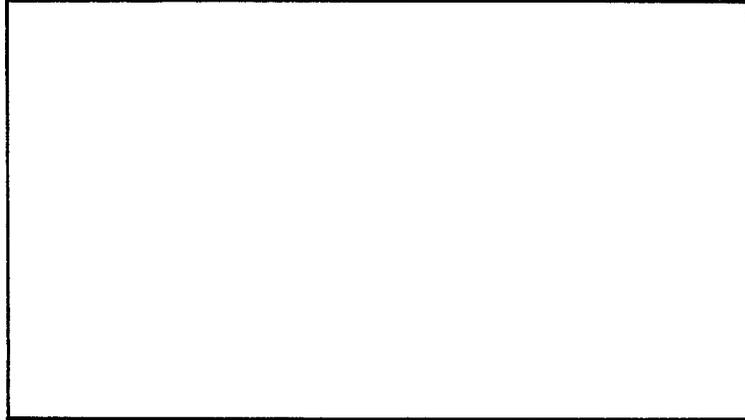


PN-ABJ-881  
74552



**PROGRAMA DE DESARROLLO DE MADERA COMO COMBUSTIBLE**  
Ejecutado bajo Acuerdo con la  
Comision Nacional de Política Energética



**INSTITUTO SUPERIOR DE AGRICULTURA**  
Apartado 166 Santiago, Republica Dominicana

PN-ABJ-881

ISA-BOLETÍN DE DIVULGACIÓN No. 2

74552

CONSTRUCCION Y OPERACION  
DE HORNO DE LADRILLO  
PARA PRODUCCION DE CARBON VEGETAL

VÍCTOR RODRÍGUEZ  
LOWESKI LUCIANO

ENERO 1986

PROGRAMA DE DESARROLLO DE MADERA COMO COMBUSTIBLE

Ejecutado por el Instituto Superior de Agricultura como  
encargado de la Comisión Nacional de Política Energética (COENER)  
y apoyado por la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID)

## INDICE

	<u>Página</u>
I. INTRODUCCION . . . . .	1
II. HORNO MEDIA NARANJA . . . . .	1
Materiales para la construcción . . . . .	1
Construcción . . . . .	2
Mantenimiento y Operación . . . . .	3
Figuras 1 y 2 . . . . .	4
Figura 3 . . . . .	5
III. HORNO DE BARRANCO . . . . .	6
Materiales para la construcción . . . . .	6
Figura 4 . . . . .	7
Construcción . . . . .	8
Figuras 5 y 6 . . . . .	9
Figura 7 . . . . .	10
Mantenimiento . . . . .	11
IV. HORNO DE SUPERFICIE . . . . .	12
Materiales para la construcción . . . . .	12
Figura 8 . . . . .	13
Construcción . . . . .	14
Figuras 9 y 10 . . . . .	15
Figuras 11 y 12 . . . . .	16
Figura 13 . . . . .	17
Mantenimiento y Operación . . . . .	18
Reglas A y B . . . . .	20
V BIBLIOGRAFIA . . . . .	21

1

## CONSTRUCCION Y OPERACION DE HORNO DE LADRILLO PARA PRODUCCION DE CARBON VEGETAL

Víctor Rodríguez  
Loweski Luciano

### INTRODUCCION

Los tres tipos de hornos a describir son el resultado de la experiencia adquirida por nosotros en la construcción de dos ejemplares de cada tipo de horno en el área de conversión en Mao, Valverde, así como en el Plan Sierra, San José de las Matas. Experiencia que también fue consolidada con un curso realizado en Brasil, país donde esta tecnología ha sido bien desarrollada y explotada con gran éxito

Cada uno de estos hornos funcionan basados en el principio de carbonización por corriente descendente, y aunque no difieren mucho sus parámetros de rendimiento, de funcionamiento y operación, tienen entre sí, características diferentes, tanto de forma como de volumen y producción

### HORNO MEDIA NARANJA

Este horno posee un cuerpo completamente de ladrillos, los cuales se pegan con barro. Su forma es semiesférica, de un diámetro interno de tres metros en la parte inferior interna y altura máxima interna de 2.30 metros. La característica principal en el horno media naranja es la ausencia de chimenea, función que se realiza por medio de una serie de orificios, distribuidos de forma regular por toda su superficie, tal como puede apreciarse en la Figura 1

Para la construcción de este horno, se debe elegir un lugar con las siguientes condiciones

- Seco y plano
- Terreno firme con condiciones de drenaje de agua lluvia
- Terreno de fácil acceso para transporte
- Disponibilidad de agua
- Ventilado (para el escape de humo sin dificultad)

### Materiales para la construcción

En la construcción de un horno media naranja con las dimensiones antes señaladas, se requieren los siguientes materiales

- 3,000 ladrillos rústicos o prensados (20 x 10 x 5 cm)
- 2 m<sup>3</sup> de barro y arena

El barro y la arena se utilizan para pegar los ladrillos, con los cuales se forma el cuerpo o la estructura del horno con la solidez requerida. Generalmente se recomienda el uso de arena en la mezcla de pegar los ladrillos para

contrarestar las deformaciones o grietas que ocurren cuando se usa barro solamente. La mezcla de barro y arena da buen resultado, siempre que se usen en las proporciones debidas. Como la proporción de mezcla siempre dependerá de la característica del barro que se utilice, se recomienda primero hacer un reconocimiento técnico para determinar la calidad del barro disponible y verificar la proporción y cantidad exacta a utilizar en la construcción. Los ladrillos pueden ser rústicos o prensados de dimensión de 20 x 10 x 5 cm.

Por razones económicas y técnicas, estos materiales deben cumplir las siguientes condiciones:

- Fáciles de conseguir para disminuir tiempo y distancia
- Simples y sólidos
- Resistentes al calor para mayor durabilidad

Para ahorrar labor de mantenimiento, evitar entrada de aire fuera de control, así como para conseguir una estructura más sólida, se requiere que el grosor de la mezcla al pegar los ladrillos sea el mínimo posible.

### Construcción

La construcción se inicia con la nivelación del terreno y la demarcación del área para la base del horno. Para construir la base se hace un canal circular con un diámetro interno de 3.0 m, 20 cm de ancho y 20 cm de profundidad. Luego se pegan los ladrillos desde el fondo del canal hasta poner una hilera sobre la superficie del terreno. Después, el piso interno es nivelado y apisonado hasta el nivel de la última hilera.

Luego, pasamos a la formación de la parte cilíndrica o camisa de fuerza. Esta lleva en cuenta el espacio correspondiente a la puerta, así como los orificios inferiores de entrada de aire. El ancho de esta parte es igual a la base.

Para la construcción de la parte cilíndrica se utiliza una regla de precisión hecha en madera, que colocada (fija) en el centro en una varilla o estaca se vaya girando proporcionando que las hileras queden colocadas en forma circular con un diámetro fijo de tres metros. A medida que se pone una hilera, la parte del centro de la regla se coloca sobre un ladrillo, de tal modo que la regla quede horizontal y asegurarse que la pared quede de forma cilíndrica uniforme (ver detalles en la página 20, Fig. 14 A).

La puerta tiene la forma que se aprecia en la Figura 1, con un ancho de 60 cm en la parte cilíndrica y luego se estrecha paulatinamente hasta cerrar de forma aguda a una altura de 1.60 m. Aunque la puerta tiene como función principal permitir la entrada de leña y la descarga del carbón, ésta hace la vez de válvula de escape en caso de aumento de la presión interna del horno. La parte superior, que es la parte curva del horno, es construida con hilera de un ladrillo a lo largo de la circunferencia. En la construcción de la parte superior, la regla se extiende un centímetro por cada hilera con lo cual se forma una semiesfera cerrando en la parte superior, característica del horno media naranja.

Como este tipo de horno no posee chimenea, la entrada de aire y salida de gases caliente ocurren a través de tres hilera de orificios, distribuidas desde el piso a la parte superior del horno. Los primeros, en número de 12 orificios, están localizados en la primera hilera de ladrillos de la parte cilíndrica y están distribuidos de la forma que muestran las Figuras 1, 2 y 3

Los orificios intermedios en número de 10 están localizados en la hilera número 19 a partir del piso y distribuidos en la forma que muestran las Figuras 1, 2 y 3

Los orificios superiores son siete en total. Pueden ser localizados desde la hilera 36 hasta la 40, intercalados de acuerdo a como se aprecia en la Figura 3. El tamaño de todos los orificios es de más o menos 10 x 5 centímetros, correspondiente al área transversal de un ladrillo con lo cual se facilita el control utilizando un ladrillo por cada orificio en el cierre, apertura o control de la carbonización. Partiendo de que los materiales estén preparados para el trabajo, un albañil con un ayudante pueden hacer un horno en 50 horas de labor efectiva

#### Mantenimiento y Operación

Después de concluida la construcción del horno, es conveniente revestir la superficie externa e interna del horno. Para esto basta empañetar con una capa de mezcla fina que impida la entrada de aire y dificulte el desarrollo de grietas que normalmente aparecen durante las carbonizaciones

La operación del proceso se inicia con la carga de leña bien colocada, primero se coloca la leña de forma vertical tratando de ocupar al máximo todo el espacio útil dentro del horno. Luego de cargado el horno, procedemos a cerrar el espacio de la puerta, operación ésta que hacemos colocando ladrillos sobre ladrillos (sin mezcla). Para impedir la entrada de aire por la puerta, sellamos los ladrillos por la parte externa únicamente. Así tendremos una puerta fácil de abrir, reutilizando los mismos ladrillos por mucho tiempo

Al mismo tiempo, al ser la puerta la parte más débil de toda la estructura, hace la vez de válvula de escape, protegiendo el cuerpo del horno en caso de eventualidades como alta presión, explosiones, etc

Para el inicio de combustión o carbonización se introducen brasas o pequeños trozos de madera encendidos. Luego que quema parte de la leña, al cabo de más o menos 15 minutos, se cierra la puerta totalmente dando inicio a la etapa de carbonización

Tomando en consideración que en toda carbonización la combustión ocurre de arriba hacia abajo, los orificios de control superiores serán los primeros en cerrarse. Este control puede hacerse visualmente, para ello basta con ver el color del humo que sale. En el inicio de la carbonización el humo es un poco blanco y pesado y con el tiempo se torna azulado casi transparente, lo que quiere decir que esta área ya está carbonizada y debe ser cerrada inmediatamente. El proceso continúa cerrando en orden descendente los orificios por hileras

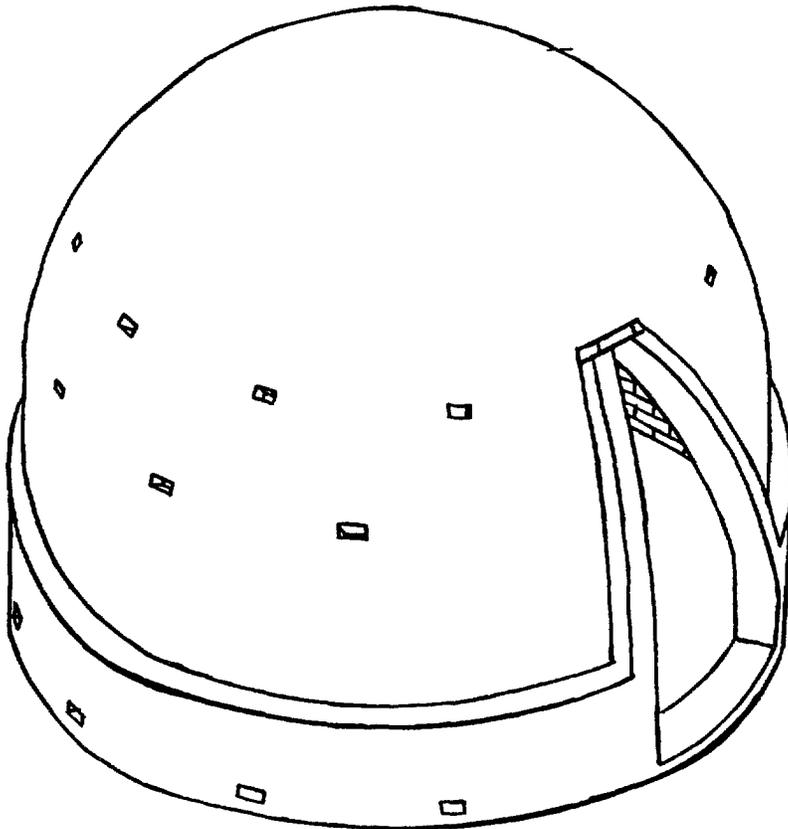


Fig 1 Vista general del horno media naranja

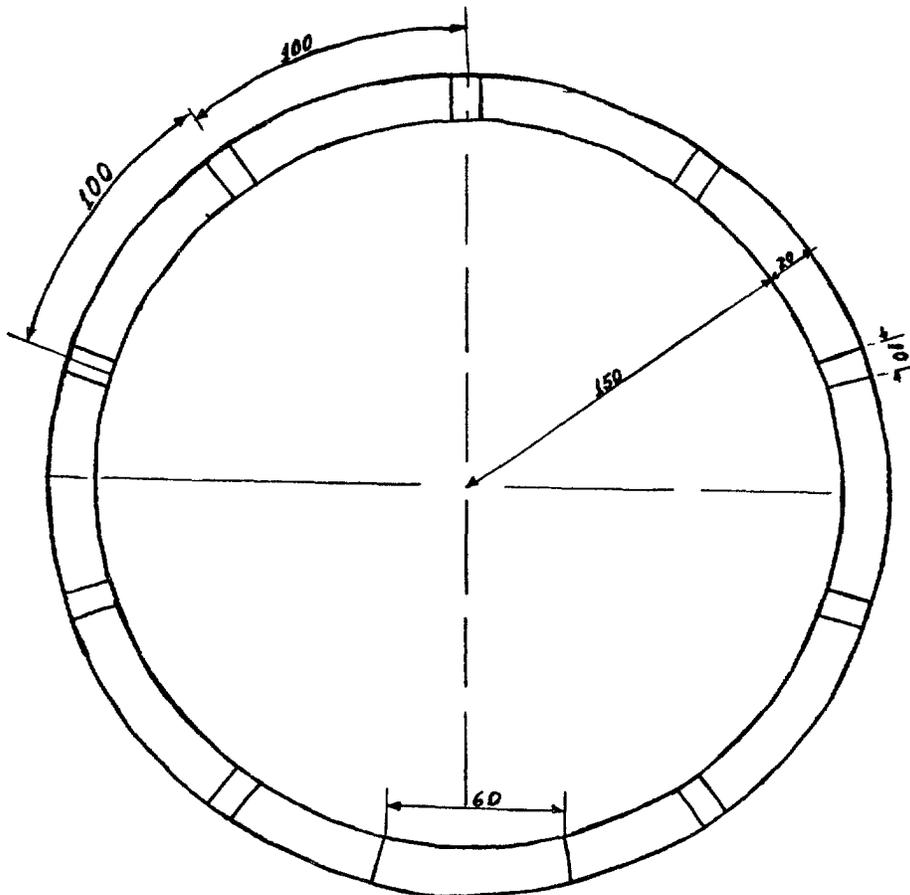


Fig 2 Medidas básicas para la construcción del horno media naranja

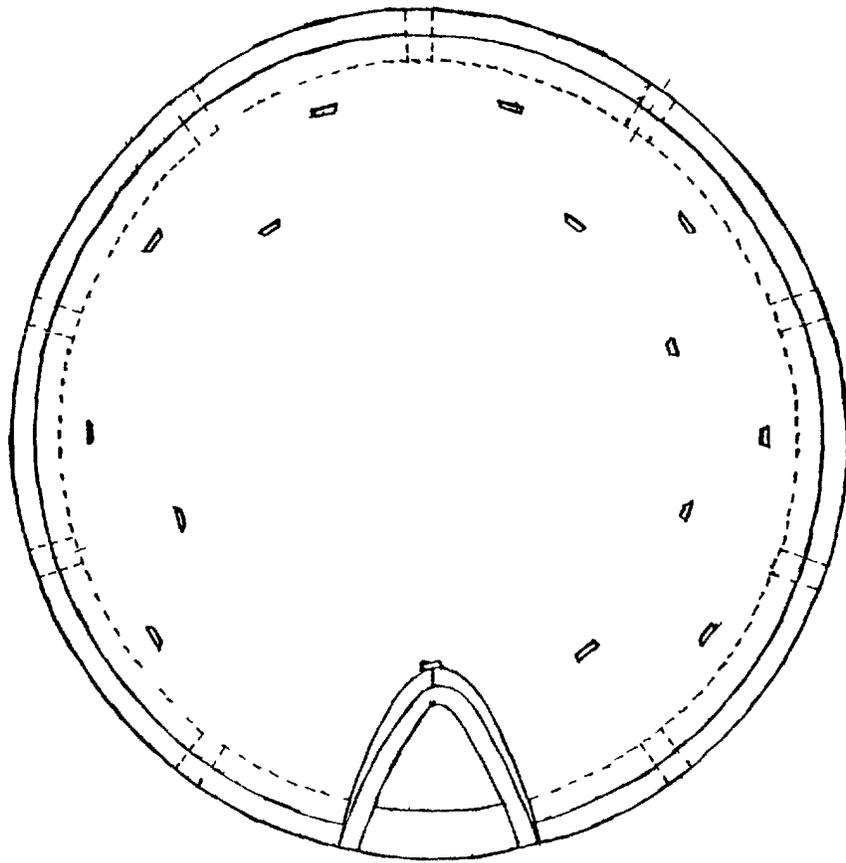


Fig 3 Vista superior del horno media naranja

Como la carbonización no ocurre necesariamente de forma pareja u homogénea, los orificios de una hilera podrían cerrarse en tiempo diferente atendiendo únicamente la característica de humo de cada orificio en particular.

De esta misma forma, puede asegurarse el control de los orificios intermedios e inferiores, siempre en orden descendente cerrando en el tiempo prudente. Después de concluida la carbonización se cierran los orificios inferiores y se tapan bien los demás orificios, haciendo una revisión completa por toda la superficie del horno para impedir la entrada de aire al interior durante el período de enfriamiento.

El tiempo de enfriamiento es variable, la experiencia propia nos indica que podemos abrir en un período de dos y medio a tres días (60-72 horas) siempre y cuando se evite totalmente la entrada de aire. Esto puede ser apreciado mediante contactos directos con la mano en la superficie del horno, considerando que si la temperatura en la superficie externa es menor de 50°C quiere decir que está listo para abrir y retirar el carbón

Para retirar el carbón basta con quitar los ladrillos de la puerta que no están pegados, sino simplemente sellado para facilitar esta actividad. El retiro del carbón puede ser manual, con palas u otras herramientas apropiadas.

#### HORNO DE BARRANCO

El horno de barranco, de unos 25 m<sup>3</sup> de volumen nominal, se diseña para aprovechar cierto desnivel natural o artificial del terreno. La Figura 4 muestra el aspecto general de este horno

El horno de barranco tiene buena perspectiva de difusión por la simplicidad de construcción, por su bajo costo por unidad de volumen y sobre todo por la operación y control.

El horno que aquí describimos posee tres chimeneas laterales y seis respiradores de fondo (entrada de aire) La parte superior en forma de semiesfera, se encuentra sobre la superficie del terreno y el cuerpo cilíndrico está formado por la pared del terreno (hoyo) excavado para este fin de acuerdo a la Figura 4.

Las dimensiones generales son

- Diámetro 4 0 metros, altura parte cilíndrica 1 40 metro
- Altura semiesfera 1 20 metro

#### Materiales para la construcción

Para la construcción de un horno con las dimensiones que describimos, se requieren los siguientes materiales

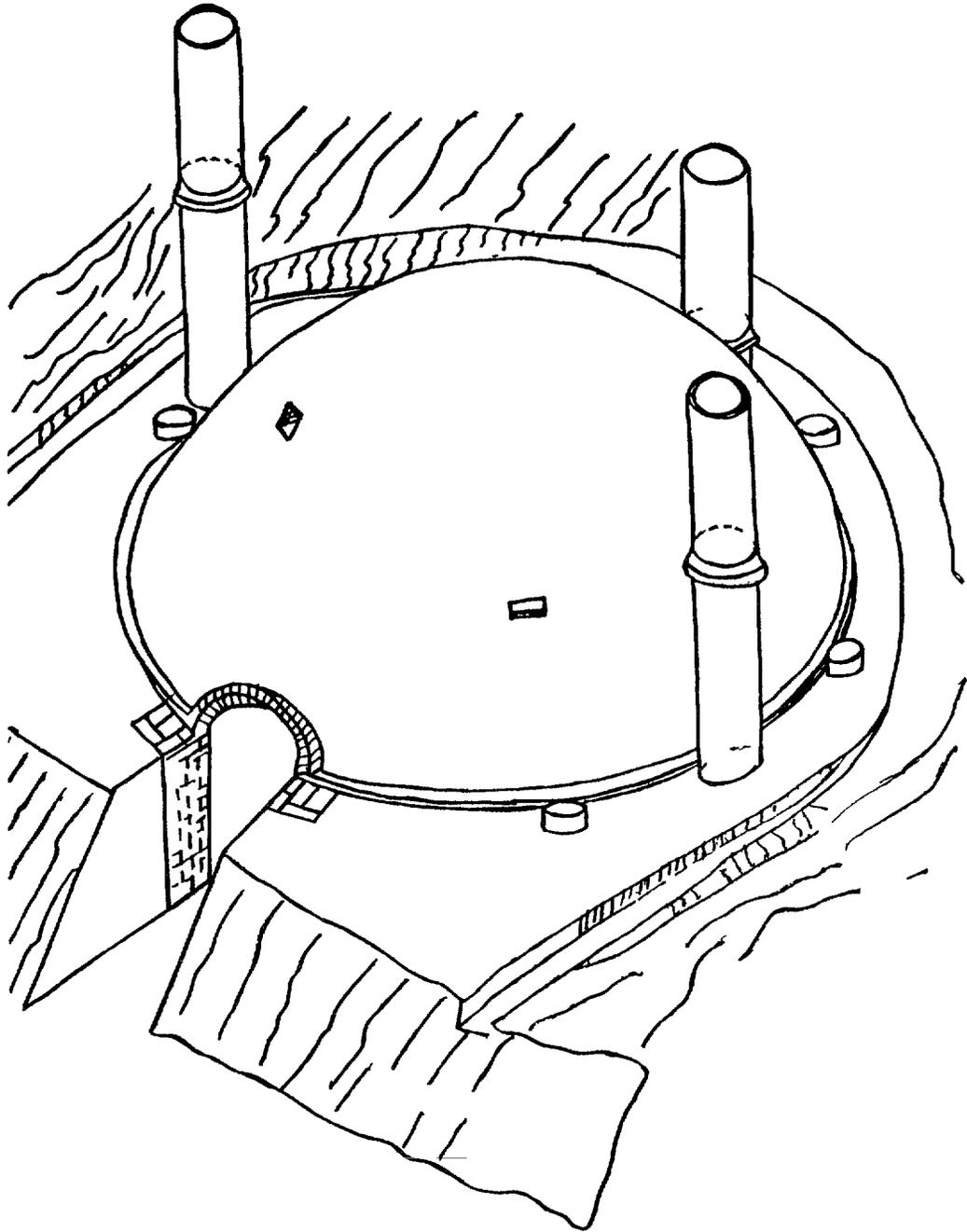


Fig 4 Vista general del horno de barranco

- 3,000 ladrillos 20 x 10 x 5 cm\*
- 2 m<sup>3</sup> de barro y arena
- 12 tubos de barro de 15 cm de diámetro (6 pulgadas)
- 12 tubos de barro de 10 cm de diámetro (4 pulgadas)

La cantidad de barro y arena siempre será variable, ya que la calidad del barro que se utilice determinará con precisión la proporción de uno y otro en la mezcla.

### Construcción

Como toda construcción, siempre se inicia escogiendo el local, en este sentido la existencia de un barranco en terreno preferiblemente firme y con desnivel de 1.6 m aproximadamente, para la aplicación aproximada de las dimensiones señaladas (Figura 5)

Continuamos con la excavación del hoyo de 4.0 metros de diámetro y 1.40 m de profundidad. En la dirección de la parte plana baja (frente del terreno) estará ubicada la puerta. La puerta nos permite la carga y la descarga de leña durante las carbonizaciones.

El área frontal del horno debe ser de fácil acceso para el transporte, espacioso para almacenamiento de leña y carbón. Después de hecho el hoyo procedemos a marcar el espacio de la puerta, chimenea y entrada de aire. Las dimensiones y localización de componentes están ilustrados en las Figuras 6 y 7.

Cuando el terreno es firme no se hace necesario revestir la pared cilíndrica con ladrillos. En este caso, utilizamos ladrillos solamente en la superficie superior. En regiones de suelo arenoso poco firme, su pared debe ser revestida, lógicamente en este caso aumenta el uso de ladrillos, eliminando una de las ventajas del horno de barranco.

Para el levantamiento de la chimenea y entrada de aire se utilizan tubos de barro de alfarería de 6" y 4" respectivamente. La altura de las chimeneas deben ser unos 60-80 cm más alto que la altura máxima de la semiesfera. La entrada de aire debe levantar unos 12-20 cm por encima del nivel del terreno en la base de la cúpula (Figura 4).

---

\*Cuando se hace necesario el uso de ladrillos en la pared por falta de firmeza de la tierra. Si por el contrario no se usan ladrillos para revestir la pared puede construirse con 2,600 ladrillos.

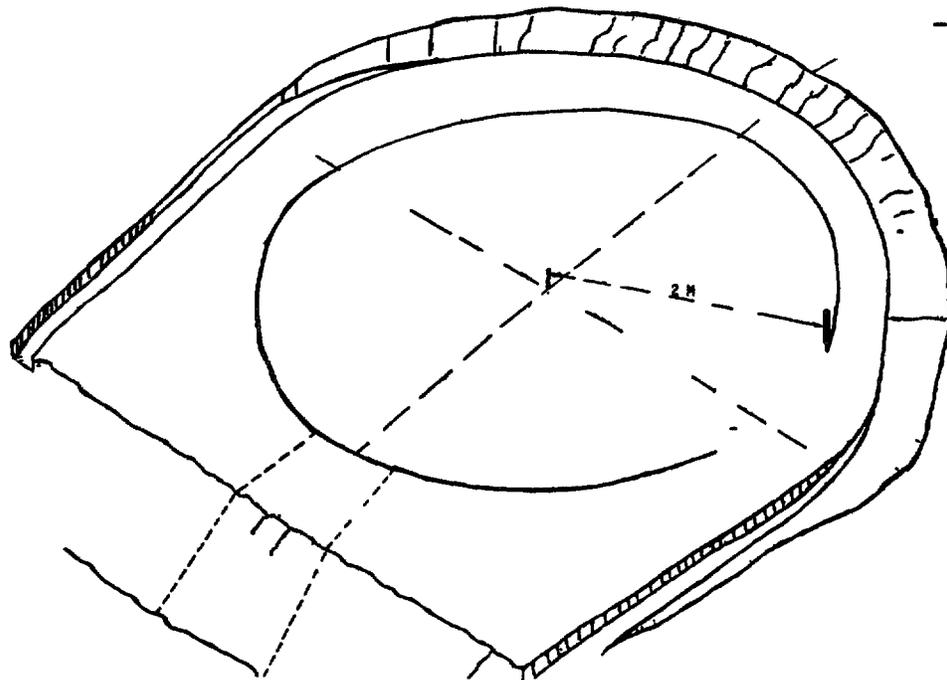


Fig 5. Nivelación y marcación del horno de barranco

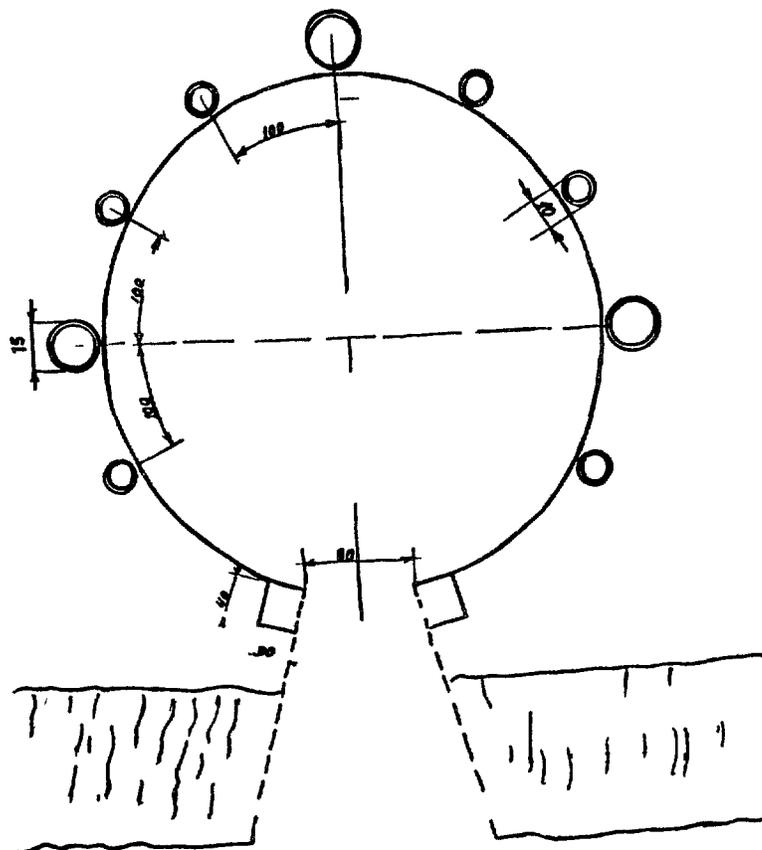


Fig. 6. Ubicación y dimensiones de chimenea y entrada de aire, del horno de barranco

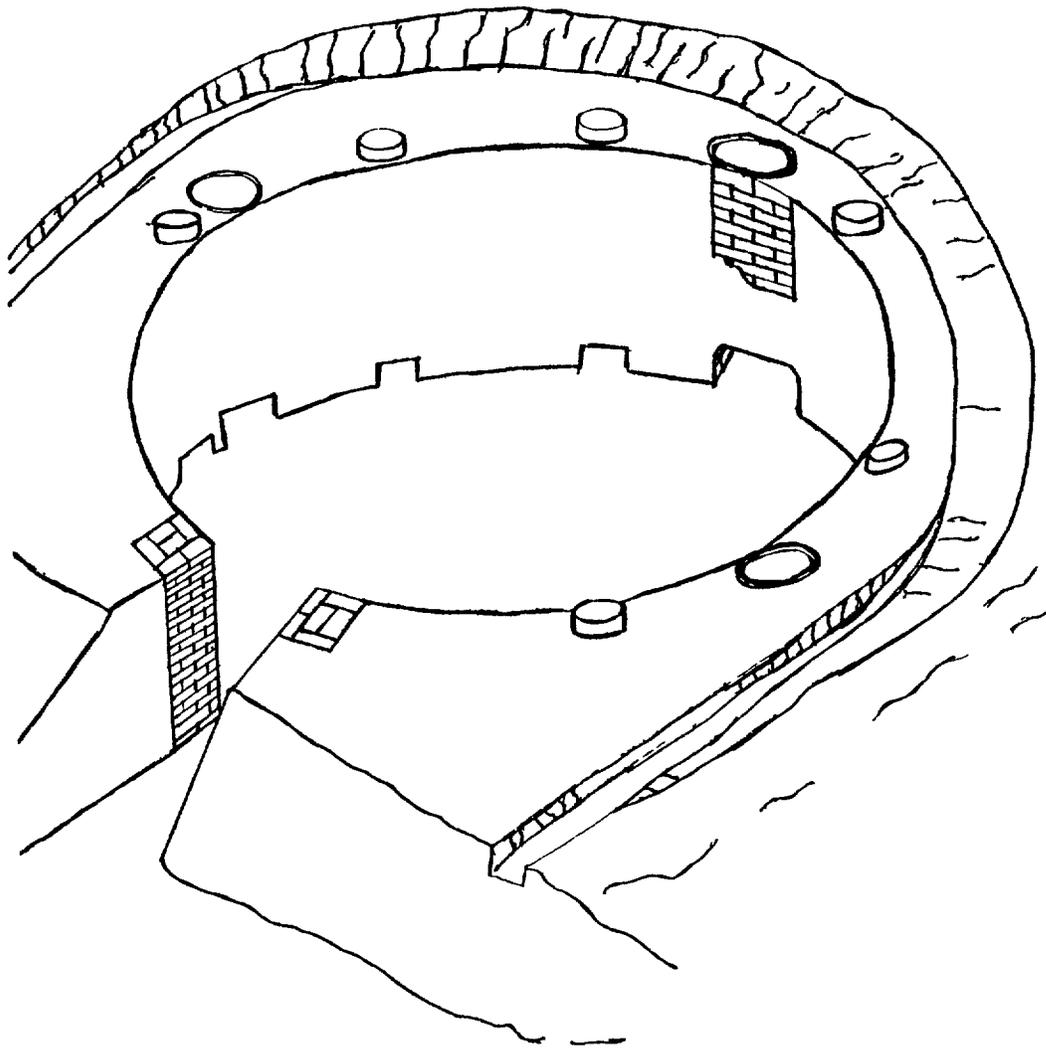


Fig 7 Horno de barranco visto por dentro sin la cúpula

La parte semiesférica de este horno es la parte superior que empieza con la fijación de la primera hilera de ladrillos en el borde del barranco. La posición de esta primera hilera es inclinada, para lo cual se utiliza una regla fija con longitud equivalente a la distancia del centro del piso del horno a la cara interna de la primera hilera colocada. Todas las hileras siguientes tendrán la inclinación orientada por la regla que se gira alrededor del punto fijo en el centro del piso. La regla a utilizar podría tener la configuración que muestra la Figura 14.

Para la colocación de ladrillos, al igual que el horno media naranja, la cantidad de mezcla (barro y arena) debe ser la menor posible y la proporción también de mezcla sería igual para cualquiera de las observaciones hechas para el horno anterior.

En la superficie de la parte superior se deja una hilera de orificios de 10 x 5 cm intercalados con las entradas de aire. Estos, en número de seis, tienen por misión permitir mayor ventilación en el inicio de carbonización, sobre todo para la carbonización de la madera colocadas en la parte superior del horno. Estos orificios son construidos en la hilera número 15 de la cúpula (Figura 4).

Una parte muy importante en esta etapa es la formación del arco de la puerta, cuya construcción es auxiliada, ya sea por un molde de madera o una base que no permita que se deforme la estructura durante el período de construcción. La puerta en este horno, funciona de igual manera que el horno media naranja antes descrito. Es necesario para concluir la construcción de un horno de barranco, un albañil y un ayudante por 45 a 50 horas de trabajo efectivo, siempre que los materiales estén disponibles y el hoyo esté excavado por completo.

#### Mantenimiento y operación

En el horno de barranco, el mantenimiento y la operación es mucho más simple que el horno media naranja. Esto se debe a que en este horno solamente la parte superior se encuentra al aire libre, por estar gran parte de su cuerpo protegido bajo tierra. El mantenimiento consiste únicamente en empañetar con barro la parte superior y la puerta, haciéndose ésto de igual manera que en el horno media naranja.

La operación se inicia de forma semejante a la del horno media naranja hasta controlar completamente los orificios de la parte superior. Luego el control continúa por medio de las tres chimeneas y las seis entradas de aire, control que se realiza solamente por medio de la cantidad de humo que sale por las chimeneas. Si cerramos o abrimos las entradas de aire, podríamos reducir o acelerar el proceso de carbonización. Cuando el humo se torna azul transparente y poco denso en algunas de las chimeneas, pueden cerrarse las entradas de aire más próximas a la chimenea determinada. Como las carbonizaciones generalmente ocurren de forma irregular, no siempre se cierran todas las chimeneas de forma simultánea, por tanto, cada chimenea solamente se cierra cuando se determina que su área de influencia está carbonizada, de acuerdo al color

del humo. También puede determinarse observando las entradas de aire, cuando en el fondo de éstas hay brasas o incandescencia es señal clara de que el área está carbonizada y debe ser cerrada. Cuando todas las entradas de aire y las chimeneas han sido cerradas, es conveniente observar toda la superficie del horno y verificar que no hayan grietas que posibiliten entrada de aire, pues en esta fase comienza el enfriamiento. Este se hace más rápido en la medida en que el operador mantenga el horno lo más hermético posible, impidiendo la entrada de oxígeno al interior del horno.

Luego que se considere que el horno esté lo suficientemente frío, se procede a la descarga del carbón de la misma forma que el horno media naranja.

Para el inicio de una nueva carbonización deben ser limpiados los conductos de las chimeneas y las entradas de aire, así como el interior del horno en general, de igual forma revisamos toda la superficie y curamos donde haya cualquier grieta.

En todo caso, para la operación eficiente de este horno, las personas que estén trabajando en este tipo de operación deben ser previamente adiestradas.

#### HORNO DE SUPERFICIE

El horno de superficie consiste en un cuerpo cilíndrico y la parte superior en forma semiesférica o cúpula y una chimenea lateral de tiro central. Posee dos puertas que se utilizan para la carga de leña y descarga de carbón. Su aspecto está mostrado en la Figura 8. Este horno tiene un diámetro de 5.0 metros, la parte cilíndrica con altura de 1.80 metros y la altura de la cúpula de 1.30 metros, para un volumen nominal de 46 m<sup>3</sup>.

Para la construcción de este horno deben tomarse en cuenta las siguientes condiciones físicas:

- Un terreno plano y amplio para fácil manejo de leña y carbón
- Un terreno firme y de buenas condiciones para drenaje de agua lluvia o de otro origen
- Un terreno de fácil acceso para transporte liviano o pesado
- Disponibilidad de agua

#### Materiales para la construcción

Para la construcción de un horno de superficie se necesitan los siguientes materiales:

- 8,500 ladrillos rústicos o prensados
- Nueve tubos de barro de 0.65 metros de largo y 15 cm de diámetro (5' diámetro interno)
- 4 m<sup>3</sup> de arena y barro
- 17.30 metros de planchuela de 1/8"
- Seis tornillos con tuerca de 1/8" x 3"
- 6 angulares de 1/4" x 1.40 m
- Una parrilla fuerte

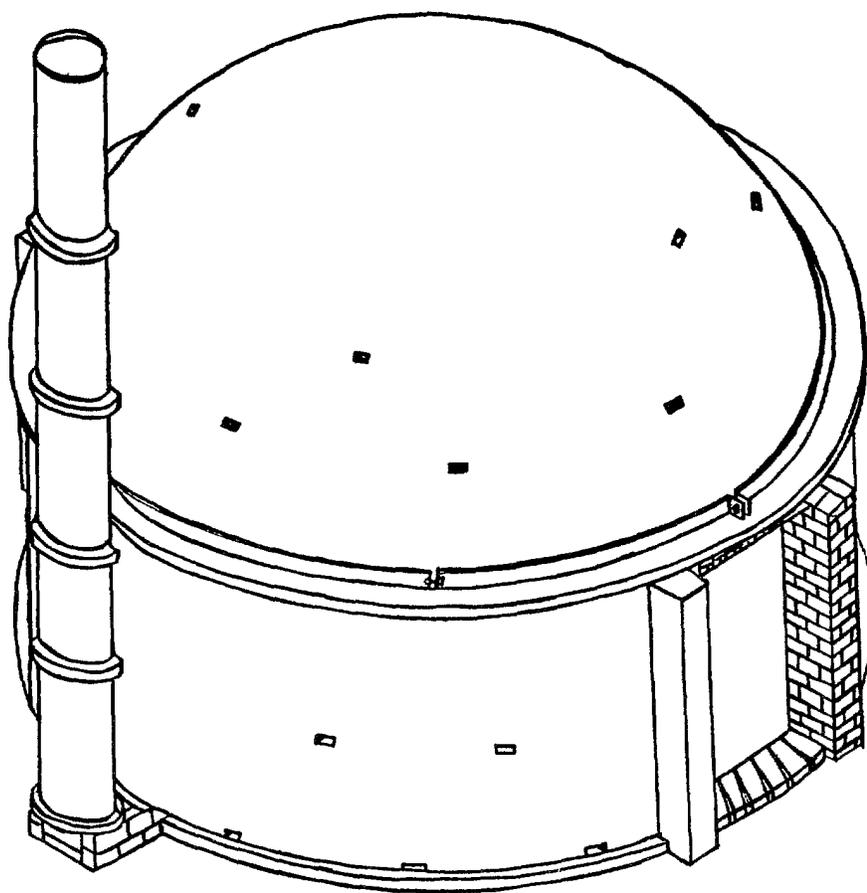


Fig 8 Vista general de un horno de superficie

### Construcción

La construcción se inicia con el marcado en el terreno de las líneas para la base del horno, conforme a las medidas mostradas en la Figura 9

Se marcan los espacios para las dos puertas de un metro de ancho y diametralmente opuestas, las columnas de ambas puertas y la base del horno. Aunque en el centro del horno lleva un registro que conecta con la chimenea lateral, no debe marcarse ni excavar el registro. Pues para la construcción de la pared y la cúpula se utiliza una regla de precisión la cual es apoyada en el centro del piso. Por esto, puede ser más conveniente cavar el registro luego de la construcción del cuerpo del horno.

La base del horno será construida poniendo bajo la superficie una o dos hileras de ladrillos (15 ladrillos de ancho) hasta subir una hilera más sobre la superficie del terreno y luego el piso se nivela a la altura de la última hilera de la base.

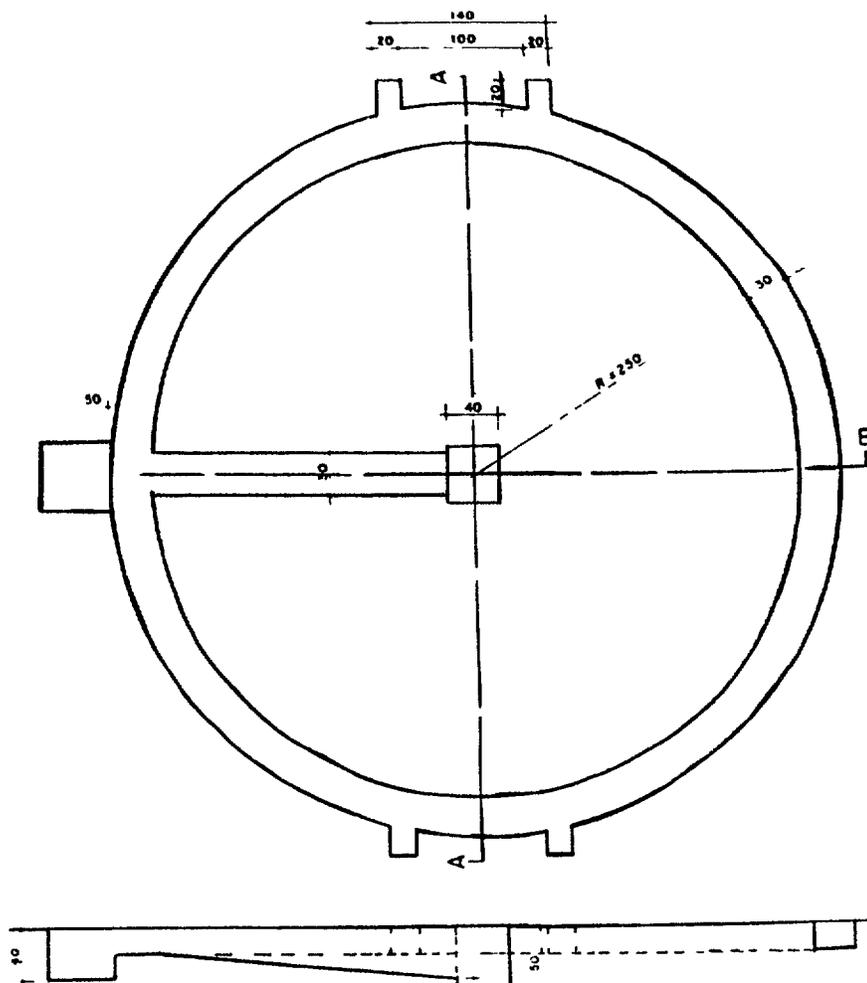
Como se muestra en la Figura 10, la pared cilíndrica tiene un espesor cerca de 20 cm y una altura de 1.80 metros. Una regla de precisión de 2.50 metros (el radio del horno) se gira horizontalmente desde un punto fijo en el centro del horno y funciona de guía en la construcción de las paredes.

Al levantar las paredes, se dejan las aperturas de las puertas y se construyen sus columnas (Figura 11). En la primera hilera se dejan los espacios para las entradas de aire necesario para carbonización. Estos orificios con dimensiones correspondiente a la sección transversal de un ladrillo están distribuidos en número de 10, conforme a las Figuras 12 y 13.

Luego en la hilera número 15 se distribuyen con la misma función e intercalados, 10 orificios con las mismas dimensiones que las anteriores. Cuando la pared ha alcanzado 1.60 metros de altura se deben colocar los angulares (de puente) sobre las puertas y apoyado sobre las dos columnas. Los angulares se utilizan de soporte y limitan la puerta en la parte superior. Permitiendo en lo adelante la continuación de la pared en círculo completo (Figuras 10 y 11). En total se colocan tres barras de angulares paralelas y de un largo aproximado de 1.40 metros por cada puerta.

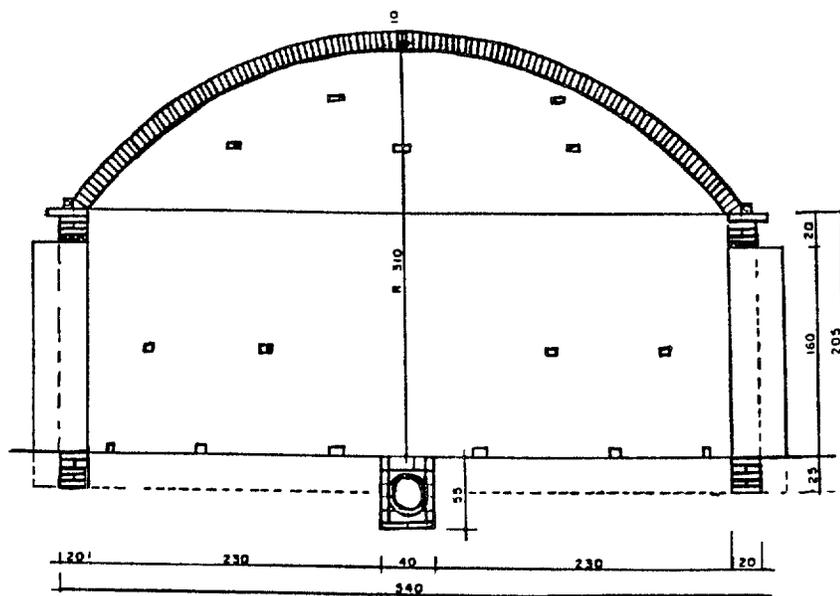
La altura total de la pared cilíndrica será de 1.80 metros y la última hilera de ladrillos deberá ser bien nivelada. Esta hilera debe tener un ancho de 30 cm con lo cual se forma una pestaña o saliente que protegerá las paredes del horno contra la erosión que puede provocar el agua de lluvia.

La primera hilera en la construcción de la parte superior (cúpula) debe ser ajustada cortando el borde interno sobre la última hilera de la pared (Figura 12). Como guía en la construcción de la cúpula se utiliza una regla de un largo aproximado a los 3.10 metros, que es la distancia entre el centro del piso a las caras internas de la primera hilera de la cúpula. Esta regla puede ser apreciada en la Figura 11 y en la Figura 14 B. Todas las hileras siguientes son inclinadas de acuerdo a la inclinación de la regla que aumenta su inclinación a medida que levanta.



CORTE "BB" Sección de base

Fig 9 Dimensiones del horno de superficie



CORTE AA

Fig 10 Corte transversal del horno de superficie

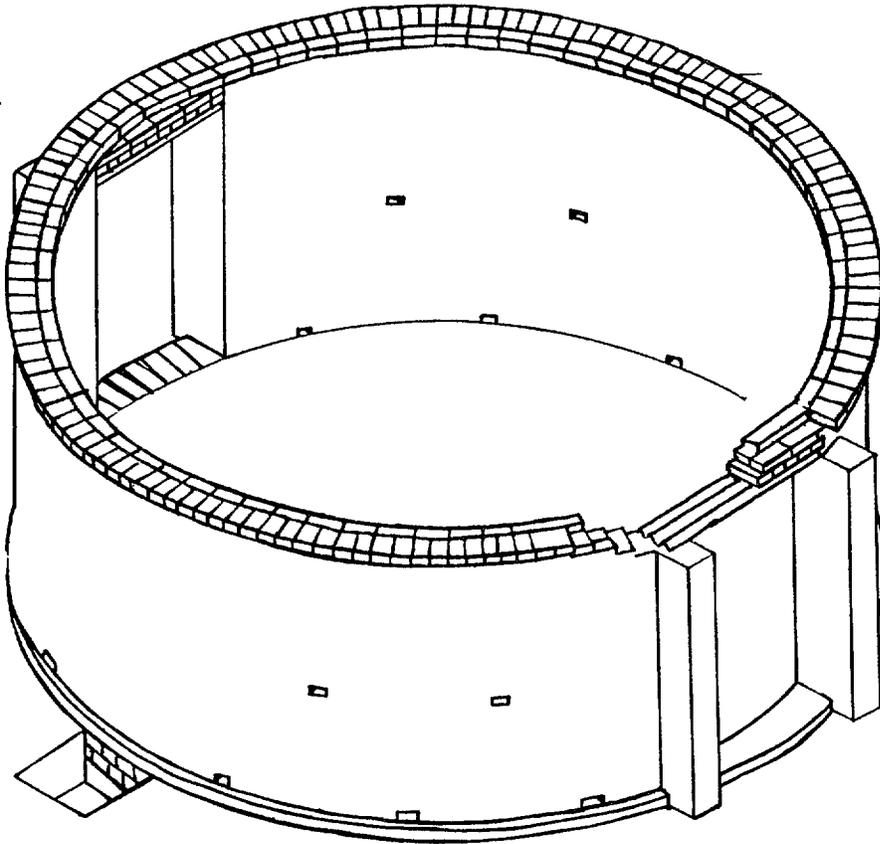


Fig 11 Sección cilíndrica del horno de superficie

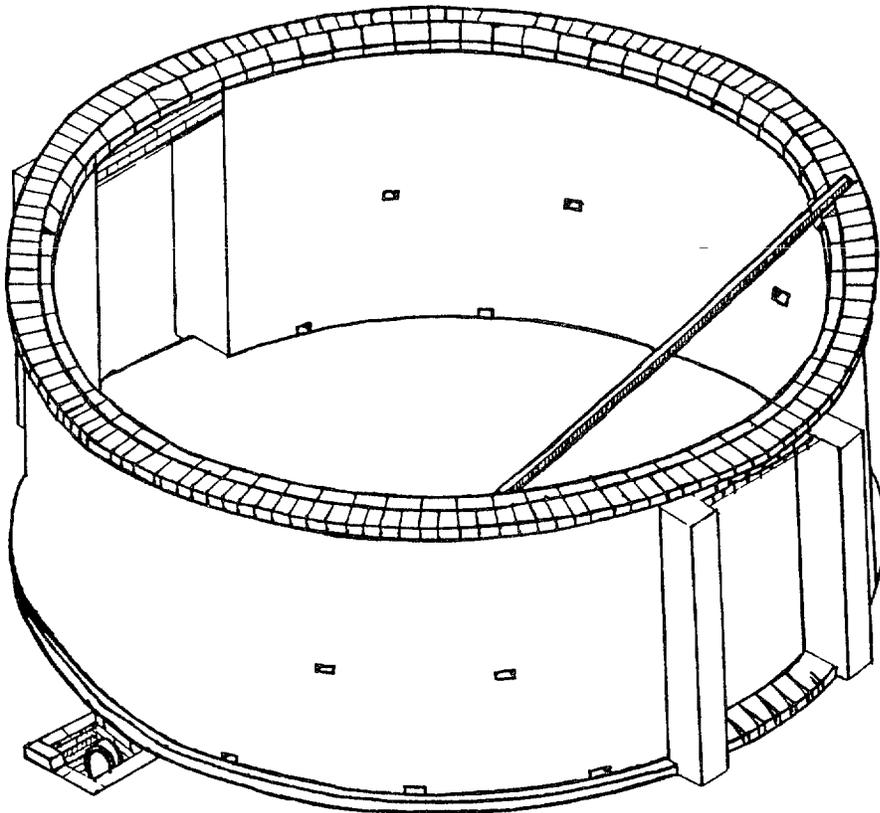


Fig 12 Inicio de construcción de la cúpula del horno de superficie  
Detalle de posición y funcionamiento de reglas de construcción de la cúpula

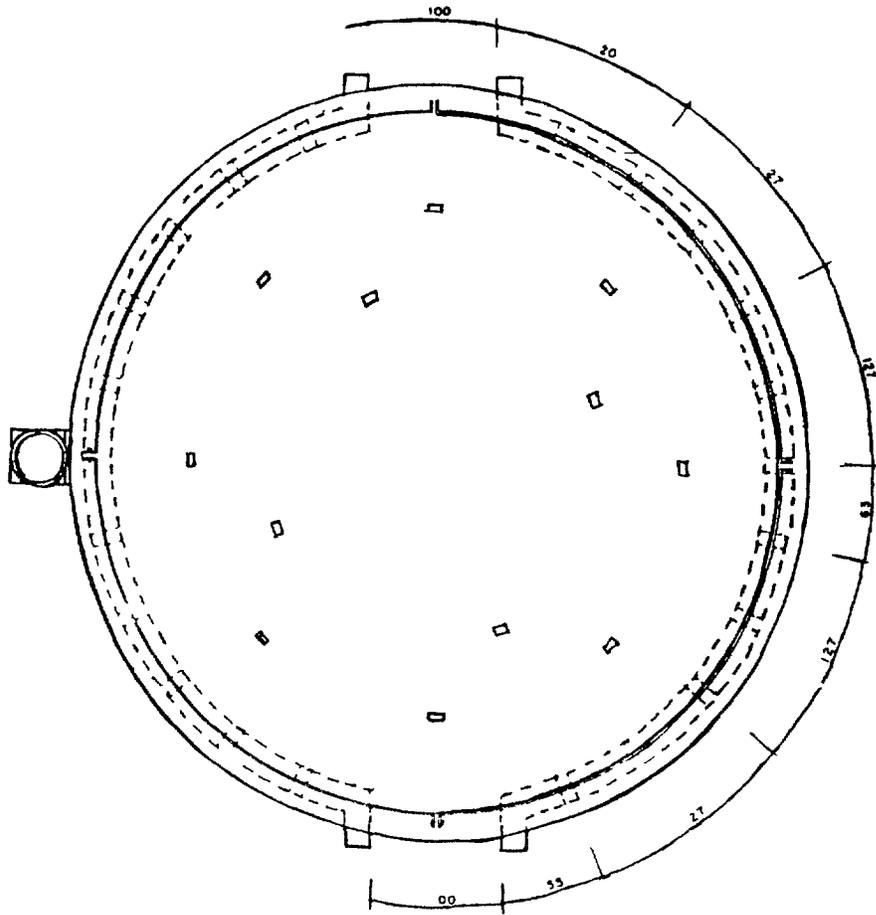


Fig 13 Vista superior de horno de superficie, detalles de localización de entrada y salida de aire

Para dar mayor seguridad a la cúpula utilizamos una planchuela metálica que funciona como un cinturón o abrasadera alrededor del parámetro de la primera hilera de la cúpula (Figuras 8 y 10).

Luego de pegada cuatro o cinco hileras, se ajusta la planchuela. Como la planchuela está dividida en cinco o cuatro partes y unidas con tornillos, conviene apretar de forma homogénea, ésto es, cada tornillo por igual. Concluida la cúpula, procedemos a ajustar por completo todos los tornillos. Como se aprecia en la Figura 13, en la superficie superior se dejan dos series de orificios con las mismas dimensiones que los orificios de la pared cilíndrica. La primera serie tiene 10 orificios y están distribuidos en la hilera número 14 de la cúpula y la segunda serie y última está compuesta por cuatro orificios localizados en la hilera número 27.

Tanto los orificios en la cúpula como los orificios en la pared tienen la función de permitir la entrada de aire y salida de gases durante el proceso de carbonización. Durante el funcionamiento deben ser controlados y cerrado dependiendo del estado de carbonización en las áreas de influencia de cada uno de los orificios

Para asegurar una construcción sólida, tanto en la pared como en la cúpula, los ladrillos deben pegarse con el mínimo de mezcla, lo cual también disminuye los trabajos de mantenimiento y vigilancia durante la carbonización.

Luego de construido el cuerpo del horno, se empieza a excavar el registro de la chimenea en el centro del piso. Este registro se conecta por medio de tubos hasta la parte exterior lateral preferible a 90° del centro de las puertas

En el lugar donde sale el tubo del centro se forma otro registro (exterior) y luego sube la chimenea de cinco tubos, más o menos a la altura de la cúpula (Figura 8). La función de esta chimenea consiste en succionar aire y gases con los que hace llegar el oxígeno necesario para que se carbonice la madera que se encuentra en el centro del horno. Para la construcción de este horno se requieren unas 80 horas efectivas de labor de un albañil con un ayudante, siempre que el área esté limpia y los materiales disponibles en el sitio.

### Mantenimiento y Operación

Después de cada carbonización, en estos hornos se exige cierto mantenimiento, para lo cual conviene limpiar la chimenea y verificar si durante las carbonizaciones no surgieron grietas, las cuales deben ser curadas, tanto por la parte de afuera como interna. En general deben tomarse todas las medidas sugeridas para los hornos descritos anteriormente en este manual.

En cuanto a la operación de este horno, el proceso es idéntico a lo descrito anteriormente, ésto es, llenado o cargado de leña, cerrado de las puertas, encendido, control de carbonización, enfriamiento y retirada del carbón. Como el volumen del horno de superficie es mayor que el de los otros, es natural que todas las etapas del proceso se hacen más prolongadas y requieren de mayor esfuerzo. En condiciones óptimas el proceso completo en este horno, requiere de 9 a 10 días para el ciclo de producción de carbón.

La parte más importante para la conducción de la carbonización, lo constituye el control de las entradas de aire. Un buen control favorece una carbonización uniforme y completa, con poco tizos, poca ceniza y un buen mantenimiento.

Cuando la carbonización toca su fin, deja de salir humo o sale muy poco y transparente. En este caso se cierra el horno parcial o total de acuerdo a verificaciones periódicas. En algunos casos puede ser utilizada una vara fina que introducida por los orificios determinaría si un área está o no carbonizada. En los casos en que queda madera cruda, generalmente la vara no penetra, cosa ésta que evidencia la presencia de madera no carbonizada.

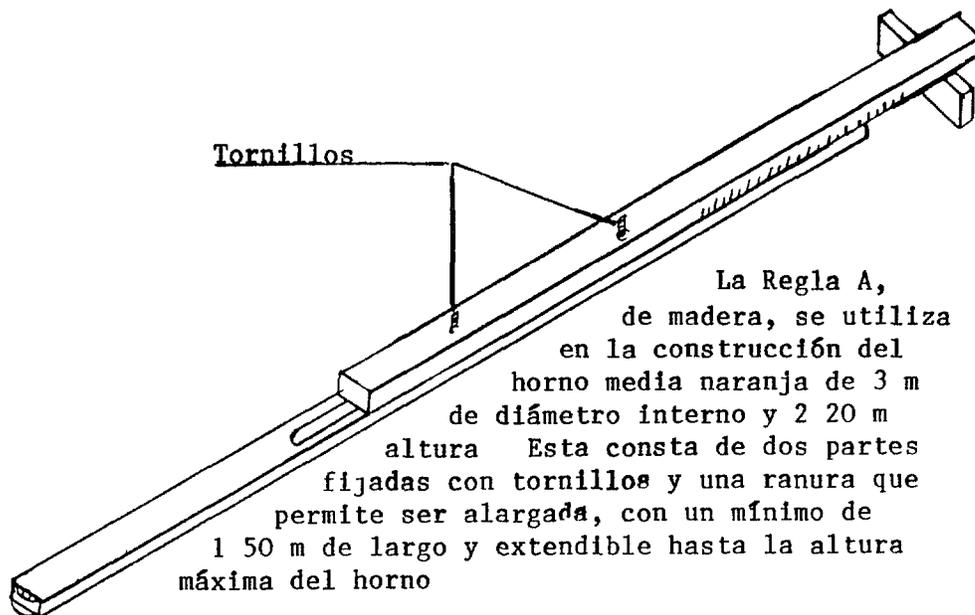
Concluida la carbonización, se procede a cerrar totalmente el horno. Debe cerrarse lo más hermético posible para evitar la entrada de oxígeno y de este modo entramos a la etapa de enfriamiento. Este período podría prolongarse de 70 a 90 horas en condiciones normales.

En todo caso, conviene hacer algunos chequeos y verificar que no hayan surgido grietas donde podría entrar aire e influir en el enfriamiento. En este caso deben ser sellados y eliminados todos los puntos por donde pueda penetrar aire.

Para el secado del carbón el procedimiento es igual a las recomendaciones descritas para los hornos media naranja y barranco. Abrimos las puertas, retiramos el carbón, de acuerdo a las necesidades pueden utilizarse las dos puertas para el retiro del carbón.

Las reglas para la construcción de los hornos permiten hacer un horno de la forma regular. La construcción de éstos son iguales y más exactos independientemente del constructor

Regla A



Regla B

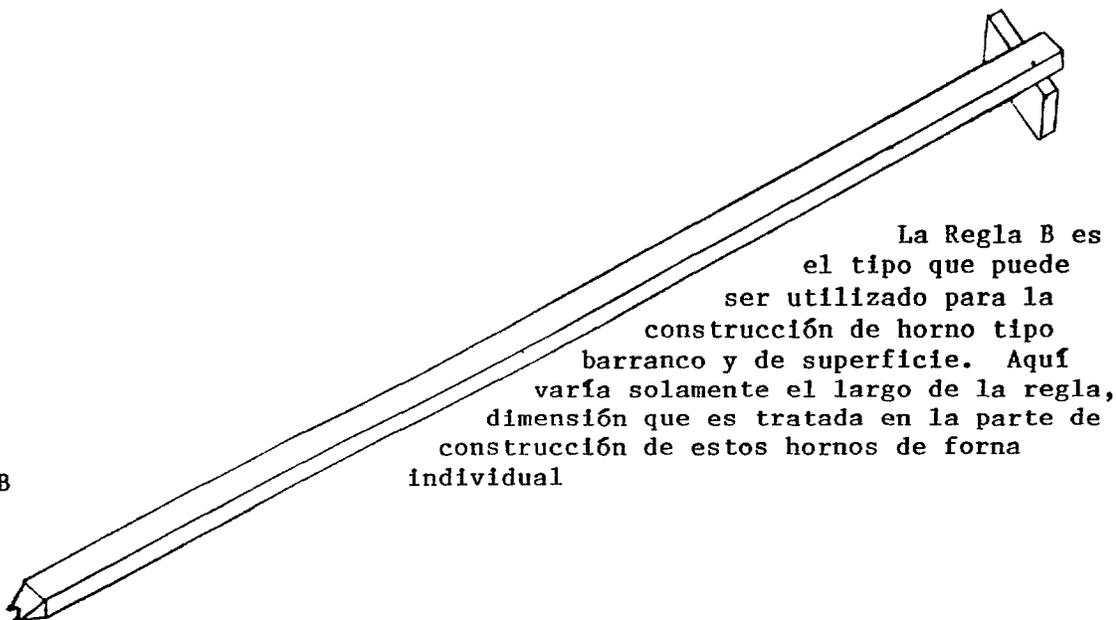


Figura 14. Tipos de reglas a utilizar en la construcción de hornos de ladrillos.

BIBLIOGRAFIA

1. Gerencia Regional do Vale do Rio Doce 1984. Curso de carbonización. Acesita, Brasil Forestal ACESITA S/A.
2. Earl, D E. 1975. Informe sobre el carbón vegetal. Roma Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
3. CETEC. 1982. Manual de construcción y operación de hornos de carbonización Belo Horizonte Fundación Centro Tecnológico de Minas Gerais/CETEC.
4. FAO. 1983. Métodos simples para fabricar carbón vegetal. Roma Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.