

MOLDEO.

La fabricación de piezas metálicas de una forma y tamaño definidos, fundiendo un metal o aleación y vertiéndolo en moldes contruidos previamente, es la técnica que se designa con el nombre de *conformación por moldeo*. Se conoce desde tiempos antiquísimos, pues se conservan piezas fundidas con más de cinco milenios de antigüedad; algunas incluso de grandes dimensiones, como las columnas de bronce del templo de Salomón.

Durante muchos siglos el moldeo se llevó a cabo de una manera puramente artesanal, aplicando una serie de reglas que se transmitían de padres a hijos o de maestros a discípulos. Sin embargo, a lo largo del siglo XX esta técnica se fue perfeccionando con el descubrimiento de nuevos métodos cada vez más rápidos, económicos y precisos, que dan lugar a la fabricación de toda clase de piezas: medallas, estatuas, grifos, lámparas, herrajes, cojinetes, tuercas, turbinas, émbolos, baterías de cocina...

TÉCNICAS DE MOLDEO

La técnica del moldeo.

El moldeo (también conocido como fundición o colada) es un procedimiento que permite dar forma a muchos materiales y obtener piezas acabadas.



El moldeo es una técnica que consiste en calentar el material hasta su punto de fusión y, en ese momento, verterlo en un molde con la forma de la pieza que se pretende obtener.

El moldeo de piezas metálicas, aunque varía según el proceso, debe seguir unas etapas determinadas, que se recogen en el siguiente diagrama de bloques:

Una vez que se ha realizado el diseño de la pieza que se desea fabricar, es necesario construir un modelo. Generalmente se elaboran en madera o yeso, de forma totalmente artesanal. A partir del modelo se construye el molde, que puede ser de arena o en coquilla; si la pieza es hueca es preciso fabricar también los *machos o noyos*, que son unas piezas que recubren los huecos interiores. En todos estos pasos se debe tener en cuenta el material elegido para la fabricación de la pieza. El proceso de llenado del molde se conoce como *colada*. El desmoldeo consiste en extraer la pieza del molde una vez solidificada. En muchos casos, y fundamentalmente cuando se requiere precisión, deben realizarse tratamientos de acabado sobre las piezas obtenidas. Los materiales con los que se construyen las piezas suelen ser metales y aleaciones, y deben poseer las siguientes características:

- *Punto de fusión bajo* (para ahorrar combustible).
- *Baja tensión superficial* (para reproducir fielmente el molde).
- *Bajo coeficiente de dilatación en estado líquido* (para que la contracción del metal sea pequeña).
- *Bajo coeficiente de dilatación en estado sólido* (para disminuir el peligro de formación de grietas durante el enfriamiento).
- *Aptitud para el llenado del molde*.

MOLDEO MANUAL EN ARENA.

Los moldes se fabrican con arenas compuestas fundamentalmente de sílice (SiO_2), cuyos granos se aglomeran con cierta cantidad de agua y arcilla.

Componentes de las arenas de moldeo	
Componente	Proporción
Sílice	75 %
Arcilla	20 %
Agua	5%

Materiales empleados para la fabricación de modelos

Los modelos se pueden realizar con una gran variedad de materiales, como madera, yeso, fundición de hierro, latón, aleaciones de aluminio y, modernamente, resinas plásticas.

El material más utilizado es la madera, ya que es fácil de trabajar, relativamente barata y de poco peso. El problema que presenta es su escasa resistencia a la humedad, que se puede paliar pintando los moldes. De todas formas, es probable que la madera se utilice siempre para la construcción de piezas aisladas o de pequeñas series.

En España las maderas más utilizadas son las de pino y haya.

Proceso.-

Como en la arena existe una cierta proporción de agua, puede emplearse de las siguientes maneras:

? Húmeda: esta técnica se conoce como *moldeo en verde*.

? Secada en la estufa, de esta forma, aumenta su cohesión.

? Flameada: sometida, simplemente, a un secado superficial.

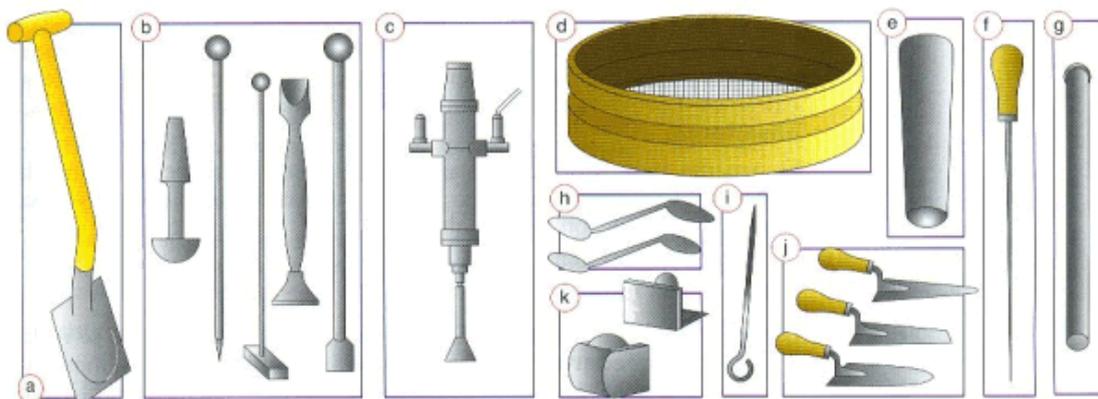
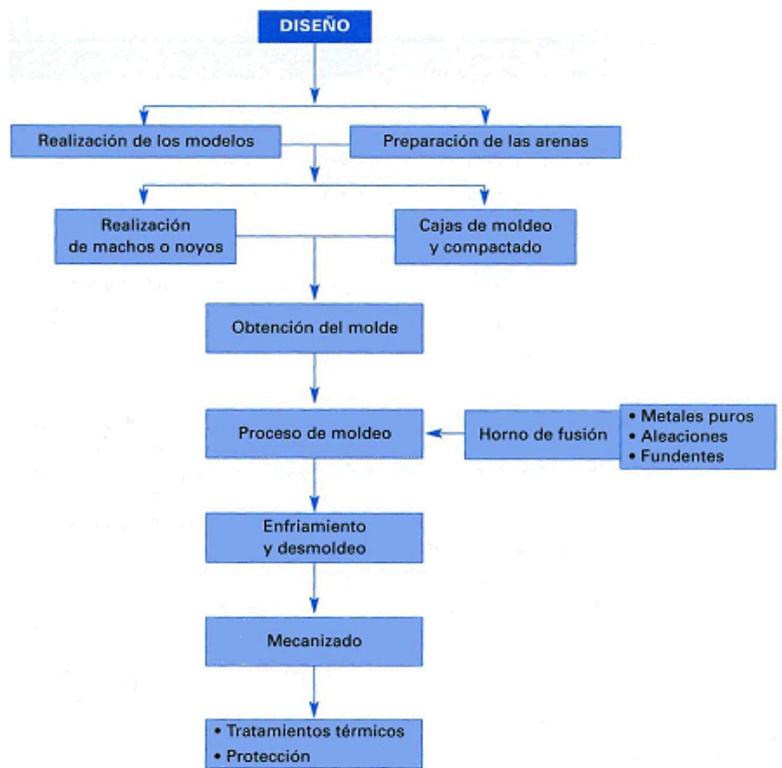
La arena que se debe emplear para la elaboración de moldes y machos siempre ha de poseer las siguientes propiedades:

- **Plasticidad** en estado húmedo, para que pueda reproducir los detalles de los modelos.

- **Permeabilidad**, para permitir el paso a través de ella del aire y de los gases que se producen durante la colada.

- **Refractariedad**, manifestada en un punto de fusión lo suficientemente alto para resistir -sin fundirse ni reblandecerse- las altas temperaturas de la colada.

- **Cohesión**, para que el molde y el macho conserven su forma al retirar el modelo.

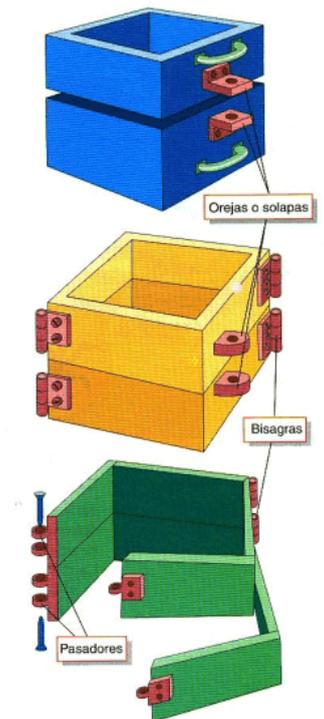


- **Conductividad calorífica adecuada**, para que el metal o la aleación se enfríe en el molde a la velocidad deseada.
- **Deformabilidad suficiente**, que permita la contracción de la pieza al enfriarse.
- **Tener un precio aceptable**.

Cajas de moldear.-

Son marcos (de madera, aluminio, fundición o acero) de forma y dimensiones muy variadas, destinadas a contener la arena del molde. Constan de una parte **superior** y de otra **inferior o de fondo**, provistas de espigas o **clavijas** y de **orejas**, en correspondencia, para fijar su posición durante el moldeo. Si hay más de dos, a las otras se les llama **intermedias o aros**.

Las paredes de las cajas grandes llevan una serie de agujeros o ranuras dispuestos a tresbolillo, que facilitan la salida de los gases del molde y las aligeran de peso.



Proceso de trabajo.-

El proceso del moldeo en arena se realiza de diferentes formas, en función de la forma de la pieza a fabricar:

1er caso, moldeo de una pieza simple en molde abierto.-

A) Sobre una tabla **-tabla de moldeo-**; se coloca el modelo, por la mayor de sus caras.

B) Se coloca sobre la tabla, alrededor del modelo una caja de moldeo de tamaño adecuado.

C) Se espolvorea el modelo con talco u otra sustancia en polvo que facilite su extracción posterior.

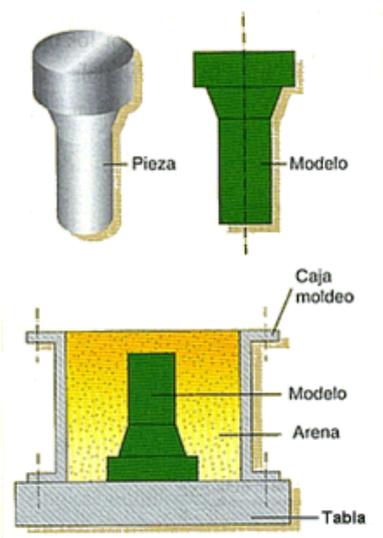
D) Se rellena con arena y a continuación se apisona fuertemente, para evitar que se desmorone en el momento de la extracción del modelo.

E) Se le da la vuelta a la caja, se retira la tabla de moldear y a continuación se extrae el modelo.

F) Se retoca el molde de los posibles desperfectos y se espolvorea con negro de humo.

G) se cuela el metal líquido.

H) Una vez el metal frío, se rompe el molde y se extrae la pieza.



Se trata de un proceso económico, ya que la arena puede ser reutilizada, y apropiado para todo tipo de metales, sea cual sea su temperatura de fusión. Sin embargo,

presenta el inconveniente de que el molde se destruye en el proceso de desmoldeo y es necesario construir uno para cada pieza.

2º caso, moldeo de una pieza con hueco.-

Según el plano de la pieza, se construye el modelo en dos mitades y la caja de machos. Las operaciones de moldeo en este caso son:

A) Se divide el modelo por la mitad, y una de las partes se coloca sobre una tabla **-tabla de moldeo-**; se espolvorea con talco o similar y sobre esta parte se adapta una caja, se rellena con arena y a continuación se apisona fuertemente, para evitar que se desmorone en el momento de la extracción del modelo. Se tapa herméticamente y se le da la vuelta.

B) Se repite el proceso con la otra mitad del modelo, incorporando en este caso el bebedero, la mazarota y el canal de colada.

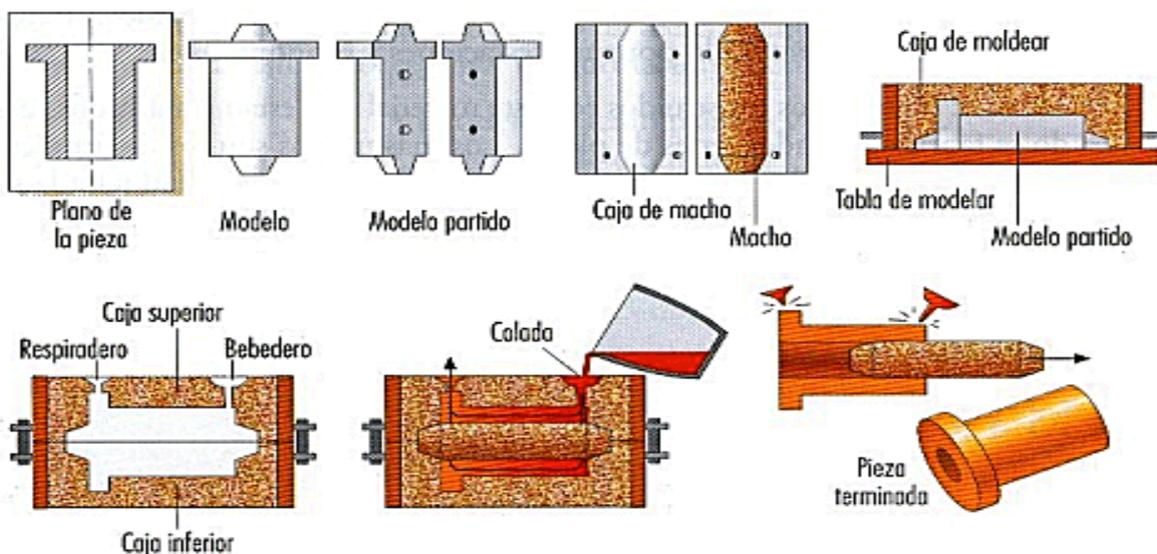
Bebedero. Es un conducto en forma de embudo por donde se vierte el material fundido con objeto de rellenar el molde.

Mazarota. Es una especie de embudo de pequeñas dimensiones, que se encuentra en comunicación con el molde y que tiene como objeto asegurar su completo llenado y permitir la evacuación de gases de su interior.

Canal de colada. Sirve para conducir el metal fundido desde el bebedero hasta el molde (el vertido no se puede realizar directamente en el molde, pues éste podría sufrir alteraciones que producirían piezas defectuosas).

C) Se abre el molde y se extrae el modelo de su interior, cerrándolo de nuevo.

D) Fabricación del macho o noyo.



Unir las dos mitades de la caja de machos, introduciendo las clavijas en sus orificios y sujetarlas fuertemente; b) Introducir la arena para machos en el hueco y apretarla; c) Pinchar con una aguja larga para hacer el conducto de evacuación de gases. d) Dejar endurecer la arena en la caja hasta que adquiera cierta consistencia y extraer el macho; e) Pintarlo con negro e introducirlo en una estufa de secado a la temperatura conveniente para su completo endurecimiento.

Una vez secado el molde y el macho se procede a preparar las cajas para la colada. Con este fin se coloca el macho en la caja inferior del molde apoyándolo en sus **portadas**. La fig. nos da una idea del conjunto de operaciones.

E) Con objeto de facilitar la salida de gases, se hacen unos agujeros en la arena, con unas agujas, proceso llamado **pinchar vientos**.

E) Se vierte el metal fundido hasta rellenar el hueco originado por el modelo, dejando transcurrir el tiempo necesario para que el metal solidifique. A continuación, se rompe el molde y se elimina la arena que haya quedado adherida a la pieza, incluido el macho.

2º caso, objeto que necesita más de dos cajas:

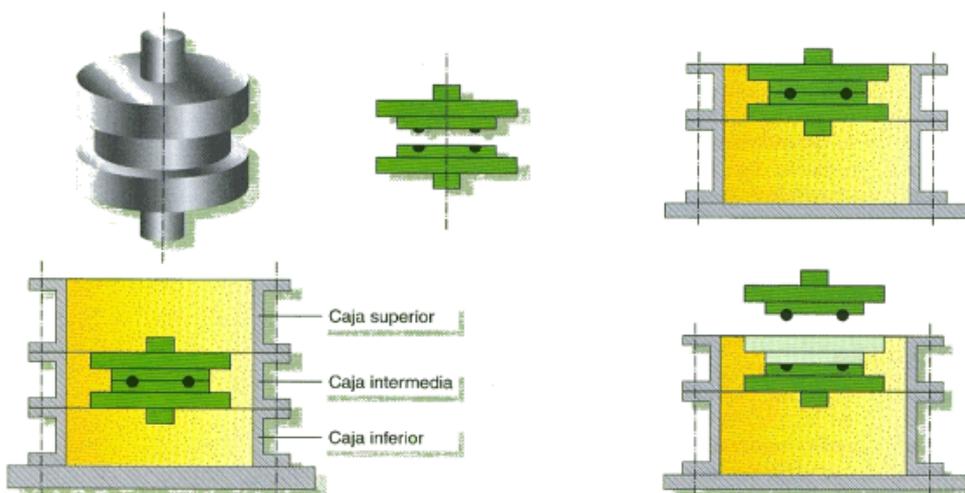
El modelo está formado por dos partes ensambladas por clavijas y orificios. En este caso no se puede obtener el molde en dos cajas, pues sería imposible desalojar el modelo, a menos que se divida en partes, y aún así existiría el peligro de desmoronamiento y la imposibilidad de repararlo. Las operaciones para la obtención del molde son:

1º) Obtención del hueco del molde en la caja interior.

Fases: a) Colocar sobre un lecho de arena, en una falsa caja, la mitad del modelo con orificios; b) Colocar sobre la falsa caja la caja inferior de moldeo, con las orejas hacia abajo; c) Siguiendo las fases indicadas en el primer ejemplo, se llena de arena y se le da la vuelta al conjunto; d) Se retira la falsa caja.

2º) Obtención de la segunda caja (intermedia).

Fases: Colocar la otra mitad del modelo de forma que las clavijas se introduzcan en sus orificios; b) Colocar el aro de forma que sus espigas se introduzcan en los orificios de las orejas; e) Atacar la arena hasta la superficie superior del modelo.



3º) Obtención del hueco del molde en la caja superior.

Consta de las mismas fases que la operación D del ejemplo anterior.

4º) Retirar el modelo.

Fases: a) Levantar la caja superior; b) Retirar la parte superior del modelo; c) Levantar el aro; d) Retirar la parte inferior del modelo.

Las restantes operaciones son las mismas que las descritas en los ejemplos anteriores.

3^{er} caso, pieza de revolución.

También llamado **moldeo con calibre o a la terraja**.-

Permite moldear piezas que se engendran por rotación o traslación, sin el empleo de modelos. Solamente es económico para obtener un número reducido de piezas (2 ó 3); pero si es elevado resulta más económico el moldeo con modelo, que no exige personal tan especializado. Veamos un ejemplo:

Moldeo de una campana.-

Los elementos que se precisan para moldear piezas de revolución son:

Terraja, plantilla o calibre.-Tabla de madera dura, con perfil biselado, que reproduce la generatriz de la superficie exterior o interior de la pieza.

Brazo portarreja, gramil o bandera.-Donde se sujeta la terraja y puede deslizar y girar alrededor del **árbol del calibre**. Este último tiene que estar bien centrado y ha de tener suficiente resistencia para no doblarse con el peso del brazo y terraja.

Las operaciones de moldeo son:

1º) **Obtención de las terrajas**.-Conocido el perfil de la pieza, se construyen las terrajas capaces de reproducir el perfil exterior e interior.

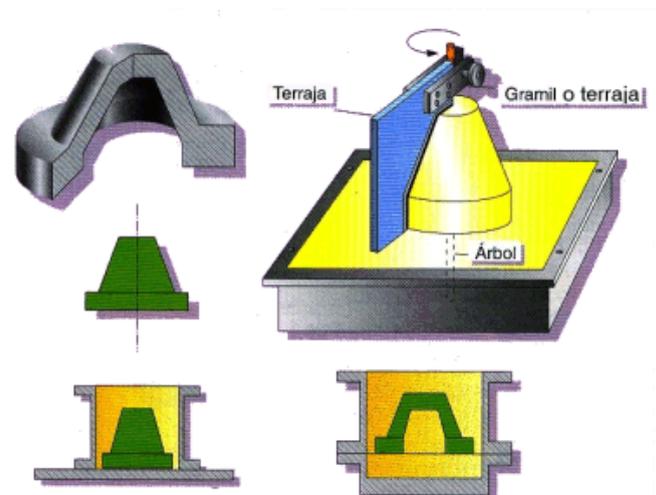
2º) **Colocar la terraja en posición de trabajo**.

Fases: a) Hacer un hoyo en el suelo del taller; b) Colocar en su posición el soporte o quicio del árbol de la terraja; e) Colocar el árbol en la posición vertical y fijar la terraja en el gramil.

3º) **Preparar la arena para aterrajear**.

Fases: a) Colocar la caja de fondo; b) Echar arena de relleno y un lecho de cok para facilitar el gaseo; e) Rellenar y apretar la caja con arena de moldeo. Pinchar vientos.

4) **Aterrajear y preparar la superficie**



exterior.

Fases: a) Colocar la terraja A en la posición conveniente; b) Mover la terraja con la mano izquierda en sentido contrario a las agujas del reloj, al mismo tiempo que se va retirando la arena cortada, con la mano derecha; e) Retirar la terraja, alisar y espolvorear con grafito.

5º) Obtención del hueco del molde en las cajas superiores.

Fases: a) Colocar en el eje un tubo para poder retirar la caja superior sin deteriorarla. Las fases siguientes son las mismas que se han descrito en la 2.ª operación de moldeo con modelo. Finalmente se retira el tubo y se rellena el hueco con arena.

6º) Aterrajear de nuevo para obtener la parte inferior del molde. Fases: a) Se sujeta sobre la terraja A, la terraja B que reproduce el perfil interior; b) Se corta en el modelo anterior arena para que la terraja se sitúe en su posición de trabajo; e) Se aterraja con B, cortando un espesor de arena igual al espesor de la cubeta; d) Se retira la terraja, su brazo soporte y el árbol; e) Se tapa con arena el orificio del árbol.

En todos los casos el llenado del molde se puede efectuar de diversas formas, siempre teniendo en cuenta la forma de la pieza y evitar la solidificación antes del completo llenado.

