

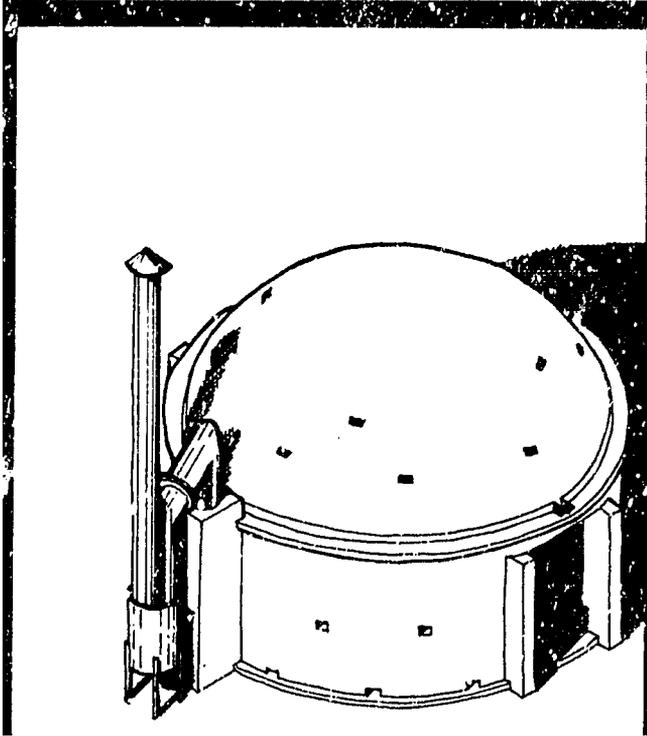


(P) 114-380
no 9/84

INSTITUTO CENTROAMERICANO DE INVESTIGACION
Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL

Manual para construcción y operación

HORNO PARA CARBON VEGETAL



PROYECTO DE LEÑA Y FUENTES ALTERNAS DE ENERGIA
ICA. SI-ROCI.P 596-0089 0701 1984

I N D I C E

ANTECEDENTES

INTRODUCCION

01. GENERALIDADES
02. CONSTRUCCION DEL HORNO
 - 2.1 Elección del sitio para la construcción
 - 2.2 Trazado del horno
 - 2.3 Materiales de construcción
 - 2.4 Excavaciones
 - 2.5 Guía trazadora
 - 2.6 Construcción del cimiento
 - 2.7 Construcción de la pared
 - 2.8 Construcción de la cúpula
 - 2.9 Revestimiento del horno
 - 2.10 Construcción de la caja y del canal de tiro
 - 2.11 La chimenea y el condensador
 - 2.12 Materiales y herramientas necesarios
 - 2.13 Materiales para chimenea y condensador
03. CURA DEL HORNO
04. OPERACION DEL HORNO
 - 4.1 Cargado del horno
 - 4.2 Tapiado de puertas y encendido
 - 4.3 Proceso de carbonización
 - 4.4 Preparación del condensador
 - 4.5 Enfriamiento del carbón
 - 4.6 Descarga del horno
05. MANTENIMIENTO
06. REFERENCIAS

ANTECEDENTES

En Septiembre de 1979, la Oficina Regional para Programas Centroamericanos, ROCAP, y el Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial, -ICAITI-, celebraron un contrato según el cual este último ejecutaría el proyecto "Leña y Fuentes Alternas de Energía". El objetivo de este Proyecto es el desarrollo de técnicas que permitan disminuir el consumo de leña en la región de Centroamérica y Panamá.

Para realizar el Proyecto, el ICAITI organizó tres equipos de trabajo: Equipo de Combustión, Equipo de Biogás y Equipo de Energía Solar.

Los trabajos de estos dos últimos equipos están dirigidos al estudio de las fuentes nuevas de energía que puedan aprovecharse como sucedáneos de la leña.

Por aparte, el Equipo de Combustión se ha dividido en dos grupos, el de Combustión Industrial y el de Combustión Doméstica.

El Grupo de Combustión Industrial ha realizado investigaciones para aumentar el rendimiento en la producción de carbón vegetal, mediante mejores hornos y mejores técnicas. Se han estudiado, tanto las técnicas tradicionales como las nuevas técnicas, para combinar las ventajas que tienen todas ellas.

INTRODUCCION

Hacer carbón a partir de leña es una actividad antigua, cuyas técnicas se han modificado bastante en los dos últimos siglos. Las modificaciones no han llegado a todos los rincones del mundo; es por eso que en los países en desarrollo aún se usan técnicas que tienen inconvenientes; dos de esos inconvenientes son: bajos rendimientos, y contaminación del ambiente.

Además de que el carbón es una fuente renovable de energía, se sabe que son muchísimas las personas que lo usan como combustible en América Central; por eso, el carbón resulta ser de mucho interés para nosotros.

Como no es posible adoptar las técnicas refinadas que han desarrollado y han aplicado los países industrializados, el ICAITI ha buscado otras que sí sean aplicables a la región y que no tengan los inconvenientes de todas las que actualmente se usan. En este manual se ofrecen las instrucciones para construir un modelo de horno para carbón que se conoce como "colmena brasileño", "horno de albañilería" u "horno de superficie", cuyas características lo hacen adaptable a nuestro medio.

Un albañil, sin preparación especial previa, podrá construir el horno fácilmente si sigue las instrucciones aquí contenidas.

También se incluyen instrucciones para construir un sistema accesorio sencillo que permite recuperar la mayor parte de los alquitranes y del ácido piroleñoso, subproductos del proceso de producción del carbón. El sistema no es indispensable para que el horno se considere completo, pero representa dos ventajas que pueden convencer a los productores de carbón para que lo adopten.

Una ventaja es que, tanto los alquitranes como el ácido piroleñoso, se aprovechan industrialmente en tratamientos preservadores para la madera, y pueden representar un ingreso adicional para el productor.

Y la otra ventaja, es que con este sistema se reduce la contaminación atmosférica.

1. GENERALIDADES

"**Carbonización**" es la transformación de la madera en carbón, mediante la acción del calor, y en presencia de una proporción controlada de oxígeno.

Por acción del calor, el agua contenida en la madera se desprende en forma de vapor; lo mismo ocurre con los líquidos orgánicos y con los gases no condensables. Lo que queda como residuo, es el carbón.

Sólo es posible lograr rendimientos aceptables en los procesos de producción de carbón, si se usan hornos construidos y operados adecuadamente.

Los alquitranes y el ácido piroleñoso (mezcla de ácido acético, agua, y otras sustancias), son productos volátiles que se desprenden por causa del calor y pueden recobrase parcialmente por un método sencillo que consiste en el uso de condensadores simples. Hay otros métodos más completos, que no se describen en este manual, y con los que es posible lograr una recuperación casi total.

El horno que se describe en este manual tiene paredes verticales, en forma de cilindro; su techo es en forma de bóveda; tiene dos puertas y una chimenea lateral. Sus dimensiones generales son: diámetro interno de 5 metros; pared de 1.80 metros de alto; altura medida desde el nivel del piso hasta el centro de la cúpula, 3.10 metros (Figuras 1 y 2).

Con las dimensiones indicadas, la capacidad del horno es de 40 a 45 metros cúbicos de leña, y su producción resulta de 3 000 kilogramos de carbón por tanda, aproximadamente.

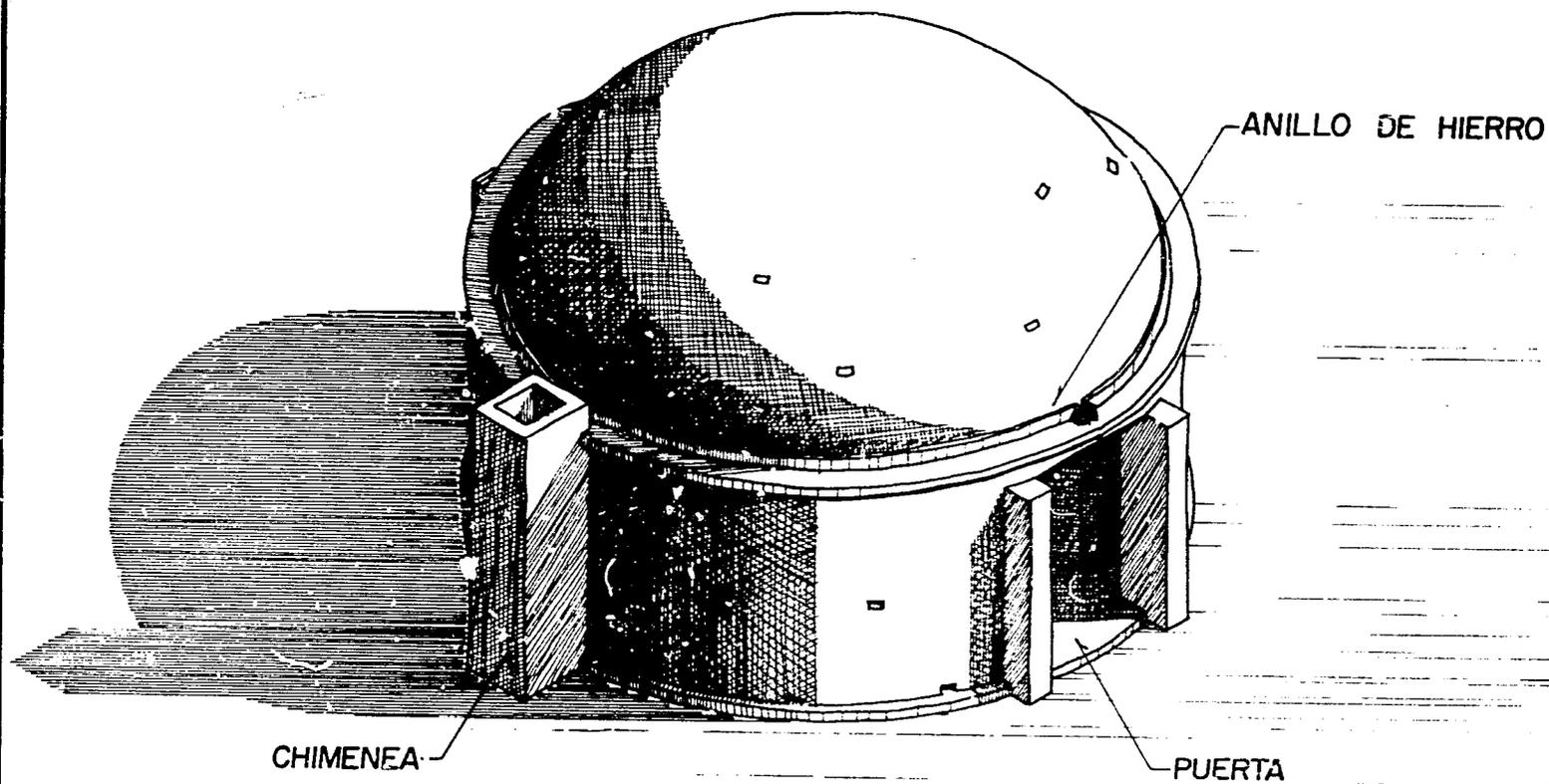


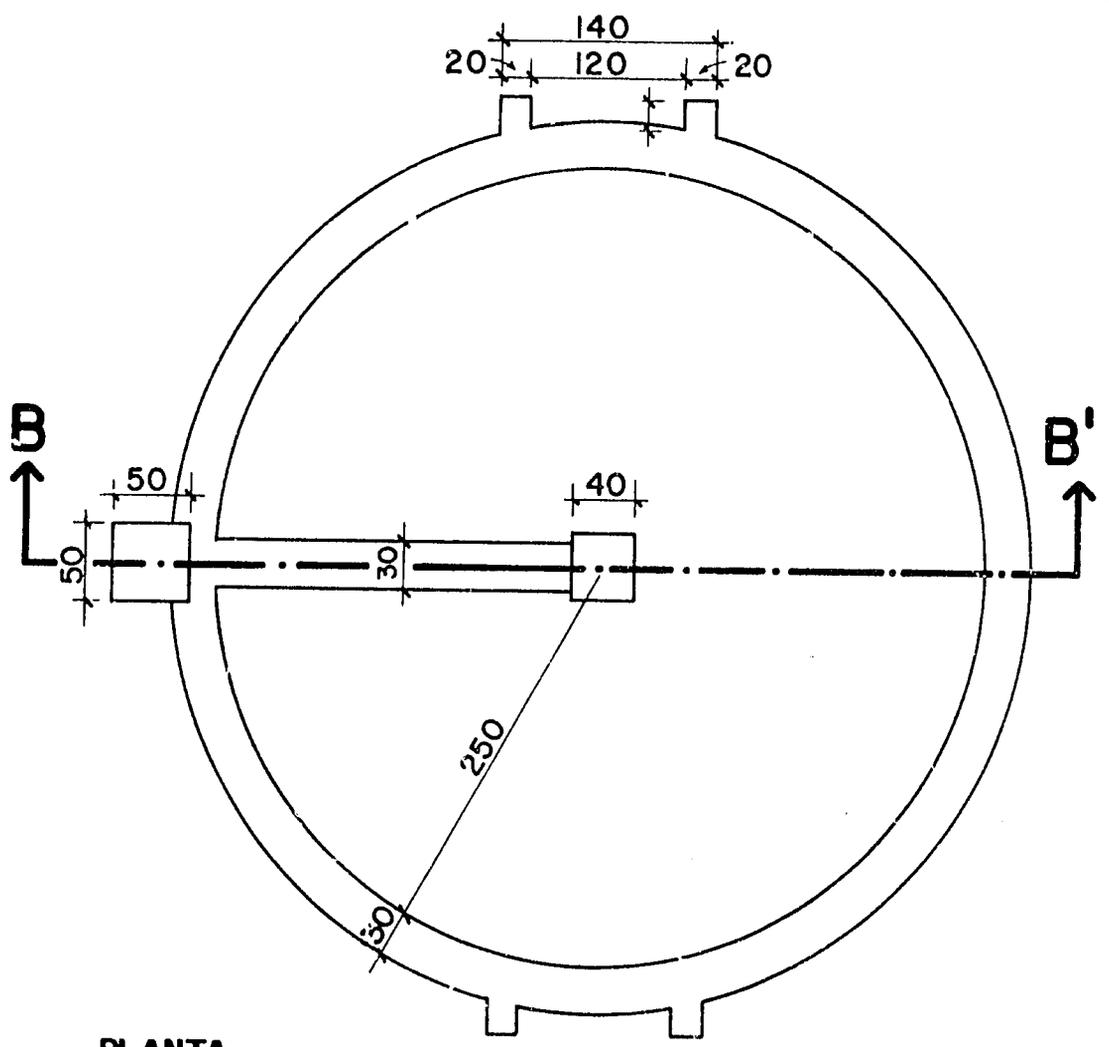
FIGURA **1** ASPECTO GENERAL DEL HORNO. (NO MUESTRA CONDENSADOR)

2. CONSTRUCCION DEL HORNO

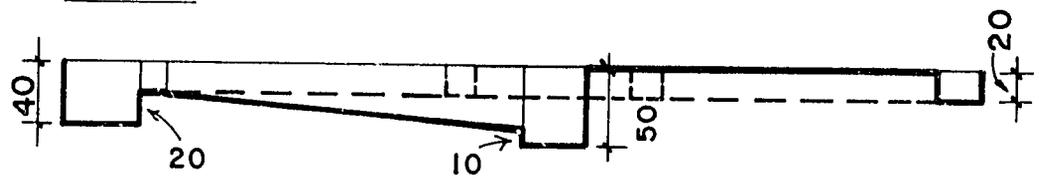
2.1 ELECCION DEL SITIO PARA LA CONSTRUCCION

El horno debe construirse sobre un terreno plano, y, como generalmente se edifican varios hornos en un mismo lugar, debe escogerse un si tio amplio en el que quepan todas las unidades que se desea construir y en el que haya suficiente espacio para almacenar leña y carbón, para em pacar el producto terminado, y para maniobrar los vehículos de carga.

Otras características que es necesario que tenga también el sitio que se elija, son: buen desagüe de agua llovida; acceso fácil para ve hículos pesados; disponibilidad de agua, aunque sea en cantidades limi tadas; y vientos moderados.



PLANTA



CORTE BB'

DIMENSIONES DE LA BASE DEL HORNO
centímetros

FIGURA 2

2.2 TRAZADO DEL HORNO

Limpie y nivele el suelo. Marque el centro del horno mediante un trozo de tubo de hierro clavado en el terreno, y que sobresalga por lo menos unos 20 cm; ate una cuerda o un alambre a este tubo, de tal forma que pueda girar en círculo. Trace, entonces, una circunferencia con radio de 2.80 metros. Trace otra circunferencia con el mismo centro, pero con radio de 2.50 metros. El espacio entre ambos trazos corresponde al cimiento del horno, el cual tendrá un ancho de 30 centímetros, que equivale a un ladrillo y medio. (Figura 3).

Trace una recta que pase por el centro del horno; esta recta debe escogerse con atención, ya que en sus extremos se construirán las dos puertas. Marque las puertas según las dimensiones que se indican en la Figura 2.

Marque otra recta, en cruz con la anterior, y elija uno de los extremos para trazar la base de la chimenea. Para esto último, marque un cuadrado de 50 centímetros de lado.

En el centro del horno marque un cuadrado de 40 centímetros de lado para la caja de tiro de la chimenea, la que se construirá en una fase posterior. Igualmente, a partir del trazo de la caja, y hasta el lugar en que quedará la base de la chimenea, trace el canal de tiro de 30 centímetros de ancho.

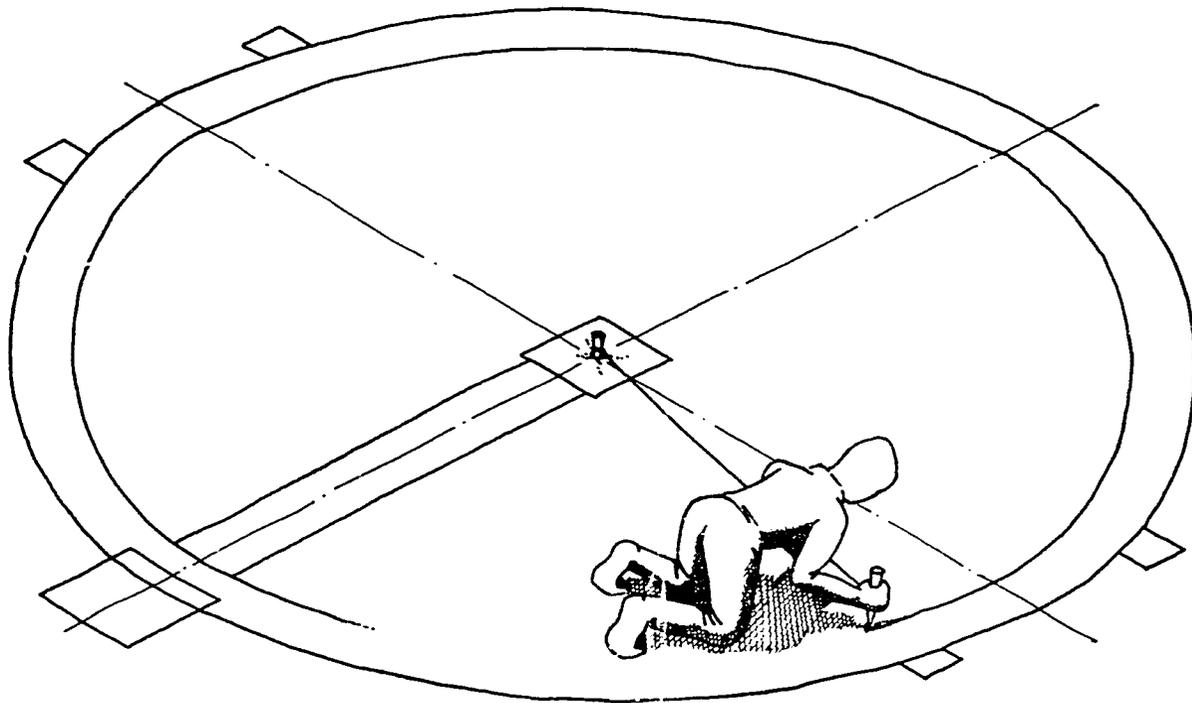


FIGURA 3 TRAZADO DE LA BASE O CIMIENTO.

2.3 MATERIALES DE CONSTRUCCION

Prácticamente, el horno de superficie se construye sólo con ladrillos, tierra, agua y arena. Estos tres últimos materiales se usan para hacer la mezcla con que se unen los ladrillos.

Sin embargo, si en la región es posible conseguir arcilla pura o arcilla arenosa, es aconsejable usar una mezcla de estos dos materiales ya que da muy buenos resultados y confiere mayor durabilidad y un mejor funcionamiento al horno. En el caso de que no se pueda disponer de estos materiales, puede usarse la misma tierra que se extraiga al excavar los cimientos. En este último caso, debe evitarse el uso de la tierra negra o vegetal que hubiera en la superficie del suelo.

La tierra y la arena deben tamizarse pasándolas por un cedazo de 6.3 mm (1/4"); esto es necesario para evitar que la mezcla contenga partículas mayores que esa dimensión, ya que podrían ser la causa de que más tarde se produjeran grietas en las paredes o en el techo del horno, lo que daría lugar a fugas, que deben ser evitadas a toda costa.



ILUSTRACION A

La mezcla para unir los ladrillos se prepara con arcilla y arena en proporción 3 a 1, previamente tamizadas. Debe usarse un recipiente que permita preparar por lo menos un metro cúbico de mezcla, y en el que se conservará una reserva para cerrar orificios y repellar el horno.

2.4 EXCAVACIONES

La Figura 4 muestra cómo excavar el terreno para el cimiento y para la base de la chimenea.

Es necesario aplazar la excavación de la caja de tiro hasta el momento en que se haya terminado la construcción de las paredes y la cúpula del horno, porque en el mismo sitio en que esa caja debe quedar colocada, se ancla la guía de construcción que se describe más adelante.

Además, resulta muy conveniente aplazar también la excavación del canal de tiro, porque con eso se logra disponer de espacio para la circulación de los operarios, el apilado de los materiales y la colocación de los andamios.

La caja de la base de la chimenea mide 50 por 50 cm, y tiene una profundidad de 40 cm. A pesar de lo indicado respecto al canal, aunque no se excave completo, sí es necesario hacer la zanja para el tubo del canal que debe quedar colocado bajo la chimenea y la pared.

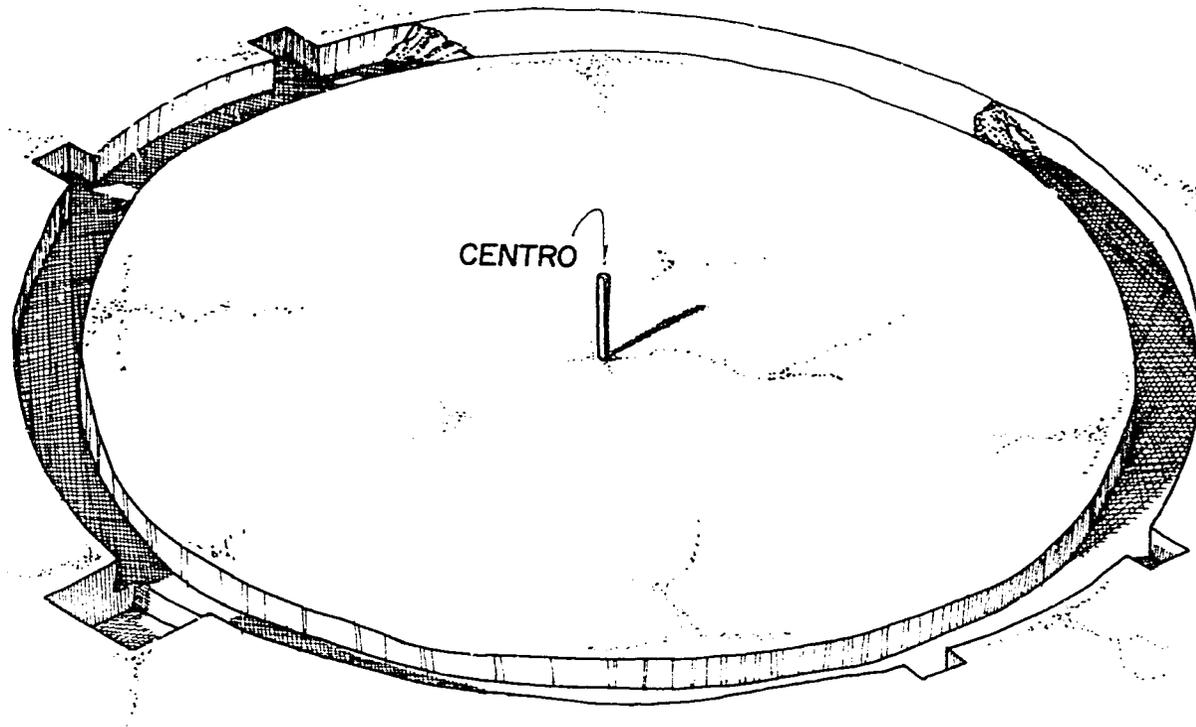


FIGURA 4 EXCAVACION DEL TERRENO PARA CONSTRUCCION DEL CIMIENTO.

2.5 GUIA TRAZADORA

Muchos albañiles, conocen este sencillo instrumento con el nombre de "valivel" (cercha). En el suelo, exactamente en el centro del horno, está el tubo vertical que se colocó para el trazado. A este tubo se fija el extremo de una regla de madera, mediante un pedazo de cuero o de hule que permita girar la regla, subir o bajar su extremo, etc. La regla lleva clavado en su cara inferior un taco de madera a 2.50 metros del centro del horno; este taco se usa para indicar la posición de cada ladrillo que se coloca durante la construcción.

El nivel de cada hilada se controla mediante un hilo que se tensa horizontal y a la altura que corresponda. Mediante una plomada se controla la verticalidad de las paredes del horno. Figura 5.

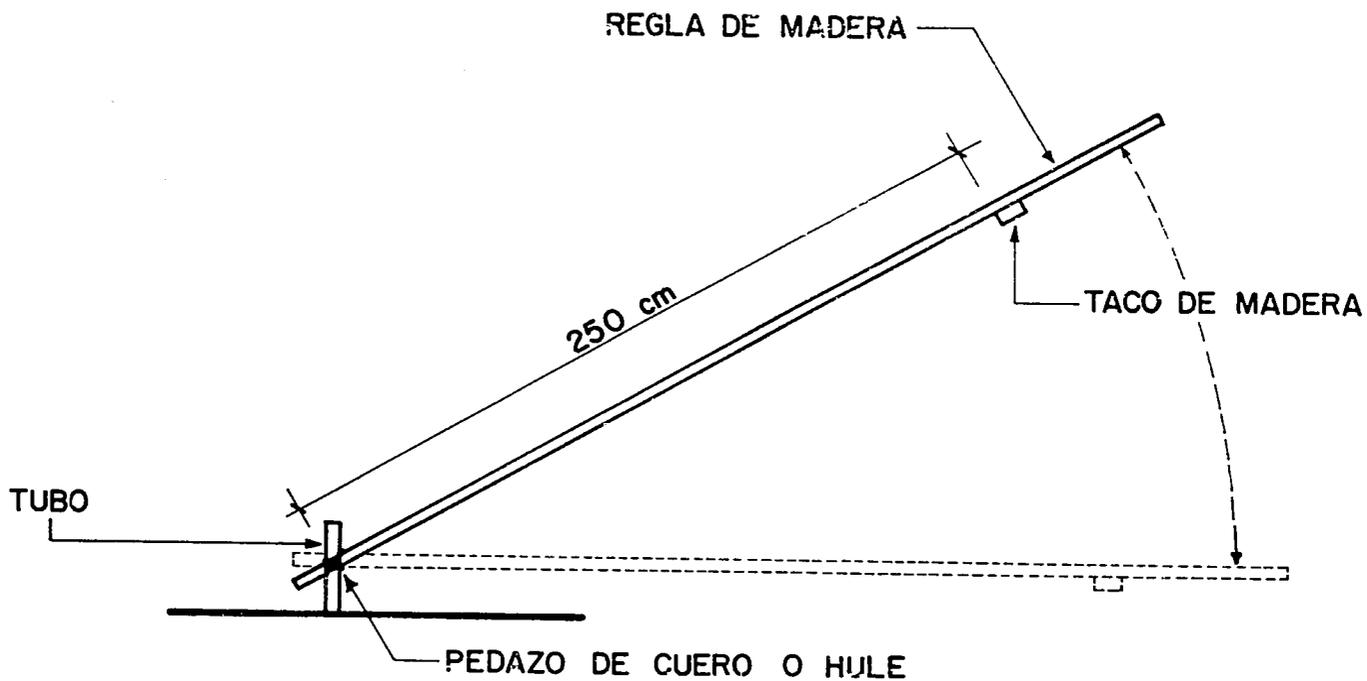


FIGURA 5

VALIVEL

2.6 CONSTRUCCION DEL CIMIENTO

El cimiento se forma con cinco hiladas de ladrillo, construidas dentro de la zanja excavada; los ladrillos se colocan uno a lo largo y dos a lo ancho, de manera que el grueso total resulta ser de ladrillo y medio. La cara interior de este levantado deberá quedar exactamente a 2.50 metros del centro, es decir, debe medirse con el valivel. Para la construcción de los cimientos no es indispensable tener muchos cuidados con la calidad de la arcilla usada para pegar los ladrillos, pero sí debe evitarse que tenga piedras o granos grandes.

Se coloca un tubo del canal de tiro que conecta la base de la chimenea, se cubre de modo que no haya peligro de dañarlo, y se tapa la boca para impedir que le entre suciedad o ripio.

Al terminar el cimiento, ya se ha alcanzado el nivel del piso del horno. Ver Ilustración B.



ILUSTRACION B

Cinco hiladas de ladrillo forman el cimientó. La foto muestra la colocación de ladrillos y el valivel.

2.7 CONSTRUCCION DE LA PARED

La cara interior de la pared debe quedar a 2.50 metros del centro del horno; el valivel servirá para medir esta distancia cada vez que se coloca un ladrillo. La pared se construye con hiladas de ladrillos colocados de punta, de manera que resulta con un grueso igual al largo de un ladrillo (aproximadamente, 22 cm).

En la primera hilada se omiten los ladrillos que resultarían colocados en la posición de las puertas, y, por otra parte, se colocan los ladrillos con que se inician las columnas de refuerzo de estas puertas y se inicia la base de la chimenea.

En la primera hilada queda colocada la primera serie de orificios para entrada de aire. Son un total de doce orificios, cuyo ancho es de medio ladrillo. En la Figura 6 se indica la posición de los orificios de la primera hilada.

Todas las restantes hiladas, hasta alcanzar la número 14, se construyen de igual manera, salvo que no se dejan orificios; la única precaución que debe tomarse es que las cizas de hiladas vecinas estén corridas un medio ladrillo, para que exista trabazón.

Durante las operaciones de levantado, debe verificarse constantemente la verticalidad de la pared.

ORIFICIOS PARA ENTRADA DE AIRE

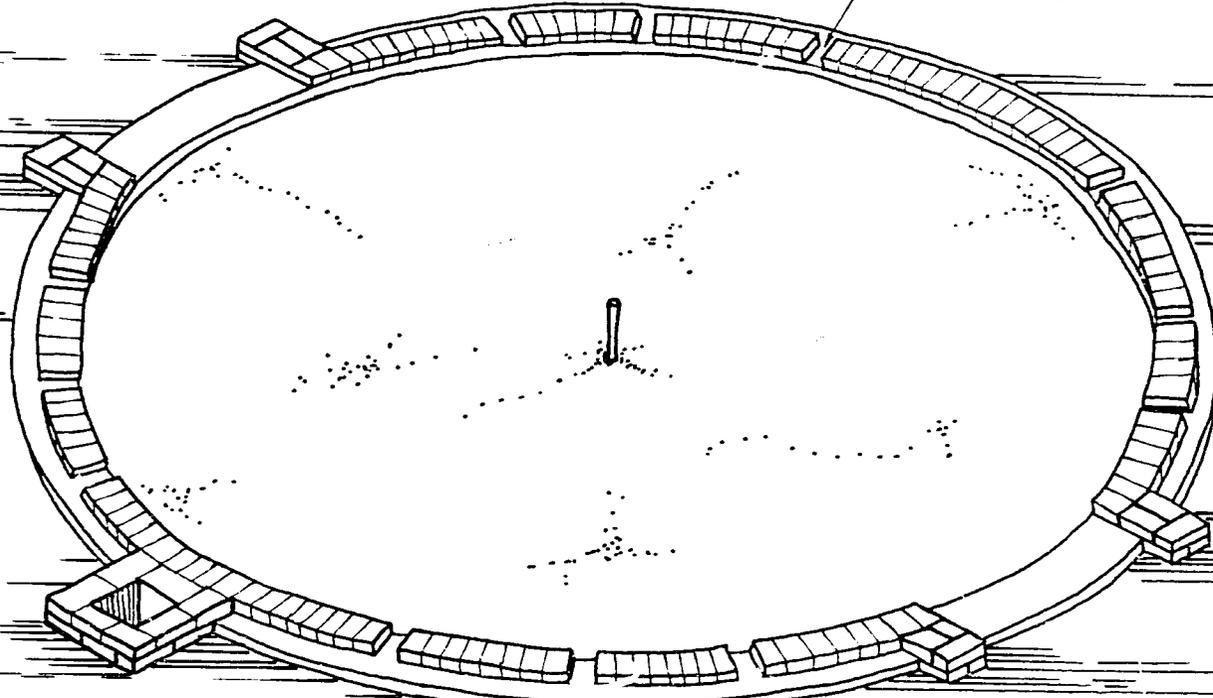


FIGURA 6

PRIMERA HILADA

En la hilada número 15 se deja la segunda serie de orificios para entrada de aire. Esta serie consta de 9 orificios que se disponen en los puntos intermedios de la primera serie, de la forma como se indican en la Figura 7.

El levantado, a partir de la hilada número 15, se sigue de igual manera, salvo que no se dejan orificios. Cuando se alcanza una altura de 1.60 metros sobre el nivel del piso del horno es necesario construir los dinteles de las puertas.



ILUSTRACION C

La pared en construcción.

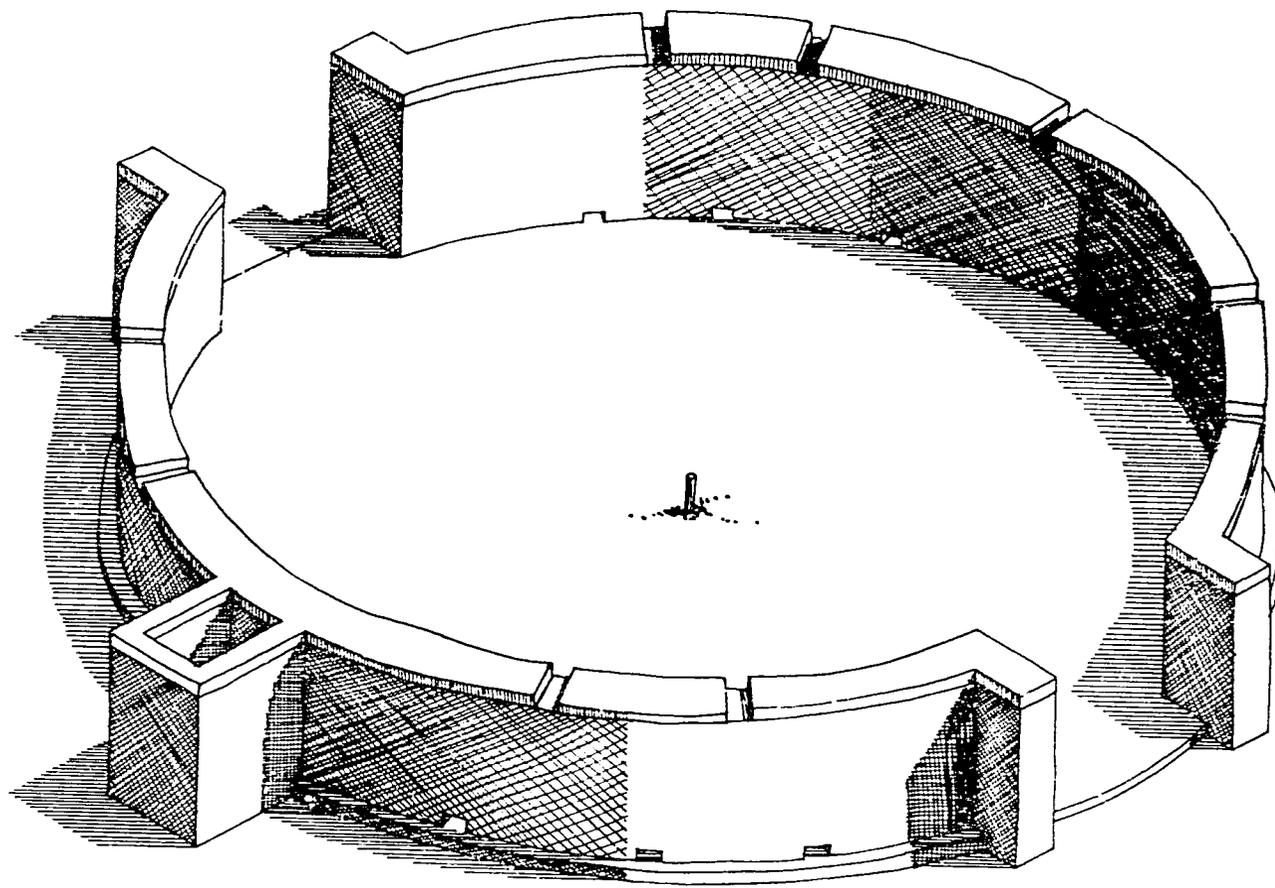


FIGURA 7

Cada uno de los dinteles se construye con una pieza de hierro angular de 38 x 3 mm (1 1/2" x 1/8"), cortada en 5 pedazos de 1.40 metros de largo, los cuales se sueldan entre sí según la Figura 8.

Se colocan dos hiladas más, las cuales, en la sección en que quedan las puertas, se apoyan sobre el refuerzo del dintel.

Y, finalmente, se construye la hilada de coronamiento. Esta tiene un ancho de ladrillo y medio, de modo que se forme un pequeño alero que proteja el horno contra la lluvia; con esa protección se logra aumentar la duración del revestimiento. Ver Figura 9.

Es muy importante asegurarse de que esta última hilada quede bien nivelada, pues de eso dependerá la estabilidad de la cúpula de cubierta del horno.

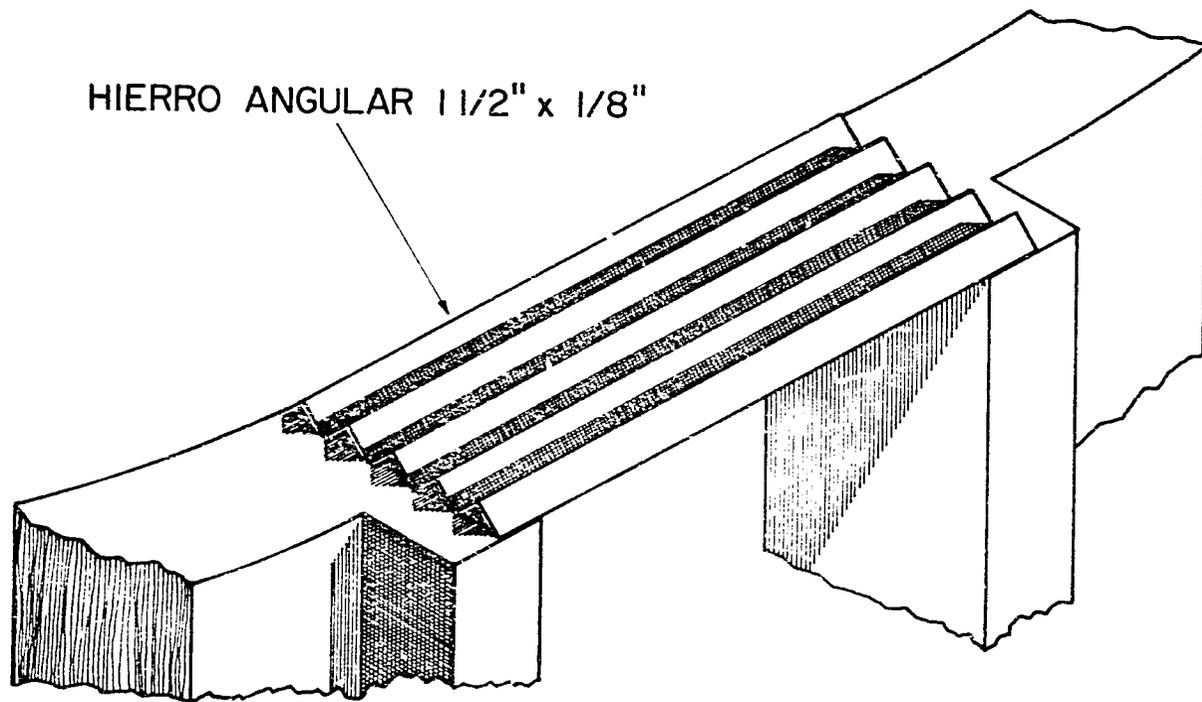


FIGURA 8

DINTEL DE LA PUERTA

Por último, es necesario que el constructor recuerde que las puertas durante las operaciones de carga y descarga del horno reciben fuertes golpes, por lo que las columnas de refuerzo son absolutamente necesarias, y deben ser bien construidas. Es importante que los ladrillos de estas columnas y los de las paredes de la chimenea se coloquen de modo que tengan trabazón con los ladrillos de la pared del horno.

La mezcla que se usa para unir los ladrillos de la pared del horno debe prepararse según lo indicado en la Sección 2.3; conviene que los ladrillos de la pared tengan entre sí la menor separación posible y por lo tanto, poca mezcla. Es aconsejable que los ladrillos, por la parte interior del horno queden en contacto, y que por la parte exterior su separación no sea mayor de un centímetro.

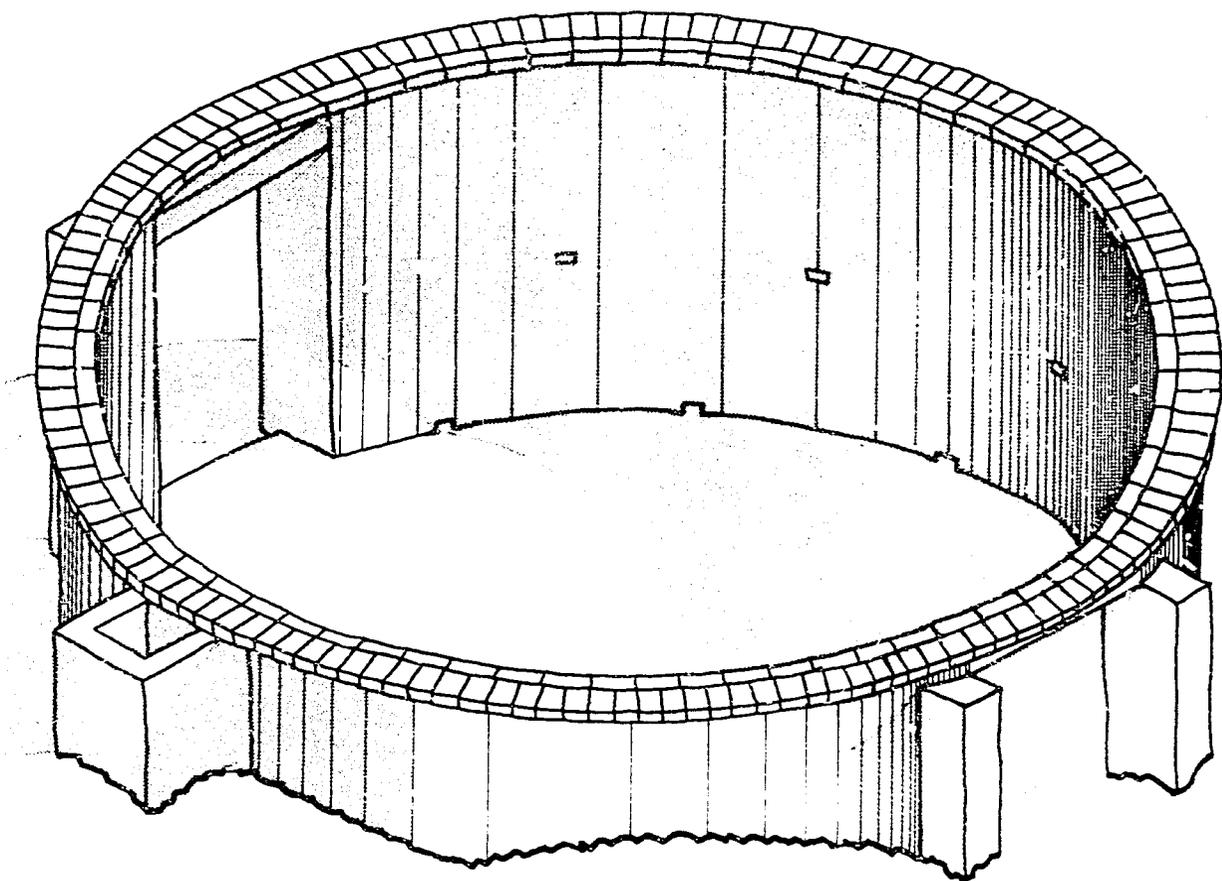


FIGURA 9

HILADA DE CORONAMIENTO

2.8 CONSTRUCCION DE LA CUPULA

Se usa el valivel para marcar la posición de cada una de las hiladas con que se forma la cúpula. Primero, se sujeta el extremo del valivel en el tubo central, a nivel del piso. Luego, se desclava el taco que tiene colocado, y se clava a 3.10 metros, que es la distancia entre el centro del piso del horno y la parte interior de toda la cúpula.

La primera hilada se construye en forma de cuña, lo cual puede lograrse desgastando los ladrillos de la forma adecuada, o bien, sin desgastarlos, colocándolos con la inclinación que marque el valivel. Véase la Figura 10.

Las hiladas restantes se colocan con base en la posición que marque el taco del valivel. Cada hilada es más cerrada que la anterior, por lo que resulta que al terminar algunas de ellas, los ladrillos enteros ya no pueden acomodarse bien; para corregir esto, deben usarse mitades de ladrillos, y cuando ya estas mitades no puedan acomodarse es necesario usar trozos más pequeños.

En la cúpula también se deben dejar orificios para entrada de aire, de medio ladrillo de ancho. La primera serie de 8 orificios se distribuye en la hilada 14 de la cúpula a espacios iguales; y los cuatro orificios de la segunda serie, que deben colocarse en la hilada 27, tienen que quedar intercalados entre los de la primera.

En la construcción de la cúpula se usa muy poca mezcla de unión entre los ladrillos; solamente se usa la cantidad necesaria para sostenerlos en su sitio.

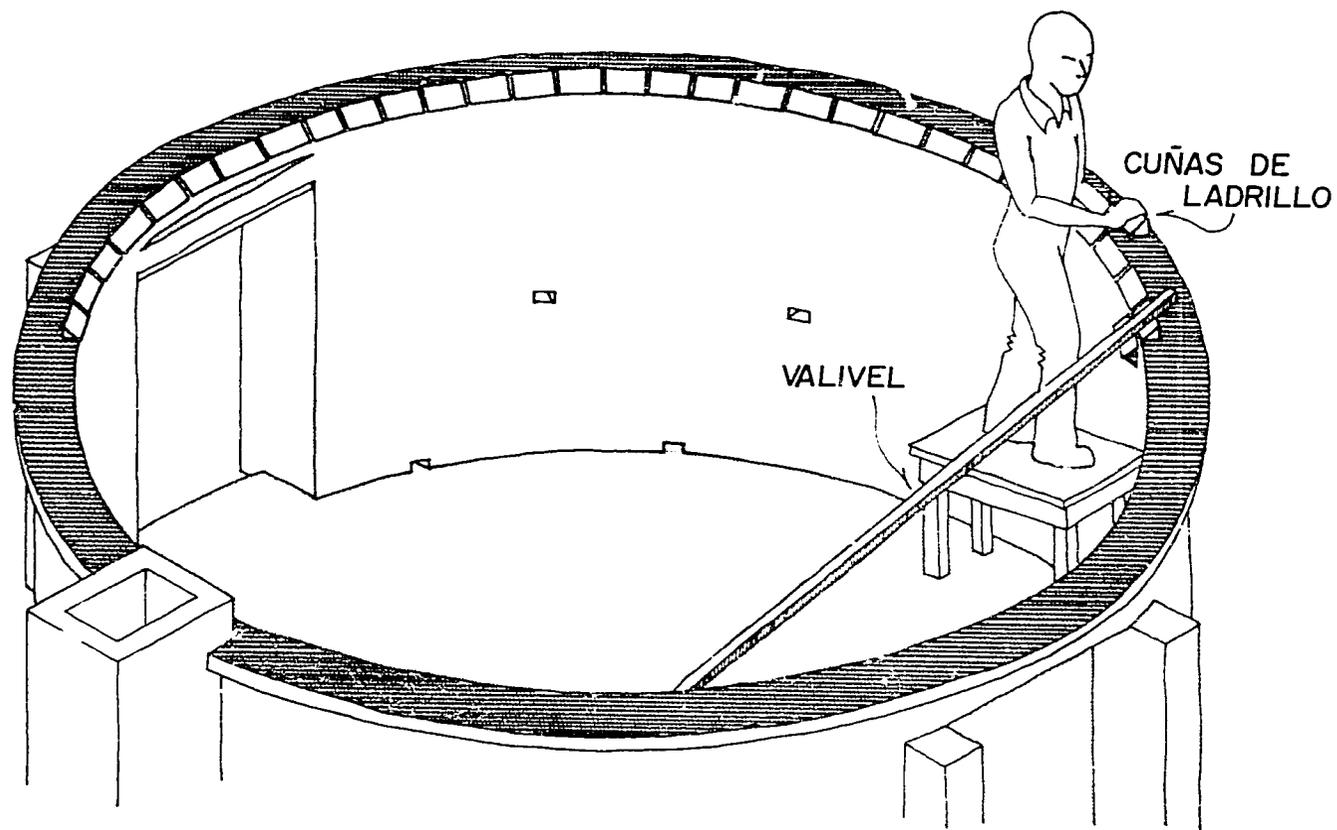


FIGURA 10 INICIO DE LA CUPULA.

Cuando ya se hayan colocado las cinco hiladas inferiores de la cúpula, es necesario colocar un anillo de amarre que rodea la primera hilada de la cúpula. La función de este anillo es impedir que la cúpula se desplome por su propio peso.

El anillo se hace con cuatro tiras de hierro plano de 63 x 6.3 mm (2 1/2" x 1/4"), de 4.15 metros de largo, con sus extremos doblados, y unidas con pernos de 13 cm. x 9.5 mm de diámetro (5" x 3/8"). (Ver Figura 11).

Para instalar el anillo, se colocan las cuatro piezas que lo forman, sobre el alero de la pared. Luego se introducen los cuatro pernos de unión, y se colocan sus respectivas tuercas. El anillo no debe quedar totalmente apretado, sino que los extremos de las piezas que lo forman deben quedar separados entre sí.

Cada vez que se termine de colocar diez hiladas de la cúpula, debe apretarse cada perno, pero sin exceso, y con cuidado de que los cuatro aprieten igual.

Al terminar la cúpula, se aprietan los tornillos por última vez. No es indispensable que las cuatro piezas del anillo queden con sus extremos a tope.

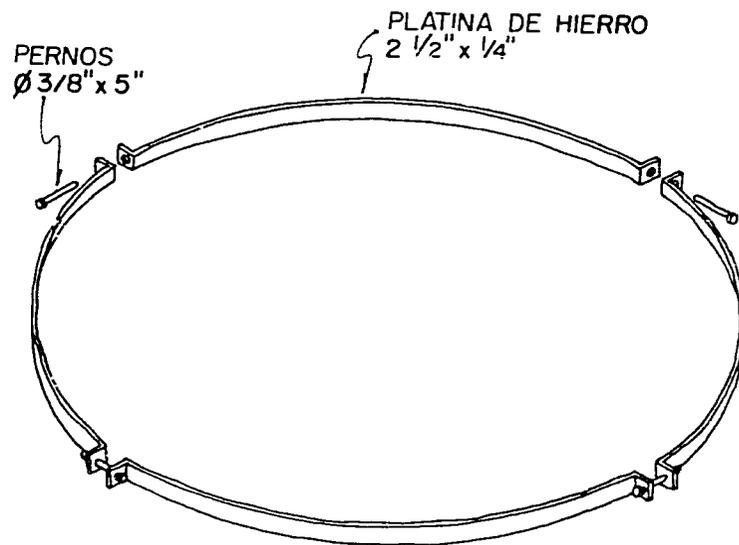
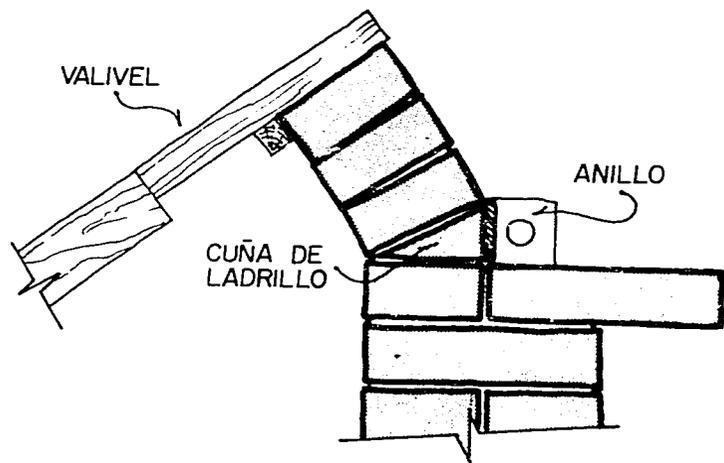


FIGURA 11 DETALLE DEL ASENTAMIENTO DE LAS HILADAS DE LA CUPULA Y MONTAJE DEL ANILLO.

2.9 REVESTIMIENTO DEL HORNO

Ya terminada la construcción de las paredes y de la cúpula, es necesario aplicar como repello una capa delgada del mismo barro usado para unir los ladrillos. Este repello debe ser apenas suficiente para sellar las uniones de los ladrillos, los desajustes del levantado y todas las grietas que se hubieran formado.

Un revestimiento bien hecho contribuye a la durabilidad del horno y aumenta su efectividad en la carbonización.

2.10 CONSTRUCCION DE LA CAJA DE TIRO Y DEL CANAL DE TIRO

Cuando se haya construido la cúpula, se procede a limpiar el interior del horno y a excavar la caja y el canal. La caja mide 40 cm de lado, y su profundidad es de 55 cm; esta profundidad da lugar a un desnivel en el canal que impide que ocurran obstrucciones con carbón o con ceniza, las que dificultarían el paso de los gases y el correcto funcionamiento de la chimenea. La caja se construye con ladrillos unidos con barro.

El canal mide 30 cm de ancho, y puede construirse con ladrillo, o mejor aún, con tubo de barro cocido; el primero de estos tubos se coloca en la caja de la base de la chimenea, durante la construcción del cimiento del horno.

Como último paso de la construcción, se compacta el piso del horno. Esta compactación debe hacerse bien, para evitar que al retirar carbón, se desprenda parte del material del suelo (Figura 12). Puede construirse el piso con ladrillo, y aunque esto aumenta el costo, tiene las ventajas de que se facilita la limpieza del horno, el carbón se obtiene limpio, se conserva mejor el calor dentro del horno, y se evita el desgaste del suelo con la descarga. También resulta conveniente instalar una parrilla de hierro sobre la caja de tiro, para evitar que se obstruya con pedazos de carbón o de leña.

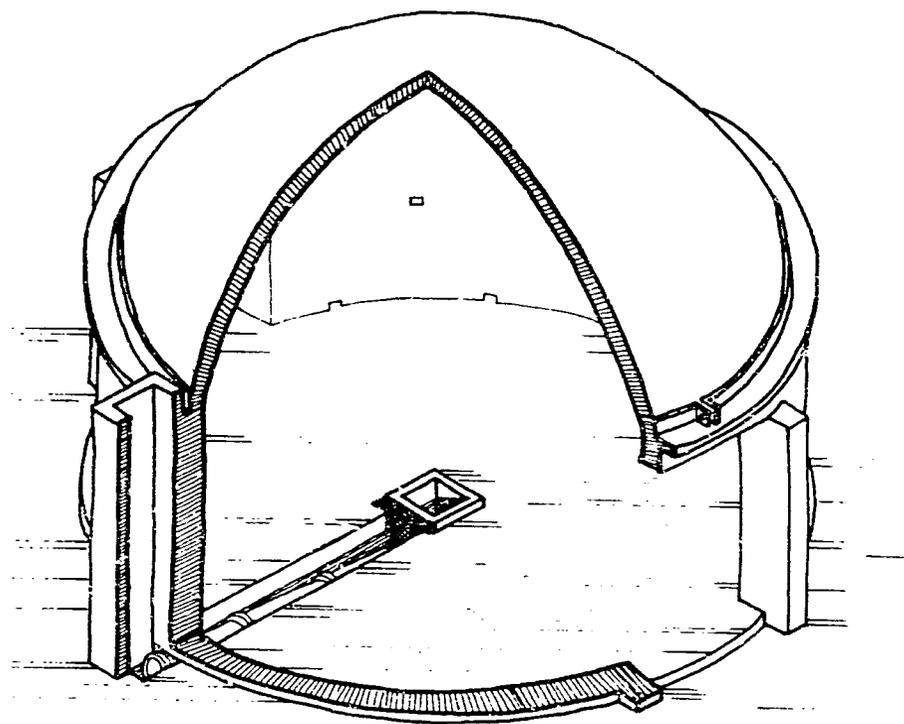


FIGURA 12 CONSTRUCCION DE CAJA DE TIRO.(EL HORNO SE MUESTRA CORTADO)

2.11 LA CHIMENEA Y EL CONDENSADOR

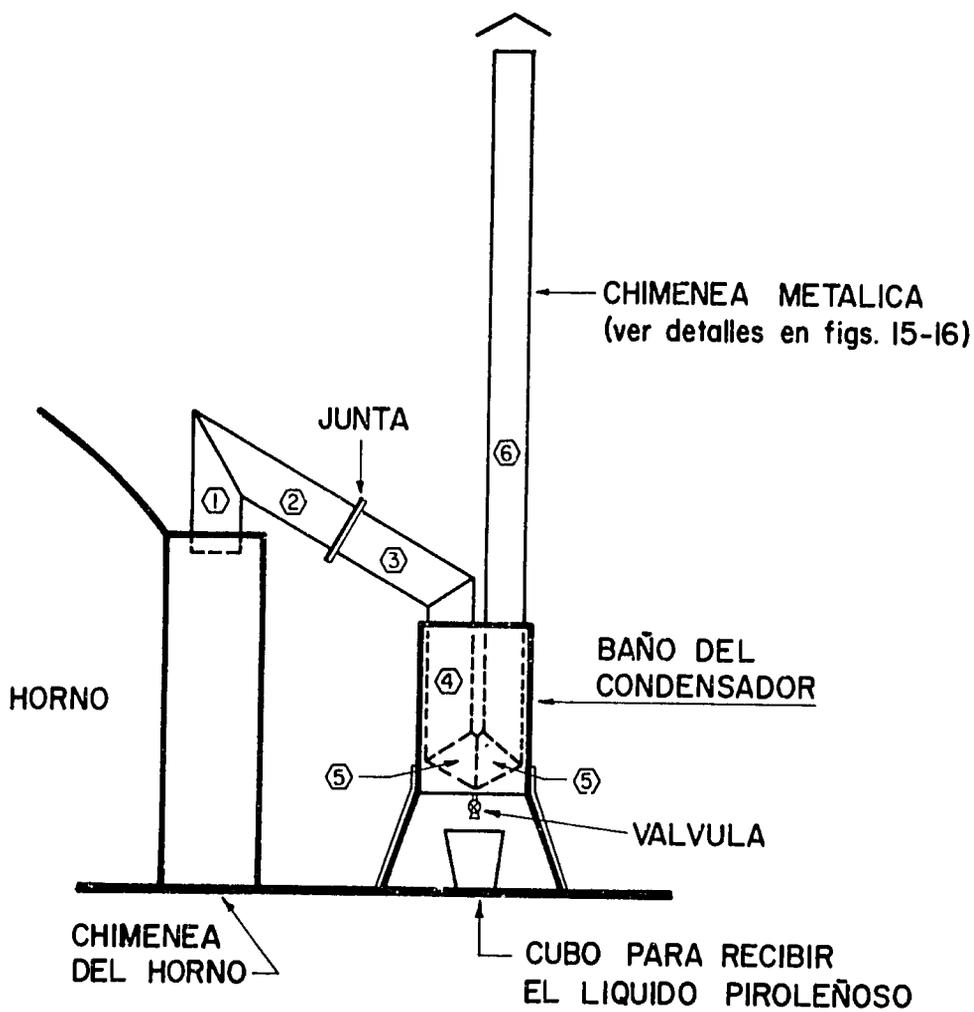
Para que sea posible extraer la mayor parte del humo y recuperar parcialmente los alquitranes y el ácido piroieñoso, se instala una tubería metálica sobre la chimenea (lámina de hierro galvanizado, de 1.6 mm de grueso). Con la misma mezcla que se usó para unir los ladrillos, se sella la junta de la tubería y la chimenea.

Esta tubería se conecta a un sistema de condensación, en la forma que se indica en la Figura 13 y en la Figura 14. El orden de las operaciones de instalación, es el siguiente:

1. Se coloca la primera sección de tubería (piezas numeradas 1 y 2) en la salida de la chimenea del horno.

2. Se marca un punto que quede aproximadamente a una distancia de un metro de la cara exterior de la chimenea. Este punto es el centro del baño del condensador. Se prepara el baño, teniendo cuidado especial de que esté vacío, y de que el empaque de hule que lleva en el fondo esté colocado exactamente en el agujero central. El baño se instala sobre el centro que se ha marcado.

3. Se introduce en el tambor la chimenea metálica (piezas numeradas del 3 al 6) debidamente ensamblada. Durante esta operación, es necesario hacer pasar por el agujero central del fondo del tambor el tubo roscado que tiene la chimenea en su parte baja. Como en ese agujero se ha instalado un empaque, la introducción del tubo debe hacerse con cuidado para evitar dañarlo. A continuación se verifica el plomo de la chimenea, y se corrige si es necesario; luego el conjunto del baño y la chimenea metálica se acerca poco a poco hacia la chimenea del horno hasta hacer coincidir las bocas de las piezas numeradas 2 y 3. Cada una de estas piezas tienen un reborde con agujeros para colocar pernos.



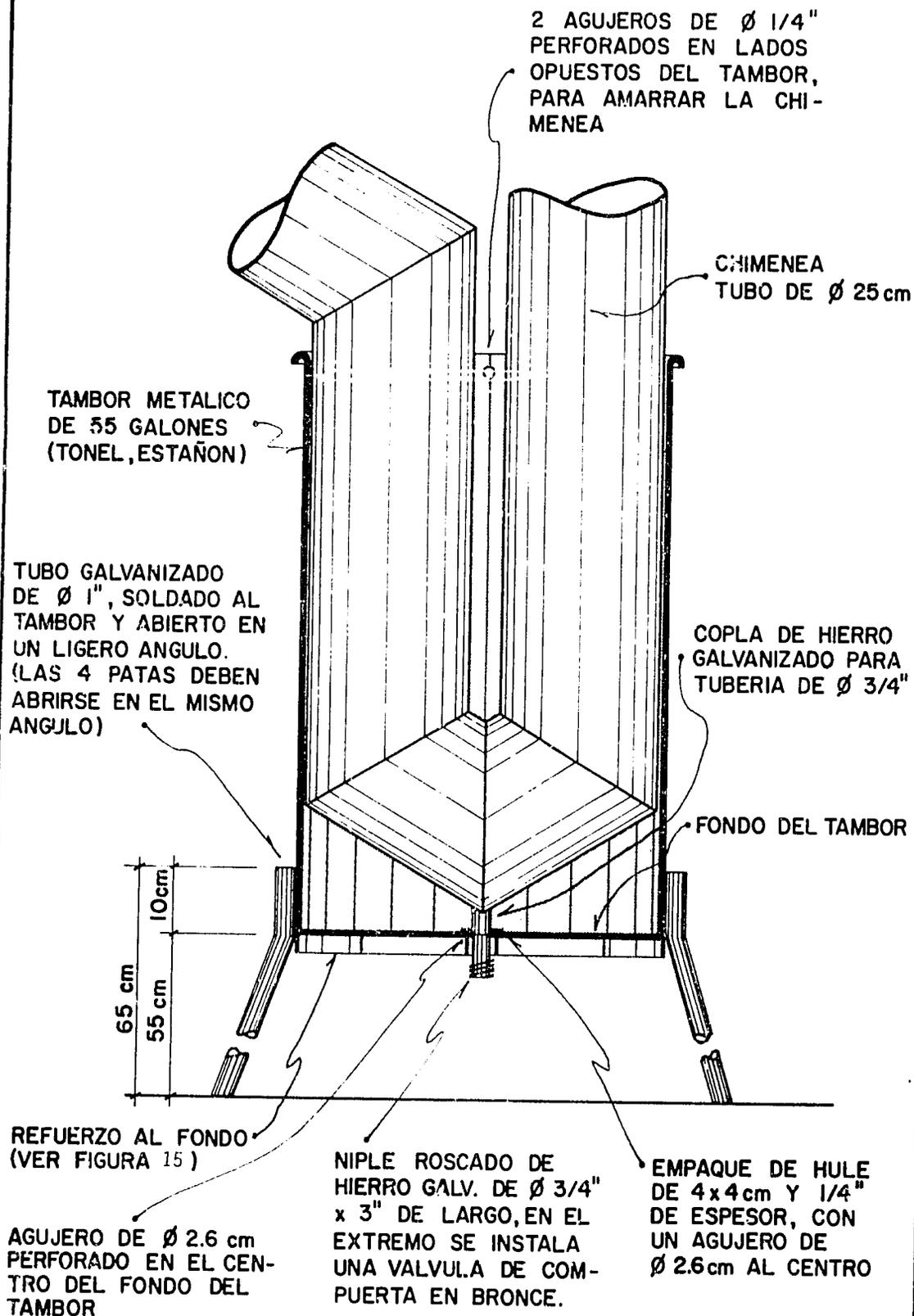
INSTALACION GENERAL
DEL CONDENSADOR Y LA CHIMENEA

4. Se coloca un empaque de asbesto grafitado en la unión de las piezas 2 y 3. A continuación se colocan los pernos en los rebordes de las piezas numeradas 2 y 3, y se aprietan. Luego se corrige el plomo de la chimenea metálica (pieza 6).

5. En la unión de la pieza número 1 y la chimenea del horno se aplica un sello con mezcla de barro. Con alambre, se sujeta la chimenea metálica al tambor utilizando los agujeros que tiene para ese fin.

6. Se hace una prueba de fugas en el tambor para descubrir filtraciones en el empaque de la base; para esto se vierte agua dentro del tambor. Si existiera alguna filtración, debe hacerse el ajuste que resulte necesario.

7. Se instala una válvula de compuerta en el tubo roscado que sobresale del tambor en su parte baja.



fm-dm **DETALLES DEL CONDENSADOR**

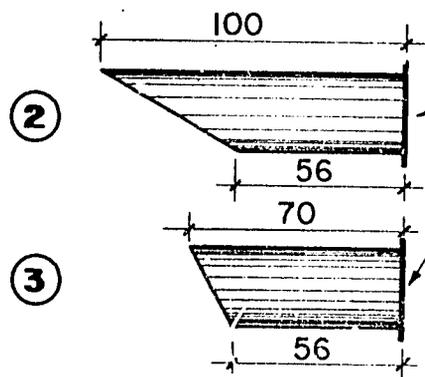
FIGURA 14

2.12 MATERIALES Y HERRAMIENTAS NECESARIOS

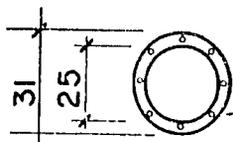
Para construir el horno son necesarios los siguientes materiales:

- 9 000 ladrillos de barro cocido, 7x10x20 cm, o equivalente
- 4 tubos de barro horneado, de 30 cm de diámetro
- 5 metros cúbicos de tierra o arcilla
- 4 piezas curvadas de faja de hierro de 63x6.3 mm (2 1/2" x 1/4"), con sus extremos doblados y un agujero de 9.6 mm (3/8") en cada uno de sus dobleces
- 2 angulares de hierro de 38 mm x 6.3 mm x 6.10 m (1 1/2" x 1/4" x 20')
- 4 pernos con tuerca, de 9.6 mm (3/8") de diámetro y 12 cm (5") de largo
- 1 parrilla de 50 x 50 cm hecha con varilla de acero de 3.2 mm (1/8") de diámetro, con espacios cuadrados de 10 x 10 cm.

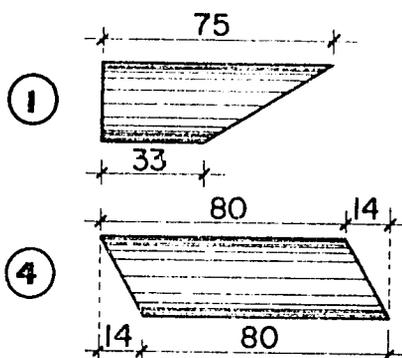
Las herramientas que se necesitan para la construcción, son las que corrientemente emplea un albañil, más una pala y un pico.



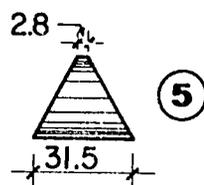
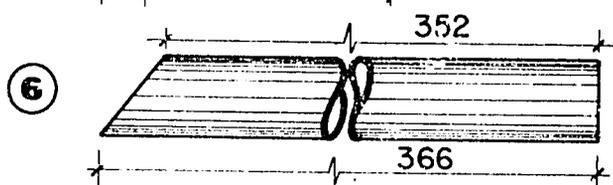
Reborde de lamina de hierro negro de $1/4''$. Estos rebordes se sueldan en los extremos de los tubos cuidando que la posición de los agujeros permita ensamblar según la figura 14. El empaque de asbesto grafitado debe cortarse con misma forma que el reborde.



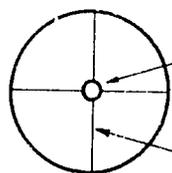
8 agujeros de $1/4''$ de diametro en el reborde.



La tubería se obtiene al enrollar lamina de hierro negro de $1/16''$ de espesor y 77.5 cm de ancho, soldando la union.



DETALLE DEL REFUERZO AL FONDO DEL TAMBOR



Pedazo de tubo de hierro de $1 1/2''$ de diametro

Refuerzo, en tira plana de hierro de $1'' \times 1/8''$, punteado con soldadura al fondo del tambor.

Aro del fondo propio del tambor

NOTA: LAS PIEZAS NUMERADAS DEL 1 AL 6 SE CONSTRUYEN A PARTIR DE UN TUBO QUE SE CORTA SEGUN LAS DIMENSIONES MOSTRADAS.

DETALLES DE LOS CORTES EN TUBERIA PARA CHIMENEA Y CONDENSADOR

FIGURA 15

2.13 MATERIALES PARA CONDENSADOR Y CHIMENEA

Las piezas del condensador deben fabricarse en un taller apropiado, ya que es necesario efectuar operaciones de corte, enrollado y soldadura (Ver Figura 15).

Para fabricar el condensador, se requieren los materiales siguientes, o su equivalente:

- 1 tambor metálico (estañón, tonel) de 54 galones, en buen estado y abierto en uno de sus extremos
- 2 piezas de lámina de hierro negro de 1 200 x 2 400 x 1.6 mm (4' x 8' x 1/16")
- 2.3 kg de electrodo para soldadura (5 libras) de 1/8", acero al carbono
- 1 tubo galvanizado de 1" de diámetro y 6 m de largo
- 1 pieza de faja de hierro negro, de 1 080 x 25 x 3 mm (43" x 1" x 1/8")
- 1 pieza de hule de 6 mm (1/4") de espesor, 4 x 4 cm
- 1 válvula de compuerta, para tubería, de bronce, de 3/4"
- 1 trozo de tubería de hierro galvanizado, ("niple") de 3/4" de diámetro, de 7.5 cm (3") de largo, con rosca en ambos extremos.
- 1 trozo de alambre calibre 16 (1.6 mm) de 1 m de largo, para amarre de la chimenea
- 2 piezas de lámina hierro negro de 6 mm (1/4") de 35 x 35 cm
- 1 pieza asbesto grafitado de 3.2 mm (1/8") de 35 x 35 cm
- 1 sombrero metálico para chimenea, de 50 cm de diámetro
- 1 copla de hierro galvanizado, de 3/4". (Esta copla se suelda en el fondo de la pieza número 5, punto en que previamente se ha perforado un agujero de 2 cm de diámetro).

3. CURA DEL HORNO

La cura del horno consiste en secarlo lentamente. Se puede hacer quemando leña en su interior, antes de cargarlo por primera vez, o bien encendiéndolo lentamente durante las primeras cargas. Debe evitarse el someter al horno fresco a altas temperaturas, porque en caso contrario, se producen fisuras, se dificulta el mantenimiento y se acorta su vida.

4. OPERACION DEL HORNO

Como se indicó en la primera parte de este manual, el horno transforma la leña en carbón por medio del calor producido por la combustión de una parte de la misma leña colocada en él.

Operar este tipo de horno resulta más fácil, en comparación con otros modelos, debido a que tiene sólo una chimenea y a que tiene dos series de orificios en la cúpula y dos series de orificios en la pared; a causa de estas características, resulta muy sencillo controlar el proceso de avance del frente de carbonización.

Las condiciones de la leña que se procesa en el horno tienen mucha importancia para que sea posible lograr un rendimiento adecuado, y obtener un carbón de buena calidad.

Es indispensable que la leña esté seca, ya que en caso contrario, innecesariamente se quema una porción de combustible para secarla. Así, el rendimiento final es bajo. Esto significa que se obtiene menos carbón y que el proceso de horneado requiere más tiempo.

El tamaño de las piezas de leña también tiene efecto sobre el rendimiento. Las piezas con longitudes mayores de 2 metros o con gruesos mayores de 25 cm retrasan el proceso de carbonización y muchas veces no se queman en su totalidad. Además, las piezas grandes son difíciles de manipular.

4.1 CARGADO DEL HORNO

Esta operación es muy importante para lograr un correcto funcionamiento y un rendimiento alto. La leña debe colocarse de manera que se aproveche bien el espacio dentro del horno.

Las siguientes son recomendaciones que contribuyen a un correcto llenado del horno.

- Los trozos más delgados deben colocarse primero, y durante el proceso de llenado, deben colocarse en los espacios que quedan entre las piezas más grandes.
- Las piezas más grandes y gruesas deben colocarse de último, es decir, en la parte superior de la carga, ya que el proceso de carbonización progresa de arriba hacia abajo.
- Debe evitarse dejar huecos o espacios vacíos.
- Al efectuar la carga es necesario tener un cuidado especial de no golpear las paredes ni la cúpula del horno.

4.2 TAPIADO DE PUERTAS Y ENCENDIDO

Cuando ya se ha cargado el horno se tapan las puertas con ladrillos y mezcla de barro; el levantado se hace de medio ladrillo de grueso; para este fin es necesario conservar por lo menos 80 ladrillos de reserva para cada puerta. El tapiado de las puertas aunque resulta ser una labor de rutina, debe hacerse con los mismos cuidados que se tuvieron para la construcción del horno.

En la parte superior de cada puerta es necesario dejar una ventanita, a través de la cual se enciende el horno. Para encender el horno se usa cualquier material fácilmente combustible (papel periódico, hoja rasca, viruta, totalmente secos); este material se mete dentro del horno a través de las ventanitas, y se enciende; cuando el fuego ha progresado suficientemente se tapan las ventanitas de encendido. A partir de esta etapa se inicia el proceso de carbonización.

4.3 PROCESO DE CARBONIZACION

Ya se ha indicado que el proceso de carbonización progresa en el horno, de arriba hacia abajo, y así también tiene que realizar su trabajo el operador.

El volumen y las características del humo que sale por los orificios revelan el avance de la carbonización.

Durante la primera etapa del proceso, la mayor parte del humo saldrá por los orificios de la cúpula, y será de color blanco. Posteriormente su color se tornará amarillento debido al aumento de la temperatura y al desprendimiento de gases y alquitrán. Finalmente la producción de humo disminuirá y su color pasará a ser azulado.

Cuando por algún orificio del horno aparezca humo azulado debe tomarse como un indicio de que el proceso de carbonización ya terminó en ese punto; entonces el orificio debe taparse con ladrillo y barro.

El frente de carbonización no avanza siempre uniformemente por lo que cada orificio se tapa sólo en cuanto se presentan las señales descritas. A través de cada orificio, es posible, además, apreciar la intensidad de calor dentro del horno, ver si hay fuego, o comprobar si ya se produjo el carbón en esa parte.

Es posible, también, comprobar si ya se ha producido la carbonización en el centro del horno, mediante la introducción de una varilla de madera; si al introducirla no se encuentra la resistencia que corresponde a la madera cruda, en esa parte la leña ya está carbonizada, y entonces los orificios correspondientes deben taparse.

Algunas veces se podrá ver que cerca de un orificio hay llamas o brasas juntamente con madera sin carbonizar; esto se debe a la entrada de un exceso de aire, y entonces, es necesario tapar el orificio con ladrillo, pero sin sellarlo con barro. Como consecuencia, el fuego vivo se extingue y la carbonización prosigue en forma normal.

Las operaciones ya descritas se repiten cuando el frente de carbonización desciende hacia la base del horno. En esta fase la emanación de humo será menor y hasta es posible que puedan observarse brasas cerca de los orificios. Conviene sondear el interior del horno con una varilla, y tan pronto como se descubra que la carbonización se ha producido ahí, deben taparse los orificios y considerar ya terminado el proceso de carbonización.

La causa de que el frente de carbonización no avance uniformemente puede ser una de las siguientes:

- A) se ha cargado defectuosamente el horno;
- B) se ha cargado con leños de muy diferentes tamaños;
- C) los leños tienen diferentes grados de humedad;
- D) hay mucho viento o llueve;
- E) la temperatura ambiente es muy alta o muy baja.

Todos estos factores adversos pueden ser contrarrestados mediante una vigilancia constante del horno y el cierre oportuno de los orificios.

El proceso de carbonización, en condiciones normales, se completa en un período que dura de 5 a 6 días.

4.4 PREPARACION DEL CONDENSADOR

Cuando ya se ha iniciado la carbonización, se puede proceder a llenar con agua el baño del condensador; es necesario llenarlo hasta el borde, y luego de esto, revisar que no haya fugas de agua en el fondo del tambor. Por lo menos unas dos veces por día hay que reponer el agua que se haya evaporado del baño.

Directamente debajo de la válvula inferior del condensador debe colocarse un cubo para recoger el ácido piroleñoso condensado que se acumule en el fondo de aquél. Conviene dejar esta válvula ligeramente abierta para que sea posible saber en qué momento ya se inició la acumulación del ácido, lo cual se manifiesta porque se produce un goteo del líquido. Cuando ya ha comenzado la producción de ácido, se cierra la válvula casi por completo, hasta lograr un flujo continuo e impedir así que haya escapes de humo por ella.

Debe evitarse que se acumule mucho líquido dentro del tubo de la chimenea, porque la obstruiría, e impediría el paso del humo. Para esto es necesario que cada cierto tiempo se abra la válvula y se haga salir el líquido que haya en exceso; para el correcto funcionamiento del condensador, basta con conservar lleno el tubito de salida, que, en estas condiciones, sirve de sello para el humo.

El ácido piroleñoso que se recoja en el cubo, se trasvasa a un depósito mayor, que puede ser otro tambor de 54 galones.

4.5 ENFRIAMIENTO DEL CARBON

Cuando ya ha terminado la carbonización, se inicia el proceso de enfriamiento, sin intervención humana. El enfriamiento dura entre 5 y 6 días si las condiciones atmosféricas son normales; algunas condiciones anómalas del clima pueden retrasar o acelerar el enfriamiento.

Hay una precaución que el operador debe tomar para tener garantía de que el enfriamiento sea normal; luego de que haya cerrado el último orificio de entrada de aire, deberá asegurarse de que no queden fisuras por las que pase aire al interior del horno.

4.6 DESCARGA DEL HORNO

Conviene descargar el horno cuanto antes sea posible, para poder cargarlo pronto de nuevo. Sin embargo, debe esperarse a que la temperatura interior haya descendido suficientemente; la temperatura más adecuada para efectuar esta operación es de 60°C, la cual permite que una persona pueda permanecer en el interior del horno. Un operador experimentado puede saber en qué momento la temperatura es adecuada, con sólo tocar la cara exterior de la pared.

Antes de abrir las puertas es necesario colocar cerca de ellas una provisión adecuada de agua que puede resultar necesaria si el carbón se incendia a causa del aire que entra al abrir el horno. El carbón encendido desprende un olor característico, que una persona experimentada puede reconocer fácilmente al sólo abrir una pequeña sección de la puerta. Si el operador descubre que hay fuego, debe abrir la puerta de inmediato, y extinguirlo echando agua directamente sobre él.

MANTENIMIENTO

Se puede aumentar la vida útil del horno y lograr una operación óptima si se tienen algunos cuidados sencillos.

Periódicamente debe aplicarse a la pared exterior y a la cúpula un revestimiento de barro, para tapar o sellar las fisuras que se producen durante la carbonización. Esto es muy importante ya que tales fisuras permiten la entrada de aire que perjudica el enfriamiento del horno.

Con el tiempo, y luego de la aplicación sucesiva de varios revestimientos, la capa de barro se hace muy gruesa; en este caso, conviene removerla totalmente y colocar un revestimiento nuevo directamente sobre la pared. Debe trabajarse con especial cuidado en los batientes de las puertas y en los orificios de entrada de aire, ya que el desgaste que sufren estas partes del horno es muy severo.

En la cara interior del horno, no es necesario aplicar ningún revestimiento porque durante el proceso de carbonización se deposita sobre ella una capa de alquitrán que sella las fisuras.

Es necesario limpiar bien la caja de tiro cada vez que se descarga el horno.

El interior de la chimenea debe inspeccionarse periódicamente; en caso de que se haya acumulado mucho hollín en él, hay que rasparlo y retirarlo por la base de la chimenea.

Las piezas que forman el condensador y la chimenea metálica necesitan un mantenimiento minucioso. Cada cuatro hornadas la tubería metálica que va colocada en el interior del tambor (piezas 3, 4 y 6) deben retirarse y someterse a una limpieza con agua y detergente, para eliminar los depósitos de ácido piroleñoso que hubiere.

Cada dos meses, o cada ocho hornadas, deberán limpiarse los depósitos de alquitrán acumulados en esas tuberías; para esto es necesario remojar con aguarrás el interior de la tubería, y luego raspar suavemente con una tira metálica (4 metros de largo) hasta remover todas las incrustaciones; se necesitan cuatro litros de aguarrás para cada operación de limpieza.

Cada vez que se remueva la tubería debe examinarse el estado del empaque de hule colocado en el fondo del tambor, y cambiarlo si fuera necesario. Asimismo es indispensable asegurarse de que no hay fugas de agua en ese punto, y de que los rebordes y el empaque de la unión de las piezas numeradas 2 y 3, queden bien ajustados.

Para asegurar un funcionamiento correcto y continuo, la válvula para el ácido piroleñoso debe ser limpiada con aguarrás cada dos hornadas.

6. REFERENCIAS

1. Salazar Villalobos, Rodrigo. Notas sobre construcción de horno de superficie y comunicaciones personales, 1983, 1984.
2. OLADE y Ministerio de Energía y Minas de Guatemala. "I Curso sobre carbón vegetal para Centroamérica". Guatemala, 1983.
3. Volunteers in Technical Assistance, VITA. "The Charcoal guide book". August 1982.
4. Diseños del ICAITI.