

Construcción y manejo de hornos de ladrillo para fabricar carbón

Transferencia de tecnología es... *ganar mejor*



GOBIERNO FEDERAL

SEMARNAT

EJEMPLAR GRATUITO
PROHIBIDA SU VENTA



www.conafor.gob.mx



PAQUETE TECNOLÓGICO
**Manual de construcción y
manejo de hornos
de ladrillo para fabricar carbón**

Revisión y validación

Ing. Héctor Antonio Morales Contreras

Dir. Centro de formación forestal - CONAFOR
Cd. Guzmán, Jalisco.

CONAFOR

Comisión Nacional Forestal

Coordinación General de Educación y Desarrollo Tecnológico

Gerencia de Desarrollo y Transferencia de Tecnología

Presentación:

La presente obra tiene como objetivo divulgar distintas técnicas para el aprovechamiento forestal sustentable, apropiadas para las condiciones de zonas rurales y marginadas de nuestro país.

Con este manual de transferencia damos a conocer los beneficios, el procedimiento y el material necesario para la adopción de un paquete tecnológico práctico para el aprovechamiento y producción eficiente del carbón.

Forma parte de una serie de publicaciones con distintos paquetes tecnológicos para el aprovechamiento eficiente de los recursos naturales y forestales, los que se encuentran disponibles en el sitio de Internet: www.conafor.gob.mx/biblioteca-forestal.

Esperamos que sea de utilidad y logre la transferencia y divulgación de tecnologías sustentables.

ÍNDICE

Introducción	6
Objetivos	8
¿Qué es el carbón vegetal?	9
Capítulo 1	
Construcción general	11
Elegir el lugar	11
La mezcla	12
Acabado del horno	12
El piso	13
Capítulo 2	
Construcción por tipo de horno	14
Horno tipo rabo quente	14
A) Materiales	14
B) Regla plantilla	14
C) Marcado de la base del horno	16
D) Construcción	17
Paso 1 El cimiento	17
Paso 2 La puerta	18
Paso 3 La pared	18
Paso 4 Los respiraderos	19
Paso 5 La chimenea	21
Horno media naranja	22
A) Materiales	22
B) Vara guía	22
C) Marcado de la base	22
D) Construcción	23
Paso 1 El cimiento	23
Paso 2 La puerta	23
Paso 3 La pared	23

Horno colmena	24
A) Materiales	24
B) Marcado de la base	24
C) Construcción	25
Paso 1 El cimiento	25
Paso 2 La puerta	25
Paso 3 La pared	25
Paso 4 Las chimeneas	28
Capítulo 3	
Manejo de los hornos	29
La leña	29
Carga del horno	29
Cerrando la puerta	30
Encendido del horno	31
Proceso de carbonización en los hornos rabo quente y colmena	31
Proceso de carbonización en el horno media naranja	32
Apagado del horno	33
Enfriado y descarga del horno	33
Anexos	34
Puntos básicos que hay que cuidar al construir un horno de ladrillo	34
Requisitos legales y comerciales para la venta de carbón, según presentación y punto de venta	35
Literatura citada	36
Glosario	37

Introducción

El uso del carbón vegetal obtenido de la leña se remonta probablemente al tiempo en que el hombre aprendió a manejar el fuego y su uso es tan variado como podamos imaginarlo. Se emplea principalmente como combustible doméstico, para cocinar y calentar, pero es también un importante combustible que se usa en grandes cantidades en la industria de la fundición y las forjas; en la extracción y refinado de metales (especialmente de hierro), y en numerosas aplicaciones metalúrgicas y químicas como purificador de aire y líquidos. El carbón también se utiliza en la industria farmacéutica para el tratamiento de diversos males, principalmente gastrointestinales. Por lo anterior, para los países en vías de desarrollo y dotados de bosques, la exportación de carbón vegetal puede ser una industria provechosa (García, 2005).

Se estima que el 60% de toda la madera extraída en el mundo se quema como combustible, ya sea directamente o transformada en carbón vegetal. La proporción de leña que se emplea para la fabricación de carbón vegetal no se conoce con certeza, pero debe ser alrededor del 25% de la cantidad arriba mencionada, es decir, cerca de 400 millones de metros cúbicos por año (FAO 1983). En México se estima que se produjeron alrededor de 38,521,000 metros cúbicos de madera para combustible en 2006 (FAO 2009)

En México, la mayor parte del carbón se produce con técnicas tradicionales que se han transmitido de generación en generación entre los pobladores de bosques y selvas, quienes lo utilizan para autoconsumo o para comercializarlo en ciudades o poblaciones rurales donde se emplea como fuente de calor para la preparación de alimentos. Para producir carbón vegetal se puede emplear cualquier material leñoso, sin embargo, comúnmente se hace de leña de encino, pues las características de esta especie hacen que su carbón sea de mejor calidad en comparación con otras. (García, 2005).

Los hornos de ladrillo, contruidos y operados correctamente, representan sin duda, uno de los métodos más efectivos para la producción de carbón vegetal. En el curso de varias décadas de uso, estos hornos han demostrado ser una inversión moderada de capital, que requieren poca mano de obra y pueden dar muy buenos rendimientos de carbón vegetal de calidad, para todos los usos domésticos e industriales.

Existen en el mundo diferentes diseños para los hornos de ladrillo y la mayoría están en condiciones de dar buenos resultados (FAO 1983). Estos hornos deben ser de sencilla fabricación y sus materiales resistentes a las tensiones de calentamiento y enfriado al que van a ser sometidos continuamente, así como los efectos propios del clima.

Este texto se basa en el Manual para construcción y operación del horno rabo quente, del Centro Tecnológico de Minas Gerais, Brasil y en Métodos simples para fabricar carbón vegetal, de la FAO.

Objetivo general

Difundir un paquete tecnológico de construcción de hornos de ladrillo para fabricar carbón vegetal, adecuado a las condiciones de comunidades rurales forestales y con la intención de hacer eficiente su proceso productivo.

Objetivos específicos

1. Transferir la tecnología de construcción y operación de un horno de ladrillo para la fabricación de carbón vegetal.
2. Proporcionar herramientas que contribuyan a mejorar las condiciones de vida.
3. Aportar al enriquecimiento de la cultura de uso sustentable de recursos forestales, haciendo eficiente este proceso tradicional agregando valor al producto.

¿Qué es el carbón vegetal?

El carbón vegetal es el residuo que queda después del proceso de hidrólisis o carbonizado en el quemado de madera, dentro de un espacio con la entrada de aire controlada, donde se evita que se quemé totalmente la madera y quede reducida a cenizas.

El proceso de quemado que produce carbón vegetal inicia cuando llega a los 300°C. En este momento el calor atrapado dentro del horno es aprovechado más eficientemente y el proceso de carbonización se mantiene por sí solo hasta llegar a los 500°C, momento en que se deja enfriar el carbón sin entrada de aire, para después poder descargarlo.

Con la implementación de estas tecnologías, se pueden aprovechar las ramas, trocería, residuos de la tala, subproductos de raleo, especies arbóreas no aptas para madera y otras partes del árbol que normalmente no son utilizados en el aserrío o para el aprovechamiento de celulosa, lo que permite hacer un aprovechamiento más eficiente de los recursos forestales.

Tradicionalmente la producción de carbón se hace en hornos de tierra, donde la leña se apila y se cubre con hojas y tierra. Estos tienen la ventaja de que pueden hacerse en el mismo lugar donde se corta la leña, pero tienen varias desventajas:

Hornos tradicionales de tierra	Hornos de ladrillo
El rendimiento es casi siempre menor al 20%, esto quiere decir que hacen falta cinco o seis toneladas de leña para producir una tonelada de carbón.	El rendimiento es mayor que en los hornos de tierra, siendo casi siempre de más del 25% y se puede llegar al 30%, es decir, sólo se necesitan tres o cuatro toneladas de leña para producir una tonelada de carbón.
El quemado es lento y a veces disparejo quedando “cruda” una parte importante de la leña: se necesitan quince días para quemar un horno que va a rendir una tonelada de carbón, pero si llueve toma más tiempo.	El quemado es lento y a veces disparejo quedando “cruda” una parte importante de la leña: se necesitan quince días para quemar un horno que va a rendir una tonelada de carbón, pero si llueve toma más tiempo.
El carbón sale mezclado con leña cruda, tierra o piedras y hay que limpiarlo antes de sacarlo.	El carbón sale limpio y queda muy poca leña cruda o tizonos.

Tomado de: Arias, 2007

Detalles a tomarse en cuenta para la construcción de un horno de ladrillo:

- El cuidado y calidad en la construcción de los hornos de ladrillo es muy importante para su operación y durabilidad. Un horno de ladrillo siempre tiene que ser construido por personas con experiencia previa, como algunos de los Asesores Técnicos de ProÁrbol con registro en la categoría de apoyo D4.3 Transferencia y adopción de tecnologías.
- Evitar lugares con exceso de humedad constante.
- El piso debe ser firme y compacto.
- Cuidar que las corrientes de agua de lluvia no lleguen al horno.
- Prever espacios suficientes para la carga y descarga de la madera.

Una desventaja de este tipo de horno es que la leña tiene que ser transportada hasta él, por eso es recomendable construir el horno en lugares con leña abundante o donde se facilite el transporte, además de que requiere una inversión inicial para adquirir los ladrillos.

Capítulo 1

Construcción general

Existe una amplia variedad de hornos para carbón vegetal, así como distintos materiales para su elaboración, siendo los de ladrillo los más comunes por la facilidad de manejo, su bajo costo y gran eficiencia.

Los hornos de ladrillo deben ser construidos por personal especializado y con materiales de excelente calidad para garantizar su buen funcionamiento y la seguridad personal.

En el presente manual se describen los pasos para construir tres variantes de horno de ladrillo: rabo quente, media naranja y colmena.

Para la fabricación de cualquiera de los tres hay que comenzar con los siguientes pasos en común:

Elegir el lugar

El lugar para construir el horno tiene que ser un terreno plano o muy poco inclinado, seco y libre de maleza, piedras y raíces, además debe estar a una distancia segura de las viviendas y tener:

- Buenas condiciones para el escurrimiento del agua de lluvia.
- Acceso para la descarga de leña y la carga del carbón.
- Disponibilidad de agua.

La mezcla

Para unir los ladrillos se prepara una revoltura con agua, arena cernida y tierra arcillosa en cantidades que den por resultado una consistencia blanda de fácil manejo, suave, arcillosa y que no se agriete al secar. La cantidad de arena mezclada depende del tipo de tierra disponible. La tierra utilizada tiene que estar libre de basura, ramas, piedras y al amasarse dar una consistencia pastosa, como la utilizada para la alfarería. No se puede utilizar cemento o mezcla de cal, pues estos materiales revientan con la alta temperatura del horno.

Acabado del horno

Una vez terminada la construcción de la pared, el horno necesita un revestimiento delgado de mezcla “aguada”, la que se prepara con partes iguales de arena y tierra arcillosa, ambas cernidas. Ésta se aplica con brocha o cepillo y en poca cantidad. La mezcla sellará el horno, tapando todas las rajaduras o huecos existentes para que no se filtre el aire.

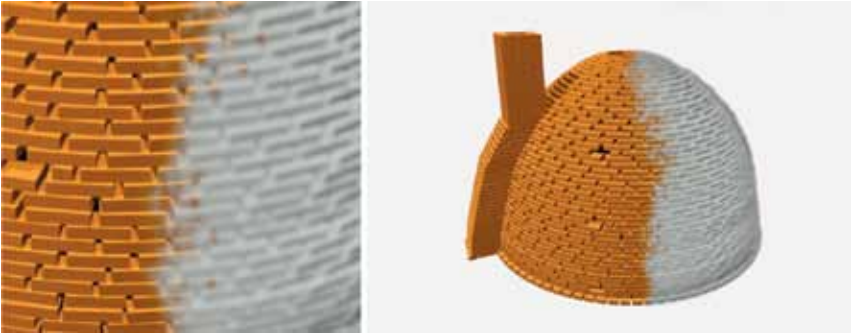


Figura 1. Sellado del horno con mezcla

El piso

Puede ser de tierra muy bien apisonada o tener una capa de ladrillos, lo que asegura que el carbón se recoja libre de impurezas. (Figura 2)

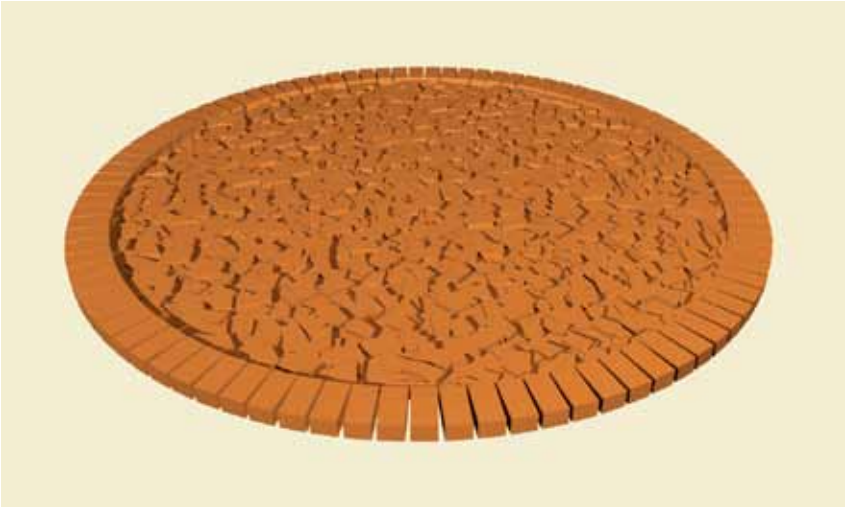


Figura 2. Acomodo de ladrillos para hacer el piso del horno

Capítulo 2

Construcción por tipo de horno

Horno tipo rabo quente (modificado de IBAMA, 1999)

“Rabo quente” es una expresión portuguesa que significa rabo caliente.

A) Materiales

- 2,500 ladrillos secos de 20 x 10 x 5 centímetros.
- 25 cubetas de 19 litros de tierra arcillosa.
- 50 cubetas de 19 litros de arena de río bien cernida.
- 600 litros de agua.
- $\frac{1}{2}$ saco de cal.
- $\frac{1}{2}$ saco de cemento.
- Una regla plantilla.
- Herramientas de albañilería.
- Una estaca de madera de entre 5 y 8 centímetros de grosor y 30 de largo.
- Un metro o flexómetro.
- Una manguera de nivel.

B) Regla plantilla

Es un instrumento indispensable para la construcción de este tipo de horno, que permite una mayor estabilidad y dimensiones correctas.

Está diseñada para la construcción de hornos de 3.20 metros de diámetro y 2.20 de altura y se necesitan los siguientes materiales:

- 1 listón de madera cepillada de 1" x 2" y de 1.48 metros de largo (listón base).
- 1 listón de madera cepillada de 1" x 2" y de 1.20 metros de largo (listón corredizo).
- 2 tablillas de 2" x $\frac{1}{2}$ " y 1.48 metros de largo.
- 1 tabla de $\frac{1}{2}$ " x 2" y 27 centímetros de largo (tabla guía).
- 1 tornillo de 3 $\frac{1}{2}$ " x $\frac{1}{2}$ " de grueso.
- 1 tuerca mariposa para tornillo de $\frac{1}{2}$ ".
- 1 bisagra metálica de 2" de ancho.

Construcción de la regla plantilla

Se clavan las tablillas en los laterales del listón base dejando un borde de 1", se hace una perforación para el tornillo en un extremo, a 5 centímetros del borde (Figura 3).



Figura 3. Forma de colocar las tablillas sobre el listón base

Se hace una ranura de $\frac{1}{2}$ " de ancho a lo largo de la línea media del listón corredizo, dejando 8.5 centímetros antes del borde. Se clava la tabla guía en un extremo y la bisagra en el otro.

Se coloca el tornillo en el agujero del listón base y se acopla el listón corredizo con el tornillo en la ranura para formar la regla plantilla, la mariposa se aprieta para fijar o extenderla.



Figura 4. Regla plantilla

Sobre el listón base hay que hacer unas marcas con base en la tabla 1 para saber en qué hilera se hace el ajuste de la regla plantilla (**Anexo C Véase al final del manual**).

C) Marcado de la base del horno

Una vez elegido el lugar donde será construido el horno, se procede a marcar el centro clavando la estaca de madera casi en su totalidad. En esta estaca se clava la bisagra de la regla plantilla, dejándola un poco floja para que pueda girar.

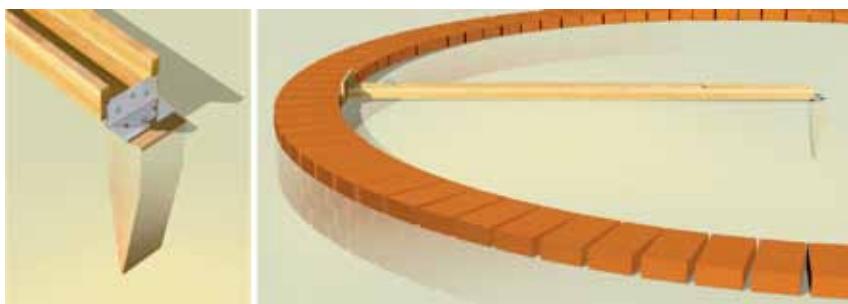


Figura 5. Forma de fijar la regla al centro del horno

Con el flexómetro se marca una distancia de 1.55 metros desde el centro y se ajusta la regla a esta distancia. Mueva la regla marcando un círculo completo en el terreno, el cual al terminarlo tendrá un diámetro de 3.10 metros (diámetro interior del horno), posteriormente se nivela el terreno del interior del círculo.

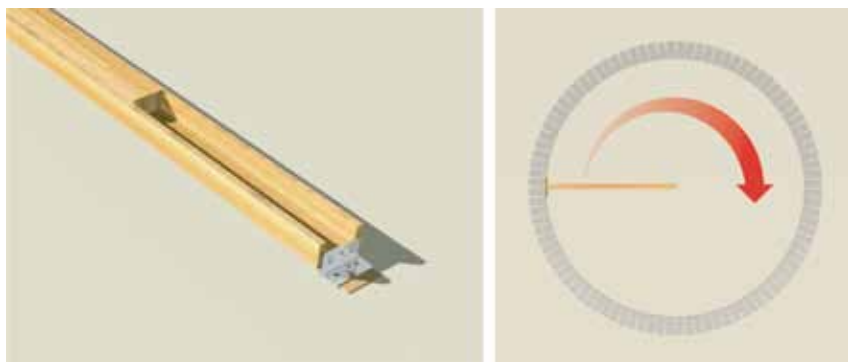


Figura 6. Marcado del diámetro del horno

D) Construcción

Paso 1 El cimiento

Para asentar el cimiento, se hace una zanja de 35 centímetros de ancho a partir del círculo previamente marcado, con una profundidad suficiente para poner tres hileras de ladrillos muy bien niveladas con la manguera de nivel. Esto evitará que el agua entre al horno por la parte baja. Se ponen cuatro hileras de ladrillo asentadas sobre mezcla y bien niveladas (Figura 7) de las cuales, la última sobresaldrá de la superficie.

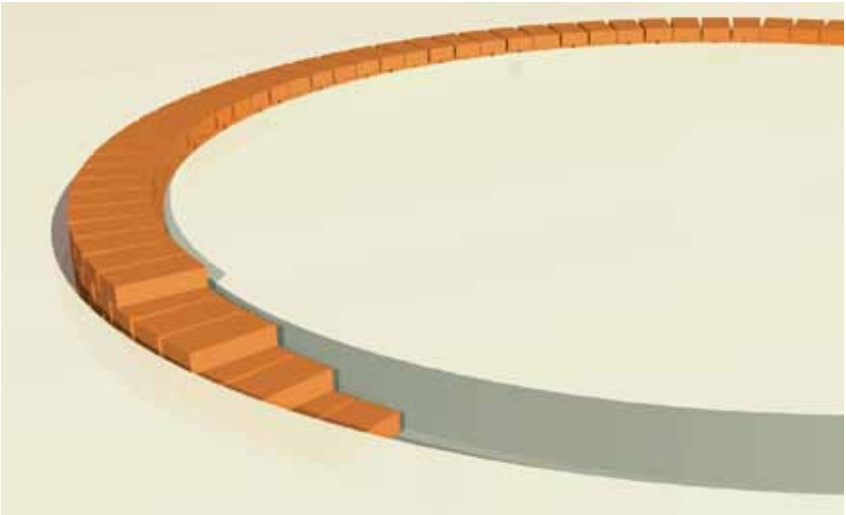


Figura 7. Cimiento del horno

Paso 2 La puerta

Para marcar la puerta hay que ubicar primero el lado donde hay menos viento para reducir la posibilidad de incendio cuando se abra el horno. Esta deberá tener una distancia máxima en su base de 80 centímetros. Como la puerta es una de las partes más frágiles de la construcción, es necesario poner mucha atención y detalle en el amarrado de los ladrillos que formarán el borde de la puerta. Los lados de la puerta se construyen con ladrillos “amarrados” de acuerdo a la figura 8.



Figura 8. Forma correcta de colocar y amarrar los ladrillos en el borde de la puerta

Hay que colocar unos puntales o maderos en el borde de la puerta al llegar a un metro de altura para que no se caiga. Cuando los bordes de la puerta se junten, se tienen que colocar dos ladrillos completos para darle mayor resistencia.

Paso 3 La pared

A partir de la base, la pared del horno será construida con los ladrillos a lo largo e intercalados en cada hilera, (Figura 9).



Figura 9. Acomodo de los ladrillos para construir la pared

Para las hileras de ladrillo que formarán las paredes del horno, se utiliza la regla plantilla como guía, colocando el lado del ladrillo apoyado sobre la tabla guía lado con lado. Para el curvado de las paredes, se debe alargar la regla plantilla según lo marcado en la tabla correspondiente al número de la hilera (Tabla 1).

TABLA 1 - Ladrillo de 5 centímetros de alto

Número de hileras	Aumento de la regla
De la 1 a la 3	Sin alargar, dejar 4 respiraderos en la 1
De la 4 a la 7	0.5 centímetros a cada hilera
De la 8 a la 13	1.0 centímetros a cada hilera
De la 14 a la 19	1.5 centímetros a cada hilera, dejar 4 respiraderos en la 14
De la 20 a la 34	2.0 centímetros a cada hilera, dejar 4 respiraderos en la 27 o 28
De la 35 a la 40	1.5 centímetros a cada hilera
De la 41 a la 45	0.5 centímetros a cada hilera
Restantes	Sin aumento

Paso 4 Los respiraderos

Se dejan unos huecos a manera de respiraderos en la pared del horno para controlar la entrada de aire durante la quema. Estos respiraderos se hacen dejando un hueco de un ladrillo en la pared, de esta manera los ladrillos de la hilera de arriba sientan la mitad y la mitad perfectamente. Se dejan ocho respiraderos en la primera hilera de “respiraderos de base”, ocho en la hilera 14 de “respiraderos medios” y cuatro en la hilera 27 o 28 de “respiraderos altos” (Figura 10).

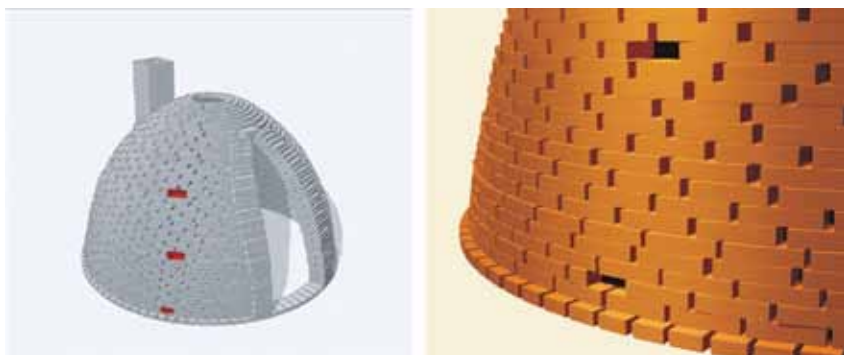


Figura 10. Acomodo de los ladrillos para hacer los respiraderos

Todos los ladrillos de la pared conforme va aumentando el número de hileras, tienen que estar perfectamente alineados con la regla plantilla, esto asegura que calcen y mantenga la curva necesaria para que el horno no se caiga. La mezcla deberá ser colocada más gruesa del lado externo del horno y muy poca o nula en la parte interna, sólo la suficiente para que los ladrillos queden “filo con filo” (Figura 11).



Figura. 11. Posición de los ladrillos en la pared y forma correcta de aplicar la mezcla

La mezcla que se va agregando a las hileras tiene que estar cada vez un poco más seca para evitar que con la consistencia “aguada” se caigan los ladrillos. Conforme las hileras de la pared van aumentando, el espacio superior es menor y se debe dejar un agujero en la parte alta de aproximadamente 30 centímetros, el que servirá para encenderlo por ahí.

Paso 5 La chimenea (Tomado de Arias, 2007)

El horno rabo quente original no tiene chimenea. Existe una modificación realizada por M.C. Teresita del Niño Jesús Arias Chalico, de la Asociación Civil "Naturaleza y Desarrollo" de México, propone una modificación con base en agregar una chimenea para hacer más eficiente el quemado "rabo quente modificado". Si se construye la chimenea habrá que seguir las indicaciones propias en el capítulo correspondiente de este manual y dejar sólo cuatro respiraderos en cada una de las hileras marcadas.

En la primera hilera de ladrillos deje un hueco en la pared del lado opuesto a la puerta, este hueco tiene 17 centímetros de ancho y se inicia en la primera hilera, y termina en la sexta con un ladrillo atravesado en la séptima hilera.

Se debe hacer una base de 40 x 70 centímetros en la parte exterior del horno, donde quedó el hueco de la pared, y levantar los tres lados de la chimenea, dejando siempre un hueco interior de 17 x 34 centímetros. La chimenea acompaña la curva del horno hasta 1.5 metros y después sigue en vertical hasta una altura de 2.5 metros.

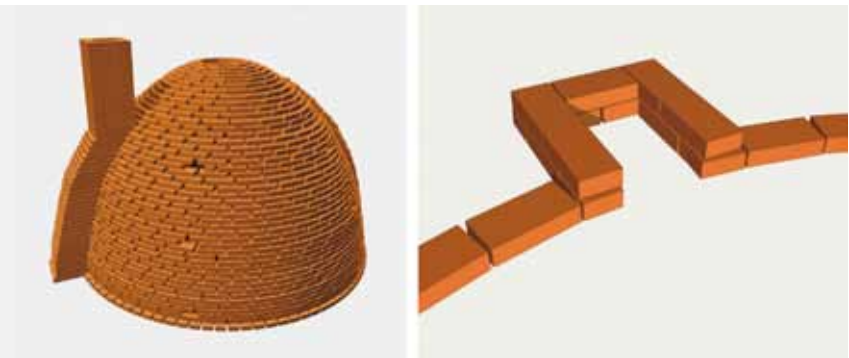


Figura 12. Chimenea del horno

Horno media naranja (Tomado de FAO, 1983)

Este horno es de construcción semiesférica, por lo que ocupa un área de base más grande que el horno rabo quente al tratar de igualar las cargas que se pueden procesar.

A) Materiales

- 6,000 ladrillos secos de 20 x 10 x 5 centímetros para un horno de 6 metros de diámetro.
- 1 listón de madera cepillada de 1" x 2" de 3 metros de largo (vara).
- 1 tabla de $\frac{1}{2}$ " x 2" y 27 centímetros de largo (tabla guía).
- 1 bisagra metálica de 2" de ancho.
- 1 manguera de nivel.

B) Vara guía

La regla plantilla en este caso es sustituida por una vara guía de madera de tres metros de largo, a la cual se le agrega una tabla guía en un extremo y una bisagra en el otro. (Ver figura 5 página 16)

C) Marcado de la base

Se clava una estaca de madera en el lugar destinado a convertirse en el centro del horno y a ésta se clava la vara guía dejándola un poco floja para que pueda girar. Se procede a marcar (a manera de compás) el diámetro del horno que en este caso será de 6 metros en el interior. (Ver figura 6 página 16)

D) Construcción

Paso 1 El cimient

Para asentar el cimient se hace una zanja de 35 centímetros de ancho a partir del círculo previamente marcado, con una profundidad suficiente para poner tres hileras de ladrillo muy bien niveladas con manguera de nivel, esto evitará que el agua entre al horno por la parte baja. Se ponen cuatro hileras de ladrillo asentadas sobre mezcla y bien niveladas, la última de las cuales sobresaldrá de la superficie. (Ver figura 7 página 17)

Paso 2 La puerta

Para marcar la puerta hay que ubicar primero el lado donde hay menos viento para reducir la posibilidad de incendio cuando se abra el horno. Esta deberá tener una distancia máxima en su base de 1.10 centímetros. Como la puerta es una de las partes más frágiles de la construcción, es necesario poner mucha atención y detalle en el amarrado de los ladrillos que formarán el borde de la puerta. Los lados de la puerta se construyen con ladrillo “amarrado”, de acuerdo con la figura 14, hasta una altura de 1.10 metros y de ahí en adelante se construye un arco sencillo sobre la puerta con ladrillos sin amarrar.

(Ver figura 8 página 18)

Paso 3 La pared

Se construye con los ladrillos a lo largo e intercalados en cada hilera (Figura 13) utilizando la vara guía apoyando el borde de cada ladrillo sobre ésta para darle la forma de media esfera.

A partir de la base se dejan en la primera hilera 12 huecos de ladrillo, todos a la misma distancia. De la segunda hilera en adelante se sigue siempre con los ladrillos la curva que marca la vara guía incrementando las hileras. Las hileras se incrementan hasta llegar a dejar un hueco de 20 centímetros que servirá para encender el horno por ahí y para que salgan los vapores durante el proceso de carbonización.



Figura. 13. Acomodo de los ladrillos para construir la pared

Horno colmena (Tomado de FAO, 1983)

Este horno es uno de los más utilizados en el Brasil, con paredes verticales y domo semiesférico. Puede tener de una a seis chimeneas y se construye totalmente con ladrillos cocidos.

A) Materiales

- 8,500 ladrillos secos de 20 x 10 x 5 centímetros para un horno de 5 metros de diámetro.
- 1 listón de madera cepillada de 1" x 2" de 3.10 metros de largo (vara compás).
- 1 tabla de $\frac{1}{2}$ " x 2" y 27 centímetros de largo (tabla guía).
- 1 bisagra metálica de 2" de ancho.
- 1 viga de acero de 2 metros de largo y 10 centímetros de ancho entre los lados.
- 1 plomada.
- 1 nivel.

B) Marcado de la base

Se clava una estaca de madera en el lugar destinado a convertirse en el centro del horno y se marca el diámetro con un hilo de 2.5 metros de largo, usando la estaca como compás y dejando un diámetro de 5 metros, lo que será el diámetro interno del horno.

C) Construcción

Paso 1 El cimiento

Para asentar el cimiento se hace una zanja de 35 centímetros de ancho a partir del círculo previamente marcado, con una profundidad suficiente para poner tres hileras de ladrillo muy bien niveladas con manguera de nivel, esto evitará que el agua entre al horno por la parte baja. Se ponen cuatro hileras de ladrillo asentadas sobre mezcla y bien niveladas, la última de las cuales sobresaldrá de la superficie (Ver figura 7 página 17).

Paso 2 La puerta

Para marcar la puerta se debe ubicar primero el lado donde hay menos viento para reducir la posibilidad de incendio al abrir el horno. Esta deberá tener 1 metro de ancho y pilares en sus lados contruïdos de ladrillos amarrados. Con la construcción de la pared, se deja el hueco de la puerta y se construyen los pilares a una altura de 1.60 metros, montando la viga de acero entre los pilares como se muestra en la figura 17, la que servirá de soporte para el techo. (Ver figura 8 página 18)

Paso 3 La pared

Una vez seleccionado el sitio de la puerta y previo a levantar la pared, se seleccionan los lugares donde quedarán las cuatro chimeneas, según se observa en la (Figura 14). La pared se construye con los ladrillos a lo largo e intercalándolos en cada hilera, con la ayuda de la plomada y el nivel para comprobar la verticalidad de cada una de las hileras de ladrillos.

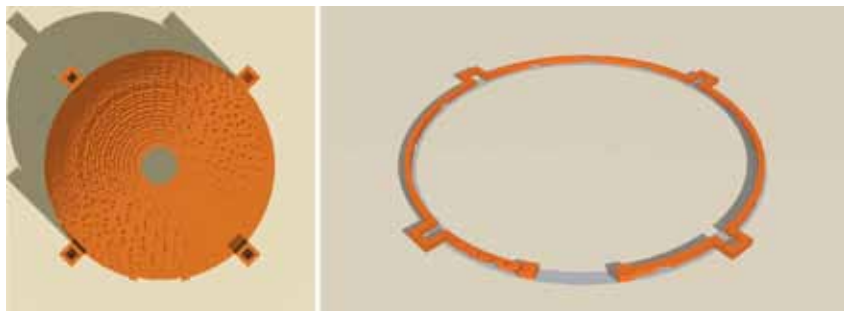


Figura 14. Vista superior del horno donde se aprecia la posición de las chimeneas

En la primera hilera de la pared se dejan tres respiraderos entre cada par de chimeneas, distribuidos uniformemente (el hueco del respiradero es de un ladrillo), también se dejan los huecos para las cuatro chimeneas que se tienen que construir al mismo tiempo que se levanta la pared (ver descripción detallada más adelante).

En la quinta hilera de ladrillo se dejan dos respiraderos entre cada chimenea, en la décima hilera se deja un respiradero entre cada chimenea y en la decimoquinta hilera se dejan otros dos huecos verticales como los de la quinta hilera (Figura 15).

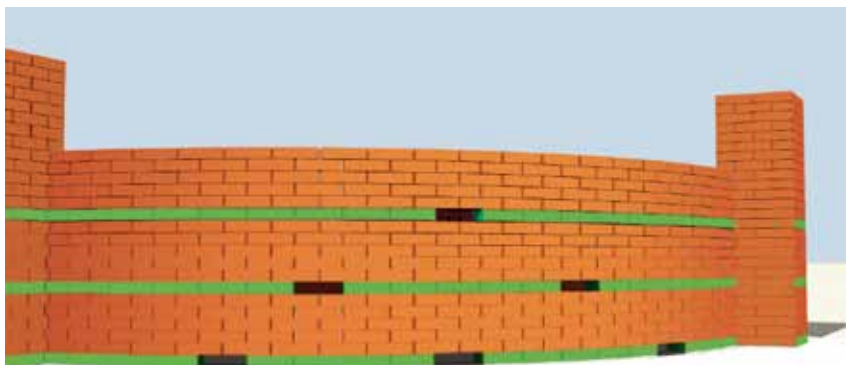


Figura 15. Posición de los respiraderos en la pared

Cuando la pared ha alcanzado 1.60 metros de altura, se coloca la viga sobre los pilares de la puerta y se continúa la construcción hasta llegar a 1.80 metros.

Una vez llegados a este punto, se reemplaza el hilo con el que marcamos el diámetro por la vara compás a la cual se le agrega en un extremo la tabla guía y en el otro la bisagra. Se fija la vara compás a la estaca del centro con la bisagra, dejándola un poco floja para que pueda girar. Hay que comprobar que el borde de la tabla compás coincida exactamente con el borde interior de la pared que hemos construido, como se aprecia en la (Figura 16).

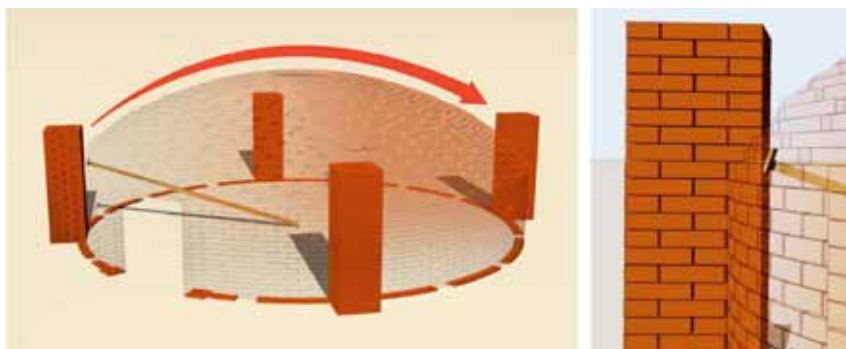


Figura 16. Posición correcta de la vara compás antes de empezar a fabricar el domo

La primera hilera de ladrillos del domo debe ser asentada con mezcla, de forma tal que el borde del ladrillo se apoye directamente sobre la tabla guía, haciendo que esto deje los ladrillos con la inclinación necesaria para fabricar el domo.

Todos los ladrillos de la pared, conforme aumenta el número de hileras, tienen que mantener su alineación con la tabla guía, asegurando que calcen y se mantenga la curva necesaria para que el horno no se caiga. La mezcla deberá ser colocada más gruesa del lado externo del horno y muy escasa en la parte interna. Sólo la suficiente para que los ladrillos queden filo con filo. La mezcla que se va agregando a las hileras tiene que estar cada vez un poco más espesa y menos aguada, para evitar que por esta causa se caigan los ladrillos.

Conforme las hileras del domo van aumentando, hay que dejar diez respiraderos en la quinta hilera del domo, otros diez en la décima hilera y seis en la decimoquinta. Se debe dejar un agujero en la parte alta de entre 15 y 20 centímetros para encender el horno por ahí.

Paso 4 Las chimeneas

En la primera hilera de ladrillo se dejaron cuatro huecos en la pared, uno para cada chimenea. Estos huecos inician en la primera hilera y terminan en la sexta con un ladrillo atravesado en la séptima hilera.

Se debe hacer una base de 40 x 70 centímetros en la parte exterior del horno, donde quedó el hueco de la pared, y levantar los tres lados de la chimenea, dejando siempre un hueco interior de 17 x 34 centímetros. La chimenea acompaña la pared del horno hasta 1.8 metros y después sigue en vertical hasta 2.5 metros de altura.

Capítulo 3

Manejo de los hornos

La leña

El rendimiento del horno depende mucho de la calidad de su materia prima. Es importante que los leños sean apilados lo más cerca del horno para facilitar su manejo y que se tomen en cuenta factores como la humedad, peso, tamaño y forma. Se recomienda dejar secar la leña cinco o seis semanas antes de su carbonización para hacer más eficiente el proceso. Los troncos tienen que cortarse de entre 60 y 90 centímetros de largo y no pueden tener más de 25 de diámetro (pues los más gruesos no llegarán a carbonizarse en su totalidad). La forma de los leños también es importante, pues los rectos y uniformes son más fáciles de acomodar que los curvos, torcidos o con horquetas, los de este tipo se pueden aprovechar cortados en trozos.

Carga del horno

Para cargar cualquiera de estos hornos hay que acomodar la leña de la mejor manera posible para que entre la mayor cantidad posible. Se recomienda iniciar con una especie de parrilla en la base, como si los troncos fueran los radios de una rueda, con trozos de leña largos de unos 10 a 15 centímetros de grueso, acostados en el piso del horno y dejando siempre despejados los respiraderos.

Por encima de esta parrilla se rellenarán todos los huecos con leña, procurando acomodar abajo y al centro la más gruesa. Se puede terminar de rellenar el horno introduciendo leña por el agujero de encendido, dejando espacio sólo para las brasas con las que se prenderá el horno.



Figura 17. Detalle del horno donde se aprecia la primera etapa de la carga

Cerrando la puerta

Una vez que el horno está totalmente cargado se cubre la puerta con ladrillos sin mezcla, y se enjarran con mezcla liviana para poder abrir el horno posteriormente. En la puerta se deja un espacio de respiradero en la base y otro a la mitad.



Figura 18. Horno cerrado

Encendido del horno

Para encender el horno es necesario subir al agujero de encendido para introducir ramas finas, hojas secas o papel. Posteriormente se colocan brasas para que arda bien. Debe salir un humo blanco y espeso, lo que indica que el proceso de quemado ha comenzado; cuando el humo deje de ser blanco y espeso, es momento de tapar el agujero de encendido con un comal, tapa de tambo, una lámina o ladrillos y se sella perfectamente con mezcla para construcción.

Para encender el horno no se recomienda en ningún caso utilizar basura o desechos, tales como botes de plástico, llantas o envases, pues los gases que desprenden contaminan el carbón.

Proceso de carbonización en los hornos rabo quente original y modificado y el de colmena

El proceso de quemado y carbonización comienza una vez que el agujero de encendido ha sido sellado, entonces el humo empezará a salir por los respiraderos.

El humo que sale por los respiraderos es blanco y espeso, y su temperatura aumenta constantemente, lo que nos indica cuándo hay que cerrar cada uno de estos respiraderos con un ladrillo y mezcla, siempre cuidando cerrar un nivel a la vez. Cuando el humo emane por los respiraderos más altos, hay que observarlo y taparlos cuando salga a gran velocidad y sea de color azul o transparente.

Después de cerrar los primeros respiraderos empezará a salir el humo blanco por el nivel inmediato inferior y se debe seguir el mismo procedimiento para taparlos; esto siempre se hace en secuencia de arriba hacia abajo.

Una vez que se han tapado todos los respiraderos menos el nivel de la base, la o las chimeneas comienzan a funcionar. Hay que esperar a que salga humo con fuerza, lo que puede tardar tres o cuatro horas después de cerrar el nivel de res-

piraderos arriba de los de la base. Puede ser que una de las chimeneas empiece a funcionar antes que las otras, esto es normal y significa sólo que el proceso de carbonización en ese punto está un poco más adelantado.

De este momento en adelante el proceso de carbonización se controla mediante los respiraderos de la base. El humo de la(s) chimenea(s) tiene que salir no muy rápido. Si sale muy caliente o flameado, es aconsejable atravesar un ladrillo en su salida para alentar un poco la velocidad de carbonización y hacerla más efectiva.

En condiciones de mucho viento se debe controlar la entrada de éste al horno, con un ladrillo colocado a manera de rompevientos en cada uno de los respiraderos de la base, cuidando que no se tapen completamente.



Figura 19. Modo de acomodar ladrillos en los respiraderos de la base

Proceso de carbonización en el horno media naranja

Antes de encender el horno se debe comprobar que todas las entradas de aire permanezcan abiertas. Se introducen brasas, hojarasca y ramillas por el agujero de encendido para que prenda la leña; en unos minutos empezará a salir una columna de humo blanco y espeso por ese orificio que funcionará como chimenea,

indicándonos que el proceso ha comenzado. Una vez que el humo comienza a ponerse azul, el proceso de carbonización efectivo ha comenzado. En este momento se controla la entrada de aire para asegurar que no salgan llamas por la parte superior.

Apagado del horno

La carbonización en el horno no es un proceso uniforme, por eso cada respiradero debe taparse de manera individual de ser necesario. La etapa final del proceso es cuando el humo de la chimenea se vuelve transparente. Entonces es momento de tapar con ladrillos y mezcla los respiraderos de la base y después la chimenea. A partir de este momento y sin ninguna entrada de oxígeno, el horno se sofoca y se apaga para comenzar a enfriarse.

Enfriado y descarga del horno

Para asegurar que están selladas todas las grietas y los orificios por donde entra aire, se puede dar un baño de mezcla con mucha agua, usando un cepillo o brocha. Antes de abrir el horno se tiene que comprobar que está totalmente apagado; la manera más fácil para esto es tocando las paredes con la mano para saber si están frías. Si es así, se procede a abrir con cuidado la puerta, retirando la mezcla con la que se cerró; esto debe hacerse poco a poco empezando por la parte alta y observando que cuando entre el aire no se reaviven brasas o aparezca fuego, si sucede esto, hay que cerrar el horno inmediatamente otra vez y esperar un día más para abrirlo. Es muy peligroso tratar de apagar el interior del horno con agua, pues puede hervir violentamente.

Una vez abierta por completo la puerta, se puede empezar a descargar el carbón con un biello o trinche, usando siempre gafas y cubrebocas. Cuando se ha descargado el horno por completo, se abren los respiraderos de adentro hacia afuera, golpeando con cuidado y se limpia el piso. Se reparan las grietas, ladrillos sueltos y bordes de los respiraderos para que el horno esté listo para una siguiente carga.

Anexos

Puntos básicos que hay que cuidar al construir un horno de ladrillos (tomado de Arias, 2007)

1. Nivelación del terreno y cimientos.
2. Marcar la regla al inicio, según el tamaño del ladrillo.
3. Asegurar que la regla no se mueve del punto donde se fijó.
4. Nunca mojar los ladrillos, ni dejar que se mojen con la lluvia.
5. Mezcla de lodo y arena adecuada (que al hacer una “viborita” con las manos, se rompa al ser de medio centímetro de grosor).
6. Colocar cada ladrillo apoyándolo en la tabla de la regla, con el largo de la regla al centro del ladrillo.
7. Pegar los ladrillos filo con filo y punta con punta (no dejar espacios con mezcla en medio de los filos y las puntas).
8. Amarrar los ladrillos del marco de la puerta con los de la pared.
9. Apuntalar la puerta cuando vaya a 1.2 metros de altura.
10. Enjarrar o sellar el horno antes de la primera quema, cuidando de tapar todos los hoyitos (uno de tierra, uno de cal, uno de cemento y dos de arena).
11. Sellar con arena los cimientos.

Requisitos legales y comerciales para la venta de carbón, según presentación y punto de venta (tomados de Arias, 2006)

Tipo de carbón- punto de venta/ Requisitos legales-comerciales	Carbón encostalado a pie de horno	Carbón encostalado vendido fuera del lugar de producción	Carbón encostalado en bodega	Carbón embolsado con marca en bodega	Carbón embolsado con marca para tiendas pequeñas	Carbón embolsado para cadenas comerciales
Autorización de Aprovechamiento Forestal – SEMARNAT	X	X	X	X	X	X
Remisión Forestal – SEMARNAT	X	X	X	X	X	X
Reembarque Forestal – SEMARNAT			X	X	X	X
Registro de Centro de Almacenamiento y Transformación de Carbón –SEMARNAT			X	X	X	X
Licencia de Funcionamiento Municipal			X	X	X	X
Registro Forestal Nacional – SEMARNAT					O	O
Factura Fiscal – SHCP		X	X	*	*	X
Código de Barras -				*		X
Indicaciones de Salubridad en empaque				X	*	X

X - Obligatoriedad * - No siempre es obligatorio, determinándolo el comprador O - Optativo para el vendedor

Literatura citada

FAO. 1983. Métodos simples para fabricar carbón vegetal. Dirección de Recursos Forestales, Departamento de Montes. FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.

FAO. 2009. Situación de los bosques del mundo 2009. FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.

García M. J. G. 2005. Carbón de Encino: Fuente de calor y energía, en López C., S. Chanfón y G. Segura (eds.). 2005. La riqueza de los bosques mexicanos. Más allá de la madera. Experiencias de comunidades rurales. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y Center for International Forestry Research (CIFOR). México. pp. 129- 135

Otavio B. J. 1990. Principios de producción y utilización de carbón vegetal de madera. Documentos Forestales. Universidad de Sao Paulo, Departamento de Ciencias Forestales. Piracicaba (9) 1- 19

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Natal, RN (Brasil). 1999. Manual de construçao e operaçao do forno rabo-quente. Projeto IBAMA/PNUD/BRA/93/033 Desenvolvimento Florestal do Nordeste Natal, RN, Brasil.24 p.

Arias C. T., K. Miranda y P. Bacalini. 2006. Diagnóstico del mercado de carbón vegetal en el estado de Tamaulipas. Informe final del proyecto ADO6. 16 Apoyo directo CONAFOR. México.

Arias C. T. 2007. Curso de producción de carbón vegetal en horno de ladrillos. Material didáctico del curso para cubrir necesidades de capacitación a productores. CONAFOR. México.

Glosario

Aserrio. Proceso de corte de ramas o troncos de madera para fabricación de tablas y polines, entre otros.

Bieldo. Trinche o rastrillo.

Raleo. Poda o corte de las ramas de los árboles; se realiza comúnmente para aclarar zonas boscosas.

Tizón. Palos a medio quemar.

Trocería. Pedazos pequeños de ramas.

Metalurgia. Ciencia y técnica que trata de los metales y de sus aleaciones.

Hidrólisis. Desdoblamiento de la molécula de ciertos compuestos orgánicos por acción del agua.

Carbonización. Reducir a carbón un cuerpo orgánico.

Semiesférico. En forma de la mitad de una esfera.

Compás. Instrumento formado por dos piernas agudas, unidas en su extremidad superior por un eje o clavillo para que puedan abrirse o cerrarse. Sirve para trazar circunferencias o arcos y tomar distancias.

Verticalidad. Cualidad de vertical.

Catálogo de postales Transferencia de tecnología es... (vol. 1)



Estos paquetes de tecnología los puedes adoptar a través de los lineamientos de transferencia y adopción de tecnología.

www.conafor.gob.mx/biblioteca-forestal
www.conafor.gob.mx/conacyt-conafor
tt@conafor.gob.mx

ANEXO C.

Guía para hacer las marcas de la regla plantilla para el horno rabo quente

Corte desde aquí  para no dañar el manual

Hilera 1,2,3 _____
Hilera 4 _____
Hilera 5 _____
Hilera 6 _____
Hilera 7 _____

Hilera 8 _____

Hilera 9 _____

Hilera 10 _____

Hilera 11 _____

Hilera 12 _____

Hilera 13 _____

Hilera 14 _____

Hilera 15 _____

Hilera 16 _____

Hilera 17 _____

Hilera 18 _____

Hilera 19 _____

Hilera 20 _____

pegar
Hilera 20 _____

Hilera 21 _____

Hilera 22 _____

Hilera 23 _____

Hilera 24 _____

Hilera 25 _____

Hilera 26 _____

Hilera 27 _____

Hilera 28 _____

Hilera 29 _____

Hilera 30 _____

pegar
Hilera 30 _____

Hilera 31 _____

Hilera 32 _____

Hilera 33 _____

Hilera 34 _____

Hilera 35 _____

Hilera 36 _____

Hilera 37 _____

Hilera 38 _____

Hilera 39 _____

Hilera 40 _____

Hilera 41 _____

Hilera 42 _____

Hilera 43 _____

Hilera 44 _____

Hilera 45 _____

y restantes

