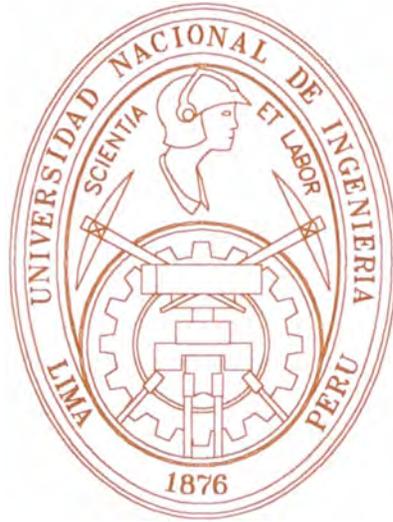


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECANICA



**“FABRICACIÓN DE UNA MAQUINA MOLDEADORA POR
COMPRESIÓN Y SACUDIDAS PARA FUNDICIÓN EN ARENA”**

INFORME DE INGENIERIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECANICO**

ANGEL ANTONIO SOTOMAYOR ROMERO

PROMOCION 1985 – I

LIMA - PERU

2003

DEDICATORIA

*Este trabajo va dedicado con todo cariño a mis
padres Leonor y Eleuterio a mi esposa Janet*

*mis hijos Alejandro y Andrés y hermanos que me
apoyaron en todo momento.*

TABLA DE CONTENIDO

PROLOGO.....	1
--------------	---

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN.....	3
-------------------	---

1.1 Objetivo.....	4
-------------------	---

1.2 Generalidades sobre la fabricación de válvulas.....	5
---	---

1.2.1 Normas utilizadas.....	5
------------------------------	---

1.2.2 Partes de la válvula.....	6
---------------------------------	---

1.2.3 Aleaciones.....	7
-----------------------	---

1.2.4 Procesos de fabricación.....	9
------------------------------------	---

CAPITULO II

ASPECTOS GENERALES SOBRE MOLDEO EN ARENA

2.1 El moldeo.....	13
--------------------	----

2.2 El molde.....	16
-------------------	----

2.2.1 Definición.....	16
-----------------------	----

2.2.2 Fabricación de un molde.....	18
------------------------------------	----

2.2.3 Condiciones alas que esta sometida durante la colada.....	18
---	----

2.2.4 Características exigidas a un molde.....	20
--	----

2.2.5	Las mezclas de arena para fundición.....	21
2.2.5.1	Ensayos empleados para determinar las características de las mezclas.....	22
2.2.5.2	Características de la arena de contacto de Fundición Lima.....	22

CAPITULO III

LAS MAQUINAS MOLDEADORAS

3.1	Moldeo a maquina.....	23
3.2	Clasificación.....	24
3.3	Maquinas de atacar por simple compresion.....	31
3.3.1	Maquina de desmodelado simple y ataque a mano.....	31
3.3.2	Maquina de atacar por compresion y de desmodelado relativo.	32
3.4	Maquinas de atacar por sacudidas o vibraciones y compresion.....	33
3.4.1	Maquinas de sacudidas y compresion en fases distintas.....	34
3.4.2	Maquinas de vibración y compresion en fases combinadas.....	36

CAPITULO IV

PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LA MAQUINA

4.1 Criterio para la Elección de la Maquina de Moldear.....	37
4.2 Consideraciones para el diseño de los componentes de la maquina.....	39
4.2.1 Cilindro de compresión.....	39
4.2.1.1 Presión de trabajo.....	39
4.2.1.2 Dimensiones del cilindro.....	40
4.2.2 Cilindro de sacudidas.....	41
4.2.2.1 Amplitud de sacudidas.....	41
4.2.2.2 Dimensión del pistón.....	42
4.2.3.-Mesa y plato de compresion.....	43
4.2.3.1 Dimensiones.....	44
4.3 Dimensiones Generales de la Maquina.....	44
4.3.1 Altura de la mesa de trabajo.....	44
4.3.2 Altura del plato de compresión.....	44
4.3.3 Cabezal del plato de compresion giratorio.....	44

CAPITULO V

DISEÑO DE LA MAQUINA MOLDEADORA

5.1 Diseño de los elementos estructurales.....	46
5.1.1 Cilindro de compresión.....	46

5.1.2	Brazo del plato de compresión.....	48
5.1.3	Columna.....	50
5.1.4	Eje del plato de compresion.....	51
5.1.5	Bocina del eje portaplato.....	54
5.1.6	Resorte del cilindro de sacudidas.....	54
5.2	Calculo de la soldadura.....	55
5.2.1	Unión del soporte angular y viga en U.....	55
5.2.2	Unión de viga en U y placa unión.....	59
5.3	Selección de los Componentes Neumáticos.....	61
CAPITULO VI		
COSTO DE FABRICACIÓN.....		
6.1	Consideraciones generales.....	63
6.2	Listado de los materiales y componentes usados.....	64
6.3	Costo de la maquina.....	65
CONCLUSIONES		67
BIBLIOGRAFÍA.....		70
APÉNDICE.....		71

PROLOGO

La fundición es una industria fundamental, que exige amplia cultura profesional, pues requiere conocimiento técnico tan diversos como son el dibujo, diseño, la mecánica de los cuerpos sólidos y fluidos, etc.; mucha experiencia en los numerosos recursos prácticos, a los que a menudo hay que acudir, así como capacidad para idear y aprovechar tales recursos.

El presente trabajo, está referido al diseño de una máquina moldeadora por compresión y sacudidas para moldes de arena, el que se desarrolla en los siguientes capítulos

En el primer capítulo se hace una breve introducción indicando los antecedentes, el objetivo de la tesis, metas, una descripción de los procesos,

de producción de la planta ,dedicada a la fabricación de válvulas de bronce para uso industrial y las normas a las que están sujetos estos producto.

En el segundo capítulo, se dan generalidades sobre el moldeo en arena, la confección y las características exigidas a un buen molde, los controles a las que se someten.

El tercer capítulo, se expone las maquinas moldeadoras, su clasificación, los métodos de compactación usados, los parámetros de funcionamiento.

El cuarto capítulo, se enumeran los criterios para la elección del tipo de moldeadora. se determinan los parámetros de funcionamiento necesarios para el diseño de los componentes de la maquina.

En el quinto capítulo comprende el diseño estructural de los principales componentes de la máquina, y la selección de los elementos de regulación y accionamiento neumático.

En el capítulo seis, se evalúa el costo de materiales y de mano de obra para la fabricación de la maquina.

Las conclusiones son presentadas al final, así como los anexos que complementan el estudio.

CAPITULO 1

INTRODUCCION

La fundición es uno de los principales complementos de la industria mecánica que exige un alto nivel de exactitud dimensional y de reproducibilidad en pequeñas y grandes cantidades.

La fundición, además de una industria, es también un arte; el moldeador puede producir piezas muy complejas, realizando un trabajo que puede llamarse de escultor.

Las piezas fundidas, constituyen en la mayoría de los casos, la parte preponderante de las maquinas, y dado que el procedimiento de fundición, permite obtener fácil y económicamente piezas de diversas formas y

tamaños, utilizando de modo conveniente algunos metales y aleaciones cuyas características no las hacen aptos para diversos trabajos.

La empresa Fundición Lima Industrial y Comercial S.A. dedicada a la fabricación de válvulas de bronce para uso industrial que trabajan en condiciones severas de presión y temperatura, con diferentes tipos de fluidos, en la industria química, minera, etc.

Flicsa en su proceso productivo contaba con 4 máquinas moldeadoras de compresión que estaban limitadas a la fabricación de moldes de válvulas hasta de 1 ½", frente al aumento de la demanda y la necesidad de fabricar válvulas de mayor tamaño, la empresa requería incrementar la producción de moldes en el área de fundición, planteo la necesidad de fabricar una máquina moldeadora de mayor capacidad; aprovechando la información y experiencia acumulada.

1.1 Objetivo

El objetivo principal, es incrementar la producción de válvulas y fabricar válvulas de mayor tamaño (hasta de 3"), en la empresa FLICSA,

Dentro del plan de ampliación de la empresa se determino que el incremento de la producción en el área de fundición era primordial, y urgente, debido a que la producción no cubría la demanda del mercado, la cual se debía abastecer en un corto tiempo, manteniendo la calidad y prestigio del producto, bien ganados en el mercado nacional, obligo a plantear un reto de tomar decisiones inmediatas de fabricar dos máquinas moldeadoras para

incrementar la producción en el área de fundición de 800 a 1200 Kg. semanal por turno de trabajo.

1.2 Generalidades sobre la fabricación de válvulas

Las válvulas industriales de Bronce, son diseñadas y fabricadas según las normas internacionales MSS-SP80 (normas americanas) y BS-5154 (norma británica) y están sometidas a un proceso de control de calidad, en todas sus fases de producción, desde la adquisición de la materia prima, hasta el producto final. La materia prima asegura que la composición de la aleación, cumpla las características particulares de trabajo, las pruebas finales garantizan la hermeticidad, precisión y seguridad, lográndose de esta forma un buen servicio de válvula.

1.2.1 Normas utilizadas

Normas MSS-SP80

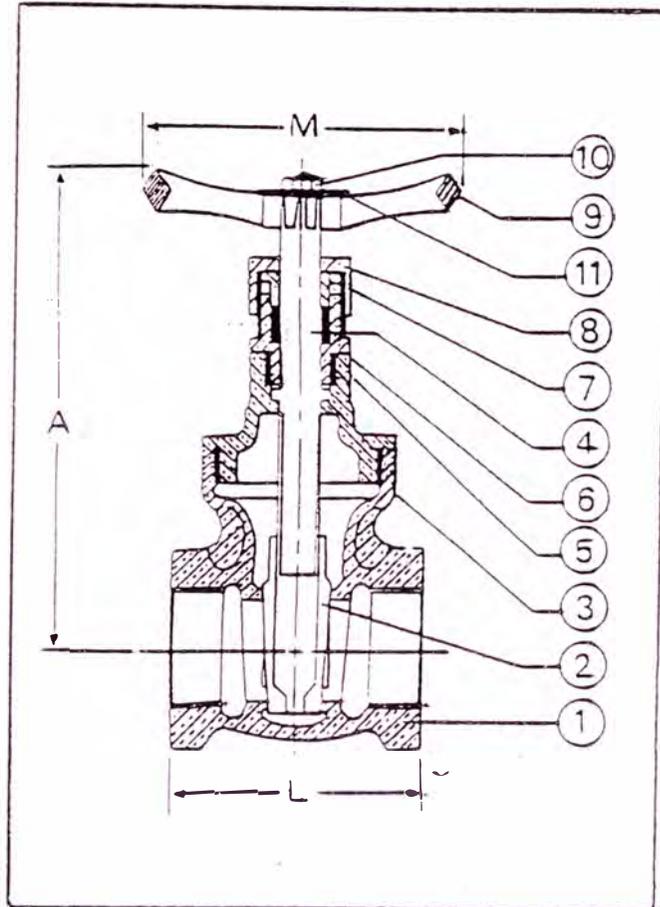
Son normas americanas desarrolladas y aprobadas por la Sociedad de estandarización manufacturera de la industria de válvulas.

Norma BS-5154

Son normas británicas desarrollados por el Instituto de Normalización Británica. Estas normas específicas los requerimientos para válvulas de globo, check y compuerta para propósitos generales obtenidos por fundición de aleaciones de cobre.

1.2.2 Partes de las Válvulas

A continuación se describe las partes de la válvula tipo compuerta.



N	DESCRIPCION	MATERIAL
1	CUERPO	BRONCE ASTM B62-CA836
2	CUÑA	BRONCE ASTM B62-CA836
3	BONETE	BRONCE ASTM B62-CA836
4	VASTAGO	BRONCE ASTM B371-CA697
5	CAJA DE EMPAQUE	1/2" - 2" D.N
		3"
6	EMPAQUETADURA	ASBESTO/TEFLON
7	PRENSA EMPAQUE	BRONCE ASTM B16-CA360
8	TUERCA PRENSA EMPAQUE	BRONCE ASTM B584-CA848
9	MANIVELA	ALUMINIO
10	TUERCA DE MANIVELA	LATON ASTM B16-CA360
11	DISCO DE IDENTIFICACION	ALUMINIO ANODIZADO.

1.2.3 Aleaciones de bronce para válvulas

A) Bronce ASTM-B62-CA 836

Este bronce brinda un excelente servicio cuando se utiliza en válvulas sometidas a condiciones severas de trabajo. Se recomienda para presiones de 150 PSI o menores, en líneas de vapor. La temperatura de servicio está limitada a 232° C, excepto en aplicaciones de calderos donde el Código de Construcción de Calderos de la A.S.M.E. limita su uso a 208° C. Se utiliza en líneas de muchos fluidos usados industrialmente.

Esta aleación es llamado comercialmente el "85-5-5-5" debido al promedio de su composición de cobre, estaño, plomo y zinc respectivamente, expresado en porcentaje.

Composición química :

Elemento	Mínimo (%)	Máximo (%)
Cobre	84.0	86.0
Estaño	4.0	6.0
Plomo	4.0	6.0
Zinc	4.0	6.0
Níquel	-	1.0
Fierro	-	0.3
Fósforo	-	0.05

Propiedades mecánicas.

Esfuerzo de rotura (PSI)	30,000 mínimo
Esfuerzo de fluencia (PSI)	14,000 mínimo
Elongación en 2 pulgadas	20 (mínimo %).

B) Bronce ASTM-B61-CA 922

Los broncees que se encuentran bajo esta especificación cubren los más altos grados de exigencia para la fabricación de válvulas de bronce y para servicios relacionados con el flujo de vapor.

El bronce ASTM-B61-CA 922 brinda una excelente combinación de tenacidad, esfuerzo y resistencia a altas temperaturas, y extrema estabilidad y densidad en su estructura. Es recomendado para usarse desde muy bajas temperaturas, hasta 288 °C en líneas de vapor:

También recomendado para usarse en todas las válvulas de bronce donde el flujo de vapor circula a una presión mayor de 200 PSI. Se puede agregar que, además de agua y vapor, su uso se extiende a muchos solventes, refrigerantes orgánicos y numerosos líquidos y gases utilizados ampliamente en la industria.

Composición química :

Elemento :	Mínimo (%)	Máximo (%)
Cobre	86.0	90.0
Estaño	5.5	6.5
Plomo	1.0	2.0
Zinc	3.0	5.0

Níquel	1.0
Fierro	0.25
Fósforo	0.05

Propiedades mecánicas.

Esfuerzo de rotura (PSI)	34,000 mínimo
Esfuerzo de fluencia (PSI)	16,000 mínimo
Elongación en 2 pulgadas	22%

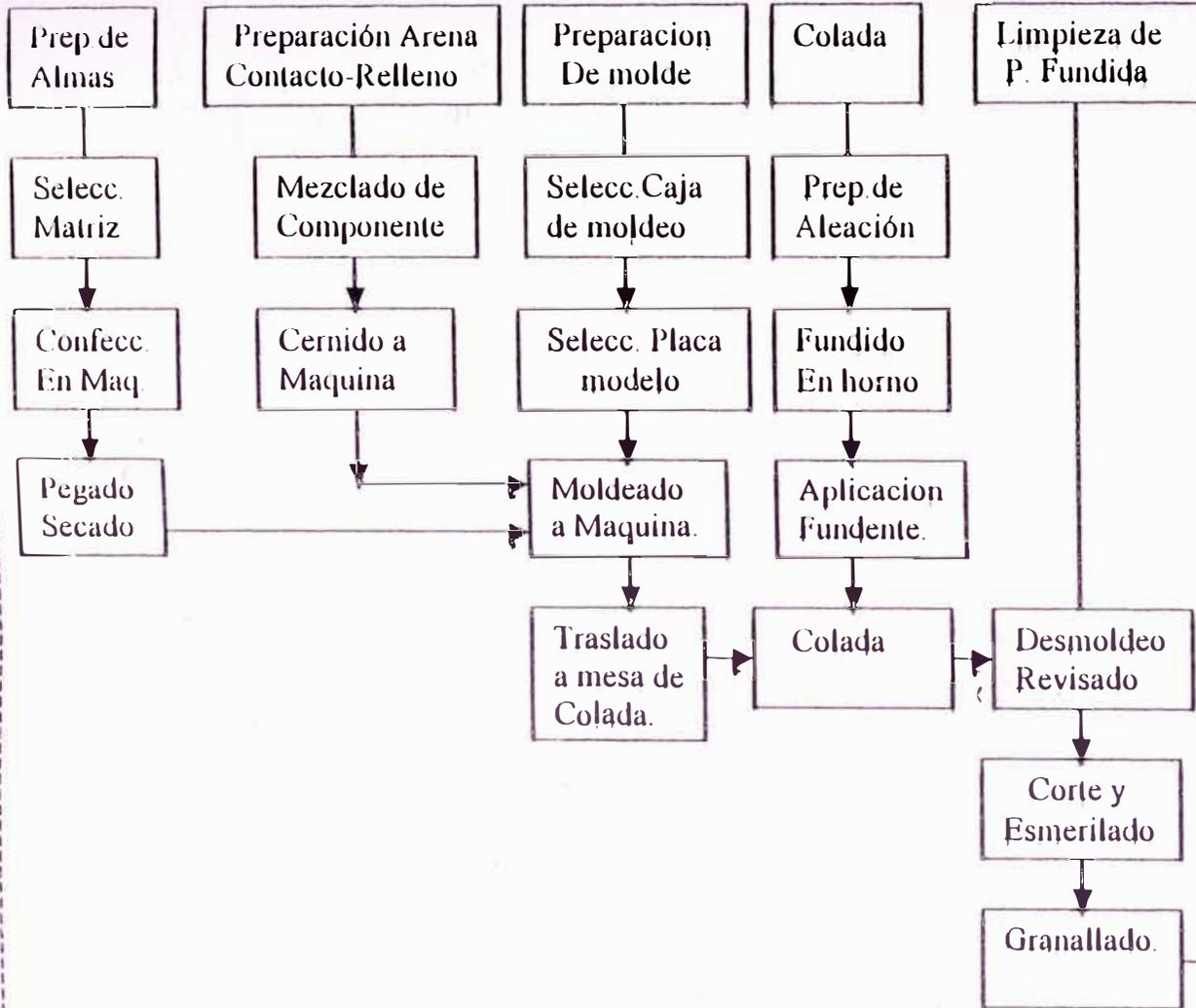
1.2.4 Procesos de fabricación de válvulas.

La fabricación se inicia con la obtención de la materia prima e insumos de buena calidad, utilizados durante todos los procesos de fabricación, con un control estricto de los materiales, lo que asegura una buena calidad del producto final.

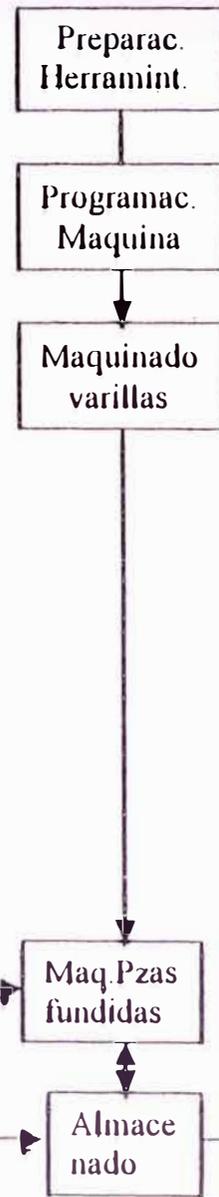
La fabricación de la válvula se divide en 3 áreas de trabajo :Fundición Maquinado y Ensamble la que se describe en el siguiente diagrama de flujo de procesos de fabricación de válvulas.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE VÁLVULAS FL

FUNDICION



MECANICA



ENSAMBLE



a) Proceso de Fundición por gravedad en moldes de arena.

Es el área que requiere mucho cuidado en sus procesos de fabricación, por cuanto es la parte preponderante de la válvula y cuyo procedimiento requiere de mucho control y experiencia

Este proceso consiste en preparar moldes de arena en los cuales se verterá el material en estado líquido. Dentro del molde se enfría el metal para evitar la oxidación acelerada, obteniéndose así la "Fundición en bruto", la cual requerirá un corte, limado, granallado y un maquinado posterior.

La preparación de la arena juega un papel importante en el acabado del producto. La composición adecuada de la arena de los moldes se tiene de la experiencia. El acabado también depende del tratamiento del material durante el proceso de fusión y de la forma como se cuela el material en los moldes que requiere un adecuado control.

El tipo de moldeo, la composición de la arena los sistemas de alimentación, los noyos, los sobrepesos, las cajas y las máquinas de moldeo, juegan un papel importante en el acabado de la fundición.

En esta etapa del proceso de producción se requería con urgencia la maquina moldeadora por cuanto la producción estaba limitada, contando con 4 maquinas con accionamiento solo por compresión, limitadas a moldear cajas de tamaño mediano, que no atendía todas las necesidades requeridas.

El tratamiento del metal líquido, con fundentes deben aplicarse según las recomendaciones de los fabricantes para un óptimo resultado. Finalmente la limpieza de la pieza se realiza con un desbarbado, esmerilado y granallado.

b) Proceso de Maquinado.

Después de la limpieza en fundición se realiza el proceso de maquinado, tanto de piezas fundidas, como de los demás componentes de la válvulas de varillas de latón, en tomos revólveres del tipo automático, semiautomáticos y manuales.

Existen máquinas especialmente diseñadas para determinadas tareas, como por ejemplo la máquina rectificadora marca Tumar, para los asientos y cuñas de válvulas compuertas, y las roscadoras de extremos de válvulas, marca Tonshoff tipo VH II, que están diseñados para alta producción.

c) Proceso de Ensamble.

En este proceso se procede a ensamblar los componentes de las válvulas dándoles el ajuste correspondiente, y realizando las pruebas de presión, hermeticidad y cierre de las válvulas. Esta etapa da la certificación final de la calidad de la fundición y la precisión del maquinado.

Los bancos de prueba de válvulas son diseñados para que su operación sea simple y confiable, de modo que permita probar la mayor cantidad de válvulas en el menor tiempo posible.

CAPITULO 2

ASPECTOS GENERALES SOBRE MOLDEO EN ARENA

2.1 El Moldeo

El moldeo consiste en obtener una reproducción en negativo de la pieza, en el cual ha de colarse el metal líquido que, al solidificar, adquiere la forma del modelo. Según los materiales empleados, y su consiguiente duración, los moldes se dividen en:

- a) Moldes perdidos o transitorios, de arena.
- b) Moldes permanentes, de materiales cementosos o en coquilla.

Según como prevalezca el trabajo manual o el de una máquina en la preparación del molde y en las operaciones auxiliares (extracción del modelo, retoque, etc) se distinguen

- a) **Moldeo a mano**, en el cual todas las operaciones se realizan manualmente, con la ayuda eventual de medios de levantamiento o de

transporte (grúas, carretillas, planos inclinados, etc) o de utensilios mecánicos (atacadores neumáticos o eléctricos, vibradores)

- b) **Moldeo mecánico**, en el cual algunas o todas las operaciones (especialmente el atacado de la arena y la extracción del modelo) son realizadas por medio de máquinas. En el moldeo mecánico es indispensable la ayuda de medios de levantamiento y de transporte para asegurar en las operaciones auxiliares el mismo ritmo de producción que imprimen las maquinas de moldear.

Moldes Perdidos

En los moldes perdidos, la arena debe ser contenida en un recipiente adecuado que soporte la fuerza de compresión de la arena y la presión metalostática que ejerce el metal líquido en el acto de la colada.

Pueden distinguirse

- a) **Moldeo descubierto**, cuando la reproducción o huella en la cual se verterá el metal líquido se practica en el suelo de arena de la fundición y la cara superior de la pieza queda al aire. Este sistema se aplica a piezas de poca importancia en las cuales es indiferente que la cara superior resulte irregular. Los lingotes de fundición, las armazones para moldes, etc, se moldean descubiertos.
- b) **Moldeo en fosa** Cuando la reproducción se efectúa en una cavidad o fosa en el pavimento del taller. El moldeo en fosa se completa siempre

con una caja superior que cierra el molde. Es un sistema muy conveniente para fundir piezas de gran tamaño.

- c) **Moldeo en caja**, cuando la reproducción se efectúa en la arena contenida en una caja compuesta de dos o más partes, de modo que pueda abrirse y retocarse con facilidad. Es el sistema más usado, que se adapta a cualquier clase de piezas, pero requiere cajas adecuadas.
- d) **Moldeo en bloque de arena**, cuando la caja se emplea sólo para hacer el molde y después se quita de modo que el metal líquido se vierte en el bloque de arena.

Atacado de los moldes de arena

- a) A presión, cuando se dispone en torno al modelo y en la caja una cierta cantidad de arena suelta para ir atacando en la medida y dirección adecuadas. Este atacado, puede efectuarse:
- Directamente con la mano, usando atacadores de mano, neumáticos o eléctricos:
 - Con una máquina, que puede ser accionada a mano (palanca, pedal o similares) o por fuerza hidráulica o neumática.
- b) Por sacudimiento o por vibración cuando, una vez colocada la arena en torno al modelo dentro de la caja, se somete el conjunto a una serie de sacudidas o de vibraciones que asientan los granos de la arena.
- c) Por sacudimiento (o vibración) y presión combinadas.

- d) Por proyección centrífuga, cuando la arena se proyecta contra el modelo dentro de la caja mediante una rueda que gira dentro de una caja provista de una abertura tangencial.
- e) Por proyección neumática, cuando la arena se proyecta por medio de aire comprimido. Es el sistema característico de ciertas máquinas modernas para hacer machos que, por su velocidad de acción se denominan máquinas de disparar noyos.

2.2 El Molde

Las características exigidas a un molde, así como su comportamiento durante la colada, son importantes por estar muy relacionadas con los materiales empleados en la fabricación del molde, con la formulación y preparación de las mezclas.

2.2.1 Definición

El molde, es un conjunto de elementos hecho de una mezcla de materiales apropiados que delimitan el recinto o cavidad que tiene la forma de la pieza que queremos obtener.

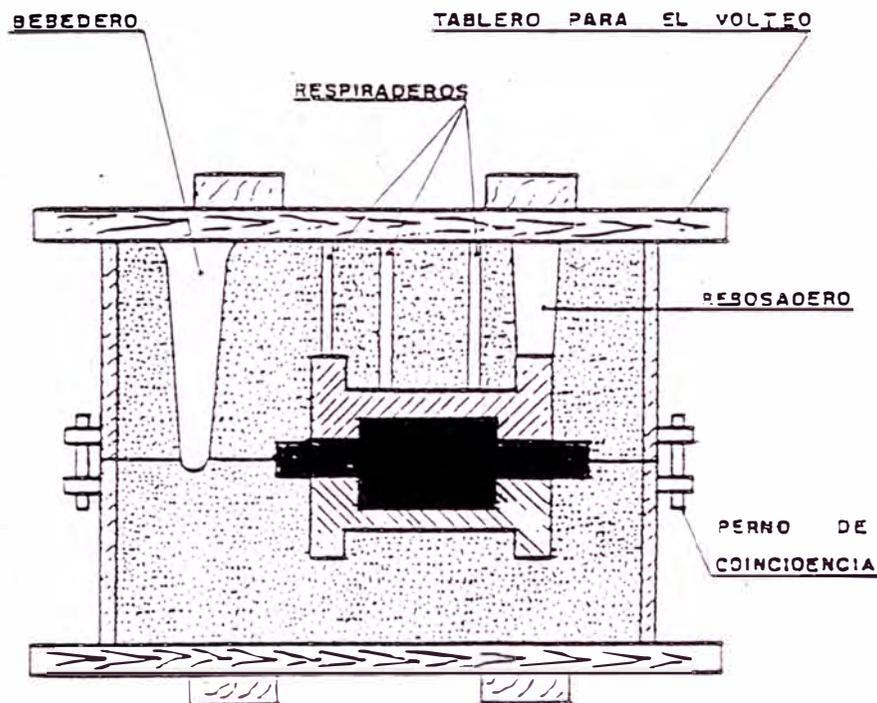
Este recinto recibirá el metal líquido que después de solidificado dará la forma de la pieza.

Un molde consta de varias partes: parte superior, parte inferior y a veces partes intermedias, y de almas o noyos. Las partes llevan impresas los sistemas de llenado y las portadas de las almas. Todo el conjunto armado con sus partes y las almas forman un molde.

De una manera general, las partes de un molde se fabrican con mezclas de una arena lavada, aglutinante y agua.

Una mezcla típica tendría la siguiente composición: 88-90% arena, 8-6% de bentonita sódica y 4% de agua.

Las almas se fabrican con la mezcla de un aglomerante (2-5%) y arena lavada y seca (98-95%).



2.2.2 Fabricación de un molde

Para fabricar un molde es necesario elaborar previamente sus partes y las almas. En definitiva hay que ejecutar lo que indicamos a continuación :

1. Seleccionar los materiales a emplear, en función del tipo de aleación a fundir y método de moldeo escogido.
2. Preparar las mezclas para moldeo y para fabricar almas.
3. A) Preparación del molde, compactando la arena de moldeo sobre el modelo, de tal manera, que éste pueda extraerse sin afectar la huella obtenida. Esta huella debe mantener su estabilidad dimensional en el manipuleo de esta parte del molde ya fabricado. Esta operación se denomina moldear o moldeo.

B) Preparación de las almas, con arena mezclada con aglutinantes especiales, en cajas de almas. La extracción del alma de su caja se hará en el momento en que esta pueda manipularse.
4. Armar y cerrar el molde.

2.2.3 Condiciones a las que esta sometido un molde durante la colada

Durante la colada, el molde está sometido a una serie de condiciones mecánicas, térmicas y químicas. Independientemente debe poseer "permeabilidad" para permitir la salida del aire contenido en el recinto del molde y de los gases formados durante la colada.

Condiciones mecánicas.- Actúan sobre las paredes del molde (partes del molde y almas). Estas pueden ser estáticas y dinámicas. Las acciones

estáticas ejercidas son del tipo de compresión, tracción, reflexión y corte, dependiendo su valor de la densidad de la aleación a fundir y de altura metalostática de colada.

Las acciones dinámicas se producen durante la entrada del metal líquido, su circulación por los sistemas de llenado y a su llegada a la cavidad del molde a determinada velocidad. Las primeras pueden producir deformaciones y movimientos de las paredes del molde, penetración del metal entre los espacios dejados por los granos de arena, desplazamiento o rotura de las almas o salientes del molde, etc. Las segundas ocasionan generalmente arrastres de arena, erosiones en las paredes, roturas de los sistemas de llenado, etc.

Condiciones térmicas.- Como las temperaturas de colada pueden alcanzar en algunos casos hasta 1700°C, las arenas empleadas en las mezclas pueden experimentar sinterizaciones o fusiones en las capas superficiales del molde. Como es lógico, la elección adecuada del material a emplear evita estos inconvenientes. Como las arenas corrientemente empleadas son arenas silíceas, estas sufren una fuerte expansión al calentarse desde la temperatura ambiente hasta aproximadamente los 600°C. Esta expansión, que no puede ser evitada, puede causar movimientos y roturas de las paredes del molde y graves defectos en las piezas.

Condiciones químicas.- Las mezclas empleadas en la fabricación del molde pueden llegar a reaccionar con el metal, produciendo defectos importantes en las piezas. Estas reacciones suelen producirse sobre todo en los casos en que se efectúan cambios importantes en la composición química del metal sin haber cambiado la mezcla de arena empleada.

2.2.4. Características exigidas a un molde de arena.

Como resumen de lo expuesto anteriormente, un molde deberá reunir las siguientes características

1. Resistencia a los esfuerzos originados por las condiciones mecánicas a que está sometido, sin deformaciones o desplazamientos apreciables.
2. Resistencia a la erosión originada por la circulación del metal, por los sistemas de llenado y durante el llenado del mismo.
3. Resistencia al ataque químico de la aleación líquida y resistencia o refractariedad al calor.
4. Ser permeable a los gases (aire del molde, vapor de agua y otros gases formados durante la colada).
5. Posibilitar la obtención de superficies lisas en las piezas.
6. Permitir una fácil eliminación del calor de la pieza.
7. Facilitar el desmolde de ésta y la disgregación de las partes del molde y las almas.

Para conseguir las características enumeradas anteriormente es necesario seleccionar adecuadamente los materiales a emplearse, y formular y

preparar las mezclas de acuerdo a las condiciones a que está sometido el molde, seleccionándose los métodos de moldeo en función de las mezclas que puedan ser utilizadas. Simultáneamente debe haber un estricto control de materiales, mezclas y moldes de acuerdo a los standards establecidos.

2.2.5 Las mezclas de arena para fundición

Las propiedades y características de las mezclas aglutinadas o aglomeradas empleadas en la fabricación de moldes de arena dependen principalmente de :

- Las características de los materiales empleados.
- La correcta formulación de las mezclas.
- Su adecuada preparación.

El empleo de un control eficiente de materiales y mezclas.

En los circuitos cerrados de moldeo el empleo de arena única se hace normalmente, por lo tanto la regeneración de la arena usada reviste especial importancia.

Los ejemplos de mezclas típicas para distintos tipos de metales y aleaciones son dadas a título operativo ya que la mezcla es la que el mismo ha formulado y experimentado. Las características de los materiales empleados y los medios de preparación de que disponga, tiene influencia decisiva en el comportamiento de la mezcla formulada.

2.2.5.1 Ensayos empleados para determinar las características de las mezclas

En mezclas aglutinadas se debe determinar :

- a) Resistencias a la compresión y cortadura, en verde o en seco
- b) Permeabilidad
- c) Deformación admisible
- d) Dureza
- e) Humedad
- f) Análisis Granulométrico

2.2.5.2 Características de la arena de contacto, usado en Fundición Lima

a) Composición en Peso:

- Arena de Río : 4.2%
- Tierra amarilla (arcillosa) : 22.7 %
- Arena reprocessada : Resto (68 %)
- Bentonita : 2 %
- Aserrín : 2.25 %

b) Características de la Arena de contacto:

- Humedad % : 6%
- Resistencia a la compresión : 1200 gr/cm²
- Resistencia al corte : 200 gr/cm²
- Permeabilidad : 6.5
- Índice de finura (AFS) : 112

CAPITULO 3

LAS MAQUINAS MOLDEADORAS

3.1 Moldeo a maquina.

El aumento en la demanda de piezas y la competencia en los mercados han hecho necesario el estudio y empleo de máquinas especiales para preparar los moldes. Con dichas máquinas se obtienen

- a) Reducción del tiempo empleado en el trabajo.
- b) Disminución del costo.
- c) Aumento de la producción.
- d) Mejora sensible del producto.
- e) Mejores condiciones de trabajo para los operarios.
- f) Posibilidades de empleo de procedimientos especiales para atacar la arena que aseguran un grado de atacado uniforme y constante.
- g) Posibilidad de prescindir de la capacidad del operario, recurriendo a mano de obra no especializada.

Las máquinas de moldear han representado, por lo tanto, un avance decisivo para la fundición, transformándola gradualmente en un proceso mecanizado.

3.2 Clasificación.

Según las operaciones realizadas en el moldeo a mano, se han descrito las etapas del trabajo para preparar un molde de arena.

Las máquinas de moldear se han estudiado y construido para realizar, parcial o totalmente, el mismo ciclo de operaciones.

Primeramente, la atención de los técnicos fue atraído por la extracción del modelo, aunque el que realice sea operario experto, ocasiona roturas más o menos importantes en el molde con las consiguientes pérdidas de tiempo en los necesarios retoques: se construyeron entonces las máquinas de desmodelar.

Después se pensó en disminuir la fatiga del operario substituyendo el atacado a mano por el mecánico. Aquí tuvieron su origen las máquinas de moldear propiamente dichas.

Combinando los dos tipos de máquina se crearon a continuación las máquinas de moldear y desmodelar.

Los moldes están constituidos siempre por dos medias cajas cuando menos: la inferior y la superior. Con las máquinas del tipo descrito el moldeador

debía efectuar, después de extraer el modelo, el cierre del molde, uniendo las dos medias cajas, para la colada. Para hacer más rápida y más exacta esta operación se construyeron las máquinas para moldear, desmodelar y cerrar el molde.

Posteriormente se dio un paso más allá en la fundición con la aparición de las máquinas semiautomáticas y automáticas, que, puestas en marcha con un interruptor, dosifican y cargan la arena, moldean las dos medias cajas, extraen el modelo y cierran el molde, dejándolo dispuesto para la colada. El operario, ha de cuidar solamente el funcionamiento regular de la máquina, proveerla de cajas o de tableros, quitar las cajas o los moldes acabados o realizar algunas operaciones auxiliares, puede manejar dos máquinas al mismo tiempo.

Se puede, por lo tanto, establecer una primera clasificación de las máquinas

Según las operaciones que realizan :

- a) Máquinas de desmodelar.
- b) Máquinas de moldear.
- c) Máquinas de moldear y desmodelar.
- d) Máquinas de moldear, desmodelar y cerrar el molde.
- e) Máquinas semiautomáticas y automáticas.

Según el modo de atacar la arena, el atacado a mano se realiza por compresión (Fig. 3.1). Las primeras máquinas de moldear fueron, por tanto, máquinas de compresión. La caja se llena de arena, la cual es comprimida

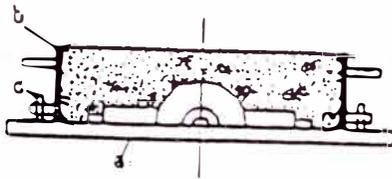


Fig. 3.1 — Moldeado a mano: el atacado de la arena no es uniforme, sino que forma terrones, más compactos en los lugares directamente en contacto con el atacador.

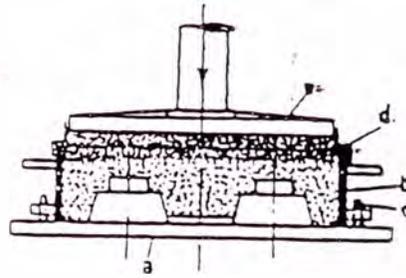


Fig. 3.2. — Moldeado mecánico por compresión de plato móvil y con placa modelo fija: la arena resulta más comprimida en la proximidad del plato. Este sistema es el adecuado para cajas y modelos bajos.

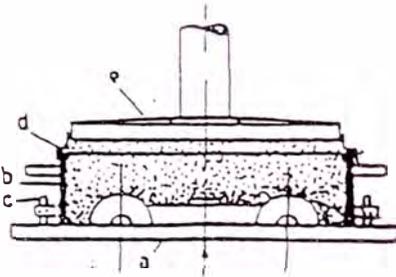


Fig. 3.3 — Moldeado mecánico por atacado mediante plato fijo y placa modelo móvil hacia arriba. Es un sistema mejor que el precedente.

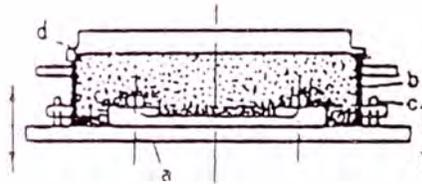


Fig. 3.4. — Moldeado mecánico por sacudidas o por vibraciones. Es un sistema todavía mejor y adecuado para cajas y modelos de mediana altura.

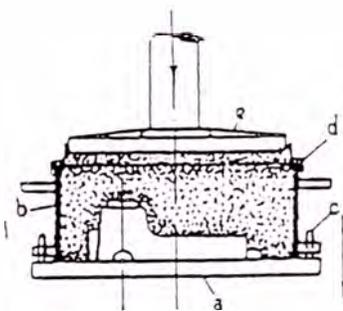


Fig. 3.5. — Moldeado mecánico por sacudidas y compresión o por vibrocompresión. Es el sistema más moderno, adecuado para cajas de cierta altura.

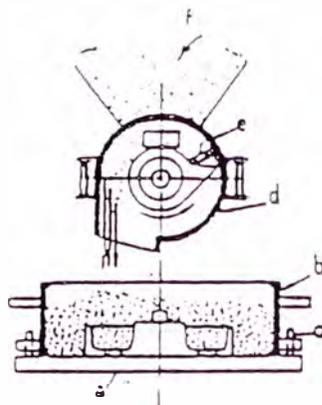


Fig. 3.6. — Moldeado por proyección centrífuga: el atacado de la arena es casi uniforme en toda la altura de la caja, dentro de los límites de las posibilidades de la máquina.

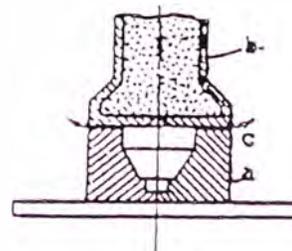


Fig. 3.7. — Moldeo por proyección neumática: el atacado de la arena resulta casi uniforme. Es un sistema que se presta al moldeado de machos, pero se conocen también aplicaciones al de los moldes.

a, placa-modelo; b, caja; c, espigas de registro; d, dosificador; e, plato de compresión. En la figura 185: d, cabeza de proyección centrífuga; e, paleta giratoria; f, tolva de arena. En la figura 186: a, caja de machos; b, cabeza de proyección neumática; c, salidas de aire.

con un plato (Fig. 3.2). En este caso el atacado resulta más fuerte en la zona cercana al plato que en las proximidades del modelo, como debería ser. Este sistema es bueno para modelos y cajas de poca altura.

Se buscó la manera de corregir este inconveniente construyendo máquinas de atacar en la cual la placa modelo es la que efectúa la compresión, elevándose con la caja hacia el plato, que está fijo (Fig. 3.3), con lo cual se obtuvo una gran mejora.

A continuación se crearon las máquinas de sacudidas y de vibraciones. La caja, llena de arena, es sometida a movimientos verticales (relativamente amplios y lentos, es decir, sacudidas, o de poca amplitud y veloces, esto es, vibraciones) de modo que la arena se comprime en el fondo contra la placa modelo (Fig., 3.4). En este caso el atacado resulta más fuerte cerca del modelo: es un sistema adecuado para modelos y cajas de mediana altura.

Combinando los dos sistemas se obtuvieron las máquinas de sacudidas y vibraciones o de vibro compresión, adecuadas también para modelos y cajas altas (Fig. 3.5) porque el atacado es casi del todo uniforme, como se comprende.

Otra categoría es la constituida por otros dos sistemas de atacar la arena: el de proyección centrífuga (Fig. 3.6) y el de soplado. El primero es adecuado para moldes y puede servir también para machos de gran tamaño. El segundo se emplea especialmente para machos de tamaño medio y

pequeño, de serie, en arena aglomerada (Fig. 3.7) aunque actualmente se está ensayando su aplicación a los moldes.

Por lo tanto, según el modo de atacar la arena se distinguen:

- a) Máquinas de compresión.
- b) Máquinas de sacudidas o de vibración.
- c) Máquinas a sacudidas y compresión.
- d) Máquinas de proyección centrifuga.
- e) Máquinas de soplado.

Según el sistema de accionamiento las máquinas pueden ser accionadas o manejados de distintas maneras. Tenemos :

- a) Máquinas accionadas a mano.
- b) Máquinas de accionamiento hidráulico.
- c) Máquinas de accionamiento por aire comprimido.
- d) Máquinas de accionamiento hidráulico y por aire comprimido combinados.

Según las aplicaciones de la maquina, normalmente para la preparación completa del molde se emplean dos máquinas distintas de moldear, una para la preparación de la caja inferior y otra para la caja superior. Sobre la primera máquina se monta la placa modelo que reproduce la parte inferior de la pieza, y sobre la segunda la que reproduce la parte superior. Las dos medias cajas se acoplan y cierran después como de costumbre, obteniéndose así el molde completo de la pieza dispuesta para la colada.

Es posible obtener el moldeo completo de las dos medias cajas con una sola máquina mediante el empleo de placas modelo especiales.

- a) Máquinas para moldear cajas simples, es decir, una sola mitad.
- b) Máquinas para moldear cajas dobles, es decir, dos mitades.

El empleo de máquinas para obtener grandes producciones requiere un adecuado servicio. Es necesario suministrar arena y cajas a las máquinas, y retirar los moldes ya preparados, de otro modo, los beneficios producidos por el empleo de las máquinas quedan reducidos. Por ello, sólo en los pequeños talleres se echa la arena con la pala. En los talleres de mayor capacidad todas las máquinas están provistas de tolvas o de cintas de transporte que las alimentan continuamente de arena. Los moldes, apenas confeccionados, son depositados sobre transportadores de rodillos, de cinta o de ruedas, que los conducen inmediatamente al lugar donde se efectúa la colada.

En la tabla 3.1 se presenta un resumen de la clasificación de las máquinas de moldear.

	Accionamiento o sistema de colada.	Denominaciones De las maquinas.
--	------------------------------------	---------------------------------

<p>I Grupo Atacado de la arena por simple compresión a mano o mecánicamente.</p>	<p>A mano Por aire comprimido Hidráulico Hidráulico y por aire Comprimido</p>	<p>Para desmodelar Para moldear por compresión y para Desmodelar con movimientos recíprocos Varios del plato, de la placa modelo o de la caja.</p>
<p>II Grupo Atacado de la arena por sacudidas, por Vibración y por compresión.</p>	<p>Por aire comprimido Hidráulico y por aire comprimido</p>	<p>De sacudidas y compresión en fases distintas De vibración y compresión en fases combinadas De cabezal giratorio. Abatible, reversible, etc. De mesa giratoria. Semiautomáticas y automáticas.</p>
<p>Dispositivos auxiliares</p>		<p>Para desmodelar.</p>
<p>III Grupo Atacado de la arena por proyección Centrífuga o mecánica.</p>	<p>Centrífugos Por aire comprimido.</p>	<p>Sencillas de manejo manual. De manejo mecánico o eléctrico. Para soplar machos.</p>
<p>IV Grupo Moldeo para colada en coquilla.</p>	<p>Colada en coquilla fija Colada Centrífuga</p>	<p>De coquilla sencilla. De coquilla múltiple. Con el eje de rotación dentro del molde.</p>

3.3 Maquinas de atacar por simple compresion.

3.3.1 Maquina de desmodelado simple y ataque a mano.

La maquina de desmodelado simple y ataque a mano es el tipo más antiguo y más sencillo de máquina de moldear . El operario coloca la caja de moldeo sobre la placa-modelo y mediante una guía regula exactamente la posición de la caja; limpia y espolvorea el talco sobre el modelo, llena de arena la caja y aprisiona con el atacador de mano o atacador neumático. Después de atacar, pone en marcha el dispositivo de vibración para desprender la arena del modelo; extrae el modelo levantando la caja mediante un mecanismo de excéntrica equilibrada con un contrapeso.

Esta máquina de moldear es accionada completamente a mano y encuentra aplicación en las pequeñas fundiciones.

Hay máquinas que, mediante el empleo de agua a presión, o mejor aire comprimido y aceite, realizan el desmodelado mecánico de un modo más regular y más rápido (figura 3.8). La presión del aire comprimido esta entre 5 a 6 kg/cm², que actúa sobre el depósito de aceite en el que se desliza el pistón del dispositivo de levantamiento de las espigas.

Es evidente que con las máquinas de moldear del primer grupo no es posible obtener un índice elevado de producción de moldes a causa de la lentitud de las operaciones, que debe realizar por sí mismo el operario, especialmente el atacado a mano de la arena. Por otra parte este tipo de máquinas no

permiten un grado constante de compresión, lo que es causa de posibles defectos en las piezas.

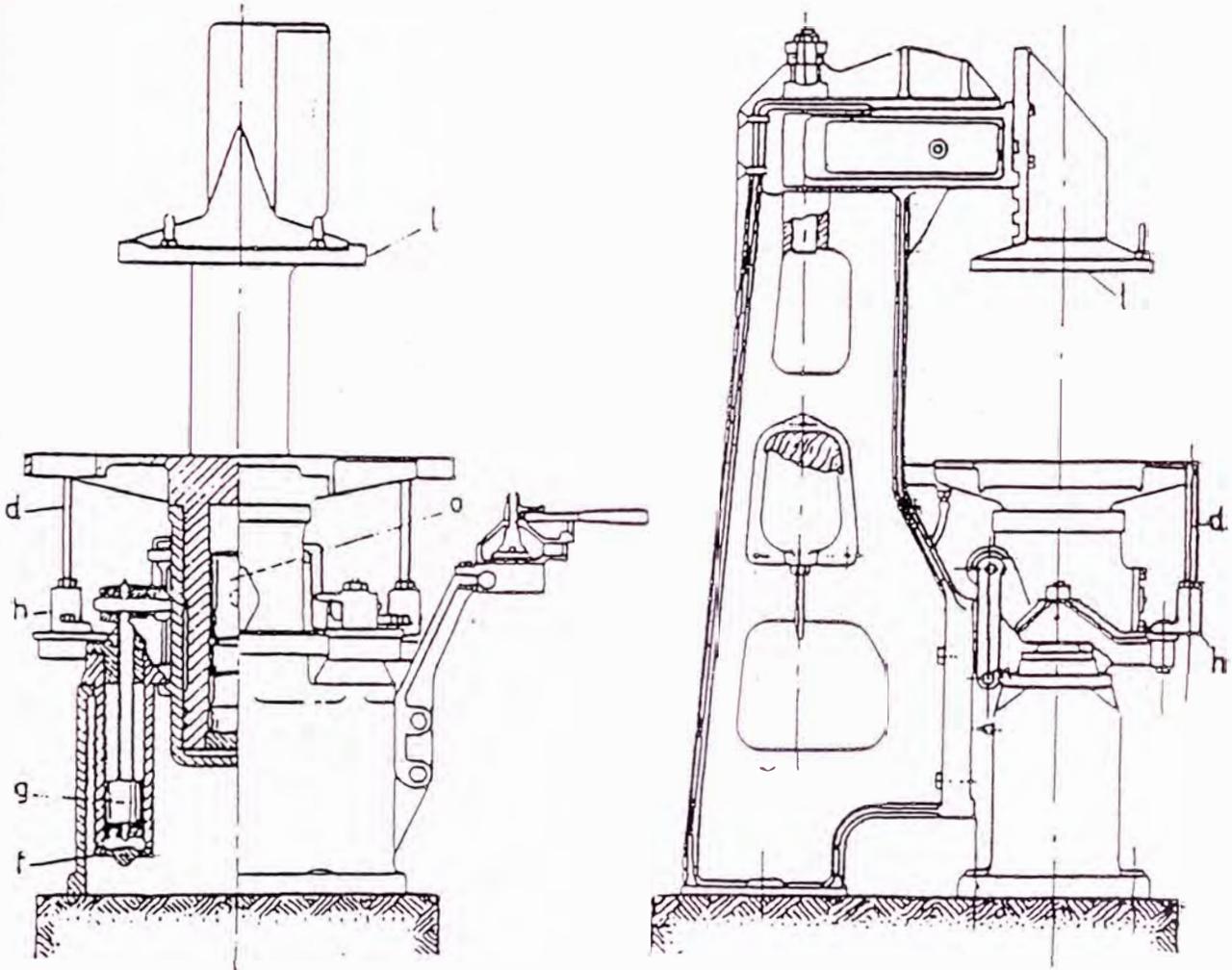


Fig. 3.8. — Máquina de moldear por vibrocompresión y de desmodelar. Obsérvense las espigas d para el levantamiento de la caja soportadas por los brazos h regidos por los pistones g, que se deslizan en los cilindros f; o es la maza vibradora. l es el plato de la compresión, giratorio sobre el eje vertical de la máquina.

3.3.2 Maquinas de atacar por compresión y de desmodelado relativo.

En esta maquina el operario, coloca la caja vacía sobre la placa modelo y la llena de arena, coloca sobre la caja una plancha de hierro laminado llamada dosificador porque regula la cantidad de arena necesaria y por lo tanto el grado de compresión del molde, y mediante un cabezal de compresión neumático comprime la arena hasta el grado deseado modo Terminada esta operación. el operario retira el cabezal y efectúa el desmodelado.

Las máquinas de construcción más reciente están dotadas de un sistema de compresión de la arena mediante el levantamiento de la placa-modelo y de la caja contra el plato superior de compresión (Fig. 3.9).

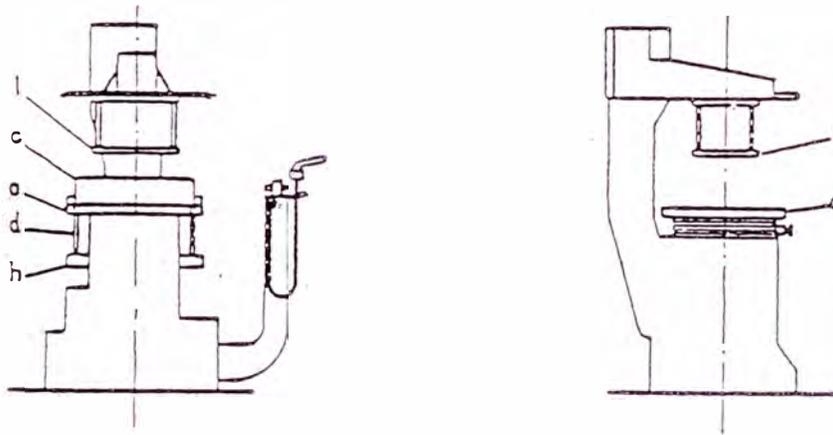


Fig. 3.9. — Máquina de moldear a presión por la elevación de la combinación placa-modelo y caja, y para desmodelar. Obsérvense la caja c, la mesa o para el apoyo de la placa-modelo, las espigas d para el desmodelado, impulsadas por las ménsulas h, el plato de compresión l, giratorio sobre un eje vertical, y los grifos de mando. En la izquierda, la máquina se ve de frente; en la derecha, de perfil.

3.4 Maquinas de atacar por sacudidas o vibraciones y compresion.

Atacar la arena mediante la simple compresión no asegura uniformidad, particularmente cuando los modelos son un poco altos o presentan entrantes o salientes notables. Se aplica entonces a las máquinas la operación de sacudimiento para permitir que la arena se introduzca en el interior de las cavidades o entrantes del modelo. El atacado de la arena se basa en el principio de que las materias en estado granular sometidas a una acción oscilatoria vertical se asientan y adquieren una mayor consistencia (esta propiedad recibe el nombre de deslizamiento), que está en proporción directa con la intensidad de la oscilación.

La operación consiste en subir y bajar velozmente la placa -modelo y la caja llena de arena. Al descender da un golpe mas o menos seco sobre la base de la máquina y con repeticiones más o menos prolongada de estos golpes la arena queda repartida y atacada en torno al molde en el grado deseado. En algunas máquinas, el ataque de la arena en torno al modelo se obtiene dando repetidos golpes con una maza bajo la placa-modelo. Esta operación recibe el nombre de asentamiento de la arena por vibración.

3.4.1 Máquina de sacudidas y compresión en fases distintas.

Es el tipo de máquina más empleado. Con estas máquinas el operario, después de haber realizado el sacudimiento y una vez que la arena está bien repartida dentro de caja, pasa a la fase de compresión. La figura 3-10 muestra el esquema de una máquina de este tipo.

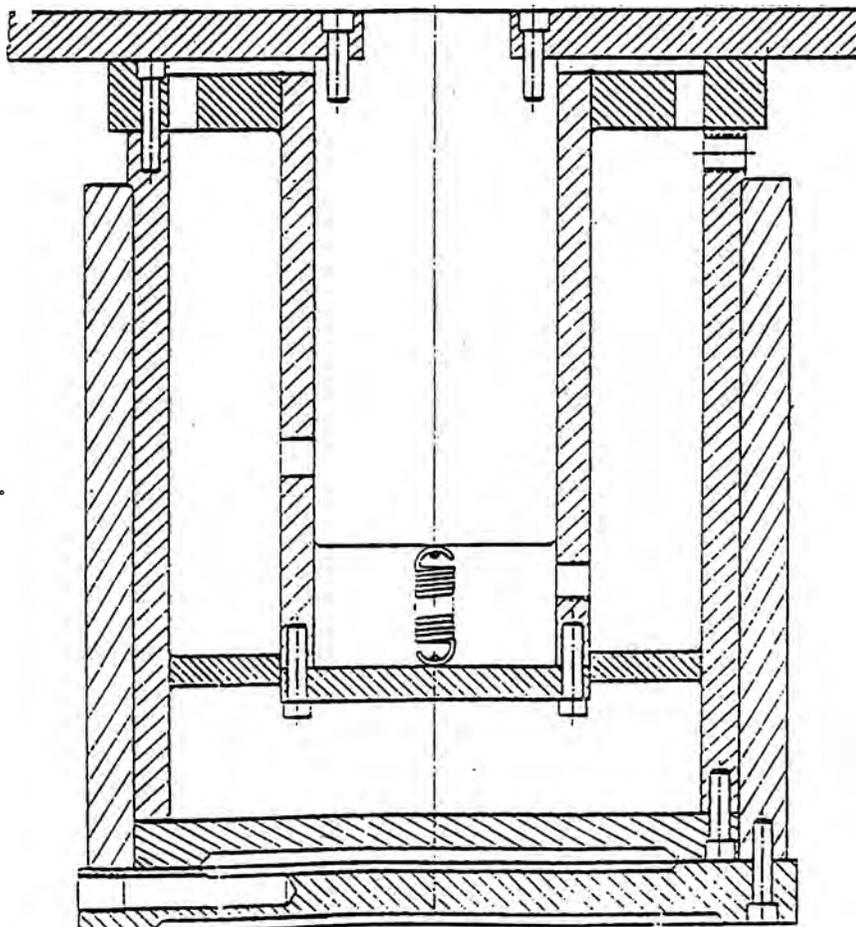


Fig. 3.10.

El aire comprimido, al entrar en el pistón lo levante cerrando el orificio de descarga. La expansión del aire se produce a través de la válvula, después de que el conjunto tablero-pistón cae dando un golpe sobre la base de la máquina y produciendo de este modo una sacudida.

El número de sacudidas varía según las dificultades presentadas por el modelo. Algunas máquinas llevan adaptado un dispositivo automático que regula el número de sacudidas de acuerdo con las necesidades. Sin embargo, normalmente es el operario el que regula por sí mismo el número de sacudidas según el modelo, aplicado a la máquina y el tipo de arena empleado. En las figuras 3.11 3.12 y 3.13 se muestran las tres fases de trabajo de una máquina de sacudidas y compresión en tiempos distintos.

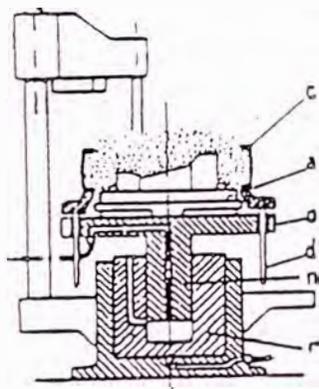


Fig. 3.11. — Máquina de modelar por sacudidas y compresión, como la anterior. a, placa-modelo; c, caja; o, mesa; d, espigas para el desmodelado; n, pistón de sacudidas; r, pistón de compresión. El plato está desviado lateralmente, y la máquina en la fase de sacudimiento.

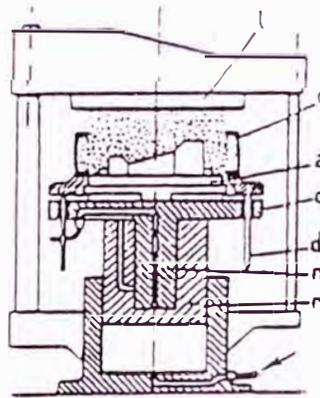


Fig. 3.12 — La misma máquina de la figura anterior. El plato está en el centro de la máquina y fijado por el montante de la derecha. La máquina está en la fase de compresión.

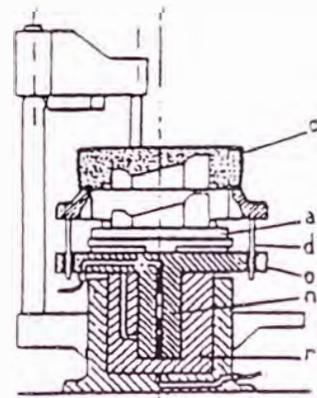


Fig. 3.13. — La misma máquina de la figura precedente. El plato está desviado lateralmente y la máquina en la fase de desmodelar.

3.4.2. Maquinas de vibración y compresión en fases combinadas.

Son máquinas construidas con el fin de aumentar la rapidez en el moldeo, especialmente para modelos que no presentan grandes dificultades. Las operaciones de vibración y de compresión se realizan al mismo tiempo. La figura 3.8 muestra un esquema de una máquina de este tipo.

El operario pone la caja sobre el modelo, la llena de arena y coloca la placa de compresión sobre la caja. Cuando abre la entrada de aire para la compresión, los pistones levantan el tablero, que soporta la placa-modelo y la caja, contra la placa de compresión. Simultáneamente, el pistón de la maza empuja a ésta para que dé una serie de golpes en el tablero, obteniéndose de este modo el asentamiento de la arena en torno al modelo. Realizada esta operación, se retira la caja y se efectúa el desmodelado. Este tipo de máquina permite un índice muy elevado de producción de cajas, siendo suficientes, por lo regular, unos 20 segundos por molde.

CAPITULO 4

PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LA MAQUINA

4.1 Criterio para la elección de la maquina de moldear.

Para la elección del tipo de maquina de moldear se tomo en consideración lo siguiente:

- a) **El volumen de producción**, identificada como mediana producción, por cuanto el promedio de moldes preparados por cada tipo de placa modelo es de 50 moldes como máximo y 8 como mínimo semanal.

- b) **La forma de las piezas a obtener, las dimensiones de la placa modelo y de la caja de moldeo.** Se tomo en consideración la caja de moldeo de mayor tamaño, incluso se proyecto para cajas de mayores dimensiones.

- c) **El tipo y grado de compactación del molde.**

El método de compactación después de las sacudidas es mejor que el de compactación pura, debido a que con las sacudidas la arena se compacta bajo su propio peso en capas horizontales, introduciéndose en el interior de las cavidades del modelo y en el borde superior de la caja de moldeo

El grado de compresión recomendado para los moldes cuya altura es mayor a los 150 mm, se regula a partir de 1.5 kg/cm^2 hasta un máximo de 2.5 kg/cm^2 , la cual define el diseño del cilindro de compresión.

d) **La rapidez de desmodelado**, la cual se realiza con un vibrador neumático, que se instala en la placa modelo.

e) **Factor económico**. El costo de la maquina se debe justificar con el tipo de producción, la cual esta definida como mediana producción. En la actualidad existen maquinas moldeadoras automáticas, en las que las diversas fases de moldeo se suceden mecánicamente con el simple accionamiento de un interruptor, cuyo costo se justifica para grandes producciones,

f) **Flexibilidad y rapidez para la programación de la maquina**, es decir la maquina no debe ser muy complicada o especializada, por cuanto la producción a realizar será variada y en series de mediana producción,

En resumen la maquina que se ajusta a la producción de válvulas es una moldeadora a compresión y de sacudidas, con accionamiento neumático, cuyas características están directamente relacionado al tipo y tamaño de los moldes a producir.

4.2 Consideraciones para el diseño de la máquina.

El diseño de la máquina se ha basado principalmente en el diseño de los siguientes componentes:

- Cilindro de compresión.
- Cilindro de sacudidas.
- Mesa y plato de compresión.

4.2.1 Cilindro de compresión.

4.2.1.1 Presión de Trabajo

Las presiones recomendadas y aplicadas a los moldes de fundición varían en un rango de 0.2 a 2.48 kg/cm.², dependiendo de la altura del molde, tipo de modelo, etc, normalmente para moldes de 150 mm de altura se gradúa a partir de 1.4 kg/cm.².

Para el diseño del cilindro de compresión se considera la presión máxima de 2.48 kg/cm.², y la dimensión o área de trabajo del molde más grande, que está determinado por el molde para la válvula compuerta de 3" cuyas dimensiones son de 320 x 320 mm.

La Fuerza de compresión (F) para el molde de mayor dimensión está definida por:

$$F = F_{\text{molde}} + \text{Peso del pistón} + \text{Peso del molde}$$

La fuerza de moldeo está determinado por la presión requerida en el molde de mayor dimensión a trabajar:

$$F_{\text{molde}} = P_{\text{molde}} \times A_{\text{max}} = 2.48 \text{ kg/cm}^2 \times 32 \times 32 \text{ cm}^2 = 2539.52 \text{ kgs}$$

Peso del pistón = 117 Kgs. Peso del molde = 25 kgs.

$$F = 2539.52 + 154 + 25 = 2718.52 \text{ kgs.}$$

Asumiendo un factor de diseño de 1.5, la fuerza que puede entregar la maquina será :

$$F = \text{Factor de seguridad} * \text{Fuerza de moldeo} = 1.5 * 2718.52 = 4077 \text{ kg.}$$

4.2.1.2 Dimensión del cilindro de compresion

Para determinar el diámetro interior del cilindro de compresión, se considera la fuerza de diseño calculada de 4077 kgs/cm², y una presión máxima de la red neumática de 8.43 kgs/cm², obteniéndose:

$$\text{Area} = \frac{F}{p} = \frac{4077}{18.43} = 483.6 \text{ cm}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \text{ AREA}}{\pi}} = 24.8 \text{ cm} = 248 \text{ mm}$$

El diámetro será de 248 mm y de acuerdo a recomendaciones de relación diámetro-altura, la altura del cilindro es de 300 mm.

Se debe tener en consideración, que el diseño del cilindro se ha basado en la mayor área y para la máxima presión, la cual puede controlarse mediante las válvulas reguladoras de presión.

4.2.2 Cilindro de sacudidas

4.2.2.1 Amplitud de Sacudidas

El empleo correcto de las sacudidas, o la fijación correcta de la duración de las sacudidas ha demostrado ser un factor importante.

Con las sacudidas la arena se compacta bajo su propio peso en capas horizontales en la placa modelo y en el borde superior de la caja de moldeo.

La duración del ciclo de sacudidas esta comprendido entre 1 a 3 segundos, con una amplitud de 30 a 40 mm.

Esta amplitud se considerara en 40 mm y esta determinada por los orificios del cilindro de sacudidas, la cual se puede observar en la figura 4.1:

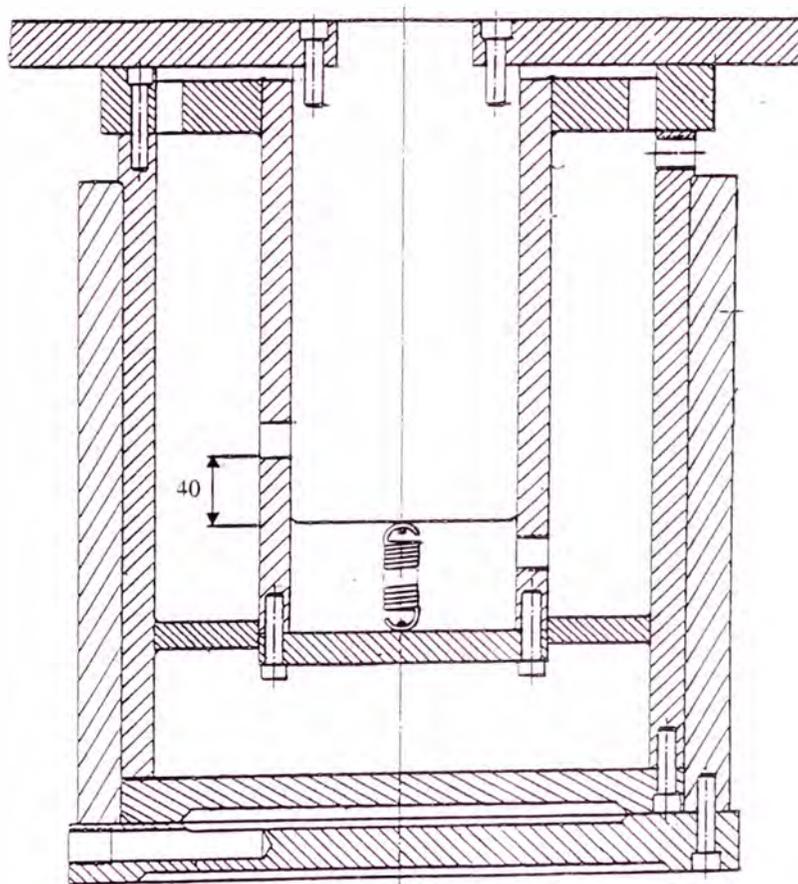


Fig. 4.1

4.2.2.2 Dimensión del cilindro

Para determinar el diámetro interior del cilindro de sacudidas, se considera la fuerza que debe ejercer el pistón y la presión máxima de aire.

La fuerza que ejerce el pistón está determinado por

$$F = \text{Peso del pistón de sac.} + \text{Peso del molde} + F \text{ del resorte}$$

$$\text{Peso de pistón de sacudidas} = 50 \text{ kgs.}$$

$$\text{Peso del molde} = 25 \text{ kgs.}$$

$$\begin{aligned} \text{Fuerza del resorte} &= K \times \text{Desplazamiento} = 20.37 \text{ kg/mm} \times 40 \text{ mm} \\ &= 814.8 \text{ kgs.} \end{aligned}$$

Siendo el desplazamiento la amplitud de sacudidas recomendada.

$$F = 50 + 25 + 814.8 = 889.8 \text{ kg.}$$

Con la presión del aire de 8.43 kg/cm^2 .

$$\text{se tiene } \text{Area} = \frac{F}{p} = \frac{889.8}{8.43} = 105.5 \text{ cm}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot \text{AREA}}{\pi}} = 11.59 \text{ cm} = 116 \text{ mm}$$

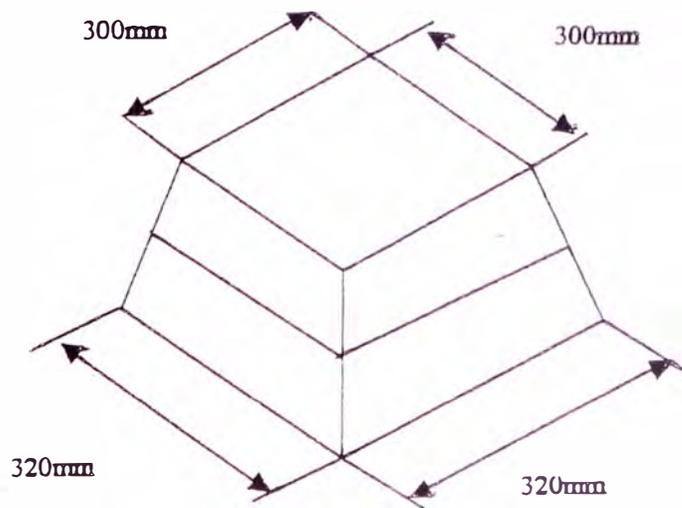
El diámetro es de 116 mm. Al igual que en el pistón de compresión, la presión se puede controlar mediante las válvulas neumáticas reguladoras de presión.

4.2.3 Mesa y plato de compresión.

4.2.3.1 Dimensiones

La capacidad de la maquina, ha sido diseñada en base al molde de mayor dimensión, para moldear el cuerpo de válvulas de 3^{er}.

A las dimensiones del molde hay que agregar el espesor de las paredes de la caja de moldeo, por lo que se requiere de un área de mayor dimensión, obteniéndose : 420 x 380 mm, en el plato de compresión (parte superior) y 430 x 520 mm en la mesa del cilindro de compresión (mesa inferior), esta última es de mayor dimensión, debido a que el operario necesita un espacio para colocar las herramientas de trabajo.



4.3 Dimensiones generales de la maquina.

4.3.1 Altura de la Mesa de Trabajo

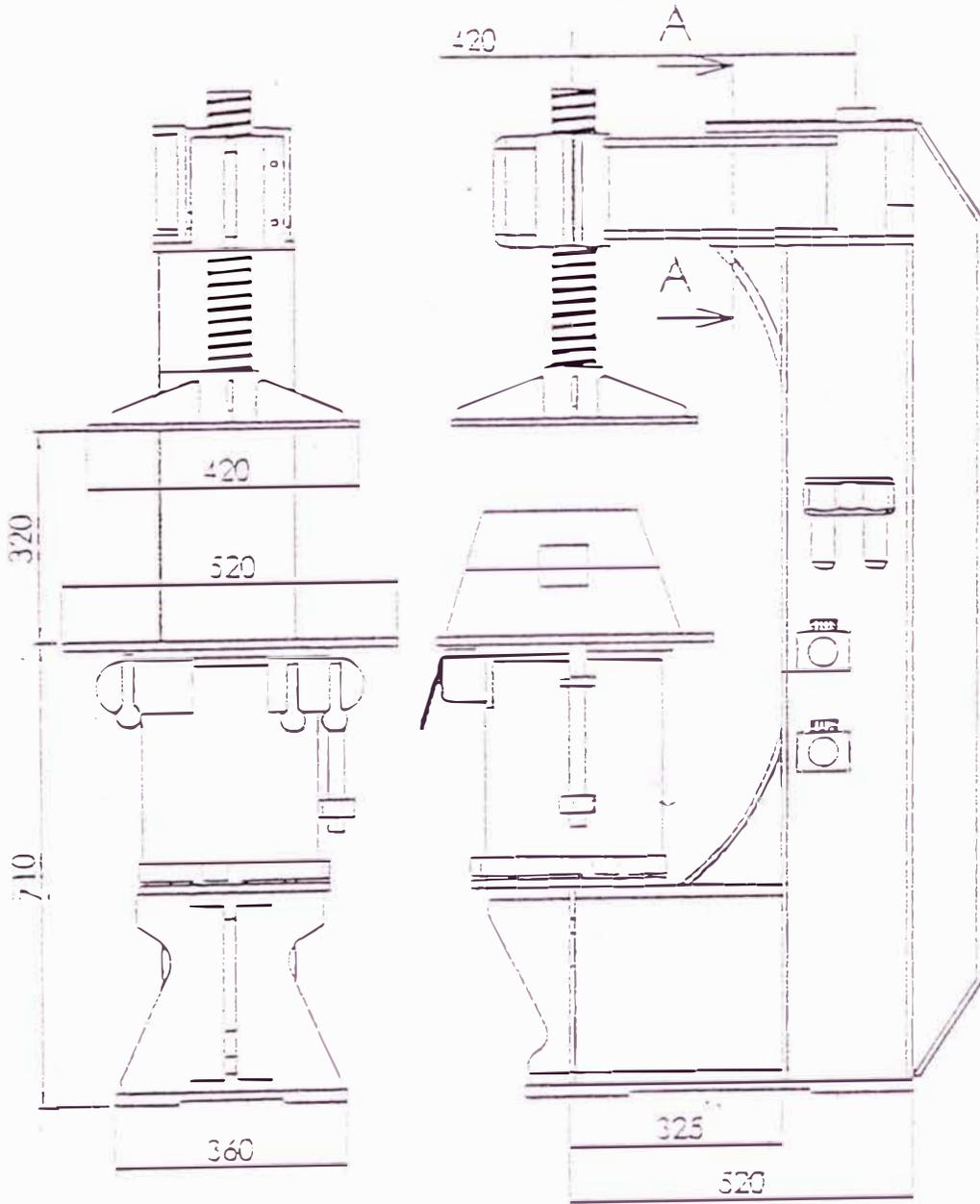
La altura de la mesa con respecto al piso es de 710 mm , se ha considerado en base a la altura promedio del obrero y la altura de la caja de moldeo (aproximadamente 300 mm) para tener una altura de trabajo de 1010 mm la cual da comodidad al operario en el trabajo.

4.3.2 Altura del Plato de Compresion

La altura del plato de compresión, es regulable mediante el eje del plato de compresión en función de la altura del molde a trabajar, la que varia de 150 mm a 450 mm de altura. Esta altura se fija en la bocina del eje portaplato, mediante los pernos de ajuste.

4.3.3 Cabezal del plato de compresión giratorio

El cabezal que sujeta el plato de compresión es giratorio y rota en el eje del brazo (pieza 21) un ángulo de 90 grados, con un radio de 420 mm , que permite al operario trabajar el molde (cargar la arena de moldeo, colocar los almas, reparar el molde) luego al termino de estas operaciones lo gira a su posición de trabajo para la compresión final del molde.



Dimensiones Generales de la Máquina

CAPITULO V

DISEÑO DE LA MAQUINA MOLDEADORA

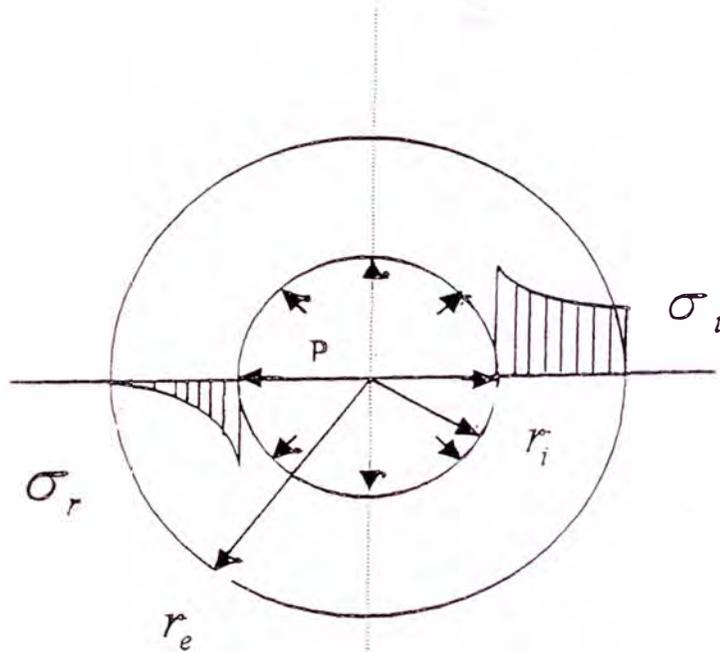
5.1 Diseño de los elementos estructurales.

Los componentes de la maquina han sido diseñados en base a los materiales que se han ubicado en el mercado ,y se han comprobado su resistencia, en los elementos en las cuales se han considerado las condiciones mas criticas de trabajo.

De la misma forma los cordones de soldadura se ha diseñado, y se han tomado en consideración para el conjunto en general, de forma uniforme, por cuanto las longitudes de las mismas son cortas.

5.1.1 Cilindro de Compresión (pieza 3)

El cilindro de compresión esta sometido a presión interior y la distribución de tensiones se grafica



Según las ecuaciones de Lamé

σ_r = Tensión Radial σ_t = Tensión Tangencial P = Presión

$$\sigma_{t(r=r_i)} = P \left(\frac{r_e^2 + r_i^2}{r_e^2 - r_i^2} \right) \qquad \sigma_{r(r=r_i)} = -P \text{ (Compresión)}$$

$$\sigma_{t(r=r_e)} = P \left(\frac{2r_i^2}{r_e^2 - r_i^2} \right) \qquad \sigma_{r(r=r_e)} = 0$$

Según la distribución de tensiones la zona crítica se encuentra en la superficie interior del cilindro.

Según el criterio de máximo esfuerzo cortante:

$$\sigma_1 = \sigma_{t(r=r_i)} \qquad \sigma_2 = \sigma_{r(r=r_i)}$$

$$\sigma_1 - \sigma_2 \leq S_y$$

$$\sigma_1 - \sigma_2 = \frac{S_y}{f.s}$$

S_y =Esfuerzo de fluencia

$f.s$ =Factor de seguridad

El cilindro de compresión se fabricara con plancha de acero estructural de $\frac{1}{2}$ " de espesor, rodada, soldada y maquinada a las siguientes medidas.

ñales:

$$r_i = 124mm \quad r_e = 135mm \quad p = 8.43 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_t = 8.43 \left(\frac{135^2 + 124^2}{135^2 - 124^2} \right) = 99.42 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_r = -8.43 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{eq} = \sigma_1 - \sigma_2 = 99.42 - (-8.43) = 107.85 \text{ kg/cm}^2$$

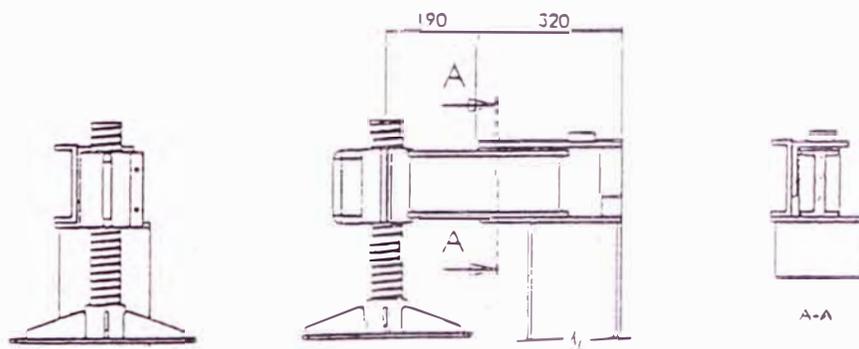
$$f.s = \frac{2400}{107.85} = 22.2$$

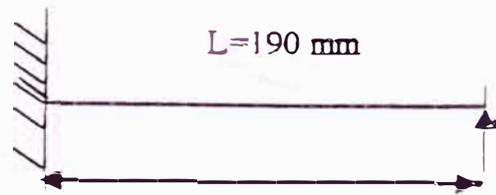
Para el acero estructural A36

$$S_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

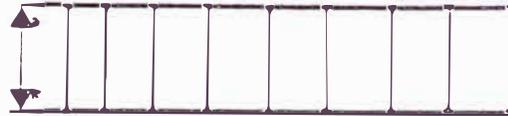
5.1.2 Brazo del Plato de Compresion (pieza 20)

Considerando la viga empotrada en un extremo se tiene:

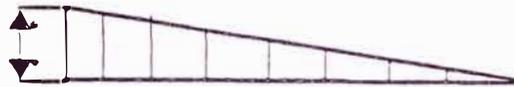




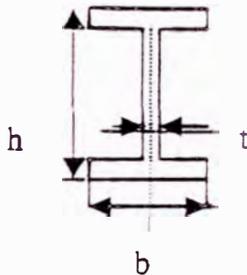
4077 kg



Diag. de F. Cortantes

774630
kg-mm

Diag. de M. Flector



$$I_{x-x} = \frac{hb^3}{12} - \frac{(h-2t)(b-t)^3}{48} = 8060848.7 \text{ mm}^4$$

$$h = 6" = 152.4 \text{ mm}$$

$$b = 3\frac{1}{4}" = 82.6 \text{ mm}$$

$$t = 1\frac{1}{2}" = 12.7 \text{ mm}$$

$$c = h/2 = 76.2 \text{ mm}$$

La parte crítica se ubica en la zona de empotramiento.

Para construir el brazo se utilizara una viga en I de 6"x 3¼" de acero A36

de $S_y=24 \text{ kg/mm}^2$, evaluando el factor de seguridad en el punto crítico:

$$\sigma_{eq} = \frac{M}{I/c}$$

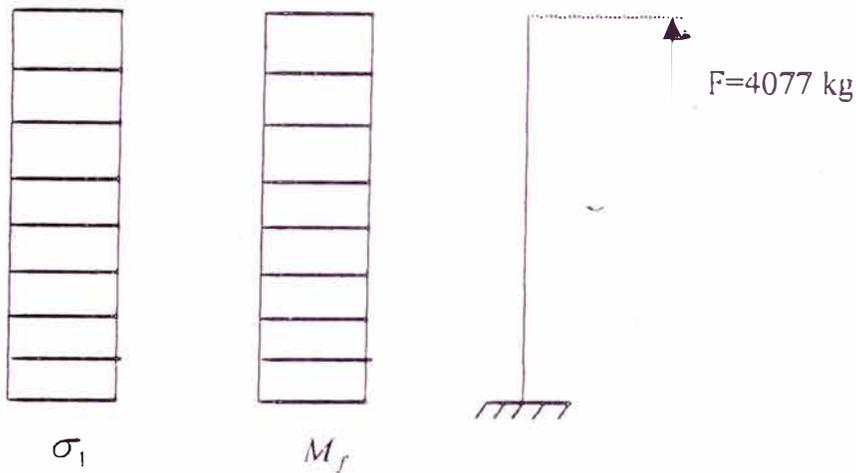
$$M = fXd = 4077 * 190 = 774630 \text{ kg} - \text{mm}$$

$$\sigma_{eq} = 7.32 \text{ kg/mm}^2$$

El factor de seguridad es: $f_s = \frac{S_y}{\sigma_{eq}} = \frac{24}{7.32} = 3.27$

5.1.3 Columna (Pieza 1)

Considerando como una columna empotrada en la parte inferior con una carga actuante que genera un momento :



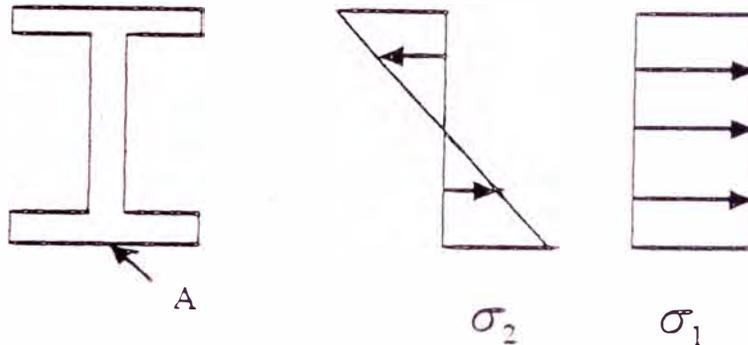
Evaluando el momento con la longitud máxima del brazo $L=510 \text{ mm}$, tenemos:

$$M_f = \text{Momentoflector} = 4077 * 510 = 2079270 \text{ kg} - \text{mm}$$

Para construir la columna se utilizara un perfil estructural I de $8'' \times 8'' \times 3/8$ donde $h=8''$, $b=8''$, $t=3/8''$, $\text{Area}=5610.7 \text{ mm}^2$, con los que se obtiene:

$$I_x = 114184383 \text{ mm}^4, c = h/2 = 101.6 \text{ mm}, \text{ la cual comprobaremos:}$$

Los esfuerzos principales en el punto crítico que se localiza en la zona "A", son:



$$\sigma_1 = \frac{F}{A} = \frac{4077}{5610.7} = 0.726 \text{ kg} / \text{mm}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{M}{I / c} = \frac{2079270 \cdot 101.6}{114184383} = 1.850 \text{ kg} / \text{mm}^2$$

$$\sigma_{\text{cr}} = \sigma_1 + \sigma_2 = 2.576 \text{ kg} / \text{mm}^2$$

El factor de seguridad es:

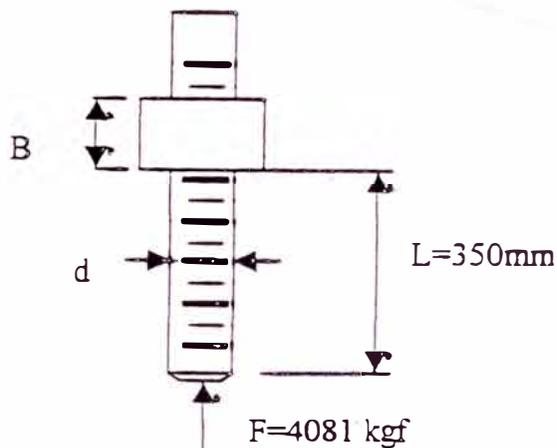
$$fs = \frac{24}{2.57} = 9.33$$

5.1.4 Eje del plato de compresión (Pieza 17)

El eje del plato de compresión es roscado, para permitir regular la altura de trabajo de acuerdo al alto del molde.

Calculo en función de la carga.

El diámetro mínimo del tornillo se calcula en función de la carga que soporta:



Características del acero al carbono:

S_y = Limite de fluencia = 21 kg/m

S_u = Limite de rotura = 38 kg/mm²

S_a = Esfuerzo de aplastamiento = 1.3-1.8 kg/mm²

E = Modulo de elasticidad = 21,000 kg/mm²

$S_{c_{ad}}$ = Esfuerzo admisible de compresion.

σ_c = Esfuerzo de compresion

$$\sigma_c = \frac{W}{A_r} \leq S_{c_{ad}}$$

$$S_{c_{ad}} = 0.20 - 0.25 S_u$$

$$S_{c_{ad}} = 0.2 * 38 = 7.6 \text{ kg/mm}^2$$

$$\text{Tomando } A_r \geq \frac{W}{S_{c_{ad}}} = \frac{4081}{7.6} = 536.97$$

$$\frac{\pi * d_r^2}{4} \geq 536.97 \quad \text{entonces} \quad d_r \geq 26 \text{ mm}$$

Considerando el resultado anterior y los esfuerzos generados por el momento ejercido por el plato de compresión se utilizara un mayor diámetro con rosca tipo Acme de 2 1/2" Ø de 3 hilos/pulg. con las siguientes características :

$$d_m = 59 \text{ mm} \quad d_r = 54 \text{ mm} \quad P = 8.4 \text{ mm} \quad \text{altura de la rosca } h = 4.31 \text{ mm}$$

El $d_r = 54 \text{ mm}$ cumple con la requerido.

Chequeo por Pandeo:

Según recomendaciones de la AISC para tornillos que tengan por lo menos 8 veces el diámetro de raíz:

$$S_c = \frac{(1 - \frac{1}{2}(\frac{Kl/r}{C_c})^2) * S_y}{\left(\frac{5}{3}\right) + \frac{3}{8}\left(\frac{Kl/r}{C_c}\right) - \frac{1}{8}\left(\frac{Kl/r}{C_c}\right)^3} \quad \text{para } \frac{Kl}{r} \leq C_c$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} = \frac{d_r}{4} = \frac{54}{4} = 13.5 \text{ mm} \quad K = 2 \quad \text{para un extremo empotrado y}$$

uno libre.

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{S_y}} = \sqrt{\frac{2\pi^2 * 21000}{21}} = 140.5 \quad L = \text{longitud libre} = 358 \text{ mm}$$

$$\frac{Kl}{r} = 53.04 \leq 140.5$$

Al cumplir la condición calculamos el esfuerzo admisible

$$S_c = 10.81 \text{ kgf / mm}^2$$

Calculando el esfuerzo de pandeo por compresión

$$\sigma_c = \frac{W}{\frac{\pi * d_r^2}{4}}$$

$$\sigma_c = \frac{4081}{\frac{\pi * 54^2}{4}} = 1.8 \text{kgf} / \text{mm}^2 \leq S_c = 10.81 \text{kgf} / \text{mm}^2$$

Cumple con la condición.

5.1.5 Bocina del eje portaplato (pieza 18)

La longitud mínima roscada de la bocina se calculara por aplastamiento.

$$s_a = 1.3 - 1.8 \text{kgf} / \text{mm}^2$$

Asumiendo $s_{a=1.3} = 1.3$

$$\sigma_a = \frac{WP}{\pi d_m h B} \leq S_a$$

σ_a = Esfuerzo de aplastamiento.

W=Carga

P=Paso de la rosca

h=Altura de la rosca.

d_m = Diámetro medio de la rosca.

B=Altura roscada.

$$B \geq \frac{WP}{\pi d_m h S_a}$$

$$B \geq \frac{4081 * 8.4}{\pi * 59 * 4.31 * 1.3} = 33 \text{mm}$$

Siendo la longitud de la bocina 170 mm, cumple con la longitud mínima de 33 mm.

5.1.6 Resorte del Cilindro de Sacudidas (pieza 28)

Por la ley de Hooke se calculara la constante K del resorte:

$$k = \frac{F}{x}$$

siendo F = Fuerza a la que se somete al resorte.

X = desplazamiento del resorte de sacudidas = 30 mm

$F = F_{sac}$ (Fuerza del cilindro de sacudidas) - peso del pistón - peso molde

$$F_{sac} = P * \frac{\pi}{4} * d_c^2 = 8.43 * \frac{\pi}{4} * 11.6^2 = 890.45 \text{ kg}$$

Peso del pistón = 50 Kg

Peso del molde = 25 kgf.

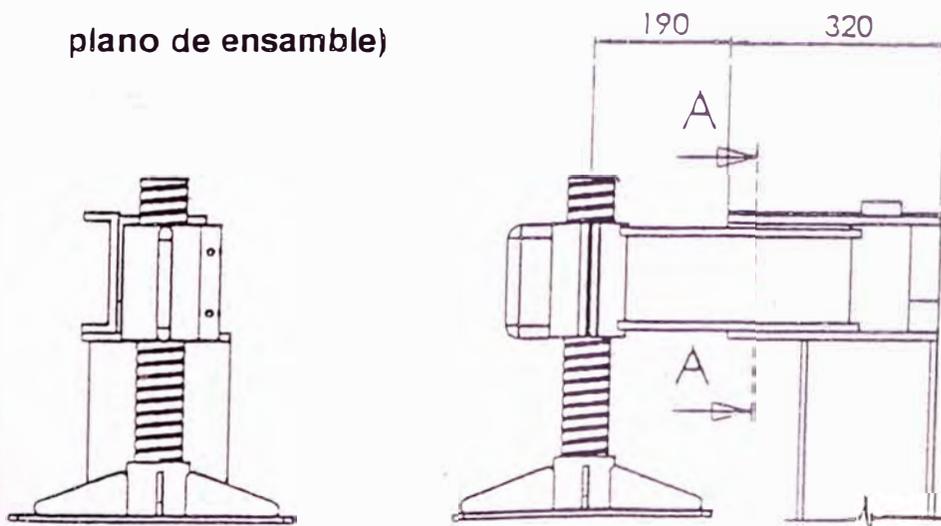
Remplazando tenemos $K = \frac{905 - 50 - 25}{30} = 27.6 \text{ kgf/mm}$

La constante del resorte es de 27.6 kgf/mm, de tipo tracción, con una longitud total de 58mm.

5.2 Calculo de la soldadura

Para el calculo de la soldadura se usa los procedimientos de la Americana Welding Society (AWS) en las uniones de los elementos con mayor carga:

5.2.1 Unión del Soporte angular y Viga en U (piezas 22 y 23 del plano de ensamble)

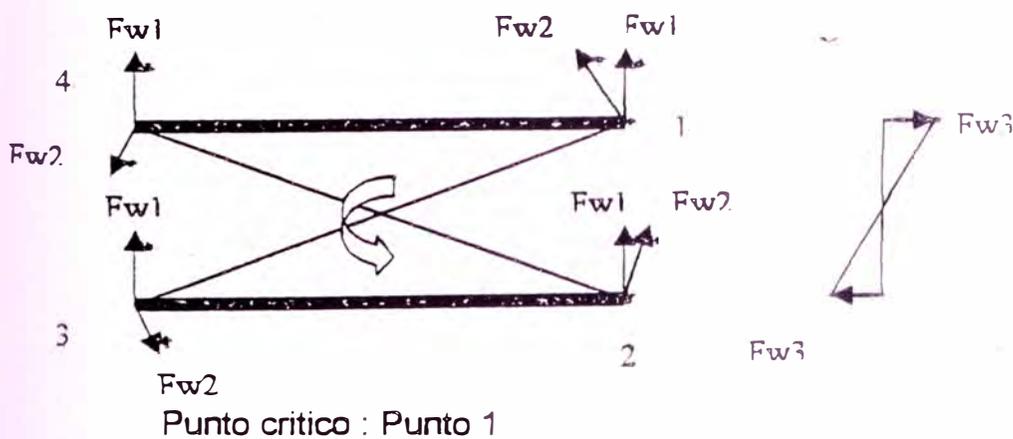
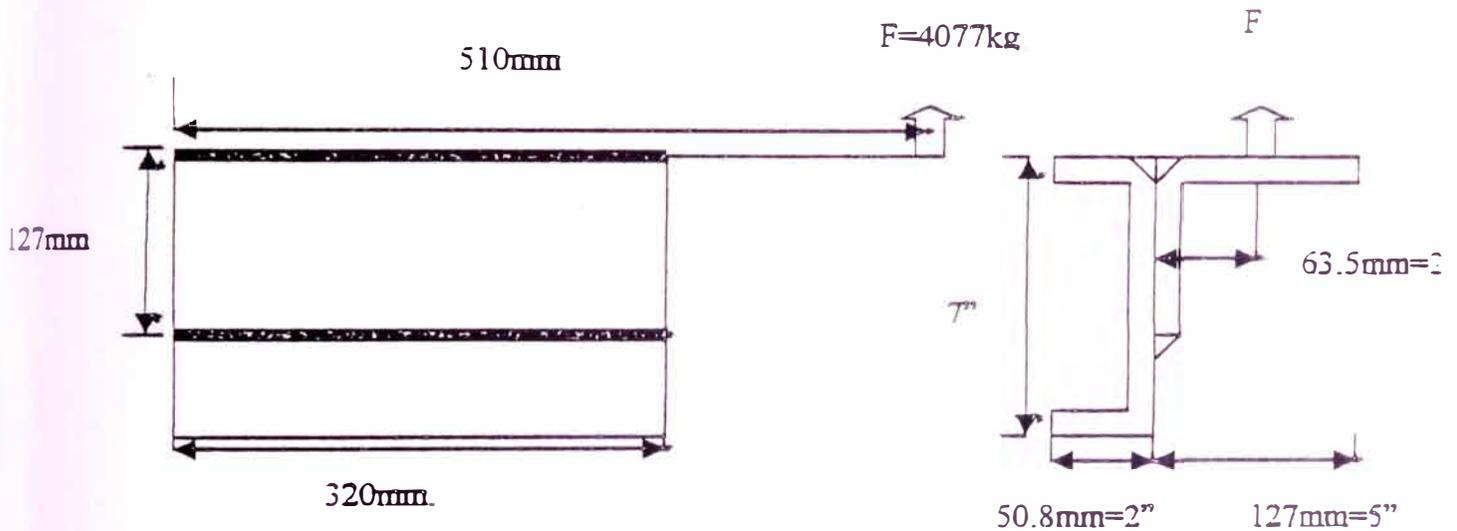


Calculo de Cargas:

Siendo Fw1: Corte directo

Fw2: Corte por torsión

Fw3: Corte por flexión



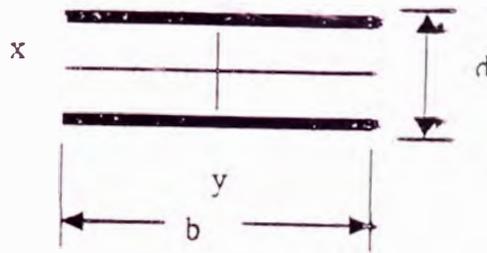
Calculo del momento de Inercia para el cordón de soldadura.

C.G : Centro de gravedad

Z_w x-x : Modulo de línea con respecto al eje XX

Z_w y-y : Modulo de línea con respecto al eje YY

J_w : Momento polar de Inercia.



$$Z_{wx-x} = b \cdot d \quad \text{para } b=127\text{mm y } d=320\text{mm} \quad Z_{wx-x} = 40640\text{mm}^2$$

$$Z_{wy-y} = \frac{b^2}{3} \quad Z_{wy-y} = 5376.3\text{mm}^2$$

$$J_w = \frac{b(3d^2 + b^2)}{6} \quad J_w = 6843797.1\text{mm}^3$$

Calculo de Cargas

$$F_{w1} = \frac{P}{l_w} = \frac{4077}{2 \cdot 320} = 6.37 \frac{\text{kg}}{\text{mm}}$$

$$T = \text{Torque} = 4077 \cdot 350 = 1426950 \text{kg} / \text{mm}$$

Descomponiendo

$$F_{w2h} = \frac{T \cdot C_v}{J_w} = \frac{1426950 \cdot \frac{127}{2}}{8669866.6} = 10.45 \text{kg} / \text{mm}$$

$$F_{w2v} = \frac{T \cdot C_v}{J_w} = \frac{1426950 \cdot \frac{320}{2}}{8669866.6} = 26.33 \text{kg} / \text{mm}$$

$$F_{w3} = \frac{M}{Z_{wx-x}} = \frac{4077 \cdot \frac{127}{2}}{40640} = 6.37 \text{kg} / \text{mm}$$

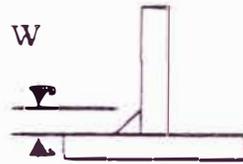
Carga Resultante en, el Punto 1

$$F_w = \sqrt{(F_w1 + F_w2_v)^2 + (F_w2_h)^2 + (F_w3)^2}$$

$$F_w = 34.91 \text{ kg/mm.}$$

Para la soldadura de acero estructural A 36, seleccionamos el electrodo E 60XX, Cuyo esfuerzo permisible es: $S_w = 12700 \text{ psi} = 8.92 \text{ kg/mm}^2$

(Según AWS D2.0-69)



Tamaño del Cordón : $W = \frac{F_w}{S_w}$

$$W = \frac{F_w}{S_w} = \frac{34.91}{8.92} = 3.91 \text{ mm} \approx 1/6''$$

De la tabla 5.2, el tamaño mínimo del cordón para $t=1/2''$

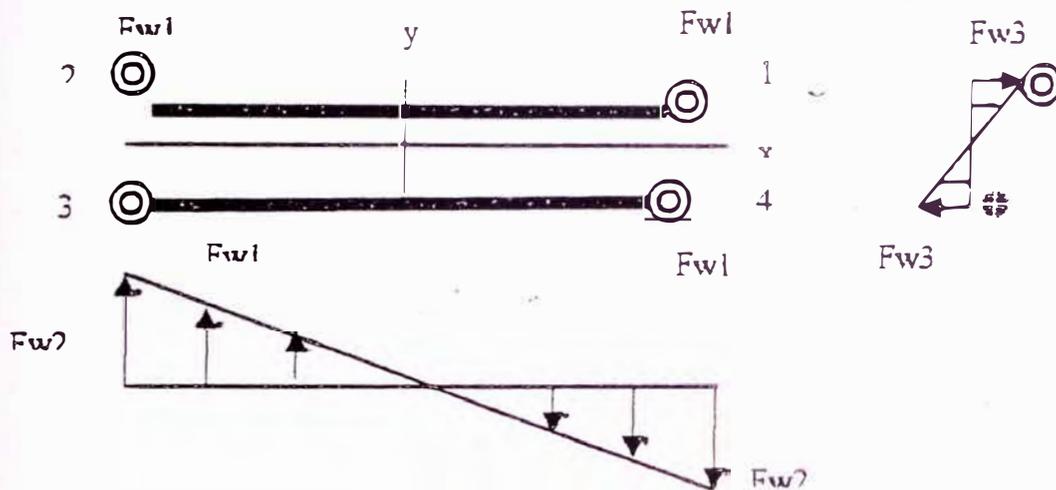
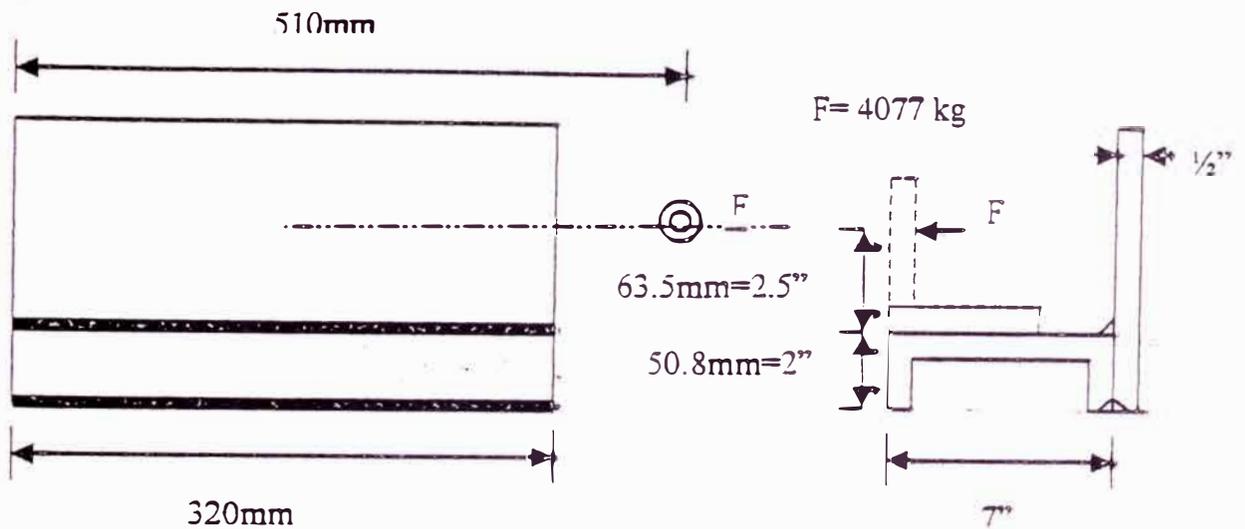
$$W_{\min} = 3/16'' \text{ (para } 1/4'' \leq t \leq 1/2'')$$

De la tabla 5.3, el tamaño máximo del cordón :

$$W_{\max} = t - 1/16'' = 1/2 - 1/16 = 7/16'' \text{ (para } t \geq 1/4'')$$

El tamaño del cordón $W = 3/16''$ cumple con las condiciones $\frac{3}{16} \leq W \leq \frac{7}{16}$

5.2.2 Unión de Viga en U y Placa Unión (piezas 23 y 25)



Calculo de Cargas

F_{w1} = Tracción Directa

F_{w2} = Corte por flexión y-y

F_{w3} = Corte por flexión x-x

Punto Critico 1

$$Z_{w_{x-x}} = b * d = 320 * 50.8 = 16256 \text{ mm}^2$$

$$Z_{w_{y-y}} = \frac{b^2}{3} = \frac{320^2}{3} = 4133.3 \text{ mm}^2$$

Calculo:

Tracción Pura

$$F_{w1} = \frac{P}{l_w} = \frac{4077}{320 * 50.8} = 0.25 \text{ kg/mm}^2$$

Flexión y-y

$$F_{w2} = \frac{M_v}{Z_{w_{y-y}}} = \frac{4077 * 350}{34133.3} = 41.8 \text{ kg/mm}^2$$

Flexión x-x

$$F_{w3} = \frac{M_v}{Z_{w_{x-x}}} = \frac{4077 * 88.9}{16256} = 22.2 \text{ kg/mm}^2$$

Resultante:

$$F_w = F_{w1} + F_{w2} + F_{w3} = 64.34 \text{ kg/mm}^2$$

Para el electrodo E 60XX con $S_w = 12700 \text{ psi} = 8.92 \text{ kg/mm}^2$

Tamaño del Cordón

$$W = \frac{F_w}{S_w} = \frac{64.34}{8.92} = 7.21 \text{ mm} \approx \frac{5}{16} \text{ pulg}$$

De la tabla 6.2 , el tamaño mínimo del cordón para $t=1/2"$

$$W_{\text{min}} = 3/16" (\text{para } 1/4" \leq t \leq 1/2")$$

Según recomendaciones , el tamaño máximo del cordón :

$$W_{\text{max}} = t - 1/16" = 1/2 - 1/16 = 7/16"$$

$$\text{Entonces se tiene } \frac{3}{16} \leq W \leq \frac{7}{16}$$

El tamaño del cordón $W = 5/16"$ cumple con ambas condiciones.

Para la maquina en general se ha considerado un cordón de soldadura de 5/16" en forma continua, dado a que las longitudes de los cordones son cortas y mejor presentación uniforme.

5.3 Selección de los componentes neumáticos.

La maquina es de accionamiento neumático y requiere de aire comprimido de 7 a 8.5 kg/cm², con un caudal de 51m³ /hora.

Este aire debe ser seco, filtrado y lubricado con una unidad de mantenimiento de aire, la cual es seleccionada según la tabla 6.1, del tipo modular tamaño nominal 8, con válvula de descarga automática, de conexión de 1/4", caudal máximo de 63 m³ /hora.

Con el aire se acciona: el cilindro de compresion, el cilindro de sacudidas y el Vibrador neumático para la placa modelo: con mandos independientes mediante Válvulas con accionamiento de palanca las cuales están ubicadas en la parte posterior de la mesa de moldeo y son activadas por el operario usando la pierna.

Las válvulas del cilindro de compresion y sacudidas tiene un regulador de presión independiente, la cual es regulada según el tipo de molde, es de conexión 1/4", con rango de trabajo entre 0.5 a 10 kg/cm².

El cilindro de compresion requiere de una válvula de 3/2 vías, la cual permite el control del caudal volumétrico en las posiciones de paso abierto al cilindro de compresion y desfogue del aire del cilindro en la otra posición.

Las válvulas del cilindro de sacudidas y del vibrador son del tipo 2/2, la cual solo controla el caudal volumétrico cerrando o abriendo el paso.

Todos los componentes son unidos con manguera flexible y acoples roscados de $\frac{1}{4}$ ".

CAPITULO VI

COSTO DE FABRICACIÓN

Consideraciones Preliminares

A continuación se tiene una tabla de los componentes de la maquina empleados, la descripción y el costo de los materiales en acero estructural y los elementos de accionamiento neumáticos.

El costo de la maquina se obtiene sumando:

El costo de los materiales y accesorios neumáticos.

El costo de fabricación que incluye la mano de obra del maquinado, montaje, soldadura, etc.

Otros costos adicionales como mangueras, niples, orings, aceite, etc

La fabricación de la maquina se realizo en forma integral en la empresa

Etramsa, a quien se le habilito todos los materiales y accesorios que se necesitaban y coordinando los procesos de fabricación en el maquinado y el ensamble.

El costo total de fabricación de la maquina se comparo con la alternativa de adquirir una moldeadora de características similares, importada de procedencia americana.

6.1.-Lista de los Precios de los Materiales Componentes Neumáticos

ITEM	CANT.	NOMBRE	MATERIAL	COSTO
1	1	COLUMNA	VIGA I 8"x8"x3/8"x1280mm	48.0
2	1	MESA	PL DE FE 1/2"x520x430mm	18.4
3	1	CILINDRO DE COMPRESION	PL DE FE 3/4"x960x320mm	31.2
4	1	DISCO GUIA	PL DE FE 3/8"x diam 213mm	2.8
5	1	DISCO DEL CILINDRO DE COMPRESION	PL DE FE 1 1/8"x diam 284mm	14.4
6	1	ASIEN TO	VIGA I 12"x5"x1/2"x450mm	34.4
7	1	REFUERZO DE LA BASE	PL DE FE DE 3/8"x170x320mm	0.0
8	1	BASE	PL DE FE DE 1/2"x6000x360mm	17.2
9	1	BASE DEL CILINDRO	PL DE FE DE 1/2"x diam 284mm	6.4
10	1	DISCO DEL PISTON DE COMPRESION	PL DE FE DE 1/2"x diam 248mm	4.8
11	1	DISCO DEL CILINDRO DE SACUDIDAS	PL DE FE DE 1/2"x diam 142mm	1.6
12	1	PISTON DE COMPRESION	ACERO DIN 26 MN V6 PERFORADO	129.5
13	1	PISTON DE SACUDIDAS	FE REDONDO LISO DE diam 5"x250mm	19.2
14	1	DISCO DE APOYO DE LA MESA	PL DE FE DE 1/2"x diam 300mm	7.2
15	1	PLATO DE COMPRESION	PL DE FE DE 3/8"x420x380mm	9.6
16	1	BOCINA DEL PLATO DE COMPRESION	ACERO DIN 26 MN V6 PERFORADO	12.3
17	1	EJE DEL PLATO DE COMPRESION	FE REDONDO LISO DE diam 3"x520mm	15.2
18	1	BOCINA DEL EJE PORTAPLATO	ACERO DIN 26 MN V6 PERFORADO	19.3
19	1	MANIJA	FE REDONDO LISO DE diam 3/4"x250mm	0.4
20	1	BRAZO	VIGA I 6"x3 1/4"x360mm	6.8
21	1	EJE DEL BRAZO	FE REDONDO LISO DE diam 2 1/2"x220mm	4.4
22	1	SOPORTE ANGULAR	ANGULO 5"x5"x1/2"x320mm	6.4
23	1	SOPORTE	VIGA U 7"x2"x320mm	5.6
24	1	BOCINA DEL BRAZO	ACERO DIN 26 MN V6 PERFORADO	22.8
25	1	PLACA DE UNION	PL DE FE DE 1/2"x315x215mm	5.6
26	1	CILINDRO DE SACUDIDAS	ACERO DIN 26 MN V6 PERFORADO	49.0
27	4	REFUERZO DEL PLATO DE COMPRESION	PL DE FE DE 3/8"x160x80mm	12.8
28	1	RESORTE	TRACCION L=58mm K=23.37 KGF/MM	25.0
29	1	BARRA TOPE	FE REDONDO LISO DE diam 1"x300mm	1.0
30	1	OREJA DE TOPE	PL DE FE DE 1/2"x60x60mm	0.2
31	1	TUERCA DE TOPE	TUERCA HEXAGONAL DE 1"	2.0
32	2	BASE DE VALVULAS	PL DE FE DE 1/2"x160x80mm	2.4
33	1	VALVULA DE SACUDIDAS	VALV.NEUMATICA 3/2 DE BRAZO 1/4"	45.3
34	1	VALVULA DE COMPRESION	VALV.NEUMATICA 5/2 DE BRAZO 1/4"	137.7
35	1	VALVULA DE VIBRADOR	VALV.NEUMATICA 3/2 DE BRAZO 1/4"	45.3
36	1	UNIDAD DE MANTENIMIENTO DE AIRE	UNIV. 1/4" 16 BAR MAX. 30 m cub./h.	142.5
37	1	RÉGULADOR DE PRESION DE COMPRESION	1/4" RANGO 0.5-10 BAR.	36.0
38	1	RÉGULADOR DE PRESION DE SACUDIDAS	1/4" RANGO 0.5-10 BAR.	36.0
TOTAL (Dolares US.no incluye IGV)				978.4

6.2.-Costo Total de la Maquina.

Haciendo un resumen de los costos efectuados en la fabricación de la maquina se tiene:

DESCRIPCION	COSTO (DOLARES US)
Material(acero Estructural y especial)	535,7
Accesorios Neumaticos	442,7
Costo de Fabricacion(mano de obra y maq.)	1500,0
Otros (pintura, orings, niples, etc)	250,0
SUBTOTAL	2728,4
I.G.V	491,1
COSTO TOTAL	3219,5

Costo de la Alternativa de Importación de Maquina

De la cotización de la empresa Beardsley & Piper (apéndice 6.1) se tiene:

DESCRIPCION	COSTO (DOLARES US)
Cilindro de compresion de 12", cilindro de sacudidas de 5", 9000 libras de fuerza.	8820
Accesorios neumaticos, filtros, regulador, filtros, valvulas, etc.	1490
Cargos por caja de embalaje, documentacion, manuales, transporte de Chicago a Miami.	535
TOTAL	10845

Comparación de alternativas.

De los resultados de las tablas del costo total de fabricación comparada con la cotización de la maquina importada, se decide que la fabricación de la maquina es la mejor alternativa económica, además de generar fuente de trabajo y alternativas de producción a la industria fundidora peruana.

Otra de las razones que se apoyo en esta decisión fue en el tiempo de entrega de la maquina en planta, cuya importación dependía del traslado y embarque, que se estimaba en 4 meses, frente a la alternativa de fabricación la cual tuvo un duración de 45 días.

CONCLUSIONES

1. -Introducir una maquina con el accionamiento por sacudidas en el proceso de fabricación, permitió reducir los tiempos y costos de producción, por la velocidad de fabricación y reducción del porcentaje de fallas.
2. Por sus características la maquina fabricada es muy versátil para la producción de válvulas hasta de 3" de diámetro nominal, y se puede ampliar su uso en general para cajas de moldeo que pueden medir hasta 420 x 500 mm x 420 mm de altura.
3. -Por sus características la maquina permite que el operario no necesita alta calificación para poder fabricar moldes, debido a que el proceso de fabricación es mas sencillo y mas controlado ya que los elementos de regulación de la maquina permite acumular información y tener rangos de trabajo para cada tipo de moldes.

4. -El presente trabajo ha permitido constatar que la industria nacional fabrica maquinaria de excelente calidad a precios muy por debajo de las importadas , generando trabajo y alternativas de producción para la industria de la fundición y metalmecánica.
5. -Debido a la magnitud del peso de la maquina que es de 550 kgs, no es necesario cimentar la maquina, pero si requiere de un piso nivelado, y anclado con pernos y arandelas de presión.

Recomendaciones

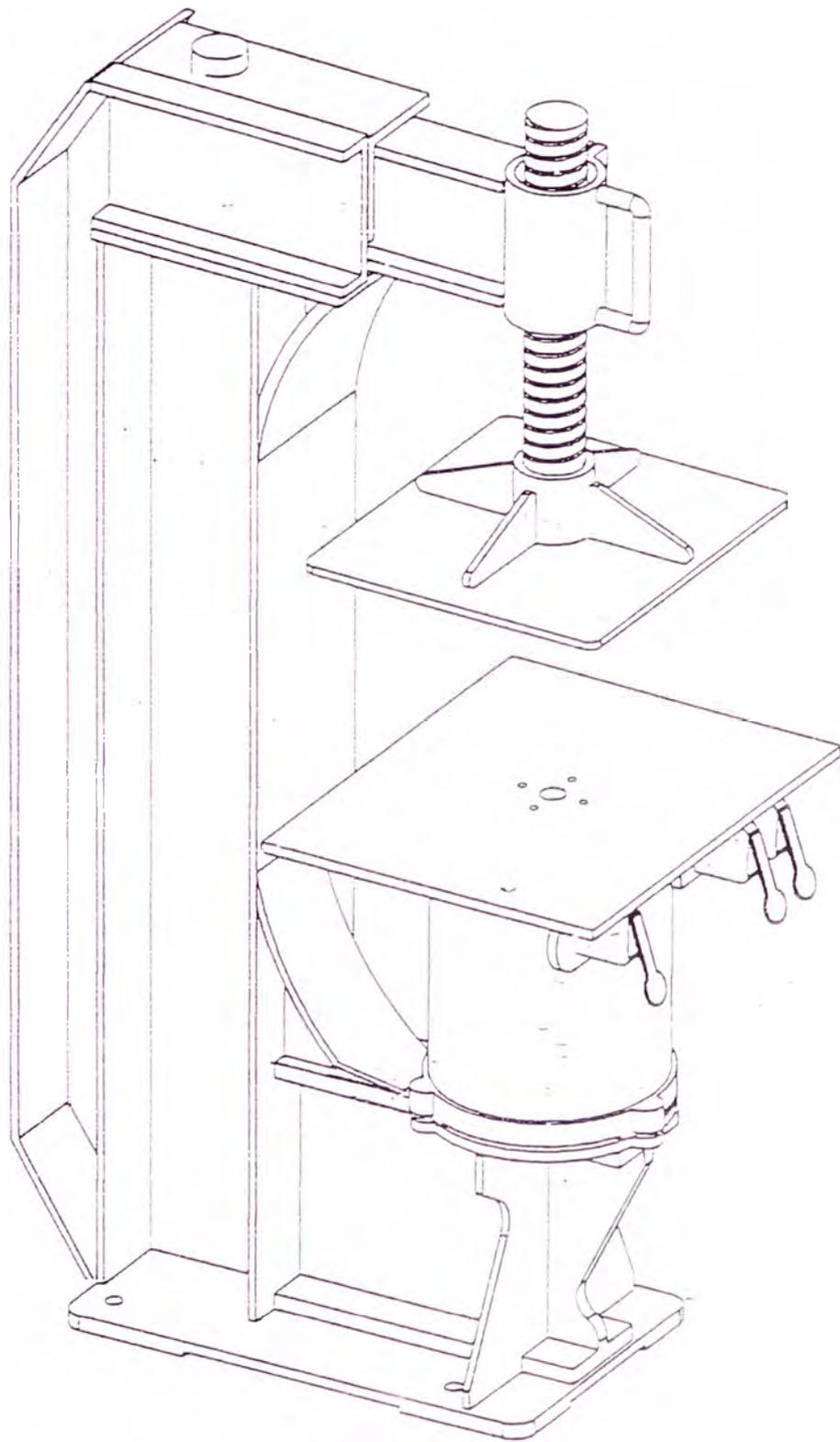
1. -Para moldear los diferentes tamaños de moldes, se recomienda calibrar la maquina de acuerdo al tipo de placa modelo, altura del molde, para lo cual se regulara inicialmente a presiones bajas, para poder ir aumentando gradualmente la presión y el periodo de ciclo de sacudidas, con las cuales se puede determinar rangos de trabajo establecido para cada tipo de molde.,y así en ciertos casos no requerir mano de obra especializada para el moldeo.
2. -Para el buen mantenimiento de la maquina, es necesario limpiar a diario las unidades de mantenimiento de aire, con el respectivo aceite lubricante, y filtro de humedad operativos, las cuales se encuentran en un lugar a la vista.

3. -Cada uno de los procesos de fabricación de la maquina se debe proceder con mucho cuidado, sobre el maquinado de los cilindros y pistones respectivos, las cuales son las partes mas importantes de la maquina.El ensamble de la maquina se debe realizar con los debidos instrumentos de nivelación y calibración.
4. La maquina debe tener un área de trabajo necesario para desplazarse, moverse y girar libremente, por lo que no se debe permitir la cercanía de terceras personas que no están involucradas en dicho proceso.

BIBLIOGRAFIA

1. Catalogo Festo Neumatic de válvulas y accesorios neumáticos.
2. Catalogo Sales range Pneumatics : Herion .
3. Catalogo de sellos, oring : Werk Reichelsheim
4. Diseño de Elementos de Maquina: Ediciones Cefim, año 1190, Ing. Juan Hori.
5. Diseño de Maquinas : Mc Graw Hill, año 1988,A. S. Hall Diseño de elementos de maquina I y II : 1999 , F. Alva Davila.
6. Diseño Mecánico: Primera edición Lima-Peru,año 1990,M. Echevarria.
7. Manual de aceros: Boehler del Peru S.A.
8. Manual Tecnico : Tradi S.A.,año 1999.
9. Marks, Manual del Ingeniero Mecánico: Mc Graw Hill,año 1986,T. Bameister,E. Avallone.
10. Materiales y Procesos de Manufactura para Ingenieros: Doyle Keysin.
11. Mecanica de solidos : 1978, Egor Popov.
12. Resistencia de Materiales : Editorial Mir Moscú, año 1972,V.I. Fedosiev
13. Proyecto de Ingeniería Mecánica : Mc Graw Hill, año 1990, E. Shigley ,Charles R. Mishke.
14. Tecnologia de la fundicion : Editorial Gustavo Gill : Capello Edoardo.

APENDICE



DICION LIMA

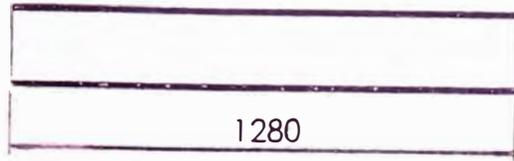
MAQUINA MOLDEADORA

: A. Sotomayor R.

VISTA ISOMETRICA

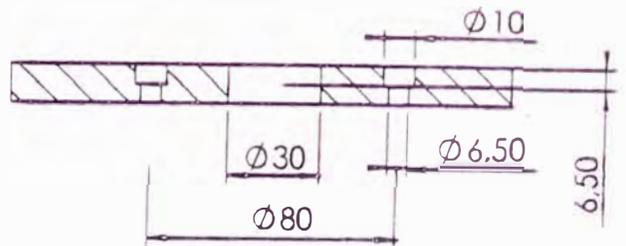
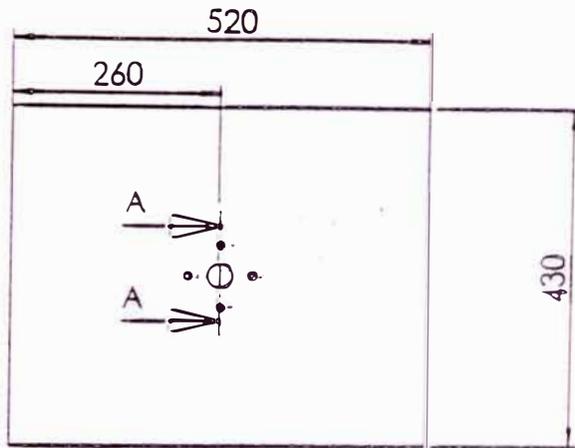
Plano :MFLI

1.- COLUMNA:



MATERIAL : VIGA 18"x 8"x3/8"

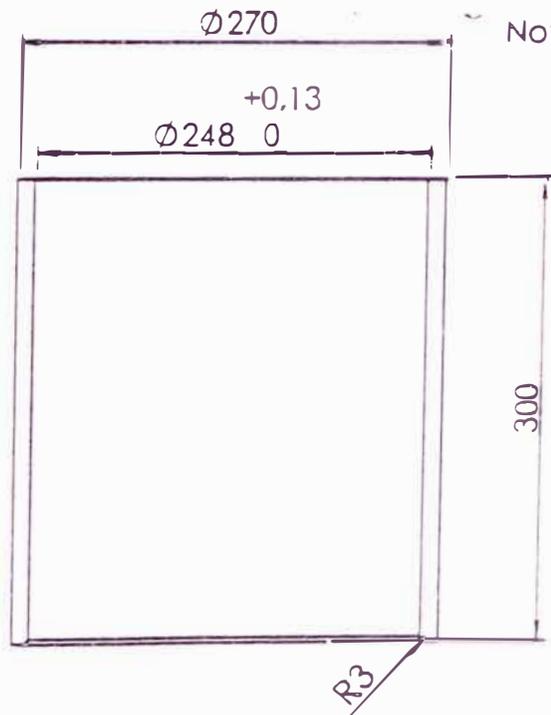
2.- MESA



A-A (1 : 2.5)

MATERIAL : PLANCHA DE FE DE 1/2"

3.- CILINDRO DE COMPRESION.



Nota : El maquinado de diam 248 es rectificado y se comprobara con el Piston de compresion

MATERIAL : PLANCHA ROLADA Y SOLDADA DE FIERRO DE 1/2"

ICION LIMA

MAQUINA MOLDEADORA

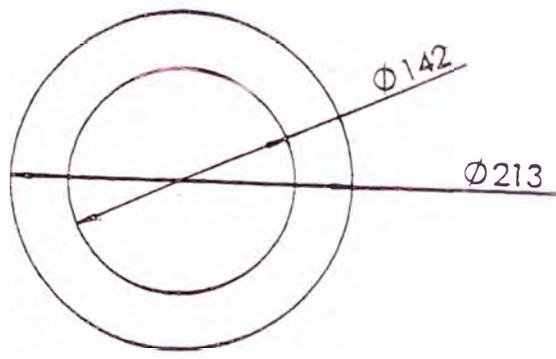
Medidas en mm

. Sotomayor R

PLANO DE PARTES

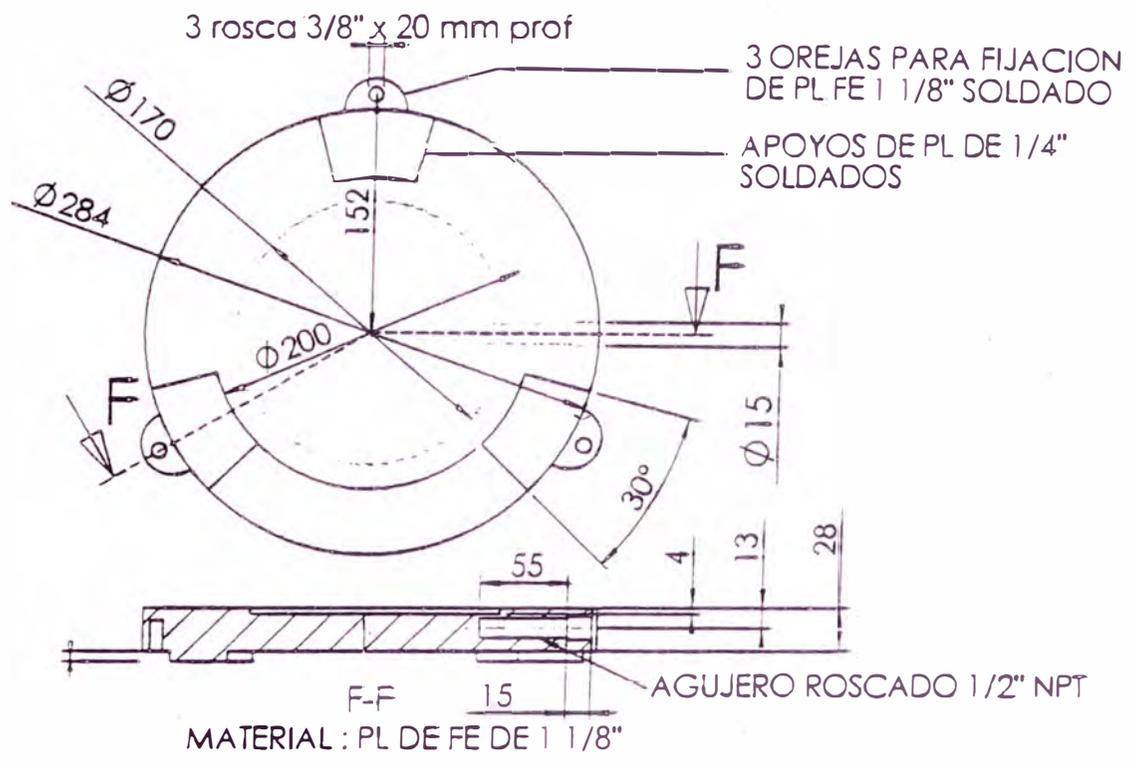
Plano : MFL1

4.- DISCO GUIA

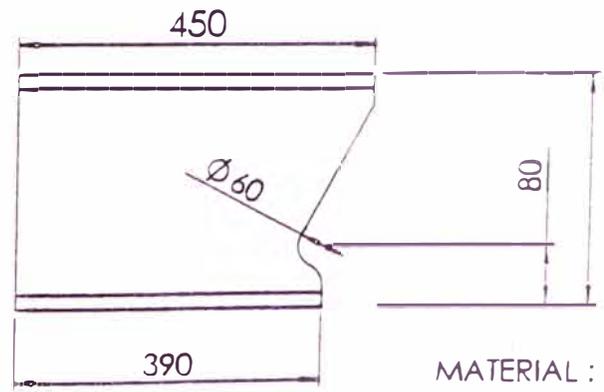


MATERIAL : PLANCHA DE FE DE 3/8"

5.- DISCO DE CILINDRO DE COMPRESION

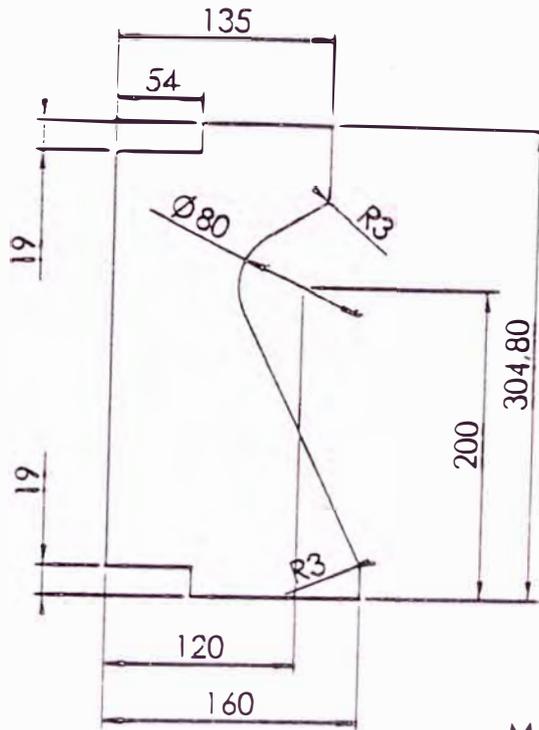


6.- ASIENTO



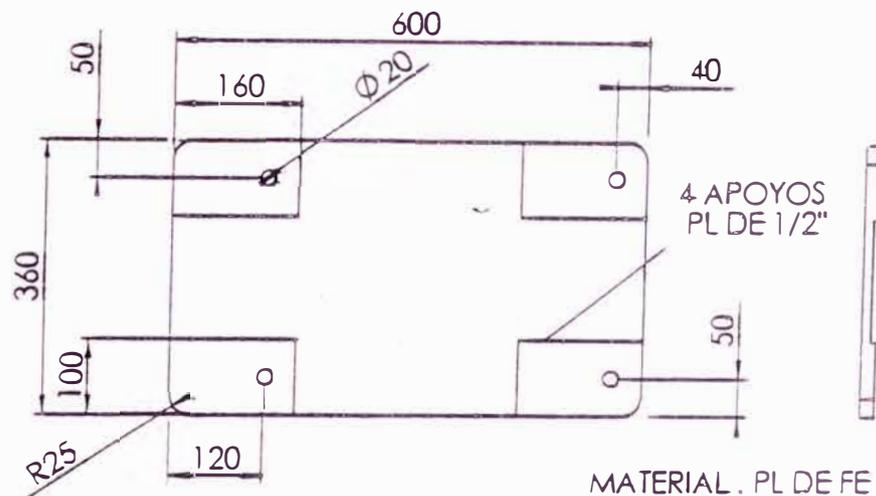
MATERIAL : VIGA I DE 12" x 5" 1/2" DE ESPESOR

REFUERZO DE LA BASE



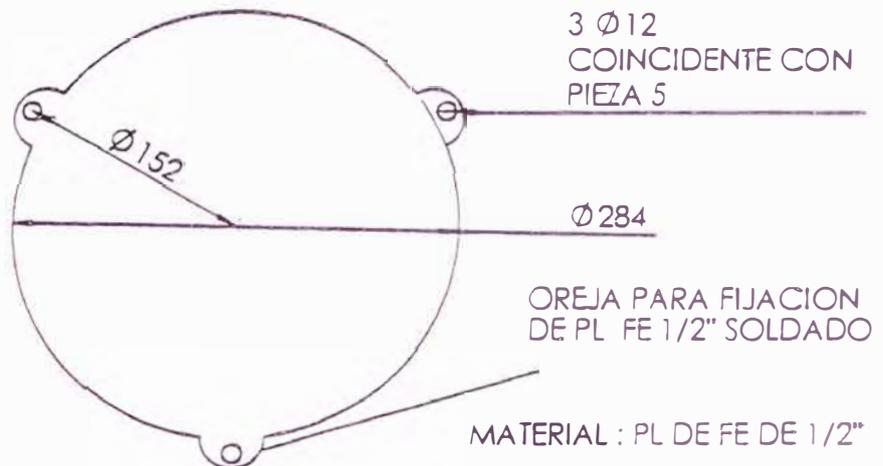
MATERIAL : PL DE FE DE 3/8"

8.- BASE



MATERIAL . PL DE FE DE 1/2"

9.- BASE DE CILINDRO



MATERIAL : PL DE FE DE 1/2"

ION LIMA

otomayor R

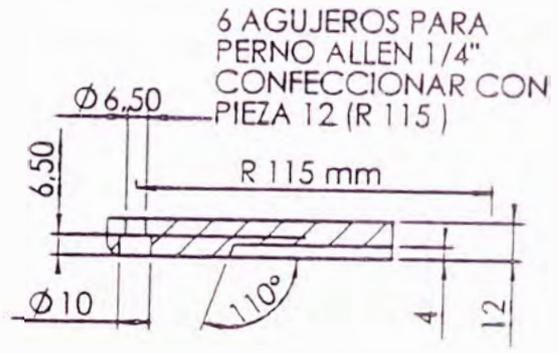
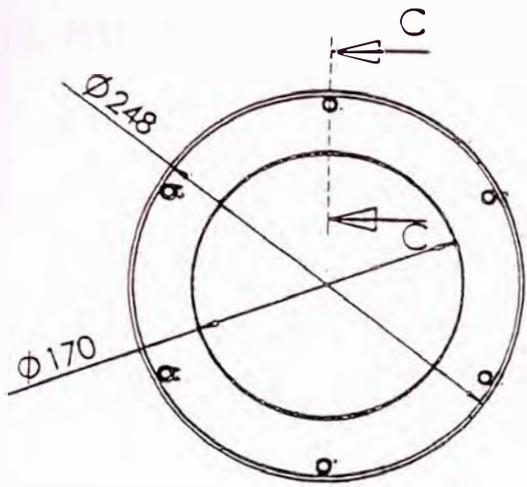
MAQUINA MOLDEADORA

PLANO DE PARTES

Medidas en mm

Plano : FMP3

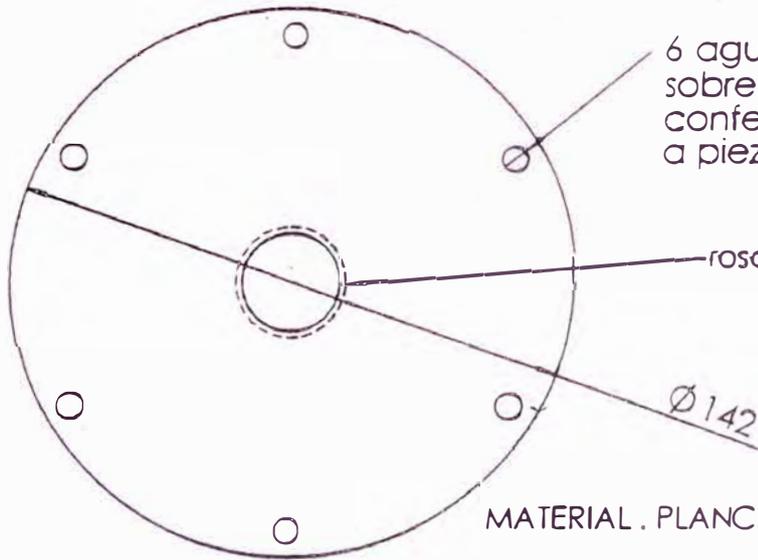
10.- DISCO DEL PISTON DE COMPRESION.



C-C (1 : 2.5)

MATERIAL : PL DE FE DE 1/2"

11.- DISCO DEL CILINDRO DE SACUDIDAS



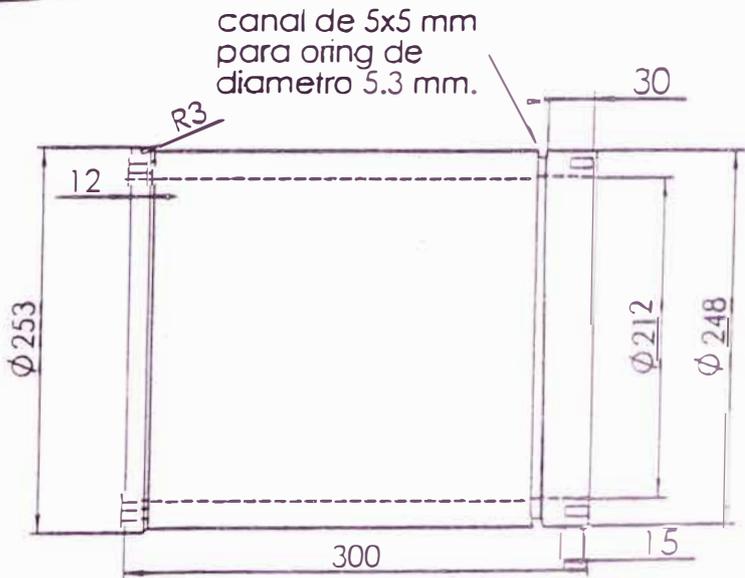
6 aguj. diam 6.5 sobre circ. R 64 confeccionar en base a pieza 26

rosca de 1" UNF 12 h/p

Ø 142

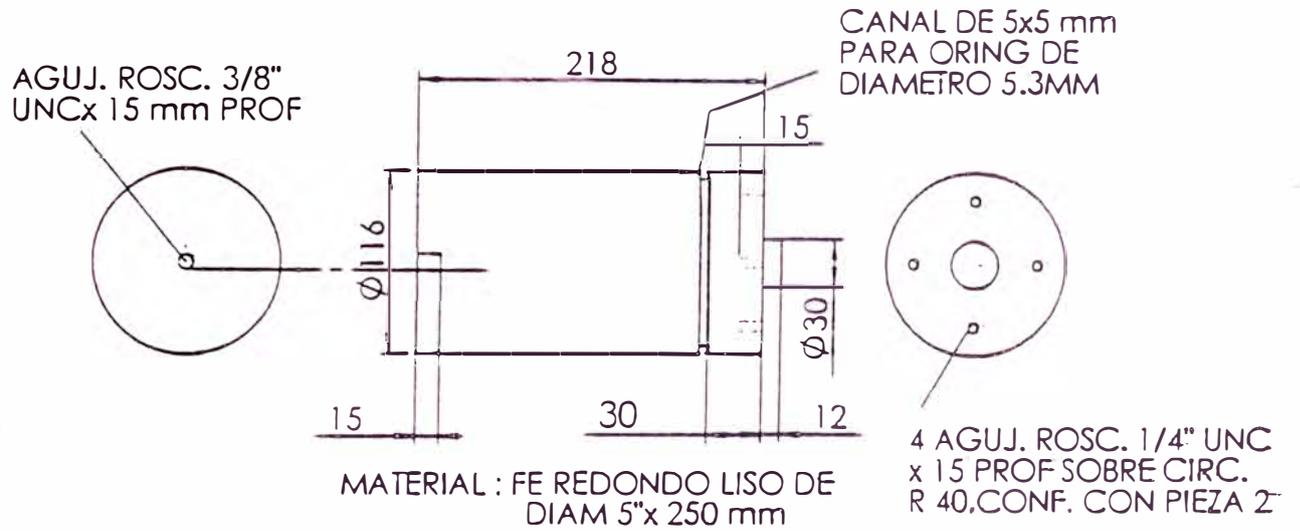
MATERIAL . PLANCHA DE FE DE 1/2"

12.- PISTON DE COMPRESION

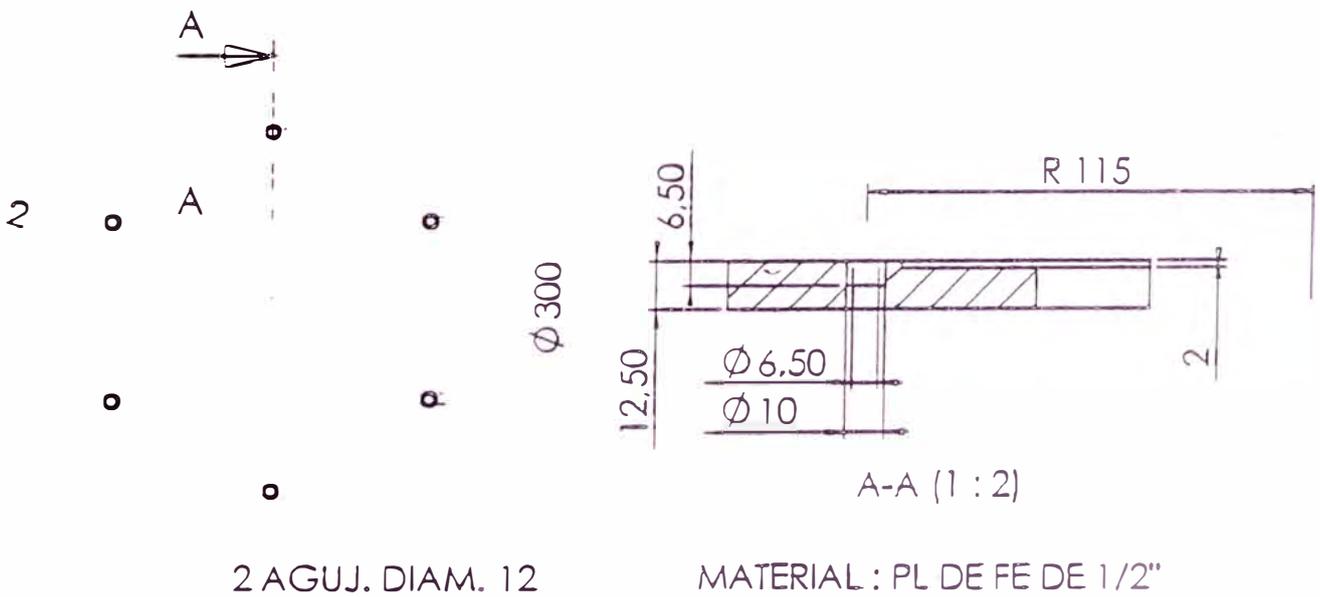


MATERIAL : ACERO DIN 20 MN V6 - BOEHLER
BARRA PERFORADA DIAM. EXT. 253 x
DIAM. INT. 212 x 300 mm

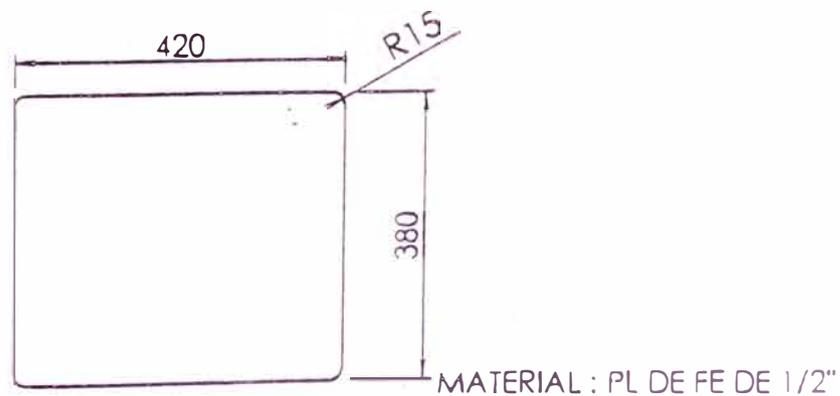
.-PISTON DE SACUDIDAS



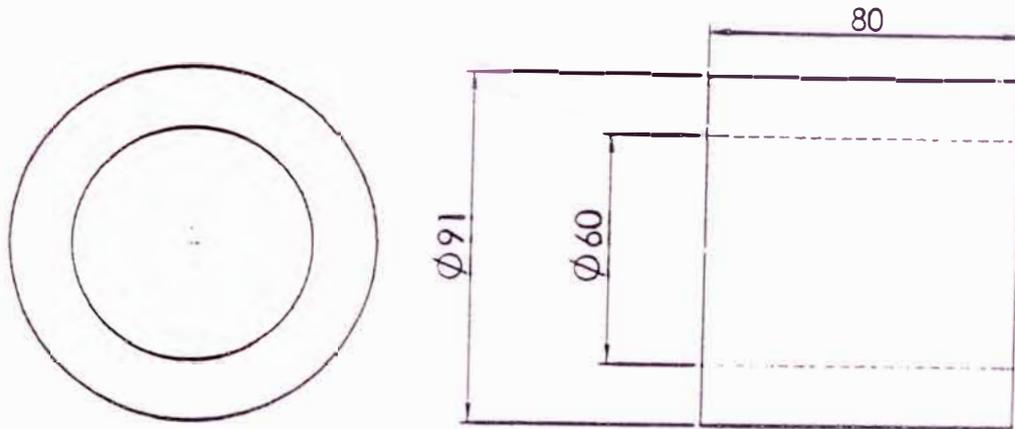
14.-DISCO DE APOYO DE LA MESA



15.-PLATO DE COMPRESION

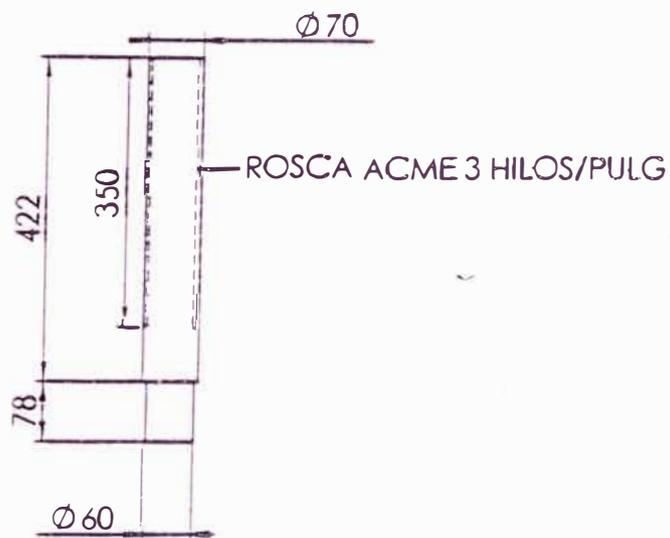


16.-BOCINA DEL PLATO DE COMPRESION:



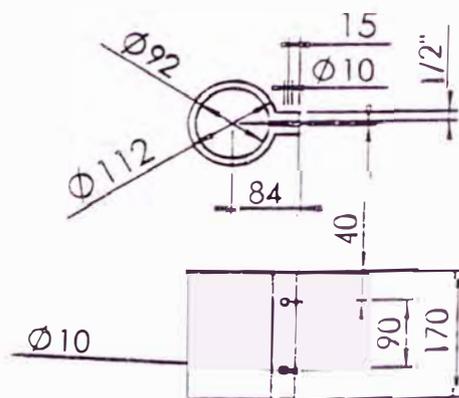
MATERIAL : ACERO DIN 20 MN V6 - BOEHLER
 BARRA PERFORADA DIAM. EXT. 91
 xDIAM INT. 56 x 80 mm

17.- EJE DEL PLATO DE COMPRESION:



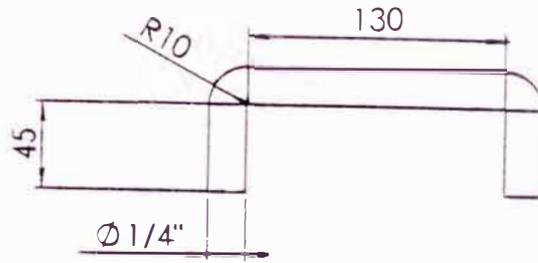
MATERIAL : FE REDONDO LISO DE DIAM. 3" x 520

- BOCINA DEL EJE PORTAPLATO



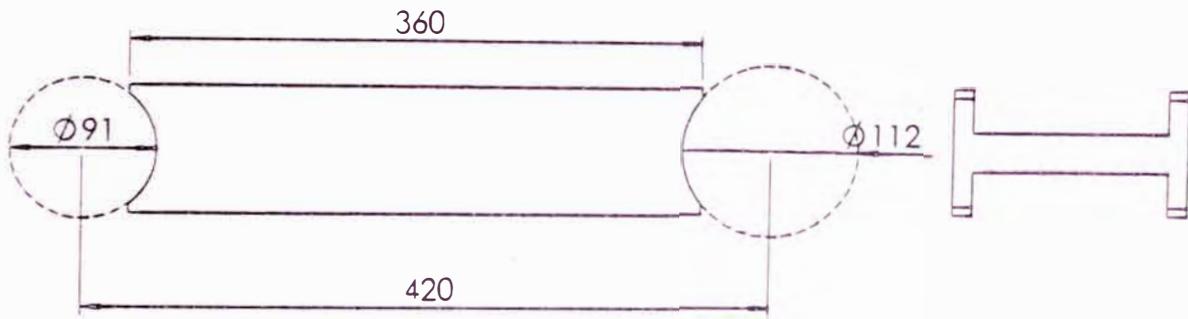
MATERIAL : ACERO DIN 20 MN V6 - BOEHLER
 BARRA PERFORADA DIAM. EXT. 122
 x DIAM INT. 88 x 190 mm

19.-MANIJA



MATERIAL : FE REDONDO LISO DIAM. 3/4"

20.-BRAZO



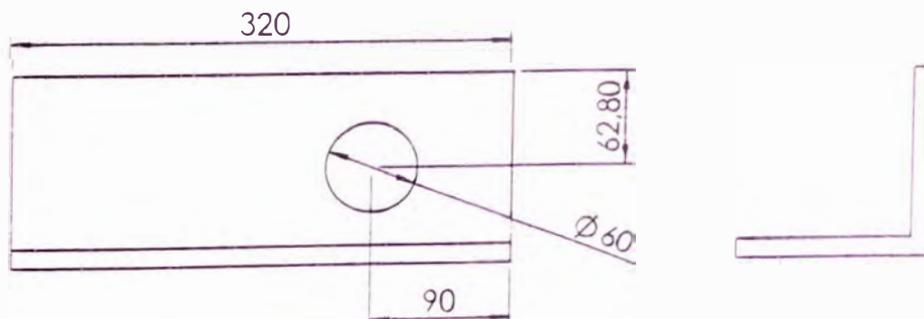
MATERIAL : VIGA 1 6" x 3 1/4" x 1/2 "

21.-EJE DE BRAZO



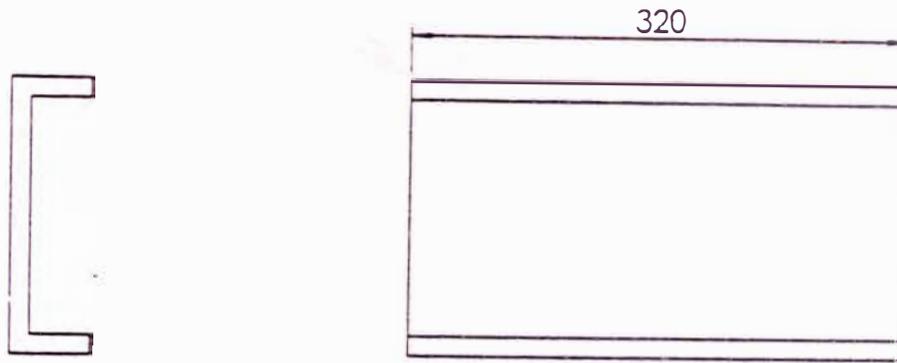
MATERIAL : FE. REDONDO LISO DIAM. 2 1/2" x 220

22.-SOPORTE ANGULAR



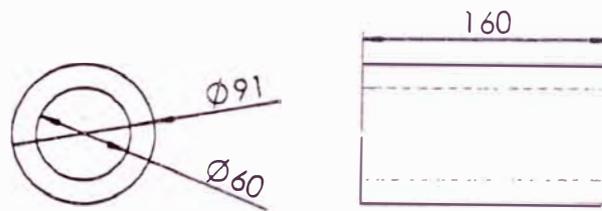
MATERIAL : ANGULO DE FE DE 5" x 5" x 1/2"

23.-SOPORTE



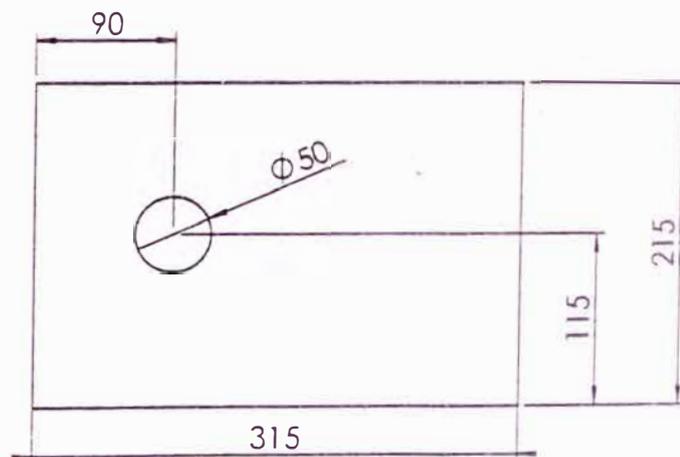
MATERIAL : VIGA U DE 7" x 2" x 1/2" DE ESPESOR

24.-BOCINA DEL BRAZO



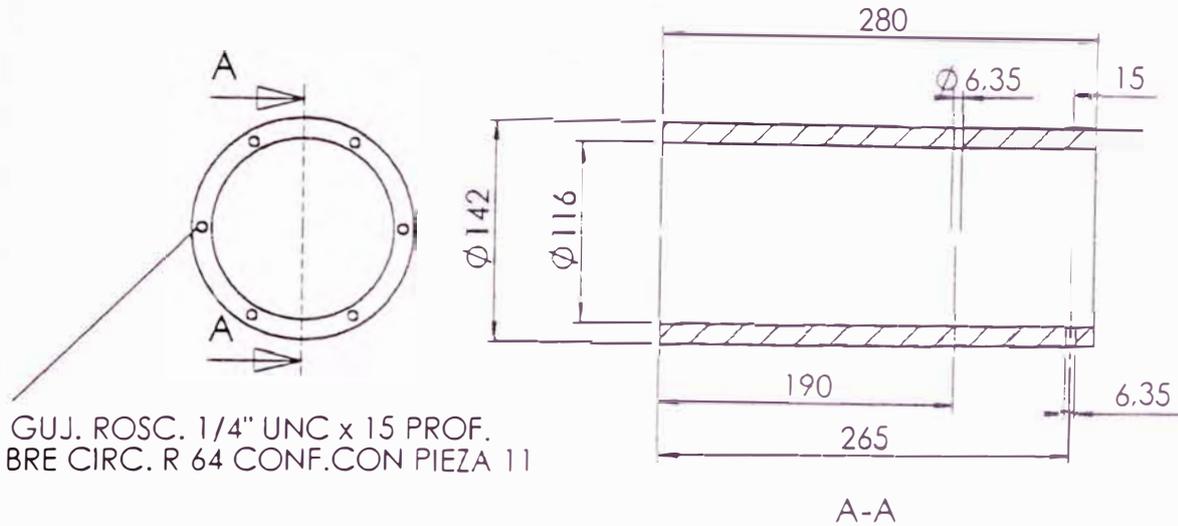
MATERIAL : ACERO BOEHLER BARRA PERFORADA
DIAM. EXT. 91 x DIAM INT. 56 x 180

25.-PLACA UNION



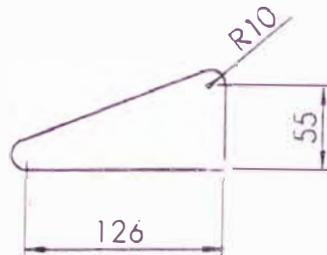
MATERIAL : PL DE FE DE 1/2" x 315 x 215

26.-CILINDRO DE SACUDIDAS



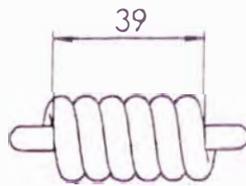
MATERIAL : ACERO DIN 20 MN V6 BOEHLER
BARRA PERFORADA DIAM. EXT.
142 x DIAM. INT. 112 x 300

27.-REFUERZO DE PLATO DE COMPRESION



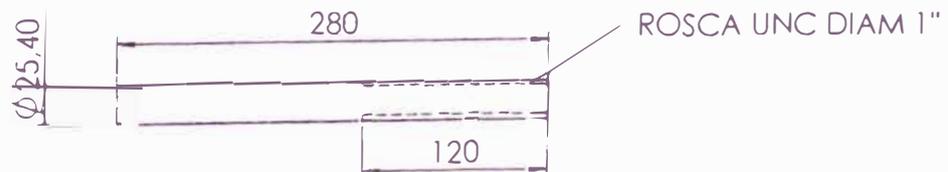
MATERIAL : PLANCHA DE FE DE 3/8"

28.-RESORTE



RESORTE DE TRACCION DE $K = 20.37 \text{ kgf/mm}$

29.-BARRA TOPE



MATERIAL FE REDONDO DIAM. 1"

ACION LIMA

MAQUINA MOLDEADORA

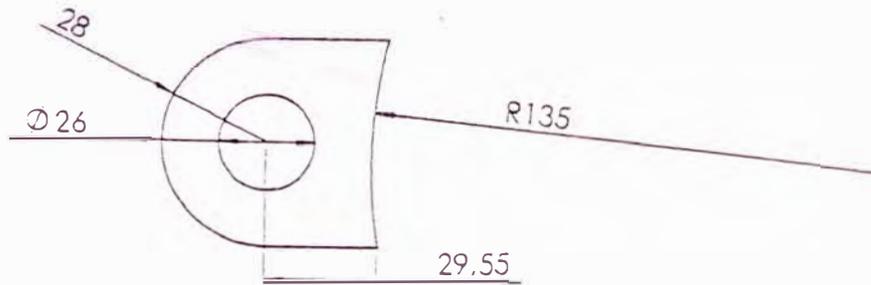
Medidas en mm

A. Sotomayor R.

PLANO DE PARTES

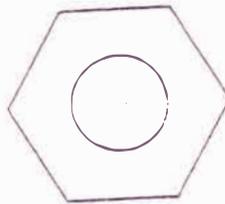
Plano : MFL9

30.-OREJA TOPE



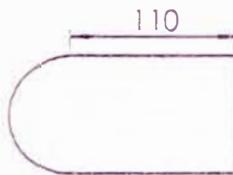
MATERIAL : PL DE FE DE 1/2"

31.-TUERCA DE TOPE



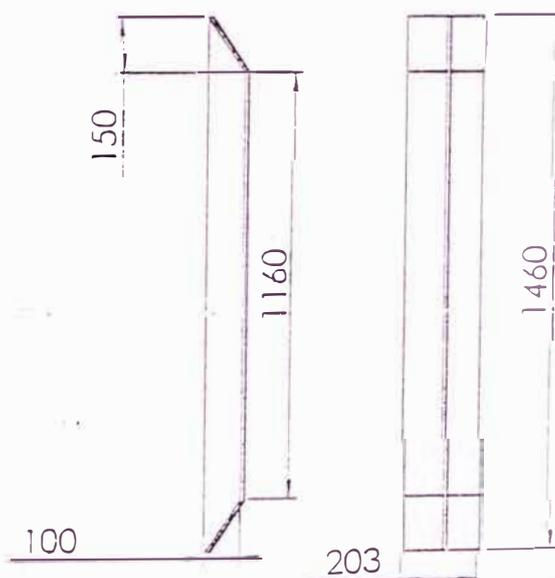
MATERIAL : TUERCA DE BRONCE DE 1"
UNC DE 25mm DE ALTURA

32.-BASE DE VALVULAS



MATERIAL : PL DE FE DE 1/2"

39.-REFUERZO DE COLUMNA



MATERIAL : PL DE FE DE 3/8" SOLDADA

INDICION LIMA

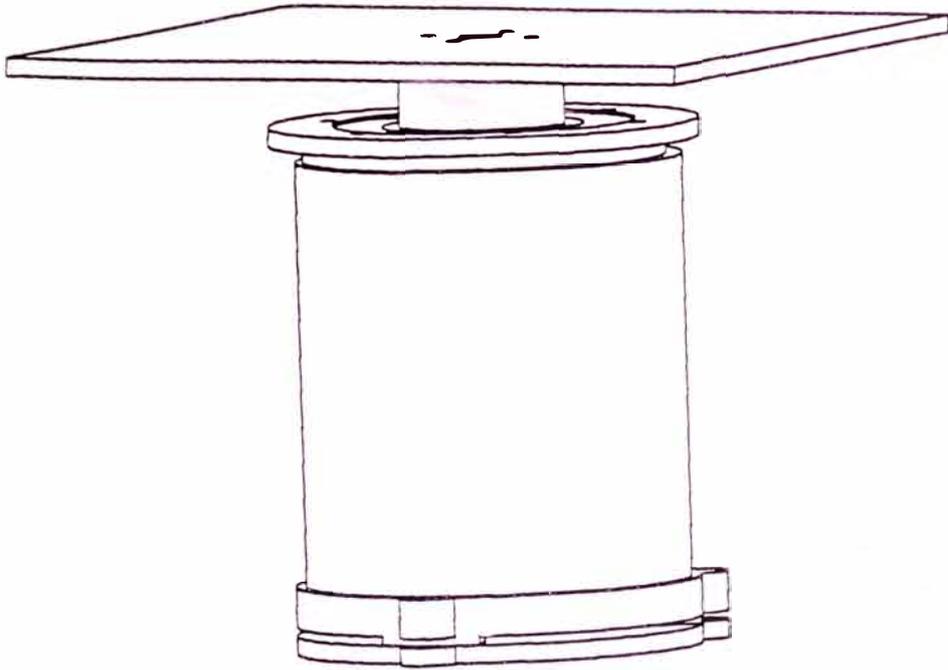
MAQUINA MOLDEADORA

Medidas en mm

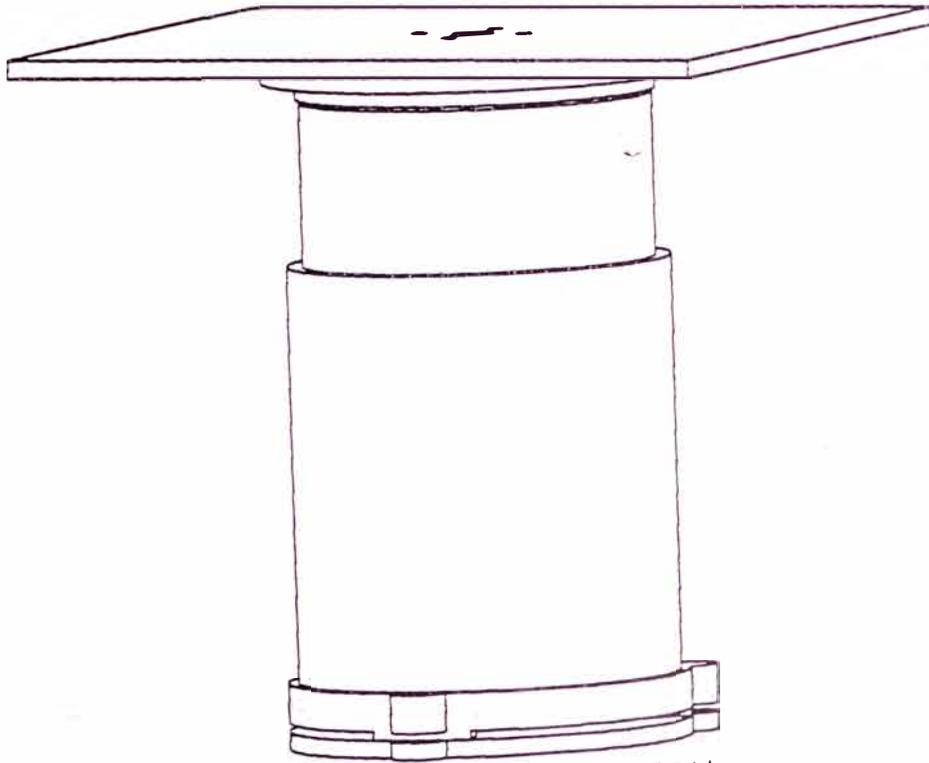
: A. Sotomayor R.

PLANO DE PARTES

Plano : MFL10



ACCIONAMIENTO DE PISTON
DE SACUDIDAS



ACCIONAMIENTO DE PISTON
DE COMPRESION

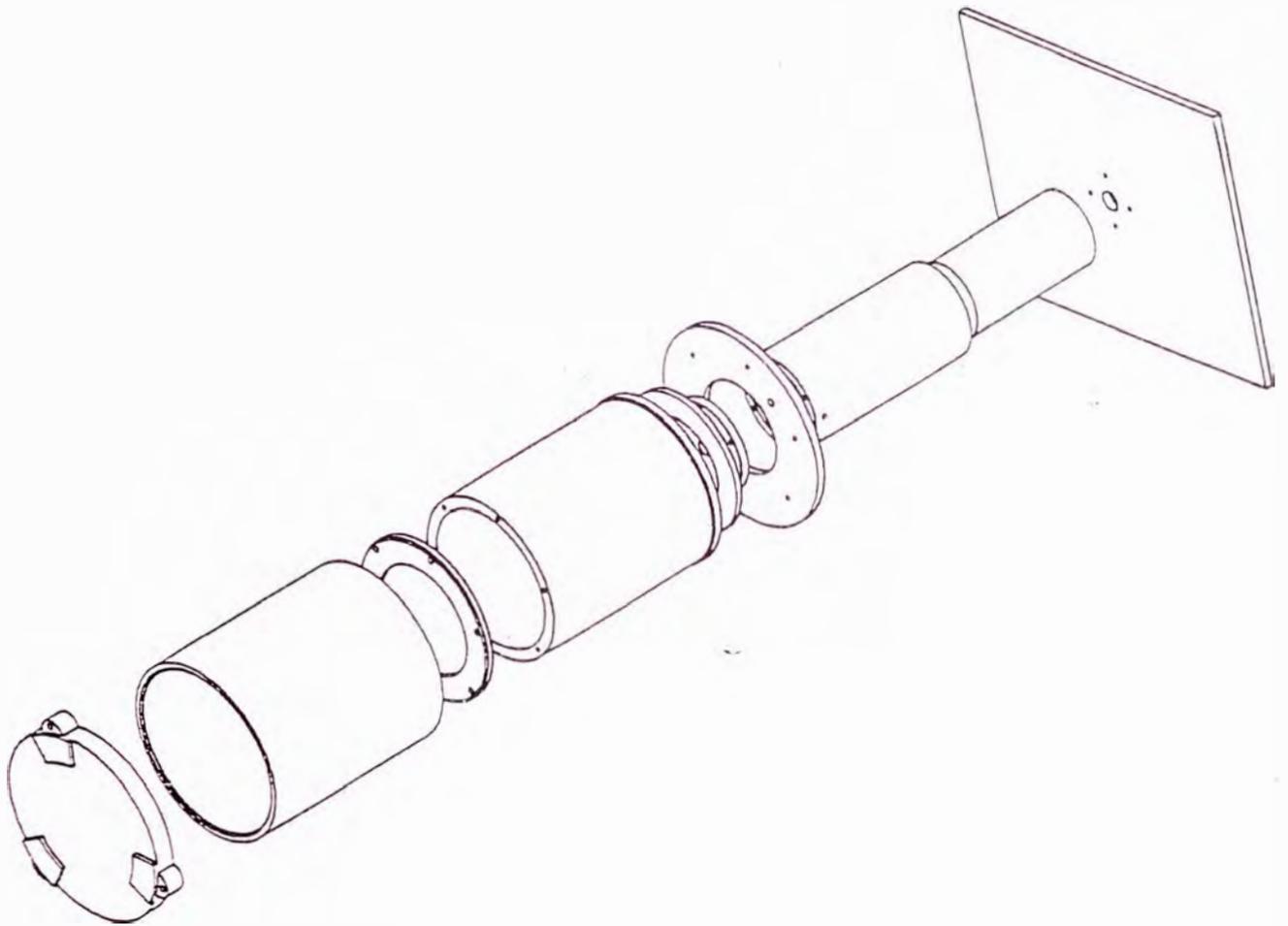
FUNDICION LIMA

Rev. : A. Sotomayor R

MAQUINA MOLDEADORA
ESQUEMA DE ACCIONAMIENTO DE
COMPRESION Y SACUDIDAS

Medidas en mm

Plano :MFLSC



ACION LIMA

. Sotomayor R.

MAQUINA MOLDEADORA

CIL. COMPRESION Y SACUDIDAS

Plano :MFLC

UNIONES SOLDADAS

ESFUERZOS PERMISIBLES EN CORDONES DE SOLDADURA DE FILETE REFERIDOS A LOS LADOS DEL FILETE.-

ELECTRODO	ESFUERZOS PERMISIBLES S _v (PSI)	
	AWS D2.0-69	AWS "Obsoleto"
E-60XX	12 700	9 600
E-70XX	14 800	11 100
E-80XX	17 000	12 900
E-90XX	19 100	14 400
E-100XX	21 200	16 000
E-110XX	23 300	17 600

REQUERIMIENTOS MINIMOS DEL MATERIAL DE APORTE SEGUN AWS

ELECTRODO AWS	ESFUERZO DE ROTURA MINIMO EN KPSI	ESFUERZO DE FLUENCIA MINIMO, KPSI	ELONGACION %
E 60XX	62 - 67	50 - 55	17 , 22 , 25
E 70XX	72	60	17 , 22
E 80XX	80	65 - 70	22 , 24
E 90XX	90	78 - 90	24
E 100XX	100	90 - 102	20
E 110XX	110	95 - 107	20

TAMAÑO MINIMO DEL CORDON DE FILETE

ESPESOR DE LA PLANCHA MAS GRUESA EN PULGADAS	TAMAÑO MINIMO DEL CORDON DE FILETE EN PULGADAS
$t \leq 1/4$	1/8
$1/4 < t \leq 1/2$	3/16
$1/2 < t \leq 3/4$	1/4
$3/4 < t \leq 1 1/2$	5/16
$1 1/2 < t \leq 2 1/4$	3/8
$2 1/4 < t \leq 6$	1/2
$t > 6$	5/8

NOTA: El tamaño del cordón de soldadura de filete no debe exceder del espesor de la plancha más delgada. Se pasa por alto para aquellos casos que por cálculo de esfuerzos se requiera mayor tamaño del cordón.

BARRA PERFORADA

Tipo de aleación: C 0.18 Si 0.3 Mn 1.5 S 0.30 V 0.18 %
 Color de identificación: Azul
 Estado de suministro: Dureza Natural

BARRA PERFORADA, de alta resistencia de acero con una microaleación de 0.1% de Vanadio que le confiere una mayor resistencia en estado natural que otros aceros de bajo carbono. La barra perforada BP 280 es de fácil maquinado y soldabilidad. Tiene amplias posibilidades de aplicación en estado bonificado, o cementado.

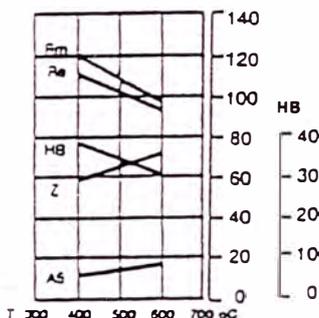
APLICACIONES: Para elementos de maquinaria tales como engranajes, cuerpos de bomba, anillos, separadores, casquillas de protección, como también para la construcción de columnas de taladro u otras máquinas, ejes, bujes, rodillos y accesorios de perforación de pozos de petróleo.

INSTRUCCIONES PARA EL TRATAMIENTO:

Forjar: 1100 - 850 °C
 Normalizar: 860 - 890 °C
 Recocer: 650 - 680 °C
 Enfriamiento lento en el horno
 Templar: 900 - 920 °C al agua (sin cementación)
 Revenir: 100 - 400 °C
 Nitrurar: 570 °C en baño de sal
 Cementar: 880 - 950 °C al aceite
 Dureza de la capa 58 - 63 Hrc.

CARACTERISTICAS MECANICAS EN ESTADO BONIFICADO

Espesor de pared en mm	Límite de fluencia mn. N/mm ²	Resistencia a la tracción N/mm ²	Elongación (L ₀ ≤5d) mn. %	Dureza HB
25	480	620	17	170 - 220
	450	770		

DIAGRAMA DE REVENIDO


El diagrama se entiende para piezas templadas sin cementación previa.

Rm : Resistencia a la tracción en Kg/mm²
 Re : Límite de fluencia en Kg/mm²
 HB : Dureza Brinell
 Z : Contracción en %
 A5 : Elongación en %

SOLDADURA : Electrodo BÖHLER-UTP 6020

RECOMENDACIONES PARA EL TORNEADO CON PASTILLAS SOLDADAS

Estado	Prof. de corte m.m.	Avance mm/Rev.	Calidad BOHLERIT	α°	Velocidad de corte m/min.
Bonificado	1 a 4	0.2 a 0.4	HB 05 - HB 20	±	170 a 100
	4 a 8	0.3 a 0.6			140 a 90

Conditioning units, filters, regulators, lubricators

Air
 temperature: -10 to +50 °C
 temperature: -10 to +50 °C
 inline or with mounting bracket

	Nominal size	Port size	Operating pressure max. 16 (25) bar Regulating range	Flow rate ¹⁾	Min. flow rate. Lubricator at 6 bar inlet pressure	Usable bowl volume [cm ³]		Dimensions [mm]			Weight [kg]	Cat. No.
						Filter	Lubricator	L	H	D		
Conditioning unit (universal type)	6	G 1/8	0.5-10	27	5	25	40	128	177	70	0.97	4170110 ²⁾
	6	G 1/4	0.5-10	30	5	25	40	120	177	70	0.97	4170120 ²⁾
	10	G 3/8	0.5-10	67	4	75	120	188	252	95	3.02	4170130 ²⁾
	10	G 1/2	0.5-10	75	4	75	120	180	252	95	2.92	4170140 ²⁾
	20	G 3/4	0.5-10	121	11	200	300	252	310	120	3.91	4170150 ²⁾
	20	G 1	0.5-10	165	11	200	300	240	310	120	3.86	4170160 ²⁾

Conditioning unit (universal design)

8	G 1/4	0.5-10	63	2.0	25	50	137	220	80	1.30	4170610 ²⁾
8	G 3/8	0.5-10	70	2.0	25	50	137	220	80	1.30	4170620 ²⁾
15	G 1/2	0.5-10	130	4.1	60	120	201	270	105	2.90	4170630 ²⁾
15	G 3/4	0.5-10	145	4.1	60	120	201	270	105	2.90	4170640 ²⁾

Automatic discharge valve⁴⁾

8	G 1/4	0.5-10	63	2.0	25	50	137	310	80	1.70	4170612 ²⁾
8	G 3/8	0.5-10	70	2.0	25	50	137	310	80	1.70	4170622 ²⁾
15	G 1/2	0.5-10	130	4.1	60	120	201	356	105	3.30	4170632 ²⁾
15	G 3/4	0.5-10	145	4.1	60	120	201	356	105	3.30	4170642 ²⁾

Conditioning unit (compact design (universal type))

6	G 1/8	0.5-10	27	5	25	40	88	177	70	0.81	4172810 ²⁾
6	G 1/4	0.5-10	30	5	25	40	80	177	70	0.81	4172820 ²⁾
10	G 3/8	0.5-10	67	4	75	120	128	252	95	2.37	4172830 ²⁾
10	G 1/2	0.5-10	75	4	75	120	120	252	95	2.35	4172840 ²⁾
20	G 3/4	0.5-10	121	11	200	300	172	310	120	3.09	4172850 ²⁾
20	G 1	0.5-10	135	11	200	300	160	310	120	3.04	4172860 ²⁾

Air conditioning unit (universal design)

8	G 1/4	0.5-10	63	2.0	25	50	92	220	80	1.00	4170710 ²⁾
8	G 3/8	0.5-10	70	2.0	25	50	92	220	80	1.00	4170720 ²⁾
15	G 1/2	0.5-10	130	4.1	60	120	135	270	105	2.10	4170730 ²⁾
15	G 3/4	0.5-10	145	4.1	60	120	135	270	105	2.10	4170740 ²⁾

Automatic discharge valve²⁾

8	G 1/4	0.5-10	63	2.0	25	50	92	310	80	1.40	4170712 ²⁾
8	G 3/8	0.5-10	70	2.0	25	50	92	310	80	1.40	4170722 ²⁾
15	G 1/2	0.5-10	130	4.1	60	120	135	356	105	2.50	4170732 ²⁾
15	G 3/4	0.5-10	145	4.1	60	120	135	356	105	2.50	4170742 ²⁾

Filter

Metal housing with plastic bowl and filter insert of sintered metal.
 Filtration 50 - 75 µm (upon request 5-10 µm, 10-20 µm or 25-40 µm)
 Max. pressure range: 25 bar
 Mounting position: Vertical

Regulator

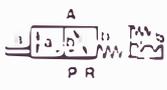
(incl. pressure gauge)
 Poppet valve with secondary venting.
 Pressure range:
 Primary: 16 (25) bar max.
 Secondary: 10 bar max.
 Mounting position: Optional

Lubricator

Metal housing with plastic bowl and control valve for lubrication proportional to air flow
 Max. pressure range: 25 bar
 Mounting position: Vertical

Support assly. available upon request

Directional valves, manually and mechanically actuated

directional valves		Nominal size	Port size	Operating pressure [bar]		Kv-value (Cv (US) = Kv × 1.2)	Actuator Force [N]	Dimensions [mm]			Weight [kg]	Cat. No.	For further information see Publication
actuated, spool and sleeve assembly and lubricated air direction: Optional	temperature range: -10 to +60 °C			min.	max.			L	H	O			
		4	G 1/8	0	16	0,28	Push button 18	41	80	40	0,15	4020410	HERION 7501021
		4	G 1/8	0	16	0,28	Palm button 18	41	98	40	0,15	4020413	
Hand lever		4	G 1/8	0	16	0,28	Hand lever 3,5	83	79	26	0,15	4020400	
		6	G 1/4	0	16	0,80	Hand lever 5,5	80	106	30	0,25	4021100	
Knob button	Palm button	12	G 1/2	0	16	1,85	Hand lever 7,5	80	134	40	0,45	4021806	
		4	G 1/8	0	16	0,28	Selector button 18	41	102	40	0,15	4020412	
Selector button	Impact button, release by turning	4	G 1/8	0	16	0,28	Impact button, release by turning 18	41	98	40	0,15	4020415	
		4	G 1/8	0	16	0,28	Impact button, switching position lockable 18	41	104	40	0,15	4020409	
Impact button, switching position lockable	Lock-button, both switching positions lockable	4	G 1/8	0	16	0,28	Lock-button, both switching positions lockable 18	41	100	40	0,15	4020408	
Reducing ring for above keys Inst. opening dia. 22,5 mm		-	-	-	-	-	-	37	37	2,7	0,002	0663709	

Valves are suitable for dry operation. For lubrication of pneumatic systems, use Shell Hydrol DO 32 Shell Vellol 16 or Festo K 32 or lubricants of similar quality.

Directional valves, manually and mechanically actuated

1/2 directional valves

and lever actuated,
with lapped spool and sleeve assy.
Fluid: Filtered and lubricated air
Flow direction: Optional
Temperature range: -10 to +60 °C



Nominal size	Port size	Operating pressure [bar]		k _v -value (C _v (US) × 1.2)	Actuator		Dimensions [mm]			Weight [kg]	Cat. No.
		min.	max.		Force [N]	Stroke [mm]	L	H	D		
4	G 1/8	0	16	0.28	3.5		83	95	26	0.2	4030400
6	G 1/4	0	16	0.80	5.5		80	124	31	0.3	4031100
12	G 1/2	0	16	1.85	7.5		80	152	40	0.5	4031800

HERION
7501059

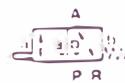
1/2 (2/2) directional valves

Mechanically actuated,
with lapped spool and sleeve assy.
Fluid: Filtered and lubricated air
Flow direction: Optional
Temperature range: -10 to +60 °C

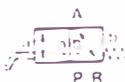


Nominal size	Port size	Operating pressure [bar]		k _v -value (C _v (US) × 1.2)	Actuator		Dimensions [mm]			Weight [kg]	Cat. No.
		min.	max.		Force [N]	Stroke [mm]	L	H	D		
4	G 1/8	0	16	0.28	16	4	41	55	26	0.10	4020100
6	G 1/4	0	16	0.80	17	7	55	81	30	0.20	4020800
12	G 1/2	0	16	1.85	18	7	70	107	40	0.40	4021506

HERION
7501031



Nominal size	Port size	Operating pressure [bar]		k _v -value (C _v (US) × 1.2)	Actuator		Dimensions [mm]			Weight [kg]	Cat. No.
		min.	max.		Force [N]	Stroke [mm]	L	H	D		
4	G 1/8	0	16	0.28	8	8	49	68	26	0.15	4020200
6	G 1/4	0	16	0.80	11	11	55	94	30	0.25	4020900
12	G 1/2	0	16	1.85	14	11	70	122	40	0.45	4021606



Nominal size	Port size	Operating pressure [bar]		k _v -value (C _v (US) × 1.2)	Actuator		Dimensions [mm]			Weight [kg]	Cat. No.
		min.	max.		Force [N]	Stroke [mm]	L	H	D		
4	G 1/8	0	16	0.28	8	9	49	93	26	0.20	4020300
6	G 1/4	0	16	0.80	11	12	55	118	30	0.30	4021000
12	G 1/2	0	16	1.85	14	12	70	134	40	0.50	4021706

5/2 directional valves

Mechanically actuated,
with lapped spool and sleeve assy.
Fluid: Filtered and lubricated air
Flow direction: Optional
Temperature range: -10 to +60 °C



Nominal size	Port size	Operating pressure [bar]		k _v -value (C _v (US) × 1.2)	Actuator		Dimensions [mm]			Weight [kg]	Cat. No.
		min.	max.		Force [N]	Stroke [mm]	L	H	D		
4	G 1/8	0	16	0.28	13	4	41	70	26	0.15	4030100
6	G 1/4	0	16	0.80	17	7	56	97	31	0.25	4030800
12	G 1/2	0	16	1.85	18	7	70	125	40	0.45	4031500

HERION
7501034



Nominal size	Port size	Operating pressure [bar]		k _v -value (C _v (US) × 1.2)	Actuator		Dimensions [mm]			Weight [kg]	Cat. No.
		min.	max.		Force [N]	Stroke [mm]	L	H	D		
4	G 1/8	0	16	0.28	8	8	49	84	26	0.2	4030200
6	G 1/4	0	16	0.80	11	11	58	112	31	0.3	4030900
12	G 1/2	0	16	1.85	14	11	70	140	40	0.5	4031600



Nominal size	Port size	Operating pressure [bar]		k _v -value (C _v (US) × 1.2)	Actuator		Dimensions [mm]			Weight [kg]	Cat. No.
		min.	max.		Force [N]	Stroke [mm]	L	H	D		
4	G 1/8	0	16	0.28	8	9	49	109	26	0.25	4030300
6	G 1/4	0	16	0.80	11	12	58	137	31	0.35	4031000
12	G 1/2	0	16	1.85	14	12	70	164	40	0.55	4031700

Simbolos según DIN ISO 1219

En este cuadro sinótico se han añadido aclaraciones de las normas DIN 24300.

Denominación	Significado	Simbolo
Válvulas 2/2 vías	Dos conexiones, posición de reposo cerrada Dos conexiones, posición de reposo abierta	 
Válvulas 3/2 vías	En primera posición de conexión, entrada cerrada, p.e. un cilindro de simple efecto a escape o conectado a una conducción de pilotaje. En reposo, entrada abierta, conectada a la utilización	 
Válvulas 4/2 vías	Con dos posiciones de conexión, p.e., para cilindros de doble efecto	
Válvulas 5/2 vías	Con dos posiciones de conexión, p.e., para cilindros de doble efecto	
Válvulas 3/3 vías	Con posición central cerrada y tres posiciones	
Válvulas 4/3 vías (energías)	Con posición central a depósito y 2 posiciones de distribución Con posición central, salidas a escape y 2 posiciones de distribución	 
Válvulas 5/3 vías	Con posición central cerrada y dos posiciones de distribución	
Válvulas 5/4 vías	Con posición central cerrada y 3 posiciones de distribución	
Válvulas 3/6 vías	La entrada P está unida a una de las 6 salidas. Las salidas que no conectan están a escape.	
Válvula antirretorno	Sin muelle Abre cuando la presión de entrada es mayor que la presión de salida. Bajo presión del muelle abre, cuando la presión de entrada es mayor que la presión de salida, sobre la fuerza de cierre de muelle	 
Válvula selectora	Cualquiera de las dos entradas conecta con la salida, mientras que la otra entrada queda cerrada cuando se establece presión en una de ellas.	
Válvula de escape rápido	Cuando la abertura de entrada está sin aplicación de presión, entonces la salida está a libre escape a la atmósfera.	
Válvula de estrangulación	Con estrangulación regulable	
Regulador unidireccional (válvula antirretorno con estrangulación)	Regulador con peso de aire livia en un sentido y estrangulación constante en el otro sentido. Con estrangulación regulable.	 
Válvula secuencial	Cuando la presión en la entrada sobrepasa un cierto valor, se abre su peso hacia la salida.	
Válvula reguladora de presión	Válvula que mantiene ampliamente constante la presión de salida, a pesar de alteraciones en la presión de entrada. Sin escape (no se compensan los regímenes excesivos). Con escape (se compensan los regímenes excesivos)	 
Regulador de presión diferencial	La presión de salida se reduce a un valor fijo, que depende de la presión de entrada.	
Válvula de aislamiento o cierre		
Válvula de simultaneidad	La salida solamente conduce aire a presión cuando las dos entradas se hallan bajo presión	

Tipo de accionamiento (DIN ISO 1219)

Accionamientos manuales	 General	 Presión
	 Presión	 Pedal
Accionamientos mecánicos	 Leva (básico)	 Rodillo abetore
	 Rodillo	 Muelle
Accionamientos neumáticos	 Pilotaje por presión	 Pilotaje por depresión
Accionamientos eléctricos	 Accto. eléctrico directo	 Accto. eléctrico con servomando

BEARDSLEY & PIPER

DIVISION PETTIBONE CORPORATION

GENERAL OFFICES: 5501 W. GRAND AVE. CHICAGO, ILL. 60639

TELEPHONE 312/237-3700

TELEX SALES 25-3892

TELEX SERVICE 25-4265

CABLE ADDRESS: SANSLINGER



February 12, 1986

Fundicion Lima, SA
Casilla Postal 3194
Lima 100
Peru

Attention: Mr. Julio Casquero

Subject: Your Telex No. 010.86

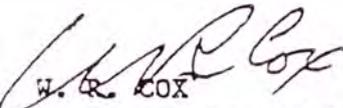
We are pleased to enclose our Pro Forma Invoice No. 9999-61522 covering One (1) International Size 12, Type LVJS, Jolt Squeeze Molding Machine, based your telex request for Model 212 RJW and Portable 285 RJW, which are osbourne type descriptions. Also enclosed is a drawing and literature of the quoted equipment.

The Model 212 RJW is basically the same as International Type LVJS Size 12 and the Model 285 RJW is also the same except being a portable design, listed as optional equipment.

Your interest in our equipment is sincerely appreciated. Should you have any questions, please feel free to contact us.

Sincerely yours,

BEARDSLEY & PIPER
Div. Pettibone Corporation


W. R. COX
Product Sales Manager

WRC:gr

Enclosures: Drawing & Literature

cc: Mr. Roger Fillion - Beardsley & Piper

BEARDSLEY & PIPER

DIVISION PETTIBONE CORPORATION

GENERAL OFFICES: 5501 W. GRAND AVE. CHICAGO, ILL. 60639

TELEPHONE 312/237-3700

TELEX SALES 25-3892

TELEX SERVICE 25-4265

CABLE ADDRESS: SANSLINGER



Fundicion Lima, S.A.
Lima, Peru

February 17, 1986
Pro Forma Invoice #9999-61522

ONE (1) INTERNATIONAL TYPE LVJS - AIR IMPACT JOLT WITH VIBRATING SQUEEZE POST TYPE SWING HEAD - VALVELESS JOLT CONSTRUCTION - STATIONARY DESIGN - WITH 3/4" PLATE TYPE VIBRATOR - EXHAUST MUFFLERS - AUTOMATIC IMPACT BRACKET - AUTOMATIC AIR LINE LUBRICATION -

SIZE, 12" diameter Squeeze Cylinder (9,000# Squeeze Pressure at 80 PSI) x 5" diameter Jolt Cylinder (750# Jolt Capacity at 80 PSI) - 5-1/2" Squeeze Stroke - Vibrating Piston Size, 9" - Table Size, 15-1/2" x 20" - Table Height, 29" - Maximum Daylight between Jar Table and Platen, 18" to 11" Minimum.

PRICE.....\$ 8,820.00

APPROXIMATE SHIPPING WEIGHT: 1,500#
PRINT ENCLOSED: MQ-530

Should you desire a Pop-Off Valve and gauge, there will be an additional charge of.....\$ 365.00

Should you desire 5/8" thick Fabreeca Pad with Washers, there will be an additional charge of.....\$ 660.00

Should you desire a 3/4" Filter and Regulator, there will be an additional charge of.....\$ 465.00

Should you desire Portable Design, there will be an additional charge of.....\$ 415.00

EXPORT BOXING CHARGES.....\$ 250.00

INLAND FREIGHT (CARTAGE TO PIER) HANDLING AND DOCUMENTATION CHARGES (ESTIMATED - TO BE BILLED AT ACTUAL) TO F.A.S. EAST COAST.....\$ 285.00
(U. S. CURRENCY)

WEIGHTS AND VOLUME: (APPROXIMATE)

50 CU. FT. 1,500 NET POUNDS 1,700 GROSS POUNDS

-continued-

Fundicion Lima, S.A.
Lima, Peru

February 17, 1986
Pro Forma Invoice #9999-61522

-2-

OPTIONAL SERVICE START-UP:

Beardsley & Piper will provide Operational and Maintenance Manuals, Spare Parts Catalogs, and General Arrangement, Foundation Template, Electrical and Piping drawings for all Beardsley & Piper equipment outlined in this Pro Forma.

After this equipment is completely installed and ready for operation, if desired, Beardsley & Piper will provide a technical service representative to ensure proper start-up of the equipment and to train your personnel with its operation and maintenance.

The technical service representative's time is subject to a service charge of \$ 400.00 per day plus all traveling and living expenses, including round-trip Air Fare from the U.S.A.

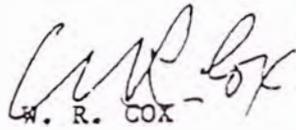
TERMS AND DELIVERY:

Pro Forma Invoice Valid For 60 Days.

Shipment from our Plant, Chicago, Illinois, in approximately FOURTEEN (14) to SIXTEEN (16) weeks, after receipt of confirmed, irrevocable Letter Of Credit established in the name of Beardsley & Piper Division, 5501 West Grand Avenue, Chicago, Illinois, payable at sight against documents, together with formal written purchase order and complete information to enable us to manufacture the equipment.

THIS PRO FORMA INCLUDES THE TERMS AND CONDITIONS SET FORTH ON THE ATTACHED FORM ENTITLED, "BEARDSLEY & PIPER PROPOSAL/ORDER ACKNOWLEDGMENT/CONTRACT."

BEARDSLEY & PIPER
Div. Pettibone Corporation


W. R. COX
Product Sales Manager

gr