

TEMA 2

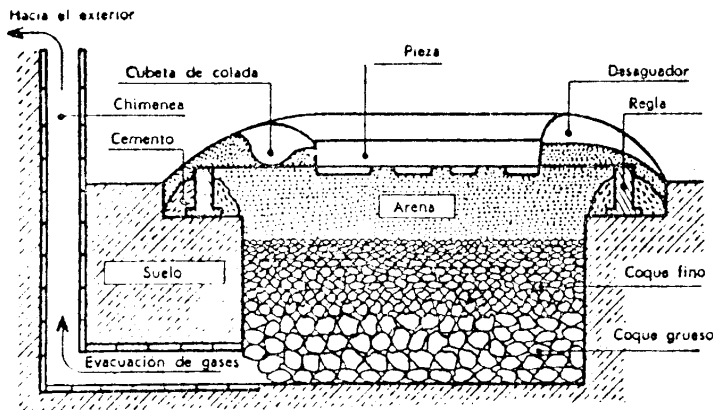
PROCEDIMIENTOS DE MOLDEO EN ARENA

Diferentes formas de moldear.

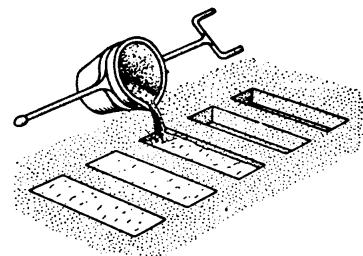
Independientemente de que el moldeo pueda hacerse a máquina o manualmente, como luego veremos, existen unas formas universales que principalmente son las siguientes:

a) *Moldeo al descubierto.*

Aplicable a piezas generalmente planas que no tienen más que una cara propia. Esta manera de moldeo se realiza sin cajas, sobre el suelo, en una fosa especialmente equipada para la evacuación de gases en el momento de la colada.



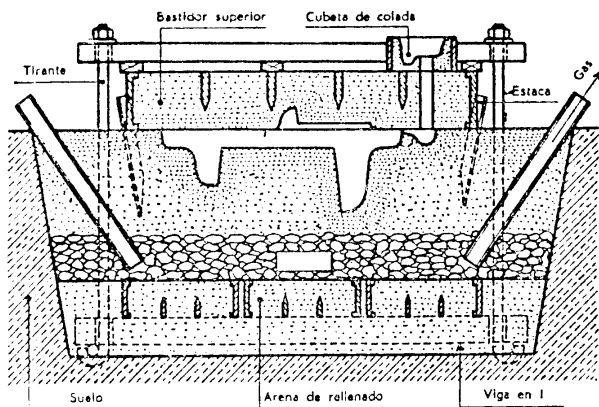
Moldeo al descubierto



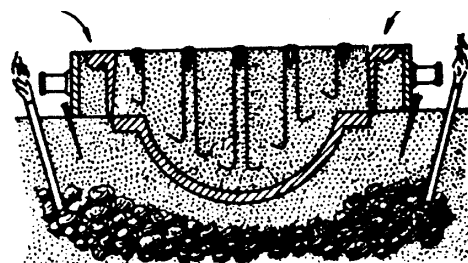
Moldeo al descubierto

b) *Moldeo en fosa.*

Se emplea cuando las piezas son de grandes dimensiones y, sobre todo, de gran altura y no se dispone de cajas bastantes grandes para ellas.



Moldeo en fosa



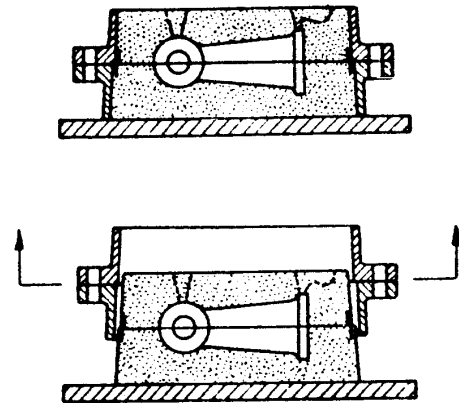
Moldeo en fosa

c) *Moldeo sin caja.*

Se utiliza corrientemente para el moldeo en serie de pequeñas piezas, moldeadas en verde, efectuándose en cajas articuladas con fuerte salida

Una vez cerrado el molde y situado en el lugar de colada, se practica la apertura de la caja quedando el molde o terrón aguantado por los zunchos que se le colocarán en su caso.

Esta manera de moldear se usa para aleaciones de hierro, cobre o ligeras y tiene lugar en general sobre placa, permitiendo en algunos casos una apreciable economía en material y mano de obra.



Moldeo de arena sin caja

En las siguientes figuras se muestra un proceso automatizado de moldeo con placas modelo sin caja y colada incluida, en la que cada bloque de arena soporta al anterior.

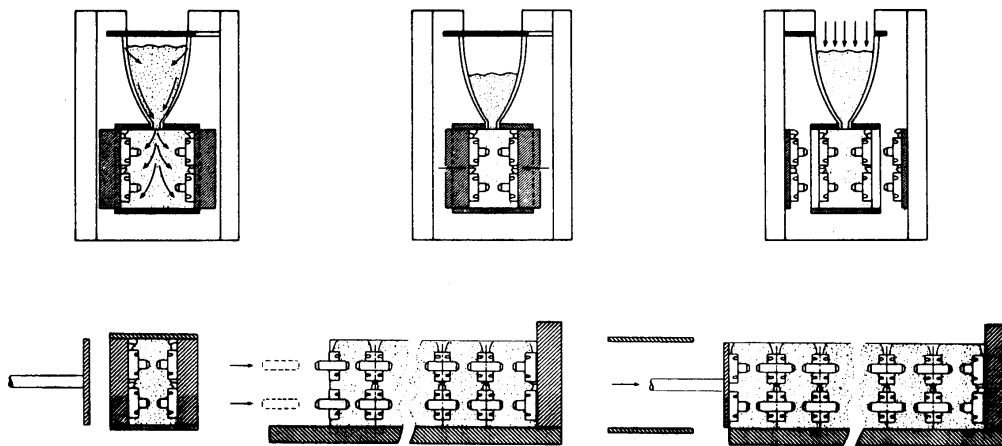
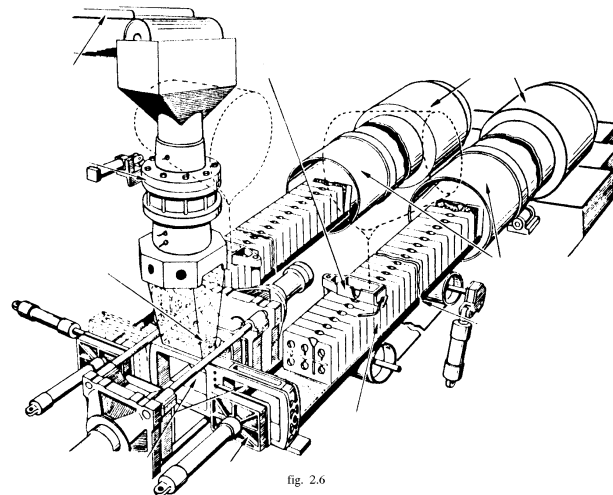


fig. 2.5



d) *Moldeo en cajas.*

Es el caso más general y se aplica tanto al moldeo a mano, con dos o más cajas, como al moldeo a máquina con dos cajas en general.

Permite obtener desde la pieza más simple a la más complicada utilizando, ya sea un modelo completo, ordinario o montado sobre placas, con macho o sin él, ya sea un modelo de calibres o plantillas, ya sea un modelo incompleto.

Puede efectuarse en arena verde o en arena calentada, para un pequeño o un gran número de piezas, debiéndose hacer previamente un estudio de la posición de la pieza en el molde, de la forma de sacar el modelo y del sistema de colada.

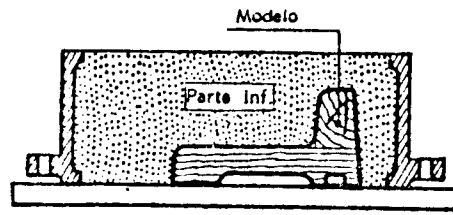
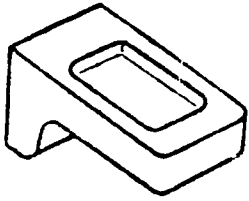
d₁) *Moldeo sin macho y sin molde falso.*

Aplicable a piezas sencillas que tengan una junta de moldeo horizontal.

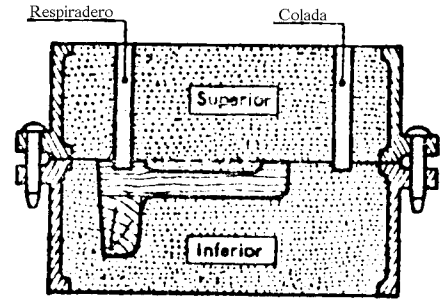
El trabajo del moldeador consiste en colocar el modelo sobre una placa horizontal, que puede ser un mármol, y luego colocar la caja inferior, que se rellena de arena.

Se enrasa con una regla la arena y se da la vuelta a la caja, colocando encima la caja superior, cuya posición se fija con pasadores, colocando a continuación los elementos de colada y el respiradero o los respiraderos, si son necesarios, cuya finalidad es la evacuación del aire contenido en la impresión del molde.

Se espolvorea la superficie de la caja inferior con arena secada o calentada para evitar la adherencia con la nueva arena, y se procede al relleno de la caja superior.



Conformado por moldeo

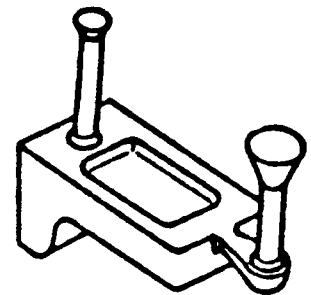
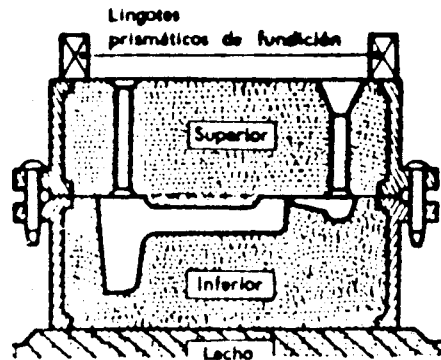
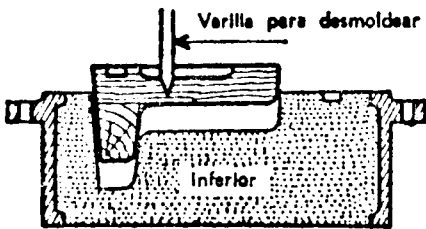


Lingotes

Después de alisar la parte superior, se sacan los elementos de colada y el respiradero (o los respiraderos) y a continuación se separan las dos cajas.

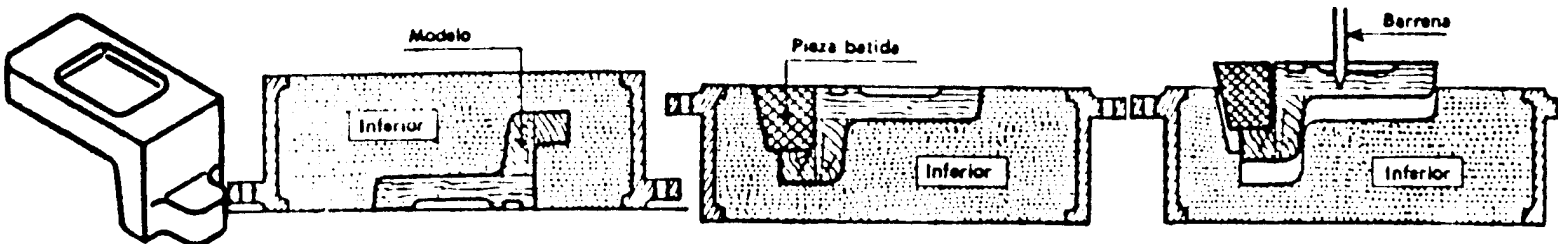
Se extrae el modelo después de haberlo golpeado con una varilla, para facilitar el desmoldeo, se cortan el ataque o los ataques de colada, se ensanchan los respiraderos, se espolvorean las superficies exteriores del molde con carbón vegetal pulverizado para facilitar la limpieza de la pieza, se cierra el molde, que se coloca sobre un lecho, y se colocan encima barras de fundición para evitar el levantamiento de la caja superior durante la colada.

Después de colado el metal fundido y de enfriarse la pieza, es extraída del molde. Falta sólo desbarbar la pieza, es decir, quitarle los apéndices de colada y las rebabas.



d₂) Moldeo sin molde falso, con pieza batida.

Si la pieza acabada de estudiar tuviese una contrasalida y pretendiéramos moldearla sin molde falso, se hace preciso confeccionar una pieza batida.



Este procedimiento, válido sólo para un número muy pequeño de piezas, se reemplaza por un moldeo con macho cuando el número de piezas es suficientemente grande.

d₃) *Moldeo con molde falso.*

Este moldeo se impone cuando la pieza no ofrece una superficie exterior plana que pueda confundirse con la superficie de junta del molde. El procedimiento se representa en las figuras.

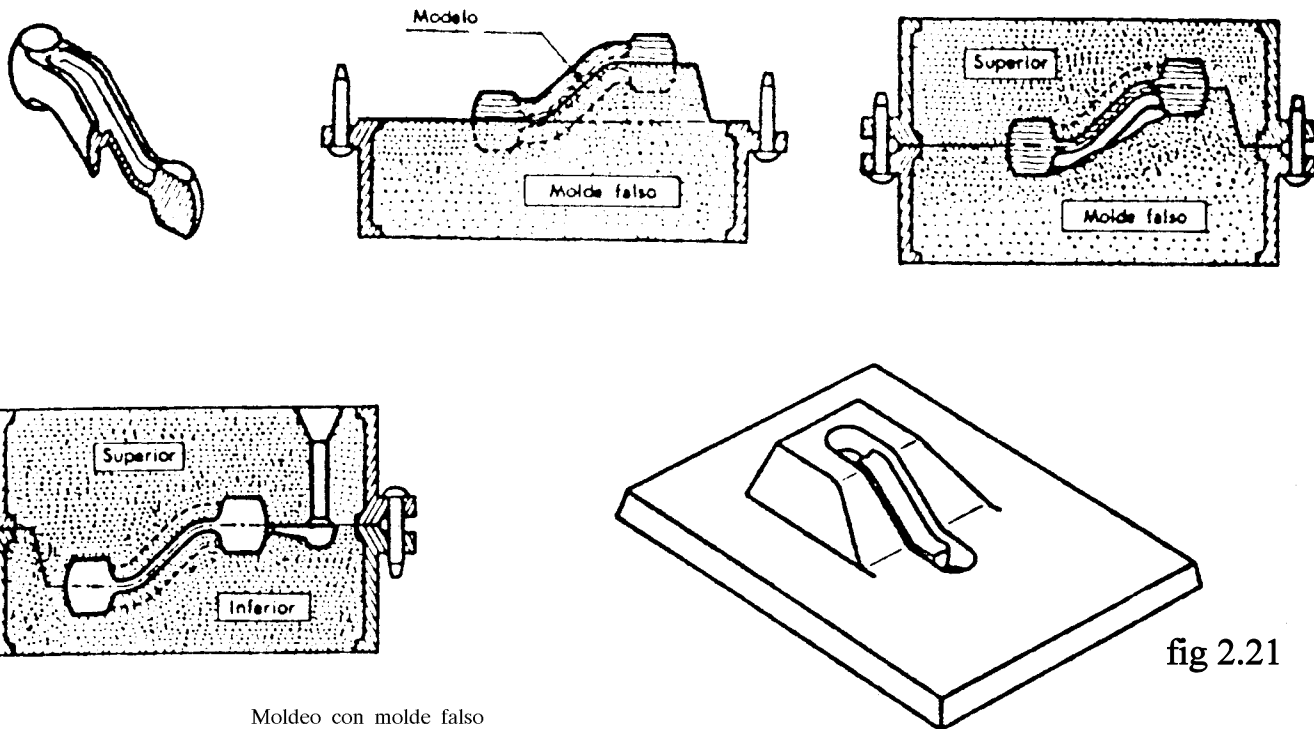


fig 2.21

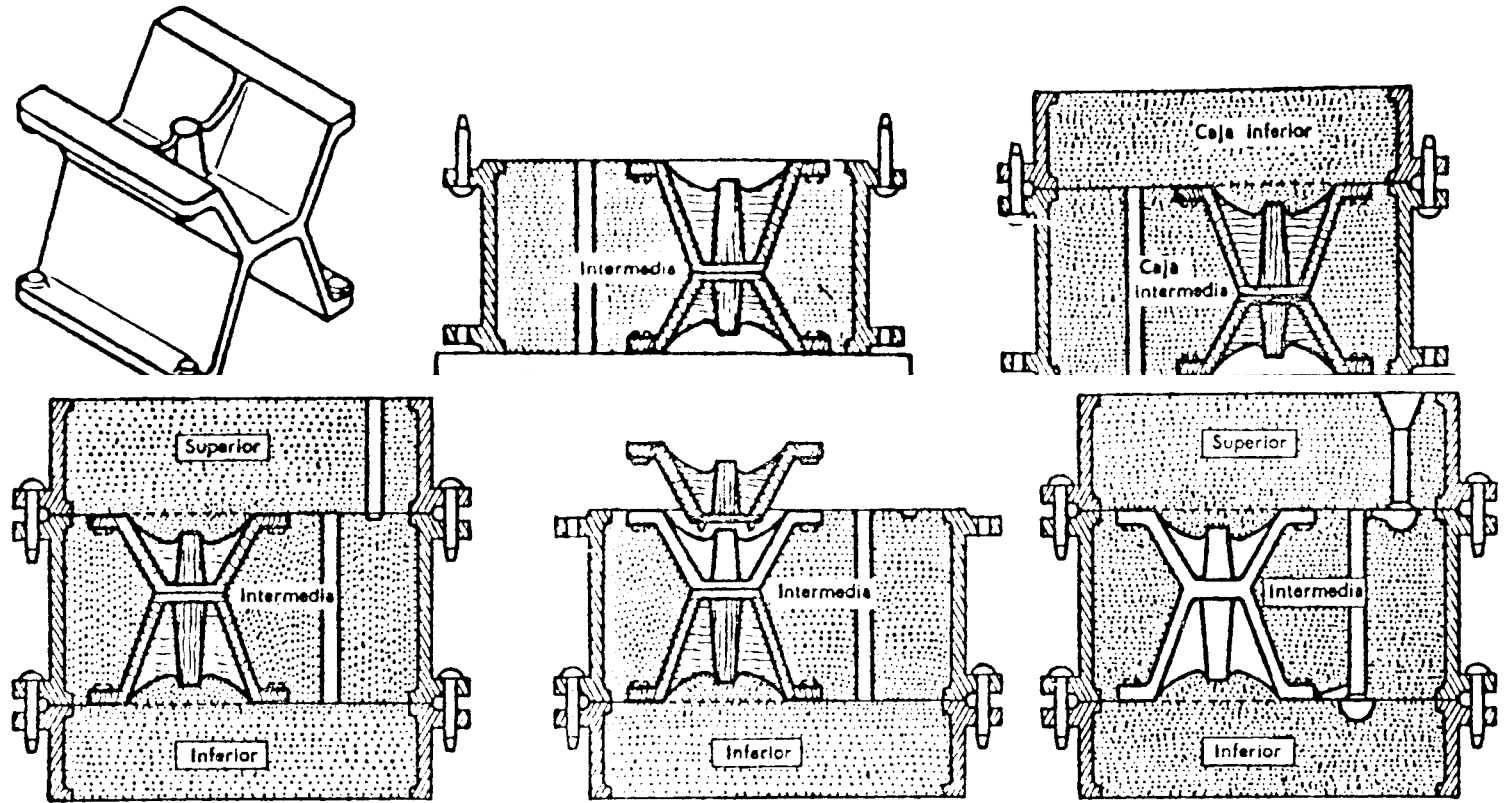
Moldeo con molde falso

La confección y destrucción del molde falso para cada pieza constituye un trabajo oneroso, pudiéndosele reemplazar, cuando el número de piezas es suficientemente grande, por un molde falso en yeso o madera (fig. 2.21), en el cual se coloca el modelo antes de fabricar la caja inferior.

d₄) *Moldeo con caja intermedia.*

Algunas piezas presentan varias secciones máximas y necesitan para su moldeo el empleo de una caja suplementaria llamada *caja intermedia* y que el modelo sea desmontable según la sección mínima.

Para su fabricación se procede de la forma indicada en las siguientes figuras.



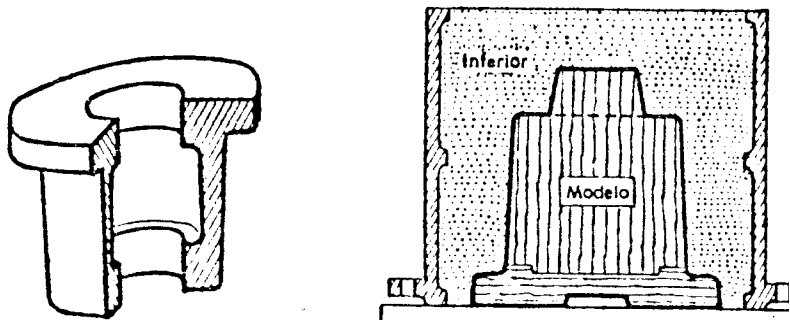
Moldeo con caja intermedia

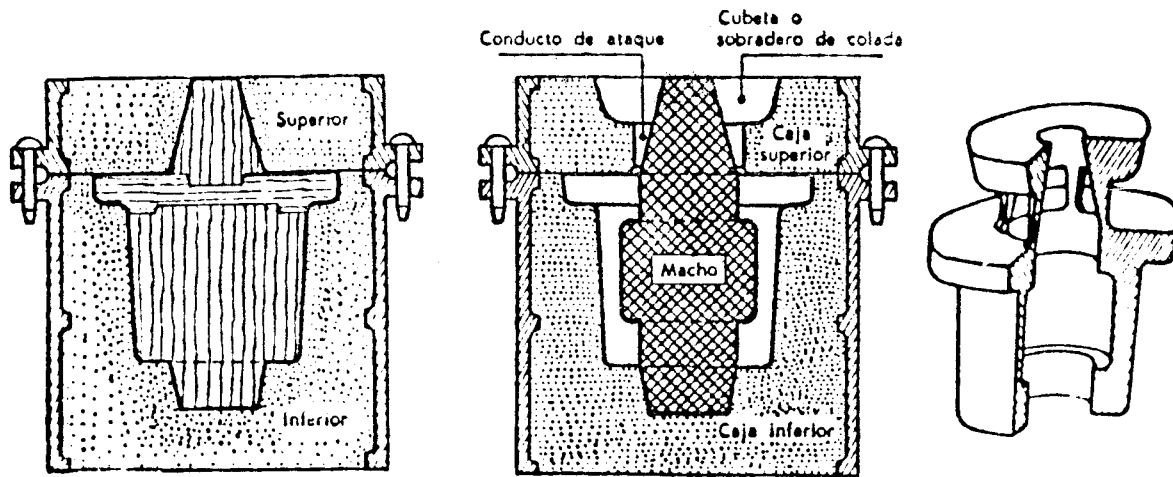
d₅) Moldeo con macho.

En el moldeo con macho, como ya sabemos, el modelo es diferente de la pieza debido a que lleva las portadas de los machos.

Estas portadas, que son cuerpos suplementarios, producen en el molde cavidades que serán vueltas a tapar, en el remoldeo, por uno o varios machos obtenidos en moldes aparte llamados *cajas para machos*.

Esta forma de proceder, que es la aplicada corrientemente, se usa tanto para el moldeo de piezas relativamente sencillas como para el de piezas muy complicadas.





d₆) *Moldeo por terraja.*

En las formas de moldear precedentes, las superficies del molde son obtenidas por prensado de la arena sobre las superficies del modelo; pero para disminuir el coste de los modelos cuando las superficies se prestan a ello, es posible reemplazar el modelo habitual por un conjunto de plantillas que procuran al moldeador el medio de generar las superficies del molde (fig. 2.36 b y 2.36 c).

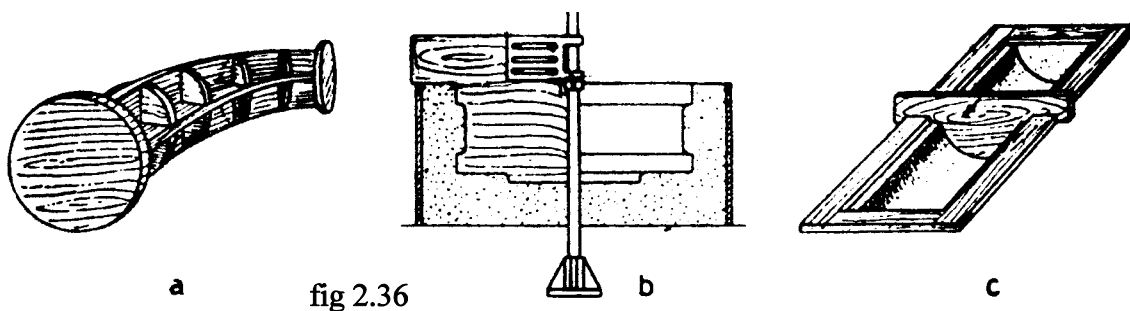
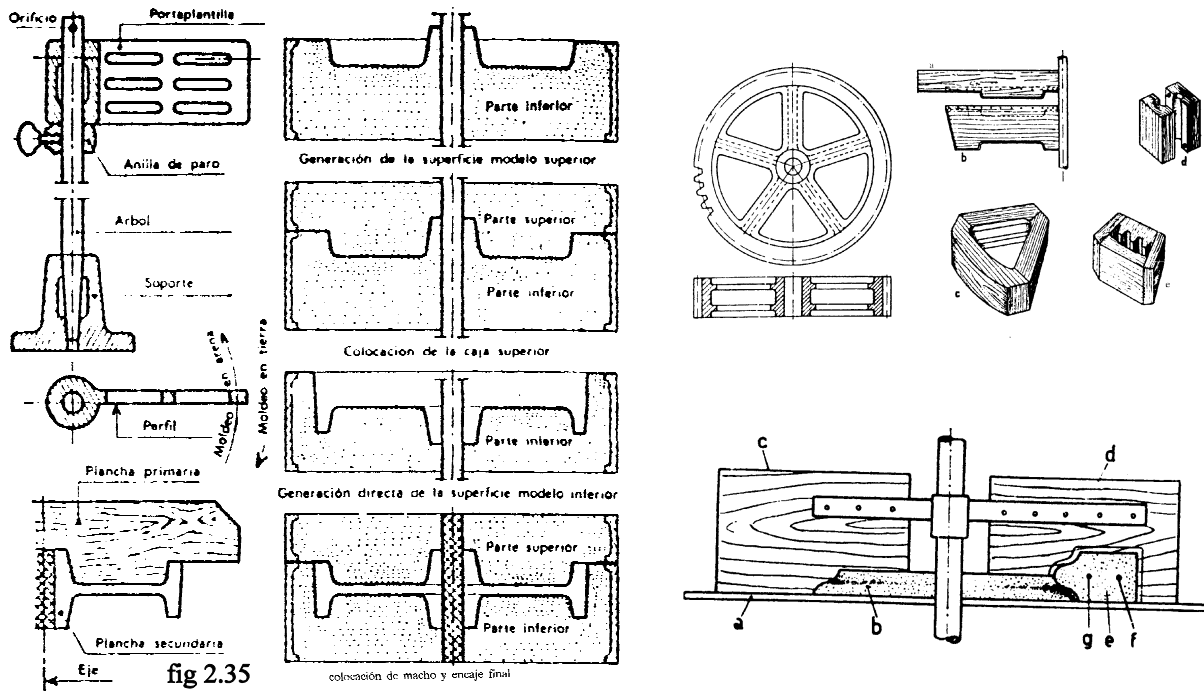


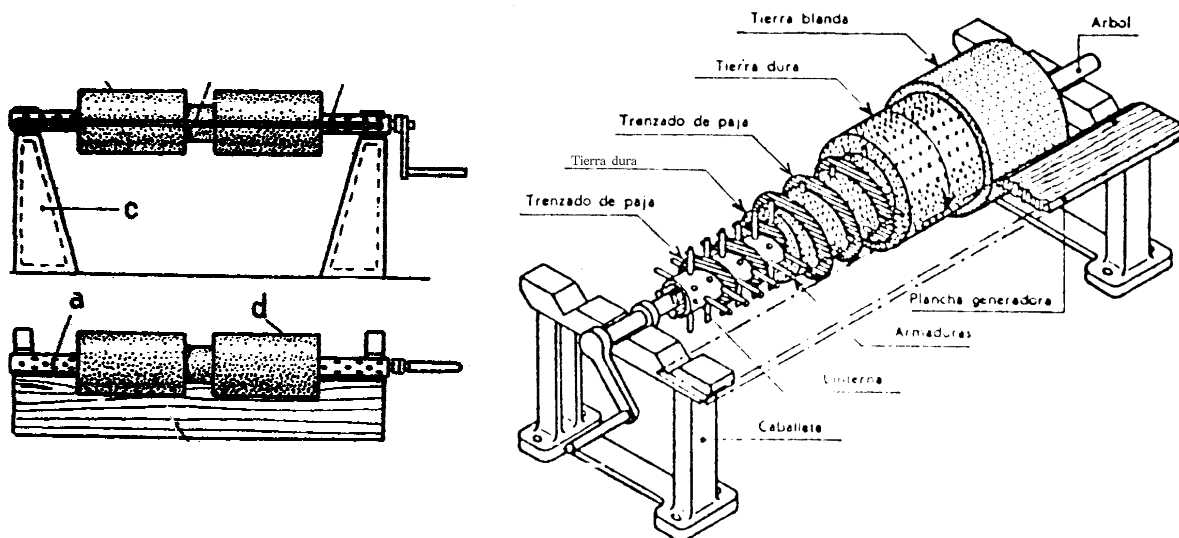
fig 2.36

Esta forma de trabajar es aplicable a moldes de grandes superficies cuando, además, el número de piezas es limitado, permitiendo obtener todas las superficies regladas en las que el movimiento de la línea generatriz se realice fácilmente.

Para efectuar esta clase de trabajo, el moldeador dispone, además de las cajas normales y del utillaje individual, de un árbol circular (fig. 2.35) compuesto por un soporte fijado sólidamente al suelo, del cual parte el árbol cilíndrico, de 40 a 80 mm de diámetro, sobre el que se encaja y gira el portaplantillas o brazo giratorio en el cual se colocan las diferentes plantillas, pudiéndose variar la altura del brazo por la anilla de detención que hace de soporte. La citada figura da un detalle suficiente para comprender el procedimiento.

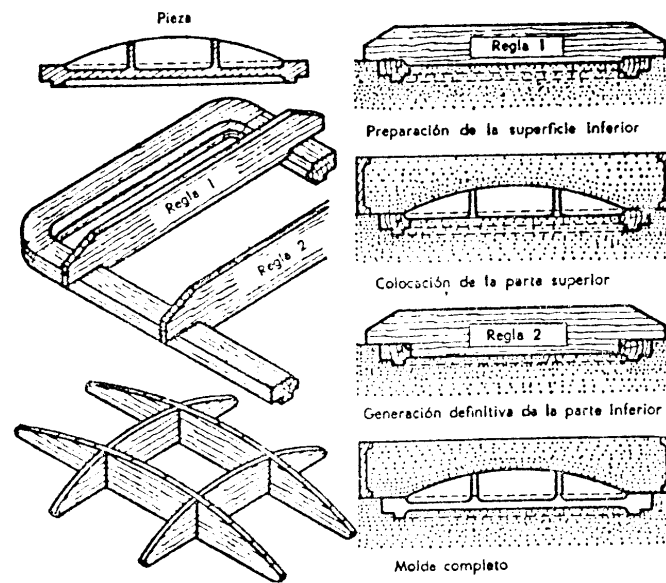


Para la confección de machos de grandes dimensiones y en los cuales la longitud sea superior al diámetro, el moldeador dispone de linternas, es decir, tubos agujereados, generalmente de fundición, que sirven para sostener la arena o la tierra y facilitar el desprendimiento de gases en el momento de la colada (fig. 2.38 y 2.39).



d₇) Moldeo sobre armaduras.

Es un modo de moldear intermedio entre el moldeo con modelo y el moldeo con calibres o plantillas (fig. 2.36 a y 2.40).



Cajas de moldeo.

Los recipientes en los cuales queda apisonada la arena y que contienen, por lo tanto, el molde se llaman, como ya se ha visto, *cajas de moldeo*.

Las caras confrontadas de las cajas están cepilladas y rectificadas en máquinas herramientas. Los pasadores o bulones y los agujeros de las orejas deben resultar exactamente perpendiculares a los planos de dichas caras, mientras que las distancias entre los agujeros, la distancia entre los pasadores y su calibrado deben permitir el encaje exacto y libre de las cajas, sin huelgos apreciables.

Deben ser sólidas para resistir las cargas a que se les somete; ligeros para ser manejados con el mínimo esfuerzo por los obreros; identificables e inconfundibles entre sí; rugosos para oponerse al deslizamiento de la arena y finalmente su precio de coste debe ser lo más bajo posible. Este material indispensable representa sin embargo un peso muerto en la empresa.

Las figuras 2.41 a 2.48 representan algunos diseños de cajas de moldeo.

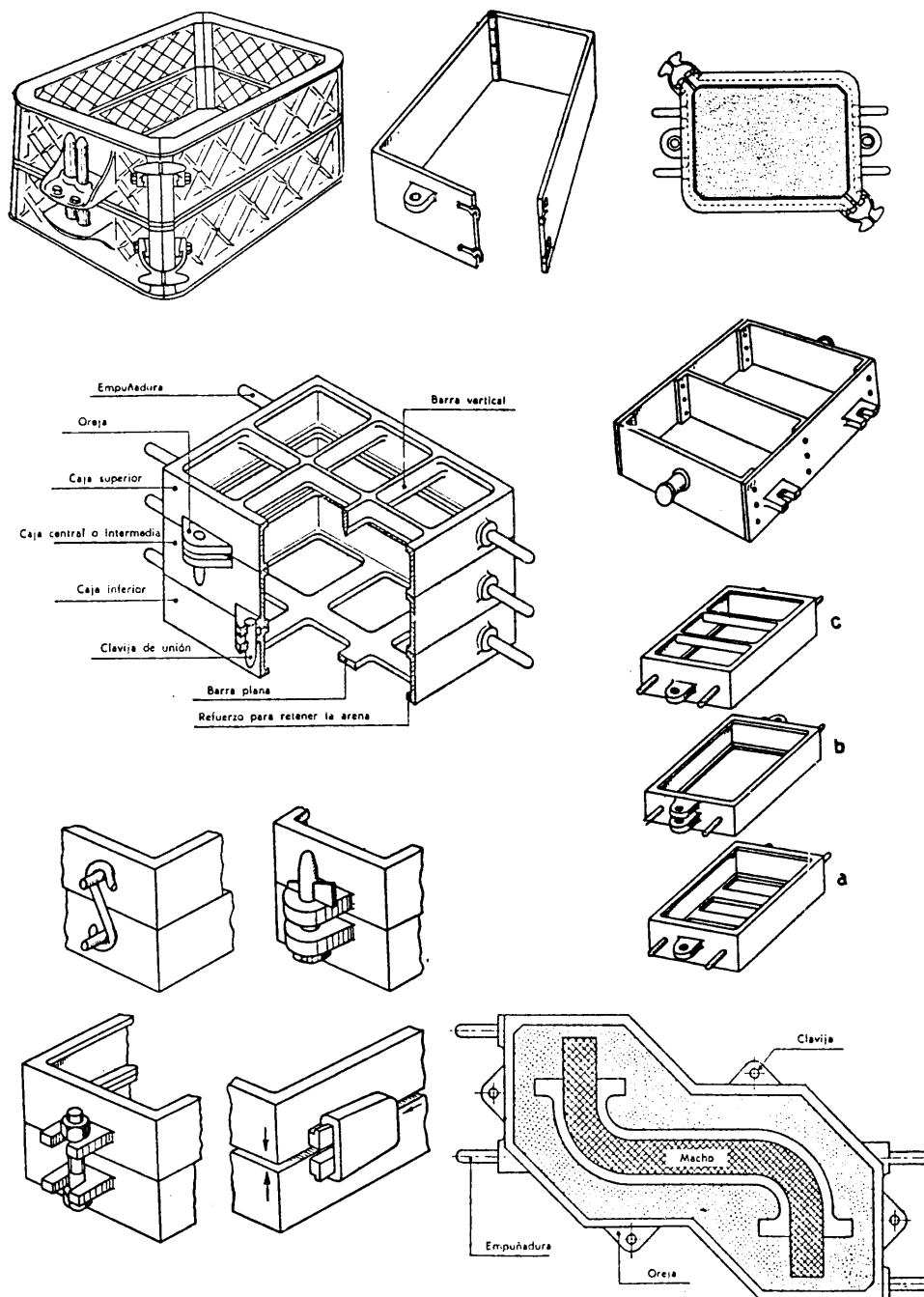
La determinación del tamaño es función del modelo que es preciso moldear. Conviene disponer de un razonable espesor de arena entre las paredes de la caja y las superficies del modelo. En general no debe ser inferior a 30 - 40 mm en piezas medianas ni de 50 - 60 mm en piezas grandes.

Hay que considerar un fondo de arena en las partes bajas que, por razones de seguridad, no debe ser inferior a las cifras anteriores o incluso superiores si la colada se realiza por caída directa (lluvia) o bien si la presión metalostática sobre el fonde es importante.

Por supuesto que la caja debe dar espacio adecuado para la posición del bebedero y canales, que en la mayoría de los diseños ocupa zonas distintas que la huella propia del modelo.

La caja superior debe tener una altura tal que la presión hacia arriba no rompa el techo de arena, pudiendo considerarse las citadas cifras como mínimas, ya que la necesidad de disponer de mazarotas de determinado volumen y altura, como la garantía de un buen llenado a base de bebederos suficientemente altos, hacen que en general esos mínimos queden superados.

De todos modos se llega a la consecuencia de que el utilizar cajas mayores en cuadro o superficie que las estrictamente necesarias, si bien introduce un coste adicional por un sobrante de kg. de arena preparada, a veces queda compensado con una menor dotación de cajas e inmovilizado (placas modelo, etc.) y, por lo mismo, con una mayor posibilidad de mecanizaciones y automatizaciones que siempre debe buscar el fundidor por la gran influencia en el coste, comparado con otras fabricaciones.





Moldeo a maquina.

El aumento en la demanda de piezas y la competencia en los mercados han hecho necesarios el estudio y empleo de máquinas especiales para preparar los moldes.

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

Las máquinas de moldear se han estudiado y construido para realizar, parcial o totalmente, el mismo ciclo de operaciones que las que habitualmente efectúa un moldeador manualmente.

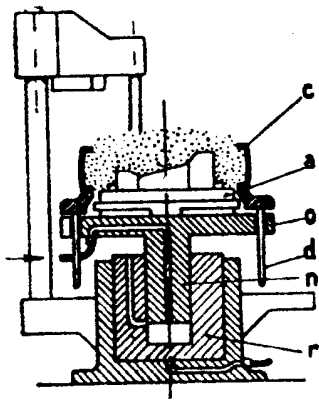
Primeramente, la atención de los técnicos fue atraída por la extracción del modelo, que, aunque el que lo realice sea operario experto, ocasiona roturas más o menos importantes en el molde, con las consiguientes pérdidas de tiempo en los necesarios retoques; se construyeron entonces las máquinas de desmodelar, y poco a poco se fueron introduciendo la mecanización de todas las operaciones hasta llegarse a las máquinas actuales.

Normalmente, para la preparación del molde se emplean dos máquinas distintas de moldear o una para la preparación de la media caja inferior y otra para la media 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. Sin embargo, es posible obtener el moldeo completo de las dos medias cajas con una sola máquina mediante el empleo de placas modelo especiales.

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 anulados. Por ello, sólo en los pequeños talleres se echa la arena con pala. En los talleres de alguna importancia 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.

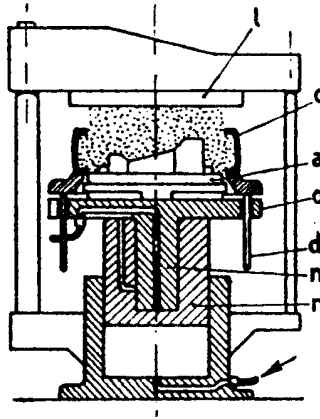
La máquina de sacudidas y compresión en fases distintas es el tipo de máquina más empleado. Con estas máquinas el operario después de haber realizado el sacudimiento y una vez que la arena está bien repartida dentro de la caja, pasa a la fase de compresión.

El número de sacudidas varia 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 la figura siguiente se muestran las tres fases de trabajo de una máquina de sacudidas y compresión en tiempos distintos.

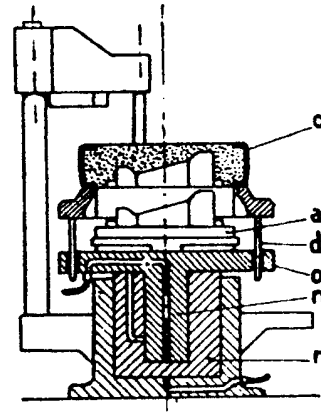


Máquina de moldear por sacudida y compresión

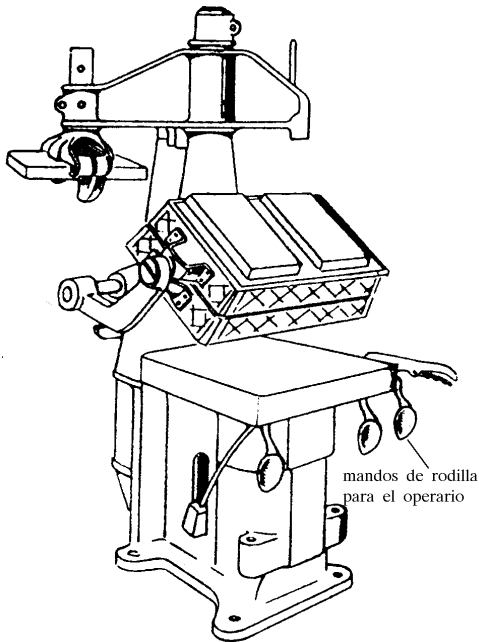
a, placa modelo; c,caja; o,mesa;
d,espigas de desmoldear; n,pistón de sacudida; r,pistón de compresión



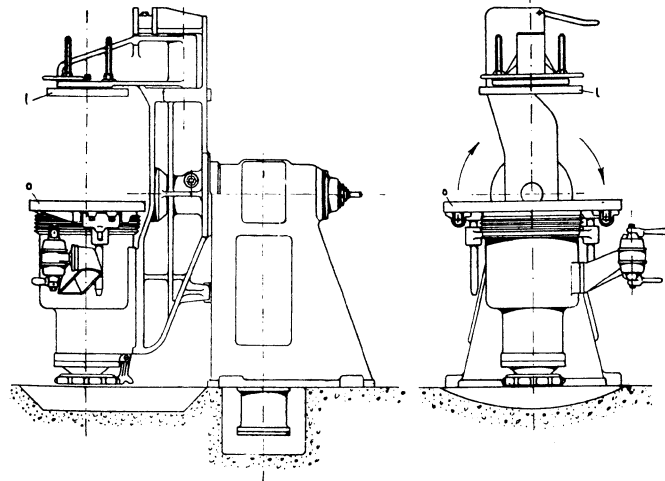
Máquina en fase de compresión



Máquina en fase de desmoldear



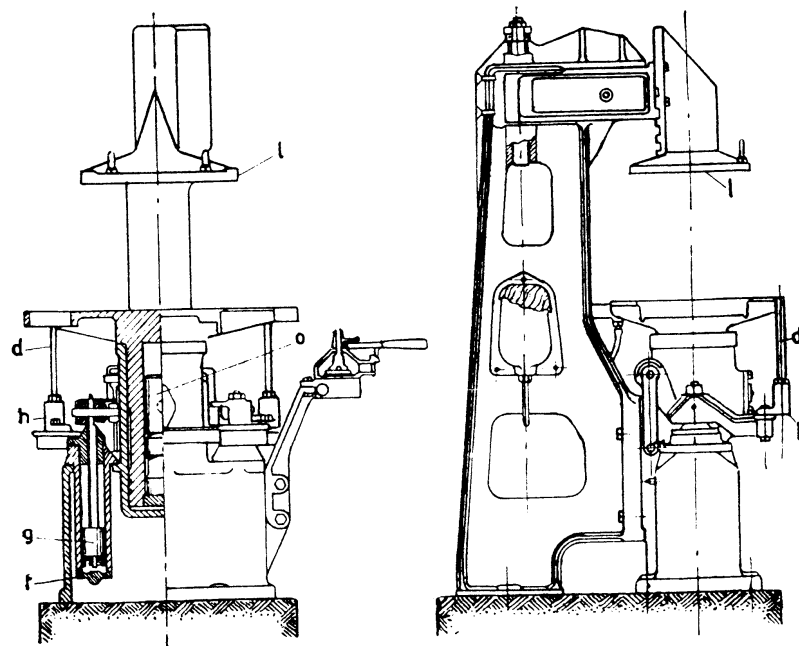
Máquina de moldear por sacudida y compresión con brazos para sostener la placa modelo de dos caras y las dos medias cajas.



Máquina de moldear por sacudidas y compresión, invertible, de cabezal giratorio. Obsérvense el eje de rotación, el plato y la mesa o.

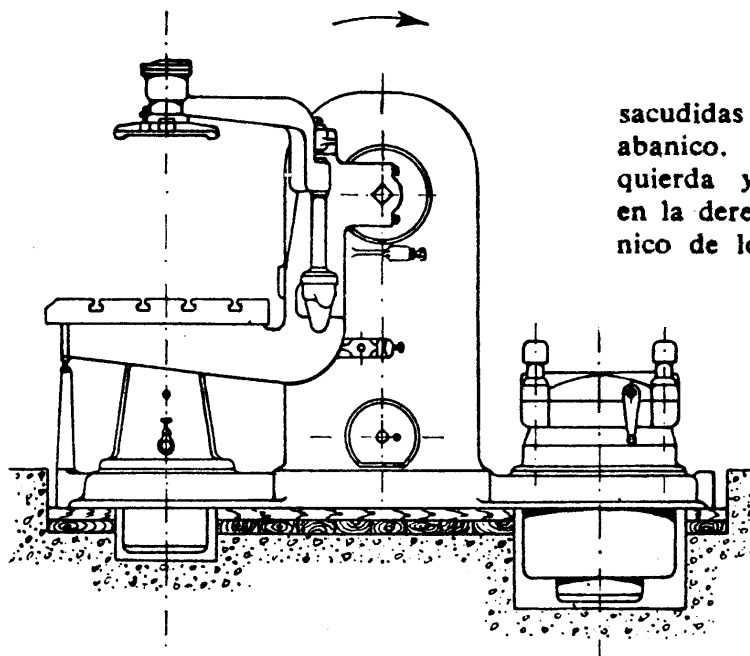
Las máquinas de vibración y compresión en fases combinadas son máquinas estudiadas y construidas con el fin de aumentar la rapidez en el moldeo, especialmente para modelos que no presentan grandes dificultades. Las operaciones de vibración y de compresión se realizan al mismo tiempo. La figura siguiente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

En ambos tipos de máquinas el desmoldeado se efectúa por levantamiento del molde mediante velas u otro procedimiento.



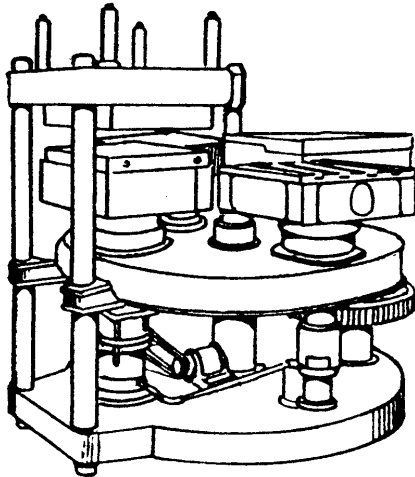
Máquina de moldear por vibrocompresión y de

Las *máquinas giratorias*, uno de cuyos tipos se ilustran en la figura, se prestan para la producción de cajas con desmoldeo de los modelos complicados y machos profundos. Como puede verse en la figura, los dos brazos que sostienen el conjunto caja-placa-modelo pueden girar 180E.

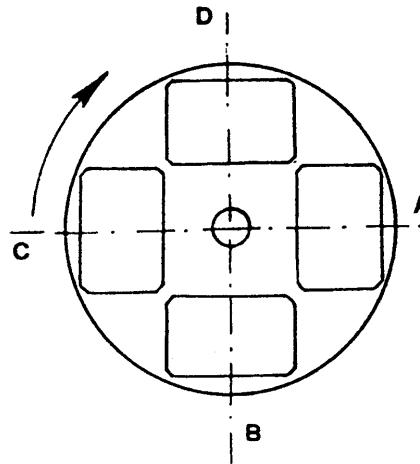


Máquina para moldear por sacudidas y compresión, rebatible en abanico. La caja se moldea en la izquierda y luego se deposita invertida en la derecha (mediante rotación en abanico de los brazos), donde se realiza el desmoldeo.

Las *máquinas de plataforma giratoria* se componen esencialmente de una pletina giratoria de gran tamaño sobre la cual se montan cuatro máquinas de desmoldeo de accionamiento hidráulico, sobre las cuales se colocan, alternativamente, una placa-modelo con la mitad de la pieza y otra placa-modelo con la otra mitad.



Máquina de plataforma giratoria.
Obsérvense las cuatro máquinas dispuestas en la plataforma.



Vista en planta de la máquina anterior. En la posición **A** se pone la caja; en **B** se llena; en **C** se procede al ataque por presión hidráulica, y en **D** se desmolda.

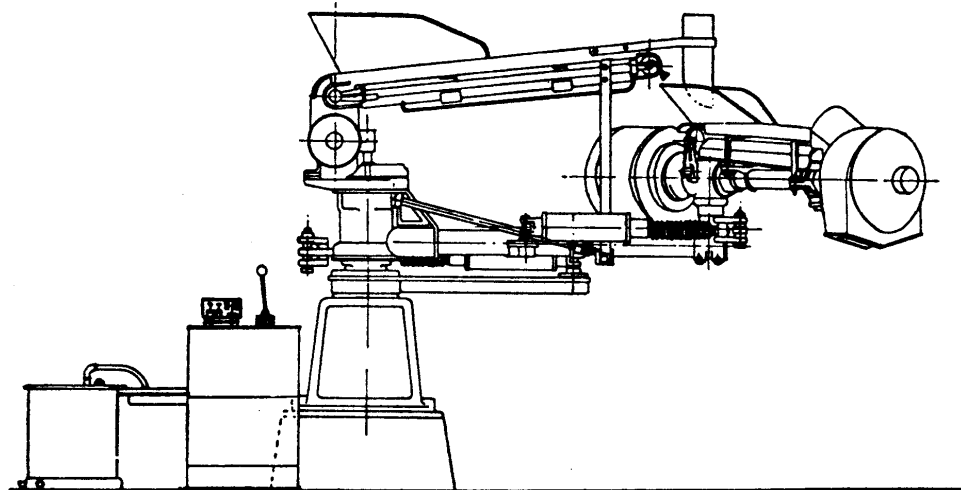
Las *máquinas de moldear por proyección centrífuga de arena* son máquinas especiales que efectúan la compresión de la arena mediante la proyección violenta de la misma en torno al modelo situado dentro de la caja de moldeo. Se componen esencialmente de una turbina de palanca que gira a gran velocidad. La arena, introducida continuamente mediante una cinta transportadora a través de una abertura, es proyectada por una pala fuera de la boca en la caja situada debajo, con tal violencia que queda comprimida sin necesidad de ulteriores apisonados.

El conjunto de la turbina y de la cinta transportadora de la arena está montado sobre un sistema de dos brazos articulados separables, de forma que sea posible situar la boca de salida de la turbina sobre todas las partes de la caja colocada debajo.

El mando puede efectuarse a mano desde tierra accionando dos palancas, o desde un asiento fijado a la turbina; en los tipos más grandes, con un panel de maniobras, y, en los modelos recientes automáticamente, según un esquema y un orden predeterminados.

Es evidente que este tipo de máquina permite una elevada producción de moldes, incluso de los de grandes dimensiones, que sería imposible preparar en las máquinas de sacudida o de presión que se han descrito anteriormente.

Existen dos tipos distintos de estas máquinas: el tipo fijo, más pequeño, se presta para el moldeo de cajas de medianas dimensiones, de peso no excesivo y fácilmente manejables; las cajas son llevadas a intervalos bajo la máquina.



Máquina sencilla de moldear por proyección, fija, con mando hidráulico. Se suministra la arena a la máquina por arriba mediante una cinta transportadora.

El tipo móvil, mayor, se presta en cambio para el moldeo de grandes cajas, de difícil manejo y muy pesadas.

Toda la máquina es móvil sobre ruedas, y es llevada en su momento a la zona de moldeo.

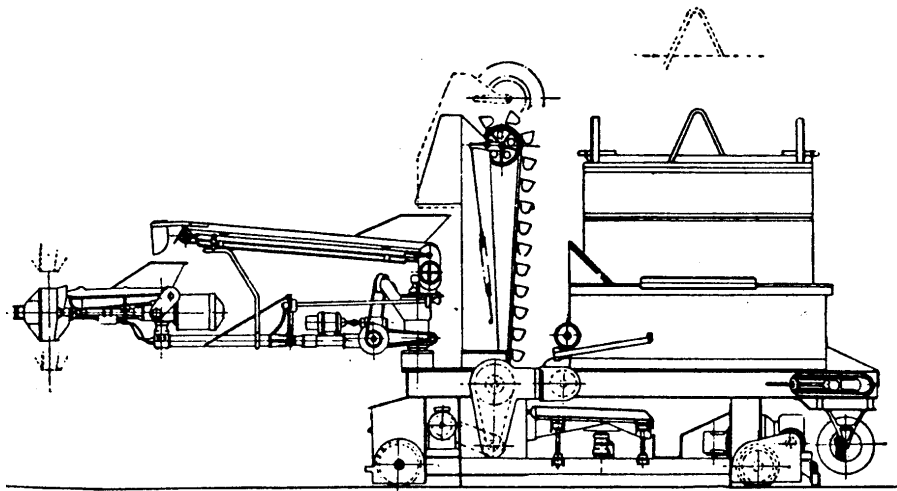


FIG. 259. — Máquina compuesta de proyección, móvil, con mando eléctrico del cabezal de proyección; la misma máquina recoge, al apartarse, la arena y la prepara o bien se carga de vez en cuando de arena la máquina, mediante un cajón maniobrado con la grúa.

La capacidad de proyección de estas máquinas es aproximadamente de 200 a 280 dm³ de arena por minuto (alrededor de 15 a 20 ton/h de arena).

Tiempos de las operaciones de moldeo y anejas.

Estos son bastante variables de unas máquinas a otras, aunque para fundiciones de pocas o medianas series casi todos los constructores diseñan máquinas que, no sólo son muy similares,



sino que los tiempos máquina son poco variables.

Es en el equipamiento adicional a las máquinas en donde se le puede sacar un sustancioso partido al tiempo total empleado por molde.

Operaciones máquina:

Sacudir: Bastarán de 20 a 30 sacudidas que pueden tener una frecuencia entre 4 a 6 golpes/segundo.

Prensar: Es una operación en la que basta apretar un mando y mantener brevemente la presión para que haya buena penetración (4 a 6 segundos)

Desmodelar: Depende del sistema pero en muy escasa medida. Puede considerarse casi invariable y puede hacerse entre 4 a 10 segundos, dependiendo de la altura del modelo.

Los demás movimientos, como volver las velas o la máquina a su posición, son tiempos de orden mitad o poco más que los empleados en el desmodelado.

Ahora bien, los tiempos de alimentación de cajas, arenas, etc. y de evacuaciones y limpiezas por molde tienen una fuerte dependencia de el equipamiento con que se utilice el puesto.

Ejemplo:

Operaciones de moldeo en máquina mediana:

Tiempos para cajas de $600 \times 450 \times 200$ mm

- Colocar caja 5 s
- Echar arena 6 s
- Sacudir 7 s - 20 a 30 (4 a 6 golpes por segundo)
- Prensar 4 s - pulsar botón
- Desmodelar 5 s
- Evacuar 7 s
- Limpiar modelo 3 s

Los tres movimientos centrales son de máquina y poco variables de unas a otras, en una misma pieza e incluso en una amplia gama, pues la máquina y su mesa se acomodan en potencia.

Los movimientos extremos son dos anteriores y dos posteriores, dependiendo del equipo:

- Poco utilizado 2 veces el tiempo de máquina
- Normal " 1 " " "
- Bien " 0,6 " " "

Criterios de elección de las máquinas de moldeo.



El criterio siempre lo marca el tipo de piezas que quieren fundirse (pequeñas, medianas o grandes) y la serie que esperamos realizar.

Si nos preparamos para atender a diferentes clientes para abordar todo tipo de piezas, excepto las más grandes, podemos hacer una división de todas las piezas en seis grupos de tamaños y estudiar tres tamaños de máquinas y una o dos proyectoras.

Los catálogos de fabricantes informan suficientemente sobre las características. A saber:

- Presión de aire de trabajo	suele ser de 6 kg/cm ²
- Fuerza de prensado	1500, 3000, 5000, 8000 ... kg
- Capacidad de carga de la mesa (placa+caja+arena)	200, 300, 500 ... kg
- Carrera de prensado	90, 95, 100, 120 ... mm
- Carrera de desmoldeo	170, 200, 220 ... mm
- Dimensiones de la mesa	(500×300) ... (1000×800)
- Cota máxima y mínima de la mesa al prensar	(400-500), (180-200)

Como quiera que lo que el fundidor debe primero calcular es el tamaño de las cajas, habida cuenta de las piezas, lo primero que tiene que comprobar es qué máquina se adecúa mejor por tamaño de mesa y capacidad de carga de la mesa, y enseguida comprobar si la fuerza de prensado que proporciona la máquina es suficiente para obtener la dureza deseada.

En general, moldeando en arena verde se obtiene la dureza a base de una fuerza de prensado de unos 2 kg/cm². Así pues, la comprobación es sencilla. Veámoslo a través del siguiente ejemplo:

Se precisa usar cajas de 400×500 mm

$$F = (40 \times 50) \times 2 = 4000 \text{ kg}$$

La máquina debe dar 4000 kg como mínimo.