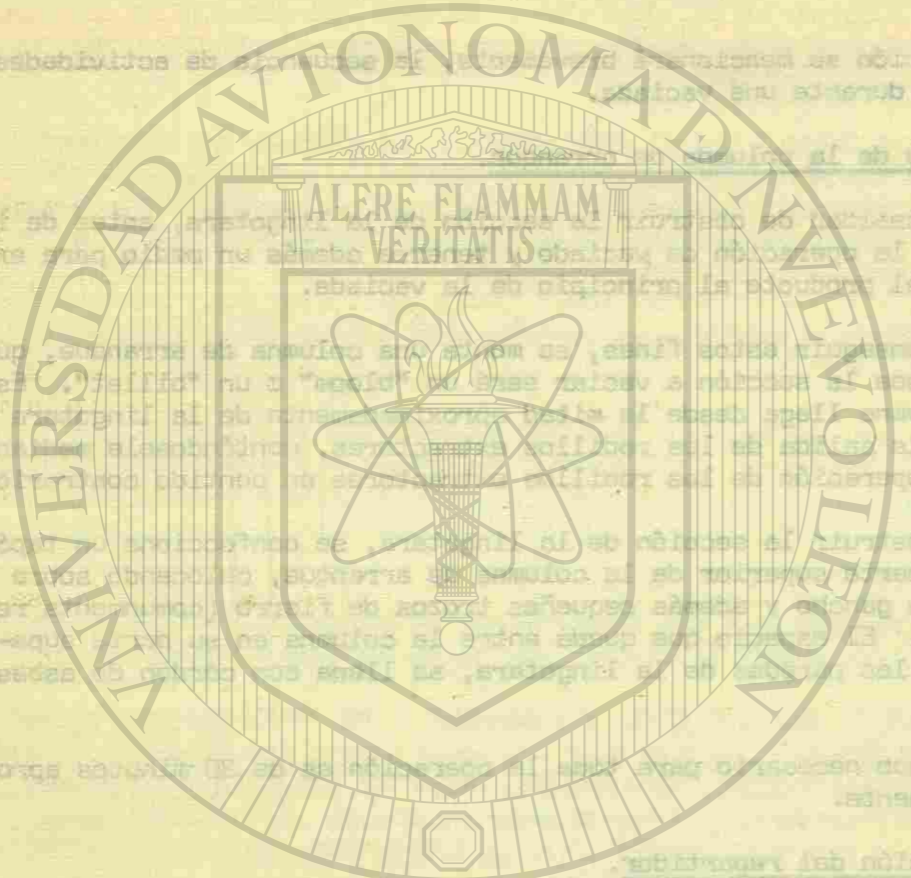
El tipo de lingotera que se utilizará dependerá del tipo de lingote que se va a producir, así como del tipo de máquina que se utilizará.

En la parte superior de la máquina se debe colocar la olla y en la parte inferior se debe colocar la lingotera, de modo que el lingote pueda fluir libremente desde la olla hacia la lingotera.

Se lleva la olla a la parte superior de la máquina y se comienza a vaciar el lingote.

Se vigila constantemente el nivel del acero en las lingoteras.

Al terminar de vaciar, se inspecciona y se limpian las lingoteras.



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

El tiempo máximo de vaciado es de 60 minutos.
 El total de personal en la máquina es de 3 personas por lingotes más un operador de la olla y un jefe de turno y 4 o 5 personas para mantenimiento.

DIFERENTES TIPOS DE MÁQUINAS Y ALGUNOS DETALLES DE RECIENTES

1. Máquina Vertical.

En las primeras máquinas de vaciado continuo en las industrias, todos los elementos que se han mencionado anteriormente, están colocados en una línea vertical y consecuentemente, estas máquinas tienen algunas muy considerables dificultades hasta 24 hrs. del nivel del piso al plano de la lingotera.
 Para alisar estas máquinas, se necesita un espacio especial o bien, se debe aprovechar alguna existente, se requiere excavación y colocar cerca de la lingotera un espacio del nivel del piso.

Además se tiene el problema de hacer salir la olla de acero de gran capacidad, a ras de tierra.

Para reducir estos inconvenientes y para facilitar más el operación, se han adoptado varias soluciones que se mencionan a continuación:

2. Máquina con dobleo del lingote.

Una vez que el lingote se solidifica en una lingotera recta y con un sistema de enfriamiento secundario para reducir el tamaño, mediante un juego de rodillos y se extrae y corta longitudinalmente.
 La altura total se reduce a unos 15 mts. aproximadamente.

3. Máquina con lingotera curva.

La solución más revolucionaria y más reciente en vaciado continuo, ha consistido en colocar todos los elementos de la máquina en un arco de círculo, utilizando una lingotera curva.

La primera máquina en operación, data de 1963 y a la fecha es bastante utilizada.

En este caso, la altura de la máquina es de 4 a 6 mts. y tiene la ventaja adicional de que fácilmente se le puede añadir un edificio ya existente.

Finalmente se hará mención a dos desarrollos recientes del vaciado continuo.

1. El vaciado de lingotes para obtener perfiles de alas paralelas.

La idea en este proceso es de vaciar un lingote cuya sección equivale al perfil que se obtendrá después de algunas pases de reducción en un molino de perfiles convencionales.

El BISRA inglés y la empresa canadiense ALGOMA STEEL CORP. LTD, han vaciado este tipo de lingote (comunmente llamado "queso de perro") en dimensiones de 18 x 10" y con un área de 103 pulg.² para ser laminados a perfiles de alas paralelas de 14 x 6 3/4" y con un peso de 34 lbs. por pie.

Los resultados han sido muy satisfactorios.

2. Vaciado de lingotes huecos para la fabricación de tubos sin costura.

El principio en el que se basa este proceso, es el de vasos comunicantes: el lingote forma un arco de círculo de 180° y el acero líquido en el centro del mismo no puede derramarse por estar sujeto en ambos extremos a la misma presión y de esta manera se está obteniendo en continuo, un producto cilíndrico hueco.

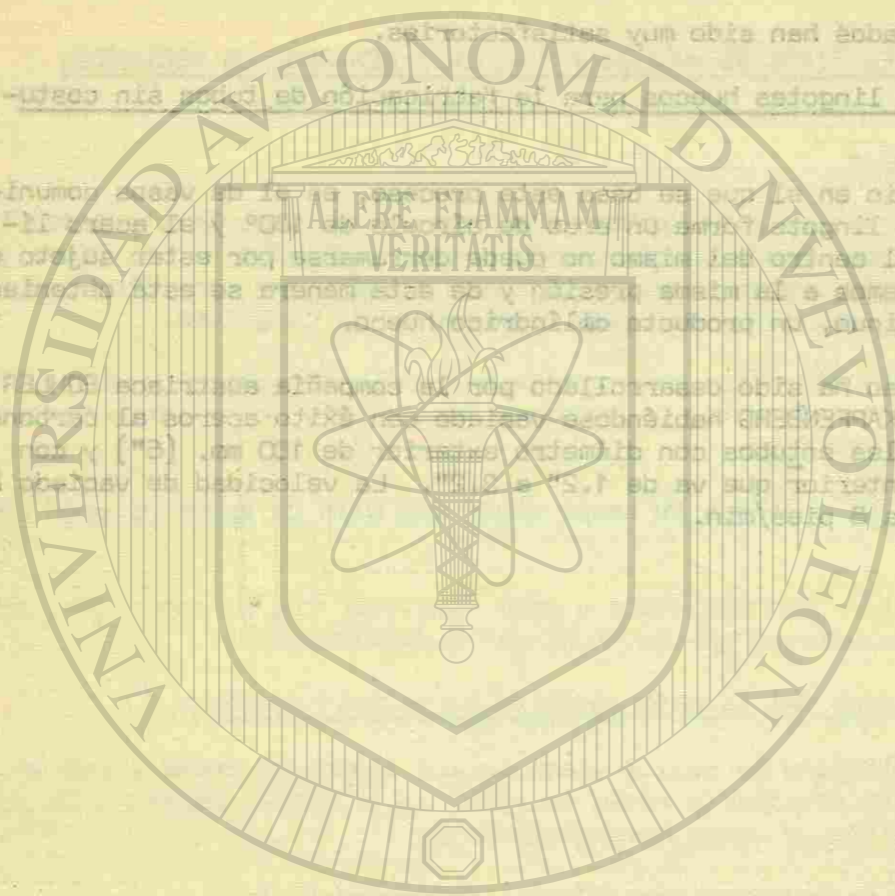
Este proceso ha sido desarrollado por la compañía austriaca BOHLER & CO. AG DE KAPFENBERG habiéndose vaciado con éxito aceros al carbono e inoxidables en tubos con diámetro exterior de 150 mm. (6") y con diámetro interior que va de 1.2" a 3.2". La velocidad de vaciado ha sido de 3 a 6 pies/min.



El BISA Ingles y la empresa canadiense ALGOMA STEEL CORP. LTD. han
vaciado este tipo de lingote (comumente llamado "guiso de perro") en
dimensiones de 18" x 10" y con un peso de 103 lbs. Para ser laminado
a planchas de alta resistencia de 1/4 x 3/4" y con un peso de 24 lbs.
por pie.

Los resultados han sido muy satisfactorios.
Vaciado de lingotes de acero en un molde sin costura.

El principio en el que se basa el vaciado continuo es el mismo que el que se utiliza en el vaciado en moldes con costura. En ambos casos el metal se calienta y se llena el molde. En el vaciado continuo el metal se calienta y se llena el molde. En el vaciado continuo el metal se calienta y se llena el molde. En el vaciado continuo el metal se calienta y se llena el molde.



BIBLIOGRAFIA

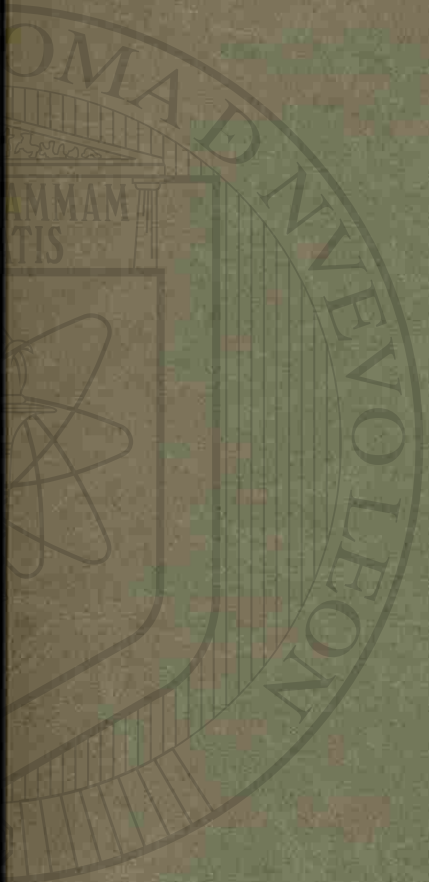
- 1- GOSSELIN R - L'exploitation d'une coulée continue
Conférence en el Centro de Estudios Superiores de la Siderurgia (CESSID) METZ (FRANCIA) 1966.
- 2- DAVEZE J - Les machines de coulée continue et leur evolution
Conférence en el Seminario sobre vaciado del acero, CESSID 1964.
- 3- BOULIER L - La coulée continue de l'acier
IRSID 1958.
- 4- Continuous Casting of Steel
Iron and Steel Institute Special report #89
Londres 1965.
- S # TARMANN B- Continuously Cast Tube Sections
Iron Age Metal Working International
Agosto 1966.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
"ALFONSO REYES"
Calle 1625 Monterrey, Coahuila





U A N L

SIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO

CCCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECA

BIBLIOTECA CENTRAL
U. A. N. L.