

INSTITUTO SUPERIOR MINERO-METALURGICO  
FACULTAD DE METALURGIA

TRABAJO DE DIPLOMA.

TITULO: Características de los semiproductos obtenidos por -  
fundición centrífuga y comparación con los obtenidos  
en moldes de arena.

Autor: Neysi Victoria Fuentes Pérez

Nelesi

Tutor: Jorge Luis León y

Juan Carlos Méndez

1 9 9 4

" AÑO 36 DE LA REVOLUCION "

PENSAMIENTO

P E N S A M I E N T O

" El futuro es de hombres de ciencias "

Fidel Castro.

DEDICATORIA

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, a la Revolución, al desarrollo de las Ciencias Metalúrgicas en Cuba, como bibliografía necesaria a las generaciones precedentes, así como al Equipo de Mecanografía del Comité Municipal del Partido en Bahía Honda.

AGRADECIMIENTO.

## AGRADECIMIENTO

Resumir en pocas palabras los nombres y entidades de todas las personas que de una forma u otra formaron parte del contexto - de este trabajo, resultaría muy engorroso por tanto, agradezco el apoyo que se me ha brindado tanto moral como material de -- mis padres, de los trabajadores de la Empresa de Piezas y Re-- puestos " Alberto Sánchez Méndez" y en especial al compañero - Jorge Luis León.

Muchas gracias.

I N D I C E

I N D I C E .

P A G I N A S

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Introducción                                                             | 6  |
| Desarrollo                                                               | 8  |
| Capítulo 1 : Aspectos teóricos sobre el proce<br>so de centrifugación.   | 8  |
| 1.1. Aspectos esenciales de la -<br>colada centrífuga.                   | 8  |
| 1.2. Ventajas y desventajas.                                             | 10 |
| 1.3. Moldes y máquinas.                                                  | 11 |
| 1.4. Método para calcular la fre<br>cuencia de rotación del mol<br>de.   | 13 |
| 1.5. Defectos más comunes en la-<br>colada centrífuga.                   | 17 |
| 1.6. Tipo de hornos usados para-<br>la obtención del hierro fun<br>dido. | 18 |
| 1.7. Máquinas centrífugas.                                               | 19 |
| 1.8. Diseño del utillaje tecnoló<br>gico.                                | 20 |
| 1.8.1. Portacoquilla.                                                    | 20 |
| 1.8.2. Coquilla molde.                                                   | 21 |
| 1.8.3. Cálculos de las dimensiones<br>de la coquilla.                    | 22 |
| 1.8.4. Tapa y contratapa.                                                | 23 |
| 1.8.5. Cabezal eyector o tapón.                                          | 24 |
| Capítulo 2 : Tecnología de Fundición.                                    | 25 |
| 2.1. Preparación de la carga para-<br>el horno.                          | 25 |
| 2.2. Cálculo de la carga.                                                | 25 |
| 2.3. Requisitos tecnológicos de la<br>carga.                             | 27 |

I N D I C E

P A G I N A S

|                                                                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.4. Preparación del horno.                                                                                            | 27 |
| 2.5. Encendido del horno.                                                                                              | 27 |
| 2.6. Proceso de fusión y centri <u>fugado</u> del metal.                                                               | 29 |
| Capítulo 3 : Características (propiedades) <u>pr</u> in <u>ci</u> pales a tener en cuenta en los <u>se</u> miproducos) | 31 |
| 3.1. Variantes analizadas.                                                                                             | 31 |
| 3.2. Comparación entre dichas varian <u>tes</u> según sus propiedades.                                                 | 31 |
| Capítulo 4: Pinturas utilizadas en el proceso.                                                                         | 35 |
| 4.1. Pinturas para <u>ca</u> nales de <u>alimen</u> tación de las coquillas.                                           | 35 |
| 4.1.1. Pinturas utilizadas.                                                                                            | 35 |
| 4.2. Pintura para las coquillas de -<br>las máquinas centrífugas.                                                      | 36 |
| 4.2.1. Pinturas utilizadas.                                                                                            | 36 |
| 4.2.2. Polvo para recubrimiento de la<br>coquilla tipo La Louviere.                                                    | 37 |
| 4.2.3. Pintura Spuncote.1500.                                                                                          | 39 |
| Capítulo 5 : Mejoras en el proceso .                                                                                   | 40 |
| 5.1. Raspado de la coquilla.                                                                                           | 40 |
| 5.2. Utilización del Brix Block .                                                                                      | 41 |
| 5.3. Utilización del <u>sp</u> ax 10.                                                                                  | 43 |
| Análisis económico.                                                                                                    | 45 |
| Recomendaciones.                                                                                                       | 46 |
| Conclusiones.                                                                                                          | 47 |
| Bibliografía.                                                                                                          | 48 |
| Anexos.                                                                                                                | 49 |

R E S U M E

## R E S U M E N

El presente trabajo tiene como objetivo exponer de una forma general las características de los semiproductos para la elaboración de camisas para motores taínos obtenidos por fundición centrífuga.

Para realizar este trabajo se hizo una búsqueda bibliográfica que permite hacer una explicación detallada sobre los aspectos teóricos del proceso de centrifugación.

Posteriormente se expone la tecnología de fundición para la obtención del semiproducto, sus características así como las pinturas utilizadas y las mejoras en el proceso de fundición.

INTRODUCCION

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

El creciente desarrollo de la industria mecánica y junto con ella la fundición son ramas muy importantes que influyen en el desarrollo económico de nuestro país y debido a los sucesos acaecidos y que motivaron que el país se adentrara en el período especial existe una notable carencia de piezas y medios que antes se importaban y que su déficit influye notablemente en nuestra economía; es conocido que la Empresa de Piezas y Repuestos " Comandante Alberto Sánchez Méndez" cuenta con el equipamiento necesario el cual le permite la obtención de una serie de piezas que son de gran importancia y que anteriormente se importaban, es por ello que este trabajo -- aborda la tecnología de fundición para la obtención de un semiproducto para la elaboración de camisas húmedas para motores taínos.

Este trabajo tiene como objetivos.

- Aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera utilizando en la solución de los problemas concretos en métodos científicos investigativos.
- Características de la tecnología de fundición para la obtención de un semiproducto para la elaboración de camisas húmedas para motores taínos.
- Comparación entre los semiproductos centrifugados y los semiproductos obtenidos en moldes de arena.

En el primer capítulo se hace una explicación detallada sobre todos los aspectos que influyen en el proceso de centrifugado del metal, la tecnología de fundición con todos los elementos que intervienen en la misma se exponen en el capítulo 2, en el capítulo 3 se hace una comparación entre las propiedades de diferentes semiproductos obtenidos en el extranjero y en nuestro país.

El capítulo 4 se hace una breve explicación de las pinturas utilizadas en el proceso de fundición y centrifugado de los semiproductos, acerca de los procedimientos que se llevan a cabo para mejorar el proceso se refiere el capítulo 5 y finalmente se realiza el análisis económico, - las recomendaciones y conclusiones del proceso de obtención de los semiproductos.

DESARROLLO

## DESARROLLO

### Capítulo 1: Aspectos teóricos sobre el proceso de centrifugación.

El presente capítulo tiene como objetivo establecer los aspectos teóricos sobre el proceso de centrifugación para la obtención de semiproductos de las camisas húmedas para los motores taínos, teniendo en cuenta las características de la pieza, la cual tiene forma de un sólido en revolución, hemos seleccionado este proceso.

#### 1.1. Aspectos esenciales de la colada centrífuga.

- Esencia del proceso: Se llama colada centrífuga al procedimiento de elaboración de la moldura durante el cual la masa fundida que se vierte al molde en el proceso de llenado del mismo, solidificación y enfriamiento se expone a la acción de fuerzas centrífugas, dichas fuerzas surgen en la masa fundida al vaciarse ésta en un molde de rotación.
- Particularidades de la formación de la moldura. El principio de esta fundición se basa en la fuerza centrífuga. En este procedimiento el metal líquido se vierte en un molde cilindro hueco de metal que gira a una alta velocidad; por la acción de la fuerza centrífuga el metal es proyectado contra las paredes del molde, se solidifica y amplía formando una cavidad interior de forma cilíndrica hueca, sin necesidad de emplear un macho para este fin.

La moldura elaborada por este procedimiento se enfría tanto por el exterior ( Coquilla ) como por el interior ( del lado de la superficie libre ) debido a la irradiación y convección del aire, gracias a esto en la masa fundida surgen corrientes de convección.

La masa fundida más fría y densa se mueve desde la superficie libre -

hacia la pared de la coquilla. Esto constituye la solidificación dirigida de la moldura desde la pared de la coquilla hacia la superficie libre, sin embargo el enfriamiento intensivo de la masa fundida a consecuencia de la convección e irradiación desde la superficie libre provoca la creación de cristales en ésta, los cuales bajo la acción de las fuerzas centrífugas se dirigen hacia la pared de la coquilla. Los cristales que crecen desde la pared de la coquilla se alimentan constantemente de la masa fundida, por eso éstas crecen en la dirección perpendicular al movimiento de la masa fundida o cercana a ella. Las particularidades de la solidificación indicada contribuyen a obtener molduras compactas, en este caso las partículas livianas (escorias, partículas no metálicas, burbujas de gas, etc.) que tienen menor densidad que la masa fundida se dirigen hacia la superficie libre de la moldura esto también contribuye al aumento de la densidad de la moldura y el mejoramiento de su calidad. Al mismo tiempo las fuerzas centrífugas provocan la segregación por densidad en los bronce de plomo y aluminio, las silúmenes hipereutéticas y también en tales elementos como fósforos, carbón y azufre, en las fundiciones éstas influyen negativamente en las características metálicas y otras propiedades del metal en la moldura.

La calidad y estructura de la pieza fundida dependen de la temperatura, la rapidez con que se vierte el metal en el molde y de la velocidad de rotación. Esta última tiene una influencia primordial y en particular para piezas cilíndricas, si el molde gira demasiado lento, parte del metal se cae en vez de girar lo que da lugar a una variación de la composición de la estructura en el sentido transversal de la pared del cilindro (sentido radial). Esta pared resulta compuesta entonces de varias zonas de pureza, la velocidad lenta del molde conduce también a desigualdades en el calibre del cilindro. El fenómeno explicado anteriormente se denomina lluvia y ocurre cuando la velocidad es escasa como ya vimos, o cuando se detiene la máquina antes que la pieza haya solidificado.

Los mejores resultados se obtienen con una rotación rápida siendo la fundición de composición homogénea y un calibre uniforme, sin embargo una velocidad excesiva puede hacer que la máquina vibre en una forma apreciable, - en cuyo caso puede presentarse una separación química del metal; la variación de la composición química en el sentido radial de la pared del -- cilindro puede ser entonces considerable.

El tamaño de los cristales de las fundiciones obtenidas por la rotación del molde es sensiblemente menor y las fuerzas resultan más densas que las obtenidas en fundición estáticas debido a la limitación en el crecimiento -- del cristal original por el movimiento del metal durante la solidificación. De ahí que en las fundiciones centrífugas una variación de la temperatura de radiación líquida produzca un efecto relativamente más pequeño que en las estáticas.

La aplicación más racional de la colada centrífuga es la elaboración de -- piezas huecas, que tiene una forma simple de sólido en revolución (tubos, cilindros, árboles huecos, coronas de engranaje, canises, etc.), sin embargo en la práctica actual de fundición el método de coladas centrífugas se emplea también para la elaboración de piezas de configuración complejas.

## 1.2. Ventajas y desventajas del proceso.

### Ventajas.

1. Al fundir cilindros huecos no se requiere machos para formar el orificio, ya que la masa fundida bajo la acción de la fuerza centrífuga se distribuye junto a las paredes del molde.
2. Un gasto mínimo de metal para los bebederos.
3. La solidificación del metal bajo la acción de la fuerza centrífuga contribuye a obtener molduras compactas sin rechupes de contracción y poros de gas.

Desventajas.

1. Durante el llenado del molde bajo la acción de la fuerza centrífuga se intensifica la segregación de los componentes de la aleación, -- por eso no todas las aleaciones es racional fundirlas por el procedimiento centrífugo.
2. La acumulación de suciedades en la superficie interior, dessegrega-- dos e inclusiones no metálicas, y como consecuencia un elevado so-- breespesor para el elaborado de la superficie interior.
3. Inesactitud del diámetro de la superficie libre de la moldura.

### 1.3. Moldes y máquinas.

Los moldes para la fundición centrífuga se dividen en:

- Metálicos
- Revestidos con arenas de diferentes composiciones.

Los moldes metálicos se dividen a su vez en:

- Enfriados por aire
- Enfriados por agua

Los moldes metálicos enfriados por aire van introducidos en un portacoquilla que dispone de un sistema de aletas que permite la circulación del aire al rotar; con esto y una pintura termoaislante adheridas a las paredes del molde se logra un enfriamiento más lento, disminuyendo así la profundidad de la capa blanca y eliminando la necesidad de un prece-- cido.

En los enfriados por agua se obtiene un emblanquecimiento de la parte exterior de la moldura hasta una cierta profundidad, por eso luego se someten a recocido; una vez extraídas del molde las molduras se mandan inmediatamente al horno de recocido hasta obtener una temperatura de -- 850 - a 950 °C, y después permanece a esta temperatura un tiempo determinado, lo que depende de la profundidad de emblanquecimiento se enfría lentamente hasta 300 - 325 °C.

Los moldes revestidos con arena un tanto secos y prensados en cajas de moldear redondos se obtienen molduras sin enblanquecidos si no hay necesidad de recocerlos.

El molde se elige en dependencia de las dimensiones geométricas de la moldura, su material y del programa de producción. Los moldes reducidos con arena se emplean para molduras con contracción obstaculizadas cuando su configuración impide la extracción del molde metálico y para obtenerlo una partida pequeña de moldura de fundición sin temple al aire.

Las máquinas pueden ser:

- Con eje de rotación vertical
- Con eje de rotación horizontal

Con eje de rotación vertical:

La superficie interior de la pieza no resulta cilíndrica, sino un tanto cónica, la parte inferior de la pieza tiene un grueso mayor que la superior y esta desigualdad de espesor es tanto mayor cuando más alta sea la pieza; por eso en estas máquinas se producen tan solo piezas -- con longitud relativamente pequeña (coronas de bronce para engranaje, llantas, relleno de chumaceras con aleación para cojinetes, etc)

Con eje de rotación horizontal:

Con un gran número de revoluciones las paredes de la pieza cilíndrica hueca resultan de un grueso igual en toda su longitud; pero con el número de revoluciones más pequeñas, la pieza moldeada se obtiene con paredes desiguales; el número mínimo de revoluciones de molde para obtener cuerpos huecos que acumulen la alaboración de una pieza sin defectos, se obtiene según la forma ( 3 ).

Este método se utiliza ampliamente para la producción de tubos de hierro fundido para alcantarillado, guarnición interior de cilindros de motores, camisa, etc.

Figura 1 con eje vertical.

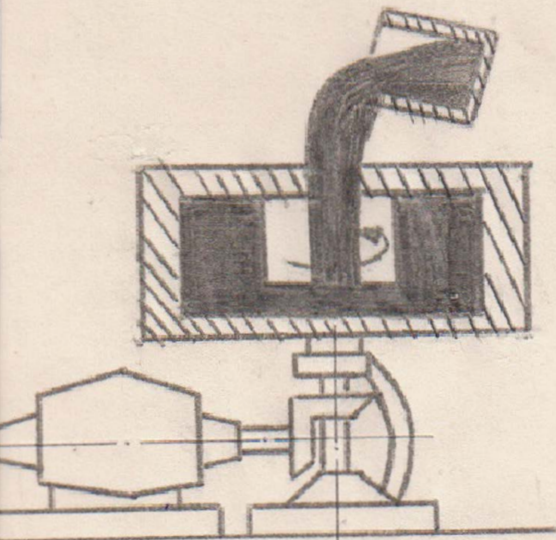
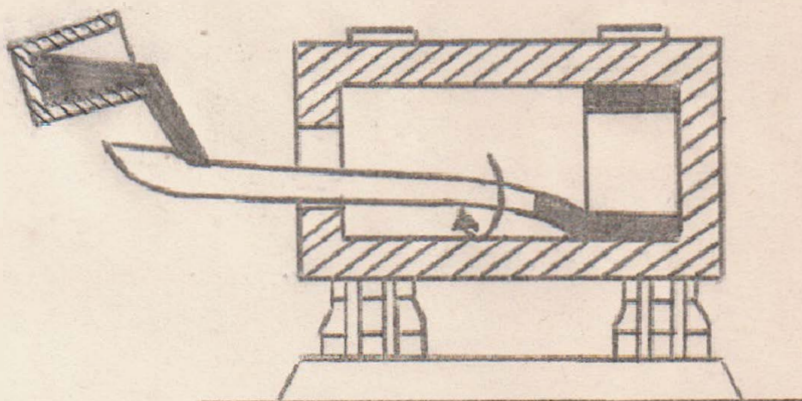


Figura 2 con eje horizontal.



#### 1.4. Método para calcular la frecuencia de rotación del molde.

De la correcta elección de la frecuencia de rotación del molde durante la colada centrífuga dependen: La resistencia, estructura, distribución de las inclusiones de escorias, porosidad, contracción y los segregados de la moldura.

La frecuencia de rotación del molde depende de la disposición del eje de rotación, las propiedades de la masa fundida y el diámetro de la pieza.

Al determinar la frecuencia de rotación del molde se tiene en cuenta - no solo la posición de su eje de rotación sino también la distribución de la superficie interior de la moldura relacionada con ello. Se ha establecido que para molduras de diversas aleaciones en dependencia de - las dimensiones de la misma, la temperatura colada de la aleación, la forma, la frecuencia óptima de rotación con la cual la calidad de la moldura es la máxima, es diferente.

Para una correlación determinada del radio exterior  $r_1$  y el interior  $r_2$  de la moldura ( $r_1 / r_2$  es igual a 1,15) para los cálculos de la frecuencia de rotación de la máquina se puede emplear la fórmula/

$$n = \frac{K_0}{4 r_1} \quad (1)$$

donde KO - coeficiente cuyos valores se ponen en la tabla siguiente.

T A B L A 1

| Aleación   | Densidad | Tipo de rot. | KO        | Moldura      |
|------------|----------|--------------|-----------|--------------|
| Fund. Gris | 7.2      | Horizontal   | 1800-2500 | tubos-bujes  |
| Fund. Gris | 7.20     | Vertical     | 2400-3000 | tubos        |
| Acero      | 7.85     | Horizontal   | 2150-2730 | Mold.hueco   |
| Bronce     | 8.4      | Vertical     | 3400      | Aros, bujes  |
| Aluminio   | 3,1-365  | Horizontal   | 2600-3500 | Tubos, bujes |

Densidad de la masa fundida en rotación (DMR)

$$DMR = \frac{P W^2 R l}{g} \quad (2)$$

Donde :

P - Densidad común o densidad de la masa fundida ( $g/cm^3$ )

W - Frecuencia de rotación del molde

g - Aceleración de la caída libre.

La relación ( $W^2 R/g$ ) se denomina coeficiente de gravitación que indica - en cuantas veces se hace más pesada la masa fundida con el régimen de rotación dado.

El profesor L.S. Konstantinov ha establecido que para todas las aleaciones, una alta calidad de la moldura (buenas características mecánicas, - densidad, etc) pueda ser lograda si la fuerza centrífuga que actúa sobre la masa fundida es tal que su densidad eficaz constituyen  $340 g/cm^3$ , para ello recomienda la fórmula:  $n = \frac{5520}{\sqrt{P R}} \quad (3)$

Donde:

5520 - coeficiente constante para todas las aleaciones.

P - Densidad de la aleación de la moldura ( $\text{g/cm}^3$ )

R2- Radio interior de la moldura (cm )

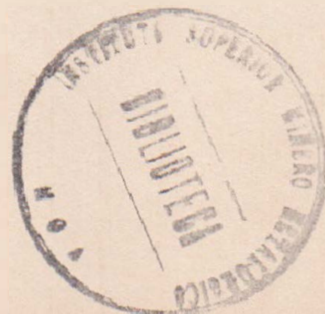
Esta fórmula (3) no tiene en cuenta la influencia del espesor de pared de la moldura, lo que para las molduras con pequeño espesor de paredes no tiene importancia sustancial; sin embargo para las molduras de paredes gruesas esto es importante ya que la fuerza centrífuga en la superficie exterior de la moldura alcanza un valor tan grande, que es posible la rotura de la superficie del metal adyacente a la coquilla y en la moldura se crea una grieta.

Por consiguiente siendo grande el espesor de las paredes de la moldura se debe variar la frecuencia de rotación en el proceso de colado. Inicialmente el molde se lleva con una frecuencia mínima, luego a medida que se va llenando el molde y aumenta la capa de masa fundida, la velocidad de rotación se aumenta hasta la máxima, con la cual la capa superficial no será dañada.

Al fundir piezas perfiladas la frecuencia de rotación se elige de forma tal que se asegure el llenado del molde y una reproducción exacta del contorno de la moldura. Se ha establecido empíricamente que los mejores resultados se obtienen si la frecuencia de rotación se elige de tal forma que la velocidad periférica del punto de la moldura más alejado del eje de rotación constituye 3-5 m/s.

La velocidad periférica de cualquier punto de un cuerpo en rotación se determina por la fórmula :

$$v = \frac{\pi r n}{30} \quad ; \quad n = v \cdot \frac{30}{\pi r} \quad (4)$$



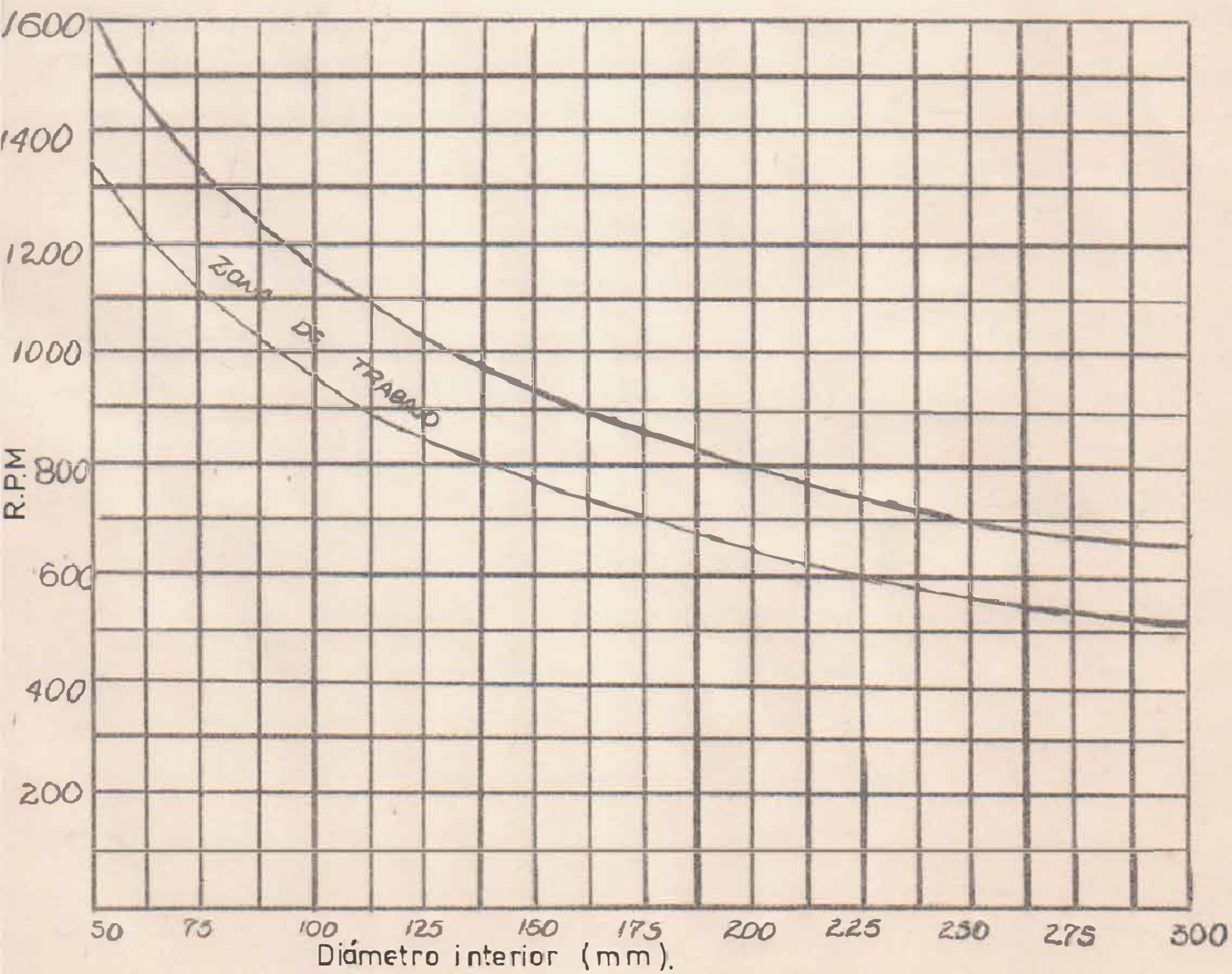
Donde :

n - Frecuencia de rotación ( r.p.m. )

r - Distancia del punto desde el eje de rotación ( m )

Otro método para determinar la velocidad de rotación es el que aparece a continuación, la cual se determina con ayuda del siguiente cuadro de velocidades, teniendo en cuenta que la prueba se realiza en el diámetro interior de la coquilla; este es el método que se utiliza en la empresa para determinar la velocidad.

CUADRO DE VELOCIDADES.



### 1.5. Defectos más comunes en la colada centrífuga.

#### - Grietas

#### - Pueden ser por:

- El exceso de velocidad en el molde.
- El exceso de presión sobre el metal
- Vibraciones originadas por las causas mecánicas (una débil estructura de la máquina, el desgaste extensible de los cojinetes, etc)
- Si el contenido de azufre es superior a 0.09 % ó si el de los óxidos es también elevado, se observará un brusco descenso de la solidez -- del hierro fundido a la temperatura de 500 g.
- Las tensiones que se originan durante la contracción son capaces de crear grietas en la superficie exterior.

- Soldadura deficiente: La causa está en que los chorros llegan al encuentro ya perdida la temperatura debida, en estado de un mal escurrimiento con escasa energía sinética que no alcanza producto al encuentro porque el choque sea suficientemente eficaz como para provocar la fusión, pues no puede vencer la ténue película de los óxidos que envuelven los chorros, ni obligar a estos óxidos a cubrir flotando la --- lucha contra este defecto debe ser dirigida a regular el número de --- r p m, y de acelerar el proceso de vertir el metal, lo que provocará--- la disminución de los puntos de contacto de los chorros retorcidos.

- Burbujas : Aparecen solamente en la Superficie del objeto y son explicadas por la demasiada fluidez de metal en el momento del vertido ---- Hirst estableció que la formación de las burbujas depende de la calidad de la superficie interior del molde y de la calidad de fósforo en el metal que se vierte.

- Escorias: la penetración de las escorias en el cuerpo del objeto que se fabrica esta completamente descartada en el colado por centrífugación , esto no quiere decir que no se requiere una limpieza ó pulido posterior a la fabricación.

- Lentejuelas: son pequeñas prominencias generalmente de forma semiesférica ó achatada, de superficie brillante, que aparecen aisladas en la superficie interior, como producto de la salpicadura del metal derreti-

do y luego solidificado. El diámetro y la altura de estos defectos es de 4-10 mm, la causa de la formación de este defecto esta en la inevitable salpicadura del metal fluido, lo que se produce cuando el metal entra en contacto con el molde frio, las gotas salpicadas se enfrían rápidamente y se solidifican, cubriéndose de una tenue copa de óxido. El chorro relativamente frio de metal no es capaz de licuar de nuevo esas formaciones e incorporarlas nuevamente en su masa fluida, la operación de las lentejuelas pueden reducirse al mínimo mediante la adecuada correlación entre el número de revoluciones del molde y la rapidez en el suministro del metal.

#### 1.6. Tipo de horno usado para la obtención del hierro fundido.

Para la obtención de hierro fundido se usó el horno de cubilote o horno de manga o cúpula, este es el más antiguo de los hornos, pues la refusión del hierro colado, pues se emplea desde hace siglos, aunque son los avances y la experiencia, su aspecto ha sido cambiado totalmente respecto a los antiguos sin embargo sus principios de funcionamiento continúan siendo los mismos.

Este tipo de horno funciona con combustible sólido y en el cual la carga metálica, el combustible y el comburente están en íntimo contacto entre si, lo cual permite un intercambio térmico directo y activo y por lo tanto un rendimiento elevado. Este contacto directo entre el metal, las cenizas y el oxígeno trae consigo el bajo control desde el punto de vista metalúrgico sobre el hierro colado producido.

El cubilote está constituido por las siguientes partes:

- 1- Envoltura cilíndrica de eje vertical en chapa de hierro soldada.
- 2- Revestimiento interior en material refractorio
- 3- Chimenea y su correspondiente covertedura
- 4- Cámara de viento
- 5- Tuberías de hierro colado
- 6- Evacuador de escorias
- 7- Puerta lateral de encendido y limpieza
- 8- Canal de colada
- 9- Solera o fondo del cubilote.
- 10 - Plancha base de las envoltura

11- Columna de apoyo

12- Crisol

13- Anticrisol

Las dimensiones y sus proporciones son bastante variables, debido a la experiencia en sus resultados del personal técnico, aplicado a éstos.

Dimensiones, producciones, cargas de coque y cantidad de aire en los cubilotes ( estos parámetros pertenecen al horno en que se obtiene el hierro colado para el semiproducto)

|                                  |                      |
|----------------------------------|----------------------|
| 1 - Diámetro interior (di)       | 0,450 m.             |
| 2 - Sección interior             | 0,159 m <sup>2</sup> |
| 3 - Espesor de revestimiento (S) | 0, 15 m.             |
| 4 - Diámetro exterior ( de )     | 0,780 m.             |
| 5 - Altura (h)                   | 3.2 m.               |
| 6 - Fundición mecánica           | 900 kg /hr.          |
| 7 - Coque                        | 150 "                |
| 8 - Cargas metálicas             |                      |
| - 8 %                            | 150 "                |
| - 10 %                           | 120 "                |
| - 12 %                           | 100 "                |
| - 15 %                           | 80 "                 |
| 9 - Presión                      | 2451,65 - 2941,29 Pa |
| 10- Cantidad de aire             | 15 m <sup>3</sup> /p |
| 11- Potencia de los ventiladores | 2941,1 W             |

#### 1.7. Máquina centrífuga. Diseño del utillaje tecnológico.

Descripción de la máquina:

La máquina se compone de una base donde por medio de un eje móvil que la atraviesa longitudinalmente se imprime un movimiento rotativo a un porta coquilla que va amarrado a dicho eje en la parte delantera de la base.

En el otro extremo del eje, o sea en la parte trasera va incorporado un freno eléctrico, en esta misma parte lleva adosado un dispositivo donde va incorporado un extractor neumático para la extracción de la pieza del interior de la coquilla. Esta base va sobre una cimentación de hormigón armado y en la parte superior lleva incorporado un motor eléctrico para imprimir movimiento; también lleva el armario, que contiene todos los dispositivos eléctricos de puesta en marcha y temporización, así como un botón de parada normal (pequeño) y otro de emergencia (grande).

En la línea longitudinal a la parte delantera y sobre una pequeña cimentación, van situados los rieles por donde se desliza el carro portacazos, el cual porta el metal fundido.

El eje portacoquilla por ser móvil lleva una carcasa protectora contra accidentes y a la vez se le puede acoplar un extractor de polvo y carbón.

En el cuadro de mando hay 3 temporizadores para regular la duración del ciclo.

#### 1.8. Diseño del utillaje tecnológico.

1.8.1. Portacoquilla: Esta parte de la máquina va amarrada al eje de la parte delantera de la base y sirve para el alojamiento de la coquilla, así como de la tapa y la contratapa.

Esta pieza lleva incorporado los cierres sujetatapa y los tornillos para fijar las coquillas en su interior.

El diámetro interior donde se aloja la coquilla lleva largura suficiente para absorber la dilatación de la coquilla cuando se calienta.

El bloque principal de esta pieza lleva aletas de refrigeración y puede construirse de hierro laminado, forjado, acero fundido o hierro esferoidal.

1.8.2. Coquilla - molde : Este molde es que copia la parte exterior de la pieza a conseguir y en estado frío existe una holgura con relación al portacoquilla, la cual se absorbe una vez caliente la coquilla con el régimen de trabajo.

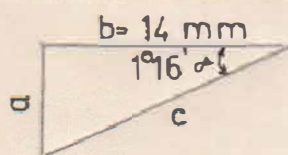
El diámetro interior debe tener una rugosidad adecuada, excepto en la parte cónica donde ajusta el tapón trasero. El objeto es facilitar la adaptación del protector y evitar la erosión de la coquilla.

La longitud interior del mecanizado de la coquilla será la longitud de la pieza más 40 Mm. en la parte delantera donde irá incluida la balonada amarre para mecanizar y 30 Mm. ( mínimo ) en la parte trasera para tronsar.

Las coquillas interiormente tendrán una conicidad mínima de 1 a 16. En los diseños de piezas con diferentes diámetros se evitarán los escalones agudos y se suavizarán por medio de conicidades por la razón que toda superficie quede cubierta con el protector, si no se logra esto se originan soldaduras entre pies y coquilla y en el mayor de los casos salen defectos que son motivo del rechazo de la pieza. Lógicamente en el diseño de la pieza a conseguir hay que considerar la medida de la pieza mecanizada más la sobremedida para mecanizar, la contracción correspondiente y de 0.8 a 1,5 Mm. de grueso del protector, dependencia del tamaño de la pieza.

En el diámetro interior tampoco hay una norma fija porque concurren varios factores como composición, forma, longitud, mecanizado, espesor, pero generalmente puede oscilar de 6 a 10 mm. en radio según tamaño. Se sobreentiende que el diámetro interior se consigue con la cantidad de metal que se introduzca en el molde. Normalmente, con el tiempo las coquillas con el uso se agrietan o se ponen cóncavas, entonces la solución es repararlas o aprovecharlas para otras piezas que tengan más diámetro, pero respetando siempre que no quede la coquilla demasiado delgada. El material de la coquilla es hierro fundido en arena.

1.8.3. + Cálculo de las dimensiones de la coquilla.



$$B = 166 + 2 a$$

$$\text{Tan } \alpha = \frac{a}{b}$$

$$a = b \cdot \text{Tan } \alpha$$

$$a = 14 \cdot \text{Tan } 1^{\circ} 16'$$

$$a = 14 (0.02211)$$

$$a = 0.3095 \text{ mm}$$

$$\text{tg } 1^{\circ} 16' = 0.02211$$

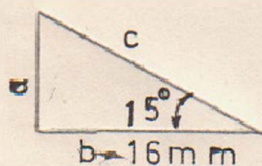
$$\text{Cot. } 1^{\circ} 16' = 45.2261$$

$$\text{Sect } 1^{\circ} 16' = 0.0$$

$$\text{Cos. } 1^{\circ} 16' = 0.99$$

$$B = 166 + 2 (0.3095)$$

$$B = 166,619 \text{ mm.}$$



$$A = B + 2a$$

$$\text{Tan } \alpha = \frac{a}{b}$$

$$a = \text{Tan } \alpha \cdot b$$

$$a = \text{Tan } 15^{\circ} \cdot 16$$

$$a = 0.288 \text{ mm}$$

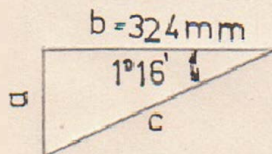
$$\text{tg } 15^{\circ} = 0.268$$

$$A = 166,62 + 2 \cdot 0.288$$

$$A = 175,19 \text{ mm}$$

$$D = 254 + 70$$

$$D = 324 \text{ mm}$$



$$C = B - 2 \cdot a$$

$$\text{Tan } \alpha = \frac{b}{a}$$

$$a = \text{Tan } \alpha \cdot b$$

$$a = \tan 10' 16'' \cdot 324$$

$$a = 0.22211 \cdot 324$$

$$a = 7.164 \text{ mm}$$

$$C = 166.62 - 2 \cdot 7.164$$

$$C = 152.29 \text{ mm}$$



$$\tan 30 = \frac{C - F}{E}$$

$$\tan 30 = 0.577$$

$$F = 89.3 \text{ mm}$$

$$E = \frac{C - F}{\tan 30}$$

$$E = \frac{152.29 - 89.3}{\tan 30}$$

$$E = 109.64 \text{ mm}$$

1.8.4.- Tapa y contratapa: Este conjunto se compone de dos piezas. La contratapa es de hierro dulce normal y la tapa es de hierro fundido y va sujeta a la contratapa por medio de 4 tornillos, éste es recambiable cuando se deteriora por el uso. Su misión es cerrar la parte delantera de la coquilla y evitar que se salga el metal.

Por el orificio (a) se introduce el canal de colada y siempre hay que -- considerar que este orificio tiene que ser su diámetro más pequeño, por -- lo menos de 6 a 8 mm, que el diámetro a conseguir en las camisas una vez -- fundida por la razón de que si no fuese así se saldría el metal. General -- mente en los ciclos intensivos de trabajo, se utilizan dos o tres juegos -- de tapas intercambiables para evitar el refrigerarlas con agua y prolon -- gar su duración.

Dimensiones:

Tapa

Contratapa

A A

116

116

1.8.5. - Cabezal eyector o tapón: Esta pieza va unida a un vástago de - hierro dulce el cual empuja al extractor y facilita la salida de la camisa del molde, esta pieza no sirve solo para la extracción, sino que por una parte ajusta al cono de la coquilla para impedir la salida del metal y por otra tiene una pequeña superficie de contacto que es con la que empuja sobre la pieza fundida para extenderla ( esta superficie será de 3 a 4 mm el contacto radial para evitar que la erosione el metal.

Lógicamente, cada tipo de camisa lleva el molde diferente, por lo que también cambia el cabezal eyector (tapón) con arreglo - al cono trasero del molde y diámetro interior de la pieza. Se construye de hierro fundido o forjado.

No conviene que vaya rígido a la rótula del vástago eyector para que mantenga un asiento continuo sobre el cono de la coquilla.

Dimensiones

A

Tapón

116 + 5 = 121

## CAPITULO 2

### 2- Tecnología de fundición

#### 2.1 Preparación de la carga para el horno

Para comenzar el proceso de fundición de cualquier pieza se debe realizar la selección de las materias primas necesarias para obtener la estructura deseada, para ello, estas deben estar limpias exentas de tierra, grasa y demás impurezas no metálicas, además de cortadas en pedazos que se adecuan a la capacidad del horno a emplear.

Esta carga (Block, camisa de retorno, tubos, arrabios, chatarras, etc) --- debe pesarse antes de introducirse en el horno y después de comprobar que estos pedazos picados y pesados de chatarra son no mayores de 150- 200 mm de longitud, en el caso del arrabio, y las ferrosleaciones, el tamaño no debe ser mayor de 40-50 mm, se debe tener presente en un estudio riguroso de la carga, la no presencia de aceros, oxidables y aleados, y que la carga sea estrictamente calculada.

#### 2.2. Cálculo de la carga

Tabla # 2. Cálculo de la carga.

| Composición<br>química<br>deseada, | Materiales de carga |       |         |       | Aleación<br>obtener |
|------------------------------------|---------------------|-------|---------|-------|---------------------|
|                                    | Camisas             | Block | arrabio | acero |                     |
| C                                  | 2,26                | 3,20  | 3,97    | 2,8   | 3,10 -3,40          |
| Si                                 | 3,47                | 2,60  | 0,63    | 0,27  | 1,8 -2,4            |
| Mn                                 | 0,34                | 0,58  | 0,30    | 1     | 0,7 -1              |
| P                                  | 0,29                | 0,13  | 0,033   | 0,04  | 0,4 -0,55           |
| S                                  | 0,062               | 0,012 | 0,014   | 0,04  | 0,08 -(máx)         |
| Cr                                 | 0,42                | 0,54  | 0,13    | 0,1   | 0,4 -0,6            |
| %                                  | 25                  | 35    | 30      | 10    | 100 %               |
| Peso (kg)                          | 30                  | 42    | 36      | 12    | 120 Kg              |

| Composición<br>química obt.<br>en el hierro | Material de carga |         |         |        | Aleación<br>a<br>obtener. |
|---------------------------------------------|-------------------|---------|---------|--------|---------------------------|
|                                             | Camisas           | Block   | Arrabio | Acero  |                           |
| C                                           | 0,56              | 1,12    | 1,191   | 0,28   | 3,15                      |
| Si                                          | 0,86              | 0,91    | 0,189   | 0,27   | 2,22                      |
| Mn                                          | 0,085             | 0,20    | 0,09    | 0,1    | 0,47                      |
| P                                           | 0,07              | 0,045   | 0,0009  | 0,0004 | 0,116                     |
| S                                           | 0,015             | 0,00042 | 0,00042 | 0,0004 | 0,019                     |
| Cr                                          | 0,105             | 0,189   | 0,039   | 0,01   | 0,343                     |

Como comburente Carbón coque al 15 % de la carga metálica .  
 Fundente Piedra caliza al 95 % ,del 20-25 % de carga de coque.

#### Pérdidas por oxidación

Si .... 15 %  
 Mn .... 20 %  
 Cr .... 30 %

Piedra caliza 3,5 Kg

Carbón coque 18 kg

Formulación =  $(X - (Y \cdot Y_1) / X_1) \cdot Y_2$

Donde

X ... % deseado

Y .. % por cálculo

Y1.. % real en el horno (100 % de las pérdidas por oxidación)

Y2.. Peso de la carga del horno en %

Y1.. Pureza de la ferroealeación

$$FeSi = \frac{2,4 - (2,22 \cdot 0,85)}{0,45} \cdot 1,2 = 1,368 \text{ kg}$$

$$FeMn = \frac{0,8 - (0,47 \cdot 0,8)}{0,25} \cdot 1,2 = 0,67 \text{ kg}$$

$$FeCr = \frac{0,5 - (0,343 \cdot 0,7)}{0,65} \cdot 1,2 = 0,47 \text{ kg}$$

$$FeP = \frac{(0,45 - 0,116)}{0,13} \cdot 1,2 = 30,08 \text{ kg}$$

No existen pérdidas por oxidación para el FeP en el horno y es por eso - que Yl en la ecuación tiene el valor unitario.

### 2.3. Requisitos tecnológico de la carga.

- Las ferroaleaciones deben ser pesadas estrictamente (utilizando --- pesos pequeños de 0,5 Kg) como indica el cálculo ya que de ellas -- depende en gran medida la composición química del hierro fundido y- por tanto la calidad del mismo.
- El cartón coque a utilizar como fundente debe estar seco, exento - de ziscos y demas impurezas.
- La piedra caliza empleada debe tener un tamaño aproximado de ----- 30-50 mm y limpia de polvos e impurezas ,la calidad a utilizar ---- variara de acuerdo al estado en que se encuentre la materia prima - (carga metálica), si está muy sucia debe aumentarse.

### 2.4. Preparación del horno.

- 1) Cerrar la compuerta que esta en el piso del horno y colocar el vasta go de sosten de la compuerta (tubo que aguanta la compuerta para --- que no se abra), se prepara una mezcla de crema de moldes compuestas por:

|              |       |
|--------------|-------|
| Arena silice | 84 %  |
| Bentonita    | 100 % |
| H O - melaza | 6 %   |

Esta mezcla se deposita en el piso del horno y se le da pisón, haciendo coincidir la parte baja del piso con el nivel del orificio de salida -- del metal y la parte trasera inclinada a  $45^{\circ}$  con respecto a la delante- ra, se deposita en el fondo del horno abundante madera (no mayores de - 400- 500 mm) y algunos pedazos de carbón coque.

Se deposita sobre la capa de madera una carga de carbón (pedazos escogi dos, mayores de 50 mm) que equivale a la mitad de la cana falsa.

### 2.5 . Encendido del horno.

Después que el horno esta preparado se enciende con estupas humedecidas en petróleo , a través de la puerta lateral que este posee, la madera - que se encuentra depositada en el fondo del horno (los orificios de las

No existen pérdidas por oxidación para el FeP en el horno y es por eso - que Yl en la ecuación tiene el valor unitario.

### 2.3. Requisitos tecnológico de la carga.

- Las ferroaleaciones deben ser pesadas estrictamente (utilizando --- pesos pequeños de 0,5 Kg) como indica el cálculo ya que de ellas -- depende en gran medida la composición química del hierro fundido y- por tanto la calidad del mismo.
- El cartón coque a utilizar como fundente debe estar seco, exento - de ziscos y demas impurezas.
- La piedra caliza empleada debe tener un tamaño aproximado de ----- 30-50 mm y limpia de polvos e impurezas ,la calidad a utilizar ---- variara de acuerdo al estado en que se encuentre la materia prima - (carga metálica), si está muy sucia debe aumentarse.

### 2.4. Preparación del horno.

1) Cerrar la compuerta que esta en el piso del horno y colocar el vasta go de sosten de la compuerta (tubo que aguanta la compuerta para --- que no se abra), se prepara una mezcla de crema de moldes compuestas por:

|              |       |
|--------------|-------|
| Arena silice | 84 %  |
| Bentonita    | 100 % |
| H O - melaza | 6 %   |

Esta mezcla se deposita en el piso del horno y se le da pisón, haciendo coincidir la parte baja del piso con el nivel del orificio de salida -- del metal y la parte trasera inclinada a  $45^{\circ}$  con respecto a la delante- ra, se deposita en el fondo del horno abundante madera (no mayores de - 400- 500 mm) y algunos pedazos de carbón coque.

Se deposita sobre la capa de madera una carga de carbón (pedazos escogi dos, mayores de 50 mm) que equivale a la mitad de la cama falsa.

### 2.5 . Encendido del horno.

Después que el horno esta preparado se enciende con estupas humedecidas en petróleo , a través de la puerta lateral que este posee, la madera - que se encuentra depositada en el fondo del horno (los orificios de las

tuberías deben quedarse abiertas para que pase el aire necesario para la combustión).

En la piquera del horno se deposita abundante carbón de madera (15-20 kg) y se enciende de igual forma ,pero intensificada la combustión con una -- manguera de aire comprimido del receptor.

Cuando se vea abundante llama en la boca de carga del horno lo cual indica que ya esta encendida la cama falsa de carbón, se debe vertir la otra carga de carbón que completa la cama falsa del horno, se cierra la puerta lateral del mismo colocando los ladrillos y la junta de arena y barro --- para el sellaje.

Posteriormente se coloca el pesador de la puerta con el objetivo de que este no se abra durante todo el proceso de fusión y se espera hasta ver -- nuevamente abundante llama en la boca de carga del horno, lo cual indica el encendido total de la cama falsa , dicho proceso debe durar aproximada mente 2 horas y de él depende el buen funcionamiento del horno y que el metal comience a salir con buena temperatura.

Debe realizarse a continuación de este encendido el control de la altura de la cama falsa del horno (80 cm sobre el nivel de las tuberías), en caso de estar baja la cama falsa, debe reponerse.

Se pasa al encendido del anticrisol abriendo la llave de regulación de la salida del aire, el mismo se pone en marcha la bomba de petróleo y se --- introduce una antorcha encendida en el mismo ,una vez encendido y durante todo el proceso de fusión en el horno, esto deberá tener una pequeña ---- llama que sobresalga por la boca de la tapa . El encendido del antricroi-- sol se debe realizar aproximadamente una hora antes de comenzar el proceso de fusión.

Cuando se observa abundante llama en la boca de carga del horno se cierran las tuberías y el orificio de salida de la escoria que esta en la --- parte trasera y se pone en marcha el ventilador centrífugo, iniciandose-- así el soplado del horno. Este soplado se realiza con el objetivo de ---- evacuar las cenizas de la madera utilizada para el encendido y homogenizar el encendido de la cama falsa de carbón. Este soplado durara hasta -- que el carbón al ser observado a través de las tuberías tenga un color --- blanco brillante( este soplado no debe exceder de los 4-5 mm)

## 2.6. Proceso de fusión y centrifugado del metal .

Una vez concluido el encendido y soplado del horno se procede al proceso de fusión como tal, para esto se abren las tuberías y para comenzar en la carga y alimentación del mismo se coloca la primera carga metálica con el quince y se hace voltear la carga en la camisa de alimentación del horno, después se coloca en el quince una carga de cartón coque y piedra caliza que también se voltean en la camisa de alimentación y así sucesivamente se seguirá cargando hasta la boca de carga, donde deberá mantenerse durante todo el tiempo de fusión.

A partir de la tercera carga metálica se comienzan a introducir las feroaleaciones hasta el final del proceso (el proceso de carga del horno debe realizarse lo más rápidamente posible para que no disminuya mucho la temperatura de la cama falsa)

Inmediatamente, después de concluida la carga del horno se cierran las tuberías y se pone en marcha el ventilador, se revisa la presión de aire en la columna de agua (debe ser de 300 mm). El primer metal debe aparecer en la piquera del horno aproximadamente a los 7 u 8 minutos de haber comenzado el soplado, debe recogerse metal por esta zona hasta que se vea salir bien caliente (es indispensable la utilización de un pirometro óptico o de inmersión para determinar la temperatura del metal) esto demora aproximadamente 4 cazuelas de metal.

Se taponea el horno con arena y arcilla previamente preparada y agua para humedecer (taponear el orificio interior de la piquera) se coloca el anticrisol en posición de trabajo, debajo de la piquera para recoger el metal que comenzara a salir por la boca de la piquera aproximadamente a los 10-15 min y se vertira a la cazuela después de los 10 primeros minutos de comenzar a caer el metal. El horno debe ser escorreado por la parte trasera cada 45-60 min.

Este metal depositado en la cazuela después de seguidos todos los requerimientos técnicos necesarios, es el utilizado en la máquina centrifugadora para la fundición de la pieza.

Para el centrifugado del metal se debe limpiar correctamente el canal de colada a la máquina (no deben quedar restos ni costra de pintura antes de vertir el metal) este proceso se realiza con un cepillo de

alambre raspandose las coquillas cada 5 camisas realizadas .

Se pinta el canal de colada con una solución de silicato de zirconio, bentonita, silicato de sodio y agua, se coloca la tapa de la coquilla después que esta está con su color metálico, se pone en marcha la máquina y se introduce en el molde o coquilla, a través del agujero de la tapa, pintura compuesta por silicato de zirconio, grafito plateado y agua, se coloca carro que sostiene el canal de colada en posición de trabajo y comienza el vaciado del metal desde la cazuela (el operario, con su escoreador debe sostener en la superficie del metal la escoria para que no pase al molde).

El metal debiera permanecer dentro del molde en rotación hasta que este por debajo de la línea de transformación ( $723^{\circ}\text{C}$ ), esta es aproximadamente de 4-5 mm, se detiene la máquina y se le da salida al pistón de empuje del vástago, se recoge la tapa de la coquilla y se introduce en un tanque con agua, se recoge el semiproducto fundido y se coloca en el lugar preparado para ellos.

### CAPITULO 3

Características ( propiedades ) principales a tener en cuenta en los -  
semiproduetos.

#### 3.1. Variantes analizadas.

Para la elaboración de la tecnología de camisa para motores taínos se procedió al estudio de diferentes variantes para su fabricación, ya que se realizó a partir de:

- 1 - En primer lugar: del equipamiento existente en la empresa de -  
piezas y repuestos.
- 2 - En segundo lugar:

Contar con un semiprodueto que cumplimentara las exigencias pa-  
ra este equipamiento y las propiedades que se le demanden al -  
propio renglón.

Para el desarrollo de este renglón siempre surgió una dificultad -  
generalizada; la carencia de un semiprodueto que respondiera a las  
exigencias técnicas de esta pieza de ahí surgieron dos ideas:

- Importar
- Fundirlo en el país

Es por ello que se inició un trabajo de investigación para determi-  
nar que semiprodueto a utilizar, por lo que nos dimos a la tarea -  
de analizar la composición química de la camisa húmeda y similar.  
El resultado de estos análisis se detalla más adelante. se sometió  
a estudio el semiprodueto importado, comprobándose que el mismo --  
reúne las condiciones técnicas requeridas. Este trabajo a diferen-  
tes camisas húmedas, nos mostró que es factible la obtención del -  
semiprodueto en el país y en específico en la fundici ón de la em-  
presa de piezas y repuestos, pues los mismos responden a estas exi-  
gencias .

#### 3.2. comparación entre dichas variantes según sus propiedades.

A continuación exponemos las investigaciones realizadas acerca de-  
la composición química y características metalográficas.

### Composición química.

A este aspecto se le presta especial atención pues de ello depende en gran medida los resultados finales a obtener. Con este fin se sometieron a prueba de laboratorio las camisas húmedas importadas y las obtenidas en el país. Los resultados obtenidos se corresponden con las exigencias técnicas que demanda ésta ( Ver tabla # 3)

### Análisis metalográfico.

En el análisis de estas características se buscó fundamentalmente los siguientes parámetros.

- Dureza
- Grafito
- Matriz

Como mismo se realizaron las pruebas de la composición química se realizaron las que están incluídas dentro del análisis metalográfico y los resultados obtenidos se observan en la tabla # 3.

T A B L A # 3

ANALISIS COMPARATIVO DE CAMISAS IMPORTADAS CON CAMISAS NACIONALES.

| No. | Denominación          | Dureza HB.     |                | Acabado Superficie. | C    | Análisis químico |      |      |      | S    | Cr. | Análisis metalográfico.                                                                                                     |
|-----|-----------------------|----------------|----------------|---------------------|------|------------------|------|------|------|------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                       | Interior       | Transversal HB |                     |      | Si               | Mn   | P    |      |      |     |                                                                                                                             |
| 1   | Pegaso (EST           | 32 -36<br>HRC  | 200 - 220      | 0,30<br>RA          | 3,16 | 1,79             | 0,61 | 0,27 | 0,06 | 0,51 |     | Grafito laminal ma-<br>triz perlítica de-<br>grano grueso, tra-<br>tamiento técnico -<br>de alta frecuencia.                |
| 2   | Komatzu<br>(Japón)    | 220 240        | 220 - 240      | 0,30<br>RA          | 2,91 | 1,96             | 0,73 | 0,56 | 0,03 | 0,4  |     | Grafito laminal y -<br>matriz perlítica de<br>grano fino, tamaño-<br>de grano # 7.                                          |
| 3   | Nissan<br>(Japón)     | 220 - 240      | 220 - 240      | 0,34<br>RA          | 3.2  | 2.02             | 0.8  | 0,51 | 0,04 | 0,54 |     | Grafito laminal y -<br>matriz perlítica de<br>grano fino, tamaño-<br>de grano # 6.                                          |
| 4   | Hino (Japón)          | 220 - 240      | 220 - 240      | 0,32<br>RA          | 3.51 | 1.63             | 0,65 | 0.51 | 0.08 | 0,37 |     | Grafito laminal y -<br>matriz perlítica de<br>grano fino, tamaño-<br>de grano # 6.                                          |
| 5   | Mitsubishi<br>(Japón) | 240 - 260      | 240 - 260      | 0,32<br>RA          | 3.11 | 1.92             | 0,64 | 0.46 | 0,03 | 0,41 |     | Grafito laminal y -<br>matriz perlítica de<br>grano fino, tamaño-<br>de grano # 7.                                          |
| 6   | Maz-Kraz<br>(URSS)    | 32 - 42<br>HRC | 230 - 250      | 0.30<br>RA          | 2.89 | 2.2              | 0.69 | 0.21 | 0.04 | 0.54 |     | Grafito laminal y -<br>matriz perlítica de<br>grano grueso, trata-<br>miento técnico inte-<br>rior de alta frecuen-<br>cia. |

| No. | Denominación                    | Dureza H B. |                | Acabado<br>Superf. | C    | Si  | Análisis químico |      |      |     | Cr.                                                                                                                                                                                                                                       | Análisis<br>metalográfico |
|-----|---------------------------------|-------------|----------------|--------------------|------|-----|------------------|------|------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
|     |                                 | Interior    | Transversal HB |                    |      |     | Mn               | P    | S    |     |                                                                                                                                                                                                                                           |                           |
| 7   | Cuba (Piezas -<br>de Repuestos) | 220 - 280   | 270 - 280      | 0,30<br>RA         | 3,3- | 2,1 | 0,85             | 0,45 | 0.01 | 0.5 | Grafito lami-<br>nal y matriz-<br>perlítica de-<br>grano grueso,<br>tamaño de gr<br>no sin modifi<br>car # 4 y ---<br>muestra modi-<br>ficada grafi-<br>to laminal y-<br>matriz perli-<br>tica de grano<br>fino, tamaño-<br>de grano # 6. |                           |

#### CAPITULO 4. Pinturas utilizadas en el proceso.

##### 4.1. Pinturas para canales de alimentación y las coquillas.

Los canales de alimentación se deben pintar para evitar que el metal se pegue a éste y llegue a la máquina con mayor facilidad.

##### 4.1.1 Pinturas utilizadas.

|                           |              |
|---------------------------|--------------|
| 1. - Silicato de zirconio | 3 Kg.        |
| Bentonita                 | 0,3 "        |
| Silicato de sodio         | 0.09 " 2 gms |
| Agua                      | 8 "          |

##### Orden de mezclado.

Como la pintura que se prepara no es en grandes cantidades el mezclado se realiza a mano es decir no se utilizan mezcladores para esto. Primeramente se mezcla el silicato de zirconio con la bentonita hasta que se haya homogeneamente mezclado, seguidamente se añade agua y se revuelve hasta que se encuentren los productos completamente disueltos en el agua, se añade silicato de sodio y se revuelve nuevamente. Esta pintura después de realizado varios experimentos en el taller -- dio muy buenos resultados debido a que forma una capa fina la cual se adhiere a la superficie de la canal y no se desprende facilmente lo -- que da la posibilidad de disminuir el consumo de pintura de los canales de alimentación ya que éstos se pintan cada 5 u 8 semiproductos fundidos. Esta pintura es la que se utiliza actualmente para pintar los canales de alimentación en el taller.

2. - Esta pintura para canal de alimentación se emplea en la fábrica metalúrgica básica y también es la misma que se emplea en la fábrica Belga de "Louviere", 1958.

##### Mezcla básica.

150 Kg grafito en polvo (preferibelente magro o semigrafo)

3 " de bentonita

150 lt. de agua

Mezclar en una batidora durante 15 minutos o con una paleta (a mano) hasta lograr que todos los ingredientes estén bien mezclados. Esta base de pintura cada vez que se va a coger una porción hay que batirla pues en reposo se asienta.

#### Utilización.

1. (1) parte de la mezcla base.

(2) partes de agua.

200 gramos de silicato de sodio por cada 10 litros de pintura.

En la práctica se utiliza 10 litros de pintura, es decir 3 litros de la mezcla base, 6 litros de agua y 200 gramos de silicato de sodio.

#### Aplicación.

1. Deben estar calientes la caída del metal y canales, puede emplearse un soplete o leña, la temperatura debe ser tal que al aplicar la pintura con broche de cerda se seque, en caso de que no tenga buena adherencia se le añe silicato de sodio.

2. Después de comenzada la operación de la máquina y el uso continuado de los canales y caída de metal el sistema está lo suficientemente caliente para secar la pintura que se aplica. Esta pintura es muy buena pero los canales deben pintarse cada vez que se obtenga un semiproducto centrifugado.

#### 4.2. Pintura para la coquilla de las máquinas centrífugas.

Esta pintura se utiliza con el objetivo de evitar que el semiproducto no se adhiera a la coquilla y evitar la presencia de inclusiones metálicas en el producto obtenido.

##### 4.2.1. Pinturas utilizadas.

|                      |      |
|----------------------|------|
| Grafito plateado     | 25 % |
| Silicato de zirconio | 15 % |
| Agua                 | 60 % |

### Orden de preparación.

1. Mezclar uniformemente el grafito y zirconio.
2. Añadir el agua y mezclar hasta que estén completamente diluïdos los polvos, la pintura hay que colarla y mantenerla tapada.

La utilización de esta pintura dio buenos resultados aunque presenta el inconveniente de crear con su uso costras en la parte interior de la coquilla lo cual provoca la presencia de inclusiones no metálicas dentro del semiproducto. Este inconveniente trajo consigo la necesidad de raspar las coquillas con cepillo de alambre como se ampliará en el capítulo 5. Actualmente esta es la pintura que se está utilizando en la empresa para el recubrimiento de las coquillas.

#### 4.2.2. Polvo para recubrimiento de la coquilla tipo ( La Louviere )

Este tiene varios objetivos.

- 1 - Aminorar la capa blanca del tubo.
- 2 - Facilitar la homogeneidad del metal al caer el chorro del metal dentro de la coquilla, evitando falsas soldaduras pues el efecto de la termita lo elimina.
- 3 - Proteger la coquilla, si se emplea en la cantidad adecuada . Para la elaboración del polvo es necesarios equipos idóneos:
  1. Molinos centrífugos (puede ser de barras) tamaño de las partículas de 0.5 mm.
  2. Tambor rotatorio ( cerrado herméticamente)
  3. Camisador vibrador con maya de 0.9 a 1 mm.
  4. Horno donde alcanza 800 ° equipado con termopares para indicar la temperatura.
  5. Báscula de capacidad hasta 100 Kg.
  6. Cajas de hierro fundido o chapas de acero con espesor entre 8 a 10 mm con su tapa, capacidad 50 Kg. de mezcla.
  7. Tambores o bidones con tapas y emplear junta de goma para el sellaje ( producto terminado)

### Materias primas.

1. Limalla de hierro fundido, seca y libre de grasa, tierras y otros materiales extraños.
2. Polvo de aluminio de 97 a 98 % de pureza, seco.
3. Ferrocilicio al 75 % seco y limpio.

### Procedimiento ( preparación del material )

1. Se muele la limalla y se almacena en bidones cerrados libre de humedad.
2. Se muele el ferrocilicio y se procede de igual forma al anterior.

### Fórmula.

37 Kg. de limalla

3.5 " de polvo de aluminio

1. Mezclar durante media hora en el tambor mezclador, después ponerlo en una caja de metal (6), sellarla bien con la tapa y cerrar la junta con arcilla, cuidando que ésta no se mezcle con el producto tanto en el sellaje como después del proceso técnico; el sellaje debe ser hermético, si entra aire o gases de combustión o atmósfera del horno se daña el producto.
2. Introducir las cajas o caja en el horno y calentar progresivamente ésta hasta alcanzar 750 °, no debe ser el calentamiento menor de 2 horas, el mantenimiento a esa temperatura media hora. Dejar enfriar el polvo contenido en las cajas dentro del horno, paulatinamente (en un horno con 6 cajas demoraban no menos de 24 horas)

El polvo de hierro y aluminio ya frío (temperatura ambiente), conservado bien seco, una caja 40.5 Kg. aproximadamente se mezcla con polvo de ferrocilicio al 75 % en la cantidad de 26.5 Kg. (bien seco).

### Composición.

|                                                              |          |
|--------------------------------------------------------------|----------|
| Polvo de limalla de hierro y aluminio (tratado técnicamente) | 40,5 Kg. |
| Polvo de ferrocilicio al 75 %                                | 26,5 "   |
|                                                              | <hr/>    |
|                                                              | 67.0 "   |

Total : .

3. Mezclarlo todo durante 20 minutos en el tambor mezclador y después - tamizarlo por una malla de 0.5 a 1 Mm.
4. Embasarlo en bidones con buen sellaje la tapa (junta de goma).
5. Para el uso tomar la cantidad de media jornada de gasto de polvo. 4 - horas.

Nota: El polvo de termita debe estar preservado de la humedad a tal - extremo que en días lluviosos no debe prepararse y el que se emplea - debe estar tapado.

#### 4.2.3.- Pintura Spuncote 1500.

Esta pintura es una pintura muy buena, de uso internacional para pintar las coquillas utilizadas en las máquinas centrífugas. La empresa compró 25 litros para las pruebas y éstas dieron resultados satisfactorios los cuales se puede ver ya que :

- No deja contras en la coquilla
- No presenta alteración en la dureza del semiproducto.
- No aumenta la formación de capa blanca .
- Presenta buenas características de maquinado.
- En todos los semiproductos obtenidos durante las pruebas no - se encontraron inclusiones no metálicas en el mismo.

Además presenta una ventaja muy importante con respecto a la - que se utiliza actualmente en la empresa y es que esta pintura es menos contaminante que la utilizada actualmente.

## CAPITULO 5

Mejoras en el proceso .

### 5.1.- Raspado de la coquilla.

Teniendo en cuenta estudios realizados en el taller se observó que siempre que comenzaba a salir semiproductos con inclusiones no me tálicas (mayormente inclusiones de restos de pintura) era a partir de los 20 a 30 dias de trabajo de las coquillas. Para poder determinar cual era la causa de estas inclusiones se realizaron varias pruebas.

A continuación se le hace una breve explicación de las pruebas realizadas.

Primera prueba: En una de las máquinas del taller se colocó una coquilla que estaba en malas condiciones que las que se encontraban en las demás máquinas pero que tenían las superficies interiores completamente limpias. Cuando se realizó esta prueba nos encontramos en el taller en una crisis de inclusiones no metálicas, estaban saliendo aproximadamente entre el 80 y el 85 % de las camisas con inclusiones no metálicas pequeñas las cuales según los resultados del laboratorio eran residuos de pintura.

Los semiproductos obtenidos en esta máquina se maquinaron independientemente o separados de los demás semiproductos de las diferentes máquinas, al concluir el maquinado de los mismos se observó que todos estos semiproductos estaban exentos de inclusiones no metálicas mientras que los semiproductos de las demás máquinas continuaron saliendo con el mismo defecto (un 85 % de rechazo por inclusiones no metálicas).

### Segunda prueba.

Observando los resultados del día anterior y notando la presencia de costras de pintura las demás máquinas se determinó raspar las coquillas con cepillo de alambre antes de comenzar la jornada laboral la cual fue imposible eliminar totalmente pero si fue eliminado en su mayoría. Después de la jornada de trabajo realizado se maquinaron estos semiproductos por máquinas

dando como resultado que de la primera máquina se volvieron a obtener se miproductos in inclusiones no metálicas, en las demás máquinas se obtu-- vieron desde el semiproducto No. 1 al 10 -14 la no presencia de inclusio-- nes no metálicas mientras que del 11 al 15 en adelante hasta el 30 - 33-- los semiproductos al ser maquinado fueron rechazados pues presentaban l-- las mismas inclusiones no metálicas observando esta mejoría de los semi-- productos se determinó realizar la siguiente prueba.

### Tercera prueba.

Al comenzar la jornada laboral se rasparon las coquillas de todas las - máquinas y se continúa este raspado cada 5 semiproductos elaborados, -- los semiproductos se maquinaron nuevamente por separado y al finalizar el maquinado se observó que hubo un rechazo total de todas las máquinas de un 7 % por inclusiones no metálicas. Encontrándose estos semiproduc-- tos con inclusiones no metálicas indistintamente en las máquinas.

Después de realizadas estas pruebas se vio la importancia del raspado - de la coquilla debido que al ir eliminando la costra formada por la pin-- tura estos defectos iban disminuyendo constantemente por lo que se tomó como regla general raspar todas las coquillas cada 5 semiproductos ela-- borados; la fundamentación de este defecto está basada en que al crear-- se la costra en las coquillas la pintura nueva que se adiciona no se po-- día fijar en el molde y la presión del chorro de metal al entrar pues - despegaba esta tapa de pintura y la misma turbulencia que provoca el me-- tal con las paredes de la coquilla la disolvía pero no le daba tiempo - a salir hasta la superficie interior del semiproducto.

### 5.2.- Utilización del Brix Block.

Fundentes activadores de la escoria del cubilote.

La presencia de la escoria en el cubilote se considera a menudo-- como una molestia necesaria e inevitable como resultado de la -- acción del calor, de la erosión del revestimiento, de las cení-- zas procedentes del coque, de la herrumbre, suciedad y otras cir-- cunstancias no deseadas pero presentes en la fusión del hierro - del cubilote. La mayoría de los fundidores del horno de cubilote

añade una proporción de piedra caliza ( normalmente un 3 % sobre el hierro cargado) para retener y fluidizar estas partículas indeseables no metálicas con el objetivo de poder ser fácilmente separadas del horno en forma de escoria fundida.

Un reciente estudio sobre la tecnología de la escoria ha demostrado que es posible lograr un eficiente control del proceso de fusión si se añaden ciertos materiales fundentes activadores a la acción clásica de la piedra caliza. Estas adiciones de fundente activador ofrecen mejoras en zonas concretas, (según sea el producto escogido) como puede ser el incremento del contenido de carbón, o la reducción del azufre del hierro que sale por el canal de colado. Las mejores condiciones de la escoria conseguidas por la acción del fundente activador ( cualquiera que sea el tipo de cubilote) proporcionan además otros importantes efectos favorables, tales como una temperatura más alta del hierro, una mayor producción horaria, reducción de las pérdidas por oxidación del silicio y el manganeso y un hierro más limpio.

Tipos de fundente.

Brix 700: Para obtener carbones más elevado y temperatura de colada más elevados.

Brix 800 : Para desulfurar y obtener carbones más elevados.

A forma de experimento o de prueba en los talleres se compró a la firma FOSBECO una pequeña cantidad de Brix Block 100 que reúnen las características del 700 y 800 y además es un activador de escoria. La porción comprada alcanzó para dos días de fundición, después de terminadas las fundiciones se observó que el horno quedó completamente limpio de escoria así como durante el proceso de fundición. Se observó durante los desescoriados del horno la salida de una escoria más fluida y con mejores características que la que normalmente se obtenía. Después de realizadas las pruebas de laboratorio, específicamente el análisis químico, se observó que el azufre elemento perjudicial en la fundición había disminuido notablemente hasta un 9,04 %.

Estos son productos que actúan como fundentes en el cubilote y proporcionan ventajas concretas que mejoran la eficiencia final del cubilote tales como:

- Incremento en el contenido de carbono.
- Reducción del porcentaje de azufre final.
- Mayor temperatura del hierro.
- Revestimientos más limpios.
- Aceleran la rapidez de fusión.
- Escoria más fluída.
- Mayor regularidad de composición.

### 5.3.- Utilización de Slax 10.

Fundente para el cazo, para coagular la escoria de hierro fundido, producto granular de color marrón rojizo oscuro. Se recomienda utilizar para coagular la escoria para cazos de hierro gris, blanco o maleable no se recomienda para hierro nodular, ni tampoco para espezar la escoria resultante de un tratamiento técnico con carbonato sódico.

Después de la adición del Slax 10 al cazo vacío o parcialmente lleno, o bien empolvoriándolo encima de la superficie del metal fundido, la escoria recogida y coagulada en una capa plástica y tenaz - fácilmente separable; otro sistema de trabajo es el siguiente: Como la capa formada es suficientemente resistente para permanecer en su sitio, actúa como un Skinner en el momento de la colada de hierro. Esta capa también proporciona al hierro buen aislamiento reduciéndose así las pérdidas de temperatura que escapan a la atmósfera.

Instrucciones para su utilización.

según el tipo de capa que se despegue y la cantidad de escoria a recoger, debe añadirse de 1 a 2 kilos de Slax 10 por toneladas de hierro. - Se adicionalal cazo vacío o parcialmente lleno, o bien se empolvoreará con Slax 10 la superficie del metal, cualquier sistema es bueno.

Si se trata el hierro con carbonato de sodio, debe sacarse la mayor parte de la escoria fluída resultante y añadir entonces el Slax 10, de lo contrario la capa no sería satisfactoria, no se recomienda el uso del Slax 10 ni en el acero ni en las aleaciones de cobre o níquel.

El uso de este producto tiene gran importancia porque reduce considerablemente el riesgo de inclusiones de escoria en las piezas de hierro. Además los cazos se mantienen limpios durante su servicio, prolongándose el tiempo útil del revestimiento. El Slax 10 no cambia en absoluto la composición química del hierro, ni tampoco ataca al refractario de los cazos. La escoria con Slax 10 resulta de una consistencia tenaz y plástica que se separa por entero, las cucharas quedan limpias, es aislante conserva el calor del hierro.

Al igual que el Brix Block 100 se compró a la firma COSECO 50 Kg. de Slax 10 para realizar pruebas en los talleres y observar sus resultados, la introducción del Slax 10 se realizó cuando ya habían en la cazuela metal líquido para evitar que éste se pegara en el fondo de la cazuela, al llenarse la cazuela de metal se observaba como toda la escoria subía a la superficie formando una capa dura la cual permite una fácil extracción quedando el metal completamente limpio de escoria para su posterior vertido a las coquillas.

La adición del Slax 10 garantizó la limpieza total del metal ( de escoria).

ANALISES ECONOMICAS

#### ANALISIS ECONOMICO.

Teniendo en cuenta los costos durante el proceso de obtención de la camisa terminada o sea, tanto en la fundición como en las operaciones de maquinado, que es de 32,41 dólar para la camisa taíno y el precio a que se compra en el extranjero que es de 54,55 dólar podemos decir que es ventajosa la fabricación de este tipo de piezas en nuestro país, ya que ahorra una considerable suma de divisas (22.14 dólares por camisas) al país así como ayuda al desarrollo técnico de piezas de gran importancia como ésta.

RECOMENDACIONES

#### RECOMENDACIONES:

Con el desarrollo y auge de la modernización y la introducción de nuevas técnicas se abren nuevos campos que facilitan el trabajo y aumentan la calidad de las producciones obtenidas a nivel nacional, y basándonos en los siguientes aspectos proponemos:

1. Garantizar la compra y uso adecuado de la pintura Spuncote 1500 y del Brix Block 100 que son productos que garantizan la disminución de rechazo en el taller tanto por pintura como por inclusiones de escoria.
2. Garantizar el raspado correcto de las coquillas tanto al comienzo como cada 5 sem productos obtenidos.
- 3.-Garantizar la explotación del horno de inducción instalados en el taller para así poder inocular el hierro fundido.

CONCLUSIONS

## CONCLUSIONES:

Podemos afirmar como se observa en el trabajo expuesto, que se puede asumir la producción en la empresa de piezas de repuestos, de la camisa húmeda para el motor taíno, y de esta forma evitar la erogación de divisas en su adquisición. Para ello se ha propuesto una tecnología de fabricación de dicho renglón en la cual se ha tenido en cuenta el equipamiento existente en la empresa; así como que la obtención de un semiproducto de hierro fundido centrifugado con las características requeridas está garantizado en la fundición de la propia empresa.

La tecnología propuesta asegura la obtención de camisas con una elevada calidad y un mínimo de rechazo, ya que en la empresa se cuenta con gran experiencia en este tipo de producción.

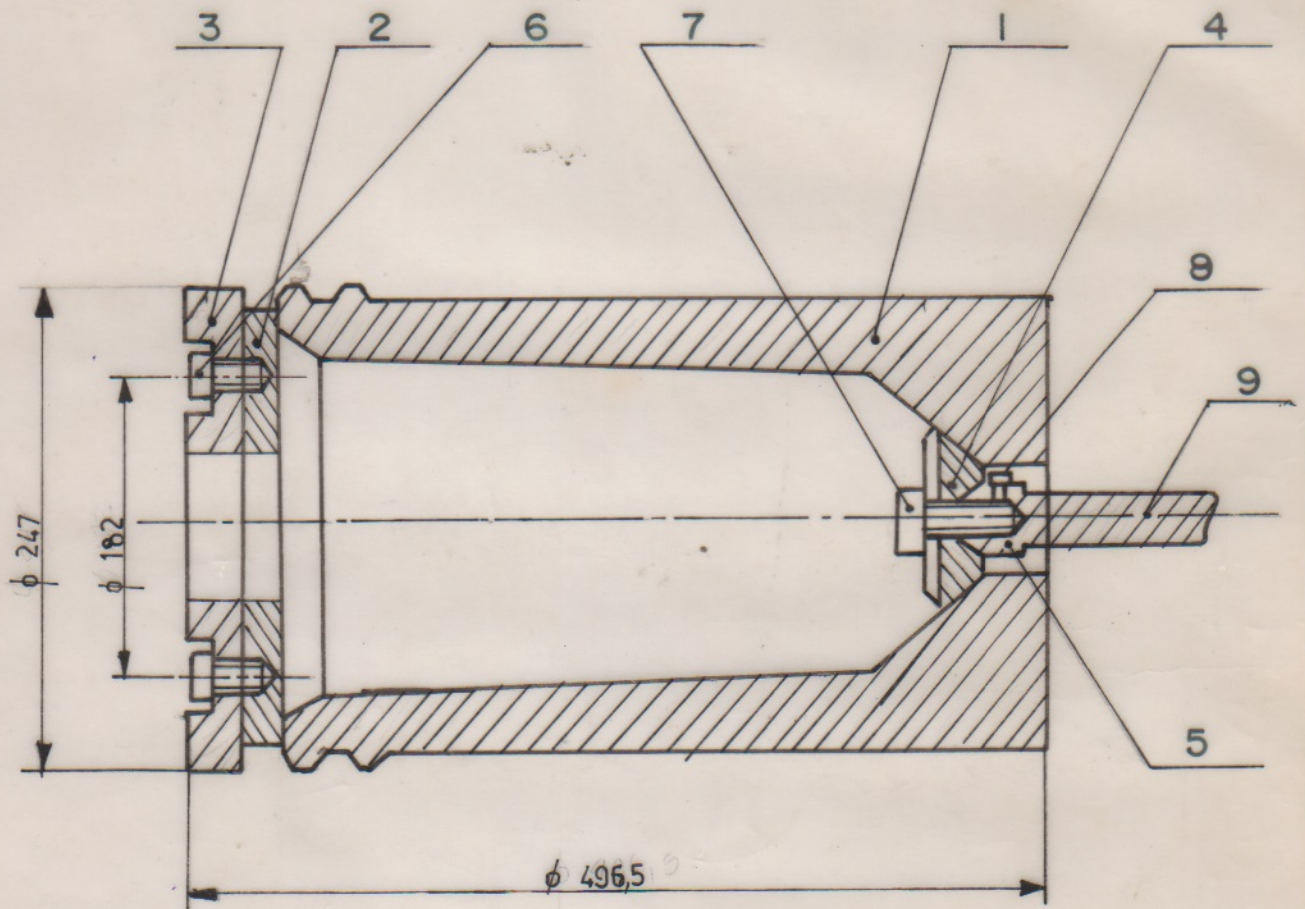
En el título del trabajo se plantearon la comparación entre semiproductos centrifugados y los semiproductos estáticos ( en moldes de arena) Esta comparación no se pudo realizar debido a que la empresa se encontraba enfrascada en la preparación del utillaje necesario para la fabricación del motor de 3 y 4 cilindros en líneas, por lo que no se contó con el tiempo necesario para poder fabricar la plantilla y la caja de machos para la obtención del semiproducto en arena .

BIBLIOGRAFIA

## BIBLIOGRAFIA .

- Titov, N. D; Stepanov, Yc. A. Tecnología del proceso de fundición - Moscú, Editorial, Mir, 1981.
- Malisher, A; Nikolaiev, G; Shuvalov, Y. Tecnología de los metales, - Moscú: Editorial Mir, Séptima Edición, 1985, 431 p.
- Documentación técnica Ctto, 0-61 1 y 360 - y 28.
- Rodríguez, O. Manual de dibujo aplicado Ciudad de La Habana. Editorial pueblo y Educación, 1986. Biedermán A " Tratado moderno de fundición - de Fe y del acero" Segunda edición . La Habana . Editora Ciencia y Técnica. Instituto del Libro, 1967.
- Cumberland, J. "Centrifugal Casting Techniques" The British Foundryman January 1963.
- Fundición práctica " España Foseco SA: Número especial de la Revista FO SECO". 1971.
- Janowal, J.F y R.B. Gunolach " Fundiciones grises Aleadas " U.S.A. Climax molybdenum Company, Arlington Heights. Illinois. Revista Fundición- Segunda etapa mayo - junio 1987.
- Salcines, C.M. " Tecnología de fundición Ciudad de La Habana. Editorial Pueblo y Educación 1985.

ANEXOS



**PLANO  
DE  
ENSAMBLE**

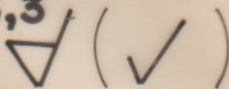
**EMP. PIEZAS DE  
REPUESTO\_SIME**

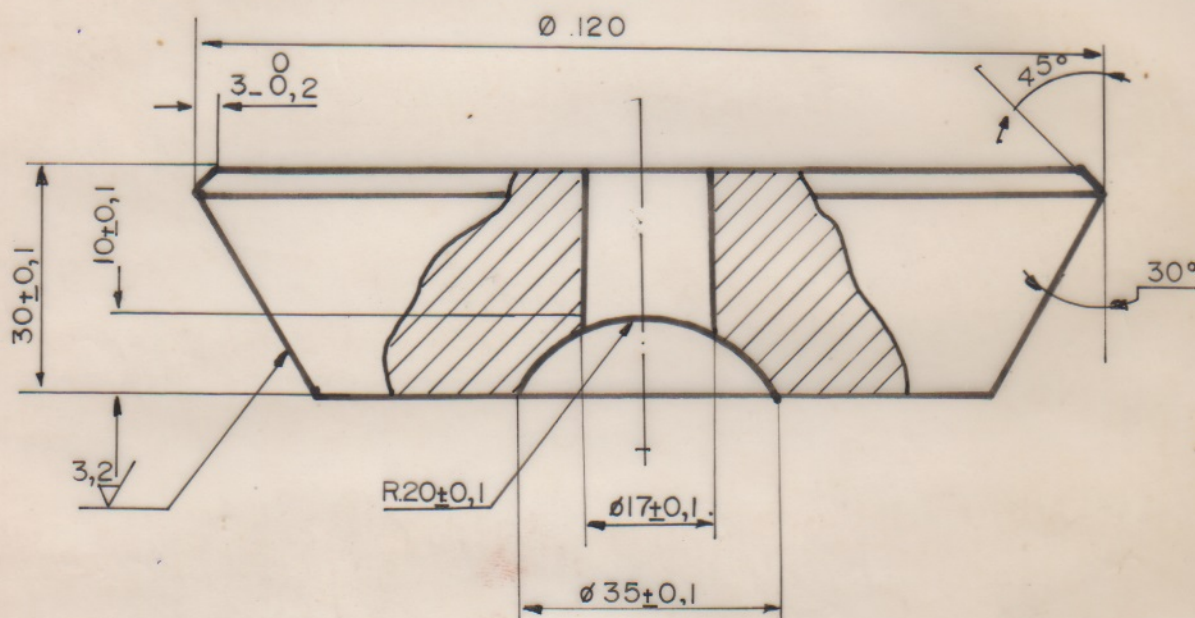
Etapas de Elaboración

| Mod.       | Cant. | No. Notif. | Firmas         | Fecha  |
|------------|-------|------------|----------------|--------|
| Dib.       |       | N. Fuente  | <i>W. León</i> | 280694 |
| Proy.      |       |            |                |        |
| Rev.       |       | J. León    | <i>León</i>    | 280694 |
| Cont. tec. |       |            |                |        |
| Cont. nor. |       |            |                |        |
| Aprob.     |       | J. León    | <i>León</i>    | 280694 |

| Masa | Escala | N. hojas | Cant. hoj. |
|------|--------|----------|------------|
|      | 1:1    |          |            |

38 055-00-00-00 PE

6,3  




1. DIMENSIONES NO TOLERADAS SEGUN NC. 16-33  
 2. ELIMINAR CANTOS VIVOS

## TAPON

PLANO DE PIEZA

## EMP. PIEZAS DE REQUERIDO. SIME

Etapas de Elaboración

| D.T. | Masa | Escala | No. Hjas | Cant. Hoj. |
|------|------|--------|----------|------------|
|      |      | 1:1    |          |            |

| Mod       | Cont | No. Notif | Firmas      | Fecha  |
|-----------|------|-----------|-------------|--------|
| Dib       |      | N. Fuente | <i>León</i> | 280694 |
| Proy.     |      |           |             |        |
| Rev.      |      | J. León   | <i>León</i> | 280694 |
| Cont. Tec |      |           |             |        |
| Cont. Nor |      |           |             |        |
| Aprob     |      | J. León   | <i>León</i> | 280694 |

Barra red. L.C.  
 Ø 75 Gost. 2590-74  
 Gdo. 40XHMA Gost. 45.43.74

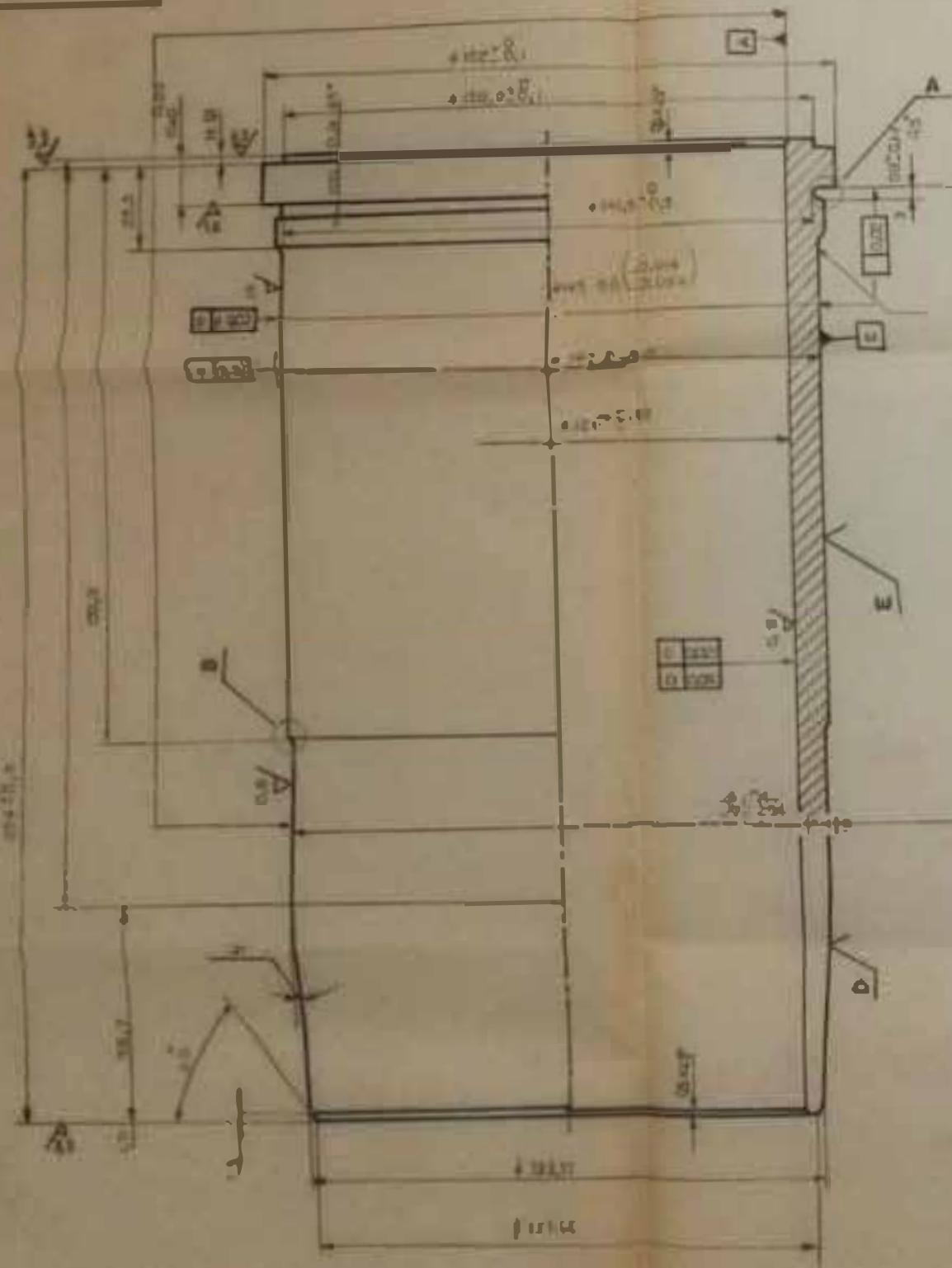
38055-00-00-04

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|

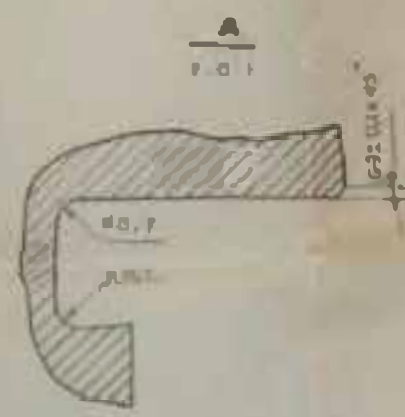
**ESPECIFICACI.  
ON. TECNICA**

38055 00 00 00





|      |      |      |
|------|------|------|
| 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| 0.02 | 0.02 | 0.02 |



|      |      |
|------|------|
| 0.02 | 0.02 |
| 0.02 | 0.02 |

|      |      |
|------|------|
| 0.02 | 0.02 |
| 0.02 | 0.02 |
| 0.02 | 0.02 |

1. Dimensiones en milímetros según el dibujo. No se deben usar fracciones de milímetro en las dimensiones. 2. Las piezas deben ser de acero al carbono. 3. Las piezas deben ser de acero al carbono. 4. Las piezas deben ser de acero al carbono. 5. Las piezas deben ser de acero al carbono. 6. Las piezas deben ser de acero al carbono. 7. Las piezas deben ser de acero al carbono. 8. Las piezas deben ser de acero al carbono. 9. Las piezas deben ser de acero al carbono. 10. Las piezas deben ser de acero al carbono.

| CANISA              |  |  |  | EMP. PIEZAS DE REPUESTO SINE |  |  |  |
|---------------------|--|--|--|------------------------------|--|--|--|
| PLANTILLA DE PIEZAS |  |  |  | Materiales                   |  |  |  |
| Materiales          |  |  |  | Materiales                   |  |  |  |
| Materiales          |  |  |  | Materiales                   |  |  |  |
| Materiales          |  |  |  | Materiales                   |  |  |  |
| Materiales          |  |  |  | Materiales                   |  |  |  |
| Materiales          |  |  |  | Materiales                   |  |  |  |
| Materiales          |  |  |  | Materiales                   |  |  |  |
| Materiales          |  |  |  | Materiales                   |  |  |  |
| Materiales          |  |  |  | Materiales                   |  |  |  |



