

# Horno de Fundición

---

Guía de construcción y manejo

# Introducción

Esta guía pretende ejemplificar los procesos para la construcción y manejo de un horno de crisol utilizando tecnologías apropiadas, el cual debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- 1 Diseño y construcción simple.
- 2 Económico.
- 3 De fácil manejo para la realización de ejercicios prácticos.
- 4 Tamaño adecuado al espacio con el que se cuenta en el taller de la especialidad de escultura de la Escuela de Artes.
- 5 Que logre fundir aluminio y bronce para elaboración de ejercicios artísticos.

La guía que puede ser utilizado como recurso didáctico. Brinda la información y aspectos técnicos necesarios para la elaboración de su propio horno de crisol.



# Dimensiones

A continuación se estipulan las dimensiones y características de las partes del horno a construir.

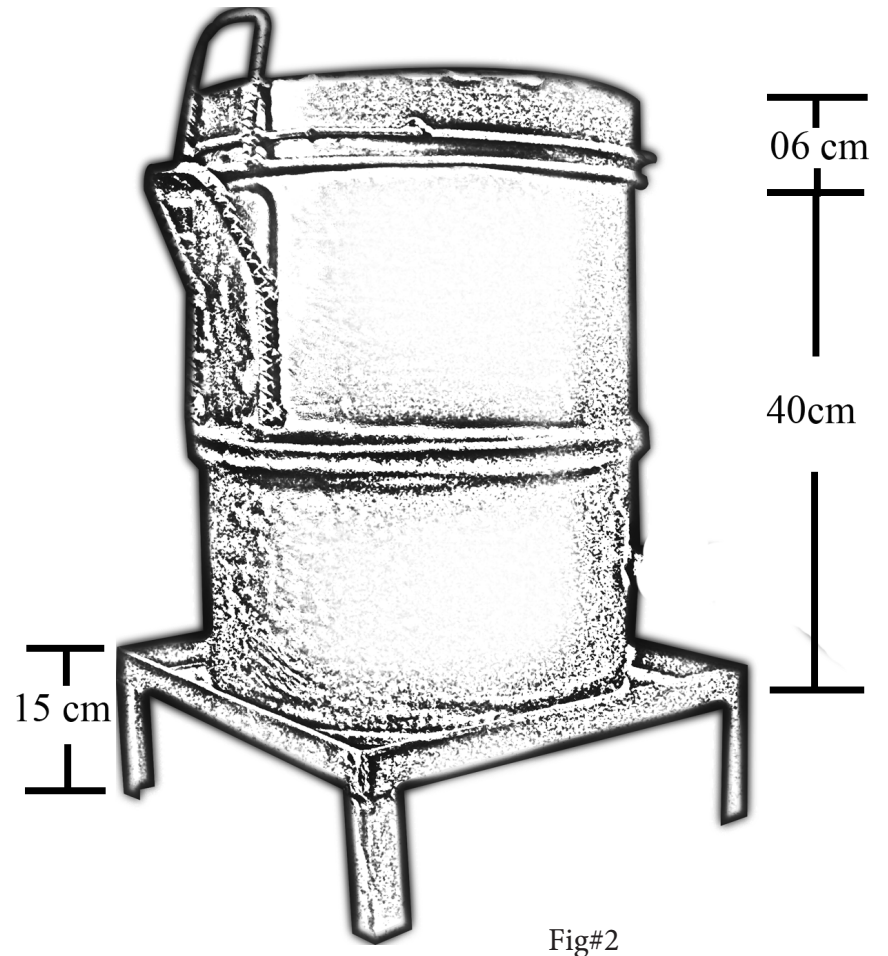
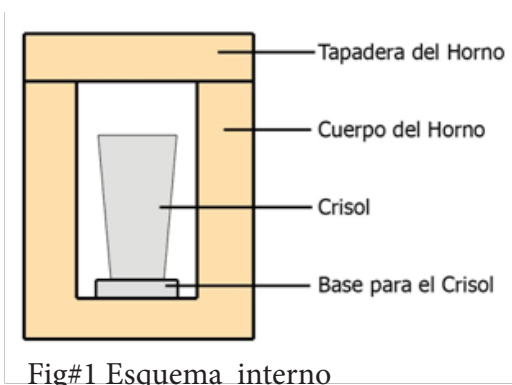
El cuerpo del horno debe ser construido con ladrillos refractarios dispuestos verticalmente en forma circular formando un cilindro que será la cavidad para el crisol.

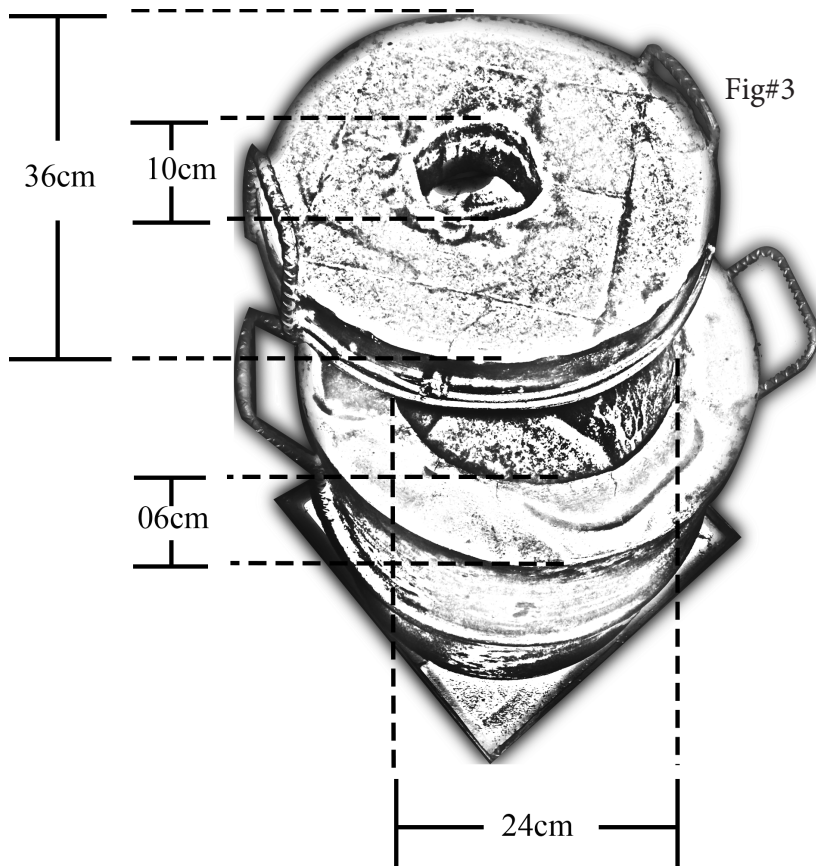
Debe contar con un revestimiento metálico delgado que se afiance y proteja las paredes y una tapadera de ladrillos con su revestimiento propio.

En la Figura# 1 muestra el esquema de la parte interior de un horno de crisol móvil.

Las dimensiones exteriores se muestran en la Figura #2.

Las dimensiones donde se muestra los grosores de las paredes y diámetro interno así como el diámetro de la chimenea se encuentran en la Figura#3.





La tapadera debe contar con un par de asas de metal que servirán para levantarla; en el centro debe tener un orificio de 10 cm de diámetro.

El diámetro externo del el horno y la tapadera debe medir de 36 cm y el espesor de las paredes del cuerpo 6 cm. Debe coincidir con un barril metálico de esas medidas.

La cámara de combustión del horno es el espacio cilíndrico que forman los ladrillos, este debe medir 24 cm de diámetro y puede contener un crisol con un máximo de 18 cm de diámetro. Las paredes y la solera deben medir 6 cm de espesor; y el conducto de entrada de gas un diámetro de 6 cm.

## Diseño y funcionamiento del sistema de combustión

El sistema de combustión del horno de crisol se efectúa por medio de gas propano para lo cual se requiere de los implementos necesarios descritos a continuación:

1. Cilindro de gas propano. Debe utilizarse gas natural licuado a través de un cilindro de 45kg. Se recomienda que sea de 15kg o de mayor capacidad, para poder alimentar varias quemas y evitar el congelamiento por tiempo de uso.
2. Regulador de presión adaptable al cilindro de gas. Permite regular la presión de salida de gas hacia el quemador para controlar el flujo de llama en la combustión.
3. Medidor de presión (psi). Sirve para indicar la cantidad de presión en (libras por pulgada cuadrada) que se liberan a través del regulador; de esta forma se puede incrementar en cada lapso de tiempo la presión de gas según se requiera para el proceso de calentado del horno.
4. Manguera de conducción. Sirve como extensión del flujo de gas desde el cilindro al quemador.
5. Quemador de diámetro adecuado al conducto de entrada del horno. En el quemador se produce la mezcla de gas con aire antes de hacer combustión. Para este caso se reproduce un modelo de quemador basado en el diseño descrito por Conant (1978) en el número 2, volumen 32 de la revista Mecánica Popular (ver fig. #4).

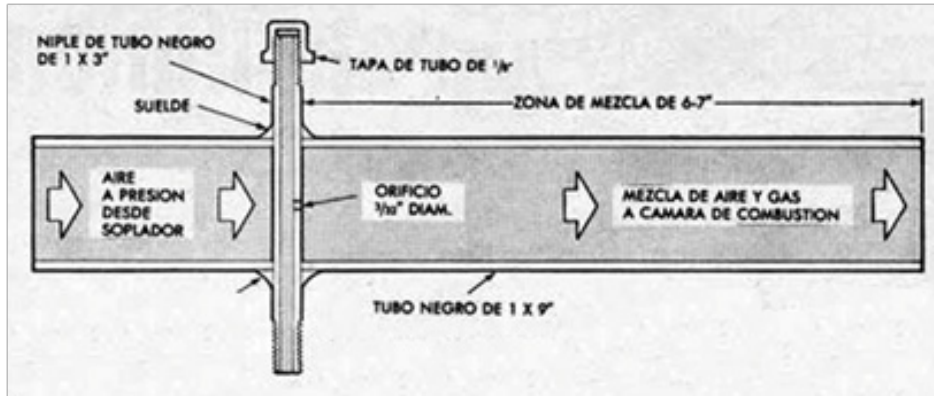


Figura #4 Diseño de quemador descrito por Paul L. Conant, 1978

## Material

Los materiales utilizados son de fácil obtención, son sólo los elementos refractarios los de mayor costo.

### Ladrillos refractarios:

- 4 para la base.
- 6 para la tapadera.
- 18 para interior del cuerpo.

### Revestimiento metálico:

Barril metálico (36cm diámetro).

### Pasta para pegamento de ladrillos:

- Arena 1.5 lb
- Barro de la palma 7 lb
- Tierra blanca 1.5 lb
- Agua c/n

### Otros materiales necesarios:

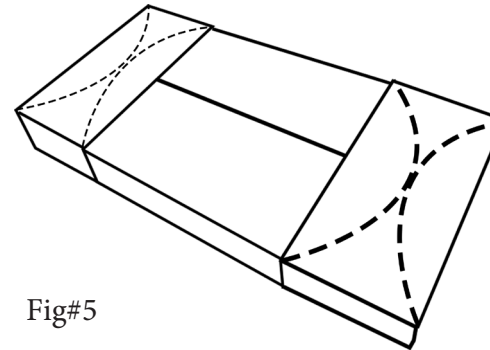
- Fibra refractaria c/n.
- Chamote refractario.
- Tubo metálico.
- Varillas de hierro.
- Angulo metálico
- Placa metálica.
- Mortero Altalúm.

## Corte de ladrillos

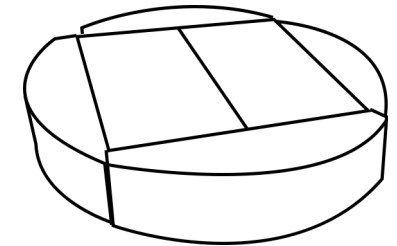
El primer paso para construir tu horno es cortar los ladrillos de la base del horno y paredes..

La base se elabora con 4 ladrillos refractarios 2 en el centro enteros y dos que se cortan a la mitad formando un arco, tomando como base la circunferencia interna del barril según la Fig#5 y #6.

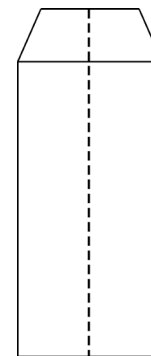
Las paredes internas se realizan con los ladrillos refractarios enteros y cortados a la mitad y se colocan para crear la circunferencia, ver Fig.#7, #8, #9.



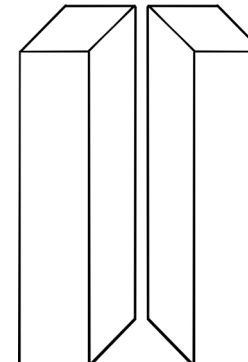
Fig#5



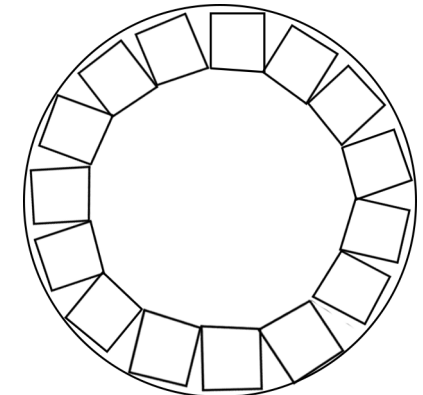
Fig#6



Fig#7

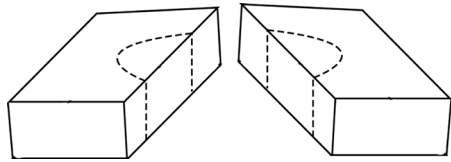


Fig#8



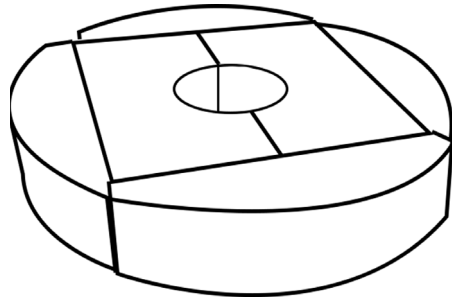
Fig#9

Para la elaboración de la tapadera para el corte de los ladrillos se realiza de manera similar que la base (fig. #6y #7) con la variante que los ladrillos centrales llevan un corte de 5cm de diámetro a cada uno para formar la circunferencia que será la chimenea. Fig. #10 y #11

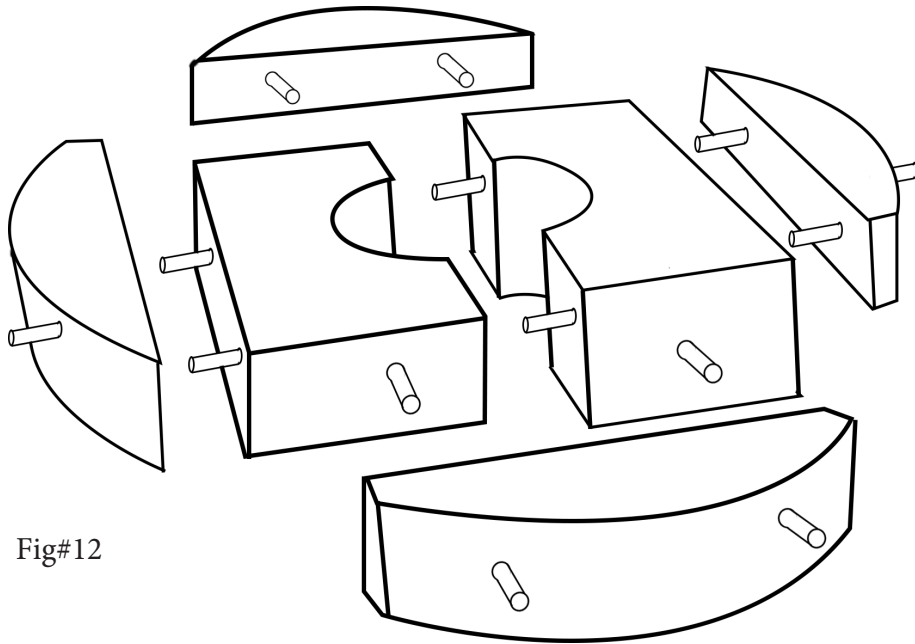


Fig#10

La construcción de la tapadera requiere de perforar cada ladrillo con una broca y colocar pines de ½" pulgada que sirven para sostener la estructura de la tapa (Fig. #12).



Fig#11



Fig#12

## Construcción de el horno

La etapa de construcción se inicia, con la preparación de la mescla de barro de la palma en las siguientes proporciones: 70% Barro de La Palma, 15% Arena, 15% barro de Ilobasco. Mezclandola con agua dentro de un recipiente.(Fig. #13)

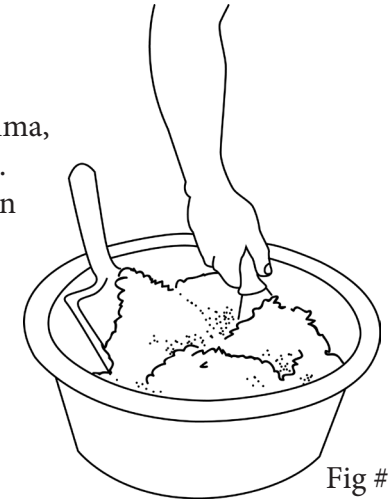


Fig #13

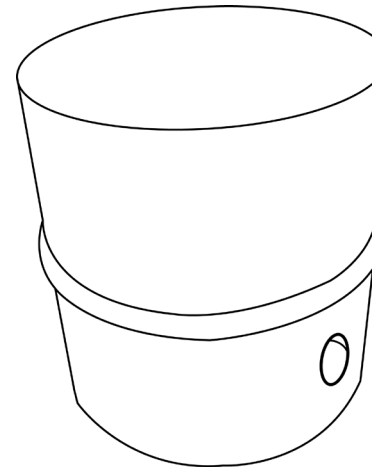


Fig #14

El barril debe cortarse a la altura de 40 cm, realizando tambien una abertura en el costado inferior de 6cm donde será el conducto para la combustión.(Fig. #14)

Los ladrillos deben de estar húmedos para que la mescla de barro se adhiera , con un martillo de goma golpearlos suavemente uniendos cada ladrillo. (Fig. #15)

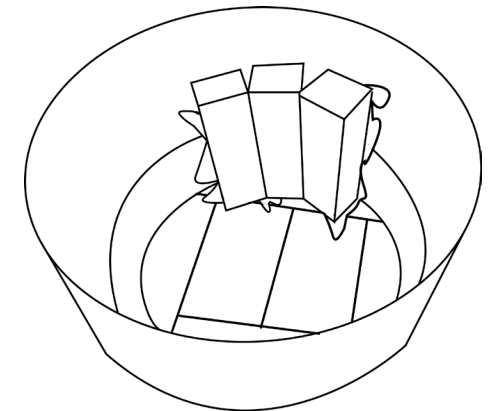


Fig #15

Entre cada ladrillo se forman separaciones que son rellenas con chamote refractario, que se obtiene de los residuos de ladrillos rotos, moliéndolos a modo de dejar una especie de grava fina. (Fig.#16)

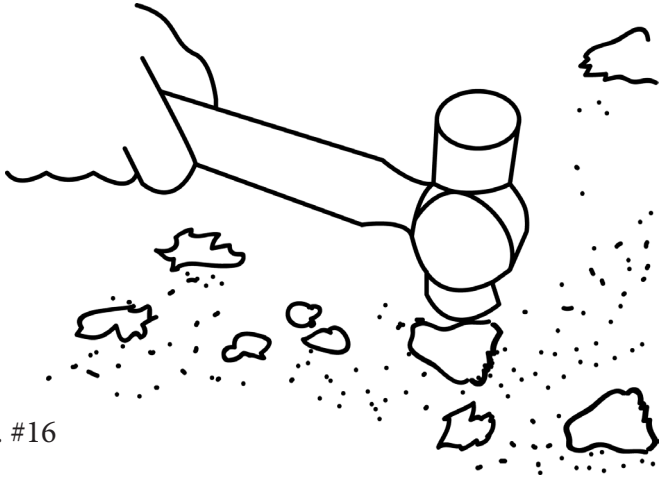


Fig. #16

El chamote se mezcla con un poco de barro y se introduce entre las separaciones y apelmaza con una varilla, con el fin de dejar mas consolidado el horno y evitar fugas de calor. (Fig.#17)

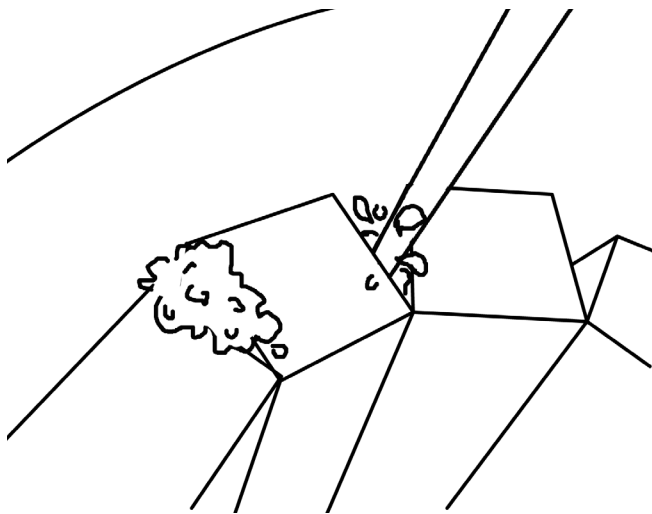
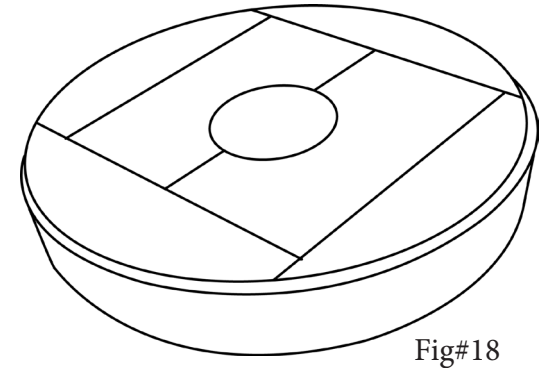


Fig.#17

La tapadera debe llevar un anillo metálico que obtenido del mismo barril metálico.

Para dar mayor fijeza a la estructura de la tapa del horno se sueldan unos pines metálicos. (Fig.#18)



Fig#18

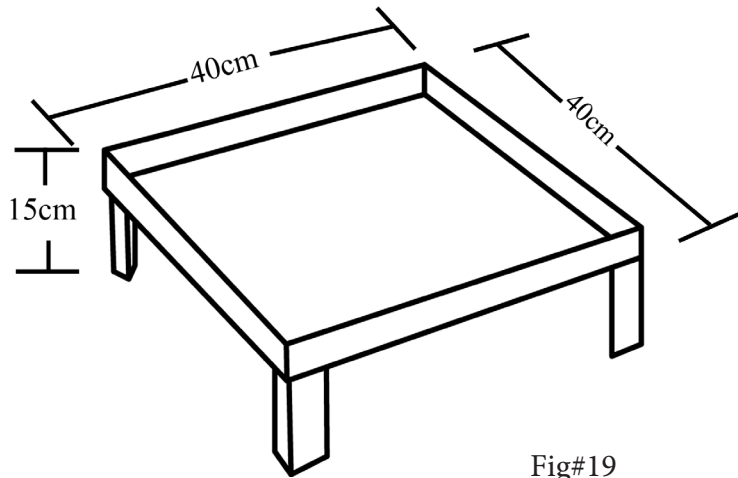
## Complementos externos

Luego de construir el cuerpo y la tapa del horno hay que dejar secando aproximadamente por un mes en un espacio seco lejos de la humedad, para luego continuar con la colocación de los complementos externos: las asa de la tapa y cuerpo del horno, base metálica estable para el horno

Para las asas se usara cuatro varillas de hierro corrugado de 3/8" que servirían.

La base se construye con ángulos de hierro y una placa metálica de al menos 4 mm de espesor.

Esta base tendrá las medidas presentadas en la Fig# 19



Fig#19

## Quema del horno

El siguiente paso es quemar el horno. Para ello se procede a ubicar sobre un piso de ladrillo en el interior del horno un cono pirométrico con límite de  $1020^{\circ}\text{C}$  para controlar la temperatura y el tiempo de quema. El quemador se alimenta con aire por medio de un soplador eléctrico. El horno debe demorar dos horas para alcanzar los  $1020^{\circ}\text{C}$ . Este resultado se logra subiendo en escalas la potencia de la combustión por medio del aumento de la presión de gas y alimentación de aire. Al finalizar dejar enfriando el horno hasta que llegara a temperatura normal.

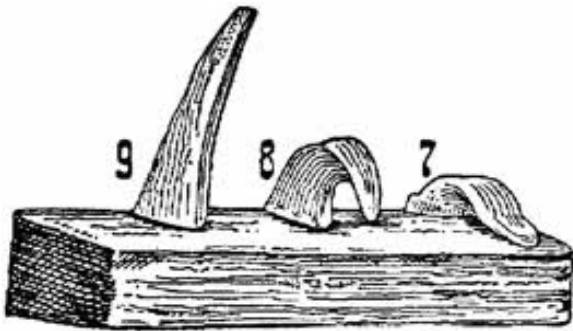


fig.#20 Sitio de internet.

## Proceso de fundición

A continuación se describe el proceso de fundición.

- Pre calentamiento:

La primera fase para realizar el proceso de fundición es precalentar el horno en tres etapas necesarias para llegar a punto de fusión durante dos horas. Para ello se comienza pesando la cantidad de bronce a fundir y debe colocarse en el crisol que luego se coloca dentro de la cámara de combustión sobre el piso forrado con papel periódico. Encender el quemador dejando la llama baja dentro del horno por media hora. También colocar trozos de bronce en la tapadera del horno cerca de la chimenea para precalentarlos y agregarlos al crisol más tarde.

- Moldeo con arena silica:

En este proceso debe tenerse arena mezclada con seis por ciento de bentonita. Proceder a tamizar la arena para quitar los residuos y humedecerla ligeramente. Luego aplicar en forma de lluvia una capa fina sobre los positivos que se ubican dentro de un marco de reglas de madera. Aplicar más arena hasta llenar el marco y apisonarla para extraer luego los positivos del molde.

- Colada (Vaciado):

El proceso de colada debe realizarse cuidadosamente por dos o más operarios, estos utilizando un equipo básico de seguridad. Los procedimientos comienzan cuando el bronce ya ha fundido. Se preparan los indumentos y utensilios necesarios para realizar el proceso y se continúa calentando el horno por media hora antes de extraer el crisol del horno.



Por razones de precaución la colada se realiza en el siguiente orden con la participación mínima de dos operarios:

1. Operario A / Apaga el quemador y detiene la alimentación de gas.
2. Operario A + Operario B / Retiran la tapadera del horno.
3. Operario B / Extrae el crisol con la tenaza metálicas.
4. Operario A / Vierte Bórax sobre el metal dentro del crisol.
5. Operario B / Cantea el crisol con la pinza metálica para verter el metal.
6. Operario A / Detiene la escoria con una espátula alargada.
7. Operario B / Sostiene el crisol con las pinza.
8. Operario A / Raspa los residuos del crisol mientras se mantiene al rojo vivo.
9. Operario B / Devuelve el crisol al horno.
10. Operario A + Operario B / Colocan la tapadera al horno.

Luego de la colada se deja enfriar las piezas dentro de los moldes por al menos 2 horas para su desmolde y así poder ver los resultados.

## Recomendaciones

Como parte final de esta guía se dejan unas recomendaciones para el buen manejo del horno y la seguridad mínima que se requiere para trabajar.

Darle mantenimiento de limpieza al horno y crisol.

Que el horno y el crisol permanezcan en un área seca y sin humedad.

Que el cilindro de gas se mantenga en un área alejada y segura.

Colocar válvulas de seguridad al sistema gas propano.

Tener al alcance un extintor contra incendios.

Utilizar equipo apropiado para el manejo del crisol (pinzas metálicas, etc.).

Usar un traje apropiado para el proceso de colada, de referencia mangas gabacha y guantes de cuero, mascarilla de gases, careta de protección y calzado con puntas metálicas.

Limpiar de lo metales que se fundirán elementos que podrían crear explosiones internas dentro del crisol.

## Conclusiones

A continuación se mencioan las ventajas se obtienen al elaborar el horno con el método descrito.

- Funciona adecuadamente para la fundición de bronce y aluminio.
- Lleva a punto de fusión en poco tiempo.
- Es recomendable para la producción de trabajos de pequeño formato.
- No implica costos altos, por lo que pueden realizarse distintos proyectos y pruebas de experimentación.
- El sistema de combustión es más práctico de utilizar que el de los hornos alimentados con otros combustibles.
- Requiere de poco personal para llevar a cabo la fundición.
- Es transportable y utiliza poco espacio.
- Es adecuado para el aprendizaje y la enseñanza, por la sencilla forma de uso que requiere.
- Es fácil de restaurar, dar mantenimiento y limpieza en caso de que lo necesite por ser un horno de sobre piso.
- Brinda la ventaja de trabajar en un espacio de taller reducido.

Universidad de El Salvador  
Facultad de Ciencias y Humanidades  
Escuela de Artes

Edgar Argenis Hernández Beltrán  
Marvin Enrique Martínez  
2014

