

I.S.M.M.  
MOA  
ESPECIALIDAD METALURGIA

TRABAJO DE DIPLOMA

DISEÑO Y TECNOLOGIA DE FUNDICION PARA UNA PIEZA DE MOTOR  
TAINO.

AUTORA: DAMARYS GALLARDO MARTINEZ.



TUTOR : JORGE LUIS LEON GONZALEZ.

1 9 9 4  
" AÑO 36 DE LA REVOLUCION "

Handwritten notes and stamps at the bottom right of the page, including a circular stamp and some illegible text.

DEDICATORIA.

Dedico este trabajo a mis padres, hermanos y familia en-  
general, que con amor y dedicación han contribuido a la-  
presentación de este trabajo.

## AGRADECIMIENTO.

Queremos patentizar nuestro profundo agradecimiento a to-  
dos aquellos que de una forma u otra han contribuido al-  
desarrollo exitoso de este trabajo, en especial al tutor  
sin la ayuda del cual no hubiese sido posible la realiza-  
ción del mismo.

Además al departamento de diseño y tecnología de la Fá-  
brica de Piezas de Repuesto "Alberto Sánchez Méndez", —  
que han ayudado a la culminación exitosa de este trabajo

## RESUMEN.

Este Trabajo de Diploma consiste en el diseño de un molde metálico para la fabricación de la pieza denominada cuerpo filtro de aceite. Este molde presenta planos de división vertical y el mismo va ensamblado en un equipo denominado banco coquillero de apertura horizontal universal, el cual permite el accionamiento de este molde.

Este molde metálico se elabora de hierro fundido y el diseño de los mismos se realizó teniendo en cuenta sus ventajas económicas y productivas, ya que con un solo molde se pueden obtener alrededor de 50 000 piezas, además de la elevada precisión y calidad de sus superficies.

6466

5/...

INDICE.

PAGINA.

Introducción.	1
Desarrollo.	4
I. Construcción de coquillas.	4
I.1 Moldes metálicos o coquillas por gravedad.	4
I.2 Machos de arena.	6
I.3 Expulsores o botadores.	9
I.4 Cálculo de la mazarota.	11
I.5 Sistema de alimentación. Cálculo.	13
II. Hornos e instalación del taller.	16
II.1 Los hornos.	16
II.2 Instalación del taller.	17
III. Práctica de moldeo en coquillas.	18
III.1 Precauciones en la fusión y extracción.	18
III.2 Temperatura del molde y temperatura de colada	19
III.3 El calentado de las coquillas.	19
III.4 Elucidados. Aplicación.	20
III.5 Recubrimientos especiales para coquillas.	23
III.6 Puesta a punto de las condiciones para la utilización de una coquilla.	25
IV. Tecnología de fusión del aluminio para fabricar la pieza.	25
IV.1 Aleación a producir.	25
IV.2 Composición química de los materiales.	27
IV.3 Orden de carga.	27
IV.4 Desgasificación y modificación del metal.	28
IV.5 Vertido.	31
IV.6 Controles necesarios que se le realizan al metal en una jornada.	31

INDICE.

PAGINA.

V. Valoración económica.	32
VI. Conclusiones.	33
Bibliografía.	34
Anexos.	35

## INTRODUCCION.

El progreso de la economía de nuestro país lo determina el desarrollo en la fabricación de maquinarias. Es sumamente elevada la producción de piezas fundidas, ya que casi todas las maquinarias y equipos tienen piezas obtenidas por fundición.

No hay ramas de la construcción de maquinarias, la industria y en la construcción donde no se utilicen las piezas fundidas.

La fundición es uno de los métodos más viejos utilizados que datan desde la antigüedad para producir artículos de metal, inicialmente de cobre y bronce, luego de hierro colado y más tarde de acero y otras aleaciones.

El rápido desarrollo de la economía del país plantea ante la producción de piezas fundidas el problema de la satisfacción de las demandas de diferentes ramas de la industria en piezas fundidas y la elevación constante de su producción.

Los principales procesos en la producción de moldes son la fusión del metal, la elaboración de moldes, el llenado de metal y el enfriamiento del mismo, el desmolde, la fabricación de machos, la limpieza, el desbarbado, el tratamiento térmico y el control de la calidad de las molduras.

En la fábrica de Piezas de Repuesto "Comandante Alberto-Sánchez" de la Provincia Pinar del Río existe un taller de fundición, donde se fabrican por el método de moldes en arena algunas piezas del motor Taino, sin embargo se-

2/...

decidió llevar a cabo el diseño de las coquillas, ya que en este Taller existe un equipo denominado Banco Coquillero, el cual permite el accionamiento de estos moldes, en la actualidad se están fabricando piezas obtenidas a partir de coquillas importadas de España o que fueron diseñadas y construidas en la fábrica.

El principal aspecto en el cual nos basamos para llevar a cabo el diseño de estos moldes metálicos es referente a las ventajas económicas y productivas comparado con el moldeo en arena, ya que en el moldeo en coquilla se permite obtener piezas de elevada precisión y calidad superficial, con la ventaja de que en un mismo molde se llena de metal desde varias centenas hasta unas cuantas decenas de miles de veces, todo lo contrario ocurre en el moldeo en arena, el cual debe ser destruido una vez obtenida la pieza, lo que origina una menor productividad y peor calidad en la estructura y superficie de la pieza.

Los moldes metálicos en estos momentos se fabrican en dos talleres de la fábrica, que son:

- Taller de producción de hierro.
- Taller de Herramental.

En nuestra provincia no se ha tenido conocimientos de que existieron antecedentes de fabricación de moldes metálicos para colada de metales no ferrosos, no obstante este trabajo se acometió por parte de tecnólogos, diseñadores y obreros del grupo de tecnología de fundición ante la imposibilidad de su compra total en el extranjero debido a la menor cantidad de piezas de aluminio fabricadas en molde de arena y a la menor productividad de este método.

3/...

La fabricación de estos moldes hasta el momento no se ha podido realizar en talleres especializados para este tipo de trabajo, ya que no existen máquinas, dispositivos, específicos y equipos tecnológicos para su fabricación, realizándose el mismo en el taller de herramental con máquinas herramientas convencionales y en otros casos de forma manual.

DESARROLLO.

## I. Construcción de coquillas.

La fundición en coquillas es uno de los procesos para obtener piezas de elevada precisión y calidad, a diferencia de los moldes en arena, que se destruyen después de obtenerse la pieza, en un mismo molde metálico pueden obtenerse 40 000 piezas sin ajustes importantes.

La huella de la coquilla hay que elaborarla con gran precisión y gran acabado, por eso las piezas que se obtienen tienen gran precisión y una superficie casi perfecta. La conductividad térmica del molde acelera considerablemente la solidificación y enfriamiento de la pieza que influye favorablemente en sus propiedades mecánicas.

Este tipo de producción es factible para series grandes, ya que con una sola coquilla se pueden obtener gran cantidad de piezas, por lo que no es recomendable para pequeñas producciones debido al elevado costo de producción de la coquilla.

## I.1. Moldes metálicos o Coquillas por gravedad.

El material escogido para la fabricación de la coquilla fue una fundición gris de buena calidad de estructura perlítica, de grado fino y compacto cuya composición química es la siguiente:

- Carbono. .... 3,2 %
- Silicio. .... 1,5 a 2,8 %
- Manganeso. .... 0,7 a 0,9 %
- Fósforo. .... 0,3 %
- Azufre. .... menor que 0,1 %.

5/...

A este semiproducto se le aplica tratamiento térmico, el cual consiste en un recocido de estabilización, el calentamiento será lento a una velocidad de 75 a 100°c/h, la temperatura de calentamiento fluctúa de 500 a 700°c/h -- hasta 200°c, esto se hace para evitar nuevas tensiones térmicas.

El objetivo principal al aplicar este tratamiento térmico es eliminar tensiones internas que puedan provocar defectos y deformaciones en el molde.

El hierro fundido tiene sobre el acero las ventajas de ser menos factible al deterioro producto del ataque del aluminio líquido si falta el recubrimiento y de tener menos tendencia a deformarse de forma permanente por efecto de repetidos calentamientos.

Uno de los elementos más importantes para todo el proceso de diseño es el banco coquillero (equipo en el cual se accionan las coquillas. Figura 1.

Una vez que se tiene todo el conjunto ensamblado la coquilla móvil tiene una altura menor que la fija producto que la misma va acoplada con tornillos a un dispositivo diseñado en esta fábrica, los que una vez que se acciona el banco se desplazan sobre dos reglas cuya altura desde la bancada del banco hasta la coquilla móvil es de 40 mm El acoplamiento o centrado entre coquillas se logra a partir de tres pines que permiten una correcta unión.

El centrado entre las coquillas y el banco de accionamiento de las mismas se realiza para las coquillas móvil por medio de tornillos y para la coquilla fija está unida al soporte por medio de espárragos y separadores.

6/...

La pieza fue colocada en el molde de forma tal que cuando se vierta el metal líquido éste llene toda la cavidad del molde sin ningún problema.

Para el diseño de la huella en la coquilla se le dió un espesor de maquinado de tres milímetros a partir de los límites máximos de la pieza y se le adicionó un 1,25 % debido a la contracción del material. La inclinación que se tomó para la salida del semiproducto del molde fue de 45 <sup>5</sup> - según la tabla # 5.

Después de realizados dichos cálculos se obtuvo como resultado las dimensiones de la coquilla fija y móvil que aparecen en el anexo.

#### I.2. Machos de arena.

En este caso emplearemos machos de arena, ya que el diseño del vaciado de la pieza hace imposible el empleo de machos metálicos además de que la despulla no se realiza en la superficie interna y buscando principalmente evitar las grietas. Considerando que los machos de arena, tienen menor precisión que los metálicos se toman ciertas precauciones, los gases que se desprenden del interior del macho en el momento del llenado deben evacuarse fácilmente fuera del molde por el macho, sin atravesar el metal líquido, dejar una chimenea en el macho, la cual debe desembocar en una abertura que comunique con el aire libre, esto evita que los granos de arena se suelten y que den en el molde. Los machos deben estar lo suficientemente sujetos en sus portadas para que no se muevan bajo el empuje del líquido. Estos machos tienen el inconveniente de aca-

Preparar diferencias de enfriamiento entre las casas de la pieza, lo que puede perjudicarla, no obstante, el empleo de tales machos permite ampliar las aplicaciones del moldeo en coquilla, aumentándose las posibilidades de éxitos con las aleaciones que son sensibles a la formación de grietas.

En este caso utilizaremos mezclas con vidrio líquido proce-CO<sub>2</sub>, ya que el método presenta:

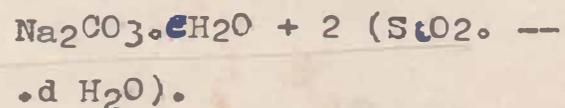
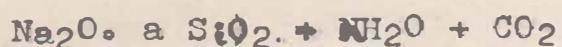
- a) El proceso de obtención de moldes y machos es rápido.- la duración total, desde la compactación de la mezcla hasta el soplado con CO<sub>2</sub> y la consiguiente obtención del molde y el macho endurecido y listo para su utilización, es del orden de minutos.
- b) El equipamiento necesario para poner en operación el proceso sencillo y barato. Las cajas de machos pueden ser de cualquier material (madera, metal, etc.).
- c) Se obtienen piezas fundidas con una adecuada exactitud dimensional y buen acabado superficial.
- d) El silicato de sodio (vidrio líquido) se obtiene a bajo costo de producción, no es tóxico, no desprende olores desagradables ni contamina el ambiente.
- e) Todo el ciclo de producción de moldes y machos se puede efectuar en un solo puesto de trabajo, reduciéndose así el ciclo de tiempo de todo el proceso de producción de la pieza fundida.
- f) La vida de banco de las mezclas es alta y no constituye una limitante a la mecanización del proceso.

g) Elimina el estufado y en el caso particular de los machos, éstos son extraídos de la caja ya endurecidos, - por lo que pueden hacerse integrales y más sencillos, - o las pérdidas por transportación y extracción son mínimas.

El vidrio líquido o silicato de sodio se obtiene mediante la fusión de soda-ash y arena de sílice, en una proporción de 1 parte de  $\text{Na}_2\text{O}$  y 3,22 partes en peso de arena. El producto ya solidificado, es posteriormente disuelto en agua por calor y presión hasta obtener el llamado vidrio-líquido. A partir de esta sustancia y añadiendo hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ ) se puede disminuir la relación  $\text{S}:\text{O}:\text{Na}_2\text{O}$  - variando las características del compuesto. Esta relación conocida como módulo del vidrio líquido es importante en la solución, ya que define características tecnológicas - del aglutinante.

El mecanismo de endurecimiento de la mezcla sencillo. El vidrio líquido es mezclado con la arena de moldeo y por lo general, con la adición de cierta cantidad de arcilla y otros aditivos. Con la mezcla obtenida se procede a la elaboración del macho. Después de terminada la operación de moldeo y a través de orificios realizados al efecto sobre la superficie del molde, se procede a soplar gas carbónico ( $\text{CO}_2$ ) a través de la mezcla que contiene vidrio líquido provoca una reacción química que ocasiona el endurecimiento del sistema.

La reacción química;



9/...

La esencia del proceso de endurecimiento es la siguiente: En la solución del vidrio líquido (metaestable) se origina una precipitación del  $\text{SiO}_2$  en formas de sólido, siempre que se produzca la eliminación parcial tanto del  $\text{Na}_2\text{O}$  como del agua. En el caso de soplar la mezcla con  $\text{CO}_2$ , la eliminación del agua se produce por un proceso químico en el cual ésta aparece formando parte de una estructura resistente de  $\text{SiO}_2$ , conocida como gel de ácido silícico. Al mismo tiempo, el  $\text{Na}_2\text{O}$  reacciona con el  $\text{CO}_2$  y precipita, a su vez la formación del gel. El vidrio líquido tiene una alta adhesividad al grano de cuarzo y, después del mezclado, forma una película aglutinante alrededor de éste. Después de soplada la mezcla con  $\text{CO}_2$ , la película experimenta un proceso de gelación que la transforma en una estructura resistente que une fuertemente los granos entre sí, y en cuyos espacios reticulares queda atrapada parte del  $\text{H}_2\text{O}$  del vidrio líquido original. La reacción puede ser incompleta, ya que se basa sobre un proceso de difusión de un gas a través de una masa porosa. Por ello, el endurecimiento de la mezcla, después que se ha dejado de soplar el  $\text{CO}_2$  puede continuar, aunque muy lentamente, mediante reacción con el  $\text{CO}_2$  de la atmósfera o por simple deshidratación. Un efecto similar se obtiene, aunque con mayor resistencia final, si en lugar de soplar  $\text{CO}_2$ , la mezcla es calentada alrededor de  $100 - 220^\circ\text{C}$ .

### I.3. Expulsores o Botadores.

Para el diseño de las piezas en coquillas siempre se debe tener en cuenta que la parte más incómoda o de mayor complejidad dado el punto de vista de configuración o de me-

10/...

nor ángulo de salida esté en la coquilla fija para después lograr la expulsión de la pieza con ayuda de la placa expulsora (placa portapernos) en caso de no ser así se deben utilizar trampas en las mazavotas o en los sistemas de alimentación para lograr este objetivo.

En las coquillas se facilita la extracción con una placa expulsora constituida por un conjunto de pernos paralelos entre sí que atraviesan parte del molde.

Estos pernos forman un solo cuerpo con un plato expulsor del molde. Cuando la coquilla está cerrada, la extremidad de cada perno forma parte de la superficie de impresión. En el desmoldeo, el plato portapernos o placa expulsora al acercarse al molde realiza la expulsión.

Debido a que esta pieza necesita mucha responsabilidad para realizar el trabajo. Los expulsores se realizaron de aceros termoresistentes, ya que los mismos intervienen directamente en el proceso de fundición de la pieza, el material específico escogido fue 5XHM. Tanto el material de la placa como el de los expulsores se escogió debido a que éstos son los que recibe la fábrica.

La placa expulsora se fabrica de planchas de acero CT 3, ya que ésta no va a estar en contacto con el calor y su única función es la de sostener y servir de base a las expulsas (pernos).

El expulsor de la mazavota debe mantener su posición, sin girar alrededor de su eje, ya que provocaría un deterioro en el extremo del mismo debido al ángulo de inclinación que presenta.

11/...

Para lograr que no exista esta rotación se realizó un agujero en la cabeza del expulsor y en la placa expulsora y se colocó un pequeño pasador que garantiza lo que necesitamos.

La longitud de los expulsores se determinó en dependencia de los datos por el fabricante, donde el mismo plantea que la distancia máxima que debe existir desde la línea divisora vertical de las coquillas hacia la placa expulsora es de 197,9 mm. a esta medida se le sustrae la longitud en profundidad de la huella que presenta la coquilla fija y por el lugar donde se va a colocar el expulsor o botador y así se obtiene la verdadera longitud del expulsor que necesitamos.

#### I.4. Cálculo de las mazarotas.

Se traza el mayor círculo inscripto posible en la sección que se desea alimentar, dentro de este círculo estará el nudo térmico de la pieza.

El mayor círculo inscripto es de diámetro 40 mm para la mazarota mayor, en la fundición de coquillas a este valor se le adiciona el 33 %.

$$40 + 33 \% = 53,2 \text{ mm} = 54$$

$$Do = SP = 54 \text{ mm.}$$

*Como es posible  
se suma mm + 30*

A partir del ancho SP es necesario prolongar hacia arriba para obtener una altura h que será el espesor a través del cual se producirá el corte de la mazarota, (SPxh) serán las dimensiones del cuello de la mazarota, el valor h (altura de la sobremedida) se determina en función del ancho o diámetro por la tabla 4.

12/...

$$D_o = SP = 54 \text{ mm}$$

$$\text{por tanto } h = 5 \text{ mm}$$

- A partir de  $h$  se trazan dos líneas inclinadas a  $45^\circ$  con respecto a la horizontal.

- Entre las líneas inclinadas a  $45^\circ$  y el cuello de la maza rota se toma un radio de curvatura  $r = 20 \text{ mm}$ .

$$D_m = (1,05 - 1,1) D_o$$

$$D_m = 1,1 \times 54$$

$$D_m = 59,4 = 60$$

- Conociendo el valor de  $D_m$  se lleva dicha dimensión hasta cortar las líneas inclinadas a  $45^\circ$ .

- A partir del punto de unión de  $D_m$  con las líneas inclinadas a  $45^\circ$  se levanta una vertical (que a partir de  $h$  es una altura  $H_m$ ).

$H_m$  = Altura de la mazarota medida a partir del cuello de la mazarota.

$$H_m = (1,5 - 2,0) D_m$$

$$H_m = 2.60$$

$$H_m = 120 \text{ mm}$$

Para la mazarota pequeña es el mismo procedimiento.

El círculo inscripto tiene diámetro:  $13 \text{ mm}$ .

$$13 + 33\% = 17,29 \text{ mm} = 18 \text{ mm}$$

$$D_o = SP = 18 \text{ mm}$$

por tanto:

$$h = 4 \text{ mm}$$

Diámetro superior de la mazarota:

$$D_m = (1,05 - 1,1) D_o$$

$$= 1,1 \cdot 18 \text{ mm}$$

$$= 19,8 = 20 \text{ mm}$$

13/...

Altura de la mazarota:

$$H_m = (1,5 - 2,0) D_m$$

$$= 2,20 \text{ mm}$$

$$= 40 \text{ mm}$$

#### I.5. Sistema de alimentación.

En la elaboración de una concepción correcta para la ubicación del sistema de alimentación se tienen en cuenta dos factores principales:

- Llenado sin turbulencia, evitando las inclusiones de aire, de alúmina o las porosidades con óxidos.
- Solidificación progresiva sin que falte el metal en las reservas contiguas a la pieza y destinadas a alimentarlas.

El éxito de un molde depende en gran parte de la elección de la posición en la cual se cuela la pieza y de la elección de los emplazamientos y de los trazados de los canales de colado. En este caso y atendiendo a lo anteriormente expuesto hemos decidido que la entrada del metal sea por la parte inferior, aunque ésta sea una forma poco útil en este tipo de moldeo en coquilla, pero con el objetivo de garantizar su ventaja principal de permitir un llenado tranquilo y evitando inclusiones no metálicas generalmente y además ya que éste es utilizado cuando existen machos de arena y piezas de poca altura y poco espesor que se pueden unir para tener un único sistema de alimentación.

#### Cálculo.

La sección de los alimentadores se calcula en la forma si-

14/...

guiente:

$$F_a = \frac{G}{T_{vk}} \quad (\text{cm}^2)$$

G: Peso del metal líquido que pasa por el sistema de alimentación en kg.

T<sub>v</sub>: Tiempo de vertido en (s).

K : Velocidad específica de vertido en (kg/cm<sup>2</sup>seg).

Se calculó el peso de la pieza en dependencia de su volumen (v) y densidad (d).

$$d = 2,7 \text{ kg/dm}^3$$

y el volumen total de la pieza lo determinamos sumando los volúmenes de las diferentes conformaciones de la pieza al ser ésta muy compleja siendo igual a:

$$v_t = 0,3157 \text{ dm}^3$$

$$\begin{aligned} G &= v \times d && \text{dm}^3 \cdot \text{kg/dm}^3 \\ &= 0,3157 \times 2,7 \\ &= 0,8524 \text{ kg} \end{aligned}$$

Calculamos el tiempo de vertido según Jander, el cual ha propuesto una simple regla para la elección de este tiempo de llenado donde el tiempo óptimo t para un moldeo inferior a 10 kg sin comprender las cañas de colado depende de la aleación colada, del modo de acceso y sobre todo del menor espesor e de pared de la pieza. En la tabla siguiente t es tá medida en segundos y e en milímetros.

<u>Modo de acceso.</u>	<u>Caso de Al-Mg</u>	<u>Caso de Al - Si</u> <u>de Al - Si - Cu</u>
Para la inferior.	t = e-2	t = e - 1
Para el costado.	t = e-1	t = e
Por la parte superior	t = e	t = e + 1

15/...

El espesor mínimo de la pieza es 5 mm, siendo <sup>el</sup> sistema de alimentación por la parte inferior.

$$t = e - 1$$

$$t = 5 - 1$$

$$t = 4 \text{ mm}$$

El valor de la velocidad específica de vertido  $k$  se determina de acuerdo con la densidad relativa de la pieza  $k_v$  en  $\text{kg/dm}^3$ .

$$K_v = G/V_e$$

$V_e$  = Volúmen espacial de la pieza en  $\text{dm}^3$ .

$$V_e = L \times a \times h \quad l = \text{largo. ?}$$

$$L = 1,96 \text{ dm} \quad a = \text{ancho ?}$$

$$a = 0,84 \text{ dm} \quad h = \text{altura. ?}$$

$$h = 1,96 \text{ dm}$$

$$V_e = 1,96 \times 0,84 \times 1,96$$

$$V_e = 3,227 \text{ dm}^3$$

$$k_v = 0,8524/3,227 \text{ (kg/dm}^3\text{)}.$$

$$k_v = 0,264 \text{ kg/dm}^3$$

El valor de  $K$  se escoge de la tabla 2.

$$K = 0,20 \text{ kg/cm}^2\text{seg.}$$

Sustituyendo los valores de la fórmula

$$F_a = \frac{G}{V_e K} \quad \frac{\text{kg}}{\text{kg/cm}^2 \text{ seg}}$$

$$= \frac{0,85}{4 \cdot 0,20}$$

$$= 1,0625 \text{ cm}^2$$

Las dimensiones del alimentador según la tabla # 3.

$$h = 5 \text{ mm}$$

$$1,65 \text{ mm}$$

$$6,65 \text{ mm}$$



16/...

$$a = 21 \text{ mm} \qquad 6,93 \text{ mm} \qquad 27,93 \text{ mm}$$

$$b = 19 \text{ mm} \qquad 6,27 \text{ mm} \qquad 25,27 \text{ mm}$$

La relación  $F_a: F_{ae}: F_d = 1:2:3$

$F_t =$  Area del tragadero.

$$\begin{aligned} F_t &= F_a \cdot 2 \cdot 3 \\ &= 1,0625 \cdot 2 \cdot 3 = 6,375 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Diámetro interior del tragadero.

$$\begin{aligned} D_{it} &= 4 F_t / \\ &= 4 \cdot 6,375 / 3,14 \\ &= 2,8497 \text{ cm} \end{aligned}$$

Para la coquilla se le adiciona el 33 %.

$$33 \% = 0,94 \text{ cm}$$

sumando el 33 % al  $D_{it}$

$$D_{itR} = 3,79 \text{ cm}$$

Para el cuello del tragadero se le adiciona el 33 % del diámetro inferior.

$$33 \% = 1,2507 \text{ cm.}$$

por tanto el diámetro interior de la parte superior es igual a 4,740153 cm.

II. Hornos de la instalación del taller.

II.1. Los Hornos.

La fusión del metal se realiza en una batería de hornos desferretizados en los cuales se prepara la aleación a utilizar (para esta pieza L 2620), así como garantiza la fusión del metal y su recalentamiento hasta  $760^{\circ}\text{C}$ . Después este me

17/...

tal se evacúa de estos hornos y se deposita en los hornos de mantenimiento, donde posteriormente se realizan las operaciones metalúrgicas correspondientes como son; desgasificación y modificación del metal, la desgarificación se realiza cuando el metal comienza a disminuir la temperatura -- por debajo de  $760^{\circ}\text{C}$ , introduciendo desgaser 190 con la ayuda de una campana, la modificación se realiza a  $720^{\circ}\text{C}$ , introduciendo sodio metálico ( cápsulas de NAVAC 50 ó 25) también con ayuda de una campana y después esperar un tiempo de reposo del metal de 5 a 8 minutos y limpiar toda la escoria nos queda el metal listo para vertir en los moldes o en la coquilla.

Los hornos de desferretizado son de 320 kg a plena capacidad cada uno, existen 3 en el taller, los hornos de mantenimiento son de 130 kg de capacidad los de la coquilla, existen 2 y son fijos, además existen 3 hornos vasculantes de mantenimiento con capacidad de 300 kg de metal cada uno, que se -- utilizan para el moldeo en arena, todos estos hornos no se -- trabajan simultáneamente, su funcionamiento está en dependencia de la producción diaria, o sea, de la cantidad de metal que se necesite fundir al día.

## II-2 Instalación del taller.

Un taller de moldeo en coquilla comprende habitualmente:

- Los hornos de fusión agrupados aparte.
- Los hornos de mantenimiento, repartidos en todo el taller.
- Cerca de los hornos de mantenimiento, los moldes.

Alrededor de cada molde se encuentran:

- Una caja para el enfriamiento de los machos.
- Una mesa en donde los obreros colocan sus útiles y los machos sacados de la coquilla.
- Inyectores de aire comprimido que sirven para inyectar -- aire al molde antes de cada cierre, enfriando y revistiendo ciertas partes.
- Una toma de gas con varias llaves para el calentado de la coquilla.

### III. Práctica del moldeo en coquilla.

#### III.1. Precauciones en la fusión y extracción.

- El baño debe ser desoxidado en el horno de mantenimiento.
- Para ciertas aleaciones, se debe efectuar una operación -- de afiro en el horno de mantenimiento.
- Una temperatura de colada constante es indispensable, de ahí, la necesidad de una buena regulación de la temperatura en el horno de mantenimiento y de buena pirometría.
- La superficie del baño debe ser a veces desescoriada. Se debe evitar el volver a vertir al horno el excedente de -- las cucharas.
- Las cucharas deben estar revestidas y mantenidas limpias, cuando se extrae el metal, se procura que su pico de colada no se ensucie con la costra de alúmina, la cual podría ser arrastrada al molde.
- Si el baño está parcialmente recubierto de un fundente -- protector se debe evitar el arrastre de inclusiones de fundente en el molde.

19/...

Las inclusiones duras que a veces hacen difícil la mecanización, mellando los útiles, están constituidos por variedades de alúmina o de óxidos más complejos. Estos granos pueden existir en los lingotes de ciertos lotes de metal de segunda fusión, pero los puede formar el fundidor si no observa ciertas precauciones, tales como: quitar los crisoles cuando están vacíos, la escoria pegada a las paredes o sobre el fondo, evitar los sobrecalentamientos, utilizar fundentes desoxidantes.

Estos granos son generalmente, más pesados que el baño, en el horno de mantenimiento se aconseja dejar reposar el baño algunos minutos después de remover el metal y no vertir a los moldes el fondo del crisol.

No raspar los crisoles en el curso de la extracción.

III-2- Temperatura del molde y temperatura de colada.

Por regla general se debe colocar un metal frío en un molde caliente. Una temperatura suficientemente elevada del molde permite reducir los riesgos de las grietas, porque reduce la contracción de la pieza en el interior de la coquilla. La temperatura conveniente es alrededor de 350 -400°C. Se sobrepasan los 450°C para las eleaciones sensibles a grietas,

La mayor parte de las piezas se cueñan con un metal entre 700 -750°C.

III-3- Calentado en las coquillas.

Antes-de la puesta en marcha de la colada, las diferentes -

partes del molde son calentadas, bien fuera de su posición-e de trabajo (sobre el borde del horno donde reposa el metal, o incluso en un horno cerrado), o bien en su sitio preferen-temente por medio de quemadores de gas.

Es en el período de precalentamiento cuando se aplican los-enlucidos, a una temperatura de  $150^{\circ}\text{C}$ . Una vez comenzada la colada la mayoría de los moldes no necesitan calentamiento-si el ritmo de llenado es apropiado. Toman una temperatura-régimen que permiten la consecución de las piezas. En caso-necesario el molde puede ser colorifugado algunos moldes tie-nen necesidad de un calentamiento continuo. Se utilizan que-madores de gas convenientemente orientados y fijados sobre-el molde o sobre la mesa que lo soporta.

Las coquillas en cajón están particularmente adaptadas para el calentamiento permanente.

El gas de ciudad es de una gran comodidad para el calenta-miento de las coquillas. En su defecto se recurre al propano

El calentamiento preferencial de algunas zonas puede ser --útil, por ejemplo, en las mazarotas o para equilibrar la tem-peratura del molde se controlan las temperaturas por medio-de lápices termoindicadores, o mejor aún, por medio de un -parámetro de contacto.

#### III-4. Enlucidos. Aplicación.

Los enlucidos sirven para recubrir las superficies destina-das a estar en contacto con el metal líquido. Cumplen va-rios fines:

- Proteger la coquilla contra la acción del aluminio (poco-

sensible sobre las partes de fundición).

- Facilitan el desplazamiento del metal líquido, así como -- el desmoldeo de la pieza.
- Permiten actuar contra la intensidad de los cambios térmicos de la pieza y el molde.

Enlucidos buenos conductores: Se obtienen deluyendo en agua destilada o de lluvia grafito color dal.

Estos enlucidos son tanto mejor conductores cuanto más delgada es la capa y más puro es el grafito.

Enlucidos malos conductores: Contienen polvos como el yeso-molido (blanco españa), caelín, talco, el acre, el polvo de amianto o de mica, éstos polvos se disuelven en agua con -- adiciones de silicatos de sosa.

Ejemplo de enlucidos malos conductores:

1. Blanco ~~de~~ españa. .... 2 a 2,5 kg.  
Silicato de sosa. .... 0,4 l  
Agua. .... 10 l.
2. Talco. .... 0,65 kg  
Ocre. .... 0,35 kg  
Silicato de sosa. .... 0,2 l  
Agua. .... 10 l.

La elección de los enlucidos y su modo de aplicación tie--nen una influencia importante sobre la consecución de las pepiezas. He aquí algunos principios.

El fundidor debe saber jugar con la naturaleza y el espesor de los enlucidos para hacer variar la intensidad de los canbios térmicos de un punto a otro. Por ejemplo, aplicar so--

22/...

bre las cavidades del molde de colada y las mazarotas capas muy aislantes.

Para las aleaciones sensibles a grietas y particularmente en caso de piezas delgadas es preferible un enlucido mal conductor.

Un enlucido mal conductor permite disminuir la temperatura de colada.

Los enlucidos a base de grafito son apropiados para las aleaciones eutécticas, poco sensibles a grietas, para las que el conveniente que una corteza sólida y continua se forme rápidamente al contacto con el molde.

Los enlucidos rugosos dan superficies más graníticas que los enlucidos lisos, pero son más aislantes, además, evitan algunos defectos de superficies.

La irregularidad de una capa de enlucido perjudica la precisión y al aspecto de lápida y puede producir equedades locales en las partes en las que el exceso de aislante retarda la solidificación.

Se busca una buena adherencia con el fin de espaciar las construcciones.

#### Aplicación de los enlucidos:

Antes de aplicar un enlucido sobre un molde nuevo éste debe estar perfectamente desengrasado y también arenado.

Si el molde ha sido usado y se ha enreñecido en el almacén, se elimina el óxido con virutas o con cualquier otro medio que desgaste poco el molde (vapor espeso por ejemplo).

El enlucido puede ser aplicado bien por pulverización con

23/...

inyector o pistola o bien por medio de un pincel.

Estas aplicaciones exigen una temperatura conveniente en la superficie (150° aproximadamente).

Varias capas finas sucesivas (cada pasada después de haberse secado la presente) se mantienen mejor que una capa espesa.

En los netques locales preferible usar el pincel para aplicarlo.

Antes de hacer un nuevo enlucido, se debe eliminar con cuidado la antigua capa, mediante medios que desgasten poco el molde.

Pulverización de talco: Se facilita el desplazamiento del metal durante el llenado, así como el desmoldeo de las piezas, proyectando contra la cavidad del molde, antes del cierre, una nube de talco que se produce agitando un saquito o por medio de una pistola.

#### II-5. Recubrimientos especiales para coquillas.

Además de los enlucidos anteriormente expuestos existen en el mercado internacional recubrimiento para coquillas, los cuales se pueden comprar y utilizar para los distintos tipos de piezas y espesores de pared, éstos pueden ser aislantes, semiconductores, conductores, los cuales se utilizan combinados de acuerdo a la complejidad y configuración para obtener buenas piezas.

#### Modo de empleo.

Los Dycotes se aplicarán preferiblemente con pistolas de aire a una presión 700 grs/cm<sup>2</sup> (máximo 1 kg/cm<sup>2</sup>). Se preferirán las pistolas alimentadas por gravedad y con suministro de aire regulable.

24/...

1. Limpiar cuidadosamente la coquilla con un cepillo o chorro de arena no abrasivo.
2. Calentarla por medio de una llama muy bien graduada para evitar depositaciones carbonosas.
3. Comprobar la temperatura. Deberá estar comprendida entre  $120^{\circ}$  y  $150^{\circ}\text{c}$ . Usar un pirómetro de contacto o los lápices Thermochrom.
4. Señalar las zonas que deberán revertirse con una u otra clase de recubrimiento. Aplíquese el Dycote pulverizándolo a escasa distancia, solo a algunos centímetros.

De esta manera no se recubren más que unos centímetros cuadrados y se desviará la pistola a fin de que la mancha más oscura del centro de la zona vaciada se vaya paulatinamente.

Recomendaciones importantes:

1. Todas las ventajas de los Dycotes se obtendrán, utilizándolos como se ha indicado más arriba.
2. Si la coquilla está demasiado fría, se forma un sobreespesor de recubrimiento que no resistirá al uso de muchas coladas.

Si la coquilla está demasiado caliente, el recubrimiento formará unas escamas que provocarán que la pieza sea dudosa.

3. Remover enérgicamente siempre los contenidos de los envases antes de su uso.

En los talleres de la empresa y para la pieza a la cual está dedicada este trabajo se utiliza el dycote 140 para mazas rotas y sistema de alimentación y el dycote 11 para la hue-

25/...

lla de la pieza, ya que no existen reglas concretas que permitan determinar con precisión la elección del Dycote apropiado, esta elección se realiza con el fin de asegurar una perfecta dirección de la solidificación y tratando de asegurar la producción de piezas sanas.

III-6- Puesta a punto de las condiciones para la utilización de una coquilla.

Cuando se ensaya una coquilla el fundidor debe determinar las mejores condiciones de utilización.

- Temperatura de colada.
- Temperatura de la coquilla (preferentemente con un pirómetro de contacto).
- Orden y ritmo de las operaciones de desarrollo.
- Velocidad de llenado y de volteo y eventual elección de los orificios de llenado.
- Enfriamiento de los machos.
- Elección de los enlucidos.

En el curso de esta puesta a punto, a veces laboriosa, se puede ver uno obligado a verificar ciertos retoques en el molde: Creación de nuevas salidas de aire y el ensanchamiento de las mazarotas o de las entradas.

IV- Tecnología de fusión del aluminio para fabricar la pieza. La tecnología está concebida para la puesta en marcha en hornos de desferretizado de cámara y hornos de mantenimiento de petróleo de 300 kg basculantes y 130 kg fijos.

IV-1. Aleación a producir.

El tipo de aluminio a utilizar en la fundición de la pieza-

26/...

será según la norma española (UNE-38262) del grupo Al-Si.

Designación numérica:

Al - 6 S;4 cu      UNE 38262

Composición química:

Si: 5,0 - 7,0 %

Fe: 1,3 % máx.

Cu: 3,0 - 5,0 %

Mn: 0,2 - 0,6 %

Mg: 0,1 - 0,3 %

Ni: 0,3 % máx.

Zn: 2,0 % máx.

Ti: 0,2 % máx.

Pb: 0,2 % máx.

Sn: 0,1 % máx.

Propiedades físicas:

Peso específico 2,7 kg/dm<sup>3</sup>.

Coeficiente de dilatación por (20-100)<sup>o</sup>c - 21,5 x 10<sup>6</sup>.

Contracción lineal % 1,25

Conductividad térmica Cal/cm Seg<sup>o</sup>c(0,27-0,30)

Intervalo de fusión <sup>o</sup>c (515-610).

Módulo elástico kgf/mm<sup>2</sup> 7200

Propiedades tecnológicas:

- Calabilidad: Muy buena.
- Estanquidad: Muy Buena.
- Fragilidad de contracción: Pequeña.
- Maquinabilidad: Buena.
- Resistencia a la corrosión: Regular

27/...

#### IV-2. Composición química de los materiales.

Para obtener dicha aleación contamos con los siguientes materiales:

Materiales	Composición química.			
Lingotes Al-Si-12	12 % Si	0,4 % Mn	0,22 % Mg	0,6 % Fe
Lingotes de Al	1,2 % Si		0,53 % Mg	
Al manganeso			11-9 % Mg	
Al cobre	50 a 45 % Cu			

Aluminio: Base.

#### IV-3 Orden de carga.

El horno se debe comenzar a cargar con lingotes de AlSi-12 y Al, cuando éstos comienzan a derretirse se introduce el resto de la carga.

Cuando todo el material esté derretido se mide la temperatura, el metal se considera que está listo para pasar a los hornos de mantenimiento cuando tengan alrededor de 750°C.

Para el completamiento de la aleación 2620 que es la que se está fundiendo actualmente es necesario la fabricación de aleaciones madres: aluminio, cobre 50 % y aluminio manganeso 10 %, Aluminio Cobre 50 %. Orden de preparación.

Primeramente se pesan las cargas de acuerdo a la cantidad de aleación se utilizan metales puros como son; lingotes de aluminio con 99,9 % de pureza y planchas de cobre electrolítico de pureza 99,96 %.

Esta aleación se prepara en un horno de desferretizado, el cual presenta una cuba de poca altura, aproximadamente de 300 mm, 1500 mm de longitud y de ancho 300 mm.

28/...

Se introducen los lingotes de aluminio, se funden con ayuda de una cesta se va introduciendo el cobre electrolítico, el cual se va a ir disolviendo dentro del baño de aluminio, se eleva la temperatura hasta  $850^{\circ}\text{C}$ . Después de terminada la operación se saca el metal y se vierte en los lingotes preparados especialmente para eso, lo cual tiene que cumplir con el rápido enfriamiento de los lingotes para impedir la segregación o reparación del cobre de aluminio.

Siempre que se vaya a extraer una cazuela de la aleación madre del horno se debe revolver el baño metálico para garantizar la homogeneidad de la aleación aluminio manganeso al 10 %. Orden de preparación:

Se realiza igual a la aleación anterior, lo que la temperatura a la cual se añade el manganeso es de  $950^{\circ}\text{C}$  y el manganeso a utilizar es manganeso metálico 99 % de pureza.

#### IV-4. Desgasificación y modificación del metal.

La desgasificación y modificación del metal se realiza en los hornos de crisol de petróleo instalados para el mantenimiento del metal (tres de 300 kg basculantes y dos de 120 kg fijos).

Este horno para su puesta en marcha se debe encender con una llama de poca intensidad durante aproximadamente dos horas, seguidamente se apaga el horno y se produce el pintado del crisol, el mismo se efectúa con un pulverizador neumático.

La pintura a utilizar es la siguiente:

Agua. .... 8,1t.  
Caolín. ....: 2 kg.  
Talco. .... 0,5 kg  
Sílicalo Na. .. 0,3 kg.

29/...

Interiormente el crisol debe quedar completamente cubierto con una capa de pintura de 0,3-0,5 mm de espesor. La temperatura del crisol debe garantizar el secado de la pintura. Después del pintado el crisol se esperan 10 minutos y se procederá a añadir metal líquido al mismo. Y en caso de comenzar a fundir lingotes (carga sólida).

### Desgasificación.

Se realiza con cloruro de zinc en cantidad de 0,4 kg por cada 100 kg de metal, o desgasel 190 en el orden de una tableta por 50 kg de metal.

El Cloruro de zinc antes de utilizarse en el horno hay que desvertirlo a 300 -580°C y mantenerlo a esta temperatura durante 30-60 minutos, posteriormente se enfría y se tritura, conservándose a 120°C en una estufa.

Otra variante para procesar el Cloruro de Zinc es la de derretirlo en un recipiente de acero en el mismo horno a una hora antes de utilizarlo. Después derretirlo se mantiene durante 30 minutos, se enfría y tritura, quedando listo para utilizarlo.

Este método aparte de ser menos efectivo implica riesgos para el fundidor.

Durante el derretido y mantenimiento del Cloruro de Zinc no se debe permitir que su temperatura se eleve demasiado y comiencen a desprenderse con intensidad gases de color blanco altamente nocivos.

Después de enfriado y triturado el Cloruro de Zinc debe ser oscuro.

El Cloruro de Zinc en cantidad de 0,7 % perfectamente seco-

30/...

se coloca dentro de una campana metálica previamente calentada a  $120^{\circ}\text{C}$ . Cuando el metal alcance la temperatura de  $735$  -- a  $755^{\circ}\text{C}$  se introduce la campana hasta el fondeo del crisol y se nablea el baño metálico. (El horno en este instante se -- apaga). En el momento de proceder a desgasificación el metal no puede haber radie a menos de  $5$  m del horno y el sistema de extracción de gases debe estar conectado. Después de terminada la desgasificación se debe dejar reposar el baño durante  $5-8$  minutos.

El desgasel 190 es un producto especialmente preparado para la desgasificación del aluminio, este se compra en el mercado, es un producto foseco.

Se introduce en el baño al comenzar a descender la temperatura de  $760^{\circ}\text{C}$ .

Este producto es el que se utiliza actualmente en la fábrica

#### Modificación.

En las aleaciones eutécticas, el silicio solidifica en forma de agujas basta. Para destruir esta estructura basta lograr una buena dispersión del silicio, es necesario tratar la -- aleación con sodio, proceso llamado "Modificación del Silicio".

Para menos riesgos y más fácil operación de la modificación -- sería conveniente adquirir los productos foseco: Navac 25 -- y/o Navac 50, los cuales modifican perfectamente la aleación Navac 25 para  $30$  kg; una tableta.

Navac 50 para  $60$  kg; una tableta.

Esta modificación se realiza después de la desgasificación a una temperatura de  $720^{\circ}\text{C}$ , esta modificación tiene un efecto de  $30$  min.

31/...

#### IV-5 Vertido.

El metal después de desgasificado y modificado queda listo para el vertido, el mismo debe realizarse a temperatura de 720-730<sup>o</sup>c, que es la temperatura adecuada para el tipo de pieza que vamos a fundir de acuerdo a sus dimensiones y espesores.

La temperatura debe ser controlada con el pirómetro de inmersión (de 0-1400<sup>o</sup>c).

El metal se debe vertir en un tiempo no mayor de 30 minutos después de la modificación.

Las cazuelas para el vertido deben ser pintadas interiormente y precalentadas a más de 120<sup>o</sup>c.

#### IV-6. Controles necesarios que se le debe realizar al metal en una jornada.

##### Temperatura:

La temperatura será controlada con el pirómetro de inmersión las mediciones se realizarán antes de efectuar la desgasificación y después antes de comenzar el vertido.

##### Análisis químico y metalográfico:

Para el análisis químico se tomarán muestras del metal después de realizada la desgasificación y modificación. El molde para las muestras de análisis químico será suministrado por el laboratorio.

Para el análisis metalográfico o de ensayo mecánico se tomarán muestras antes y después de realizarse la modificación. Los moldes para estas probetas también serán suministradas por el laboratorio.

32/...

V- Valoración económica.

Según datos suministrados por la empresa amistad Cuba-Soviética ensambladora de los motores taino, durante la fabricación de los prototipos de carros ligeros con motor taino de 3 y 4 cilindros, todas las piezas fundidas para el motor se contrataron y compraron en España. En el caso específico de nuestra pieza el cuerpo filtro de aceite se compró a un precio de 21,75 \$ dólar, lo cual es un precio muy elevado si lo comparamos con lo que nos cuesta producir la pieza en los talleres de la empresa que es de 2,085 \$ dólar, ahorrando considerablemente a la economía del país, la dificultad mayor para la obtención de esta pieza está en la fabricación de la coquilla debido a que es lenta, compleja y muy costosa, ya que no se cuenta en la fábrica con todas las máquinas herramientas necesarias para su fabricación del utillaje como de la pieza.

CONCLUSIONES.

El empleo del método del moldeo en coquilla mecanizada a series importantes se impone en nuestros días. El incremento del precio del moldeo se compensa con diversas ventajas:

- El incremento de la productividad al mejorar el ritmo de trabajo dentro de los límites impuestos por los tiempos de solidificación y por la temperatura aceptable para la coquilla. Por otro lado, la mecanización hace reducir el número de obreros destinados a un molde complicado y hace posible que un obrero maneje varios moldes simples.
- Disminución de los rechazos, ya que al ser más fácil el trabajo, las maniobras son más rápidas y menos bruscas.
- Mayor duración de los utillajes: Los mecanismos deben ser robustos, deben soportar sin grietarse los calentamientos irregulares e importantes, deben proporcionar esfuerzos bien centrados.

BIBLIOGRAFIA.

Barrand, Pierre. Gadeau, Roberto, e ingenieros del grupo --  
PECHINEY. Enciclopedia del Aluminio.

Procesos de conformado del Aluminio y sus aleaciones, I. Bill  
bao España. Ediciones URMO.S.A 1981. Volúmen IV.

Capello, Eduardo. Tecnología de la fundición. Segunda edici  
ción. Barcelona. Editorial Gustavo Gilí S.A.

Enrique, Gómez Fernando. Manual del fundidor. Ciudad de Lah  
Habana. Editorial Científico-Técnica. 1982.

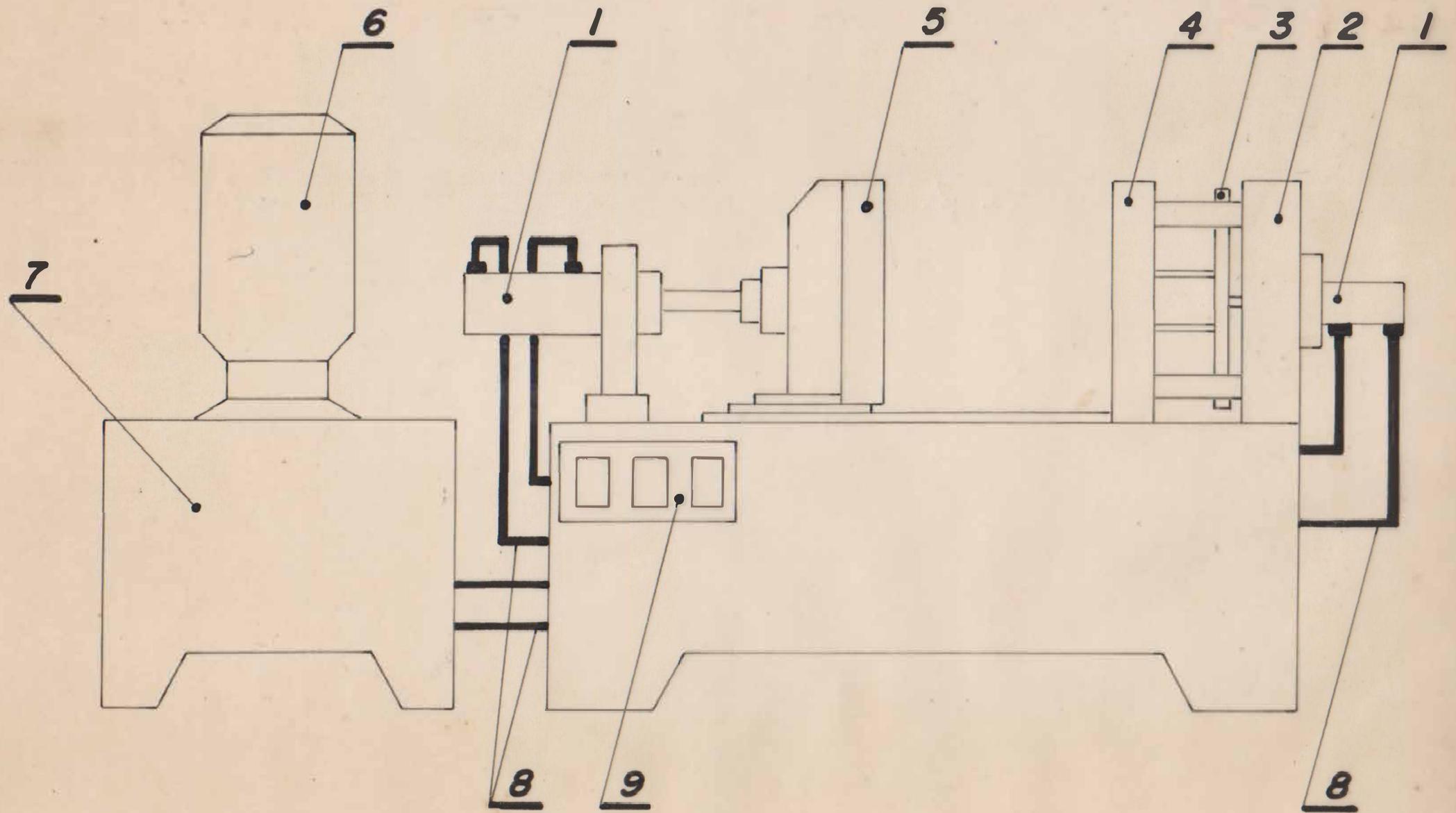
Navas, Medina Efraín. Batista, Cabrera Aerles y Suchkov A.N.  
Métodos de cálculo en fundición. Holguín. 1990.

Titov, N.D., Stepanov Yu.A. Tecnología del proceso de fundici  
ción. Moscú. Editorial Mir. 1981.

35/...

A N E X O S.

**FIG 1: BANCO COQUILLERO**



1- Cilindro hidráulico 2- Soporte 3- Placa expulsora o desprendedora 4- Coquilla fija 5- Coquilla móvil 6- Motor eléctrico.  
7- Central hidráulica 8- Conductores 9- Mandos del sistema de accionamiento.

Tabla No 1. VALOR DEL COEFICIENTE S EN DEPENDENCIA DE LA PARED DE LA PIEZA.

Espesor medio de las paredes de la pieza en mm.	< 6	7-10	11-15	16-20	21-40	41-60	> 60
Coeficiente S	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	3,0	3,0

Tabla No 2. VALOR DE LA VELOCIDAD ESPECIFICA DE VERTIDO K DE ACUERDO CON LA DENSIDAD RELATIVA KV

Densidad relativa de la pieza Kv en kg/dm <sup>3</sup>	0,30-0,60	0,6-1,0	1,1-1,5	1,6-2,0	2,1-2,5	2,6-3,0	3,1-4,0
Velocidad especifica del vertido K en kg/cm seg.	0,20	0,22	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45

Tabla No 3. DIMENSIONES DE LOS ALIMENTADORES

Area de la sección en cm <sup>2</sup>	Altura h mm									
	3		5		8		12		16	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
1,0	35	32	21	19	13	10				
1,2	41	39	25	22	15	12				
1,4	48	45	29	26	18	15	12	9		
1,8	61	59	37	34	22	19	15	12	12	9
2,2	75	72	45	42	31	25	19	16	15	12
2,5	85	82	51	49	31	28	21	18	16	13
3,0	95	92	57	54	39	36	25	22	19	16

**TABLA N.º 4: SOBREMEDIDAS PARA EL CORTE DE LOS MAZAROTAS**

Ø en mm	≤	50	63	80	100	125	160	200	230	400	500	630
	50	63	80	100	125	160	200	230	400	500	630	800
Valor de la sobremedida	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	24

**TABLA N.º 5: VALORES DE INCLINACION**

Longitud de la superficie Inclinado (mm)		Tipo de modelo	
		Metálico	Madera
Desde	Hasta 20	2°	3°
20	40	1°	1° 40'
40	63	1°	1° 40'
63	100	45'	1° 30'
100	160	45'	1° 10'
160	250	35'	50'
250	400	35'	45'
400	630	23'	35'
630	800	23'	30'

Formato	Zona	Posición	Código	Denominación	Cant.	Observación
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
				<u>DOCUMENTACION</u>		
			38478-00-00-00 P.E.	Plano de ensamble		
				<u>PIEZAS</u>		
		1	38478-00-00-01	I Parte caja de macho # 1	1	
		2	38478-00-00-02	III Parte caja de macho # 1	1	
		3	38478-00-00-03	Pasador	8	
		4	38478-00-00-04	II Parte caja de macho # 1	1	

Mod.	Cant.	No. Notif.	Firma	Fecha
Elaboró		D. Gallardo		1-6-94
Revisó		J. León		1-6-94
Cont. Tec.		J. León		1-6-94
Cont. Nor.		J. León		1-6-94
Aprobo		J. León		1-6-94

Especificaciones  
técnicas

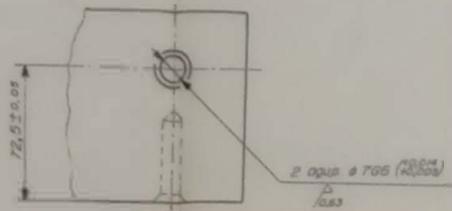
**EMP. PIEZAS DE  
REPUESTO. SIME**

Etapas de Elaboración	Hoja No.
D.T.	Cant. hja

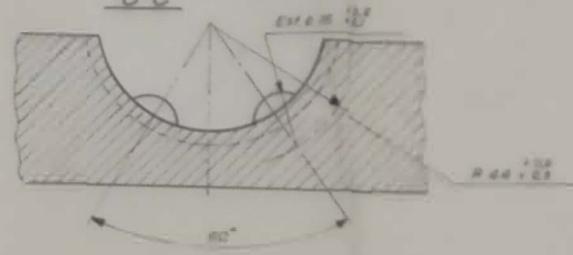
38478-00-00-00

38478-00-00-01

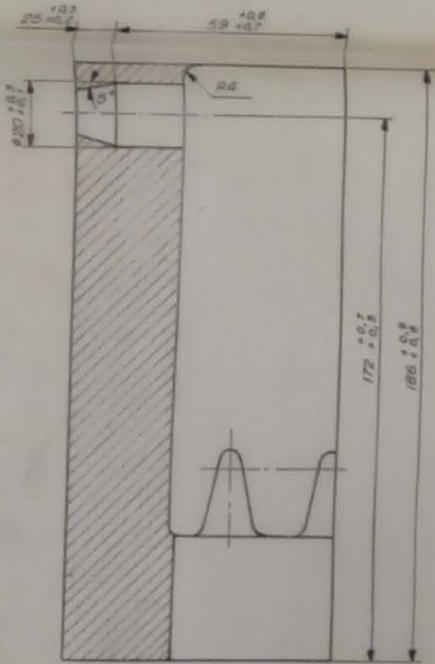
Vista K



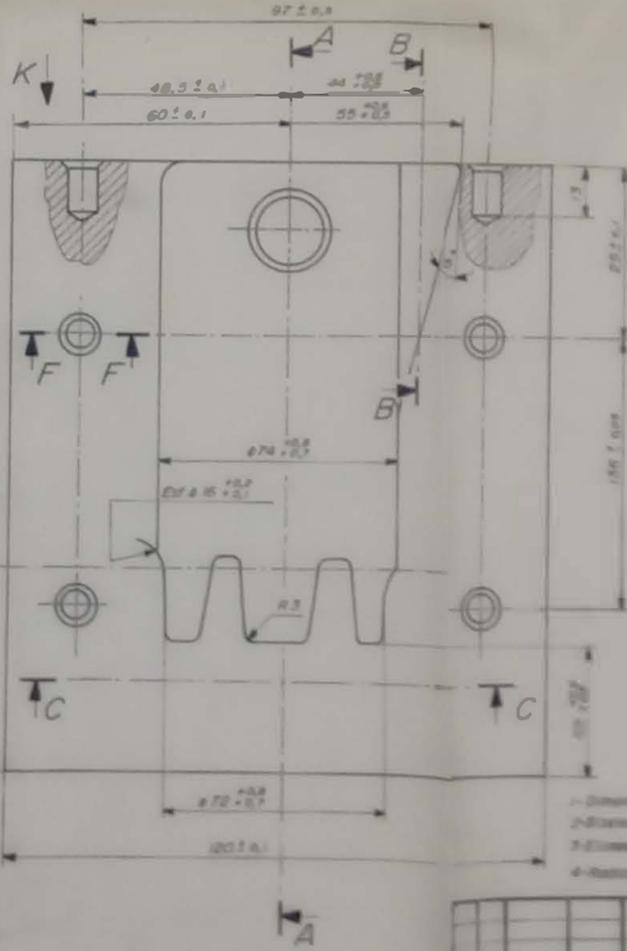
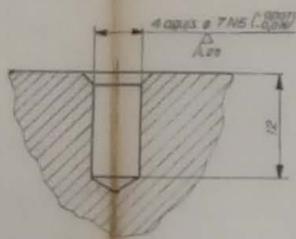
C-C



A-A



F-F

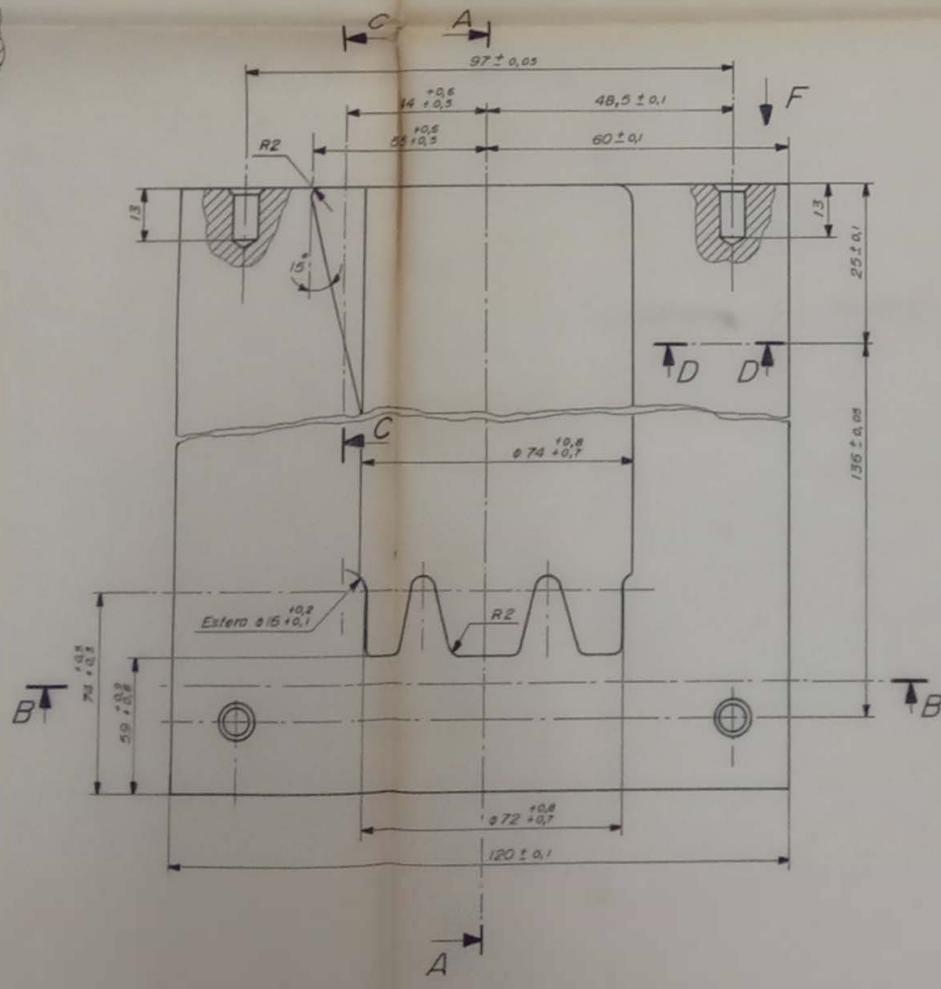
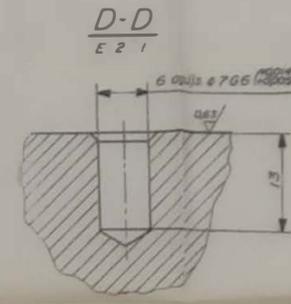
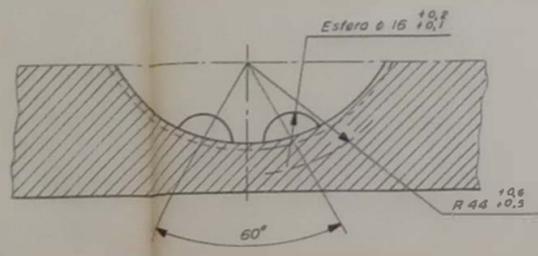
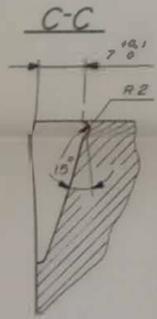


- 1-Dimensiones en milímetros según ISO 2-1975-13 AG 40-33
- 2-Agujeros en pulgadas 1/16"
- 3-Dimensiones según vista
- 4-Radios en milímetros 1 mm

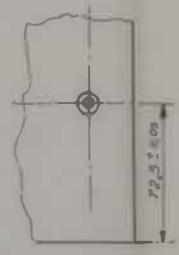
No. Inv. D.T. Proyecto y Fecha. No. Inv. D. Proyecto y Fecha. No. Inv. D. Proyecto y Fecha.

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

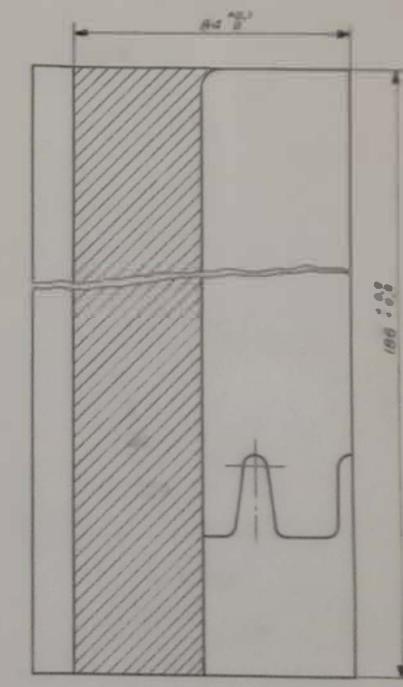
38478-00-00-01



Vista F  
E 1 2



A-A



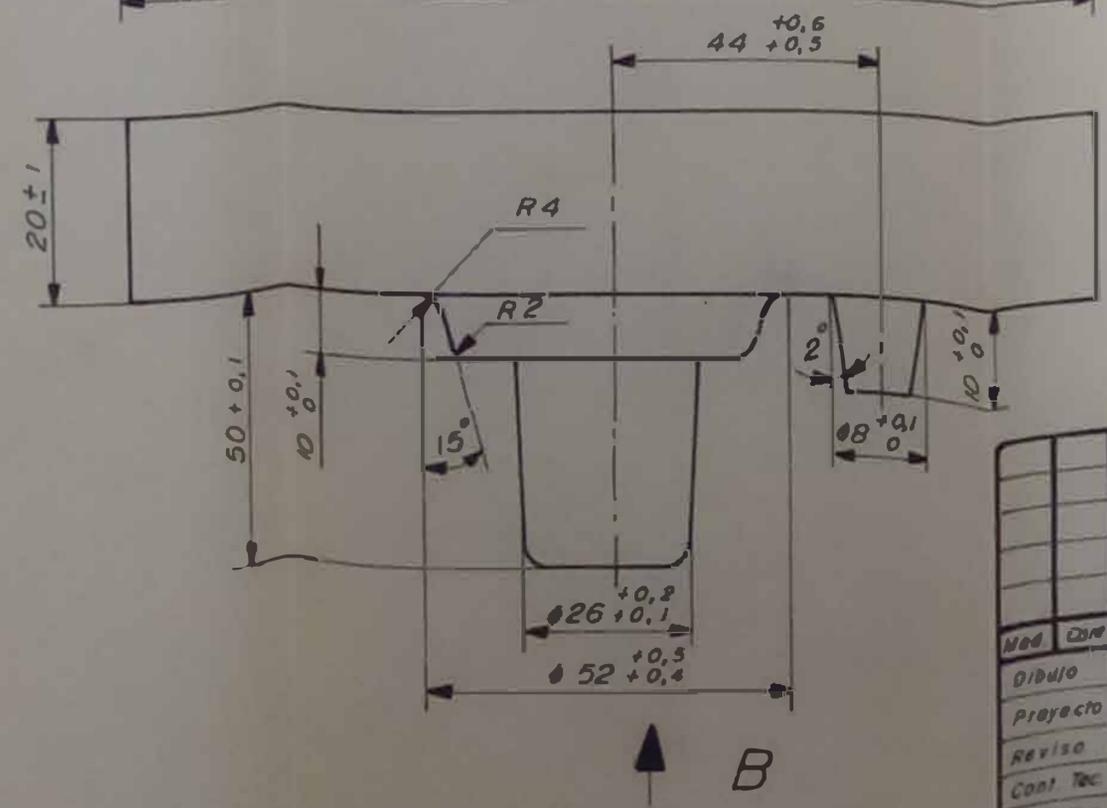
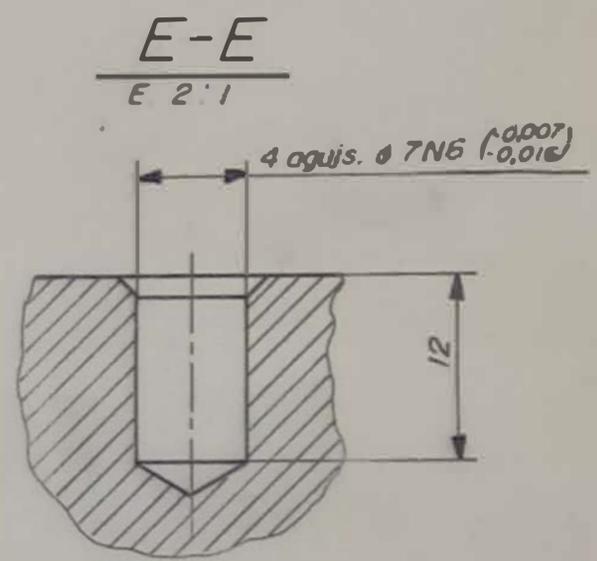
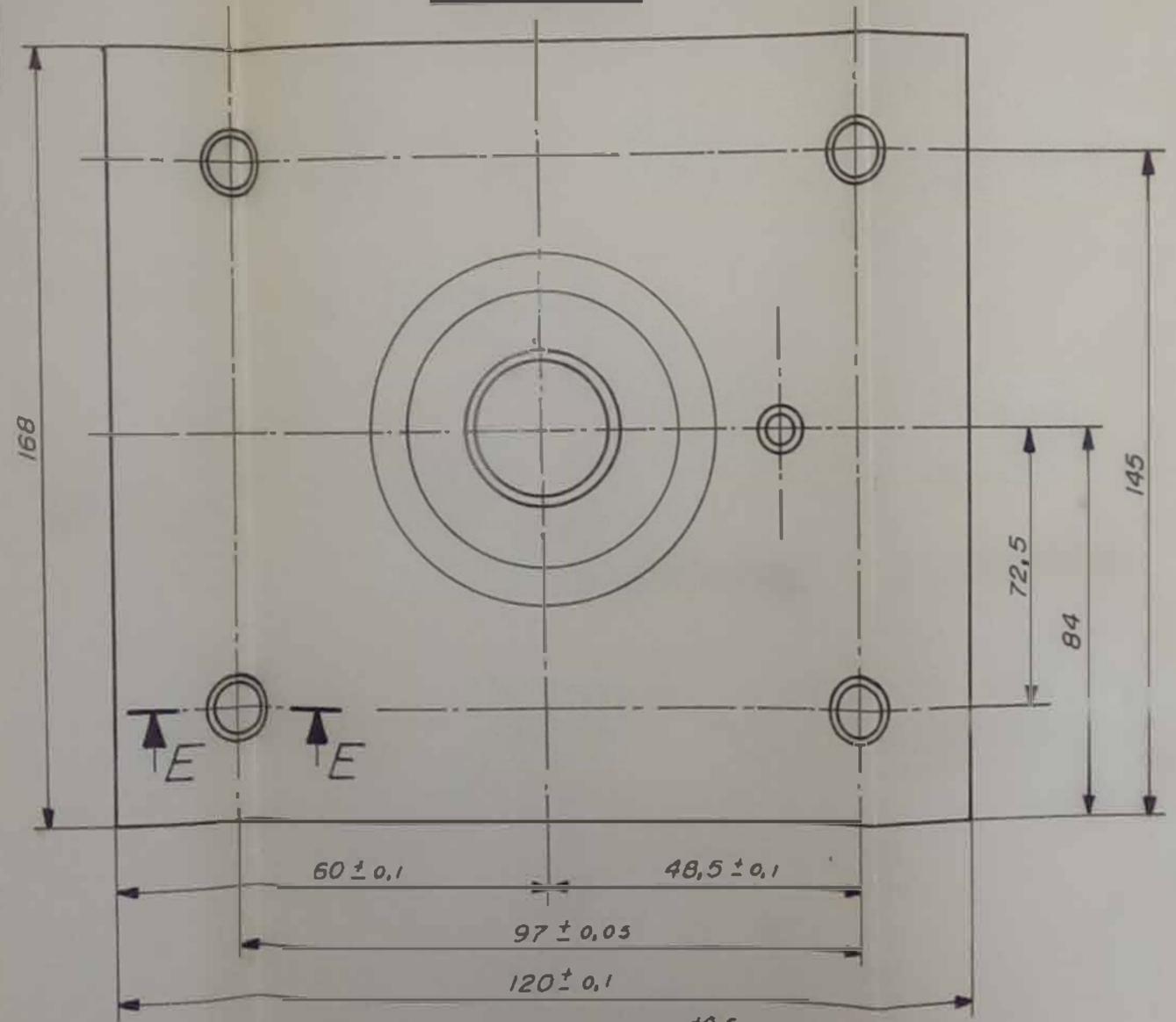
- Dimensiones no toleradas según 1/2 IT-13 MC 16-33
- Eliminar cantos vivos.
- Biselés no acorados 1x45°
- Radios no acorados 2 mm

				II parte caja de macho # 1				EMPIEZAS DE REPUESTO SIME			
				Plano de pieza				Escriba de Ejemplar			
				Aluminio							
No. Serie	No. Part.	Fecha		No.	Estado	No. de Conf.	No.				
12/10	J. Salazar	14-6-94									
revisado	J. Salazar	14-6-94									
aviso	J. León	14-6-94									
elaborado	J. León	14-6-94									
revisado	J. León	14-6-94									
elaborado	J. León	14-6-94									

38478-00-00-02  
02

Vista B

5/ (✓)



- 1- Dimensiones no toleradas según IT-14 N.C. 16-33.
- 2- Biseles no acotados 1x45°
- 3- Eliminar cantos vivos.
- 4- Radios no acotados 2 mm.

Med	Car	No	Notif	Firma	Fecha
Dibujo			D Gallardo		14-6-94
Proyecto			D Gallardo		13-6-94
Revisa			J León		15-6-94
Cont. Tec.			J León		13-6-94
Cont. Nor.			J León		13-6-94
Aprobo			J León		13-6-94

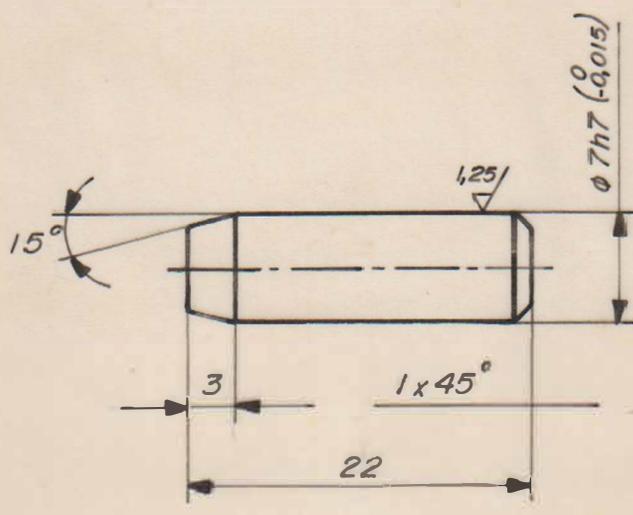
III parte caja de macho #1  
Plano de pieza  
Aluminio

EMP. PIEZAS DE REPUESTO SIME			
Etapas de Elaboración			
D.T.			
Masa	Escala	Hoja No.	Cont. Hoja
	1:1		
38478-00-00-02			

No. D.T. Firma y Fecha Sustituye a No. Inv. D. Firma y Fecha

38478-00-00-03

5/ (✓)



1- Dimensiones no toleradas según N.C. 16-33.

No. Inv. D.T.	Firma y Fecha
Sustituye a	
Firma y Fecha	
No. Inv. O.T.	

Mod.	Cant.	No. Norif.	Firma	Fecha
Dibujo		D. Gallardo		1-6-94
Proyecto		D. Gallardo		1-6-94
Reviso		J. León		2-6-94
Cont. Tec.		J. León		2-6-94
Cont. Nor.		J. León		2-6-94
Aproba		J. León		2-6-94

*Pasador*

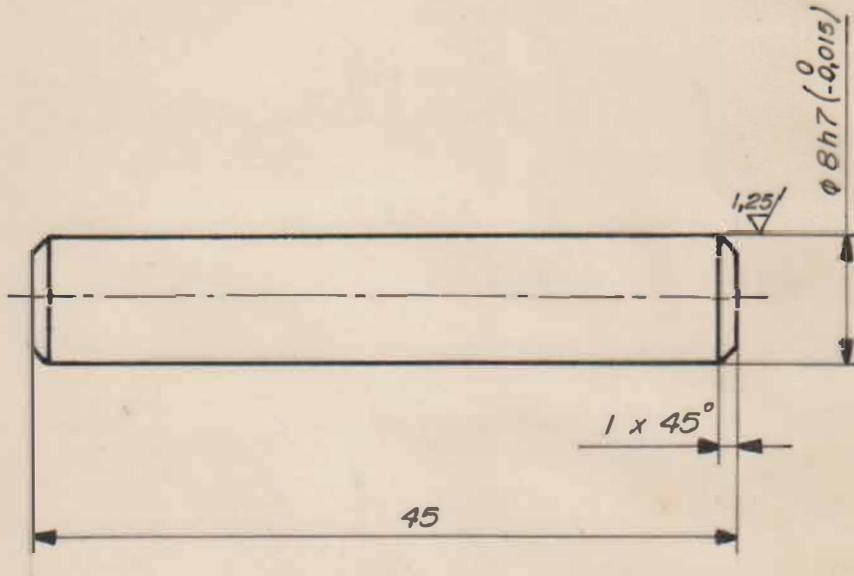
Plano de pieza

Aluminio

<b>EMP. PIEZAS DE REPUESTO. SIME</b>			
Etapas de Elaboración			
D.T.			
Masa	Escala	Hoja No.	Cont. Hja
	2 : 1		
38479-00-00-03			

38479-00-00-02

5/ (✓)



1-Dimensiones no toleradas según N.C. 16-33.

No. Inv. O.T. Firma y Fecha

Mod.	Cant.	No. Notif.	Firma	Fecha
Dibulo		D. Gallardo		1-6-94
Proyecto		D. Gallardo		1-6-94
Reviso		J. León		2-6-94
Conf. Tec.		J. León		2-6-94
Conf. Nor.		J. León		2-6-94
Aproba		J. León		2-6-94

Pasador

Plano de pieza

Aluminio

**EMP. PIEZAS DE REPUESTO. SIME**

Etapas de Elaboración			
D.T.	Masa	Escola	Hoja No. Cant. hoja
		2:1	

38479-00-00-02

Formato	Zona	Postación	Código	Denominación	Cant.	Observación
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
				<u>DOCUMENTACION</u>		
			38479-00-00-00.PE.	Plano de ensamble		
				<u>PIEZAS</u>		
		1	38479-00-00-01	I Parte caja de macho # 2	1	
		2	38479-00-00-02	Pasador	4	
		3	38479-00-00-03	II Parte caja de macho # 2	1	

No. Inv. O.T. | Firma y Fecha | Sustituye a: | No. Inv. D. | Firma y Fecha

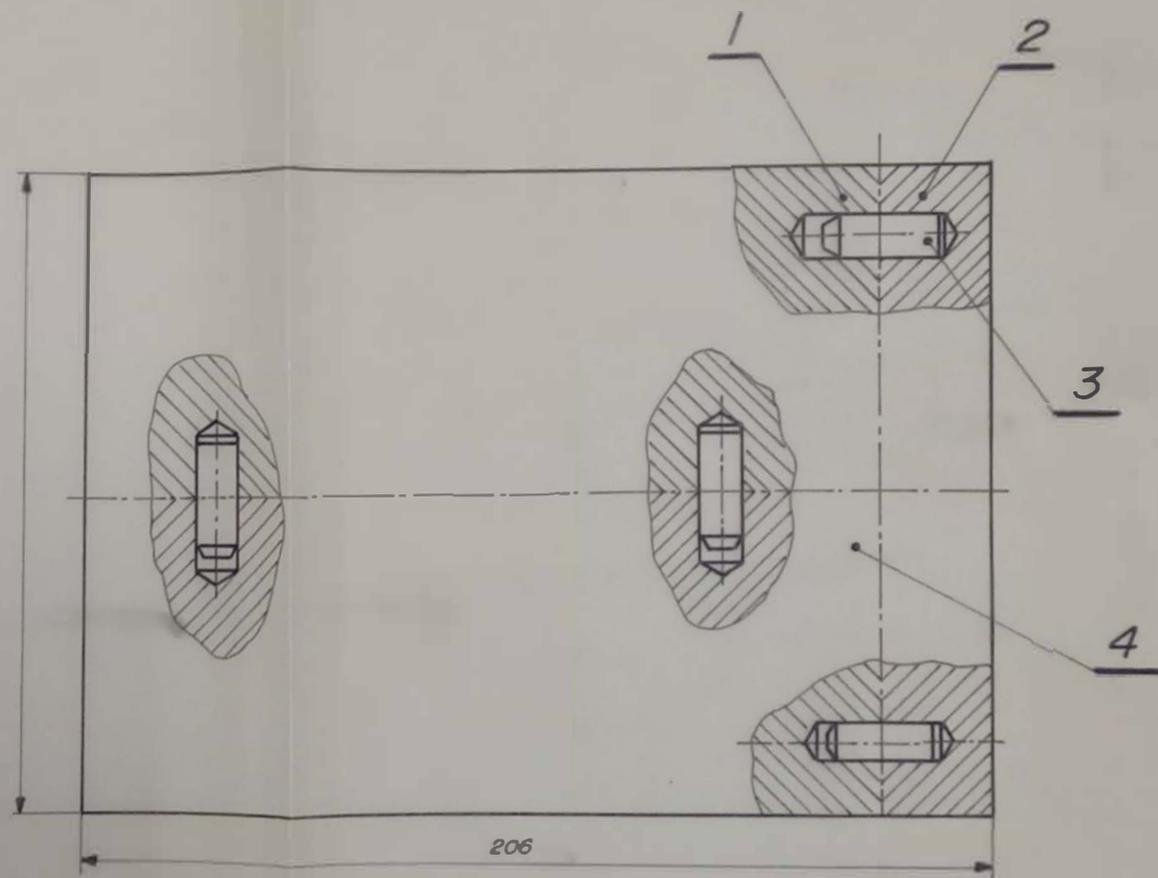
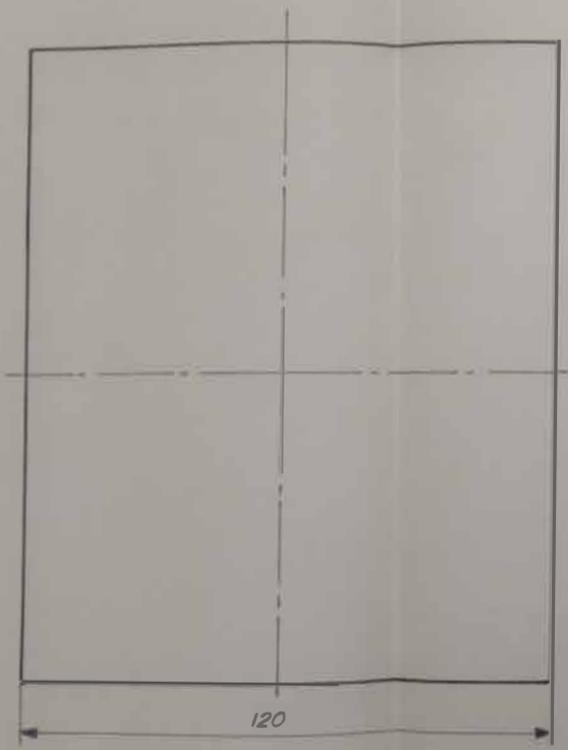
Mod.	Cant.	No. Noif.	Firma	Fecha
Elaboró		D. Gallardo		1-6-94
Revisó		J. León		1-6-94
Cont. Tec.		J. León		1-6-94
Cont. Nor.		J. León		1-6-94
Aprobo		J. León		1-6-94

**Especificaciones técnicas**

EMP PIEZAS DE REPUESTO. SIME

Etapas de Elaboración	Hoja No.
D.T.	Cant. hoja
38479-00-00-00	

38478-00-00  
00PE



1-Disp. cuerpo filtro de aceite código EB-06-07-01.Equipo Motor vaino

No. Inv. C.T. Firmas y fechas Sanitaje e. No. Inv. D. Firma y fecha

Mod	Can	No. Notif	Firma	Fecha
Dibuj		D. Gallardo		1-6-94
Proyecto		D. Gallardo		1-6-94
Revisó		J. León		2-6-94
Cont. Tec		J. León		2-6-94
Cont. Mar		J. León		2-6-94
Aprobó		J. León		2-6-94

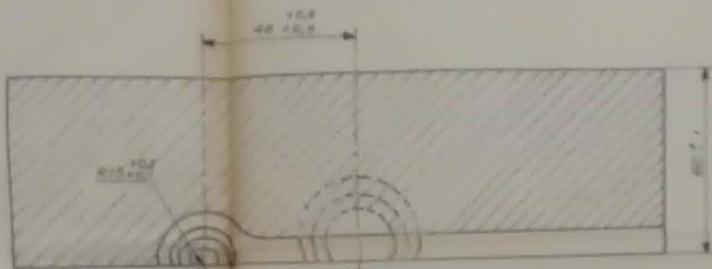
Plano  
de  
ensamble

EMP PIEZAS DE REPUESTO SIME			
Etapas		Elaboración	
D.T.			
Mesa	Escala	Hojas	No. Cant. Hoj.
	1:1		

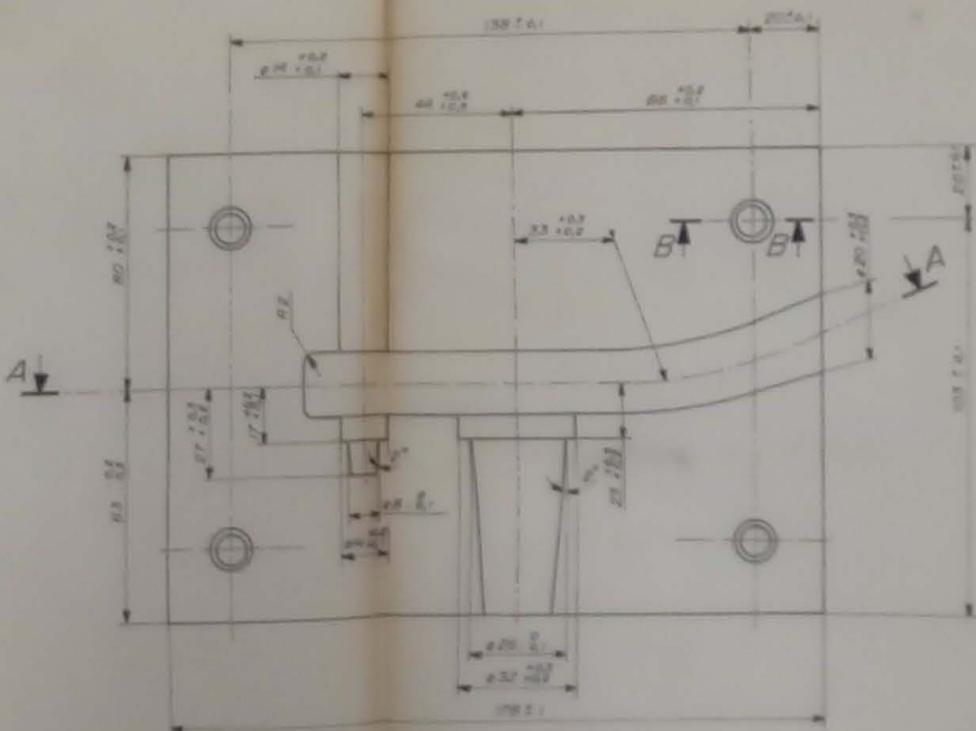
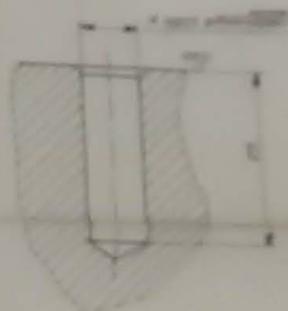
38478-00-00-  
00PE.

38479-00-00-03

A-A



B-B



1. Dimensiones en milímetros según ISO 255-1974  
 2. Tolerancias según ISO 286-1  
 3. Acabado de superficie: Ra 0.8

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

38479-00-00-03

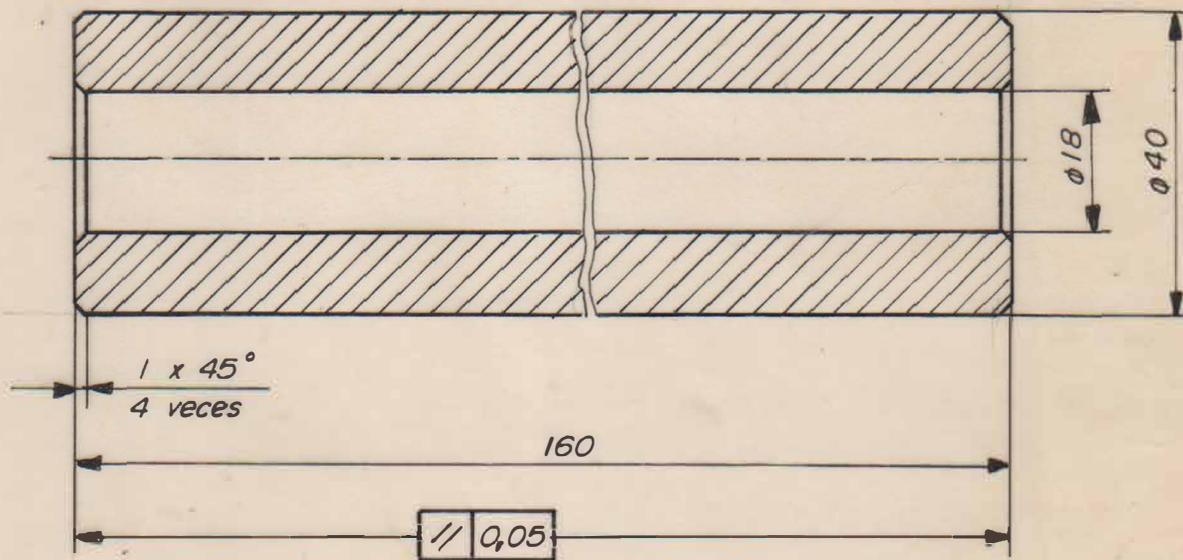






38421-00-00-07

5/



1- Dimensiones no toleradas según N.C. 16-33.  
2- Pavonado.

## Separador

Plano de pieza

Barra L.C.  
 $\varnothing 42$  GOST 2590-71  
 Gdo.45 GOST 1050-60

EMP. PIEZAS DE  
REPUESTO. SIME

Etapas de Elaboración

D.T.

Masa

Escala

Hoja No.

Cant. Hoja

1:1

38421-00-00-07

Firma y Fecha

No. Inv. D.

Sustituye a:

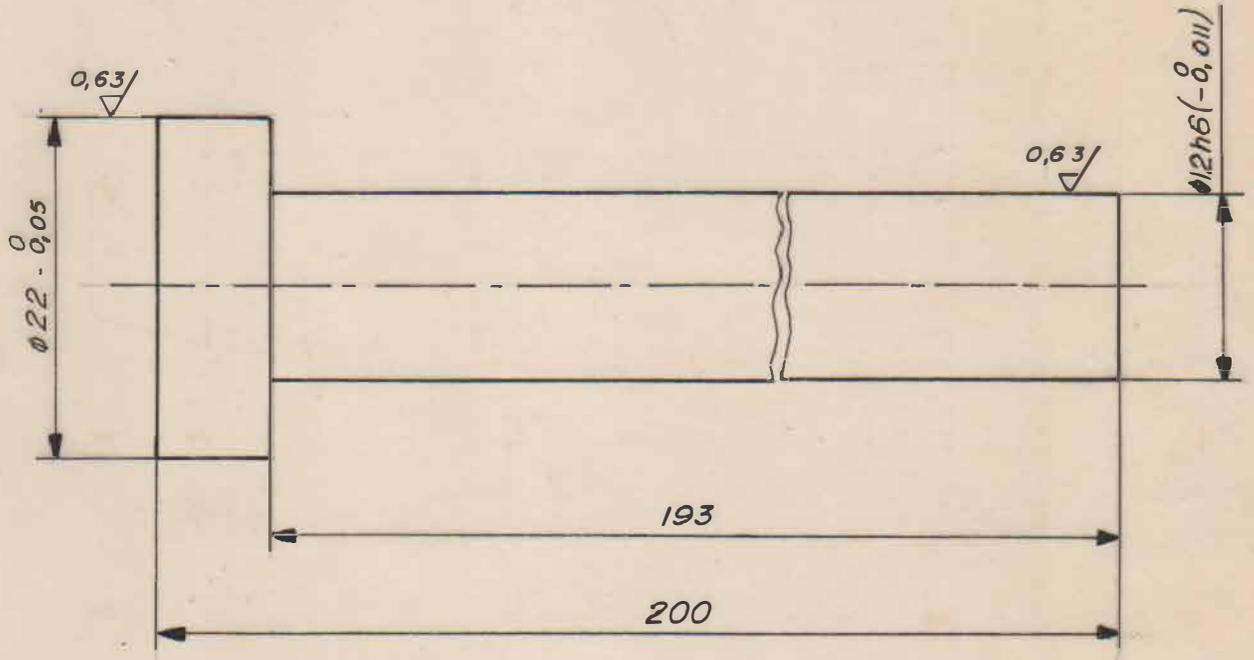
Firma y Fecha

No. Inv. O.T.

Mod.	Cont.	No. Notif.	Firma	Fecha
Dibujo		D. Gallardo		16-6-94
Proyecto		D. Gallardo		16-6-94
Reviso		J. León		16-6-94
Cont. Tec.		J. León		16-6-94
Cont. Nor.		J. León		16-6-94
Aprabo		J. León		16-6-94

38421-00-00-09

5/ (✓)



1- Dimensiones no toleradas según N.C. 16-33.  
2- Pavonado.

No. Inv. O. T.	Sustituye a:	No. Inv. D.	Firma y Fecha

Mod.	Cant.	No. Notif.	Firma	Fecha
Dibujo		D. Galardo		16-6-94
Proyecto		D. Galardo		16-6-94
Reviso		J. León		16-6-94
Cont. Tec.		J. León		16-6-94
Cont. Nor.		J. León		16-6-94
Aprobo		J. León		16-6-94

Botador del s/p

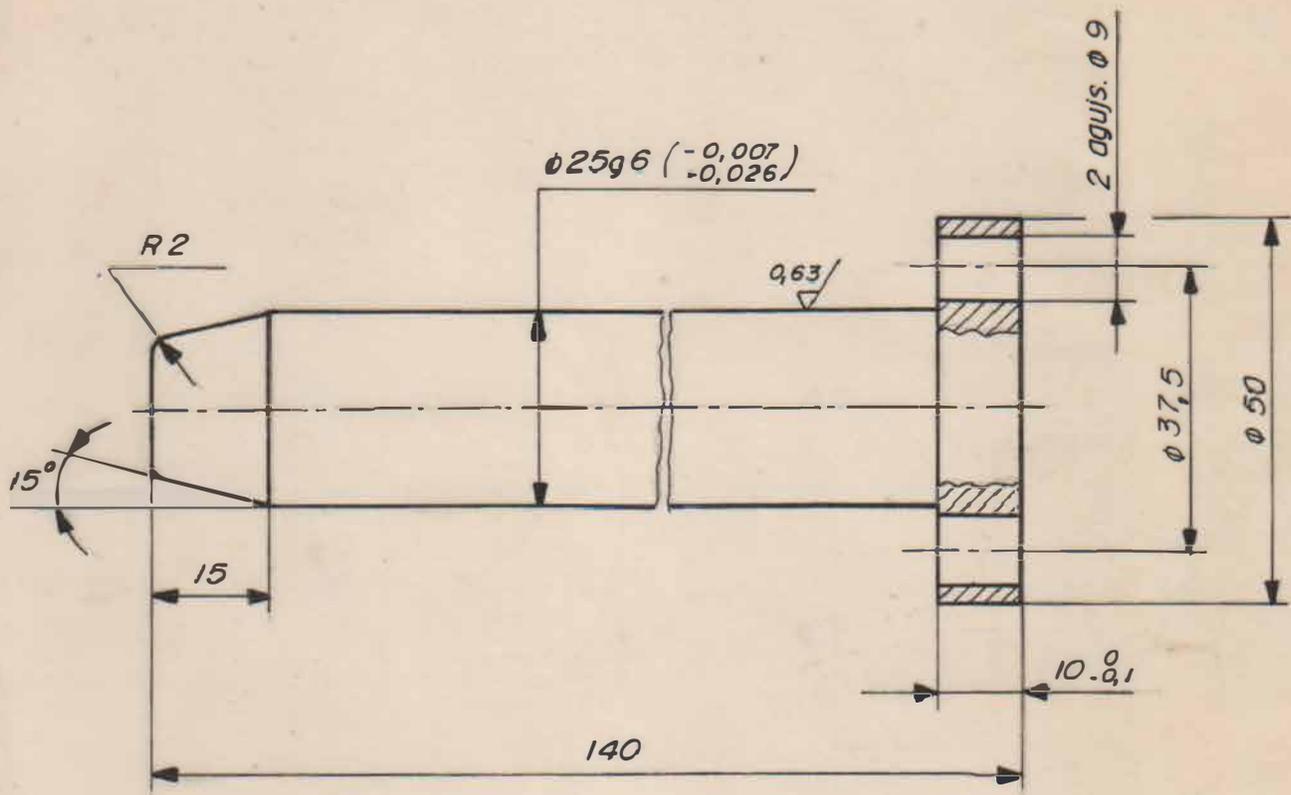
Plano de pieza

Barra L.C.  
 $\varnothing 25$  GOST 2590-71  
Gdo. 5XHMA GOST 4543-61

EMP. PIEZAS DE REPUESTO. SIME			
Etapas de Elaboración			
D.T.			
Masa	Escala	Hoja No.	Cant. hja
	2:1		
38421-00-00-09			

38421-00-00-11

5/ (✓)



- 1- Dimensiones no toleradas según N.C. 16-33.
- 2-Trat. térmico hasta HRC 36-38.
- 3-Pavonada.

No. Inv. D.T.	Firma y Fecha
Sustituye a:	
No. Inv. D.T.	Firma y Fecha
Sustituye a:	
No. Inv. D.T.	Firma y Fecha
Sustituye a:	
No. Inv. D.T.	Firma y Fecha
Sustituye a:	

Mod.	Cant.	No. Notif.	Firma	Fecha
Dibujo		D. Gallardo		16-6-94
Proyecto		D. Gallardo		16-6-94
Reviso		J. León		16-6-94
Cont. Tec.		J. León		16-6-94
Cont. Nor.		J. León		16-6-94
Aprobo		J. León		16-6-94

Guia

Plano de pieza

Barra L.C.  
 $\phi 52$  GOST 2590-71  
 Gdo. 5XHM GOST 1050-71

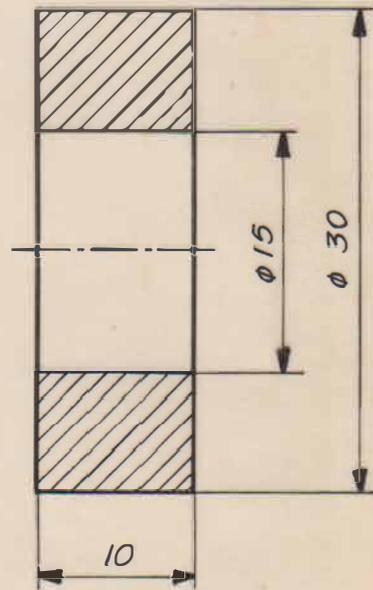
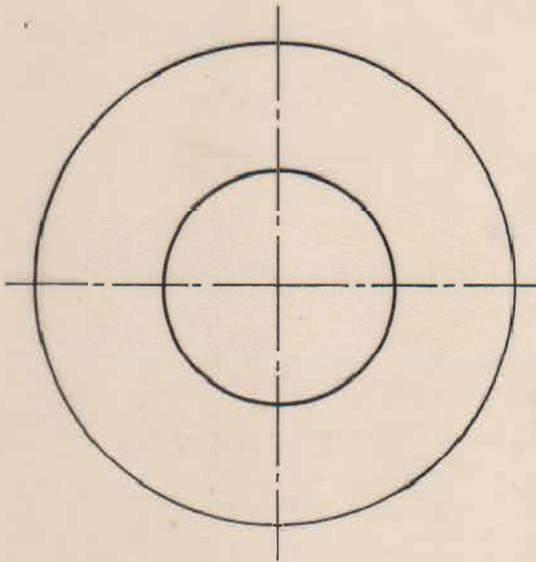
**EMP. PIEZAS DE REPUESTO. SIME**

Etapas de Elaboración			
D.T.			
Masa	Escala	Hoja No	Cant. hja

38421-00-00-11

38421-00-00-06

5/



1- Dimensiones no toleradas según N.C. 16-33.  
2- Pavonado.

Sustituye a: No Inv. D. Firma y Fecha

Firma y Fecha  
No. Inv. O.T.

Mod.	Cant.	No. Notif.	Firma	Fecha
Dibujo		D. Gallardo		14-6-94
Proyecto		D. Gallardo		14-6-94
Reviso		J. León		14-6-94
Cont. Tec.		J. León		14-6-94
Cont. Nor.		J. León		14-6-94
Aprobo		J. León		14-6-94

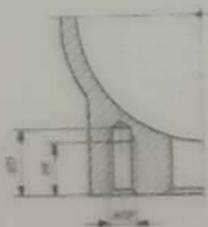
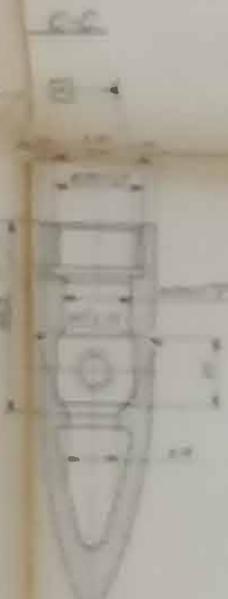
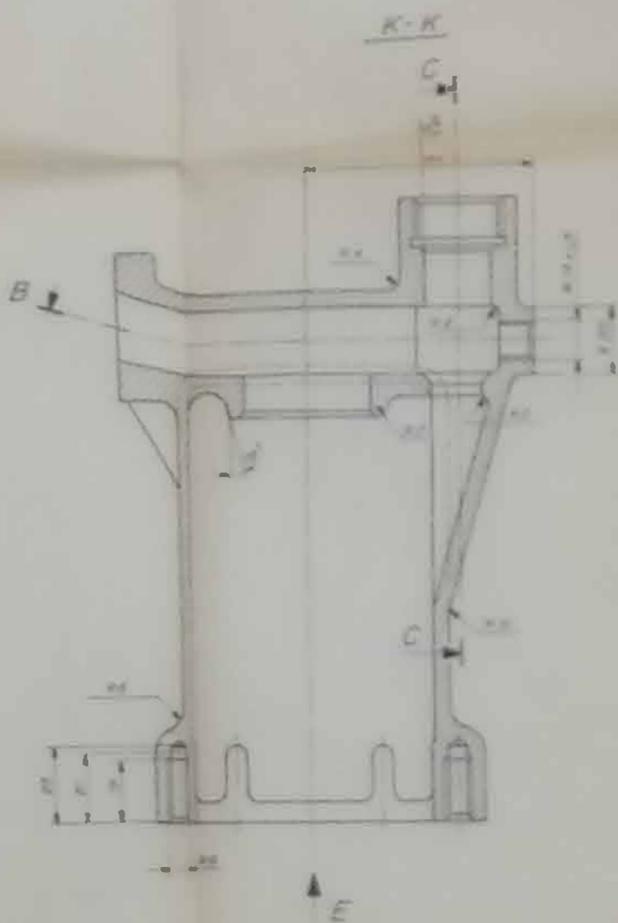
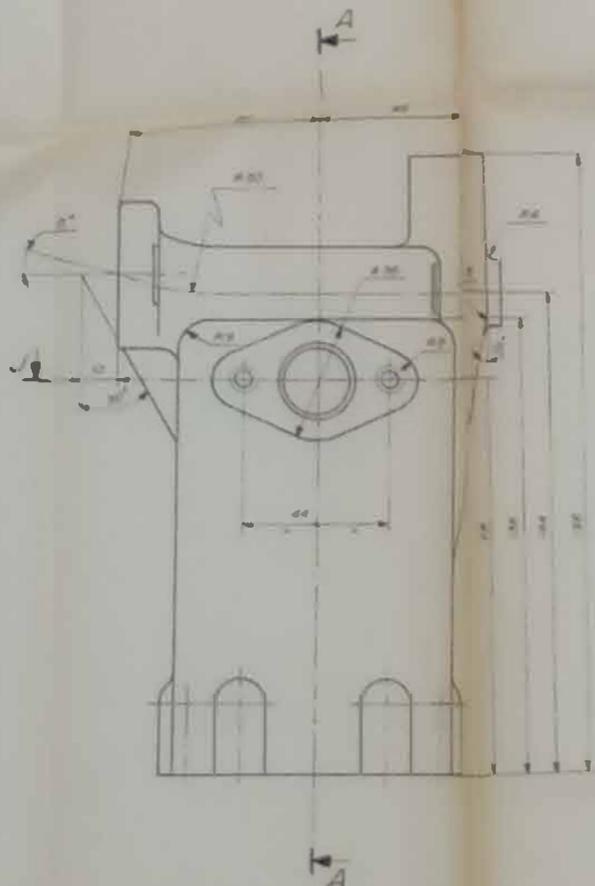
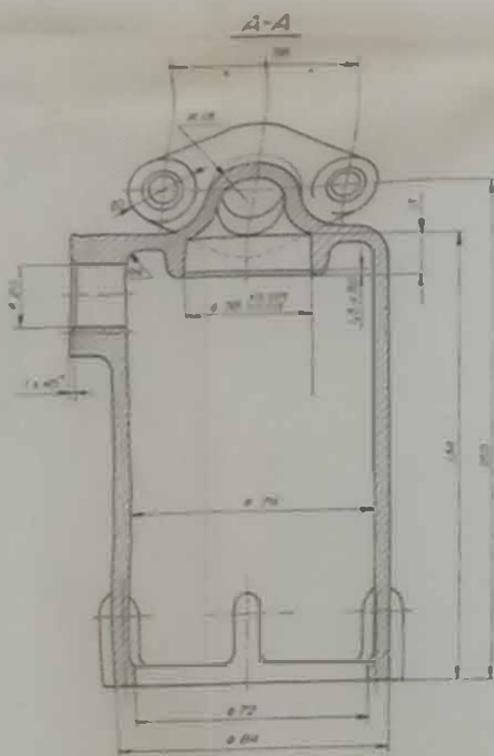
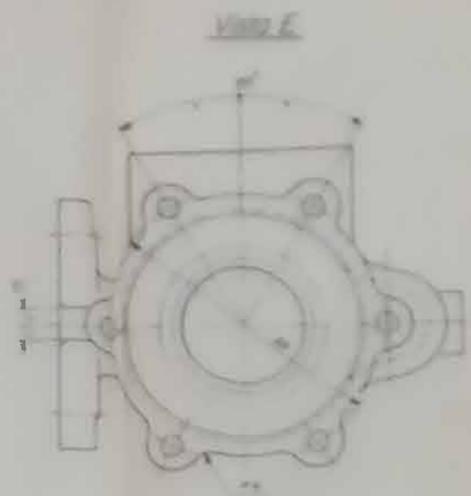
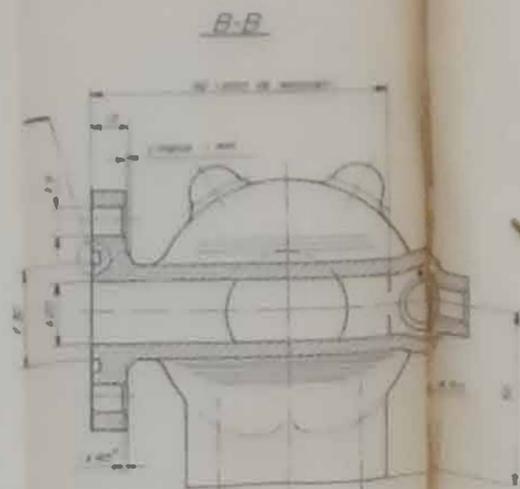
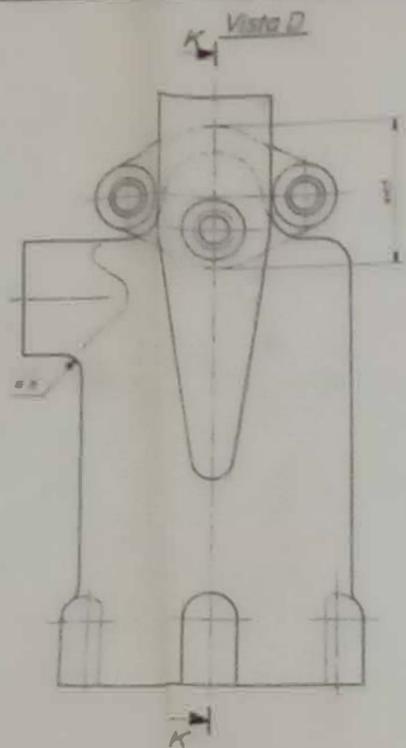
**Arandela**

Plano de pieza

Barra L.C.  
 $\phi$  34 GOST 2590-71  
 Gdo. 40X GOST 4543-61

<b>EMP. PIEZAS DE REPUESTO. SIME</b>			
Etapas de Elaboración			
D.T.			
Maso	Escala	Hoja No.	Cant. hoja
	2:1		
<b>38421-00-00-06</b>			

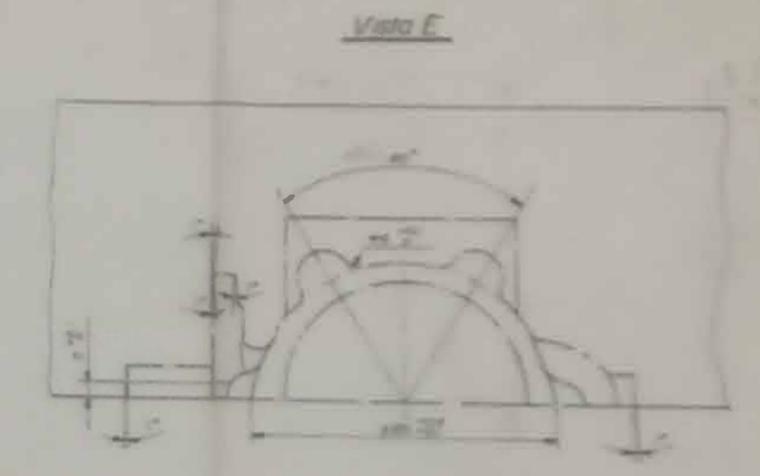
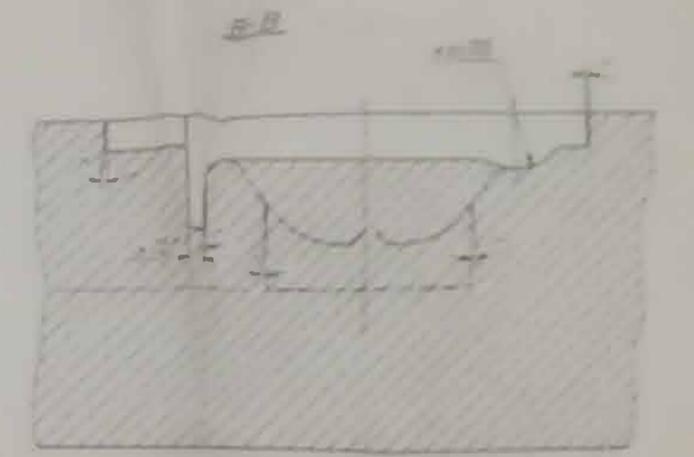
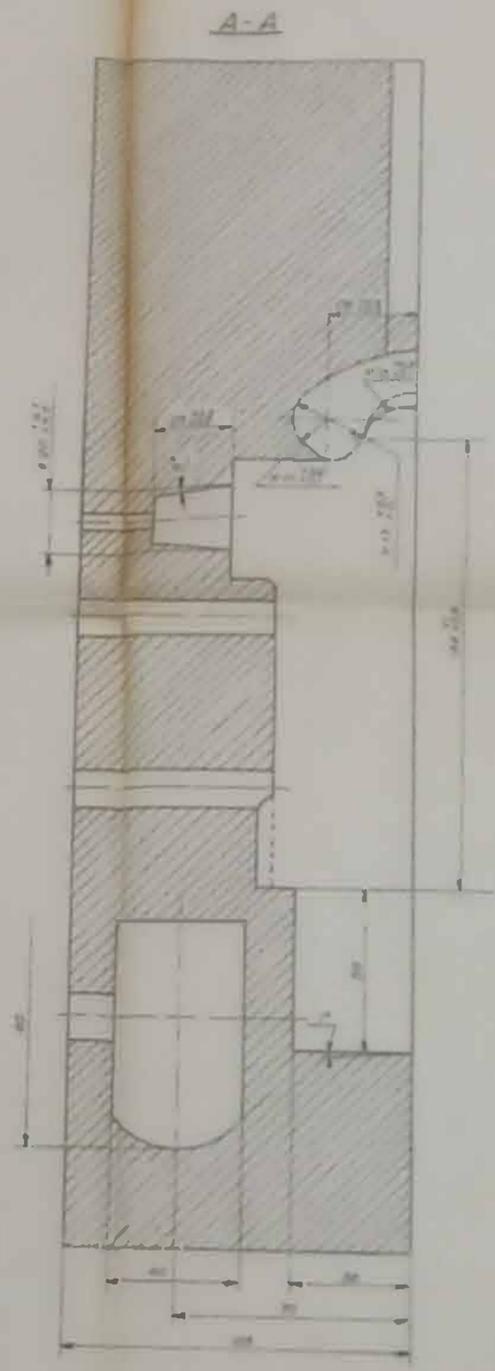
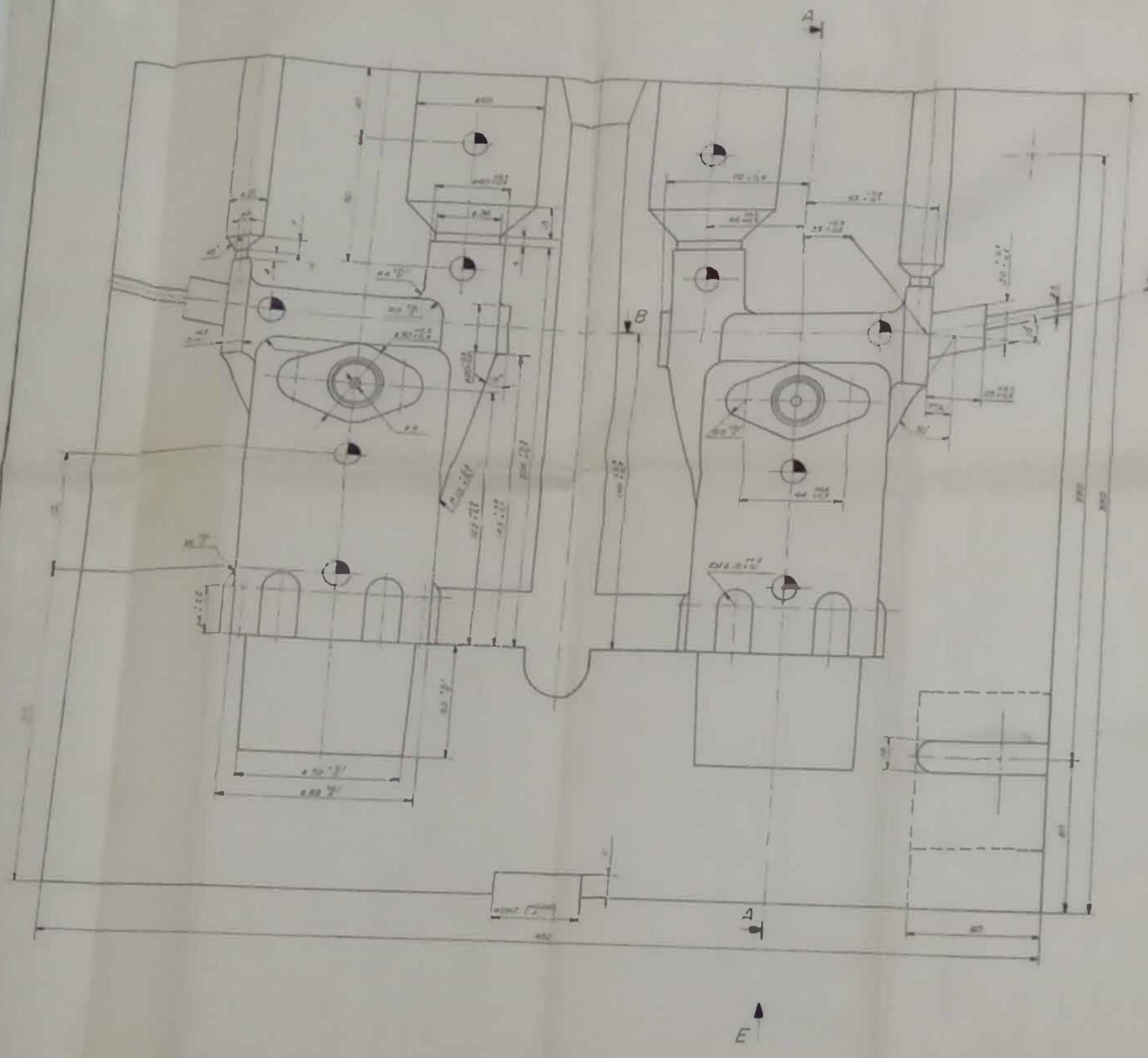




Rev. No.	1
Rev. Date	

REVISIONES  
 1. Modificación de detalles de fabricación.  
 2. Modificación de especificaciones de materiales.

Cuerpo filtro de aceite		EQUIPO DE REPOSTO	
Rev. No.	1	Rev. No.	1
Rev. Date		Rev. Date	
EB-02-07-01		EB-02-07-01	



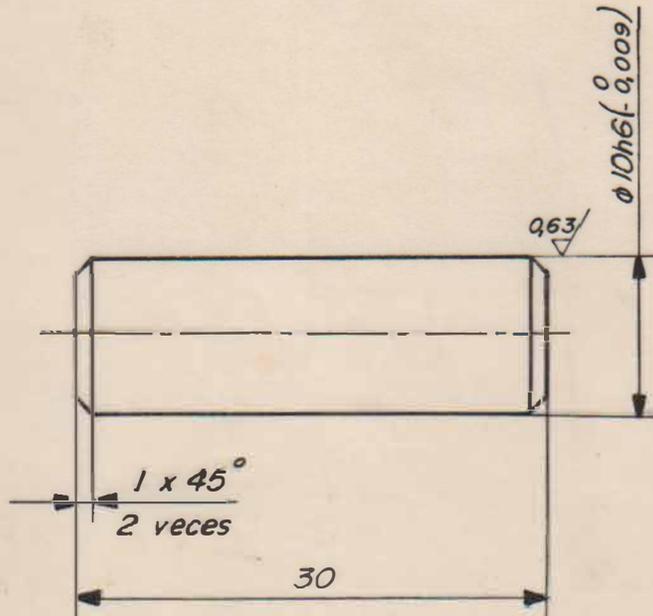
Dimensiones en milímetros según SAE 10-12  
 1. Líneas de corte azul  
 2. Líneas de contorno negro  
 3. Líneas de detalle rojo  
 4. Líneas de referencia verde

EMPRESAS DE REPLICADO	
Nombre	
Dirección	
Ciudad	
País	
Fecha	
Nombre	
Dirección	
Ciudad	
País	
Fecha	



38421-00-00-05

5/ (✓)



- 1- Dimensiones no toleradas según N.C. 16-33.
- 2- Trat. térmico hasta HRC 36-38.
- 3- Pavonado.

No. Inv. O.T.	Firma y Fecha	Sustituye a:	No. Inv. D.	Firma y Fecha

Mod	Cant	Na. Notif.	Firma	Fecha
Dibujo		D. Gallardo		16-6-94
Proyecto		D. Gallardo		16-6-94
Reviso		J. Pina		17-6-94
Cont. Tec.		J. León		17-6-94
Cont. Nar.		J. León		17-6-94
Aprobo		J. León		17-6-94

Pin  
de  
centraje

Plano de pieza

Barra L.C.  
 $\phi$  12 GOST 2590-71  
 Gdo. 5XHMA GOST1050-71

EMP. PIEZAS DE  
REPUESTO. SIME

Etapas de Elaboración			
D. T.	Masa	Escala	Hoja No
		2:1	

38421-00-00-05