

PN-AAP-281

ISBN 33412



# **HORNILLAS CONSERVADORAS DE LEÑA**

**Guía para su diseño**

**PUBLICACION VITA/ITDG**

Portada: "La recogedora de leña", grabado original en madera de la Voluntaria de VITA, Rosemary Feit Covey. Edición limitada de impresiones autografiadas hechas en papel de arroz japonés. Pueden obtenerse al precio de US\$25.00 cada una, más US\$2.00 por concepto de franqueo y manipulación. Los fondos recaudados de la venta se destinan a apoyar las actividades de publicación de VITA.

ISBN -0-86619-131-3

1980 Voluntarios en Asistencia Técnica

PNAAP 281

# **HORNILLAS CONSERVADORAS DE LEÑA**

**Guía para su diseño**

**La Traducción ha sido hecha por  
*Carmelo Saavedra***

**Publicación financiada por el  
Instituto Al Dir'iyah  
Ginebra, Suiza**

**Publicada por  
Voluntarios en Asistencia Técnica  
3706 Rhode Island Avenue  
Mt. Rainier, Maryland 20822 USA**

**HORNILLAS CONSERVADORAS DE LEÑA, Guía para su diseño,** es una obra que promueve la utilización de hornillas y métodos de cocinar de poco costo, aceptables desde el punto de vista cultural y sanos en lo que se refiere al ambiente. Es un manual destinado especialmente a los trabajadores sobre el terreno y a los de extensión, y se dirige a los ingenieros, usuarios finales y a todos los interesados en el diseño y utilización de hornillas.

En el manual se presenta información suficiente para que el lector:

- . elija una hornilla apropiada
- . comprenda cómo se quema la leña
- . construya cuatro hornillas

Toda esta información se suministra con objeto de apoyar los esfuerzos locales orientados hacia la elaboración de hornillas y de ampliar el diálogo entre quienes las construyen. Se exhorta a los lectores a que utilicen el formulario adjunto a fin de compartir sus experiencias.

Se tiene en proyecto preparar un segundo volumen de este manual. Esa obra se concentrará en los medios de presentar hornillas a través de programas locales en pequeña escala, teniendo presentes los aspectos sociales y culturales del diseño de hornillas. También incluirá información acerca de hornillas sometidas a ensayos.

# TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS .....	1x
INTRODUCCION .....	1
1. COMO UTILIZAR ESTE LIBRO .....	9
2. COMO TRABAJAN LAS HORNILLAS .....	11
Cómo se quema la madera .....	11
Cómo se transfiere el calor .....	14
Conducción	
Radiación	
Convección	
Cómo se contiene al calor .....	17
Componentes de la hornilla	
Hornillas tradicionales	
Hornillas sencillas de metal	
3. COMO HACER HORNILLAS EFICIENTES.....	33
Conservación del calor .....	33
Pérdidas de energía en las hornillas	
Mejoramiento de la eficiencia de la combustión	
Utilización del calor de la corriente de gas	
Minimización de la pérdida de calor a consecuencia del calentamiento de la hornilla	

**Previous Page Blank**

Minimización de las pérdidas de calor de ollas y paredes de la hornilla

**Mejoramiento de las hornillas tradicionales ..... 38**

Enfoque técnico de la cámara de combustión  
Relación chimenea-regulador de tiro

**Mejoramiento de los materiales de construcción de hornillas ..... 54**

Hierro fundido, chapa de acero y lámina metálica  
Cerámica  
Lodo y ladrillo

**4. COMO CONSTRUIR CUATRO HORNILLAS..... 63**

**Hornilla Lorena ..... 63**

Materiales  
Herramientas y equipo  
Construcción  
Utilización de la hornilla

**La chula sin humo ..... 81**

Materiales  
Construcción  
Utilización de la hornilla

**Hornilla Singer ..... 93**

Materiales  
Construcción  
Utilización de la hornilla

**Hornilla de aserrín para cocinar ..... 105**

Materiales

Herramientas y equipo  
Construcción  
Utilización de la hornilla

5. COMO UTILIZAR LAS HORNILLAS DE MANERA EFICIENTE .....	113
<b>La elección de la leña .....</b>	
<b>Utilización de la leña .....</b>	
GLOSARIO .....	119
BIBLIOGRAFIA .....	123

# AGRADECIMIENTOS

Este libro se ha traducido merced a una subvención financiera del Instituto Al Dir'iyyah, cuyas oficinas se encuentran en Arlington, Virginia, y Ginebra, Suiza.

El presente manual no podría publicarse sin la colaboración de muchas personas. Deseamos expresar nuestro agradecimiento muy en especial a Kristine Stroad Ament, Stephen Joseph del Grupo de Desarrollo de Tecnología Intermediaria, Margaret Crouch, Laurel Druben y William Magrath por haber escrito la versión en inglés de este libro; a los voluntarios de VITA: Nancy Axinn, Norman Brown, PhD., David Hughart, Larry Icerman, PhD. y Jeff Wartluft por la verificación de los aspectos técnicos de la obra; a los Sres. William Gensell y Michael Boutette por la preparación de las ilustraciones; a las Sras. Marie-Noëlle Griest y María Julia Coirolo por su trabajo de mecanografía y compaginación del libro; y a la Sra. Rama Bah por la edición.

Voluntarios en Asistencia Técnica  
Noviembre de 1980

**Previous Page blank**

# INTRODUCCION

Los costos de utilizar leña para el fuego a las maneras tradicionales aumentan a diario. El combustible de leña es la fuente primaria de energía para los hogares de los países en desarrollo (Openshaw, 1974). Se emplea principalmente para el cocinado doméstico y, en menor escala, se destina también a la calefacción y la industria.

La presión de la población en muchas zonas ha hecho que la demanda de leña para el fuego exceda en forma constante a la oferta. El consumo de madera en Nepal es siete veces mayor que el rendimiento anual de los bosques. El precio de la leña en Katmandu se ha triplicado en tres años (Karki y Coburn, 1977).

Se ha encontrado que el "costo" de recoger leña para el fuego en la India oscila entre 200 y 300 días-persona por familia y año, es decir, un empleo a jornada completa para una persona. En el Africa al sur del Sahara es común tener que caminar o ir en carreta tirada por animales más de 50 kilómetros para recoger leña. Esta puede llegar costar una cuarta parte del ingreso familiar en zonas donde tiene que comprarse.

El suelo se deteriora y conserva menos agua a medida que se agotan los recursos forestales. Esto da lugar a la desertificación en algunas zonas y a graves inundaciones en otras. Casi toda la población pobre de los países del Tercer Mundo es "recogedora de energía" (Reddy, 1976). No se pueden permitir comprar combustibles fósiles. No tienen otra opción, como los combustibles de biomasa. El combustible para cocinar es una necesidad. Aun en el caso de que esa gente se dé cuenta de que existe un conflicto entre los intereses a corto y largo plazos, es demasiado pobre para aplazar sus necesidades inmediatas en favor de beneficios a largo plazo, como el de mantener la fertilidad del suelo.

Para la persona que cocina y su familia, los problemas no acaban una vez que se recoge la leña. El humo de fogatas y hornillas ineficientes puede crear una situación de suciedad y poco saludable. Los problemas de los ojos y respiratorios se generalizan, las quemaduras y escaldaduras, en especial en el caso de los niños, son numerosas. Las chispas que salen volando representan un riesgo constante de incendio. Aun sin estos graves peligros, un sitio de cocinar lleno de humo y ennegrecido por el hollín no es un lugar agradable ni sano para trabajar.

En escala más amplia, los problemas ocasionados por la deforestación no son difíciles de ver...cuando se tiene el tiempo y la oportunidad de observarlos desde una perspectiva general. Ahora bien, los problemas derivados de la utilización de la leña siguen siendo mucho más personales para la mayoría de los usuarios. Muchas familias deberán ajustarse a la creciente demanda a medida que la leña se hace cada vez más difícil de encontrar.

Es probable que la leña y otros materiales sean los combustibles principales para estas gentes durante algún tiempo. Opciones como la cocina solar y los digestores de metano tienen más posibilidades de utilizarse en procesos industriales en pequeña escala que en el hogar.

La escasez de combustible de madera debe atacarse por distintos caminos a la vez a fin de hacer frente a la crisis ecológica creciente. Los recursos deben conservarse mediante programas generalizados de reforestación y de parcelas forestales de poblado bien administradas (Earl, 1975 Openshaw, 1973).

Muchas de las soluciones propuestas tienen un enfoque a largo plazo. Pocas buscan cambiar las modalidades actuales de uso, pero la única esperanza inmediata es reducir la utilización final. Incluso una disminución de 10 al 20% en el empleo de la leña para el fuego puede tener resultados significantes. La demanda de leña se puede hacer que sea menos intensa mediante el diseño y la introducción de hornillas eficientes, baratas y aceptables por diversas culturas.

Pese a los numerosos esfuerzos que están realizándose por desarrollar hornillas conservadoras de leña, es poco el empeño que se ha puesto en conjuntar los resultados obtenidos y examinarlos en términos de sus semejanzas y diferencias. Incluso menos se ha hecho por enseñar principios de diseño de hornillas. Este conocimiento es esencial en los esfuerzos de creación de hornillas. El examen de la situación actual al respecto indica que si bien las hornillas de leña son diferentes en apariencia y materiales de construcción, todas se fundamentan en los mismos principios de diseño.

La información disponible acerca de hornillas de leña se encuentra dispersa y en ocasiones está demasiado orientada hacia la investigación. Es posible que los trabajos escritos sean difíciles de leer o que no tengan por mira hacer que la tecnología relacionada con las hornillas sea asequible a los usuarios locales.

La razón de la falta de datos parece consistir en que los planificadores han supuesto durante muchos años que la gente evolucionaba de las fogatas de madera a la estufa eléctrica o de gas, no había una hornilla perfeccionada de combustión de leña. Sencillamente, no se consideró necesario devanarse un poco los sesos para idear un mejor sistema de cocinar basado en la utilización de leña.

Dos importantes fuerzas mundiales exigen hoy que se trabaje más en lo que se refiere a las hornillas de leña. Una de ellas la representan los países más adelantados en su búsqueda de posibilidades de escapar de una dependencia áspera y costosa del gas y la electricidad, en particular a nivel de uso personal. Al mismo tiempo, en algunos países menos adelantados ha llegado a ser casi imposible encontrar leña. En cuanto al gas o la electricidad no se dispone de ellos o bien son demasiado caros.

Debe señalarse con toda claridad que la razón para pasar de las hornillas de madera a sistemas de cocinado basados en otras fuentes de energía--en los lugares donde se ha operado ese cambio en el curso del tiempo--fue que esas otras fuentes

llegaron a ser más viables. Eran eficientes, limpias, abundantes al parecer, y baratas. Hoy, la situación del mundo indica que los sistemas de combustión de leña, por lo menos los mejorados, resultan una posibilidad más atractiva para algunas aplicaciones de lo que se habían pensado antes. El interés en muchos países adelantados por las hornillas de leña se enfoca hacia el calentamiento del espacio. En los países menos industrializados se pone énfasis en las hornillas de cocinar mejoradas. Ese es el tema de este manual.

Con base en los datos recopilados durante una indagación de la literatura mundial sobre este sujeto y en consulta con varios expertos, VITA seleccionó un pequeño número de tecnologías relacionadas con las hornillas conservadoras de leña para destacarlas en el presente manual. Las tecnologías se eligieron con fundamento en (1) el modo en que la hornilla incorpora principios de diseño y muestra la adaptación de un diseño básico para hacer frente a situaciones locales, y (2) su capacidad para servir como modelo de la adaptación e introducción de la tecnología. Dicho de otro modo, uno de los criterios clave es que la tecnología pueda llevarse con éxito del taller al mercado.

El diseño básico quizá más importante procede de la India, donde ya se había iniciado mucho trabajo con hornillas de leña debido al interés de Mohandis Gandhi por los programas para las zonas rurales. El principal resultado de investigación de la India ha sido la chula del Laboratorio de Investigación Técnica de Hyderabad (LITH) Laboratory-HERL mejor conocido hoy como la chula HERL. Chula (que también se escribe chulah) simplemente significa lugar donde se cocina. La chula de HERL se basó en los hogares tradicionales indios y fue adaptada por S.P. Raju, quien fuera director del laboratorio. Muchos de los diseños de hornillas que hoy están promoviéndose en el mundo se basan en la chula de HERL.

Una descripción de la chula de HERL proporciona una buena visión global de las hornillas mejoradas. La chula de HERL es

básicamente un bloque de arcilla y arena, atravesado en sentido horizontal por un túnel. En la parte superior del bloque se han abierto agujeros para poner las ollas. El fuego se hace en un extremo del túnel, debajo de la primera olla. En el otro extremo se instala una chimenea de arcilla o de lámina de metal. Los gases calientes y las llamas fluyen dentro de la chula a través del túnel, debajo de las ollas, y ascienden por la chimenea. Un regulador de tiro controla éste. El número de ollas y la altura de la hornilla pueden ajustarse de acuerdo con las preferencias del usuario. Debido a que constituye la base para tantas otras hornillas, en el Capítulo 4, **COMO CONSTRUIR CUATRO HORNILLAS** se presenta una modificación de la chula sin humo de HERL.

También se han incluido descripciones completas de dos adaptaciones de la chula de HERL, la hornilla Lorena y la Singer. Si bien ambas hornillas dependen de los mismos elementos básicos de diseño--un túnel que lleva los gases calientes por debajo y alrededor de las ollas colocadas arriba--las dos representan modelos de cómo la chula básica se ha adaptado a las preferencias locales de cocinado y a los materiales de construcción disponibles.

La hornilla Lorena se construye en un gran bloque de arena y arcilla, en tanto que la hornilla Singer se conjunta mediante bloques más pequeños. En la página 63 comienza la descripción de la hornilla Lorena, en tanto que la descripción de la hornilla Singer se inicia en la página 93.

Además de las chulas modificadas se han diseñado otras hornillas para quemar otros combustibles orgánicos, como aserrín o cáscara de arroz. (En la página 105 comienza una descripción de la hornilla de cocinar con aserrín.) La práctica no es nueva, ya que materiales de esa clase han venido utilizándose desde hace algún tiempo. En el Alto Volta, por ejemplo, durante seis meses se queman exclusivamente tallos de mijo, en tanto que el resto del tiempo se quema leña. En el Asia Meridional se utilizan tortas de estiércol de ganado como suplemento de combustible.

El uso y la disponibilidad de otros combustibles influyen en el tipo de hornilla que puede o debe construirse. La introducción de ligeros cambios en el diseño de una hornilla puede hacerla adaptable para quemar leña y otros combustibles. El proceso, también en este caso, depende de que se comprendan los criterios de diseños. En este manual se incluyen varias sugerencias para la construcción de hornillas conservadoras de leña que pueden utilizarse para quemar diversos combustibles.

Si bien la mayoría de los sistemas de cocinado mejorados depende de hornillas estacionarias relativamente grandes, en esta guía también se incluyen algunas ideas para construir, de contenedores de metal de 20 litros, hornillas portátiles comparativamente pequeñas. Esas hornillas ofrecen ventajas concretas en zonas donde la población es móvil, o para habitantes de la ciudad que deben cocinar en el exterior por razones de espacio y salud.

Las hornillas menos portátiles que se destacan en este manual se pueden construir de cualquier altura que se desee. En algunas culturas quienes cocinan se acuclillan mientras preparan sus alimentos. En otras culturas cocinan de pie. Una hornilla más baja necesita menos material para su construcción, pero una hornilla cuya altura llega alrededor de la cintura es muy cómoda para usarla y ofrece menos riesgos si andan niños pequeños por las cercanías. Por supuesto, también puede variar el tamaño y número de huecos para las ollas.

El diseñador de hornillas, incluso apegado a consideraciones técnicas, debe examinar con detenimiento la gama de funciones que cumple una hornilla tradicional. Por ejemplo, una hornilla con chimenea para que tenga tiro es más eficiente que otra sin chimenea. Sin embargo, la gente de Bangladesh no considera convenientes las chimeneas porque necesitan que el agua de temporal no entre durante las lluvias de los monzones. Las hornillas sin humo también han resultado ser inaceptables en muchos lugares porque la gente depende de las fogatas humeantes para mantener secos los tejados de pajas y libres de insectos. Los tejados no duran tanto con una hornilla sin humo. Estos dos

ejemplos ilustran cómo pueden equivocarse los diseñadores si sólo tienen en cuenta aquellas funciones técnicas de las hornillas con las que están familiarizados por sus propias culturas.

# **1. COMO UTILIZAR ESTE LIBRO**

En este libro se explica qué es el fuego y luego se examinan las distintas formas en que se encierra al fuego. El material se basa en información del Centro de Documentación de VITA y en las experiencias de expertos en hornillas de leña y en usuarios de ellas.

Cada sección se ha diseñado con todo cuidado con objeto de proporcionar información que ayude a los lectores a construir la hornilla más útil para satisfacer sus necesidades. Los capítulos tratan de los temas siguientes:

**2. COMO TRABAJAN LAS HORNILLAS** explica de manera sencilla lo que son el fuego y el calor y describe hornillas básicas y sus componentes.

**3. COMO HACER HORNILLAS EFICIENTES** examina los medios por los que se puede hacer que las hornillas conserven el calor, incluidos principios de diseño, la introducción de mejoras en las hornillas tradicionales y los mejores materiales de construcción.

**4. COMO CONSTRUIR CUATRO HORNILLAS** presenta información relativa al diseño, construcción, empleo y mantenimiento de las hornillas Lorena, chula sin humo, Singer y de aserrín.

**5. COMO UTILIZAR LAS HORNILLAS DE MANERA EFICIENTE** esboza las características de la leña como combustible.

**Previous Page Blank**

En el **GLOSARIO** se dan definiciones claras de muchos de los términos técnicos empleados en el libro.

Ai final del libro se adjunta un **CUESTIONARIO PARA EL USUARIO**. Tal formulario de evaluación debe llenarse y remitirse a VITA por los usuarios del manual. Esa información se utilizará para revisar y actualizar ediciones futuras.

## **2. COMO TRABAJAN LAS HORNILLAS**

El fuego es tan importante para la salud y la comodidad humanas que por espacio de muchos años los griegos y otros pensaron que era uno de los elementos básicos del universo. Hoy sabemos que el fuego procede de una fuente de calor aplicada a un combustible en presencia de aire.

### **Cómo se quema la madera**

El aire está compuesto de gases, sobre todo oxígeno ( $O_2$ ) y nitrógeno ( $N_2$ ). Las fuentes de calor pueden ser el sol, sus rayos enfocados hacia la madera, o la llama de un cerillo o del pedernal. El combustible en este caso es de madera. La madera está formada principalmente por celulosa, lignina, agua ( $H_2O$ ), resina y otros materiales. La madera es una sustancia orgánica. En otro tiempo fue una cosa viviente.

Cuando se le aplica calor, la capa exterior de la madera desprende agua, dióxido de carbono ( $CO_2$ ), y algunos ácidos orgánicos (veáse el Gráfico 1). El dióxido de carbono y el vapor de agua cubren la superficie de madera e impiden que el oxígeno se ponga en contacto con la madera. Esto produce humo pero no llama.

A medida que se eleva la temperatura, la superficie de la madera se carboniza (se quema convirtiéndose en carbón). Al mismo tiempo el calor pasa hacia adentro a través de la madera. Esto hace que el agua se libere de la parte interna de la madera. Luego se liberan los gases y la brea, los que se extienden sobre la superficie de la madera. La brea reacciona con el

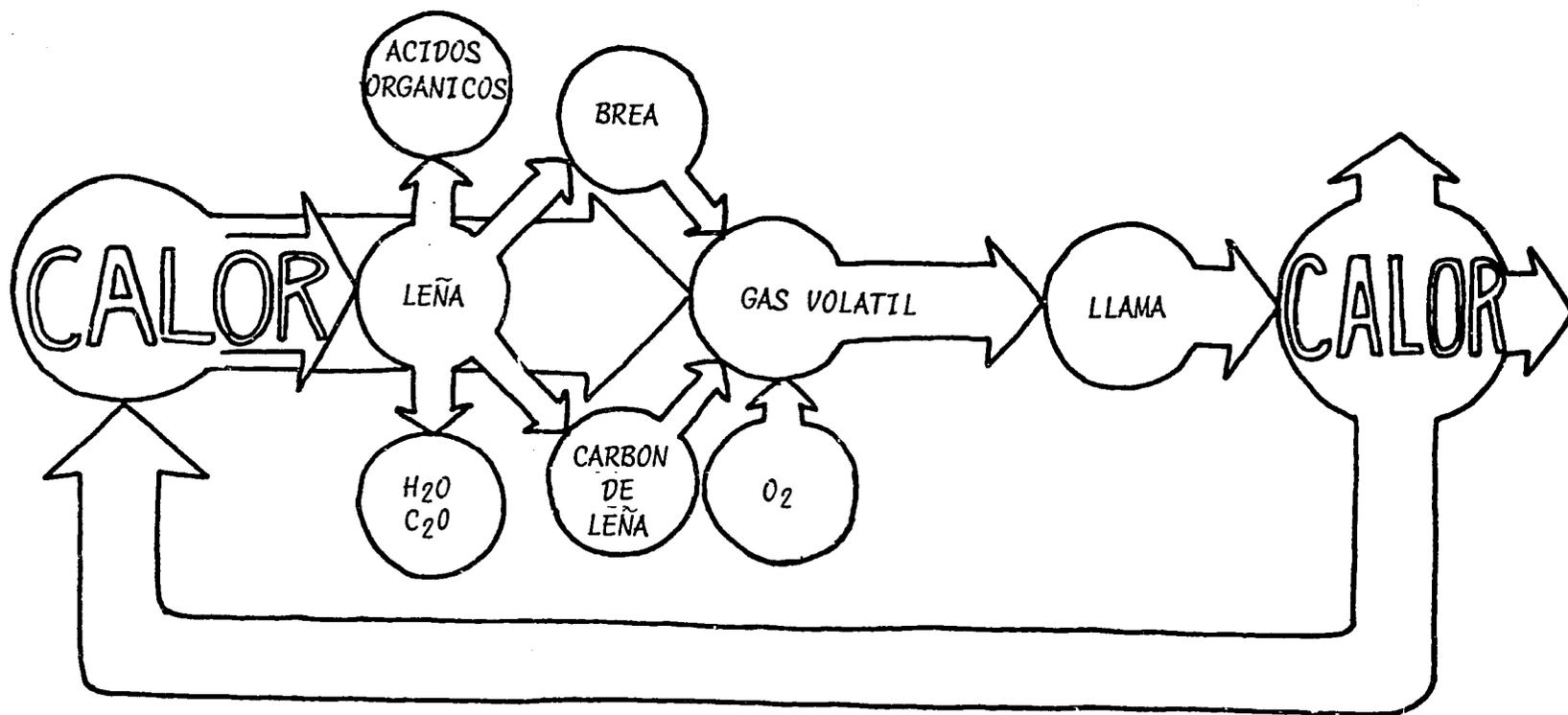


Ilustración 1

MB

carbón para formar gases volátiles. Estos, en presencia del oxígeno producen una llama. La llama emite calor.

Cada gas exige una determinada cantidad de aire y debe llegar a una cierta temperatura antes de que se encienda. Cuanto mayor sea la cantidad de aire mayor será el calor que se lleven los gases. Pero la madera no se encenderá si la proporción de aire en exceso es superior a un cierto límite. En este caso hay muy pocas reacciones químicas para generar el calor necesario que compense la pérdida de calor de la zona de reacción. Esto también ocurre cuando no hay aire suficiente presente.

Una vez encendidos los gases se queman con una llama luminosa. El calor continúa impulsando más gases de la madera hasta que sólo se emiten monóxido de carbón e hidrógeno. El carbón meramente resplandece con escasa o ninguna llama.

Un promedio de 30% de la energía de radiación (véase la sección siguiente) es reabsorbida por la madera. Esto contribuye a mantener el proceso de quemado.

Las varias reacciones de oxígeno ante el aire que entra se pueden resumir como sigue:

<u>Sustancias que reaccionan</u>	<u>Dónde ocurre la reacción</u>	<u>Productos</u>
Carbón + aire	Superficie combustible	Monóxido de carbón Dióxido de carbón
	----->	
Brea + aire	Llama	Monóxido de carbón dióxido de carbón y agua
	----->	
Gas + aire	Llama	
	----->	

Los principales productos de la combustión son dióxido de carbón, monóxido de carbón, agua y hollín (carbón).

Cuando el proceso de quemado se desarrolla con rapidez se produce una gran cantidad de brea y gases sumamente inflamables y se libera rápidamente gran cantidad de calor. En ese caso es poco el carbón que se produce. Si el quemado es lento (por ejemplo, si hay poco aire y poco calor cerca de la superficie de la madera), entonces se produce mayor cantidad de dióxido de carbón, de vapor de agua y de carbón. El calor se despidе a una tasa mucho más lenta y más constante.

## **Cómo se transfiere el calor**

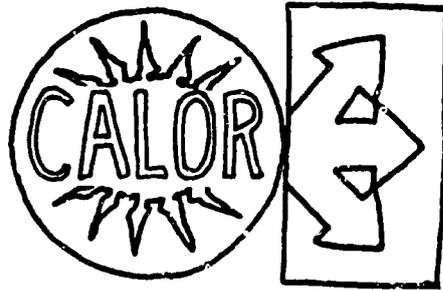
El calor se transfiere de tres maneras: por conducción, por radiación y por convección. El calor se transfiere dentro de la madera por conducción, de la llama a la madera por radiación, y de los gases calientes a la madera por convección (véase la Ilustración 2).

### **Conducción**

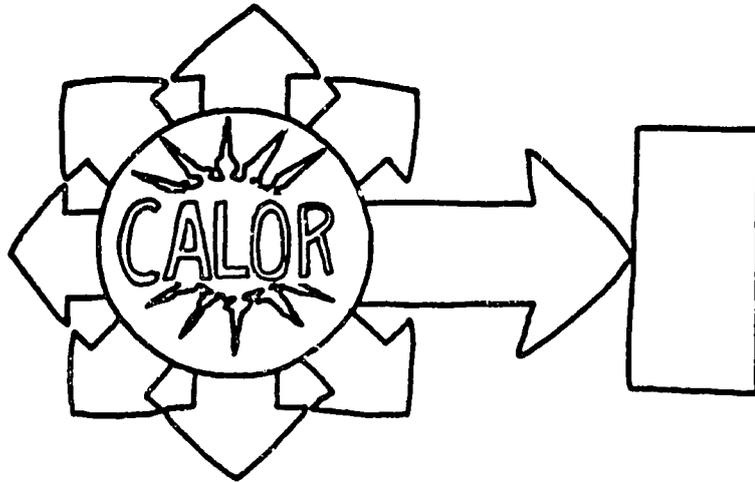
Conducción es el paso del calor a través de una sustancia, desde una zona caliente a otra fría. Si un extremo de la sustancia está calentado, ese extremo caliente contiene más energía que el frío. Esa diferencia de energía se transfiere a través del material mediante el movimiento de los átomos en la sustancia.

Algunos materiales no conducen muy bien el calor y se les llama aislantes. La madera, el aire y los ladrillos de barro muy porosos son conductores relativamente deficientes de calor.

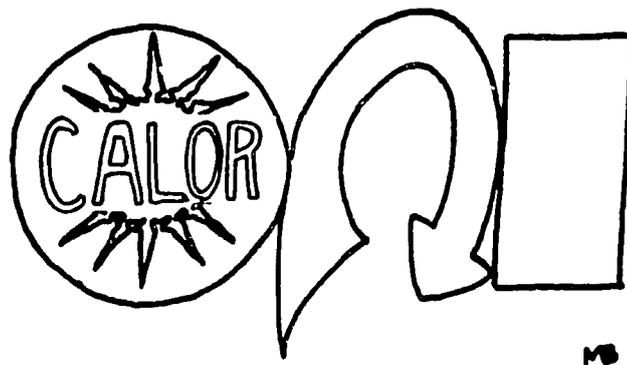
Por lo tanto, un ladrillo de una hornilla, que es un conductor deficiente, tardará mucho más tiempo en calentarse que una hornilla de hierro que es buen conductor de calor. La tasa a la que se transfiere el calor a través de un material depende de: (1) la diferencia de temperatura, (2) la zona que se va a calentar y a enfriar, (3) la capacidad del material para conducir calor, y (4) el espesor del material.



**Conducción**



**Radiación**



**Convección**

**Ilustración 2**

## **Radiación**

Todos los cuerpos por encima de la temperatura absoluta cero despiden energía en forma de radiación de calor. Cuando la radiación de calor entra en contacto con un sólido se refleja en él.

Un cuerpo emite radiación en una gama de longitudes de onda y alcanza un nivel máximo de intensidad a una longitud de onda particular para una temperatura dada. La radiación es emitida a bajas temperaturas en el espectro de rayos infrarrojos. Por lo tanto no es visible. A medida que aumenta la temperatura se emite más y más radiación a longitudes de onda en el espectro visible. Así, pues, aunque no podemos ver la radiación de calor que se desprende de una olla caliente y es posible que nos quememos si la tocamos, podemos ver cómo resplandecen los ladrillos en el horno donde se cuecen. El monto de radiación recibida de una superficie que está despidiendo radiación disminuye rápidamente con la distancia desde la fuente.

La madera da una llama luminosa, amarilla, cuando se quema. El poder de radiar calor es muy elevado en llamas luminosas debido a que la llama consiste sobre todo en partículas de carbón negro en combustión. El carbón en combustión da una luz más brillante que los gases en combustión. A medida que disminuye el número de partículas de carbón que se emiten, también se reduce el poder de la llama para emitir calor. La llama azul producida por el carbón de madera en combustión tiene una capacidad mucho más baja de emitir radiación de calor que la llama amarilla de la madera en combustión. La madera caliente también radia calor, al igual que las paredes de la cámara de combustión. Cada trozo de madera fría absorbe radiación de cualquier superficie de temperatura más elevada, como las paredes de la cámara de combustión, la llama y otros trozos de madera. La superficie externa de los muros también emite radiación hacia el exterior.

La radiación es con mucho el medio más común por el que el calor se transfiere dentro de una caja de fuegos.

## **Convección**

La convección entraña la propagación del calor en un fluido, como el aire o el agua, mediante el movimiento de sus partículas.

El aire de una habitación calentada por la radiación de una hoguera se desplaza hacia arriba. El aire más frío más pesado y más denso entra para ocupar su lugar. En este caso el aire caliente se ha movido solo a causa de su natural presión hacia arriba. El aire caliente es más liviano y menos denso que el frío. Este tipo de transferencia de calor se denomina convección natural. Es esa presión hacia arriba o flotabilidad la que hace que el aire caliente salga de una hornilla o un hogar. La flotabilidad también permite que entre el aire más frío y suministre el oxígeno necesario para la combustión.

Por otra parte, si se fuerza la entrada de aire en un hogar ya sea por el viento o un ventilador, el calor se transfiere por convección forzada o advección. Esto también explica la enorme pérdida de calor que experimenta una olla puesta en una fogata al aire libre en un día ventoso. Aun cuando el viento es un fenómeno natural, la convección producida por el viento se llama convección "forzada" debido a que no es inducida por la flotabilidad.

Nota: Véase el Capítulo 5, **COMO UTILIZAR LAS HORNILLAS DE MANERA EFICIENTE** un examen de las características de la madera, incluidos factores que afectan a la eficiencia de la combustión de la madera.

## **Cómo se contiene al calor**

El simple hecho de encerrar un fuego y de ese modo controlar el monto de aire que se le suministra influye en la intensidad

del calor y en la eficiencia del proceso de combustión. Un fuego de cocinar que se mantiene encerrado se convierte en cierto modo en una hornilla.

## **Componentes de la hornilla**

La hornilla básica de combustión de leña es una fogata rodeada de unas piedras o de pedazos de ladrillo. Una olla se balancea sobre las piedras. Esta hornilla básica es insatisfactoria por las siguientes razones:

- . Desperdicia mucho combustible.
- . La temperatura es difícil de regular.

El humo de la fogata puede ocasionar o empeorar problemas de la vista y respiratorios y dejar las partes donde se cocina negras de hollín.

- . Las quemaduras y escaldaduras son un peligro, sobre todo para los lactantes y los niños pequeños.

En algunas zonas se ha aumentado muchísimo la eficiencia de este tipo de fogata mediante el simple procedimiento de levantar paredes alrededor de casi todo el fuego. La parte superior se cubre con una especie de emparrillado sobre el que se ponen las ollas. Si bien esto no ayuda mucho a resolver el problema de humo, sí puede traducirse en economías sustanciales de combustible.

El agregar una chimenea o humero (véase descripción más abajo) y un control del tiro aumenta todavía más la eficiencia de la utilización del combustible, contribuye a controlar la temperatura y resuelve gran parte del problema del humo. Se puede mejorar una hornilla para cocinar partiendo de varios diseños y utilizando muchos tipos diferentes de materiales. Ladrillos cocidos, bloques de arcilla secados al sol, mezclas de arcilla y

arena y láminas de metal, todo se ha utilizado para hacer mejores hornillas (veáse en el capítulo siguiente la sección "Mejoramiento de las hornillas tradicionales").

Varios componentes básicos son comunes a todas las hornillas perfeccionadas:

- . Caja de fuegos
- . Humero o chimenea
- . Entrada de aire
- . Deflectores
- . Intercambiadores de calor

#### Caja de fuegos

La caja de fuegos es la cámara en que tiene lugar la combustión inicial y se quema el combustible. Algunas hornillas pueden tener también una caja de fuegos secundaria donde se queman muchos de los gases producidos por la combustión inicial. No debe haber puntos incontrolados de entrada de aire en la caja de fuegos.

#### Chimenea o humero

La chimenea o humero es el pasaje por el que los gases y el humo dejan el fuego. La función de la chimenea es sacar el vapor de agua y el humo fuera de la cocina y crear una diferencia de presión de modo que el aire sea atraído hacia la caja de fuegos. Las palabras "chimenea" y "humero" se emplean a menudo indistintamente con igual significado. Algunas personas interpretan "humero" en el sentido de que solo significa el pasaje entre la caja de fuegos y la chimenea. Para otras el "humero" es el pasaje de la chimenea.

Es común que la chimenea se extienda hacia arriba de la hornilla en una distancia que oscila entre 1,75 y 2,5 m, o más. Esa distancia varía según el tipo de hornilla y el mejor medio de

determinarla es por experimentación. Algunas hornillas sencillamente no queman bien hasta que la chimenea llega a una altura determinada. Para encontrar cuál es la mejor altura se puede comenzar con una chimenea pequeña e ir añadiendo secciones, o bien empezar con una chimenea alta e ir quitando secciones. La parte superior de la chimenea debe estar alrededor de 0,75 m por encima del punto más elevado del tejado por dos razones: la primera de seguridad y la segunda para impedir que las corrientes de tiro hacia abajo fueren al humo a volver a la hornilla. A veces ocurren corrientes de aire de tiro hacia abajo alrededor de algunos edificios.

El diámetro de la chimenea también es variable. Se pueden formular ecuaciones teniendo en cuenta el tamaño de la caja de fuegos, la altura del humero, etc. Pero en una situación práctica es probable que el diámetro de la chimenea lo determine lo que puede obtenerse al menor costo. Esto será con frecuencia tubo galvanizado para chimenea de 10 cm de diámetro. Para la gama de diseños que se presentan en este manual, ese tamaño de tubo es perfectamente suficiente.

La chimenea debe tener un casquete para impedir que el agua de las lluvias baje a la hornilla. Quizá necesite también un guarda-chispas--una pequeña envoltura de tela metálica--para impedir que las chispas vayan a caer volando sobre material inflamable del tejado. Tanto el casquete como el guarda-chispas deben ser removibles para poder limpiar la chimenea con facilidad. Esto es muy importante.

La chimenea debe limpiarse con regularidad. Al enfriarse los gases vapores calientes, algunas sustancias se condensan y depositan en las paredes internas del humero. Una de esas sustancias condensadas es la creosota, material de color oscuro, pegajoso y muy inflamable. Una acumulación grande de creosota puede obstruir la chimenea. Peor todavía, puede incendiarse por una chispa que haya saltado. Los depósitos de creosota se pueden eliminar por combustión en las primeras fases de su acumulación haciendo un fuego muy intenso en la hornilla. O bien se pueden quitar limpiando la chimenea por lo menos cada seis

meses. Esta operación puede realizarse con un cepillo de mango largo o bien con un manojo de ramas y trapos amarrados a una vara larga.

Una chimenea de metal pierde calor con mayor rapidez y, por lo tanto, es más propensa a la acumulación de creosota que una chimenea de barro o de albañilería. Algunas personas prefieren el metal galvanizado a la lámina negra. En algunos lugares se ha trabajado con un material que pudiera llamarse "fierrobarro", una mezcla de tela metálica de gallinero, recubierta con una capa de barro para formar una chimenea fuerte. El "fierrobarro" puede resultar significativamente más barato que la chimenea de metal o de barro.

#### Entrada de aire

El combustible debe tener oxígeno para arder. El aire se suministra al interior de la caja de fuego a través del combustible por el tiro creado por el humero o chimenea. Dado que un tiro fuerte provoca un fuego muy vivo, una hornilla eficiente deberá tener una abertura ajustable que permita a quien cocina controlar el ritmo de combustión y por consiguiente la temperatura.

#### Reguladores de tiro

Un regulador de tiro es una placa movable que controla el tiro. A fin de regular el flujo de aire se pueden emplear uno o más reguladores. La colocación y funcionamiento de ellos depende del diseño de la hornilla y del material de su construcción. Si sólo se utiliza o necesita un regulador, éste debe colocarse en la boca de la entrada de aire. Un segundo regulador puede colocarse al extremo de la hornilla donde va el humero, justo antes de que se curve hacia arriba. A veces se encuentran secciones de tubo comercial para hornillas que ya tiene reguladores montados. Una hornilla muy grande puede precisar reguladores de tiro adicionales para impedir que los

gases calientes lleguen a partes que no se utilizan de la hornilla.

El regulador se puede hacer de metal o de bloques de barro o piedra. Debe encajar muy bien para que cierre por completo el paso del aire. El hecho de lámina de metal será muy caliente en especial al tacto, por lo que deberá ponérsele algún tipo de mango relativamente frío.

### Deflectores

En una hornilla de tipo chula, como la mayoría de las que se muestran en este manual, un deflector es un montículo o escalón moldeado en el túnel. Un deflector o una serie de deflectores cumplen dos finalidades. Impiden el escape directo de los gases calientes, permitiéndoles que se quemen de manera más completa, y un deflector colocado con cuidado cambia la dirección del flujo de los gases calientes enviándolo alrededor de la olla y aumenta el tiempo que ésta se encuentra expuesta a la acción del calor.

Los deflectores se pueden colocar a la salida de la cámara de combustión. Aquí cambian la dirección de la llama y los gases volviéndolos otra vez hacia la superficie de la leña. Estos deflectores también cambian la dirección de la llama y los gases bajo las superficies de las ollas, lo cual hace que éstas se calienten con más rapidez y que los alimentos se cocinen más pronto.

También en el humero se pueden colocar deflectores. En esa posición ayudarán a mantener los gases calientes cerca de la segunda y la tercera ollas. Así se transfiere más calor a las ollas y la comida se prepara con más rapidez.

ITDG ha hecho pruebas que muestran que los deflectores pueden reducir la utilización de leña en el 50% cuando se colocan de manera correcta.

### Intercambiadores de calor

Los intercambiadores de calor en la mayoría de las hornillas descritas en este manual son las propias ollas, las que varían de una comunidad a otra y son tan individuales como los alimentos que se cocinan en ellas. En Guatemala las ollas de cocinar son a menudo vasijas redondas de barro cocido con cuellos relativamente pequeños. Las personas que cocinan en muchas partes de la región saheliana utilizan pailas redondas de hierro abiertas, en tanto que en la India pueden utilizarse vasijas de aluminio o latón.

## **Hornillas tradicionales**

### Tres piedras

La hornilla de cocinar básica de combustión de leña, y una de las más comunes, consiste simplemente en tres piedras dispuestas en triángulo sobre la tierra (véase la Ilustración 3). El uso de esa hornilla difiere de una región a otra. Ahora se examinará en detalle uno de los medios más eficientes de utilizarla.



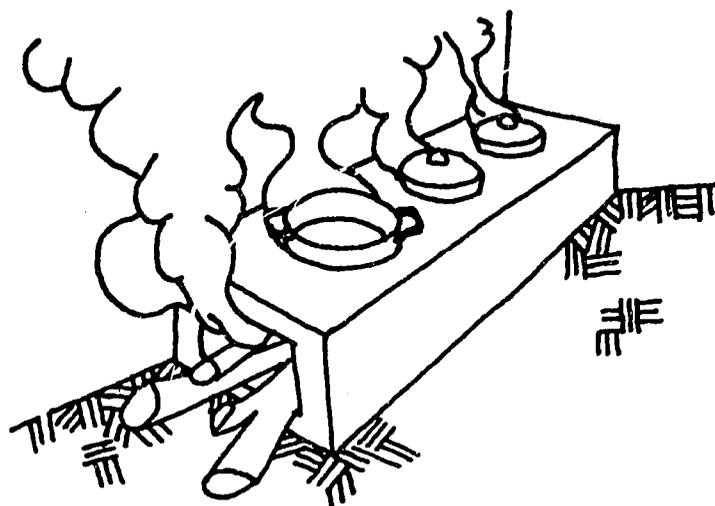
**Ilustración 3**

El fuego se inicia con leña menuda. Una vez que ésta comienza a arder, se colocan trozos grandes de madera entre las piedras. Luego se coloca la olla en equilibrio sobre las piedras. La cantidad de calor emitida por la leña en combustión se puede aumentar o reducir acercando la madera al centro de las piedras o alejándola de ellas. Al cabo de poco tiempo las piedras se calientan a una temperatura de 300 a 500 centígrados (556-932°F). Estas piedras calientes absorben calor y también transfieren parte de él devolviéndolo al fuego, a la olla y al aire que entra. Este aire también tiene que pasar a través de los productos gaseosos calientes de la combustión. De ese modo el aire es precalentado y por consiguiente puede reaccionar con más facilidad con los gases de la madera en los extremos resplandecientes de las ramas. Así, en el medio del fuego hay una zona muy caliente con movimiento continuo de gases que salen y la entrada de aire frío. Ahora bien, la energía para sostener la combustión de un trozo de madera proviene de la radiación de la llama y de los extremos resplandecientes de los demás trozos de madera. Al alejarse los trozos de madera, la energía absorbida por un trozo cualquiera de ellos disminuye. Así también se reduce la tasa de productividad de gases, brea y carbón de madera y por lo tanto, la tasa total de calor liberado por la madera también decrece.

Las cocinas de tres piedras tienen varias desventajas. La olla pierde grandes cantidades de calor por convección, en particular si está expuesta a alguna brisa. Los gases calientes producidos en el fuego se dispersan con rapidez alejándose de la vasija de cocinar y, en consecuencia muy poca de su energía de calor se transfiere a la olla. Si está soplando el viento esos gases se dispersan con más rapidez y se transfiere menos aún de su energía. Si la olla está colocada muy cerca del asiento de la llama, se forma mucho hollín y brea; la superficie relativamente fría de la olla puede hacer bajar la temperatura de los gases por debajo del punto de encendido. El humo y el peligro de quemaduras y derrames de las ollas también representan desventajas, lo mismo que la incomodidad de cocinar sobre el suelo.

### Chulas

En muchas partes del Asia Meridional se emplea ampliamente una hornilla de barro llamada chula, de la cual hay numerosas versiones. Es probable que la versión más común sea la que se presenta en la Ilustración 4.

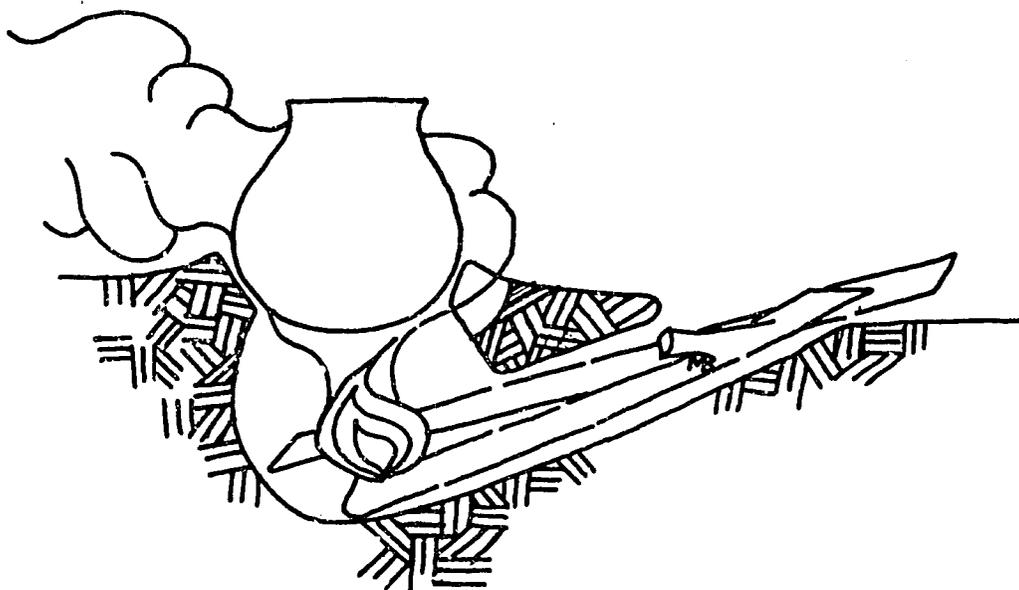


**Ilustración 4**

Esta hornilla consiste en una caja hueca con una abertura en un extremo para introducir la leña y varios agujeros arriba que permiten colocar las ollas de cocinar sobre el fuego. El humo escapa alrededor de la olla y sale por la abertura. En determinadas condiciones estas hornillas son menos eficientes que las formadas por tres piedras. Goldemberg y Brown (1979) han mostrado que las ollas de cocinar absorben sólo un pequeño porcentaje de la radiación de calor emitida por el fuego. Pero el calor que escapa hacia arriba en torno a la olla calienta sus lados en forma bastante eficaz por conducción. Al entrar el aire en la chula tiende a fluir sobre la parte superior de la leña, no en torno a ella, por lo tanto, gran parte de ese

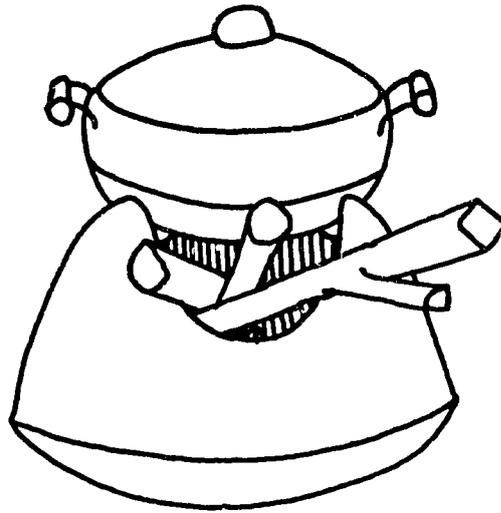
aire frío fluye directamente hacia la zona de la llama. El gran monto de aire de exceso tiende a hacer bajar la temperatura de la llama y a impedir el encendido de los gases volátiles de la madera.

En Bangladesh se encontró una chula ampliamente utilizada que quema desechos de madera y paja (veáse la Ilustración 5). Esa hornilla se construye en el suelo y consiste en dos agujeros enlazados entre sí. En torno al agujero más grande hay tres puntos elevados sobre los cuales se coloca la olla. En el agujero se ponen pedazos de madera y virutas y se encienden. El aire es atraído abajo del agujero y se mezcla con el combustible. La llama y el humo son succionados hacia arriba a través del espacio entre la olla y su soporte.



**Ilustración 5**

Una versión más portátil pero menos eficiente de esta hornilla es la que se muestra en la Ilustración 6. La hornilla está hecha de barro y estiércol por artesanos que la venden en el mercado. La madera se coloca a través del agujero grande y



**Ilustración 6**

descansa en el fondo de la hornilla. Las observaciones visuales indican que sólo parte del aire que le llega desciende de hecho hacia abajo donde está quemándose la madera.

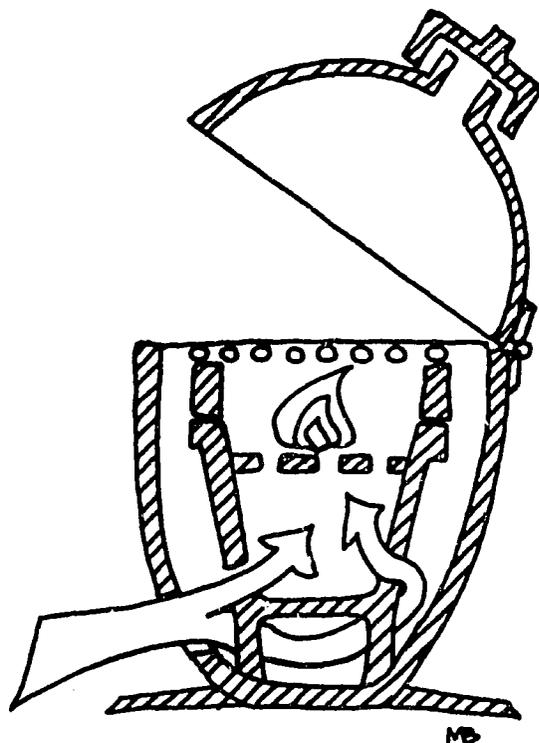
En Asia se han diseñado las hornillas para que quemen cáscara de arroz o aserrín. Un tipo que se utiliza en forma muy generalizada está hecho de barro cocido, con un vertedero interno que se ha perforado y en el que se depositan las cáscaras de arroz. Debajo se colocan ramitas y papel. El calor de ese material en combustión hace que se incendien las cáscaras de arroz.

En la región septentrional de Bali, Indonesia, hay una hornilla construída de bloques de adobe que quema aserrín. La parte exterior está recubierta de una capa de lodo.

#### Olla estilo Kamado

La olla tradicional japonesa de loza de barro, la Kamado, puede servir como modelo de diseño fácilmente adaptado a la situación

del poblado (véase la Ilustración 7). Hecha casi por entero de cerámica, la kamado consiste en un armazón aislante externo que encierra una caja de fuegos y parrilla que se pueden quitar. La parrilla de metal--única parte que no es de cerámica--se apoya en un anillo cerámico que sostiene la vasija y los alimentos encima del fuego. Una tapa con bisagra permite que la hornilla se utilice abierta o cerrada con lo cual se puede hornear, hervir, freír y hacer barbacoas. El diseño de doble pared de la caja de fuegos en el interior del armazón, así como el propio material cerámico, sirven para minimizar la conducción de calor a la zona circundante. La temperatura se controla ajustando el regulador de tiro superior y el inferior.



**Ilustración 7**

El armazón de cerámica externo se puede sustituir con un tambor metálico de 20 litros u otro cilindro de metal, aunque no tendrá la capacidad de aislamiento del original. La caja de fuegos de cerámica y la parrilla se pueden hacer en la localidad en

formas sencillas de disco y cilindros. No necesitan ser cocidos en el horno de alta temperatura que ha de utilizarse para la hornilla.

## ***Hornillas sencillas de metal***

Contenedores de metal de unos 20 litros de capacidad pueden constituir la base para construir varias hornillas sencillas.

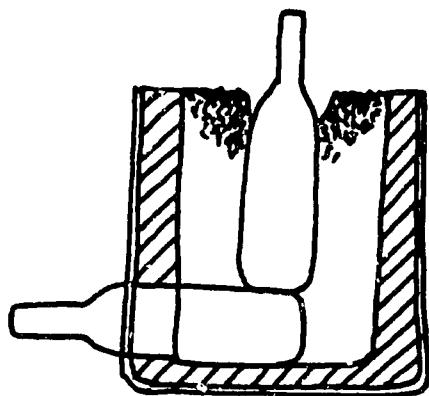
### Hornilla de cáscara de arroz

Un pequeño tambor de petróleo u otro contenedor de metal, o una estructura hecha de ladrillo, forma la cámara de combustible de cáscara de arroz o de aserrín. A un lado del fondo del contenedor se hace una salida de aire. A través de ese orificio se hace pasar un cilindro de madera de 6 cm de diámetro. Otro trozo de madera del mismo diámetro se coloca en el centro del contenedor de modo que toque el extremo del otro cilindro de madera, que descansa en el fondo.

Las cáscaras de arroz o el aserrín se vierten alrededor de los dos trozos de madera y se apisonan firmemente con un bloque de madera. La cámara se llena de material hasta quedar a unos 5 cm del borde superior. Se retiran con todo cuidado los dos trozos de madera, lo que deja un túnel a través del combustible que va desde la salida de aire hasta la parte superior.

### Hornilla de aserrín

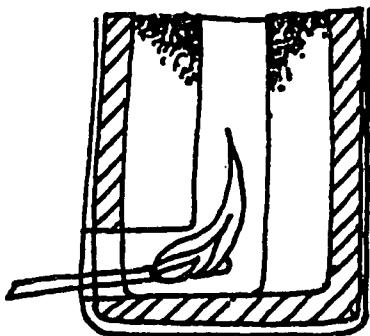
Esta hornilla se emplea para quemar aserrín. Es muy similar a la que utiliza cáscara de arroz. Se hace de un recipiente de metal de unos 25 cm x 25 cm. Cerca del fondo del recipiente se corta un agujero circular de unos 10 cm de diámetro. El interior se recubre de una capa de barro y cemento de unos 3 cm de



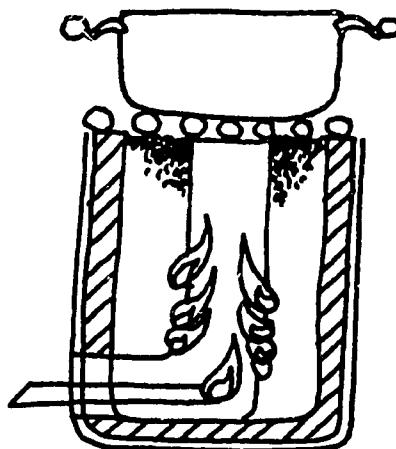
**Ilustración 8**

espesor. Dentro de la hornilla se colocan dos botellas y el espacio de alrededor de ellas se rellena con aserrín (véase la Ilustración 8). Después se retiran las botellas. Sobre los bordes superiores se colocan de un lado a otro varillas o tiras de hierro o acero para que descansen en ellas la vasija en que se va a cocinar.

Para prender el combustible se utiliza un trozo de madera de alrededor de la mitad de diámetro de las botellas empleadas para formar las aberturas de aire. Ese trozo más delgado de madera se impregna en queroseno, se le prende fuego y después se introduce con todo cuidado siempre encendido, en el canal de aire desde la entrada de éste (véase la Ilustración 9). Cuando el combustible comienza a arder se coloca la olla sobre los soportes y la hornilla está lista para cocinar (véase la Ilustración 10).

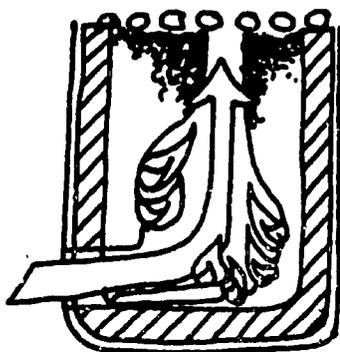


**Ilustración 9**



**Ilustración 10**

A medida que se va quemando el trozo de leña se le va empujando lentamente hacia dentro de la abertura. Según se dice, un trozo de leña de 1 metro de largo y unos dos centímetros de diámetro, y una cámara llena de aserrín, proporcionan fuego para cocinar durante dos horas.

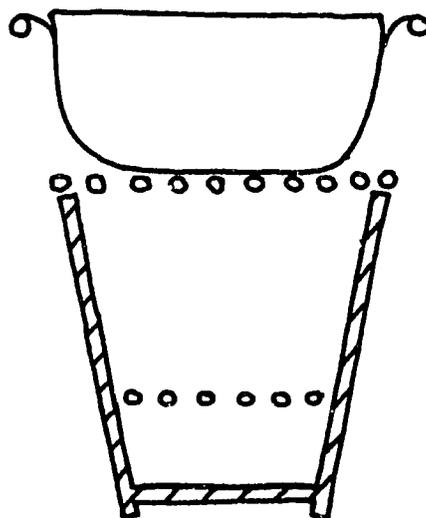


**Ilustración 11**

El aire entra en el fondo del revestimiento interno caliente, donde se calienta. Después pasa sobre la superficie del aserrín. El combustible se quema hacia afuera dejando una cavidad en forma de cebolla (véase la Ilustración 11).

#### Hornilla en una cubeta

Una hornilla pequeña experimental consiste en una cubeta de metal galvanizado que puede obtenerse en el comercio, a la cual se le han adaptado dos emparrillados (véase la Ilustración 12). Una de las parrillas se ajusta dentro de la cubeta, a unos 15 cm del borde. Sobre esa parrilla se pone carbón vegetal o leña. La segunda parrilla se coloca sobre el borde de la cubeta. Es aquí donde se cocinan los alimentos, en una olla o asados directamente arriba del carbón. Esta hornilla no se ha probado en la práctica, pero probablemente duraría poco tiempo.



**Ilustración 12**

## **3. COMO HACER HORNILLAS EFICIENTES**

La eficiencia de una hornilla depende de muchos factores, desde su propio diseño hasta el tipo de combustible utilizado. En esta sección se examinan los medios por los que se pueden reducir las pérdidas de energía mediante el mejoramiento de los diseños y de los materiales de las hornillas tradicionales.

### **Conservación del calor**

#### ***Pérdidas de energía en las hornillas***

Para cocinar alimentos o proporcionar calor sólo se puede aprovechar parte de la energía química de la madera. Se producen pérdidas debido a:

- **Combustión incompleta.** Algunos de los gases volátiles y el carbón de leña producidos durante el proceso de quemado no reaccionan con el oxígeno entrante y, de ese modo, el calor que se generaría por esas reacciones se pierde. La combustión incompleta da lugar a la formación de hollín y partículas de brea en la corriente de gas que abandona la zona de combustión. También puede conducir a la formación de monóxido de carbono, que puede llegar a acumularse a niveles peligrosos en las habitaciones.
- **El calor que se llevan los gases producidos por la combustión.** Los gases que abandonan la zona de combustión

**Previous Page Blank**

están calientes. A menos que la olla pueda captar ese calor, se pierde en la atmósfera. Esos gases también contienen aire. Cuanto mayor es el porcentaje de aire (es decir, la cantidad de aire que excede a la que se necesita para quemar la madera por completo), mayor es la pérdida de calor que se lleva la corriente de gas. Se precisa cierta energía para expulsar los gases de la combustión y meter aire para la combustión.

- Pérdidas ocasionadas por el calentamiento de una hornilla. Esta absorbe calor del fuego; parte de ese calor se transfiere a la olla pero parte se pierde.
- El calor que se va a la atmósfera desprendido de las paredes de la hornilla y de la olla de cocinar. Todo objeto caliente radia y conduce calor a cualquier cosa más fría que se encuentre por los alrededores.
- La energía utilizada en evaporar exceso de agua proveniente de alimentos con elevado contenido de humedad.

Ineficiente operación de la hornilla para el fin propuesto. Ejemplos: Tener un tiro alto para permitir un cocinado más rápido. No utilizar tapas en las ollas mientras se cocina. Utilizar trozos de leña demasiado grandes o demasiado pequeños.

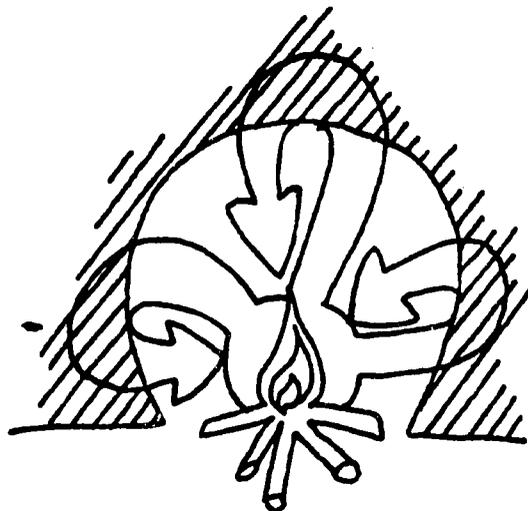
Las cuatro primeras pérdidas se pueden minimizar mediante el diseño apropiado de la hornilla.

## ***Mejoramiento de la eficiencia de la combustión***

Como ya se ha explicado, la leña se quema de manera eficiente si hay aire suficiente, no demasiado. En torno a la superficie de la madera debe haber una temperatura de 500 a 600 C°. Pueden lograrse altas temperaturas:

- Aislando la caja de fuegos (cámara de combustión).

- Reflejando en la superficie de la leña el calor absorbido por las paredes (Ilustración 13).



**Ilustración 13**

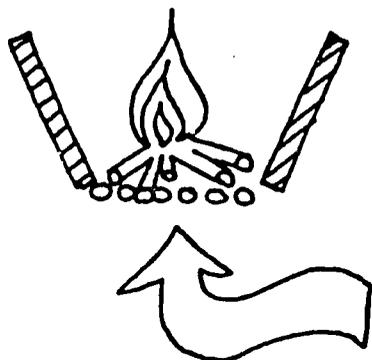
- Colocando la olla alejada del asiento del fuego. La posición más eficiente para la olla es donde la llama no se enfríe por la superficie fría de la olla, sino donde el fondo de ésta reciba de todos modos una amplia proporción de la energía radiada liberada por el fuego.
- Controlando el flujo de aire frío que va hacia el fuego.

El aire se puede canalizar en torno a la madera mediante el uso de emparrillados y deflectores. Se puede forzar al aire a que fluya a través de la madera de las cinco maneras siguientes (véase Ilustración 14).



**Ilustración 14**

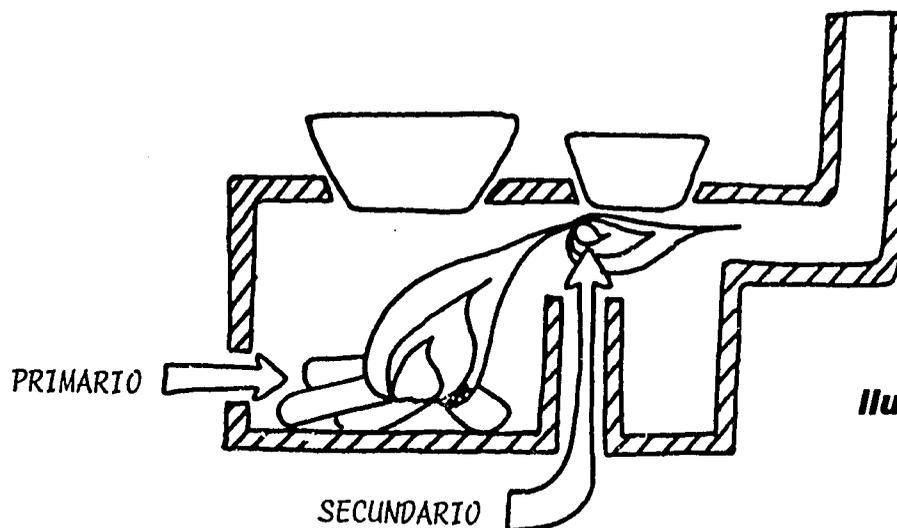
No hay pruebas hasta la fecha que muestren que uno cualquiera de estos diseños es el mejor. Se sabe (Wilkelman, 1953) que si se utiliza una parrilla las paredes de la cámara de combustión deben inclinarse hacia el emparrillado (Ilustración 15), y que la superficie del emparrillado abierta al paso del aire debe ser aproximadamente de 25 a 30% de la superficie total del emparrillado.



**Ilustración 15**

Son medios más sofisticados de mejorar la eficiencia de la combustión:

- Recircular los gases de combustión
- Precalentar el aire primario.
- Añadir aire secundario al final de la zona de la llama (Ilustración 16).



**Ilustración 16**

## ***Utilización del calor de la corriente de gas***

Los gases producidos por la combustión de leña en fogatas abiertas escapan de manera casi inmediata a la atmósfera. Si esos gases se toman de la zona de combustión vía el humero y pasan alrededor de una olla, el calor se transferirá de la corriente de gas a la olla más fría. Cuanto más tiempo permanezcan los gases en contacto con la olla y cuanto más turbulenta sea la acción de los gases, mayor será el calor transferido. Ahora bien, si se toma demasiado calor de esos gases de desecho, el agua y la creosota se condensarán. Esta última puede incendiarse en la hornilla, y el agua ocasiona corrosión en cualquiera de las partes de metal de la hornilla.

## ***Minimización de la pérdida de calor a consecuencia del calentamiento de la hornilla***

El calor que se precisa para calentar una hornilla se puede minimizar de dos modos. Si los alimentos han de cocinarse con rapidez, o sólo una vez al día, la hornilla debe diseñarse con paredes delgadas o de un material que absorba con facilidad mucho calor. Si el cocinado se hace con frecuencia durante el día, debe construirse una hornilla con paredes gruesas y que retenga bien el calor. Esa hornilla siempre se mantendrá caliente. Esas paredes calientes absorberán mucho menos calor del fuego cuando se esté cocinando.

## ***Minimización de las pérdidas de calor de ollas y paredes de la hornilla***

Las pérdidas de calor de las ollas se pueden minimizar calentándolas hasta el punto de ebullición con mucha rapidez e impidiendo que la corriente de un tiro fluya alrededor de la olla. El colocar ésta en la corriente de gas caliente puede impedir tiros. Se pierde considerablemente menos calor si la olla

tiene una tapa que ajuste muy bien. Una olla de fondo plano capta el calor radiado de manera más eficiente que una olla redonda. Sin embargo, la olla de fondo redondeado parece captar el calor con más eficiencia cuando la principal forma de transferencia de calor es la convección. Las ollas hechas de metal transfieren el calor con mayor velocidad que las de loza de barro.

La cantidad de calor que se pierde de una hornilla depende de la temperatura de la pared exterior y de la velocidad del aire que fluye pasando la hornilla. Cuanto más se acerque la temperatura de la pared de la hornilla a la temperatura del aire circundante, y cuanto más baja sea la velocidad del aire que fluye pasando la hornilla, más bajas serán las pérdidas. Las pérdidas de calor de las paredes de la hornilla se pueden disminuir en el caso de algunas hornillas mediante una doble pared o un revestimiento de ladrillos.

## **Mejoramiento de las hornillas tradicionales**

Antes de adaptar o de mejorar cualquier hornilla es importante examinar las funciones sociales y culturales que desempeñan las hornillas en la sociedad en que van a utilizarse. Alguna práctica aparentemente laboriosa o ineficiente puede tener gran significación social. Los diseños de nuevas hornillas también deben adaptarse a las costumbres locales tradicionales de cocinar, ollas y tipos de alimentos que se van a preparar.

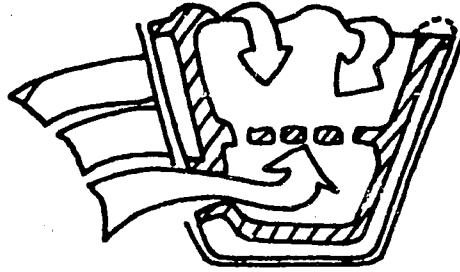
En el mejoramiento de las hornillas tradicionales los diseñadores han seguido dos enfoques: el técnico con respecto a la cámara de combustión y el de relación chimenea-regulador de tiro.

## ***Enfoque técnico de la cámara de combustión***

Esto lleva consigo el modificar una hornilla tradicional mediante el aislamiento de la caja de fuegos, el cambio de la forma de la cámara de combustión, y otros medios. Este es el enfoque más reciente que se ha venido aplicando por varias organizaciones, incluido el Grupo de Desarrollo de Tecnología Intermedia (ITDG) de Inglaterra. Ninguna de esas hornillas se ha ensayado sobre el terreno. Sin embargo, los resultados iniciales de las hornillas diseñadas utilizando esos métodos son muy prometedores. A continuación se presentan algunos estudios de casos.

La chula de Bangladesh--El Dr. Nuruzzman. del Consejo de Investigaciones Científicas e Industriales de Bangladesh está llevando a cabo trabajos relacionados con esta hornilla. Observó en el fondo de ella la combustión incompleta de la leña. Utilizando una pila termoeléctrica midió la distribución vertical de la temperatura hacia abajo en el centro de la hornilla. En el lugar más caliente insertó una parrilla cerámica y sobre ella colocó la leña. Encontró que la cantidad de leña que se necesitaba para hacer hervir el agua se reducía considerablemente.

La hornilla tailandesa--Si bien en este caso se trata de una hornilla que quema carbón vegetal, los principios de diseño aplicados pueden ser pertinentes para los diseñadores de hornillas que consumen leña. Keith Openshaw redujo en gran medida la cantidad de carbón utilizado y el tiempo necesario para preparar una comida en un quemador tradicional de metal de carbón vegetal utilizado en Tanzania. A fin de mejorar esta hornilla decidió aislar los lados, hacer que se inclinaran hacia adentro y mejorar la distribución de aire alrededor del carbón. Openshaw encontró que una hornilla manufacturada en Tailandia satisfacía sus requisitos (véase la Ilustración 17).



**Ilustración 17**

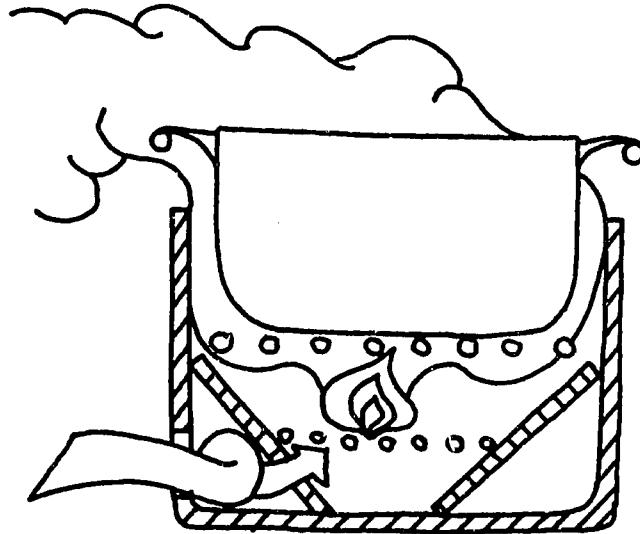
Esta es la descripción que ofrece de la hornilla:

"La hornilla de barro que se describe aquí se originó en Tailandia. Usualmente consta de tres capas, aunque se puede comprar sin la cubierta exterior de metal y la capa intermedia de ceniza. Está hecha en su totalidad de materiales locales, arcilla y ceniza. Sólo el metal exterior se paga en divisas. El propósito de esta cubierta exterior de metal es dar mayor durabilidad a la hornilla. En general está hecha de latas viejas de conserva, como las que se emplean para envasar fruta. La capa intermedia se llena de ceniza (ceniza de la paja de arroz en este caso particular), y tiene una simple envoltura de cemento para contener la ceniza. La capa interior está hecha de barro cocido de unos tres centímetros de espesor en la parte superior, que se reduce gradualmente hasta alrededor de un centímetro en la base. La parrilla para el fuego está hecha del mismo material de barro cocido y sujeta con cemento. Si la parrilla se rompe se puede reemplazar sin necesidad de comprar otra nueva. Es usual, en el momento de compra, adquirir una o dos parrillas de repuesto. El espacio de aire en la parrilla es de alrededor del 25% de la superficie total de la base, en comparación con alrededor del 10% en la hornilla de metal. Este podría ser uno de los aspectos del diseño que hace a esta hornilla más eficiente. La sección de barro tiene mayor diámetro arriba que en la base y esta configuración actúa como dispositivo auto-alimentador. Se observó que, a diferencia de la hornilla de metal, el carbón nunca tenía que darse vueltas de un lado a otro para obtener una combustión completa, otra buena característica del diseño. El borde de la hornilla tiene

tres plataformas alzadas en las que se apoyan las ollas y cacerolas, y tres depresiones que permiten la entrada de aire en la parte superior para suplementar la entrada de aire de la base. Esa entrada no tiene una puerta, pero se puede restringir utilizando un ladrillo. Cabe decir también que hay varios tamaños de hornillas, pero las dimensiones mostradas en la Ilustración 17 son típicas para el uso doméstico".

En los ensayos sobre el terreno Openshaw encontró que esta hornilla tailandesa consume la mitad de carbón vegetal que su equivalente de metal para hervir el agua.

La hornilla de metal del Dr. Lepelière--Esta hornilla fue diseñada para utilizarla en Africa y fué construida inicialmente de metal. Tiene una cámara de combustión interna con un ángulo de inclinación de 45 grados. Esta cámara tiene varios agujeros alrededor por la parte de afuera y encaja en el interior de una envoltura de metal. La olla se coloca en el interior, a la mitad aproximadamente de la profundidad de esa envoltura de metal (véase la Ilustración 18).



**Ilustración 18**

El aire entra a través de la envoltura exterior y absorbe el calor de la cámara interna caliente. Este aire precalentado

entra después a través de los agujeros de entrada alrededor del combustible. El aire entrante sirve de hecho como una capa aislante entre la cámara de combustión y el exterior. El calor que se pierde del fuego se reintroduce en parte por el aire entrante.

El calor se transfiere a la olla por radiación desde el fuego y por convección cuando los gases calientes fluyen alrededor de ella al salir de la hornilla. Cuando el agua de la olla ha hervido, la tasa del calor liberado se puede disminuir colocando lodo sobre la parte del agujero de entrada.

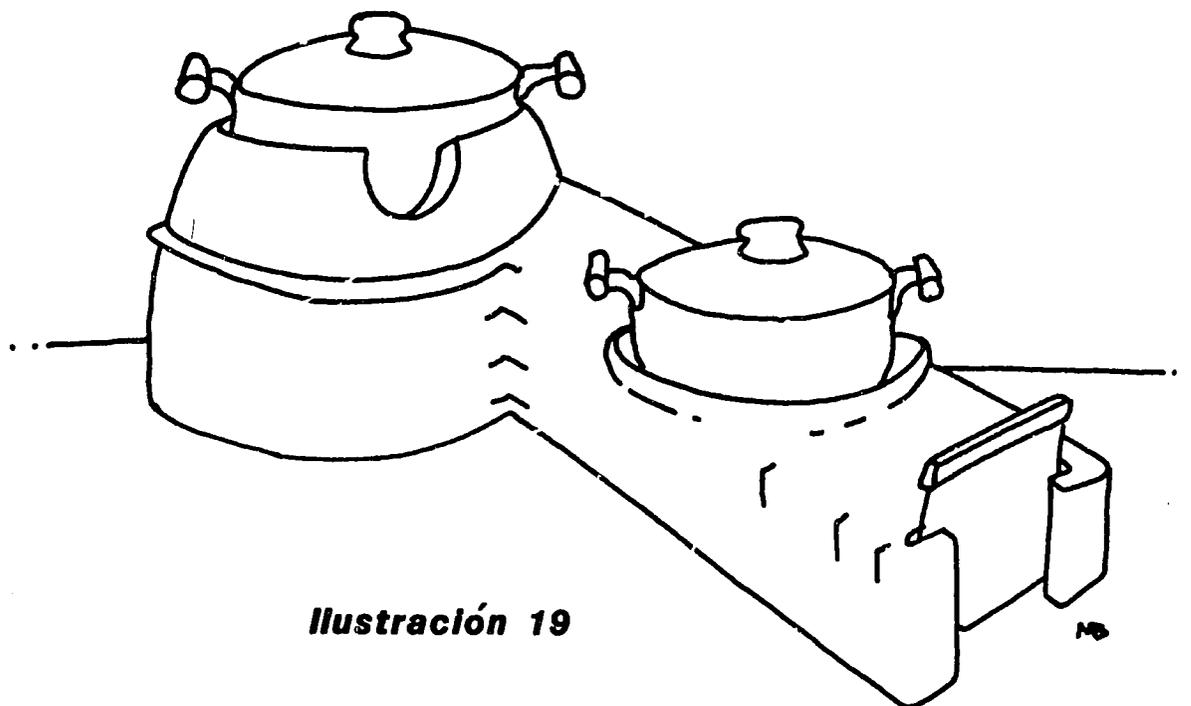
La principal desventaja de esta hornilla es que necesita que la leña que sirve de combustible tiene que cortarse en trozos pequeños.

La hornilla del ITDG--Para hacer esta hornilla se juntaron dos hornillas tradicionales indias. Todavía completamente nueva la hornilla no ha sido ensayada aún sobre el terreno. Fue diseñada como hornilla portátil y la construyeron artesanos locales y puede utilizarse para cocinar y hornear (véase la Ilustración 19).

La hornilla consiste en dos secciones: una caja hueca similar a la chula descrita en la página 25, y un horno o Tandoor. Dentro de la caja de fuegos se coloca una parrilla bajo la zona donde descansa la primera olla. La caja de fuegos se angosta hacia su frente, lo que permite que la leña actúe como su propio regulador de tiro. La leña se alimenta continuamente a la caja de fuegos. El calor liberado depende de la longitud de la leña que descansa sobre la parrilla. La parte de cocinar está diseñada para que tenga los platos calientes que se utilizan para hacer chapatis,\* o bien ollas de fondo redondo. El fuego se puede controlar cubriendo el agujero de entrada de aire.

---

\* Masa de harina bastante espesa con la que se hace un pan delgado en la India que después se enrolla como las tortillas para hornearlo en la parrilla. (N. del T.)



**Ilustración 19**

En el otro extremo de la caja de fuegos se pone un pequeño deflector. Los gases y la llama entran en el horno paralelos a sus paredes. En esta zona se produce una gran turbulencia y la mayor parte de los gases volátiles de la madera y las breas reaccionan con el oxígeno para formar un gas muy limpio compuesto principalmente de dióxido de carbono y vapor de agua. Los gases calientes circulan después alrededor de la pared inferior y de la olla que se ha colocado en la abertura. El calor se transfiere tanto a la olla como a las paredes del horno. Según el tiempo que haya estado utilizándose la hornilla, el calor residual se puede aprovechar para hacer pan.

### **Relación chimenea-regulador de tiro**

Gran parte del trabajo anterior realizado para mejorar las hornillas tradicionales se basó en el desarrollo de hornillas

herméticas en países europeos. Dos características distinguen a esas hornillas de las que se acaban de describir:

- La capacidad de restringir a un solo lugar la entrada de aire a la hornilla.
- El empleo de un tubo largo o chimenea para llevar los productos de la combustión lejos de la hornilla y suministrar las fuerzas necesarias de presión para hacer que el aire entre en la hornilla.

Todas estas hornillas tienen los mismos componentes básicos: una entrada de aire y de leña, una cámara hermética de combustión o caja de fuegos, chimenea, superficies de calentamiento y humeros adjuntos.

Entrada de aire y de leña--Exepción hecha de algunas hornillas de tiro hacia arriba, el aire y la leña entran por la misma abertura. El aire es controlado por un regulador de tiro en el frente de la hornilla o en la parte posterior de la caja de fuegos o del humero. Si el regulador de tiro se coloca atrás, la leña se puede alimentar en forma continua.

Cámara hermética de combustión o caja de fuegos--Véase en el Capítulo 3, **COMO HACER HORNILLAS EFICIENTES**, la sección, "Mejoramiento de la eficiencia de la combustión".

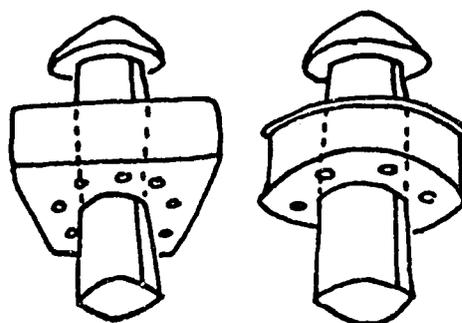
Chimenea--La función de la chimenea es extraer vapor de agua y humo de la cocina y crear una diferencia de presión de modo que el aire sea impulsado hacia la caja de fuegos.

La chimenea se puede hacer de tubos de barro, de lámina de metal, de hierro fundido, de obra de albañilería, de tubos de concreto, de bambú y otros materiales. Los tubos de ladrillo o de barro tienen vida más larga que las chimeneas de lámina de metal. La longitud y el diámetro de una chimenea son muy importantes. Cuanto mayor sea la hornilla, mayor debe ser el tamaño de la chimenea. Si ésta no es lo bastante grande, la hornilla

no podrá atraer aire suficiente para operar a la máxima eficiencia. Ahora bien, si la chimenea es demasiado grande, puede que le resulte difícil funcionar a la hornilla y aumentarán las pérdidas de calor. La cantidad máxima de aire que entra a la hornilla se puede alterar en forma mucho más eficaz cambiando el diámetro de la chimenea que su altura. Es conveniente que el diámetro no sea mayor de 15 1/4 cm, ya que el aire frío podría fluir de regreso abajo de la chimenea. La altura y el diámetro se pueden calcular teóricamente, sin embargo, en la mayoría de las situaciones sobre el terreno basta con aplicar métodos empíricos. La altura de la chimenea la determina la altura de la casa, debe ser más alta que el punto más elevado del tejado.

Cuando se coloca una chimenea a través de un tejado (sobre todo si éste es de paja) es conveniente poner un dedal de metal alrededor de la chimenea. A ese efecto se puede utilizar una lata de conserva (véase la Ilustración 20).

La chimenea debe limpiarse con regularidad a fin de impedir incendios. La frecuencia de la limpieza de la chimenea depende del calor que llegue a tener el cañón, de lo verde que estaba la leña y de la cantidad de agua acumulada en el combustible. Normalmente la chimenea necesita limpiarse desde cada mes hasta cada seis meses.

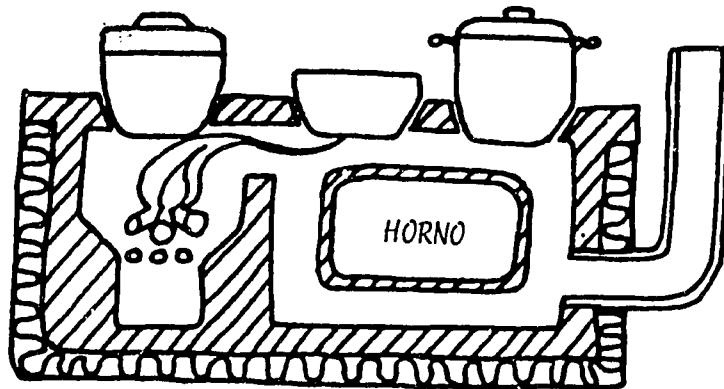


**Ilustración 20**

Superficies de calentamiento y humeros contiguos--Hay dos diseños básicos para transferir la energía de la leña a las ollas y los gases procedentes de la caja de fuegos al exterior de la casa.

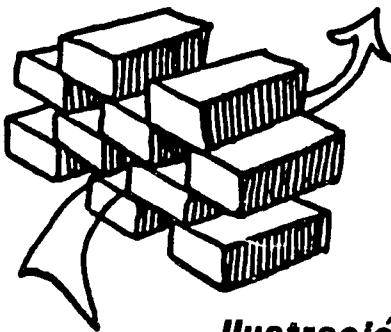
En la Ilustración 21 se muestra el diseño más ampliamente usado para las hornillas de cocinar europeas. Sobre la caja de fuegos se ponen de una a dos ollas y las demás se colocan sobre una

segunda cámara adjunta a la caja de fuegos. Las llamas tocan esas ollas cuando se abre por completo el regulador de tiro que da entrada al aire. Las ollas también reciben calor de la placa caliente superior que cubre la hornilla. Los gases de desecho usualmente pasan al lado del horno y ascienden por la chimenea. Los costados y el fondo de esta hornilla están aislados.



**Ilustración 21**

Otro diseño (véase la Ilustración 22) ensayado por el ITDG ha demostrado ser bastante satisfactorio. En la segunda cámara se

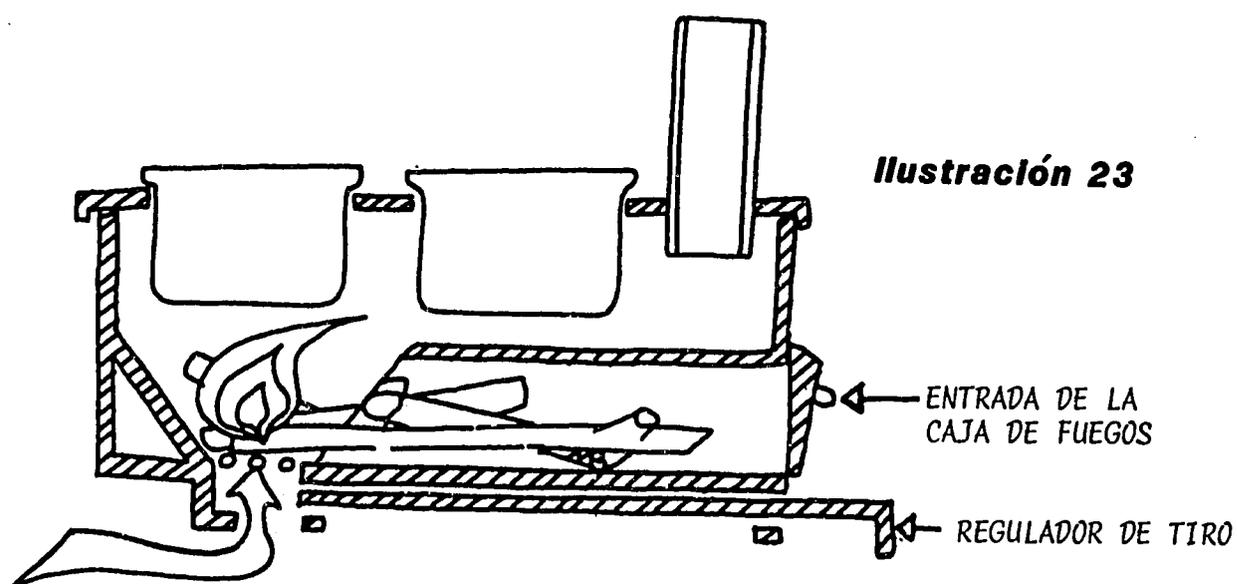


**Ilustración 22**

dispone un conjunto de ladrillos en forma de tablero de ajedrez. Cuando la hornilla funciona con intenso calor los gases de desecho transfieren su calor a esos ladrillos, y al extinguirse el fuego esos ladrillos calientes vuelven a radiar el calor almacenado a las ollas.

El Dr. Lepelière ha diseñado una versión más sencilla, hecha de lámina de metal, de la hornilla de la Ilustración 21 (véase la Ilustración 23). A la cámara de combustión se le ha dado una

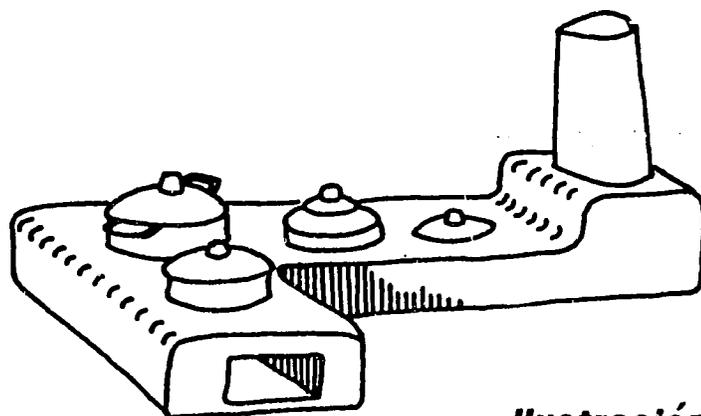
forma que permite acomodar trozos largos de madera. El aire entra en la cámara de combustión por debajo de la hornilla. Ambas ollas reciben el calor radiado de la llama. Los gases calientes del humero también transfieren parte de su calor por convección al pasar alrededor de las dos ollas. Sin embargo, todas las superficies de la hornilla llegan a estar muy calientes y radian calor al interior de la habitación. Además, también es difícil retirar las ollas de la hornilla.



El segundo tipo de diseño fue elaborado en la India en el decenio de 1950 por el Laboratorio de Investigación Técnica de Hyderabad (véase la Ilustración 24). Conocida como la chula sin humo de HERL, esta hornilla se basó en las chulas tradicionales indias y fue adaptada por S.P. Raju, quien fuera director del laboratorio. Hoy en día constituye la base de muchos de los diseños de hornillas que están promoviéndose por el mundo entero.

La chula de HERL es básicamente un bloque de ladrillos y barro en forma de "L", con agujeros en la parte superior para las ollas de cocinar. Un túnel corre horizontalmente de un lado a otro de la hornilla. El fuego se enciende en la parte delantera

del túnel debajo de la primera olla. En el otro extremo se instala una chimenea de barro o de lámina de metal. Los gases calientes y las llamas fluyen a través del túnel, bajo las ollas, y se van chimenea arriba. Un regulador controla el tiro. El número de agujeros para las ollas y el tamaño y altura de la olla se pueden ajustar a las necesidades del usuario.



**Ilustración 24**

Algunas de las posibles desventajas de este tipo de hornilla consisten en que:

- No es portátil.
- El regulador de tiro debe utilizarse de manera apropiada si se quiere lograr una economía señalada en el consumo de combustible.
- A fin de utilizar con eficiencia esta hornilla los tres huecos de cocinar deben estar cubiertos. Cuando hay tres ollas en ellos cubriéndolos, las dos primeras adquieren calor con bastante rapidez, en tanto que a la tercera le cuesta un poco más de tiempo calentarse. La eficiencia de la hornilla disminuye en forma acentuada si los huecos de cocinar no están cubiertos. Si la familia desea cocinar solo uno o dos platos, es necesario cubrir los huecos que no se utilizan.

- Gran parte de la energía de la leña se utiliza para calentar la hornilla en los modelos más pesados. Es conveniente no dejar que se enfríen esas hornillas. Esa finalidad se logrará usándolas de manera regular durante el día.
- La utilización de esas hornillas puede ser peligrosa ya que produce monóxido de carbono cuando el regulador de la entrada de aire está cerrado. Los ocupantes podrían ser envenenados si ese monóxido de carbón escapa a una habitación mal ventilada.
- Pueden formarse grietas alrededor de los agujeros para poner las ollas. Si no se tapan esas grietas de manera regular el calor y el humo escaparán por ellas.

En este manual se incluyen dos adaptaciones afortunadas de la chula de HERL: la hornilla Singer y la Lorena (véase el Capítulo 4, **COMO CONSTRUIR CUATRO HORNILLAS**). Ambas hornillas dependen del mismo elemento básico de diseño, esto es, un túnel que lleva los gases calientes por debajo y alrededor de las ollas colocadas arriba, y la adición de una chimenea. Ambas hornillas son ejemplos de cómo se ha adaptado la chula básica para satisfacer las preferencias locales de cocinado y utilizar los materiales de construcción disponibles. La hornilla Singer se conjunta con bloques pequeños. La Lorena se construye en un gran bloque de arena y arcilla.

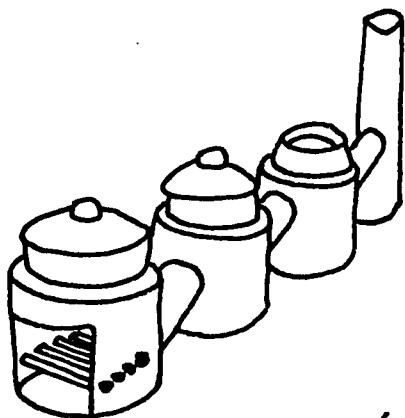
Los conceptos de diseño de la hornilla Lorena difieren de los de la Singer y la HERL en los siguientes aspectos:

- El regulador de tiro del frente controla no sólo cuánto oxígeno se tiene disponible, sino dónde está disponible y la velocidad con que llega a los carbones encendidos. Esto produce una reacción muy veloz. Puede agarrar fuego con rapidez de los carbones y puede atenuarse más gradualmente. También significa que puede quemar material que no es de fácil combustión, como el aserrín, corteza de árboles, la espata de la mazorca de maíz y, posiblemente, turba.

- La proporción de arena (hasta en 85%) crea un nuevo material que no es adobe, barro ni ladrillo, y tiene una propiedad de resistencia cercana a la del concreto.
- La gran masa de la hornilla Lorena resulta una ventaja en ocasiones, ya que le permite absorber gran cantidad de calor. Esto hace que la temperatura de la chimenea sea muy baja. Para que la hornilla funcione bien debe tener un sistema de túnel largo y tortuoso.

Se ha observado que de las tres hornillas examinadas la Lorena es la de más amplia aceptación. Trabajos recientes realizados en Nepal han mostrado que utiliza mucho menos leña que la chula de HERL. Se sigue trabajando en su perfeccionamiento. Los detalles de versiones mejoradas están publicándose con carácter regular por Voluntarios en Asia y por el Instituto Aprovecho.

Debido a que las hornillas monolíticas y de ladrillo no se pueden mover, se han hecho algunos trabajos con respecto al diseño de una hornilla de cerámica que se pueda armar en un lugar y

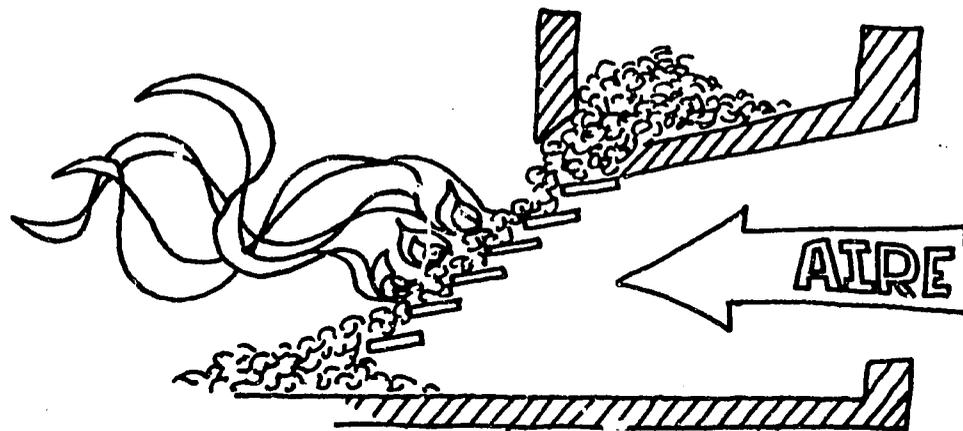


**Ilustración 25**

luego transportarla al sitio donde se va a utilizar. Esta hornilla, llamada la Magan chula portátil (véase la Ilustración 25) ha sido diseñada, construida y difundida por el Gandhiniketan Ashram. Consiste en una serie de hornos sueltos que sirven como alojamientos de ollas, una base de chimenea y humeros redondos que conectan los hornos. Las paredes laterales de los hornos tienen agujeros para los tubos que unen un horno a otro, y el último de éstos a la chimenea. Las diversas partes se arman en casa. Se fija cada articulación y se cierra herméticamente con barro. En el medio se coloca un deflector para ayudar a promover la transferencia de calor una vez que se han unido los hornos. Los pasajes que conectan el primer alojamiento de la olla al

segundo y luego al tercero tienen una inclinación hacia arriba, a la base de la chimenea. Esto mejora el funcionamiento de la hornilla.

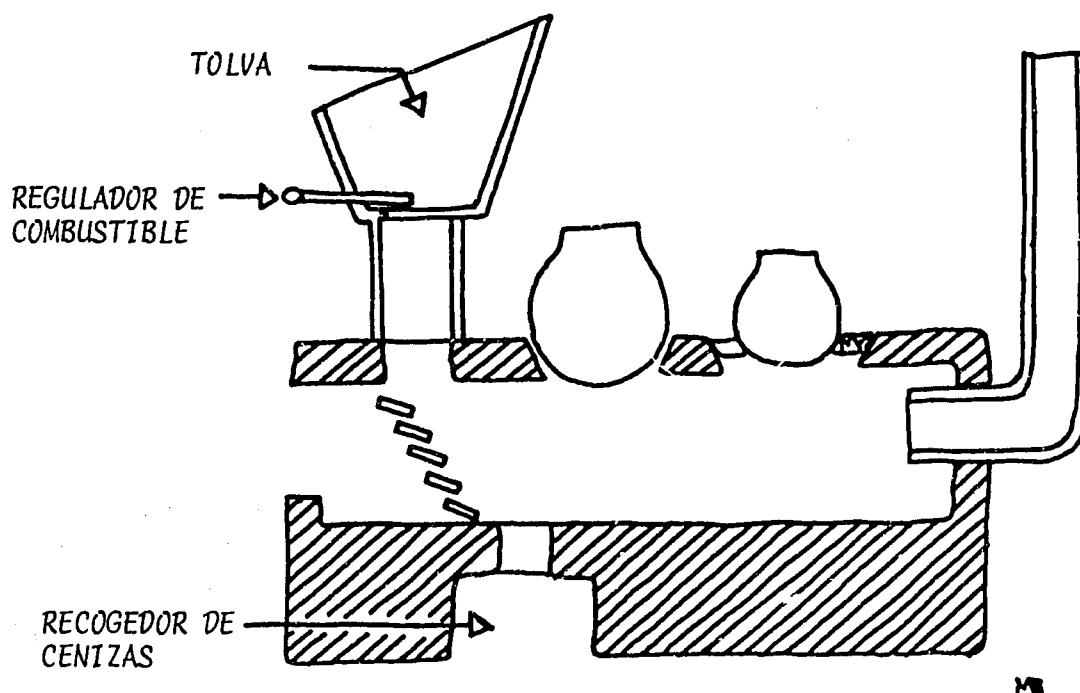
Las hornillas de barro perfeccionadas también se han adaptado para que quemen desechos agrícolas y aserrín. Esos desechos se queman en una parrilla de grada colocada dentro de la hornilla. Los desechos se alimentan por medio de una tobera que vierte el material sobre dicha parrilla. Estas hornillas se utilizan ampliamente en toda Asia. Se pueden construir de ladrillos de adobe, cemento resistente al calor, acero o material cerámico. La parrilla suele tener una inclinación de 45 grados. La proporción de superficie de la parrilla que está abierta es del 25 al 40% de la superficie total (véase la Ilustración 26).



**Ilustración 26**

En la eficiencia de esas hornillas influye el ritmo al que se les alimenta de combustible. Mukhopadhuay encontró que el calor máximo se producía a un ritmo de alimentación de 3,5 kg/hora en el caso de una hornilla con una superficie de emparrillado de 570 cm cuadrados. Hasta la fecha hay poca información acerca del efecto de cambiar el tamaño y la forma de la caja de fuegos y los humeros.

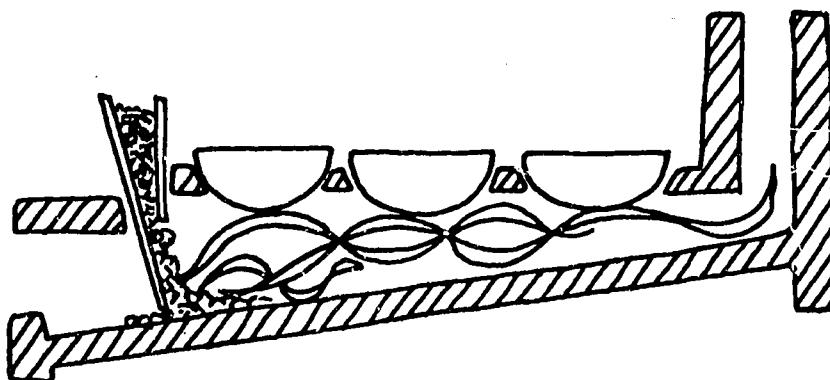
Una hornilla de parrilla de grada que está propagándose por todo Filipinas es la Ipa (véase la Ilustración 27). Está construida de bloques de adobe con la parte superior de cemento. La chimenea está hecha de lámina de metal y los agujeros para poner las ollas de cocinar tienen tapas de hierro fundido.



**Ilustración 27**

Estas hornillas también han sido objeto de grandes modificaciones a fin de utilizarlas en la elaboración de alimentos. La Ilustración 28 muestra una hornilla utilizada por productores de gula jawa, azúcar de coco en Blitar, Java Oriental. Emplea como combustible cáscara de arroz. Al precio de 3.500 rupias indonesias (unos ocho dólares de los Estados Unidos), esta es una de las hornillas más baratas que se pueden conseguir de tiro natural. En lugar de cemento se emplea mortero de arcilla. La chimenea de 1.5 m lleva las llamas hasta la última olla a 1,25 m de distancia, desde las cáscaras en combustión en la parrilla. El piso de la base se inclina ligeramente hacia arriba de la parte posterior de la hornilla con objeto de aumentar el

tiro. La parrilla es un trozo de lámina metálica perforada colocada casi verticalmente en la boca de la hornilla. Hay ciertas pruebas de que este tipo de parrilla es tan eficiente como una de grada (Bruce Lamb, 1979). La hornilla no trabaja con las ollas quitadas. Cuando se vuelven a poner las fugas de aire alrededor de los bordes simplemente se tapan con una mezcla de lodo y cenizas de cáscaras de arroz.



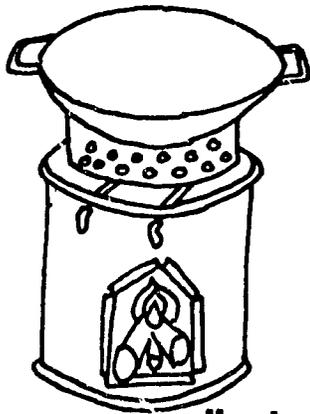
**Ilustración 28**

La olla más cercana al fuego es la más caliente, y la más próxima a la chimenea la más fría. Esto es especialmente conveniente para el proceso de elaborar gula jawa, ya que en diferentes etapas del proceso se necesitan diferentes temperaturas. Las de las ollas oscilan desde el hervor rápido hasta el lento.

Esta hornilla se usa a diario para reducir por cocción 50 litros de savia de coco a 7 kg de torta de azúcar de piloncillo o moreno. Esto precisa alrededor de medio saco de yute (unos 6 kg de cáscara de arroz cada día, que se consumen en un período de cuatro horas.

J.C. Overhaarte de la Technische Hogeschool de Eindhoven, Países Bajos, ha diseñado una hornilla portátil de lámina de metal que quema desechos y trozos pequeños de madera. El aire

primario entra a través de cuatro cilindros al centro de la cámara de combustión. Encima de la caja de fuegos se coloca una olla. Los gases calientes fluyen bajo la olla y en torno a la caja de fuegos. Los gases transmiten parte de su calor a las entradas de aire primario y la segunda olla que se coloca sobre la base de la hornilla. Esta hornilla podría radiar una gran cantidad de calor, pero no tendría una vida mayor de 12 meses en condiciones húmedas.



**Ilustración 29**

Otra hornilla (véase la Ilustración 29), hecha de un pequeño tambor de petróleo, se informa que utiliza la mitad de combustible que emplearía una fogata. Los bordes de alrededor de la caja de fuegos están doblados hacia atrás para evitar cortadas en los dedos.

## **Mejoramiento de los materiales de construcción de hornillas**

La eficiencia, seguridad y durabilidad de una hornilla dependen de los materiales y de las aptitudes de construcción empleados. Por ejemplo, una hornilla de barro con grietas alrededor de la caja de fuegos o de los alojamientos de las ollas dejará escapar el calor. El humo y los gases venenosos pueden filtrarse a la habitación.

### **Hierro fundido, chapa de acero y lámina metálica**

Casi todas las hornillas producidas en Europa y en los Estados Unidos se hacen de hierro fundido o chapa de acero (de 2,5 mm de grueso por lo menos). Duran bastante tiempo (cinco años por

lo menos) y son muy buenas conductoras y radiadoras de calor. Se pueden producir en un taller o fundición pequeños, pero el hacerlas es costoso y se necesita poner mucho cuidado en su construcción si se desea que resulten herméticas. Esas hornillas se emplean principalmente para calefacción y deben aislarse utilizando ladrillos refractarios si quieren utilizarse para cocinar nada más. Hasta la fecha sólo se ha producido una hornilla de hierro fundido para países del Tercer Mundo y no se dispone de información en cuanto a su rendimiento o su costo. En el mundo en desarrollo, sin embargo, se dispone de superficies para cocinar de hierro fundido. Esas hornillas tienen a menudo anillos removibles a fin de poder utilizar ollas de diferentes tamaños.

Las hornillas de lámina de acero se utilizan ampliamente en los países desarrollados y en los que se encuentran en desarrollo. Hay algunos medios importantes por los que se pueden mejorar esas hornillas sin aumentar los costos de producción.

La corrosión del acero se puede evitar utilizando un esmalte para lámina o revistiendo la hornilla con barro(1). Eso prolongará la vida de la hornilla.

---

(1) Richolson (1979) da esta fórmula para el pulido de la hornilla:

	<u>Sistema</u>	
	<u>EE.UU</u>	<u>Métrico</u>
Grafito	1 libra	453,6 g.
Negro de humo	1 onza	28,4 g.
Resina	4 onzas	113,4 g.
Aguarrás	1 galón	3,8 litros.

Richolson modificó la fórmula para las condiciones de Rijian sustituyendo la resina con Kadua makadre (resina de damara) y utilizando una mezcla de aguarrás y alcohol metílico en partes iguales para disolver la resina. Esta también pareció soluble en alcohol etílico, pero no en alcohol metílico ni en aguarrás solos. Los núcleos de carbón de las pilas secas gastadas se pueden emplear como grafito. El pulidor de la hornilla debe frotarse en la superficie de la lámina de acero, después de que se haya utilizado la hornilla, con objeto de detener el ritmo de corrosión.

Se pueden mejorar los métodos tradicionales de fabricación, lo que se traducirá en la producción de hornillas herméticas de diseño más eficiente. Para quienes deseen perfeccionar las hornillas tradicionales de lámina de acero se recomienda el libro de Ole Wike, Wood Stoves How to Make and Use Them (Hornillas de leña: Cómo hacerlas y utilizarlas).

## **Cerámica**

Muchas sociedades utilizan como vasijas para cocinar ollas de barro cocido elaboradas por artesanos locales. Sin embargo, con la introducción de las ollas de aluminio y acero está disminuyendo la necesidad de esa gente artesanal. Otra fuente de ingresos para ellos podría proporcionarla la producción de hornillas de barro cocido.

El barro de alfarería no es un material que aguante el calentamiento desigual o el constante calentamiento y enfriamiento. Al diseñar una hornilla de barro debe tenerse cuidado de:

- Hacer el barro de poro muy abierto. Esto se puede lograr agregando aserrín, o fibras de material y ladrillos machacados, o barro cocido desechado.
- Utilizar barros que puedan resistir el calor.(2)
- Reforzar la parte externa de la hornilla con alambre o lámina de acero.
- Revestir el interior de la hornilla con un material resistente al calor.

---

(2) En la actualidad esto se determina en general mediante tanteos. Sin embargo, el ITDG y otras organizaciones colaboradoras están trabajando por desarrollar materiales que se puedan agregar a la arcilla para mejorar su propiedades refractarias. Los resultados de esos trabajos se publicarán en un futuro cercano.

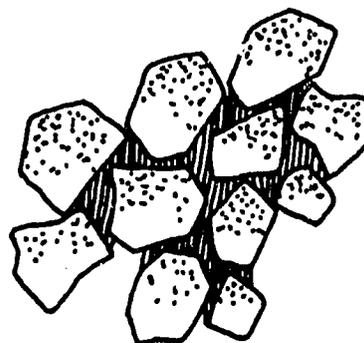
Las hornillas de alfarería se calientan con gran rapidez, son portátiles y su construcción no lleva tanto tiempo como las de barro.

## **Lodo y ladrillo**

Las hornillas de "lodo" son tradicionales en muchas zonas. El lodo suele ser tierra con elevado contenido de arcilla, mezclado con estiércol, paja, arena y otros materiales.

Los suelos diferentes tienen distintas propiedades. Antes de hacer una hornilla debe probarse el suelo local. Si no tiene la proporción debida de arcilla y arena (del 20 al 30% de arcilla y del 70 al 80% de arena), entonces deberá agregarse a la mezcla arcilla o arena.

La hornilla Lorena, descrita en otra parte de este manual, está hecha de una mezcla compuesta principalmente de arena; material que no se contrae cuando se seca debido a que cada grano de arena es rígido y se mantiene aparte de los demás (véase la Ilustración 30). La arcilla es el aglutinante que se necesita para pegar uno a otro los granos de arena. La arcilla y la arena deben mezclarse muy bien, ya que las bolitas de arcilla sin mezclar debilitan la mezcla o impiden que se mantenga aglutinada.

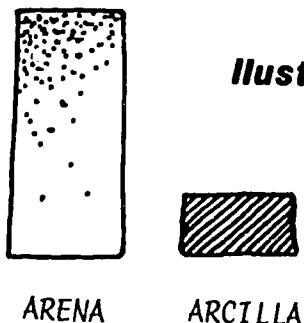


**Ilustración 30**

La mezcla de la Lorena sólo necesita tres elementos:

- . Mucha arena para formar la masa de la hornilla.
- . Un poco de arcilla para aglutinar toda la masa de arena.
- . Agua.

Si se utiliza suelo de arcilla pura, la mezcla de lorena para esa hornilla debe tener de 74 al 85% de arena. Cuando se emplean suelos con menos arcilla también debe utilizarse menos arena, sobre todo si el suelo ya contiene arena. Si el suelo es del tipo de arcilla de limo, este material no ayuda mucho, por lo tanto el porcentaje de arena debe seguir siendo elevado (véase la Ilustración 31)



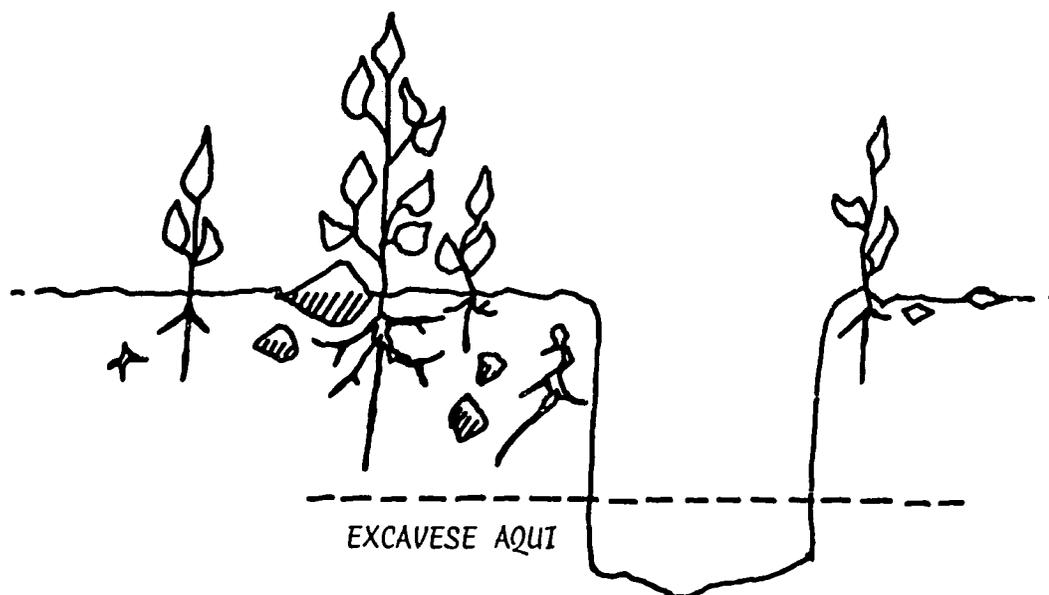
**Ilustración 31**

La hornilla Lorena necesita estar condiciones ideales una arena bastante gruesa y un suelo con un elevado porcentaje de arcilla. Más del 60% de arcilla es ideal. Deben evitarse los suelos limosos y los que carecen de arcilla (como los de tierras de cenizas volcánicas y los suelos arenosos), ya que éstos tendrán poco poder aglutinante, o ninguno, para conservar junta la masa de arena.

En fecha reciente se elaboró una fórmula (Flickinger, 1979) en Indonesia para los suelos de bajo contenido de arcilla:

1/2 a 1 parte de ceniza de madera	}	mezclado todo con un poco de agua
1 parte de arcilla		
2 partes de arena		
3/4 parte de paja menuda		
1 cacerola de almidón de maíz o de yuca		

Se pueden utilizar suelos con una proporción inferior a la mitad de arcilla si ya hay mezclas de arcilla y arena en lugar de arcilla y limo. La materia orgánica (hojas, ramas, paja o cáscaras) en el suelo crea problemas, por consiguiente, siempre que se pueda utilícese subsuelo. El suelo que se utilice debe extraerse de una profundidad de 20 a 40 cm de la superficie (véase la Ilustración 32).



**Ilustración 32**

Es muy importante que la mezcla de la Lorena sea correcta.

Si la masa lorena tiene demasiada arcilla, al secarse se contrae de manera irregular y agrieta la hornilla.

Con demasiada arena la masa lorena queda demasiado blanda y se desintegra.

Con demasiado limo la mezcla de arena y arcilla queda diluida lo que hace que las superficies interiores del túnel se desprendan en escamas por efecto del calor de la hoguera para cocinar.

Los constructores de hornillas que utilicen suelos que les son desconocidos deben hablar primero con la gente local que hace ladrillo o adobes para determinar cómo es el suelo. Una prueba consiste en hacer bolas de lodo del tamaño de un huevo de gallina y calentarlas a fuego vivo. Compruébese qué mezcla da la bola más dura sin agrietarse. Se recomienda, además, que se construya una pequeña hornilla de ensayo si los suelos no son familiares. Pruébese la hornilla con fuegos por espacio de una

semana aproximadamente y obsérvese con detenimiento para ver si tiene grietas sobre todo alrededor de la caja de fuegos. Si esas grietas no se producen al cabo de una semana de uso, casi se puede tener la certeza de que no se agrietará mas tarde.

Si hay poca arcilla en el suelo tendrá que buscarse otro material que aglutine la masa de arena. Se han hecho experimentos con azúcar crudo (se utiliza para hacer hornos de pan en México), pero es menester hacer más experimentos con materiales aglutinantes adecuados.

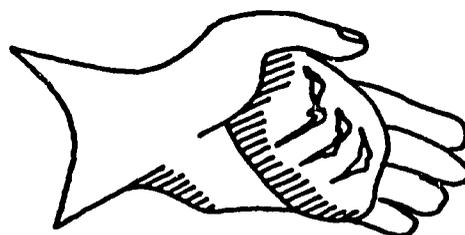
Recuérdese que aunque en un lugar puede ser necesaria una mezcla de lorena de 1:4 (una parte de tierra mezclada con cuatro de arena), a poca distancia de allí puede ser precisa una mezcla de 1:2 o de 1:1.

Utilícese la siguiente tabla de mezclas de lorena como guía de las proporciones de tierra y arena. Obsérvese con detenimiento la primera hornilla que se haga para ver si tiene grietas y esté dispuesto a cambiar la mezcla.

	<u>Tierra</u> <u>%</u>	<u>Arena</u> <u>%</u>	<u>Proporción</u>
Suelos de arcilla pura	15-25	5-85	1:5 a 1:3
Suelos de arcilla y arena	25-35	65-75	1:3 a 1:2
Suelos de arcilla y limo	25-35	65-75	1:3 a 1:2

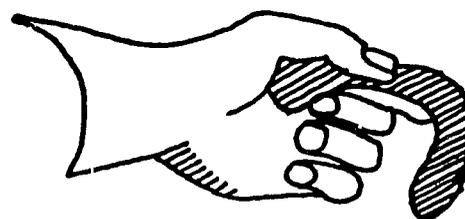
A fin de determinar el contenido de arcilla de una tierra, tome un pequeño puñado de ésta, agréguele agua para hacer un lodo duro, luego mézclelo bien en su mano. Abra ésta y haga una pequeña torta plana de lodo en su palma (véase la Ilustración 33).

Cierre lentamente su mano. La torta debe emitir un cierto brillo al comenzar a cerrarse su mano. (En caso contrario agregue agua y repita la operación). Si el brillo desaparece cuando abra otra vez su mano y la pone plana quiere decir que es probable que la tierra tenga una elevada proporción de arena o limo. Si el brillo no desaparece es probable que indique que la tierra es de elevado contenido de arcilla.



**Ilustración 33**

Humedezca la tierra hasta que se convierta en un lodo rígido (humedézcala bien pero sin hacerla acuosa). Haga rodar el lodo rígido hasta que tenga la forma de un cilindro como un lápiz de una longitud de 10 cm. Puede usar la palma de la mano contra una superficie lisa y dura. Recoja el cilindro de lodo duro por un extremo con sólo dos dedos (véase la Ilustración 34). Sostenga el cilindro paralelo al suelo. Si se rompe quiere decir que contiene mucho limo o arena. Si se dobla o inclina sin fuerza, pero no se rompe, indica que contiene mucha arcilla.



**Ilustración 34**

#### Preparación de ladrillos para la construcción de hornillas

Si la hornilla se va a construir de ladrillos secados al sol o cocidos en horno, utilice arcillas que tengan poca arena. En el

caso de los ladrillos secados al sol se hace una mezcla de 50% en volumen de arcilla, 40% en volumen de aserrín, y el 10% en volumen de un aglutinante, de preferencia ceniza o estiércol. Estos materiales se mezclan con agua, se ponen en un molde y se dejan secar al sol. Los ladrillos se unen con mortero, cal y arena, o bien arcilla y arena como mortero.

El interior de estas hornillas se puede proteger más contra los gases corrosivos calientes recubriéndolo con una mezcla de agua, arcilla (caolina), y cuarzo en polvo. Si no se dispone de este último material, puede utilizarse estiércol mezclado con una pequeña cantidad de arcilla. El material de un montículo de hormigas, bien pulverizado y mezclado con arcilla también proporciona un revestimiento resistente al calor.

Si estos ladrillos de arcilla se cuecen en un horno duran mucho más tiempo. Los ladrillos que van a estar próximos al fuego en la hornilla deben moldearse en forma basta. Esto significa que hay que mezclar la arcilla con aserrín, 50% en volumen. Se agrega agua hasta que la mezcla que queda muy húmeda. Luego se vierte en un molde. Cuando se cuece el ladrillo tiene una estructura muy porosa que puede resistir altas temperaturas. Este tipo de ladrillo también proporciona aislamiento a la cámara de combustión. Ahora bien, estos ladrillos no son muy fuertes y deben estar rodeados de otros más recios, o bien tener un revestimiento extern de cal o mortero de cemento.

## **4. COMO CONSTRUIR CUATRO HORNILLAS**

En el presente capítulo se esbozan los procedimientos generales de construcción de cuatro tipos de hornillas para cocinar conservadoras de leña:

1. La hornilla Lorena
2. La chula sin humo
3. La hornilla Singer
4. Una hornilla sencilla de metal

Todas las hornillas se han construido y utilizado con éxito. Puede que sea necesaria alguna modificación a fin de adaptar los diseños a las condiciones locales. En la bibliografía se encuentran referencias completas en lo que se refiere a la construcción.

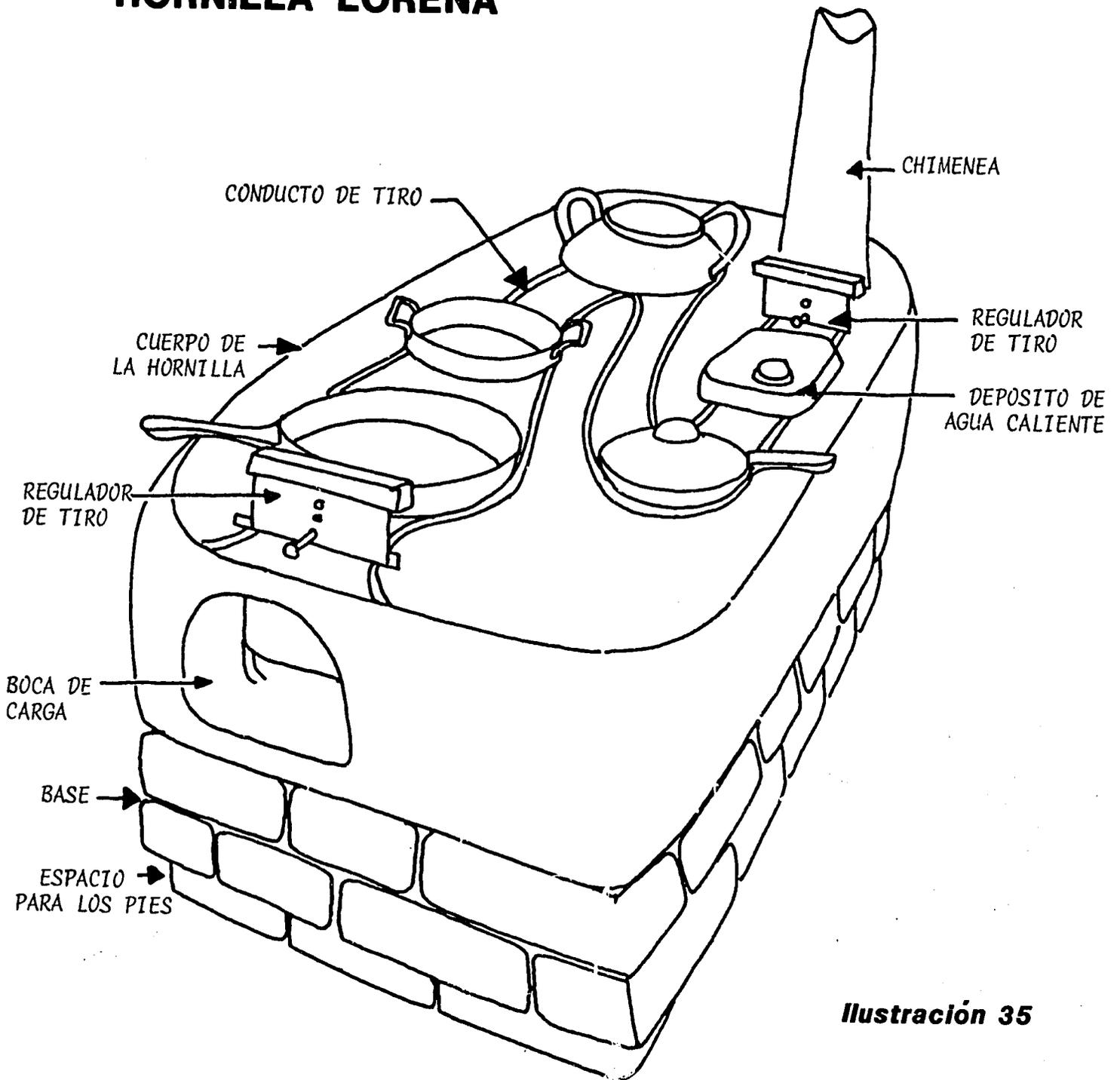
### **Hornilla Lorena**

La hornilla Lorena (véase la Ilustración 35) se desarrolló en Guatemala y se parece a la chula perfeccionada de la India. Si se utiliza en forma debida puede reducir el consumo de leña del 25 al 50%.

Un programa activo en Guatemala promueve el diseño Lorena lo más ampliamente posible. Se ha hecho muy popular en ese país y en otros lugares. Pequeñas empresas construyen ahora la hornilla para familias locales que no quieren manufacturar la suya propia.

Hay muchas razones para esa popularidad. La hornilla la pueden construir trabajadores no especializados con materiales locales. Su tamaño se puede cambiar según sean las diferentes familias.

# HORNILLA LORENA



**Ilustración 35**

Sólo se necesitan herramientas sencillas. Y lo que es más importante, la tecnología básica se puede adaptar ampliamente a diferentes condiciones y tradiciones.

La hornilla también ofrece estas ventajas técnicas:

1. El sistema del túnel largo extrae el calor de los gases del humero. De otro modo ese calor se perdería en el humero.
2. La masa alta de la hornilla almacena calor para cocinar y hornear incluso después de que el fuego se ha extinguido.
3. La masa alta de las paredes de la caja de fuegos aísla el fuego. Esto da como resultado temperaturas más altas y combustión más completa.
4. El sistema regulador de tiro permite controlar mejor el fuego.
5. Las ollas encajan profundamente en la hornilla y con buen ajuste. Quedan aisladas del aire externo. No hay escapes de humo.

La hornilla se construye de una mezcla de arena y tierra. Esta mezcla se llama loreña. El término proviene de las palabras lodo y arena. La loreña se aplica en capas para formar un bloque macizo. El hueco de la chimenea, los agujeros para las ollas, los túneles y la caja de fuegos se abren antes de que la loreña endurezca.

La construcción lleva desde seis horas a varios días. Esto depende del tamaño de la hornilla, de las condiciones del tiempo y la habilidad de quien la construye.

## **Materiales**

1. Arcilla o tierra arcillosa. Se necesitan unas 120 cubetas para una hornilla de un metro cuadrado de superficie.

2. Arena. Se precisan unas 120 cubetas para una hornilla de un metro cuadrado de superficie.
3. Agua.
4. Lámina de metal.
5. Tubo para chimenea.
6. Material para hacer una base, si se desea ésta. Los miembros de algunas culturas prefieren cocinar lo más cerca posible del suelo. Otros prefieren hacerlo de pie. En este caso se necesita una base. A ese propósito se pueden utilizar bloques de concreto, adobes, tierra apisonada, ladrillos o piedras grandes. La mejor elección depende de los materiales locales y del diseño de la hornilla particular.

## **Herramientas y equipo**

1. Pala.
2. Cuchara.
3. Cubeta.
4. Machete y otro cuchillo largo.

## **Construcción**

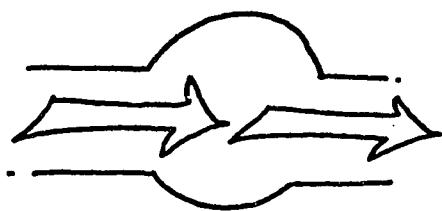
### DISEÑO

El tamaño y forma de la hornilla se pueden cambiar de acuerdo con la composición de las familias o las culturas a las que pertenecen. Las tradiciones locales son muy importantes, lo mismo que las características de cada una de las unidades familiares. Las familias utilizan sus hogueras para cocinar de diferentes maneras. Pueden variar las ollas. Es posible que algunas personas prefieran cocinar con rapidez a altas temperaturas. Otras quizás se inclinen por cocinar con mayor lentitud a fuego más lento.

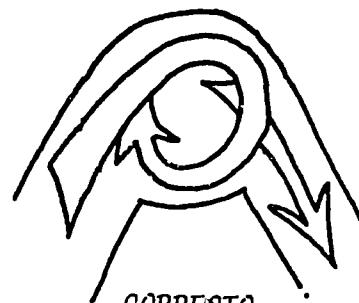
Por consiguiente, debe recopilarse información acerca de las modalidades de cocinar, el tipo de ollas que se utilizan y el tipo de leña o de otros combustibles para cocinar. Quienes mejor pueden proporcionar esa información son las personas que de hecho utilizan la hornilla. Esta no se utilizará de manera eficaz a menos que esas personas participen.

Estas son algunas de las cosas que deben tenerse presentes durante el proceso de diseño:

1. Las ollas que necesitan recibir más calor deben colocarse cerca de la caja de fuegos. Las ollas que precisen menos calor pueden colocarse más lejos en el sistema del túnel.
2. El agujero de una olla puede ajustarse a más de una.
3. Trátase de mantener los gases calientes bajo las ollas el mayor tiempo posible. Esto se puede lograr haciendo que el túnel doble bruscamente al pasar debajo de cada olla (véase la Ilustración 36).
4. La persona que cocina debe tener fácilmente al alcance las ollas y el regulador de tiro.



INCORRECTO



CORRECTO

**Ilustración 36**

5. El tamaño de la caja de fuegos debe corresponder a la cantidad de combustible que se necesita.
6. Las dimensiones de las diferentes partes de la hornilla deben seguir las pautas indicadas en la Ilustración 37.
7. La lorena se desmorona con la lluvia. Si la hornilla se construye al descubierto debe ser protegida contra la lluvia.
8. Las hornillas rectangulares largas se agrietan con más facilidad que otras formas.

#### 1. La mezcla lorena

La hornilla Lorena está hecha de una mezcla de arena y arcilla (o tierra arcillosa). La masa principal de la hornilla la constituye la arena. La arcilla sirve de aglutinante para que forme un cuerpo. El agua se emplea para ayudar al proceso.

Casi cualquier tipo de arena puede servir. La gruesa es la mejor. La que es muy gruesa o tiene grava en ella debe cernirse con un tamiz de malla de 5 mm. Las arenas marinas deben lavarse para eliminar la sal.

Es más difícil obtener el tipo apropiado de arcilla. La pura es la mejor. La tierra arcillosa también puede funcionar bien. Este tipo de tierra debe excavarse para evitar recoger la capa superior del suelo y la materia orgánica (véase la Ilustración 32, pág. 59). Los alfareros locales y los fabricantes de adobes pueden ayudarle a encontrar la mejor arcilla local.

Las tierras también se pueden juzgar por el tacto. La de arcilla se siente grasosa. La arena produce una sensación de aspereza y el limo se siente como polvo. Trate de evitar el limo. No tiene estructura ni aglutinante.

Hay una manera sencilla de poner a prueba una muestra de arcilla. Primero se moja la muestra hasta que se convierte en un



lodo duro. Debe estar húmedo pero no acuoso. Ruédese la muestra hasta que se convierta en una especie de lápiz de 10 cm, o "lombriz". Levántese esta "lombriz" de un extremo con dos dedos. Sosténgala paralela al suelo. Si contiene mucha arcilla se inclina o dobla sin romperse.

El siguiente paso consiste en probar si la arcilla puede resistir una horneada. Hágase una bola de arcilla húmeda. Colóquese sobre carbones encendidos durante una hora. Frote su superficie con el pulgar después de que se enfríe. Si desprende escamas no es buena.

La siguiente operación es determinar la mejor proporción de tierra y arena. Pruebe lotes con diferentes proporciones. La proporción entre tierra y arena debe ser entre 1:1 y 1:3. La proporción entre arcilla pura y arena debe ser entre 1:3 y 1:5. Algunas tierras arcillosas tienen mucho limo. Este no ayuda a la arcilla a servir de aglutinante de la hornilla. La arcilla también puede tener muchos terrones. En ese caso hay que cernerla primero a través de un tamiz con malla de 5 mm. También la puede pulverizar pisoteándola.

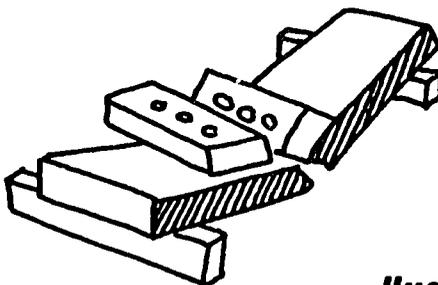
Es mejor mezclar la arena y arcilla cuando están secas. Agréguese agua sólo después de haberse terminado el mezclado. El agua no tiene que ser clara, puede ser turbia. Pero no debe ser salada.

Una hornilla promedio con una superficie superior de un metro cuadrado necesita alrededor de medio metro cúbico de mezcla de lorena. Para la mezcla se precisarán 200 litros de agua. Esta cantidad de agua es la cabida de un tambor de 55 galones.

Hay un medio rápido de comprobar si la mezcla tiene la proporción apropiada de arena y arcilla. Tómese un puñado de la mezcla. Añádase agua suficiente para hacer un disco en su mano. Oprímalo ligeramente contra la mano. Dé vuelta a la mano, con la palma hacia abajo y los dedos cerrados. Abralos con lentitud. El disco debe caer limpiamente, sin adherencia. Si se le pega a la mano o deja en ella mucha mezcla hay demasiada

arcilla. Si se desprende con demasiada rapidez o se desintegra, tiene demasiada arena. Cámbiese la proporción de arena y arcilla en la mezcla para ajustar los resultados de la prueba.

Otra manera de comprobar la proporción de la mezcla es hacer una serie de bloques de prueba. Verifíquese primero si cada mezcla tiene la cantidad apropiada de agua. Para esto haga una bola bien apretada en su mano de unos cinco centímetros de diámetro. Tire la bola a un metro aproximadamente de altura en el aire. Déjela caer y que golpee con su fuerza natural en su mano. No amortigue la caída. La bola debe permanecer intacta. Si se agrieta está demasiado seca. Si se rompe está demasiado húmeda. Cerciórese de que todas las muestras de mezcla tienen la cantidad apropiada de agua. Luego haga los bloques de prueba. Cada bloque debe ser de forma rectangular con las siguientes medidas aproximadas del marco donde van a moldear: 30,5 x 13 x 10 cm. Hay que compactar los bloques hasta que cada uno sea bueno y duro. Utilícese, de ser posible, una técnica de tierra apisonada. Quítese el marco. Déjense secar los bloques por completo. Compruébese su resistencia como se muestra en la Ilustración 38. Los bloques más fuertes hacen la mejor hornilla.



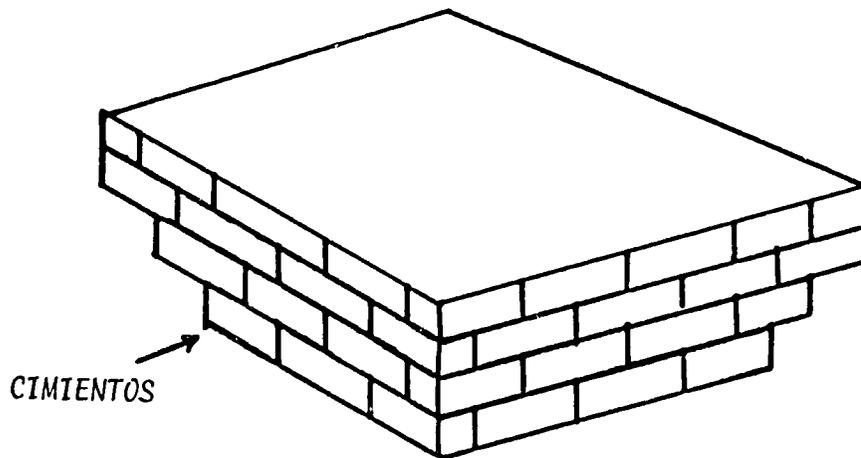
**Ilustración 38**

Otro ensayo es hacer una hornilla pequeña, encender un fuego y observar si se producen grietas.

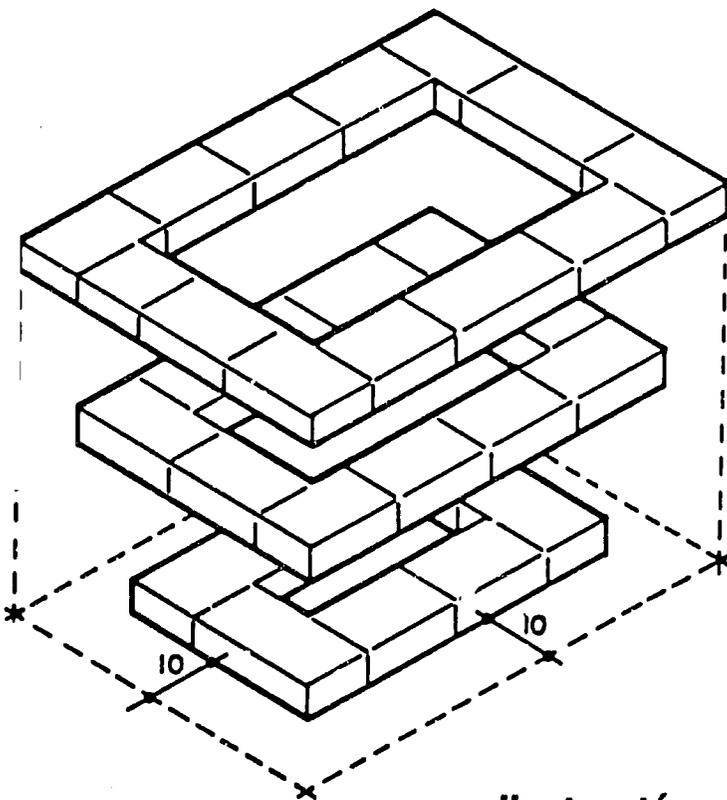
## 2. La construcción de la base

Si la gente cocina la comida de pie se necesita una base. Esta se puede hacer de diversos materiales siempre y cuando sea

maciza y no se mueva. Se pueden utilizar bloques de concreto, adobe o ladrillos para formar una caja. Esta se llena después con tierra compactada. Otros materiales que se han utilizado con éxito son piedras con mortero, tocones de árbol e incluso una mesa pesada. La base debe diseñarse con espacio libre para los pies. Esto permite a la persona que cocina acercarse más y trabajar con más facilidad en la hornilla (véase la Ilustración 39).



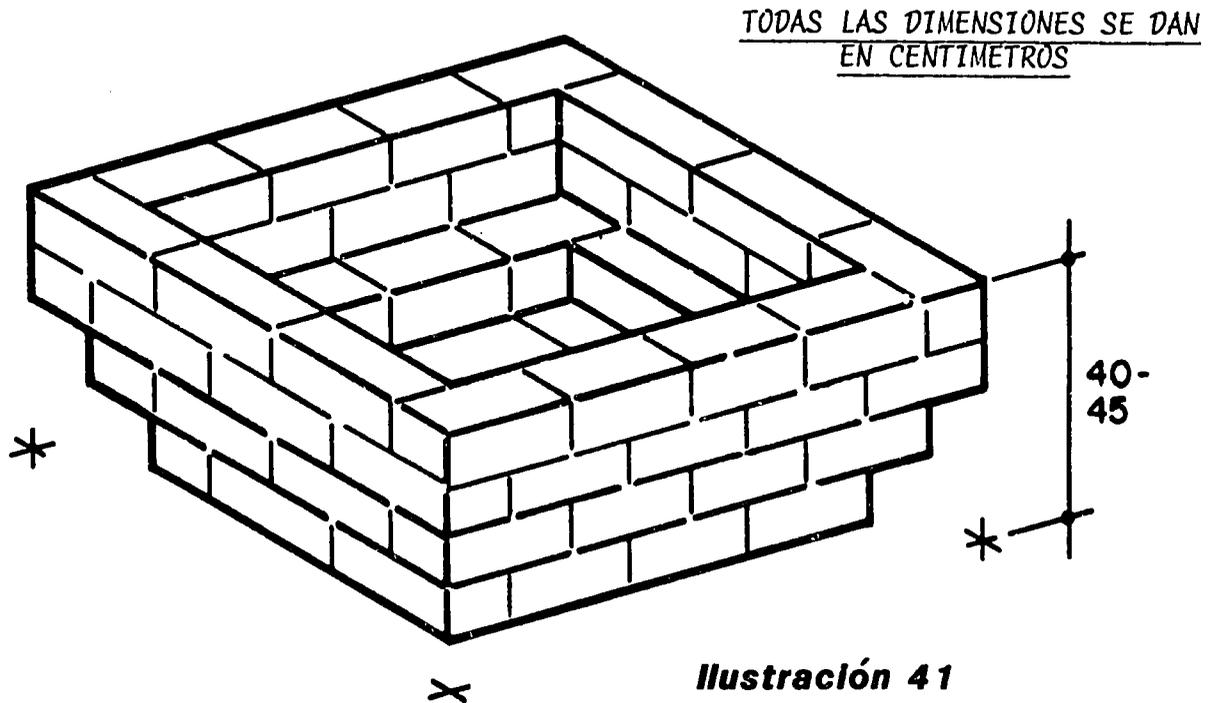
**Ilustración 39**



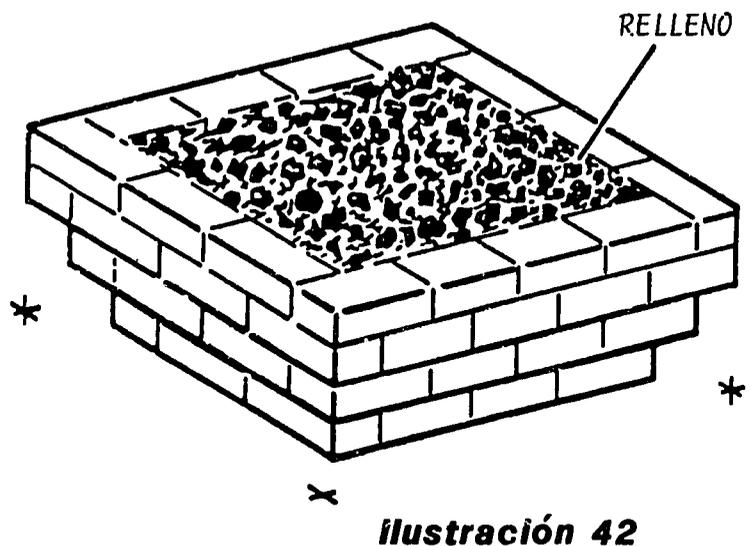
**Ilustración 40**

Marque en el suelo el tamaño completo de la hornilla. Ponga la primera capa de adobes de 10 cm dentro de las marcas donde estará de pie la persona que cocine (véase la Ilustración 40). Los cimientos deben sentarse utilizando cualquier cemento o mezcla lorena que una los bloques.

Las capas superiores deben sobresalir un total de 10 cm en los lados de trabajo de quien cocina a fin de que pueda moverse con facilidad mientras trabaja sin que sus pies tropiecen con obstáculos. Los cimientos deben construirse a una altura de 40 a 45 cm si la persona va a cocinar de pie (véase la Ilustración 41).

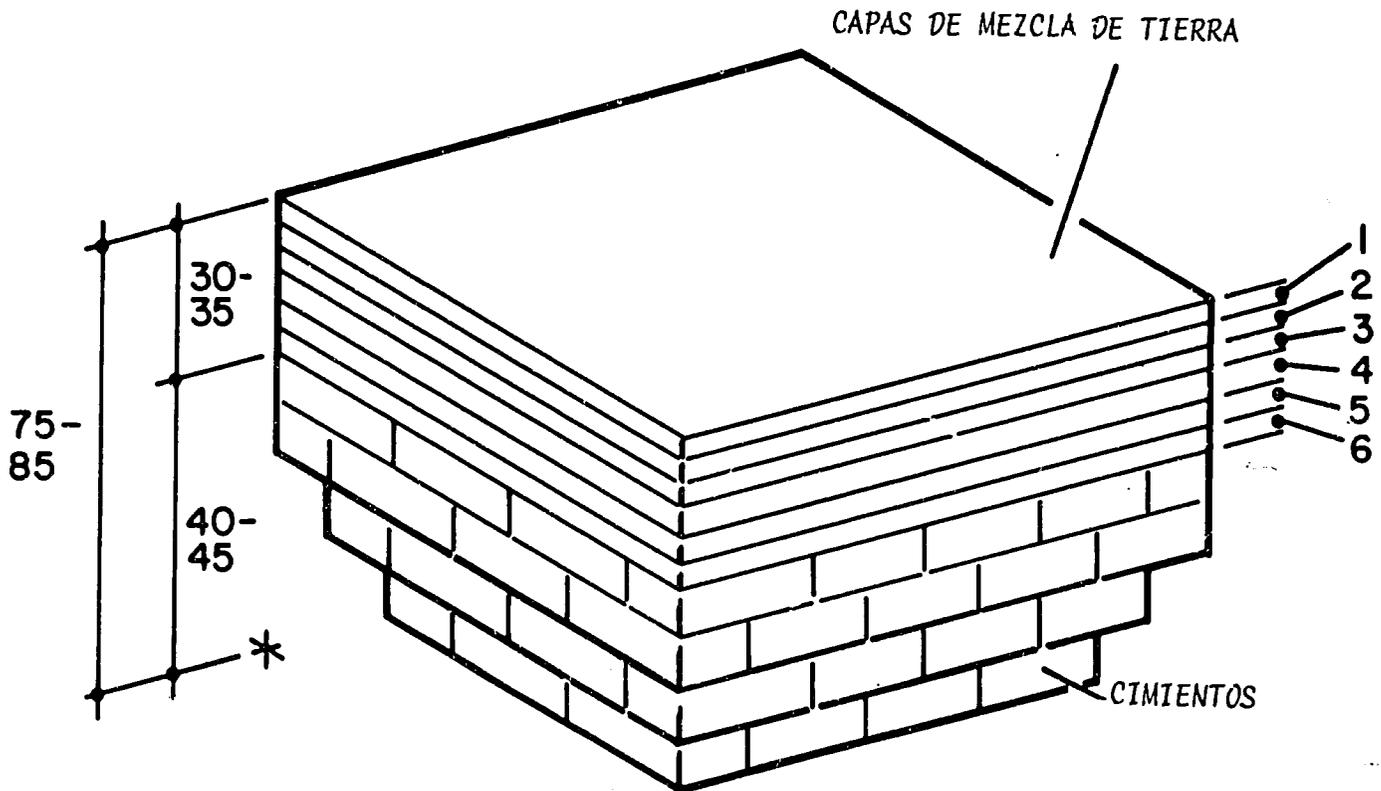


Llénese el centro de los cimientos (véase la Ilustración 42) con tierra, piedras, pedazos de adobe rotos o cascajo. Apisónese el material y déjese que los cimientos se sequen durante la noche.



### 3. Cómo hacer el cuerpo de la hornilla

Hágase la mezcla y póngase una capa de ella cada vez sobre la base (véase la Ilustración 43). Utilice la mezcla probada. Compacte la lorena con fuerza ya sea con la mano, piedras o un trozo de madera.



TODAS LAS DIMENSIONES SE DAN  
EN CENTÍMETROS

**Ilustración 43**

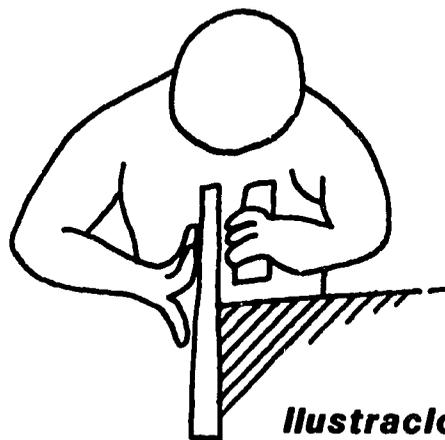
Un dedo que se oprima en la mezcla no debe hundirse más de un centímetro. (Aplíquese sólo la fuerza del dedo, no la de toda la mano.)

Refuerce el lado con su mano o una tabla cuando trabaje cerca del borde (véase la Ilustración 44). Comprima bien los bordes. Esos son los lugares que pueden causar problemas.

Deje que cada capa se seque y afirme hasta que no pueda hundir más de la mitad de la uña antes de agregar una nueva capa. Si

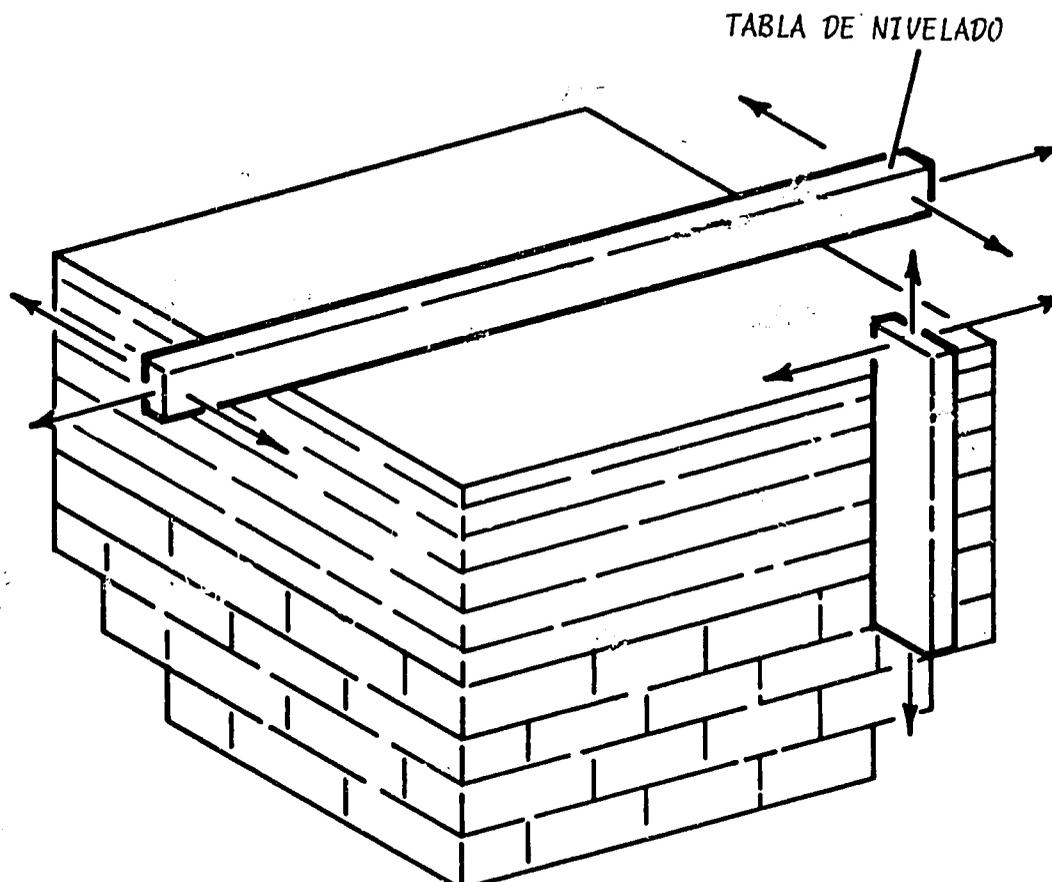
la hornilla se construye dentro de un recinto puede que se necesite hasta un día por capa.

Observe con todo detenimiento cada capa. Agregue más arena a la siguiente si aparecen grietas. Anote cualesquiera cambios que haga.



**Ilustración 44**

Procure que cada capa esté nivelada. Pase una tabla mojada por la parte superior de la hornilla completada con un movimiento de zigzag. Retírense las partes altas. Rellene los agujeros pequeños (véase la Ilustración 45). Utilícese el machete o un cuchillo para igualar y suavizar los costados.



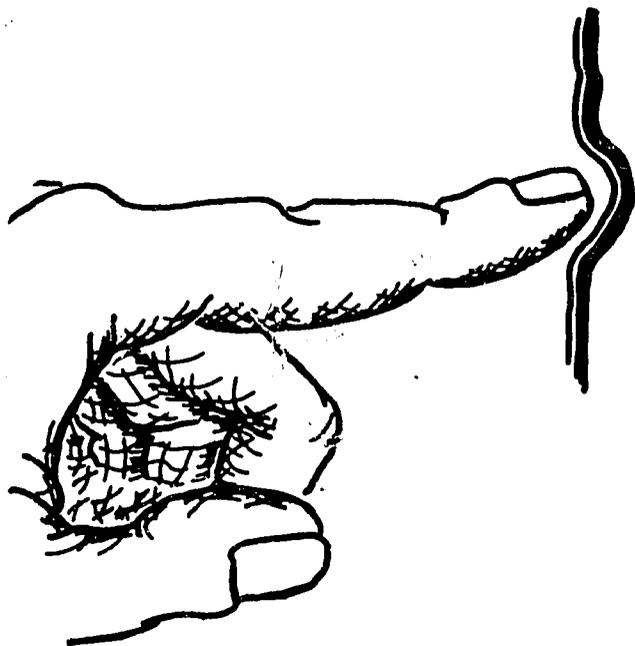
**Ilustración 45**

Si la lorena se agrieta al abrirse los agujeros de las ollas y los túneles, llene las grietas con lorena húmeda. Si aparecen grietas hasta abajo por toda la hornilla, destrúyase ésta. Desintegre la lorena y comience de nuevo. (Las grietas se deben a hacerse trabajar en exceso la lorena cuando se aplican las diferentes capas, a que los túneles se han abierto cuando las capas estaban demasiado húmedas, o bien a que hay demasiada arcilla en la mezcla que ocasiona la contracción irregular de las capas al secarse.)

#### 4. Señalar la distribución de la hornilla

Dibújese el contorno de la distribución deseada en el cuerpo de la hornilla. Los contornos deben ser algo más pequeños que el agujero que se necesita. En la Ilustración 37 (página 69) se muestra una posible distribución de la hornilla. Las condiciones locales pueden demandar diseños diferentes.

#### 5. Abrir los agujeros de las ollas



**Ilustración 46**

Asegúrese primero de que el cuerpo de la hornilla está lo bastante seco. Si no puede hundir su dedo más de un centímetro (véase la Ilustración 46), la hornilla está lo bastante seca para hacer las aberturas.

A partir de este momento todas las herramientas que se utilicen deben estar mojadas. Los agujeros que se abran en la lorena deben ser cortados a rebanadas, no a machetazos. Los agujeros que se abran para las ollas deben profundizarse hasta la mitad de la hornilla.

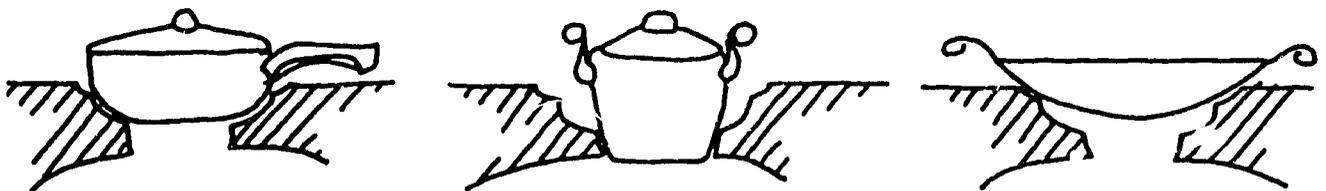
Corte agujeros pequeños en el centro del asiento de cada olla y en el de la chimenea. Utilice una cuchara o cuchillo para excavar. Mantenga mojadas todas las herramientas.

Corte los alojamientos de los reguladores de tiro con un machete o cuchillo grande. Un regulador es la puerta de la caja de fuegos. Los otros dos están situados a cada lado del agujero del depósito de agua (véase la Ilustración 37 de la página 69). Haga un corte perpendicular en la superficie de la hornilla que baje derecho hasta el bloque. Cada corte debe tener alrededor de 1 centímetro. Deje que el agua de la hoja del machete o cuchillo afloje la lorena antes de cortar.

Deje que la hornilla se seque hasta que el cuerpo de ésta esté muy firme en toda ella.

#### 6. Terminar los agujeros de las ollas

Haga sus planes con cuidado. Puede hacerse un agujero de tal modo que pueda utilizarse para varios tamaños de ollas (véase la Ilustración 47). Utilice una cuchara y las propias ollas para ampliar y modelar la cavidad. Trabaje con cuidado.



**Ilustración 47**

Comience a cortar con la cuchara. Luego moje los lados de la olla que se va a utilizar en esa cavidad. Hágala girar en ambos sentidos sin presionar hacia abajo. Examine la forma dejada por el movimiento de la olla y observe en qué lugares debe ampliarse la cavidad. Trabaje despacio y con cuidado, hasta que la olla se ajuste cómodamente en el agujero.

### 7. Completar la caja de fuegos

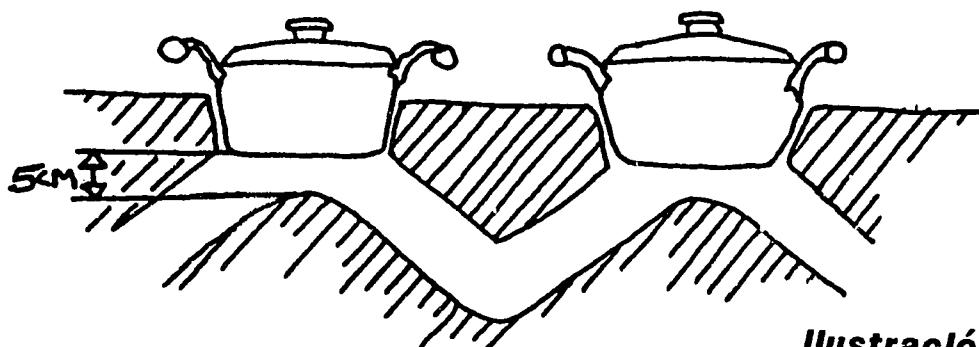
Dé forma de un arco a la entrada. Ese arco debe ser más alto que ancho, pero no debe tener una anchura mayor de 20 cm. Dé también forma de arco a todos los túneles y la parte superior de la caja de fuegos. Esto distribuye el peso y evita protuberancias o agrietaduras. Dé forma achaflanada a la entrada de la caja de fuegos para que se pueda cargar la leña con más facilidad.

### 8. Terminar la cavidad del depósito de agua

Utilice un machete y una olla o una lata vacía de conservas para abrir el hueco del depósito de agua. Ese hueco deberá tener la misma profundidad aproximadamente que el contenedor que vaya a utilizar para el agua.

### 9. Excavar los túneles

Utilice la cuchara para abrir los túneles que conectan la caja de fuegos y los agujeros de las ollas (véase la Ilustración 48). Los túneles deben permitir que el aire caliente dentro de la hornilla circule con la mayor libertad posible.



**Ilustración 48**

Haga los túneles con la amplitud suficiente como para poder dar cabida a una mano que sujete tres huevos de gallina. La altura de los túneles debe llegar al fondo de las ollas. Haga que la sección del túnel debajo de cada cavidad de una olla no tenga

más altura que la precisa para que quepan tres dedos entre el fondo de la olla y el piso del túnel. Después de finalizar los túneles aumente el piso debajo de las ollas utilizando la arcilla que se extrajo al hacer el túnel.

#### 10. Añadir la chimenea

Asegúrese de que el agujero para la chimenea es más profundo que el túnel del interior de la hornilla. Esto da espacio adicional a fin de que el paso del aire tenga menos probabilidades de quedar obstruido con los residuos que caigan.

Coloque un tubo de chimenea en el agujero de ésta. Hágalo penetrar 15 cm en el bloque. Si la chimenea necesita apoyo, ponga clavos en la lorena en el lugar donde la chimenea debe descansar dentro de la hornilla. Los clavos quizá no sean necesarios si la chimenea entra muy ajustada y se mantiene con firmeza.

Agregue otra sección de chimenea. Cuanto más alto sea el tubo mejor es el tiro de la hornilla. Las hornillas Lorena parecen necesitar por lo menos 1,83 m para operar en forma eficiente.

Si la hornilla se construye en el interior de un recinto, la chimenea debe ser por lo menos 80 cm más alta que el punto más elevado del tejado para asegurar un buen tiro de aire.

#### 11. Hacer los reguladores de tiro

Utilícense trozos de lámina de metal para hacer los reguladores de tiro como se muestra en la Ilustración 56 de la página 92. Cada regulador debe ser un poco más ancho que el túnel a fin de que pueda emplearse para controlar la corriente de aire a través del túnel.

El redondeo de los bordes inferiores de los reguladores permitirá que éstos se muevan con mayor facilidad dentro de la hornilla.

## 12. Los toques finales

Tapar las grietas con lorena fresca bien retacada en las fisuras.

Termínese el cuerpo de la hornilla salpicando agua ligeramente sobre los costados y la parte superior y pasando después el machete, cuchillo y otra lámina sobre las superficies hasta que queden bien lisas.

Una vez que esté seco se puede encalar, aplicar yeso o barniz, según se desee.

## **Utilización de la hornilla**

1. Coloque las ollas en su lugar. Asegúrese de que todas las cavidades estén cubiertas y de que el depósito de agua esté lleno y en su sitio.
2. Abra las puertas de los reguladores.
3. Coloque leña menuda justo dentro de la puerta del regulador de la caja de fuegos, y déle fuego.
4. Cierre el regulador de la caja de fuegos y ajuste las puertas de los reguladores del depósito de agua para controlar el tiro. La hornilla está lista ahora para cocinar.
5. Baje un poco el fuego y conserve calor descendiendo las puertas de los reguladores.

Para cocinar a fuego lento:

1. Lleve hacia adelante los carbones y ponga un trozo grande de leña.

2. Vierta una cubeta de aserrín.
3. Cierre las puertas de los reguladores y comience a cocinar.

La hornilla lorena es de fácil mantenimiento. Si cesa el tiro de la hornilla será necesario limpiar los túneles o los tubos de la chimenea.

## La Chula sin humo

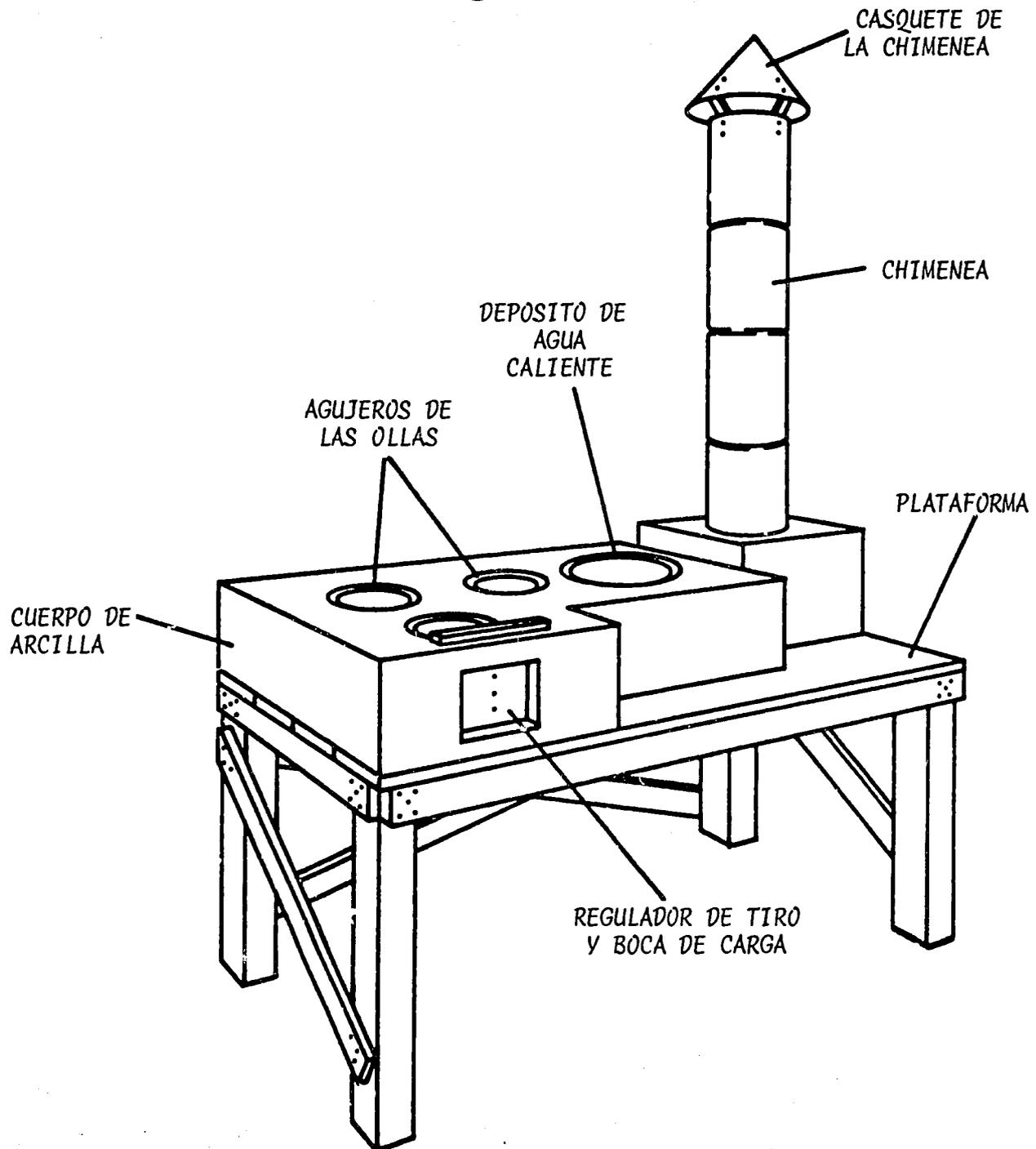
Esta hornilla chula (véase la ilustración 49 en la página siguiente) se basa en las comprobaciones de S.P. Raju y del Laboratorio de Investigación Técnica de Hyderabad. El libro de Raju, Smokeless Kitchens for the Millions, se publicó por primera vez en la India en 1953. Desde entonces su hornilla chula, y variaciones sobre el diseño básico, han sido objeto de extensas pruebas y su uso es generalizado.

La chula no emite humo prácticamente y reduce el consumo de leña hasta en el 40% con respecto a una fogata. Los materiales--arcilla y arena y trozos de metal de desecho-- abundan en general y se suelen obtener gratis. La construcción es tan sencilla que casi cualquiera podría construir la hornilla. Este modelo particular tiene tres cavidades para ollas y proporcionan agua caliente sin tener que utilizarse combustible adicional.

La hornilla se puede construir sobre el suelo, a la manera tradicional, pero muchas de las personas que cocinan están dándose cuenta de que prefieren la comodidad y seguridad de una hornilla cuya altura llega a la cintura.

Para sostener la hornilla se puede utilizar una plataforma de piedra, ladrillos o concreto. Una mesa puede ser conveniente, pero recuérdese que la chula puede llegar a pesar 200 libras, de modo que hay que asegurarse de que la mesa sea muy fuerte. El espacio bajo la mesa o plataforma se puede aprovechar para almacenar leña, utensilios de cocina y otros artículos.

## CHULA SIN HUMO



**Ilustración 49**

## **Materiales**

- . Arcilla, unas doscientas libras.
- . Arena, aserrín y estiércol (las proporciones varían, pero una mezcla de proporción 3:1 de arcilla y arena ha dado buenos resultados.)
- . Madera, para la plataforma y las formas, si se desean.
- . Pedazos de lámina de metal, asas, trozos de alambre, para reforzar varias partes de la hornilla y hacer reguladores de tiro.
- . Caño de drenaje, tejas redondas para el tejado, latas de conservas, o tubo comercial para la chimenea.
- . Ladrillos o piedra, para las partes de la plataforma de la hornilla, y para la chimenea en caso necesario.

## **Construcción**

### 1. Cómo hacer la plataforma o soporte.

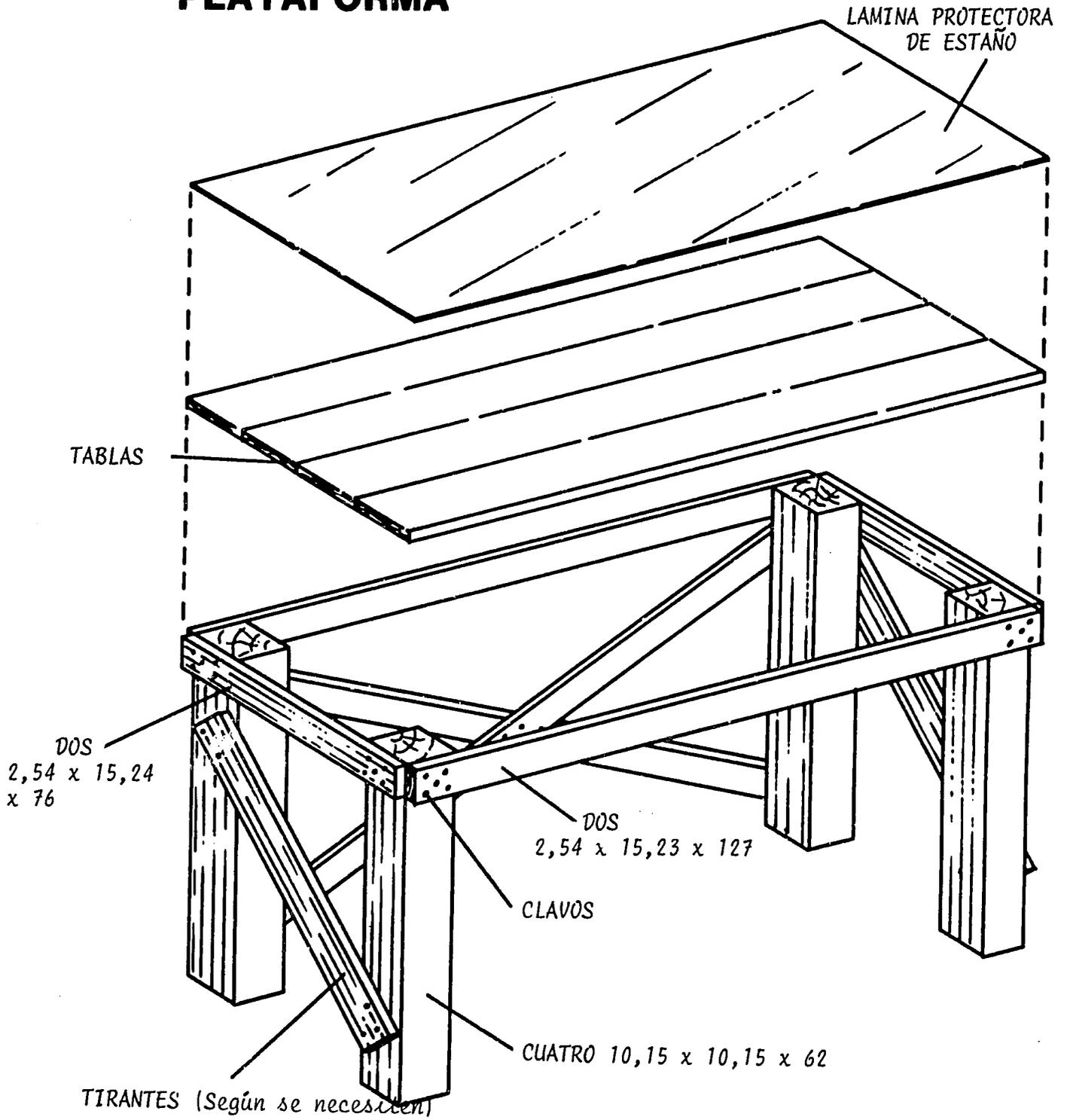
Si se decide construir una plataforma o soporte, las siguientes instrucciones pueden resultar prácticas (véase la Ilustración 50). Las dimensiones aquí se dan de acuerdo con el sistema métrico en medidas aproximadas.

Prepárense cuatro trozos de madera de 10 x 10 x 60 cm para las patas.

Tómense dos tablas largas de 2,5 x 15 x 125 cm y dos cortas de 2,5 x 15 x 75 cm.

Clávense las dos primeras patas a los extremos de cada tabla corta.

# PLATAFORMA



TODAS LAS DIMENSIONES SE DAN EN CENTIMETROS

NO REPRODUCIR A ESCALA LOS DIBUJOS

**Ilustración 50**

Conéctense las dos estructuras con las dos tablas largas, clavándolas bien a cada lado. Esto formará la estructura para el soporte. Refuércense las patas de la mesa con tablas diagonales como se muestra.

Prepárense tablas que se ajusten a las dimensiones de la parte superior de la mesa. Clávense con firmeza al marco. Esta plataforma o soporte puede cubrirse con una lámina metálica delgada para darle mayor protección contra el calor de la hornilla.

## 2. Construcción de la forma

Si se hace una forma para moldear la arcilla será más fácil trabajar con ésta y la chula acabada tendrá mejor apariencia. Si no puede obtenerse madera o es muy cara, se puede eliminar la forma.

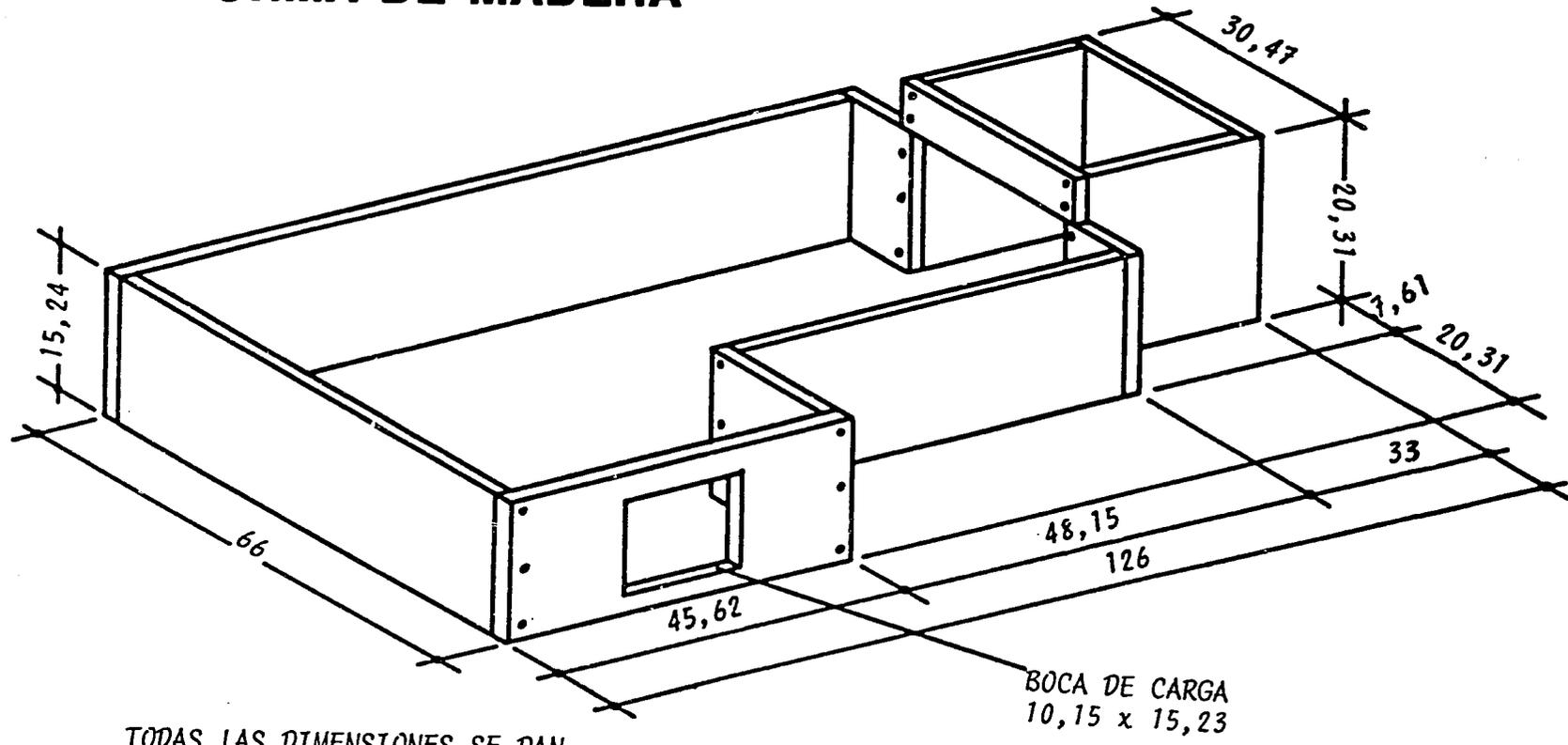
La propia chula tendrá 15 cm de altura y la base de la chimenea 20 cm de altura. Para la forma de la chula utilícense tablas de 15 cm de ancho y para la base de la chimenea utilícense tablas de 15 cm de ancho y para la base de la chimenea utilícense tablas de 20 cm.

Siguiendo las dimensiones de la Ilustración 51, sujétense con firmeza las tablas para que aguanten el peso de la arcilla, pero de modo que se puedan quitar con facilidad.

## 3. Cómo hacer la chimenea

Haga la chimenea antes de comenzar la hornilla (véase la Ilustración 52). Latas redondas de conservas de 15 cm de diámetro pueden encajarse una dentro de la otra, o soldarse para formar la chimenea. También se pueden utilizar caños de drenaje, o tejas redondas de tejado. En algunos lugares quizá resulte

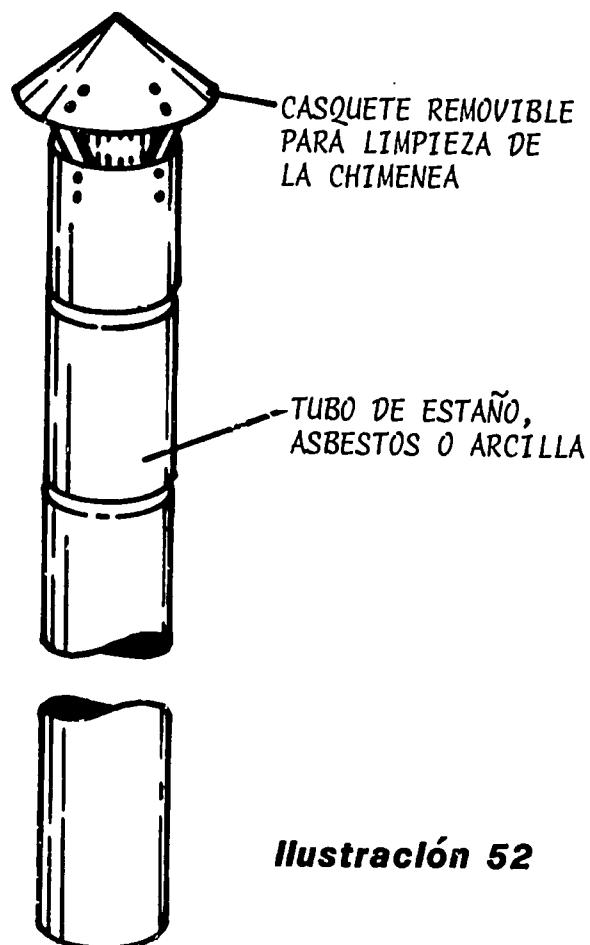
# FORMA DE MADERA



TODAS LAS DIMENSIONES SE DAN EN CENTIMETROS

**Ilustración 51**

## CHIMENEA



**Ilustración 52**

práctico compactar tierra preparada alrededor de un tubo de diámetro adecuado, que se retira más tarde. También se pueden utilizar láminas galvanizadas, asbestos o tubos de cemento.

La chimenea debe ser unos 75 cm más alta que el punto más elevado del tejado. La parte superior de la chimenea debe llevar un casquete o sombrerete de lámina metálica para impedir la entrada del agua de la lluvia, o una piedra plana o una lámina de asbestos cuando la chimenea es obra de albañilería. El casquete debe ser removible para limpiar la chimenea.

#### 4. Trazado del plano de la hornilla

Colóquese la forma sobre el soporte y trácese un plano de la hornilla directamente sobre el soporte. Utilícense como guía las dimensiones de la Ilustración 53.

#### 5. Preparación de la arcilla

Déjese remojando en agua la arcilla durante la noche.

Al día siguiente quítese el agua y mézclese bien la arcilla con arena, aserrín o estiércol. Tres partes de arcilla por una de arena ha demostrado ser una buena mezcla.

Amásese bien y cúbrase con sacos mojados.

Déjese la mezcla así durante la noche.

(Para hacer las paredes de la hornilla se pueden utilizar ladrillos. De ese modo se necesitará menos arcilla.)

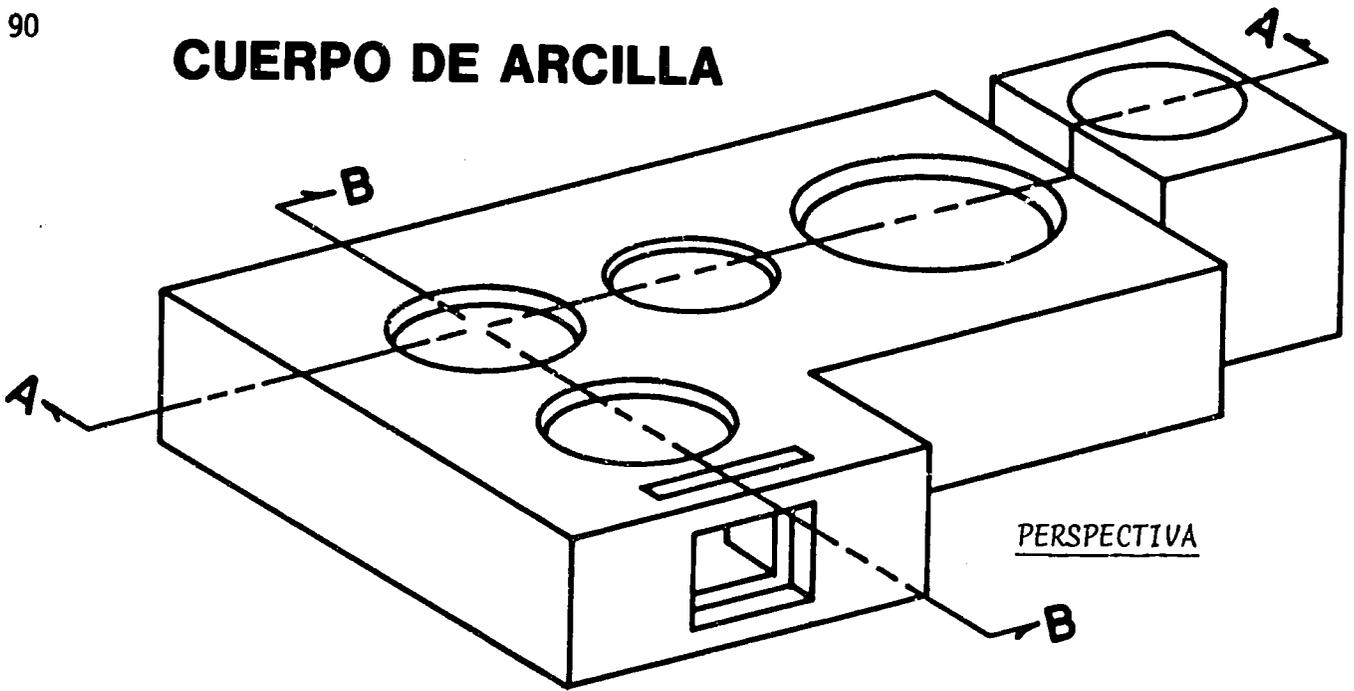
#### 6. Cómo construir la hornilla

Comience con la base del ducto de fuego (canal para el calor y el aire), colocando una capa de arcilla. La base se inclina desde 2,5 cm de grueso en el frente hasta 7,5 cm de espesor en el último agujero de las ollas (véase la Ilustración 54). Debajo del depósito de agua caliente y en la base de la chimenea, el piso del ducto vuelve a descender a 2,5 cm de grueso de nuevo.

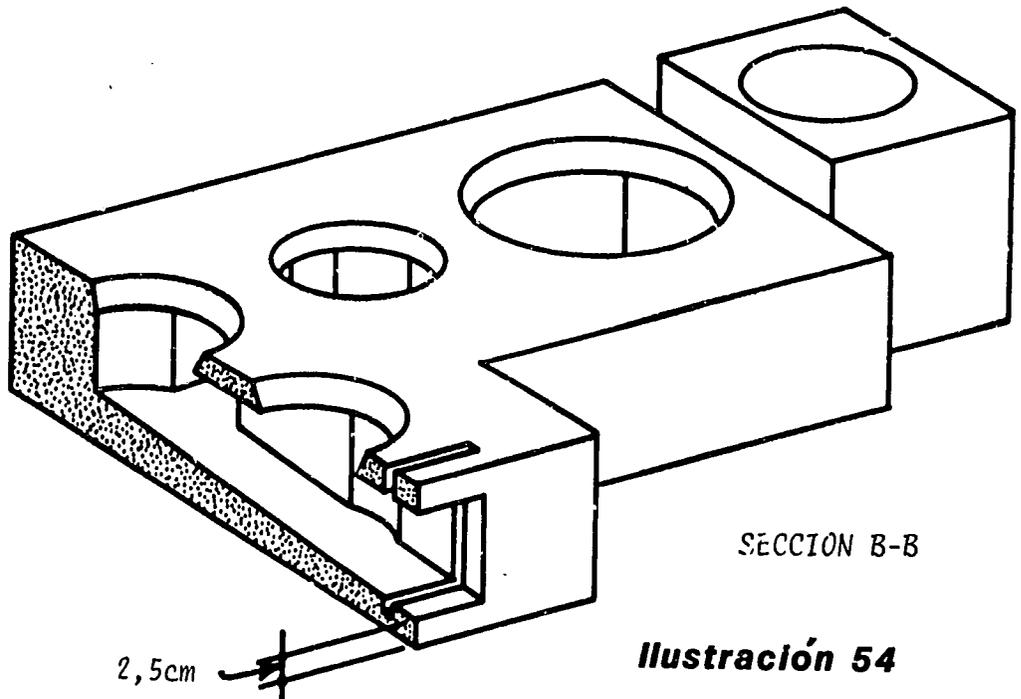
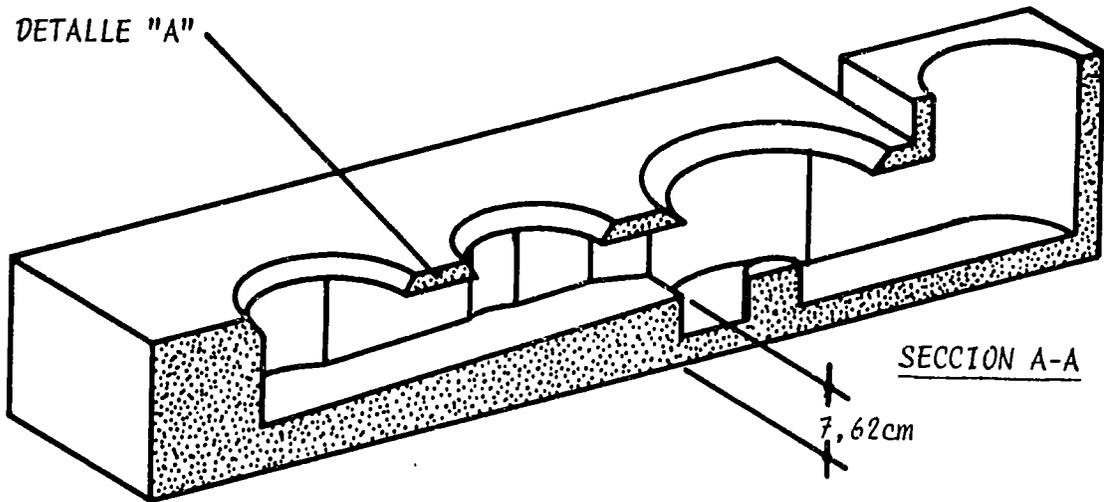
Construya las paredes alrededor del ducto de 12,7 cm de altura. Comience a construir la pared para sujetar la chimenea. Siga acumulando la arcilla en torno al ducto de fuego hasta un espesor de 12,7 cm. Coloque un bloque de arcilla en el centro del depósito de agua caliente. Esto servirá de apoyo a la olla de agua caliente sin bloquear el ducto.



# CUERPO DE ARCILLA



VEASE DETALLE "A"

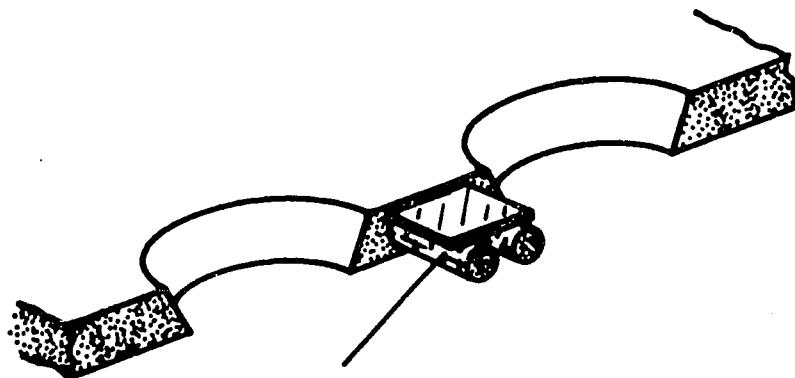


**Ilustración 54**

Llene con arena el espacio del ducto. Si no utiliza una forma de madera, cubra la abertura de la caja de fuegos con una tabla, un cartón o lámina de metal para evitar que la arena salga afuera.

Ponga la chimenea en su lugar, y asegúrese de que no se resbale hacia abajo y bloquee el ducto.

Ponga una capa de arcilla de 2,5 cm de espesor para la parte superior de la hornilla. A fin de reforzar esa parte de la hornilla se pueden utilizar tiras de metal de desecho o alambre grueso entre los agujeros de las ollas y a su alrededor (véase la Ilustración 55). Córtese los agujeros de las ollas con un cuchillo mojado. Déles forma para que encajen las ollas en ellos. Esto se puede hacer colocando una olla mojada en su sitio y haciéndola girar suavemente en ambos sentidos hasta que la cavidad de la olla tenga la forma del fondo de la olla. Quítela.



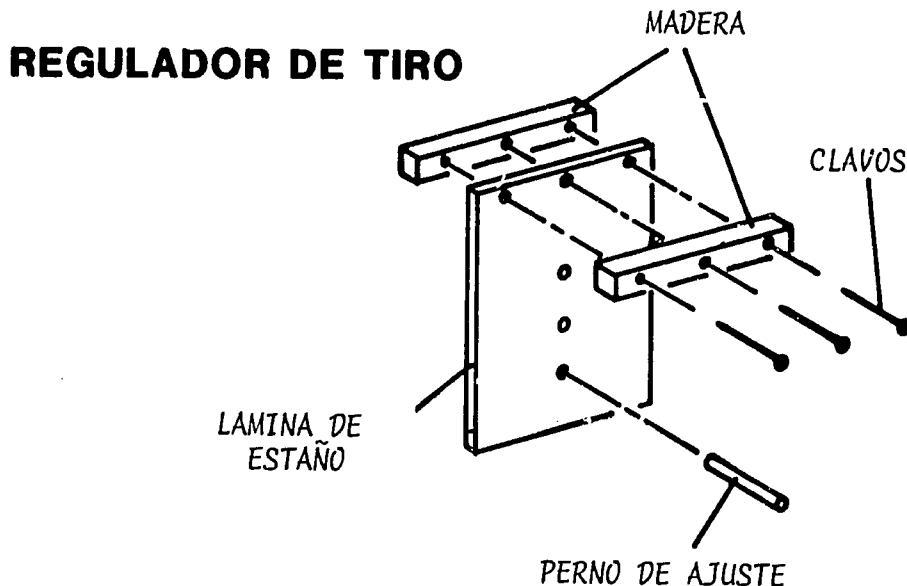
REFORZAR EL TEJADO CON  
MATERIAL DURO (HIERRO,  
BALDOSA, ETC.)

**Ilustración 55**

Abrase una ranura para la lámina del regulador con un cuchillo mojado. Haga la ranura justo un poco más ancha que el ducto del fuego (alrededor de 1,25 cm en cada lado).

Para hacer el regulador (véase la Ilustración 56) corte un rectángulo de lámina metálica de 15 x 17,5 cm. Clave cinco tiras

delgadas de madera a lo largo de uno de los bordes cortos, como se muestra. Perfore dos o tres agujeros en línea vertical en el centro del regulador.



**Ilustración 56**

Para utilizar éste deje que se deslice por la ranura. Ajuste la abertura introduciendo un clavo a través del agujero apropiado. (Tenga cuidado. El clavo se pondrá caliente.)

Construya la base de la chimenea hasta una profundidad de 20 cm. Suavice la superficie de la arcilla con agua. Cubra la hornilla con sacos mojados y déjela secar. Cuando esté seca retire las formas de madera y limpie de arena la hornilla.

Tape las grietas que se hayan producido durante el proceso de secado humedeciendo la superficie de las fisuras y rellenándolas con la mezcla de arcilla.

## **Utilización de la hornilla**

Para prender el fuego hágase primero una base de virutas de madera, otro combustible pequeño o papel arrugado y luego añada

pedacitos de leña. Arriba ponga pedazos más grandes de leña, rotos a la medida. Encienda el fuego y deje abierta la caja de fuegos hasta que el fuego ya esté bien en marcha. Para aumentar el calor abra el regulador de tiro, y para reducir la temperatura cierre el regulador a la mitad. A fin de apagar el fuego cierre por completo el regulador.

Las cacerolas deben encajar sin holgura en las cavidades de cocinar. La base del utensilio de cocinar debe estar de 3 a 5 cm por debajo de la superficie del agujero. Asegúrese de que todos los agujeros de las ollas estén cubiertos cuando esté funcionando la hornilla. Use a ese propósito la tapa de una olla o una lámina de metal.

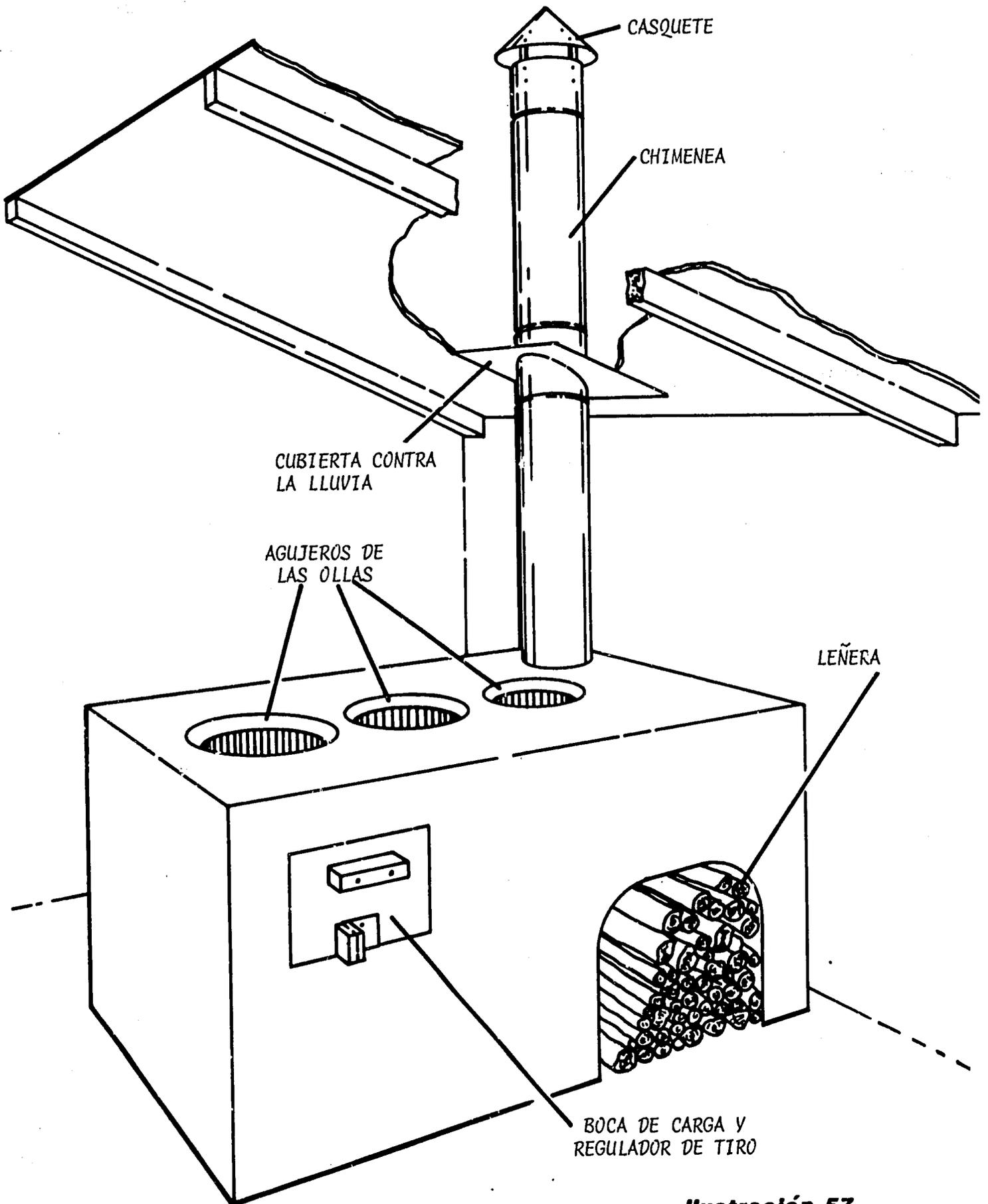
Mantenga limpia la hornilla. Cubra las cenizas de la caja de fuegos. De cuando en cuando quizá sea necesario dar una capa aguada de arcilla a la hornilla para limpiarla. Las grietas y resportilladuras se pueden arreglar con el mismo tipo de mezcla de arcilla, arena y agua con el que se construyó la hornilla.

Límpiese la chimenea con regularidad, de cuatro a seis meses aproximadamente. Esto reduce el peligro de que se incendie la chimenea debido a la acumulación de creosota y evita el que la chimenea se obstruya.

## Hornilla Singer

La hornilla Singer (ilustración 57) es una hornilla de cocinar eficiente relativamente sin humo, similar a las chulas sin humo de la India. Se puede moldear en arcilla, o construir de ladrillos secados al sol o bien cocidos. La hornilla moldeada tiene una esperanza de vida de un año, la construida con ladrillos secados al sol dura mucho más. La que se hace con ladrillos cocidos es la más costosa de las tres, pero dura muchos años. Dado que la construcción con ladrillos secados al sol es más durable sin que resulte mucho más costosa, las instrucciones que se dan aquí son para utilizar ese material.

# HORNILLA SINGER



**Ilustración 57**

La hornilla se puede construir de cualquier altura y con dos o más agujeros para ollas. También se puede hacer con un humero derecho o bien ondulado. En el primer caso la hornilla exige un tanto más de espacio, pero es más barata y fácil de construir.

Debe considerarse con todo detenimiento la posición que va a ocupar la hornilla. Incluso las versiones más pequeñas son muy pesadas y difíciles de mover una vez que están en su lugar. Debido a que la hornilla no emite prácticamente humo puede utilizarse en un recinto cerrado. Con protección adecuada contra la lluvia también se puede utilizar al aire libre.

Se dan instrucciones detalladas para la construcción de una hornilla que llegue a la cintura, con tres agujeros para ollas y humero recto.

## **Materiales**

- . Arcilla.
- . Cenizas o arena.
- . Aserrín, cáscaras de arroz, paja (si se desea).
- . Agua.
- . Madera y clavos para las formas.

Para una hornilla que llegue a la cintura, con tres agujeros para ollas, se necesitará aproximadamente medio metro cúbico de material.

La proporción adecuada de materiales secos dependerá del tipo de tierra de una zona determinada y de los métodos locales de manufacturación. El mejor procedimiento para saberlo quizá consista en experimentar con varias mezclas para ver cuál es la que hace los mejores bloques. En algunas partes se emplea una mezcla de tres partes de arcilla por una de arena. En otras mezclan diez partes de arcilla con una parte de paja cortada muy pequeña. Cuando se hagan experimentos asegúrese de llevar registros adecuados a fin de que una buena mezcla se pueda duplicar con facilidad.

La arcilla debe desmenuzarse, aplastarse y cernerse a través de un tamiz para quitar piedras grandes, palos y otro material. Mézclense muy bien los materiales en seco antes de añadir agua. Agréguese la suficiente de ésta para hacer una mezcla que sea lo bastante dúctil para trabajarla con facilidad, pero que tenga suficiente firmeza para conservar su forma. La mezcla se puede hacer con una mezcladora especial, una paleta pesada de madera o pisando la mezcla.

## **Construcción**

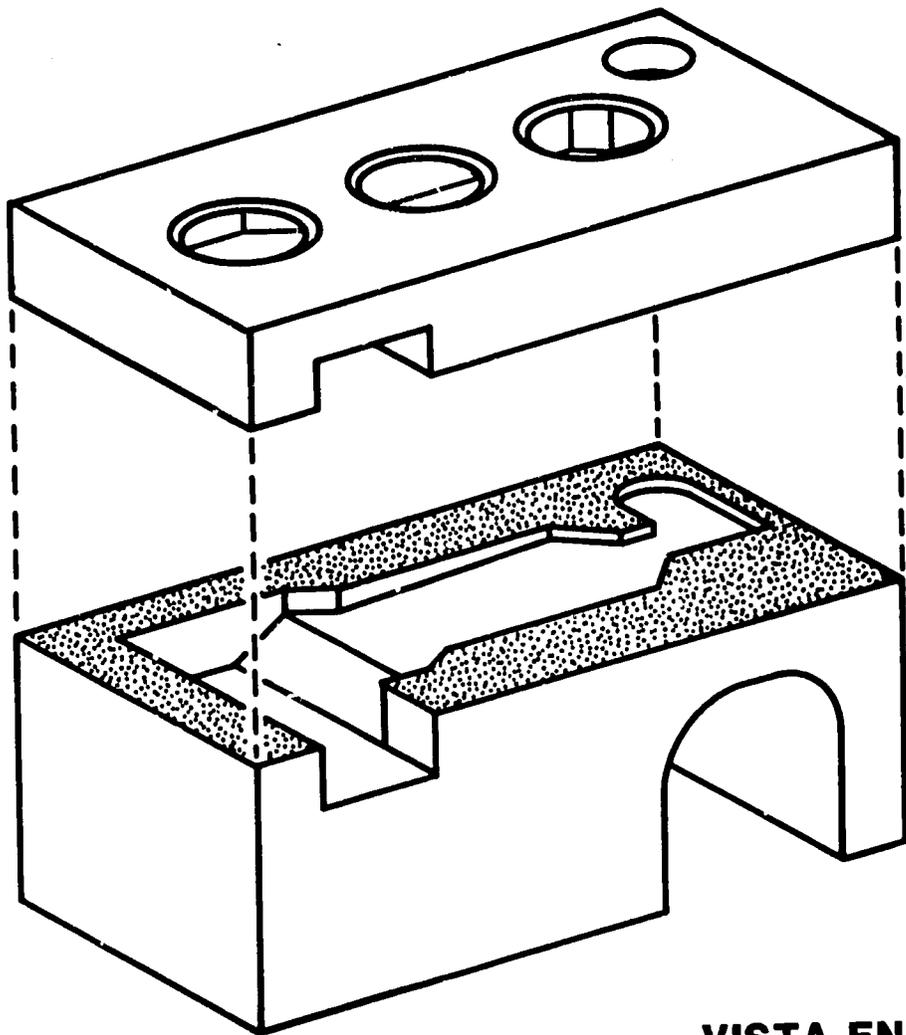
### **1. Cómo hacer las formas**

Con madera derecha y lisa constrúyase una forma para las placas de la superficie de cocinado (véase la Ilustración 58). Las dimensiones que se sugieren para una placa terminada son 5,5 cm de espesor por 34 cm de longitud y 27 cm de ancho, para esas medidas se pueden ajustar para adaptarse a necesidades especiales. La forma consiste en una tabla de base, la forma central y una tabla superior. A la forma se le pueden adaptar asideros para ayudar a levantarla una vez que se ha hecho la placa. Antes de poner la mezcla de arcilla dentro de la forma debe rociarse el interior con polvo de ceniza para asegurar que la placa terminada se deslice fuera con facilidad sin pegarse.

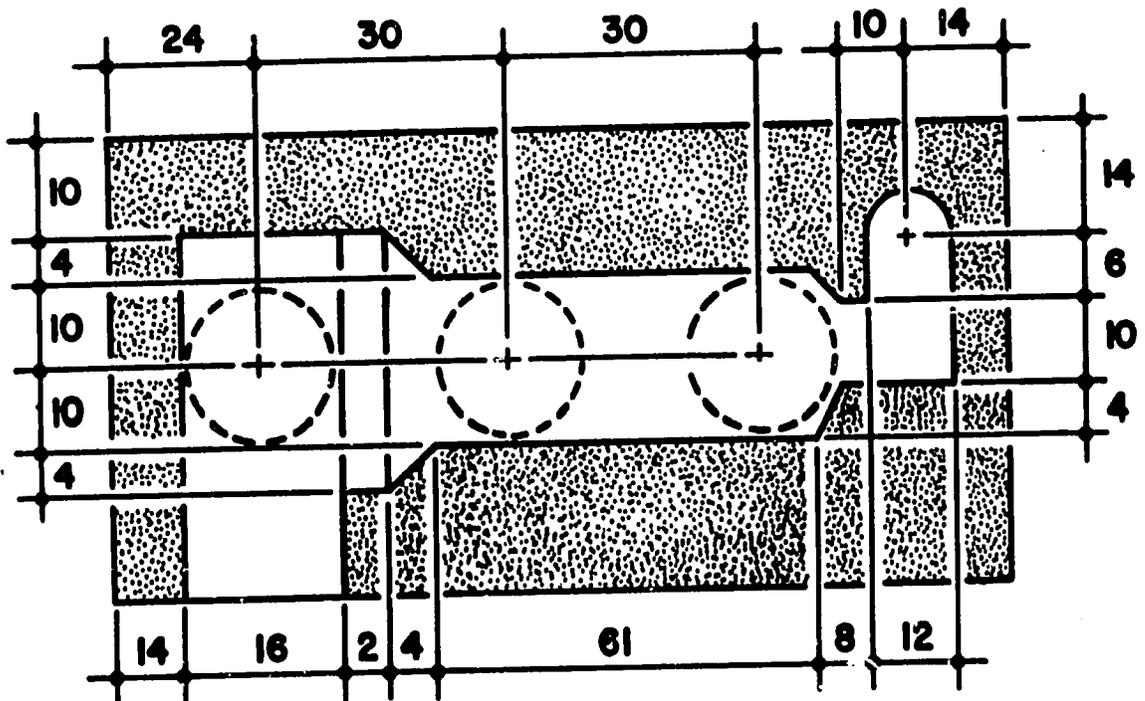
Compáctese la mezcla de arcilla en la forma. Deje que se seque ligeramente.

Señale con cuidado el agujero de la olla y córtelo con un cuchillo mojado u otro instrumento cortante. El diámetro que se sugiere del agujero es de 20 cm, pero éste puede variar según las necesidades especiales, como el tamaño de las ollas que se van a utilizar. Será preciso hacer dos o tres placas de quemador de acuerdo con el estilo de hornilla que se elija. Todos los agujeros para las ollas pueden ser del mismo tamaño, o de distintas dimensiones para dar cabida a varias ollas.

Constrúyase una forma para hacer los ladrillos, similar a la forma de la placa descrita antes. Las dimensiones que se



**VISTA EN PLANTA**



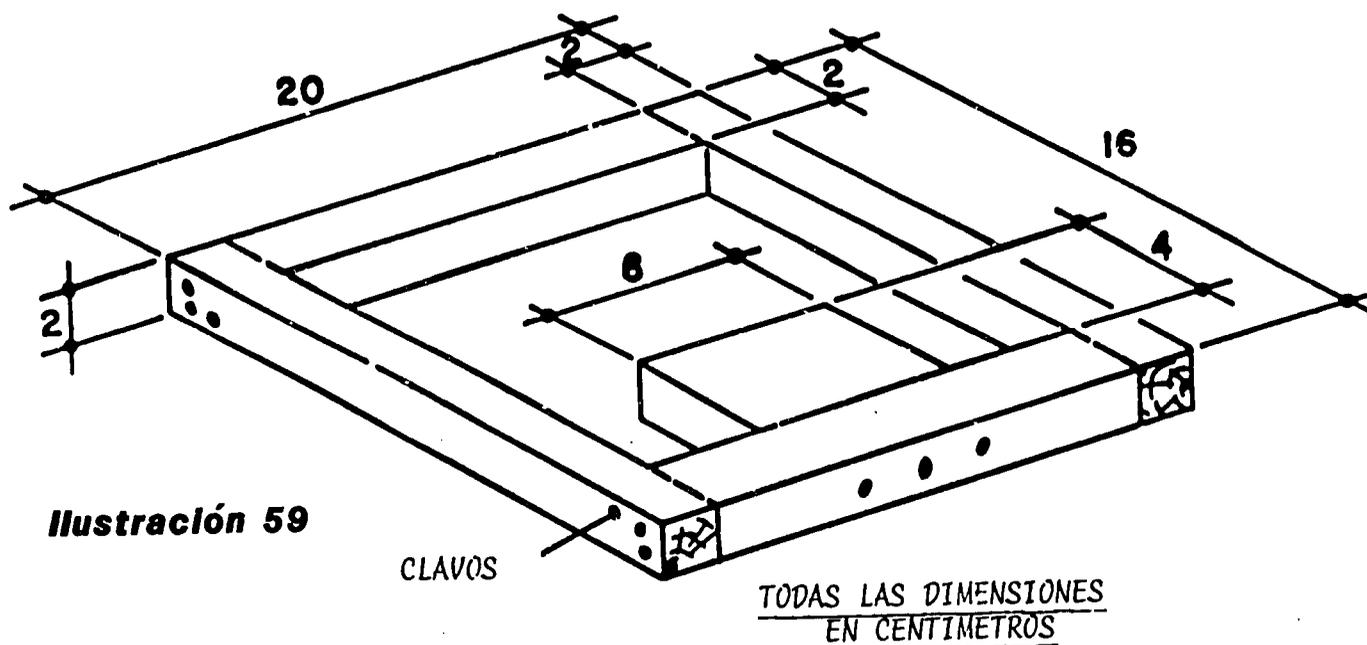
TODAS LAS DIMENSIONES SE DAN EN CENTIMETROS

NO REPRODUCIR A ESCALA EL DIBUJO

**Ilustración 58**

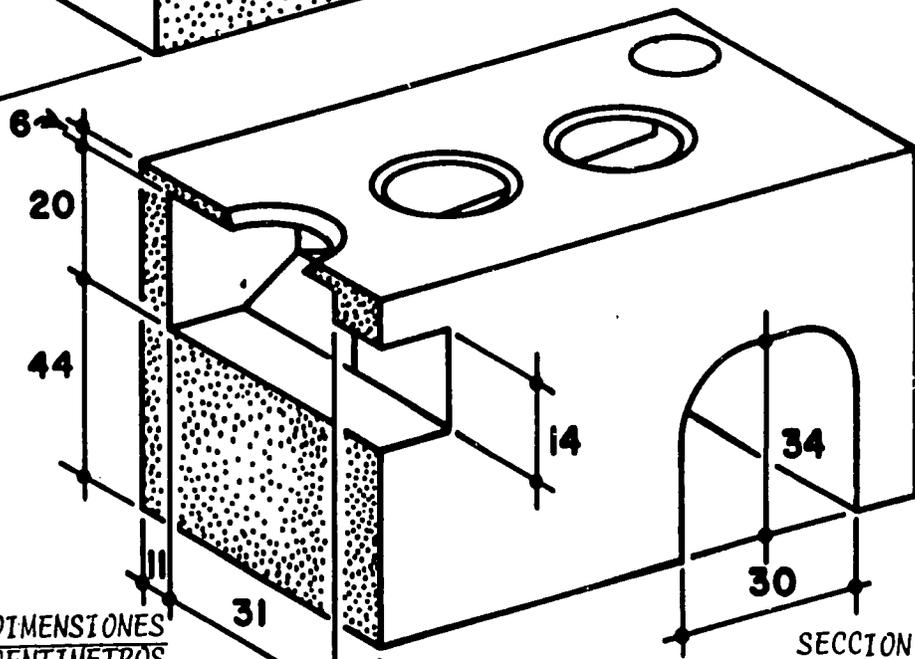
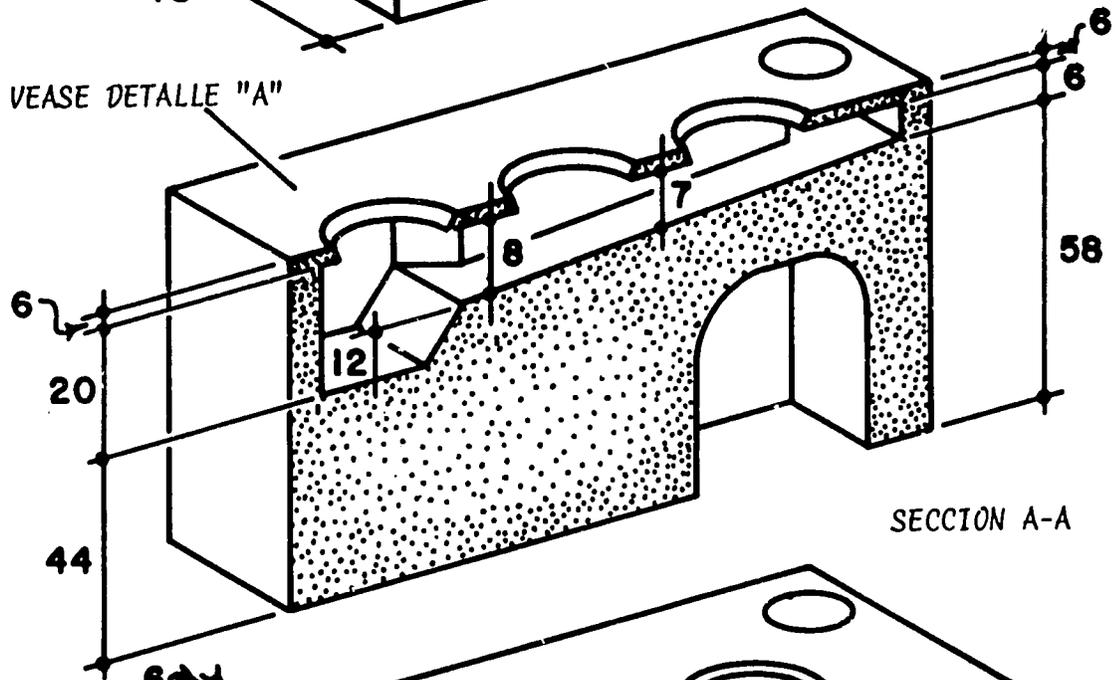
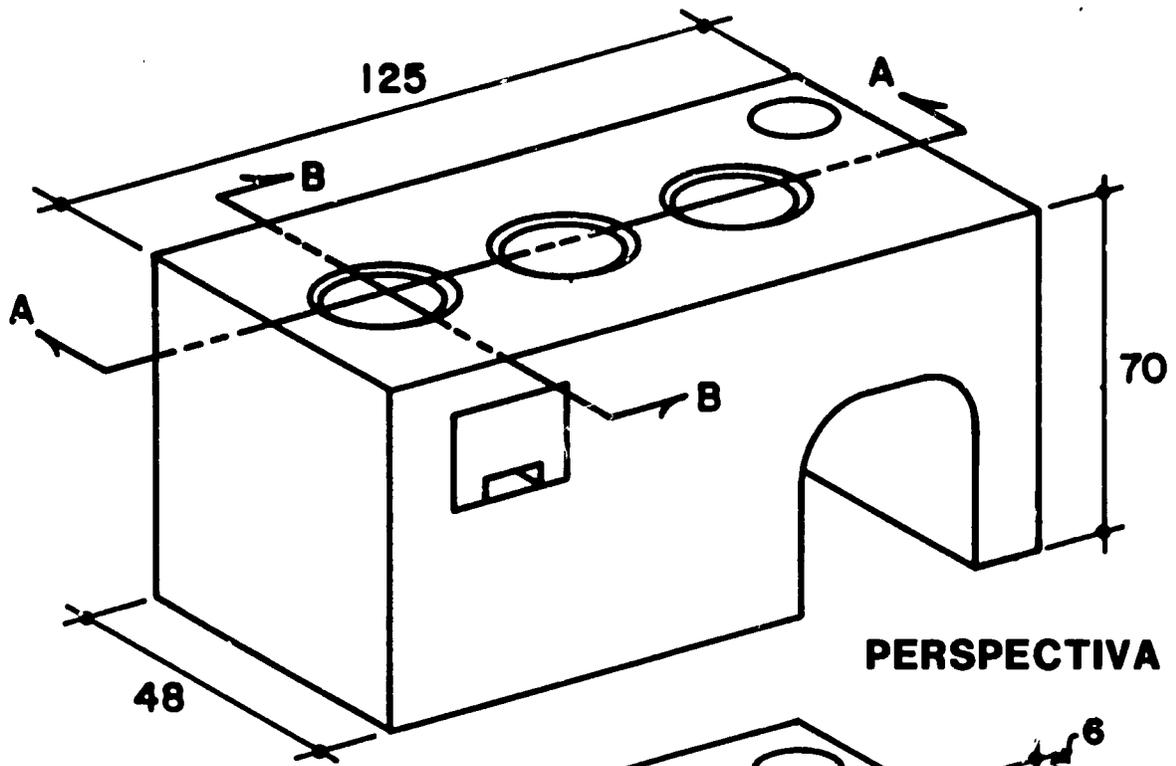
sugieren para un ladrillo acabado son 5 cm de grueso por 10,5 cm de ancho y 22,5 cm de largo, pero esas dimensiones se pueden modificar para adaptarse a necesidades especiales. Se necesitarán alrededor de 300 ladrillos. El proceso para formar un ladrillo es el mismo que para formar una placa.

También se necesitará una forma para la puerta de la caja de fuegos (véase la Ilustración 59). Hágala de tal modo que el bloque terminado tenga 14 x 15 x 5 cm. Debe haber una abertura de 4 cm de altura por 6 cm de ancho a lo largo de un borde de 15 cm. Esta abertura es para el regulador de tiro. Véase la sección, "Cómo hacer la puerta de la caja de fuegos" para tener instrucciones acerca del acabado de este bloque. El regulador debe adjuntarse mientras la arcilla está todavía húmeda.



## 2. Construcción de la hornilla

Señálese el contorno de la base de la hornilla. Utilice las medidas de la Ilustración 60 como guía. Comience a poner los ladrillos utilizando cualquier mortero bueno.



TODAS LAS DIMENSIONES  
SE DAN EN CENTIMETROS

**Ilustración 60**

NO REPRODUCIR A ESCALA LOS DIBUJOS

Ponga una capa de ladrillos cada vez, superponiendo las juntas cuando sea posible. En el espacio de almacenamiento de combustible se puede tender una especie de puente de ladrillos, madera fuerte o lámina de metal. La capa siguiente de ladrillos se coloca directamente sobre ese puente.

Las dimensiones de la caja de fuegos y del humero se han diseñado con cuidado para proporcionar el calor máximo y el consumo mínimo de leña. Siga con cuidado estas dimensiones al construir la hornilla, cortando o modelando los ladrillos de arcilla si es necesario. (Nota: En el caso de una pequeña empresa pudiera ser conveniente hacer los ladrillos a una medida en lugar de cortarlos para que ajusten.)

Las placas de cocinar se ponen en su lugar con mortero lo mismo que se hizo con la capa de ladrillos.

### 3. Cómo hacer la chimenea

Construya la chimenea (véase la Ilustración 61) de baldosa de arcilla, ladrillo o mampostería. Esta última es mejor, más segura y dura más que la baldosa de arcilla, pero es más costosa.

Con mampostería las dimensiones interiores deberían ser de 15 x 15 cm o 20 x 20 cm, según la altura de la chimenea.

El diámetro del tubo de la chimenea (o de baldosa de arcilla cocida) depende del tamaño del hogar y de la altura de la chimenea. En el caso de chimeneas que tienen hasta 4 m de altura suele ser satisfactorio un tubo de 12 cm de diámetro interno. Cuando se trata de chimeneas más altas el diámetro del tubo se puede reducir a 10 cm. La altura mínima que se recomienda para chimeneas es de 2,5 m, desde la superficie de cocinado hasta el borde superior de la última baldosa. La parte superior de la chimenea debe ser por lo menos 80 cm más alta que el punto más elevado del tejado. La chimenea debe ser hermética, las baldosas deben colocarse con cuidado, las juntas recibirse con

# CHIMENEA Y CUBIERTA CONTRA LA LLUVIA

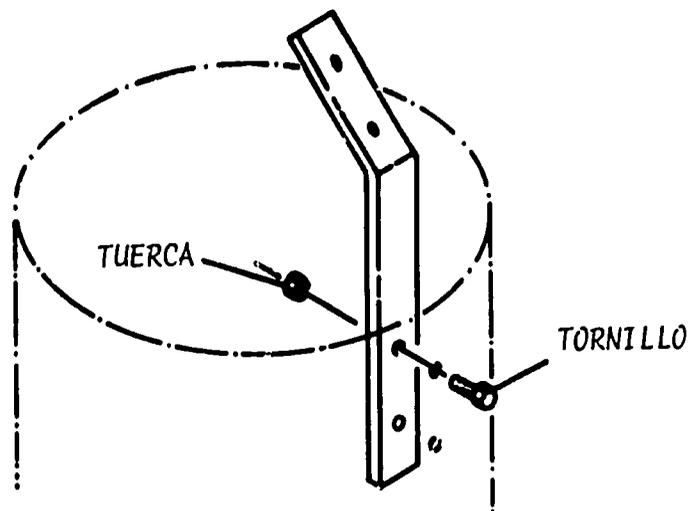
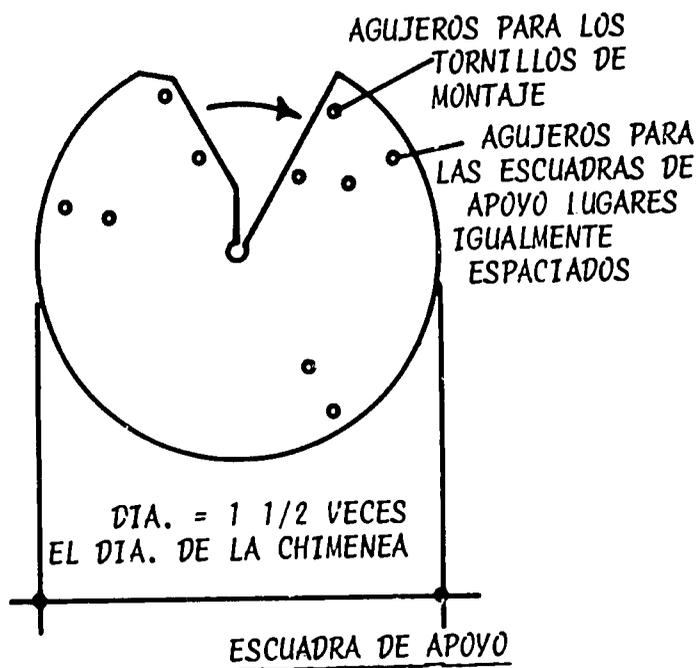
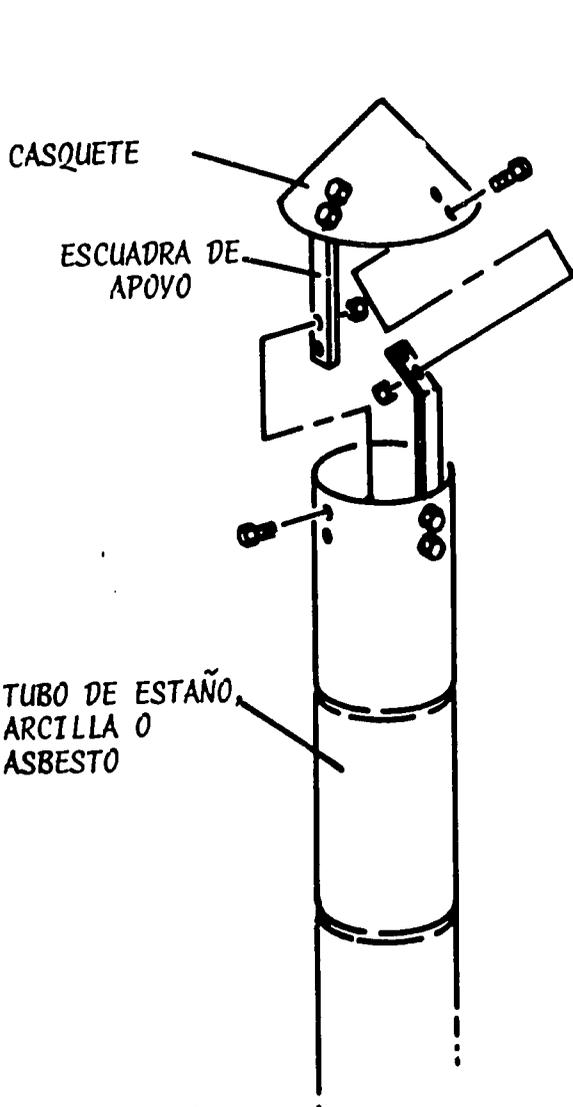
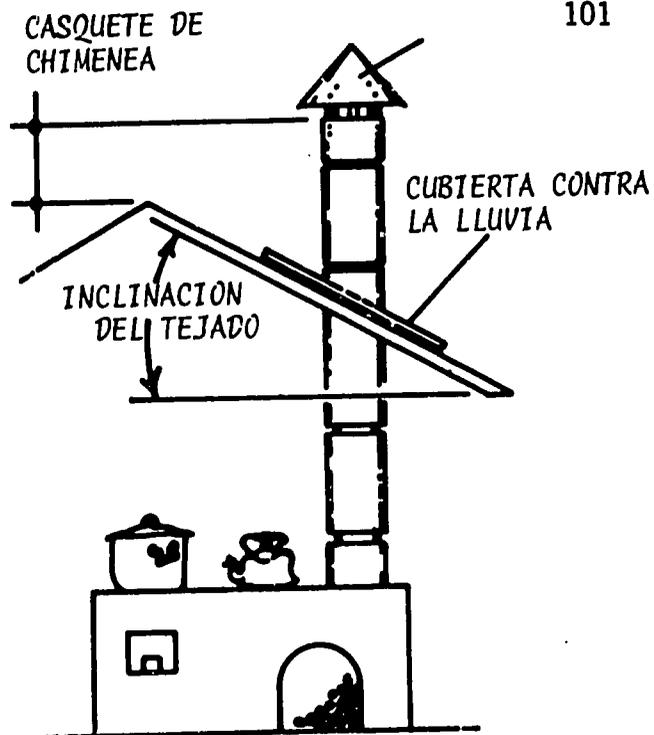
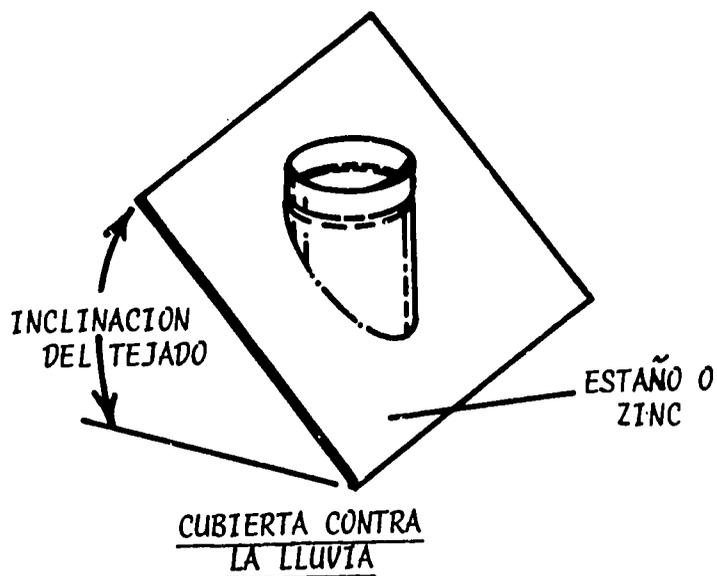


Ilustración 61

mortero y debe ponérsele una cubierta que impida que le entre el agua de la lluvia. Esa cubierta debe ser desmontable para facilitar la limpieza de la chimenea. Justo debajo de la vigas del tejado debe ponerse una placa de acabado de estaño o zinc. El espacio entre la pieza de metal y la obra del tejado debe hacerse impermeable aplicando un material a prueba de agua como brea de techar y otra masilla disponible.

#### 4. Cómo hacer la puerta de la caja de fuegos

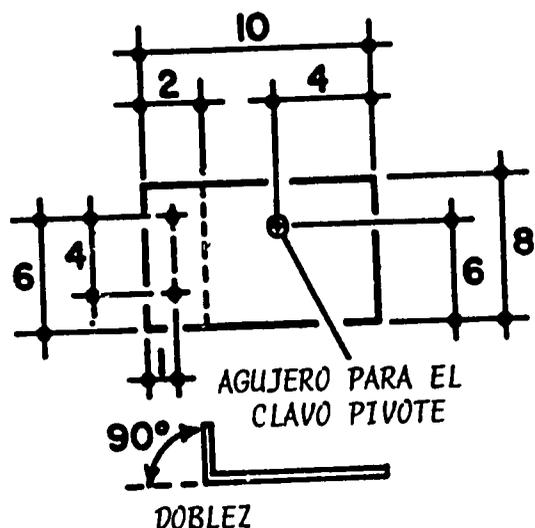
Vierta la arcilla en la forma especial para la puerta de la caja de fuegos. Mientras la arcilla está húmeda todavía, termine la puerta como sigue.

Corte un rectángulo de lámina de metal de unos 8 x 10 cm. Suavice los bordes. Esto será el regulador de tiro (véase la Ilustración 62). Doble el metal hacia un lado como se muestra para tener un asidero. Ese regulador se calentará de modo que, si se desea, se pueden clavar tiras delgadas de madera a cada lado del doblez de 2 cm para proteger los dedos.

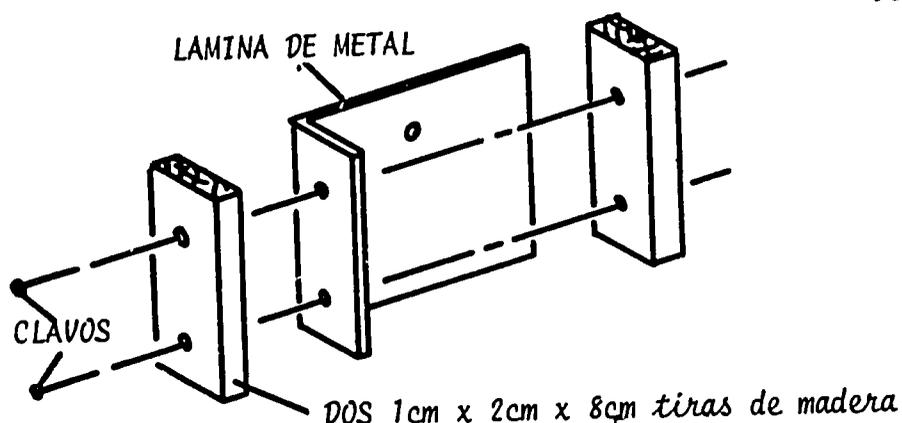
Con un clavo fuerte abra un agujero en el regulador cerca del borde superior. Oprima el clavo en la arcilla húmeda de modo que el regulador cubra por completo la abertura de la puerta de la caja de fuegos. El regulador debe pivotear sobre el clavo y sin embargo encajar con ajuste cómodo contra el bloque de arcilla para impedir el paso de aire y humo.

En lugar del regulador de metal se puede colocar en la abertura de la puerta de la caja de fuegos un bloque de arcilla o ladrillo que encaje bien.

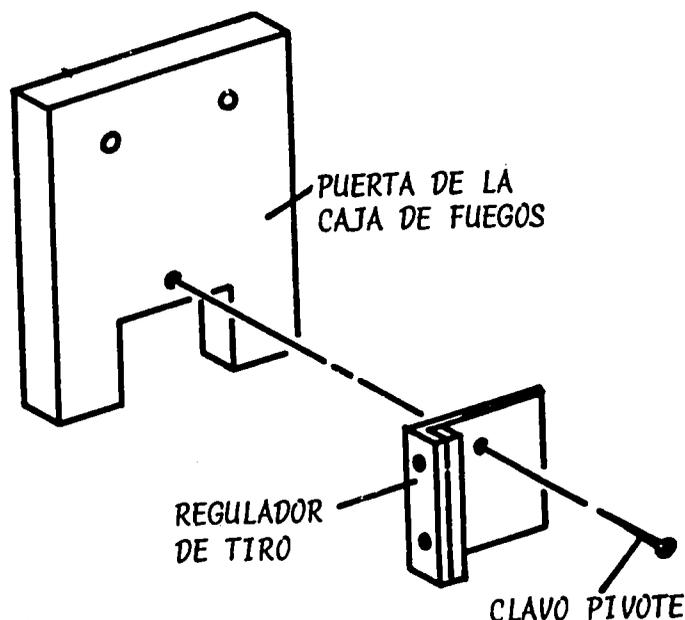
Mientras la arcilla está húmeda ábranse dos agujeros en la puerta de la caja de fuegos como se muestra en la Ilustración 63. En esos agujeros entrará el mango para la puerta y deben hacerse para que encaje en ella. El mango puede ser una rama ahorquillada de madera dura y lisa, o bien puede hacerse de alambre enrollado. Debe ser fácil de quitar a fin de que no



### PIEZAS DEL REGULADOR DE TIRO



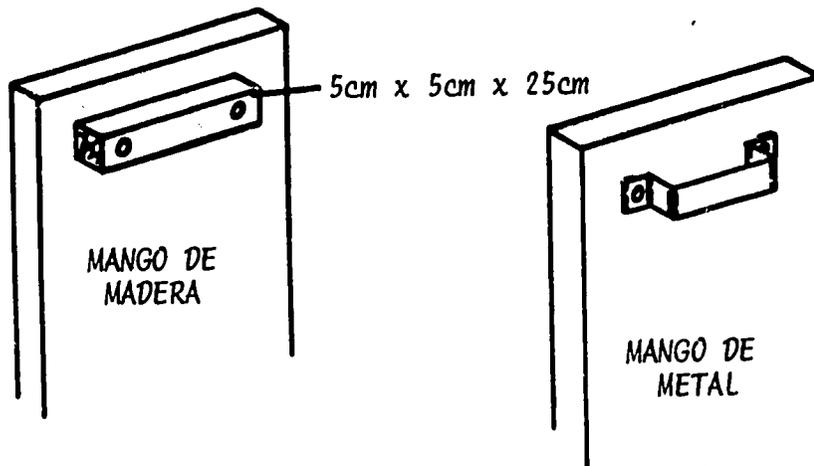
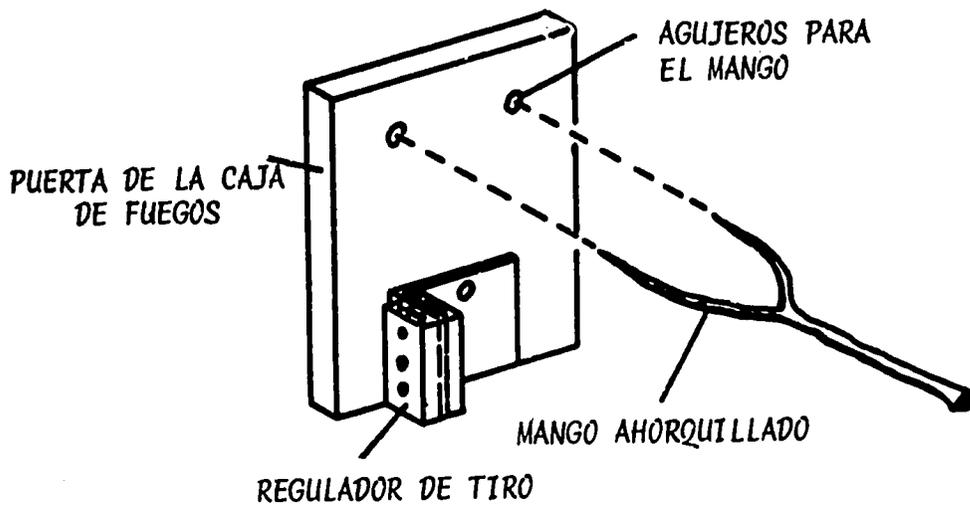
### REGULADOR DE TIRO



**Ilustración 82**

estorbe cuando esté utilizándose la hornilla. Para tener un mango permanente háganse dos agujeros para tornillo a través de la puerta. Cuando la arcilla se haya secado endureciéndose, sujétese con tornillos un mango de madera o de metal doblado. (La madera será más fácil de manejar cuando esté caliente.) Asegúrese de que el mango esté colocado lo bastante alto en el bloque para dejar libre al regulador cuando pivotee a la posición abierta.

La puerta de la caja de fuegos debe encajar con buen ajuste en la abertura de dicha caja. Si el bloque es demasiado grande quizá sea necesario desgastar los bordes con lija basta. Tenga cuidado de no desgastar demasiado.



**Ilustración 63**

## Utilización de la hornilla

Para prender el fuego hágase primero una base de virutas de madera, otro combustible pequeño o papel arrugado y luego añada pedacitos de leña. Arriba ponga pedazos más grandes de leña, rotos a la medida. Para aumentar el calor cierre la puerta de combustible con el regulador abierto. Para disminuir el calor, cierre a medias el regulador. A fin de extinguir el fuego, cierre el regulador de tiro por completo.

Las cacerolas deben encajar sin holgura en las cavidades de cocinar. La base del utensilio de cocinar debe estar de 3 a 5 cm por debajo de la superficie del agujero.

Toda cavidad que no se utilice debe estar siempre cubierta, Cuando las cacerolas son más pequeñas que las cavidades pueden utilizarse anillos y arandelas de placa.

La hornilla debe limpiarse con regularidad y repararse inmediatamente todas las partes dañadas. Antes de limpiar hay que cubrir primero todos los agujeros de las ollas y sacar las cenizas de la caja de fuegos.

Para limpiar la chimenea cúbranse primero todos los agujeros de las ollas. Quítese el casquete de la chimenea y cepíllese el interior, quitando todo el hollín. La chimenea debe limpiarse por lo menos una vez cada seis meses.

La utilización de leña mojada o húmeda perjudica a la chimenea debido a la acumulación de creosota, que da lugar al riesgo de incendio. Por consiguiente, las chimeneas que tienen una capa gruesa de creosota deben reemplazarse con otras nuevas. En caso de que se incendie una chimenea debe bloquearse el pasaje que lleva a ella y extinguirse el fuego.

## **Hornilla de aserrín para cocinar**

Se puede construir fácilmente una hornilla de aserrín para cocinar aprovechando un envase metálico cuadrado de unos 20 litros de capacidad del tipo que se emplea para la pintura o el aceite vegetal. La hornilla necesitará una base de ladrillo, piedra o metal y una cubierta de metal bastante fuerte para permitir el tiro adecuado de aire y que se apoyen en ella las ollas. La chimenea se puede hacer de tubo para hornillas o ductos que se encuentran en el mercado, o bien se puede hacer de lámina de metal. Una carga de dos kilos de aserrín proporciona de cuatro a cinco horas de buen fuego para cocinar.

La hornilla se alimenta compactando el aserrín dentro del envase en torno a cuatro barras verticales redondas de madera (los palos de escoba son buenos). Esos palos se retiran y dejan cuatro agujeros en el aserrín. Se rocía un poco de aceite

combustible alrededor de los agujeros y éste ya se encuentre bien prendido se pone la hornilla y puede comenzarse a cocinar. y las emanaciones saldrá de la zona donde está la chimenea.

La hornilla no es totalmente sin humo. En el uso se puede quemar el envase de pinches y fuegos y tendrá que reemplazarse de manera que, la hornilla aprovecha bien una fuega. con frecuencia se pasa por alto--a menos que sea bastante exenta de humo como para representar un problema significativo en el ambiente de la persona que trabaja. La fuega de fuegos tiene que reemplazarse, pero suele encontrarse disponible a poco costo. La chimenea y la parte superior de la hornilla--que tengan que comprarse o construirse--durar por tiempo indefinido.

Las instrucciones para la construcción incluyen la utilización de ductos comercialmente disponibles para la chimenea. Esta se puede hacer a pedido y ajustarse a las dimensiones aproximadas de la

## **Materiales**

- Un envase metálico cuadrado de 20 l.
- Una lámina de metal para "asar" a la parte superior del envase.
- Cuatro barras redondas de madera (pueden ser de 1/2 centímetros de diámetro y longitud igual al envase).
- Base, según se desee y lo permitan las condiciones (piedra, ladrillo o metal).
- Un accesorio reductor de 10 x 18 a

- . Chimenea (ductos ya hechos).
- . Un accesorio reductor de 10 x 187 x 15 cm.
- . Ductos : 10 x 18 x 45 cm.  
          10 x 18 x 70 cm.  
          10 x 18 x 57 cm.  
          10 x 18 x 107 cm.  
(Los tamaños varían según la instalación.)
- . Capacete de extracción por succión.
- . Casquete para la chimenea.
- . Barra de refuerzo para apoyar la chimenea.

## **Herramientas y equipo**

- . Tijeras de cortar lámina.
- . Equipo para soldar.

## **Construcción**

### 1. Cómo hacer la hornilla

Decida dónde va a utilizarse la hornilla. Puede usarse en un lugar cerrado o afuera. En algunas partes el cocinado se hace en el exterior en un patio cerrado o jardín. Asegúrese, por razones de seguridad, de que la hornilla quede alejada por lo menos un metro de las paredes.

Prepare una base plana, a nivel, de ladrillo, piedra y tirantes de metal. Deje un espacio de unos 15 cm entre el suelo y el fondo de la hornilla. Ponga el recipiente metálico sobre la base, asegurándose de que esté bien asentado.

Véase en la Ilustración 64 guías para el montaje.

Corte la parte superior del envase.

Corte o perfore cuatro agujeros en el fondo del envase de modo que cada uno tenga alrededor de un tercio del ancho del envase en cada esquina de éste. Las barras de madera deben entrar ajustadas en esos agujeros.

Corte un rectángulo de 8 x 16 cm en un costado del envase, aproximadamente a 3 cm de la parte superior.

Sujete el reductor de 10 x 18 a 8 x 16 cm alrededor de la abertura del recipiente. Esto se puede hacer con soldadura o tornillos.

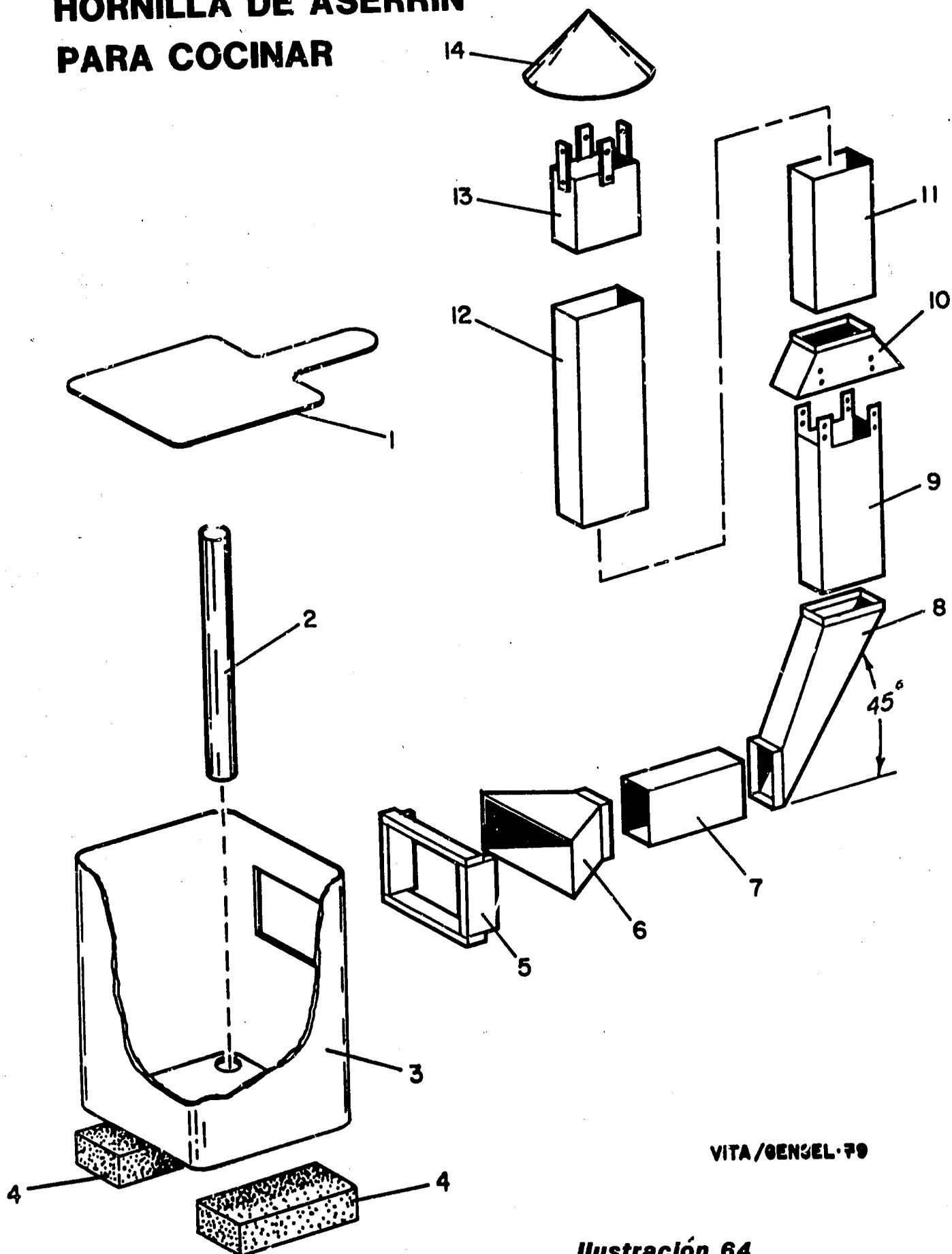
## 2. Construcción de la chimenea

Arme el resto de los ductos para formar la chimenea. Los tamaños dados en las listas de piezas son aproximados y dependen de la instalación. Deben servir como guía, sin embargo para determinar la altura de la chimenea, la ubicación del capacete de extracción por succión y el espacio de separación de las paredes circundantes. Los ángulos entre los ductos deben ser lo más abiertos posible (135 grados o más) a fin de tener una mejor corriente de los gases de combustión. La parte superior de la chimenea debe ser 80 cm por lo menos más alta que el punto más elevado del tejado.

El capacete de extracción por succión proporciona una abertura en la chimenea que añade el tiro suficiente como para impedir que el humo y los gases regresen a la hornilla y al lugar donde se cocina. En algunos lugares quizá se pueda comprar uno ya hecho, pero lo más probable es que tenga que mandarse hacer uno según se desee.

Sepárense dos de las secciones verticales del ducto de la chimenea de modo que haya un espacio de unos 10 cm entre ellas.

# HORNILLA DE ASERRIN PARA COCINAR



VITA/GENJEL-79

Ilustración 64.

Atorníllense o suéldense cuatro trozos rígidos de tiras de metal espaciadas a igual distancia a las dos piezas de ducto. Sujétese a la sección superior un casquete cónico que baje lo suficiente como para proteger la abertura, pero que sea lo bastante amplio en su borde inferior como para que haya bastante tiro. La sección cónica se puede improvisar utilizando un reductor, o se puede cortar de la parte inferior del sombrerete de una chimenea o de un embudo grande.

La chimenea necesitará apoyo, según dónde y cómo se instale. Si la hornilla se emplea en un patio, la chimenea puede sujetarse a la pared con alambres de retenida o tiras de metal. En este caso la chimenea deberá estar separada unos 30 cm de la pared para evitar todo posible riesgo de incendio y proporcionar tiro suficiente al capavete de extracción por succión. Quizá sea necesario también algún apoyo adicional para las secciones semi-horizontales.

El extremo del ducto que encaja en la hornilla precisa su apoyo propio dondequiera que se utilice la hornilla. Esto permite mover con facilidad la parte de la caja de fuegos ya sea para meterle combustible o para reemplazarla, o para ambas operaciones.

## ***Utilización de la hornilla***

Introduzca con firmeza una barra de madera en cada agujero del fondo del recipiente. Asegúrese de que las barras estén verticales.

Agregue aserrín hasta llegar a una altura de 16 cm. Compacte el aserrín con un bloque de madera y de vez en cuando agregue unas pocas gotas de agua. El aserrín debe estar compactado con firmeza, pero no tan húmedo que no arda.

Saque con cuidado las barras de madera, las que dejarán cuatro agujeros en el aserrín compactado.

Ponga una pequeña cantidad de aceite combustible en cada agujero y préndale fuego con una mecha larga. Quizá se necesite adquirir cierta práctica para aprender la técnica de encender la hornilla con facilidad.

Una vez que se ha logrado prender una llama en cada agujero, cúbrase el recipiente para forzar a que el humo y los gases escapen por la chimenea.

Una carga de dos kilos de aserrín proporciona de cuatro a cinco horas de buen fuego para cocinar.

## **5. COMO UTILIZAR LAS HORNILLAS DE MANERA EFICIENTE**

La elección y empleo de combustible influyen directamente en la eficiencia de una hornilla. El tipo y la condición de la leña y la forma en que se coloca en la caja de fuegos son aspectos todos que contribuyen al grado de bondad de funcionamiento de la hornilla.

### **La elección de la leña**

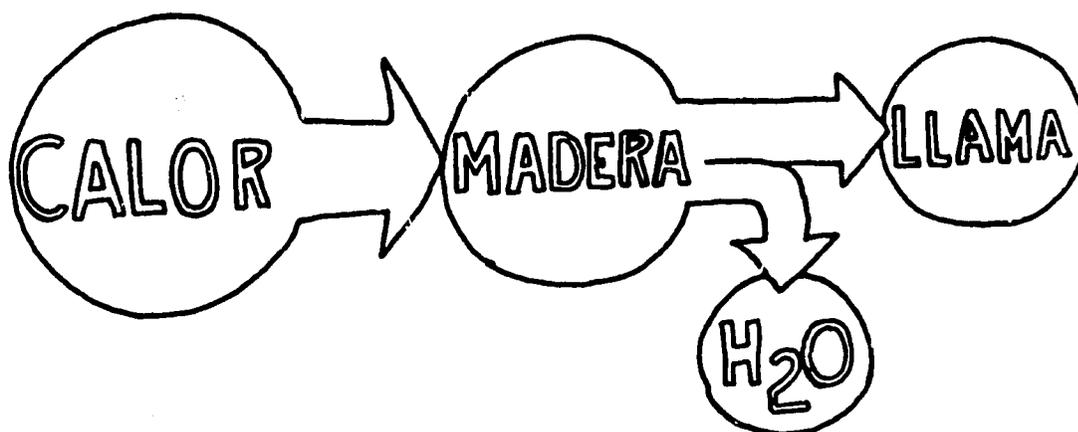
Algunos fuegos son más difíciles de encender y producen menos calor que otros. Las características del combustible--en este caso leña--y la forma de ponerlo en la caja de fuegos determinan la cantidad de calor que producirá el fuego y el ritmo a que se emitirá ese calor.

La característica física más importante de la leña que influye en la cantidad de calor que se libera es el monto de humedad y de materiales como resina y savia que contiene la madera.

Algunos de los demás factores importantes en lo que se refiere a afectar el calor producido por el fuego son la densidad de la leña, su tamaño, cómo se apila, la temperatura de la zona en que está quemándose la leña y la cantidad de aire que entra en la zona.

Para evaporar el exceso de agua y otras formas de humedad de leña con elevado contenido de humedad se utiliza una cantidad considerable de energía. Cuanto mayor es el contenido de humedad de la madera, más bajo es su valor calorífico y más difícil de prenderle fuego. Parte de la energía química de la leña debe utilizarse para hervir el agua. Al liberarse ésta diluye los

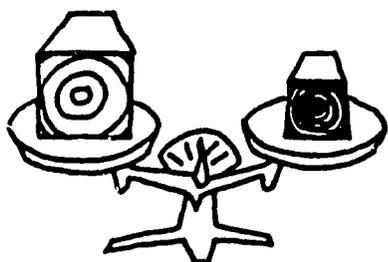
gases volátiles y baja la temperatura de la mezcla de gases, lo que hace más difícil la ignición (véase la Ilustración 65).



**Ilustración 65**

Cuanto más densa es la madera más difícil es encenderla y más tiempo lleva en quemarse. Así mismo, la madera densa produce pocos carbones relativamente. En el caso de la menos densa, se

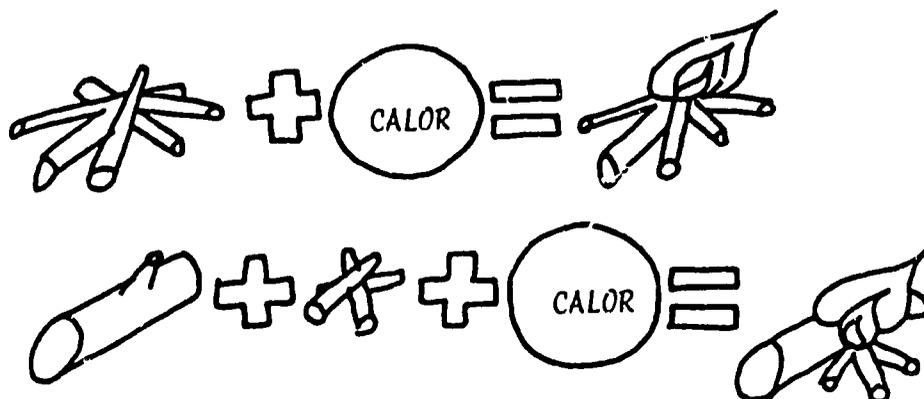
quema una cantidad mayor de carbón vegetal mientras los gases están ardiendo todavía. Por lo tanto, la madera blanda y las cáscaras de los cocos producen menos carbón vegetal y más breas y emiten más gases a temperatura más baja que las maderas duras. Ahora bien, dado que la madera densa produce más calor por unidad de volumen, para crear la misma producción de calor se necesitan cajas de fuegos más pequeñas (véase la Ilustración 66).



**Ilustración 66**

Los trozos de madera de 12,5 a 25 cm de diámetro usualmente sostienen su propia llama, en tanto que los trozos más grandes no lo hacen así, a menos que haya una fuente externa de calor como carbón vegetal o leña menuda (véase la ilustración 67).

Los trozos grandes de leña pueden seguir quemándose sin llamas, si les llega aire suficiente y si la leña no está demasiado húmeda. Esos leños ardientes, sin llamas ni humo, producen un grado considerable de calor y se utilizan a menudo para tener "una olla hirviendo"(1).



**Ilustración 67**

(1) Un método ingenioso y eficiente de proporcionar energía tanto para calefacción como para cocinar es el palo de fuego utilizado por los aborígenes australianos. El palo de fuego es un trozo de madera dura de 5 a 10 cm de diámetro al que se ha prendido fuego en uno de sus extremos. Una vez encendido se retira del centro de la hoguera y se deja que se queme lentamente en la arena sin llamas ni humo. Cuando el campamento se traslada a otra parte, la persona sujeta el palo de fuego delante de su cuerpo durante el desplazamiento. El palo en rescoldo emite el calor suficiente para proteger a la persona de las noches heladas del desierto, pero no llamea por dos razones:

1. Los gases de la madera los aleja el viento de la superficie caliente antes de que puedan encenderse.
2. Dado que el palo tiene un diámetro mayor de 2,5 cm, el extremo en rescoldo no puede sostener su propia llama.

A la llegada al nuevo campamento el extremo ardiente del palo se aplica a algunas hierbas u hojas secas y se empieza una nueva fogata.

Al elegir la leña que se queme de manera eficiente, el tipo de madera es importante. Algunas se queman con rapidez y producen mucho calor en un espacio breve de tiempo. Otras se queman con lentitud y emiten un calor más uniforme durante un período más prolongado. Por lo tanto, para cocinar diferentes tipos de alimentos quizá sea apropiado utilizar clases distintas de leña.

Tipo de madera Especies tropicales	Valor calefac- tor básico (leña seca UTB/libra
Fresno (blanco).....	8900
Haya.....	8760
Abedul (blanco).....	8660
Cedro (blanco).....	8400
Ciprés.....	9850
Olmo.....	8810
Abeto (Douglas).....	9000
Abeto de Canadá.....	9700
Nogal Americano.....	8680
Arce.....	9140
Roble (negro).....	8180
Roble (rojo).....	8670
Roble (blanco).....	8820
Pino (de tea).....	1135
Pino (blanco).....	8880
Pino (amarillo).....	9600
Alamo.....	8920
Abeto.....	8700
Alerce americano .....	8780

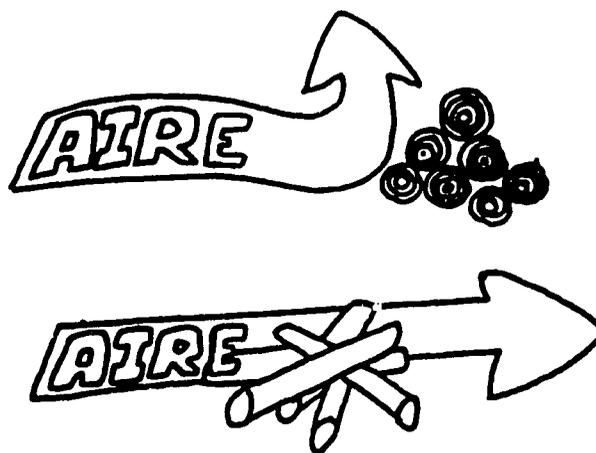
Diversas variedades de madera pueden producir cantidades diferentes de calor por unidad de volumen. Esto se debe a factores como el contenido de humedad y la densidad del tipo particular de madera. Ahora bien, muchos usuarios de hornillas de leña

tienen poco donde elegir en cuanto al tipo de leña que van a utilizar. En la tabla siguiente se muestra el valor calefactor de algunas variedades de leña. Se parte del supuesto de que toda ella está seca por completo.

## Utilización de la leña

Una hornilla trabaja de manera ineficiente cuando se consume demasiada leña o un trozo demasiado grande de madera para cocinar durante un período breve, o cuando el regulador de entrada de aire se pone demasiado bajo para que haya una buena eficiencia de combustión.

La utilización eficiente de la hornilla comienza con la colocación de la leña en el fuego. Pedazos torcidos de leña apilados de manera irregular canalizan el aire a través de los trozos y permiten que el aire se mezcle con los gases volátiles de la madera. Si se sopla a la base de un fuego en rescoldo que ha estado bien apilado, la leña se encenderá. Sin embargo, si se sopla a un punto donde al aire no puede circular, no se prenderá el fuego y el soplar en él puede que lo apague. En este caso el aire se ha llevado los gases inflamables de una zona caliente demasiado fría para que esos gases se incendien. Es esencial que el aire entre en el combustible que se encuentra en el hogar o en la hornilla a fin de que pueda circular y mezclarse bien con los gases producidos en el proceso de combustión (véase la Ilustración 68).



**Ilustración 68**

Para lograr una combustión eficiente de la leña, la zona en torno a éste debe encontrarse a una temperatura superior a la del punto de encendido de los gases volátiles y tener el aire suficiente para hacer que los gases se incendien.

# GLOSARIO

AGLUTINANTES--Materiales que sirven para unir cosas entre sí, como la cola o el cemento.

AGUJEROS DE LAS OLLAS--Las cavidades abiertas en la parte superior de la hornilla y en las cuales se colocan las ollas.

ALIMENTAR--Añadir más combustible.

ARDER EN RESCOLDO--Combustión lenta con poco humo pero sin llama.

ATIZAR--Remover o cambiar la leña de posición.

CAJA DE FUEGOS--La cámara en que se quema el combustible.

CAVIDAD DE CALENTAMIENTO--Agujero abierto en la parte superior de la hornilla en el que se puede calentar la comida pero no cocinarla. No tiene contacto directo con los gases calientes de la caja de fuegos.

COMBUSTION--Arder, el proceso de quemar.

COMPACTADO--Apisonado hasta formar una masa maciza.

CONDENSACION--El líquido que se forma cuando se enfría un gas.

CONDUCCION--La transferencia de calor a través del aire entre el fuego y la olla. En una fogata tradicional, el calor se pierde en la atmósfera. En una hornilla perfeccionada, los pasajes o ductos que van del fuego a las ollas de cocinar.

**CONSERVAR**--Evitar pérdidas o desperdicios; economizar.

**CONTENIDO DE HUMEDAD**--El contenido de humedad de un combustible es la cantidad de agua que contiene una unidad determinada de ese combustible. La leña recién cortada puede contener cantidades significantes de agua. Esa humedad reduce por dos medios el valor térmico (en otras palabras, el número de UTB disponibles) obtenido de un fuego. Primero, el agua representa una buena porción del peso de la masa total de madera, pero no contribuye al valor térmico del fuego. Segundo, el calor que se tiene disponible cuando se quema la leña debe utilizarse primero para secarla.

**CONVECCION**--La transferencia de calor mediante movimiento circulatorio: los gases calientes se elevan y los más fríos descienden, creando una turbulencia. En una fogata tradicional de leña, la convección es incontrolada y el viento puede dispersar los gases e impedir que lleguen a la olla. En una hornilla perfeccionada los pasajes para el flujo de aire y de gases están contruídos de tal modo (mediante la adición de deflectores, por ejemplo) que la convección aumenta. La turbulencia asegura que el aire caliente rebote hacia arriba contra el fondo de la olla, en lugar de que sea arrastrado abiertamente de un lado a otro del fondo de la olla.

**DEFLECTOR**--Se utiliza para redistribuir el calor, dar una nueva dirección al flujo de gases de escape con objeto de que se utilicen mejor. En las hornillas que se examinan en este libro, los deflectores son usualmente un montículo o escalón en el túnel.

**EFICIENCIA**--En las hornillas es una medida de hasta qué punto se utiliza bien el combustible, o de la economía en la utilización de éste. La eficiencia es una medida de la cantidad de calor utilizada de hecho, comparada con la cantidad de calor que se tuvo disponible. Cuanto mayor es la eficiencia de la hornilla, más es el calor disponible utilizado de hecho para cocinar. Para un usuario la única

medida significativa de la ef  
quema menos leña y produce po  
como el método precedente.

EMPARRILLADO--Un marco para soste

ENTRADA--Abertura que permite la

ESPACIO PARA LOS PIES--Espacio q  
hornilla para que los pies de  
piecen con impedimentos.

HUMERO--Un ducto o pasaje para ga

IMPERMEABLE - Que no deja pasar e

LEÑA MENUDA--Pedazos pequeños de  
utiliza para prender una hogu

LIMO--Sedimento depositado por el

LORENA--Una mezcla de arena y ar  
palabras "lodo y arena"

MACHETE--Cuchillo grande que se  
América Latina y el Caribe.

OBRA DE ALBAÑILERIA--Trabajo hech  
material duro semejante.

PERFORADO--Lleno de agujeros.

PILA TERMOELECTRICA--Dispositivo  
ción la temperatura.

RADIACION--Calor emanado de un  
sentir a distancia.

RADIAR--Emitir calor.

REGULADOR DE TIRO--Puerta deslizante que regula la corriente de aire y gas en una hornilla.

SALIDA--Abertura que permite que salga el gas o el aire.

SUBSUELO--La cama de tierra o material terroso bajo la superficie del suelo. Usualmente tiene poca materia orgánica.

SUCCION--Absorción o aspiración del aire.

TIRO--Una corriente de aire en una hornilla.

TIRO HACIA ABAJO--El aire que desciende por la chimenea y penetra en la habitación.

TIRO NATURAL--Flujo de aire no creado por el hombre.

TOXICO--Venenosos.

UNIDADES TERMICAS BRITANICAS (UTB)--UN TIPO DE MEDIDA DE VALOR TERMICO. Una UTB es la cantidad de calor que se precisa para elevar la temperatura de una libra de agua en un grado Farenheit.

# BIBLIOGRAFIA

- Ahula, B.D., Gupta, O.N., Srinivasan, K.S., A Study on the Efficiency of Chulas, Technical and Research Report No.17, National Buildings Organization y Centro Regional de la Vivienda de las Naciones Unidas/CEPALO.(UDC 643.332) (Nueva Delhi: sin fecha.).
- Azbe, Victor J., Theory and Practice of Lime Manufacture, recopilación de artículos 1923-1926, junio de 1946.
- de Lepelière, Guido y Ki-Zerbo, Jacqueline, Improvement of Fireplaces for Domestic Use of Firewood: Its Potential and Impact on the Sahel, informe al Club du Sahel a través de una misión de consultoría mixta para CILLS y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), mayo de 1979.
- Earl, D., Forest Energy and Economic Development, Clarendon Press, Oxford, Massachusetts, EE.UU., 1975.
- Evans, Ianto, editado por Kalin, Jim y Darrow, Ken, Lorena Owner-Built Stoves, Appropriate Technology Project y Voluntarios en Asia (Stanford, California, EE.UU., 1979).
- Frieire, P., Education: The Practice of Freedom, Londres y Readers Publishing Cooperative, 1974.
- Goldemberg, J. y Brown, R.I., Cooking Stoves: State of the Art, Instituto de Física, Universidad de Sao Paulo, Brasil (sin fecha).
- Harahap, Dr., estudio general de cocinas de parrilla de grada, próximo a publicarse; Centro de Tecnología para el Desarrollo, Bandung, Indonesia.

- Harris, M. "The Cultural Ecology of India's Sacred Cattle", a Current Anthropology No. 17, 1966.
- Hiskinger, correspondencia personal, 1979.
- Karki, A. y Coburn, B. The Prospect of Biogas as One of the Sources of Energy in Nepal, Décima Conferencia Mundial sobre Energía, Istanbul, Turquía, 1977.
- Lamb Bruce, correspondencia personal con el ITDG, 1979.
- Lee, C.K., Chaiken, R.E. y Singer, J.M., Charring Pyrolysis of Wood in Fires by Laser Stimulation, 16 Simposio sobre Combustión, 1976.
- Makhijani, A., y Poole, A., Energy and Agriculture in the Third World, Ballinger Publishing Co., Massachusetts, EE.UU., 1975.
- Martin, L.H., The Economy and Economics of Cooking Fuels in Ghana, Universidad Washington, Washington, D.C. EE.UU.
- Mukhopadhuau, T.K. y Maheshhwari, R.C., Husk Fired Domestic Stoves for Rural Communities, 16 Conferencia Anual, ISAE, Kharagpur.
- Nuruzzman, Consejo de Investigaciones Científicas e Industriales de Bangladesh, correspondencia personal, 1979.
- Oden'dhall, S., "Energetics of Indian Cattle in Their Environment", Human Ecology No.1.
- Openshaw, K., The Gambia: a Wood Consumption Survey and Timber Trend Study 1973-2000, informe inédito presentado al Proyecto de Aprovechamiento de Recursos de Tierras de ODA/LRD, Midlothian, Gran Bretaña, 1973.
- "Wood Fuels in the Developing World", New Scientist, 61:883, 1974.

- \_\_\_\_\_, Resultados del ensayo con la hornilla tailandesa, correspondencia personal, 1979.
- Overhaarte, J.C., Family Cooker, Technische Hogeschool, Eindhoven, Países Bajos, 1977.
- Raju, S.P., Smokeless Kitchens for the Millions, Christian Literature Society, Madras, India, 1961.
- Reddy, A., "Simple Energy Technologies for the Rural Family", Village Technology in Eastern Africa, UNICEF, Nairobi, Kenya, 1976.
- Richards, A.I., Land, Labour and Diet in Northern Rhodesia--An Economic Study of the Bamba Tribe, Oxford University Press (publicado por primera vez en 1939), 1960.
- Hunger and Work in a Savage Tribe, Routledge and Keegan, Paul, Londres, Inglaterra, 1932.
- Richolson, Jerry, Department of Forestry, Fiji, correspondencia personal, 1979.
- Shaller, Dale V., A Sociocultural Assessment of the Lorena Stove and Its Diffusion in Highland Guatemala, marzo de 1979.
- Singer, H., Report to the Government of Indonesia on Improvement of Fuelwood Cooking Stoves and Economy in Fuelwood, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Roma, Italia, 1961.
- Siwatibau, S.A., A Survey of Domestic Rural Energy Use and Potential in Fiji, Center for Applied Studies, Fiji, 1978.
- Thomas, B., Two Studies in African Nutrition: An Urban and Rural Community in Northern Rhodesia, Rhodes-Livingstone Papers No.24, International African Institute, 1954.

Walton, J.D., Roy, A.H. y Bomar, S.H., A State of the Art Survey of Solar Powered Irrigation Pumps, Solar Cookers and Wood Burning Stoves for Use in Sub-Sahara Africa: Final Technical Report, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia, EE.UU. 1978.

Wike, Ole, Wood Stoves: How to Make Them, Norwest Pubs, Anchorage Alaska, EE.UU., 1977.

## CUESTIONARIO PARA EL USUARIO

Este manual se publicó con el fin de ayudar a los que en el ámbito mundial desean utilizar hornillas perfeccionadas para economizar combustible. VITA necesita su ayuda con objeto de mantener actualizada esta información técnica. Queremos saber qué resultados tuvieron para usted, las ideas expuestas en este libro. Quisiera usted, por favor, dedicar un minuto a contestar las preguntas que se hacen más abajo?

Le rogamos envíe sus respuestas a:

Woodstoves  
Volunteers in Technical Assistance  
3706 Rhode Island Avenue  
Mt. Rainier, Maryland 20822 USA

Nombre \_\_\_\_\_ Cargo \_\_\_\_\_

Organización \_\_\_\_\_

Dirección \_\_\_\_\_

Escriba sus respuestas debajo de cada pregunta. Desprenda la hoja y envíela por correo.

1. ¿Fue fácil de comprender la información presentada en este libro?
2. ¿Fue completa la información?

3. ¿Utilizó usted el libro como parte de un programa de capacitación? ¿Cómo podría mejorarse para la enseñanza relacionada con hornillas?
4. ¿Ha construido usted alguna de las hornillas descritas en este libro? En caso afirmativo, ¿qué hornillas construyó?
5. ¿Qué pensaron sus vecinos y gentes de la zona acerca de la nueva hornilla? ¿Pudo alentar a otros a que la ensayaran? ¿Por qué?
6. ¿Qué cambios específicos sugiere usted para los diseños de las hornillas? ¿Cómo podría mejorarse este libro mismo?
7. En el espacio siguiente le rogamos nos dé detalles acerca de su hornilla:
  - a) Pormenores de la construcción
  - b) Cambios con respecto a los diseños de este libro
  - c) Cambios pertinentes para su lugar
  - d) Otros detalles

(Agregue otras páginas en caso necesario.)

¡MUCHAS GRACIAS POR SU AYUDA!