

# **USO EFICIENTE DE LA LEÑA**

**Msc. ING. PEDRO SERRANO RODRIGUEZ**  
Presidente Fundación Terram para el Desarrollo Sustentable

Editado por CETAL, 1987 1era y 2ª ediciones Centro de Estudios en Tecnología  
Apropiada para Latinoamérica

Editado por FUCOA 3era edición, 1993, Fundación de Comunicaciones del Agro,  
MINAGRI

Editado 4ª edición. 1995. por SM Ediciones Marianas

5ª edición pdf digital. 1995 Corporación el Canelo de Nos

©85.314, Pedro Serrano

## PRESENTACION

Contra lo que muchas personas podrían pensar, la leña es el segundo energético en importancia que se consume en Chile, y el principal en el sector comercial público y residencial.

Los mayores consumos nacionales de leña se dan a nivel domestico, para cocinar, lavar, hornear pan y calefaccionar. Esto se repite en todas las regiones de Chile. Desde Arica a Tierra del Fuego, es el principal combustible en los hogares.

Tiene un precio relativo. Para la gran mayoría es un elemento de recolección. Para otros, que deben comprarla, resulta de un valor comparable a los energéticos usados en la ciudad.

El costo ambiental del uso de la leña tiene una dimensión acumulada desde siglos, y hoy, esto hace crisis. El costo social es también alto y ambos hacen pensar a científicos y técnicos que este es uno de los principales problemas energéticos del país. Ello, porque se corta mas leña de la que se reproduce y porque su uso contamina notablemente el medio ambiente. Se suman a eso la cantidad de horas persona empleadas en su recolección y las precarias condiciones en que es quemada.

No es posible evitar su uso en un largo plazo. Una estrategia inmediata es reducir su consumo, sin disminuir los beneficios esperados. Es decir, se trata de hacer **uso eficiente de la leña** con artefactos de mejor diseño.

Este libro apunta en esa dirección. Aquí se describe la construcción manual de una serie de quemadores mejorados, que no solo disminuirán el consumo de leña para igual beneficio, sino que, además, mejorarán la calidad de vida de quienes perfeccionen con ellos sus sistemas de quemado.

**Como sea que evolucione la tecnología y el desarrollo de la humanidad, quemar leña siempre será equivalente a destrucción de materia orgánica fuera de los ciclos de equilibrio natural. Por lo tanto, el impacto medio ambiental del uso de la leña es algo que, a la larga, debe reducirse y, ojalá, evitarse completamente. Los quemadores mejorados forman parte de una etapa intermedia para reducir los consumos y su impacto. Sin embargo, la aspiración principal debiera ser sustituir la leña por energéticos limpios y renovables.**

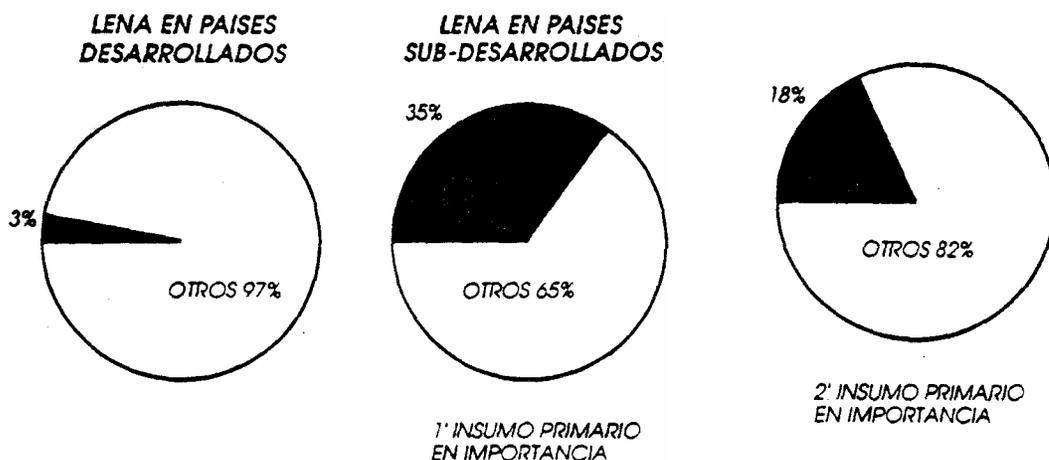


# I. LA LEÑA EN CHILE Y EL MUNDO

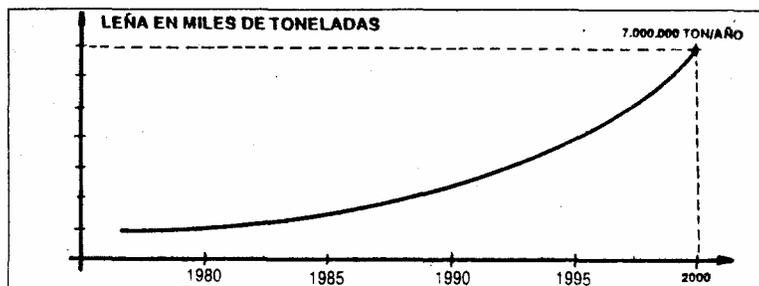
Los datos estadísticos sobre la "Dendroenergía" o energía extraída de los vegetales, (en estos casos por combustión), indican que es el combustible más usado en el planeta, mas que cualquier otro, que el petróleo o el carbón mineral.

En todos los países en desarrollo, la leña es lejos el combustible mas usado. En cambio, en los países desarrollados, representa solo un tres por ciento del total de la energía consumida.

En Chile en 1990, represento el 18% del total de los insumos nacionales de combustible, en 2º lugar luego del petróleo importado (esto se puede apreciar en la figura N° 1, en la cual se compara Chile al resto del mundo).



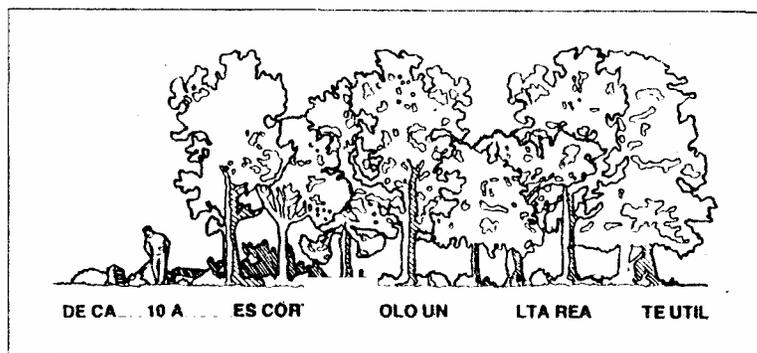
Según datos de la Comisión Nacional De Energía, (Balances 1969 a 1990), la leña en Chile ha aumentado su consumo mas allá del crecimiento poblacional. En 1970 se consumían 2.588.000 toneladas de leña y en 1990 la proyección alcanza las 5.400.000 toneladas de leña, mucho mas que el doble y la población no se ha duplicado (ver figura N° 2 con la proyección del consumo de leña).



La duplicación del consumo de leña en los últimos veinte años tiene una explicación político social severa. La leña es el combustible de los estratos más pobres de la sociedad, los que solo pueden acceder a este combustible. La duplicación del consumo de leña significa que de 1970 a 1990, aumento la pobreza más rápido que el crecimiento del país.

Se estima que cerca de un millón de familias chilenas usan la leña como único combustible domestico.

La leña, además, se usa de un modo tecnológico realmente deficiente, Al quemarla del modo tradicional, es decir a fuego abierto, el 90 % de la energía se pierde. Esto en términos ambientales significa que, de cada 10 árboles cortados para leña, solo **uno** resulta útil y los otros 9 se queman a perdida. (Fig.3)



Un análisis de esta realidad muestra claramente que el mas grande impacto ambiental sobre el bosque chileno no es consecuencia de la explotación maderera, sino que de la indiscriminada tala de leña. Esto es gravísimo si se observa que un porcentaje de esta leña se obtiene del bosque nativo, sin control, en un trabajo de hormigas cuya evaluación real debe dar cifras aún más altas que aquellas que entrega la Comisión Nacional de Energía de Chile.

Mediciones hechas el año 85 en los valles semi-áridos de Limarí, Choapa y Elquí entregan promedios de 10,4 toneladas de leña por familia al año. Todo esto, en una región donde escasean los arboléis arbustos y que ha sido invadida por el desierto. Hasta 8 horas diarias consume cada familia buscando la ya escasa leña.

En algunas ciudades de Chiloé insular, (Isla Grande) ciertas mediciones arrojan 24 toneladas de leña por familia al año. La media nacional es de 4 a 6 toneladas por familia al año.

Hay que considerar que 24 toneladas representan una cantidad superior que la existente en una plaza de pueblo en Chile. La tasa de destrucción del bosque con fines energéticos es el impacto ambiental acumulado más grande del país.

#### **Algunas consecuencias de este impacto: (Fig. 4)**

**A.** Pérdida de capacidad de retención de suelo por parte de las raíces al morir el árbol. Esto significa que al llover, el agua arrastrará los suelos superficiales, que son los fértiles, provocando la temida erosión y la pérdida de la capacidad de cultivo.

**B.** Sube el nivel de los cauces de los ríos y los lagos, aumentando el peligro de inundación, la tierra arrastrada por la erosión llena los cauces y se acumula en la salida al mar, provocando una barrera (entarquinamiento), y la muerte biológica del estuario.

**C.** Disminuye la capacidad de filtración de los suelos al compactarse éstos y no existir la porosidad absorbente que dan las raíces, el suelo se satura rápidamente, sobreviene fácilmente la inundación.

**D.** Disminuye la capacidad global de regeneración del oxígeno del aire, trabajo que hacen las hojas de los árboles por fotosíntesis gracias a la luz solar (la leña es energía solar acumulada).

**E.** Cada árbol grande contiene más de una tonelada de agua, y al perderse la masa vegetal cambia la cantidad de agua retenida, cambia el clima, aparecen las grandes lluvias y también las grandes sequías.

**F.** El árbol es el estrato superior del bosque. Al perderse éste toda la vida que se desarrolla bajo él, animal y vegetal, pierde sustrato y desaparece. Desaparecen también aves e insectos que viven en su follaje.

**G.** El quemado de la leña produce carbono (C) o el polvillo conocido como hollín, monóxido de carbono (CO) gas venenoso y peligroso (Grisú). Genera, al quemarse bien, Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), lo cual es causante del "efecto invernadero" que amenaza con subir la temperatura media global 2 o 3 grados Celsius.

El CO<sub>2</sub> se acumula en las partes medias de la atmósfera conformando una capa transparente, pero con cualidades parecidas al comportamiento lumínico del vidrio o el polietileno que se usa en los invernaderos. Esto hace aumentar la temperatura bajo la capa por acumulación de energía infrarroja.

**H.** Podríamos agregar la pérdida de sombra, frutos y paisaje, con lo que el impacto ambiental del uso de la leña bien puede calificarse como una catástrofe de dimensiones locales, nacionales y globales.

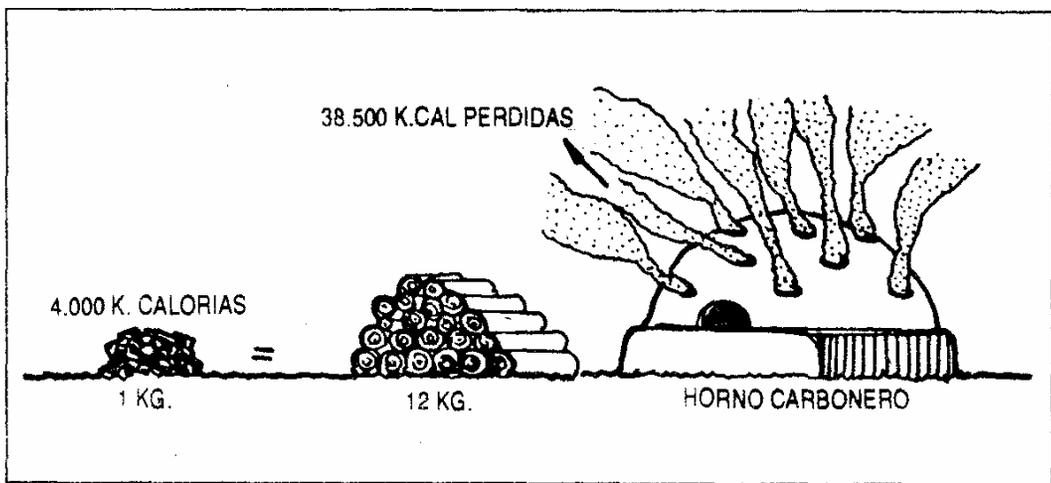


La leña produce además algunos contaminantes que van con el humo (Tabla 1)

TABLA N°1	
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	0.13 a 0.85 HG/KG. de leña
Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	1 a 2.8 GR/KG: de leña
Aldehídos (NHCO)	0.16 a 0.54 GR/KG de leña
Hidro (HC)	0.45 a 1.42 GR/KG de leña
Monóxido (CO)	51 a 50 GR/KG de leña
<b>Total</b>	<b>55.64 a 159.2 gramos de contaminantes por kilogramo de leña</b>

Por otro lado una buena parte de la leña que se corta es convertida en carbón vegetal. Este constituye un modote uso muy difundido, que permite trabajar con un combustible ya procesado que, al ser usado, contamina mucho menos. La verdad es que la contaminación se produce **al fabricarlo**: el rendimiento de esta práctica es realmente bajo, la fabricación artesanal de carbón recurre a mucha leña.

1kg. De carbón vegetal se hace con 6 a 12 Kg. de leña (Fig. N° 5)



Esto hace que el carbón vegetal sea ambientalmente el mas caro de los combustibles existentes, siendo, además el mas costoso energéticamente.

**1 Kg. de carbón vegetal 4000 – 5000 K calorías (energía)**  
**12 Kg. de leña 42000 K calorías (energía)**

En resumen, para hacer carbón vegetal se quema mucha leña y se obtiene como producto útil un octavo del total de la energía que se gasta.

Existen, finalmente, estrategias básicas para enfrentar estos problemas:

**1)** Tratar, en lo posible, **de reemplazar** el uso de la leña por energéticos con menor impacto ambiental. Esto se ha logrado con éxito utilizando cocinas solares en el Norte Chico chileno. La sustitución energética muchas veces es posible con nuevas tecnologías, incluso con energías renovables como la hidroeléctrica, eólica, o bio gas.

**2)** Introducir **plantaciones energéticas**, árboles o arbustos leñables, de rápido crecimiento y reproducción en zonas con suelos ya degradados cercanos a los centros de consumo de leña.

**3)** Introducir **modelos de quemadores más eficientes** para la leña, según clima, materiales y cultura. Esto último es lo que este libro pretende enfatizar.

Las tres estrategias pueden ser posibles de un modo simultáneo. Sin embargo, hay que resaltar un punto importante que debiera acompañar a estas tres estrategias: **la educación**.

Es necesario un intenso programa de educación al usuario de leña, ya que gran parte del problema puede reducirse con conocimientos técnicos de fácil implementación y actitudes culturales adecuadas frente al manejo de la leña.

Introducir quemadores mejorados, para aquellos que ya usan leña de un modo deficiente, puede significar las siguientes ventajas:

- 1) Reducir hasta en un 60% el consumo normal de leña.
- 2) Disminuir los tiempos de trabajo, sobre todo en la confección de alimentos.
- 3) Mejorar el control del humo.
- 4) Mayor higiene de manejo, tanto por el diseño adecuado de alturas de trabajo, como por evitar el ahumado de ropas y pelo.
- 5) Disminuir los tiempos dedicados a la cosecha de leña.
- 6) Reemplazar la leña por otros desechos de origen vegetal.

Todos estos aspectos han sido tomados en cuenta al diseñar los artefactos que aparecen en este libro.



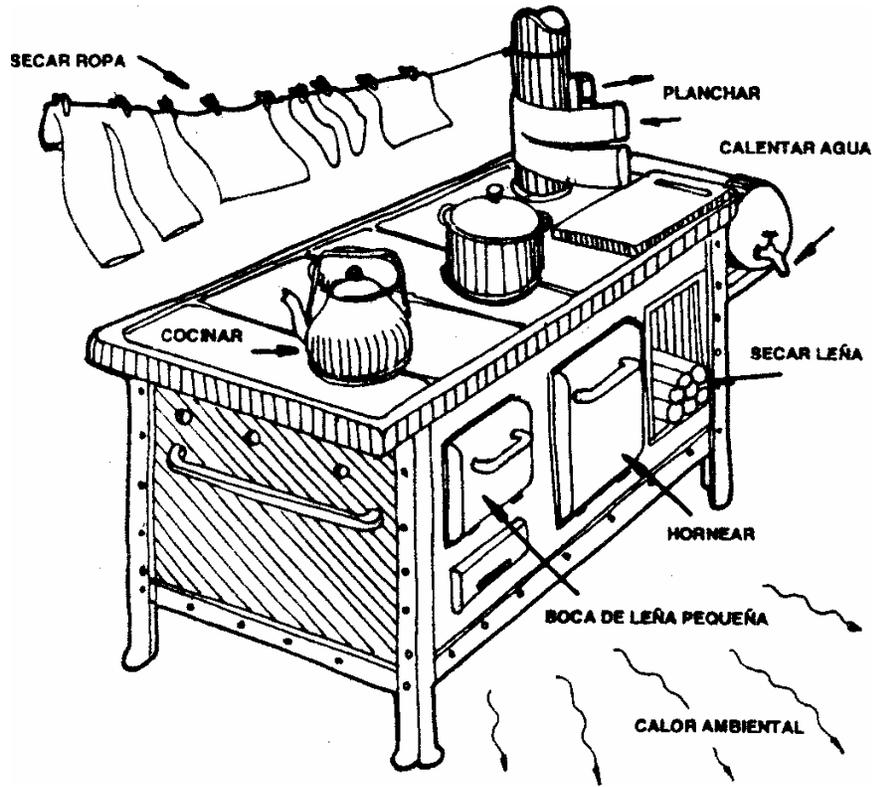
## II. LA COMBUSTION DE LEÑA, COMO MEJORARLA

Como se vio en la figura N° 3, los modos locales que existen para el consumo de leña son sumamente deficientes, en especial en los sectores más pobres de la población, que no tienen poder adquisitivo como para comprar una cocina de fierro fundido (sur del país), a más de 300 dólares la mas simple, o una estufa de doble cámara por mas de 200 dólares.

Existen equipos de combustión de leña muy sofisticados de uso bastante extendido en el país, sobre todo en las ciudades más antiguas del sur de Chile. Son equipos de excelente rendimiento, ya que, por el tipo de clima de las zonas lluviosas, se convierten en el centro o el corazón de una vivienda. Esos equipos cocinan, hornean, calientan agua, planchan ropa y calefaccionan toda la vivienda. Esto, en la cultura de vida del sur de Chile, es perfectamente válido. Sin embargo, un equipo así en la Zona Central costera o norte del país puede constituirse en una aberración, sobre todo en las épocas que no se requiere calefacción

(Fig. 6). Estas cocinas llegan al 36% de eficiencia.

Una chimenea común tiene una eficiencia igual al fuego abierto: 10% y una salamandra no alcanza al 20% de eficiencia. Estas eficiencias tan bajas tienen solución técnica y esto es el tema del presente capítulo.

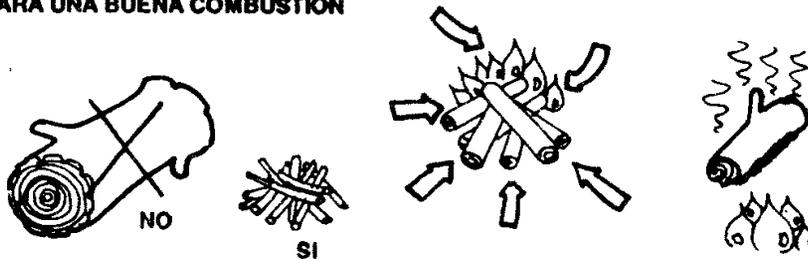


## Como se quema la leña

La madera es, fundamentalmente, un compuesto de celulosa cuyas partes principales son el carbono y el hidrógeno. Ambas, al oxidarse, liberan una cantidad de energía. Esta oxidación se produce al juntar esos elementos mediante una reacción química con el oxígeno del aire.

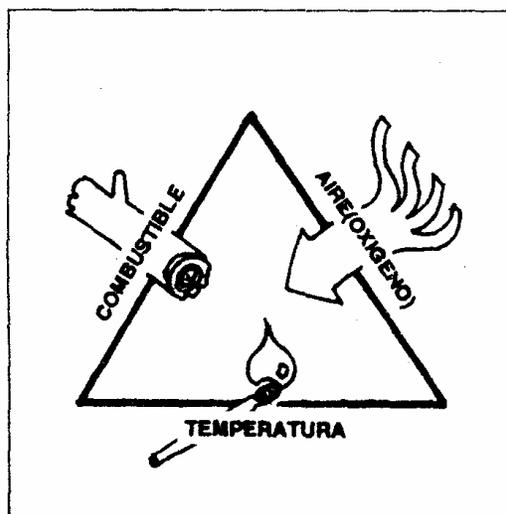
Para que se junten en una buena y total combustión, deben cumplirse ciertas condiciones básicas (Fig. 7).

### PARA UNA BUENA COMBUSTION



- A) El tamaño de la leña debe ser pequeño para aumentar la superficie de contacto con el aire.
- B) La ventilación con aire debe ser abundante y sobre toda la superficie de la leña.
- C) La temperatura de la leña debe ser lo suficientemente alta como para iniciar la pirolisis, es decir la gasificación de la madera, como consecuencia del calentamiento de la misma.

Todo esto puede resumirse en una simple ley conocida como el “triángulo del fuego”. (Fig. 8)



Un triángulo compuesto por tres lados, indispensables todos y cada uno de ellos, para que exista la llama o el fuego a partir del combustible.

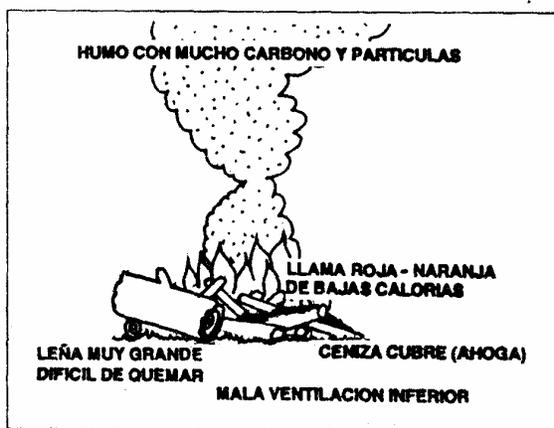
El primer lado es el **combustible**. Como resulta lógico, sin éste, no hay fuego.

Es segundo es el **oxígeno** del aire, sin el cual no se produce la reacción química de oxidación de los componentes de la leña, rápida e intensa, cuyas manifestaciones son la llama y el calor visibles al ojo y sensibles al tacto.

El tercer lado tiene que ver con la pirolisis. Es el gas de la madera que se “quema”, no aquella en sí. Por lo tanto es indispensable para iniciar y continuar un fuego que la leña se gasifique, y esto sucede si se calienta a la temperatura suficiente.

Como dato solo anexo, existe un tipo de “gasógeno” que, con calor, produce gas de madera, sin combustionar. Se introduce en motores de combustión interna y puede mover vehículos y maquinarias.

Para quemar bien la leña deben combinarse técnicamente las tres condiciones mencionadas: leña, oxígeno y temperatura. En general los fuegos comunes, abiertos y en el suelo, presentan serios defectos en relación con la pirolisis y la falta de oxígeno para quemar los gases de ella. (Fig.9)



**A)** Un fuego en el suelo está mal ventilado por debajo. La ceniza que cae va cubriendo la leña de la parte inferior y evita la oxidación o el contacto con el oxígeno del aire.

**B)** Por lo general, se usa leña en trozos muy grandes, difíciles de calentar para producir la pirolisis. También presentan muy poca superficie expuesta para facilitar la oxidación.

Este tipo de fuego produce mucho hollín y llamas de baja temperatura. El hollín es carbono sin oxidar, vale decir, sin quemar.

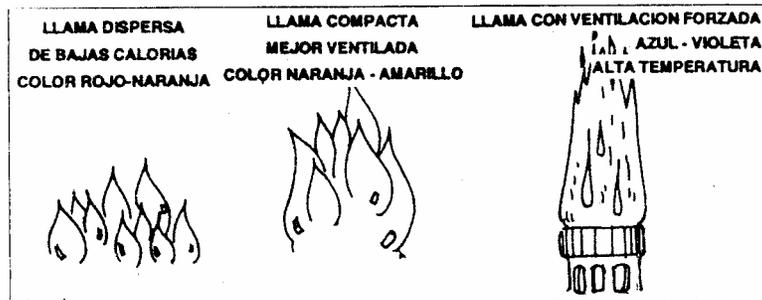
De paso, un fuego mal combustionado como el de la figura, desprende cierta cantidad de contaminantes particulados, mucho monóxido de carbono, que es combustible, sin oxidar, por lo que la llama es, también, de bajas calorías.

Solo es posible ver una llama de combustión completa en las fraguas, en las cuales es combustible leñoso recibe una gran cantidad de oxígeno, impulsado por un ventilador.

Una llama de bajas calorías tiene un color naranja – rojo. El humo suele ser oscuro, por las partículas de carbono en suspensión, producto de una mala ventilación.

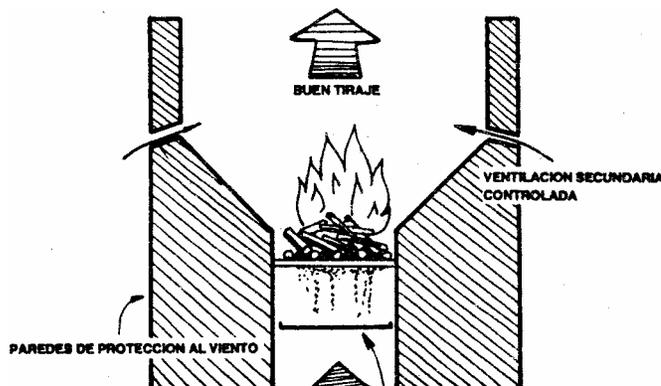
Una llama de mediana o regular combustión es de color naranja – amarillo. Su humo es blanco con muy pocas partículas de carbono.

Una llama de buena combustión es de color azul violeta, lo cual es muy difícil de lograr en fuegos sin ventilación forzada. (Fig. 10)



**En general en todo tipo de quemadores el ideal es procurar:**

- A)** Una buena ventilación interior.
- B)** Un tamaño de combustible pequeño, para un calentamiento más rápido y aumento de la superficie de contacto con el aire.
- C)** Una post-combustión, es decir, lograr la quema de los gases que escapan de la combustión primaria.
- D)** Evitar que las cenizas cubran el combustible.
- E)** Conseguir que la llama producida pueda llegar íntegra al objeto a calentar. (Fig. 11)





### III. QUEMADORES MEJORADOS EN BARRO

#### 1.- La Tecnología

Construir quemadores mejorados implica, de todas formas un gasto de materiales que no siempre están a la mano. Es más, el 60 % de los usuarios de leña en Chile corresponde a familias de bajos recursos, que queman la leña con mala tecnología, pues su situación económica les impide acceder a una mejor tecnología y menos aun, a los combustibles convencionales.

Este círculo de la pobreza puede romperse desde “adentro” logrando que, con buena información, el interesado sea capaz de aprovechar los recursos básicos y construir su quemador, iniciando así la evolución a otras energías

De todas las técnicas para construir cocinas y hornos para leña, la más barata proviene del suelo. Hacer barro es una técnica vernácula que todos dominamos, de un modo u otro, en especial el habitante de sectores rurales, donde, por siglos, se ha usado el adobe o la tabiquería rellena.

Tomando los rudimentos de ella, se ha desarrollado un proceso constructivo de distintos modelos y hornos, con excelentes frutos, sobre todo, en la reducción del consumo de leña.

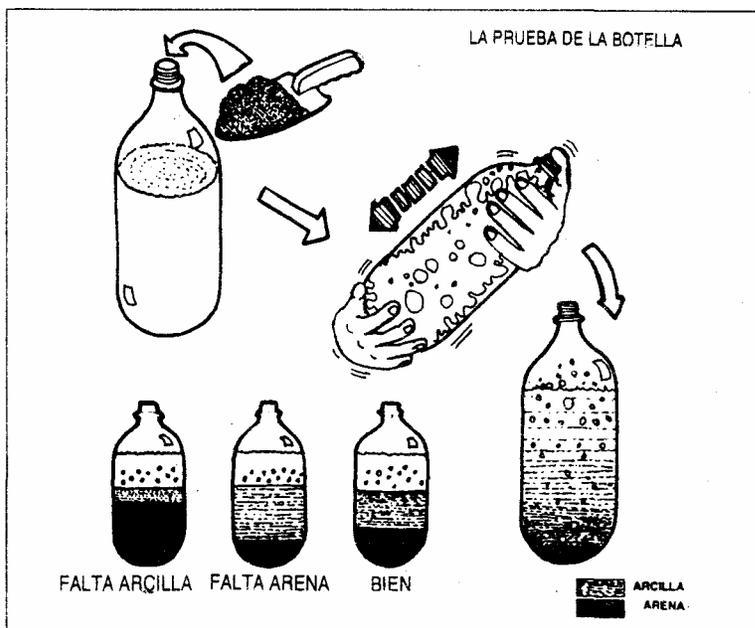
- **El barro:** El barro para la confección de adobes y estucos de barro y paja se hace “reposado”, es decir, con bastante anticipación a su uso. La importancia de este reposos radica en:

- 1) Mejor disolución de las partes sólidas en el agua
- 2) La generación de elementos orgánicos (pudrición) que harán más consistente el resultado final.

- **La tierra:** El tipo de suelo a usar puede ser muy variable según cada zona. Sin embargo es posible reconocer en todo suelo tres elementos, aparte de las piedras:

- Arcilla: de color generalmente café-rojizo, muy plástica y moldeable, soluble en agua.
- Arena: de distinto tipo de grano. No se disuelve en agua
- Limos: materias orgánicas presentes en casi todo tipo de suelo.

Los suelos más comunes suelen ser arcillosos con arenas más bien finas. Para determinar de que tipo de suelo se dispone existe una clásica prueba: la botella con agua y tierra.

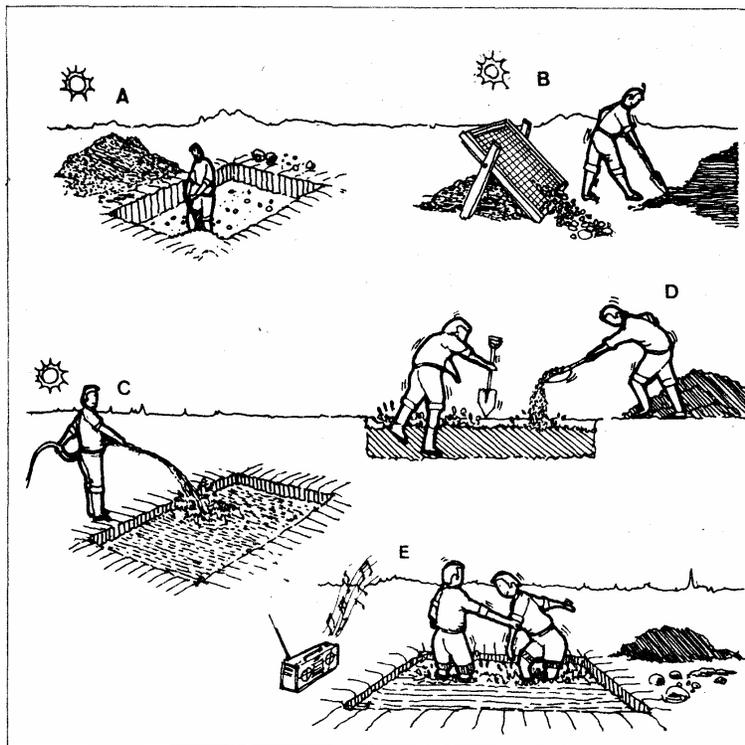


Se agita la mezcla y luego se espera a que decante.  
(Fig. 12). La parte arenosa se decantará al fondo de la botella, la arcillosa flotará sobre la arena y el limo quedará encima de todo, incluso disuelto en el agua.

Tanto la arcilla como la arena son componentes indispensables, una mezcla ideal de barro para hornos y cocinas tendrá aproximadamente mitad de arena y mitad de arcilla. Los limos son también necesarios sobre este volumen, normalmente en mucha menor proporción que la arena y arcilla.

Para lograr un buen equilibrio de los componentes es recomendable agregar arcilla o arena según sea el caso, con el fin de obtener una buena proporción. La arena debe ser de estero o de río

- **Preparación:** Luego de comprobar los componentes y establecer la proporción adecuada se recomienda seguir los siguientes pasos: (Fig.13)



**A)** Realice una buena excavación en el suelo de tamaño proporcional a cantidad de barro que va a usar, de profundidad no mayor a 50 cm., ya que deberá poder caminar en el barro.

**B)** Harnee bien los componentes. El barro no debe contener piedras ni grumos.

C) **Primero** que nada, llene la excavación con agua hasta la mitad.

D) Agregue la tierra y la arena poco a poco, revolviendo con los pies. Continúe haciendo esto hasta lograr una suerte de puré blando, en el cual se pueda caminar arrastrando los pies.

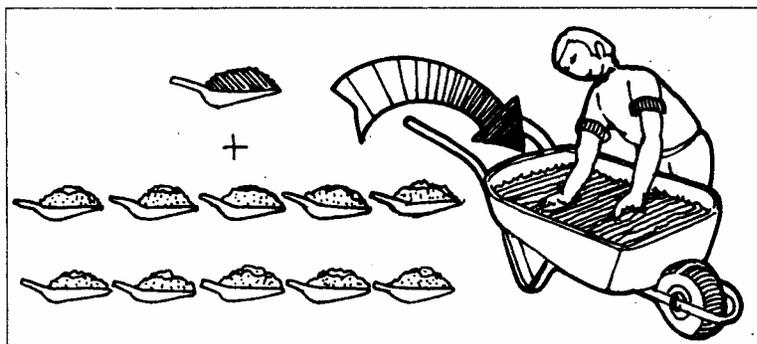
E) Espere al menos dos semanas, revolviendo la mezcla cada dos días para mantener su consistencia. No olvide que la arena suele irse a fondo.

No debe agregar paja durante el periodo de preparación. Es un elemento estructural que no debe descomponerse. Por lo tanto, hay que apegarla al momento de usar el barro.

- **El suelo cemento estructurado:**

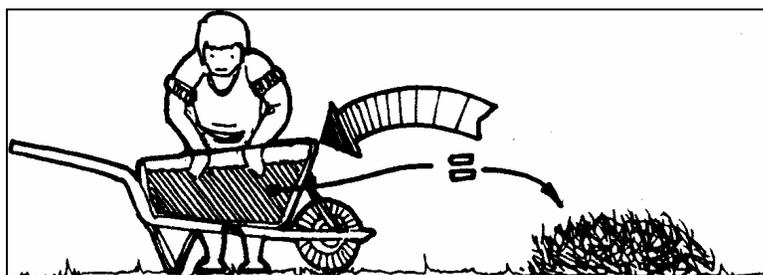
Para mejorar la antigua técnica del barro, se ha incorporado el uso del cemento en la mezcla. Pequeñas proporciones de cemento mejoran notablemente la consistencia y fraguado final del barro, agregando además una excelente resistencia a la intemperie, a los cambios climáticos y sobre todo a la humedad. Se utiliza el mismo barro ya descrito, al cual se le agrega **una décima parte** en volumen de cemento, **disuelto previamente en agua** (al momento de usar).

Es decir, por cada diez paladas de barro, una palada de cemento o por cada diez baldes de barro, uno de cemento, disuelto en agua. (Fig.14).



La preparación de la mezcla, al momento de construir, contempla la adición del cemento disuelto en líquido a un volumen controlable a usar, por ejemplo, una carretilla. Este volumen debe ser amasado con el cemento y, al instante, debe incorporarse uno de paja de trigo, teatina o similar, suelto, igual al que se esta amasando, de 15 a 20 cm. promedio, de largo.

El resultado del amasado es la mezcla que se requiere para hacer las distintas partes. (Fig.15)

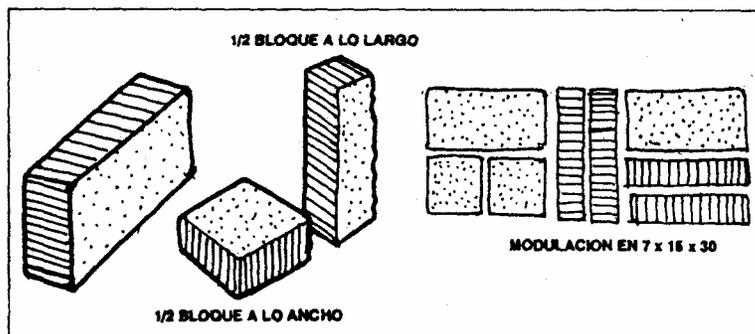


- **Confección de bloques o adobes de “suelo cemento estructurado”:**

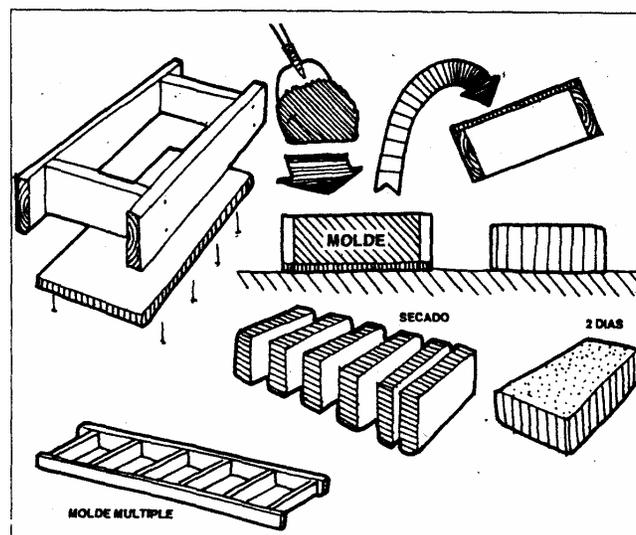
La técnica se llama suelo cemento estructurado, pues junta barro con cemento y un elemento estructural interno como es la paja.

- **Bloques tipo:**

El módulo recomendado para trabajar en estos modelos de cocinas u hornos es de tipo “fiscal”, de 7x15x30 cm., de modo que, cada lado, quede contenido exactamente en la dimensión del siguiente. Esto ayuda mucho a modular: (Fig.16).

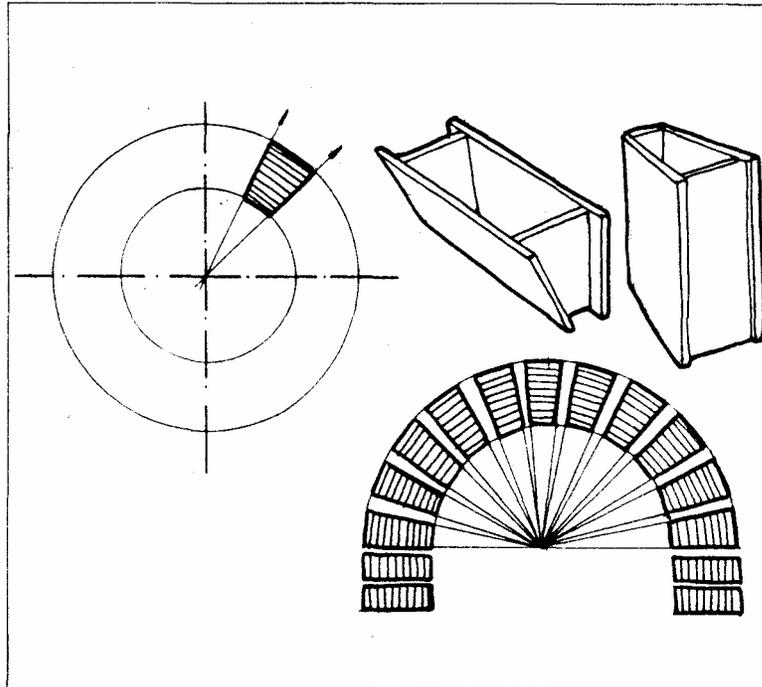


- El bloque tipo fiscal se usa en hornos y cocinas.
- También se emplea el medio bloque a lo ancho (7x15x15)
- También se usa el medio bloque a lo largo (7x7x30)
- La forma de hacer estos bloques es utilizando un molde adecuado que se moja antes de usar. Luego, cubrir un lado, llenar de mezcla, compactar y verter sobre suelo plano, ojalá arenado, para secar acostado. Un día después, para terminar el secado, es posible colocarlos de costado. (Fig.17)



- **Bloques para bóvedas y arcos:**

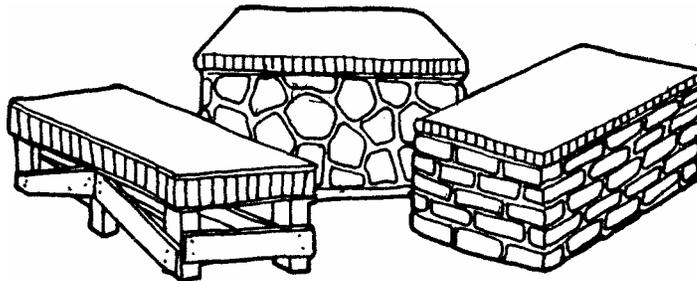
Con moldes especiales es posible producir bloques en cuña para realizar bóvedas y arcos perfectamente conformados. Se debe trazar en suelo parejo la curva que se quiere hacer; luego los radios, de modo que la base de la cuña tengan 7 cm. Con la figura trazada, se construye un molde en madera y se procede como el resto de los bloques (Fig. 18).



## 2.- Cocina doméstica de dos ollas

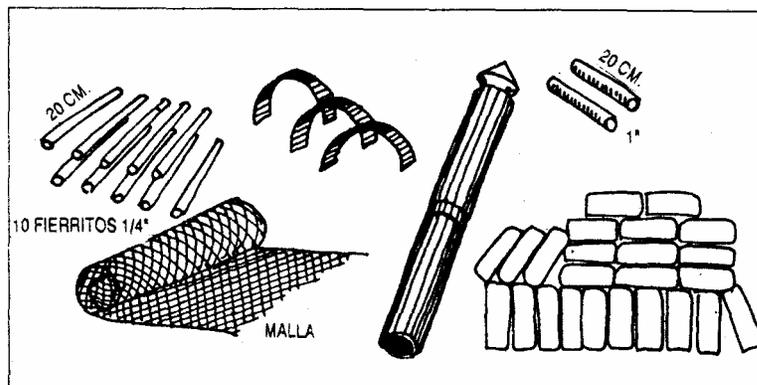
El primer paso es decidir el lugar definitivo donde va a ser utilizada la cocina, pues debe ser construida allí mismo debido a su difícil traslado. Terminada, pesa más de 200 kilos.

El segundo paso consiste en adaptar un lugar con la altura y superficie necesarias para construir la cocina, la que tiene 35 a 40 centímetros de altura. Para que la superficie de trabajo de ella quede a 80 centímetros del suelo, debe tener un soporte, ya sea mesa, mesón, muro, etc., de 40 a 50 cms. de altura. Hay varios tipos de soporte como se aprecia en la figura 19.

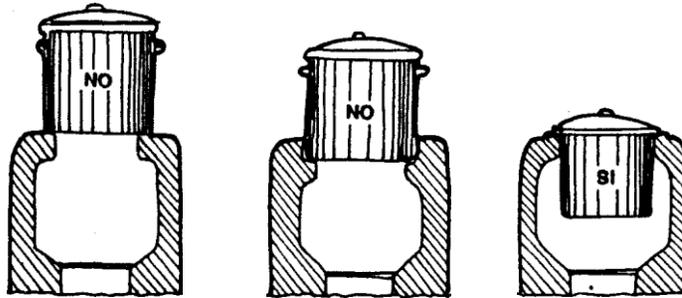


Materiales a usar:

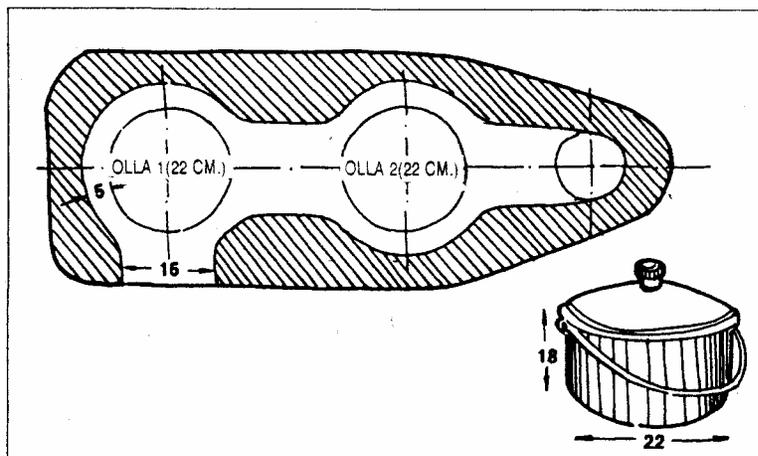
El barro, tal cual esta descrito en el punto anterior; 10 fierritos de  $\frac{1}{4}$  de pulgada por 20 cms. cada uno para hacer la parrilla de la leña; un trozo de malla de gallinero de 120x60 cms. para construir la loza superior de la cocina; tres trozos de latón de 0.4 mm. (Zinc) de 5x40 cms. que servirán para soportar los arcos de la entrada; el tubo de la chimenea que será de 4 pulgadas y de dos metros de largo. Pueden ser dos piezas de 1 metro. Dos palitos para moldear las ventilaciones secundarias; 10 adobes tipo fiscal y diez tipo medio fiscal a lo largo. (Fig. 20)



Dos ollas, ojalá de tipo profundo (altas), pues con este tipo de recipiente mejora la transferencia de calor en este modelo, aumentando la eficiencia y reduciendo los consumos de leña. Observe el tipo de calce ideal. (Fig. 21)



- Se hace un primer muro con los adobes de canto, cortándolos para ajustar los tamaños. Este muro se cubrirá con un revoque de mezcla de entre 1 y 2 cm. de espesor. Cuide de definir bien la entrada de leña justo donde quedara luego la primera olla.
- Utilizando trozos de bloque, haga la parrilla de leña a unos 7 cm. del fondo. Rellene el resto a modo de producir el "lomo" justo bajo la segunda olla. Revoque bien. Coloque un arco de lata en la entrada. Ajústelo para recibir la siguiente hilada.



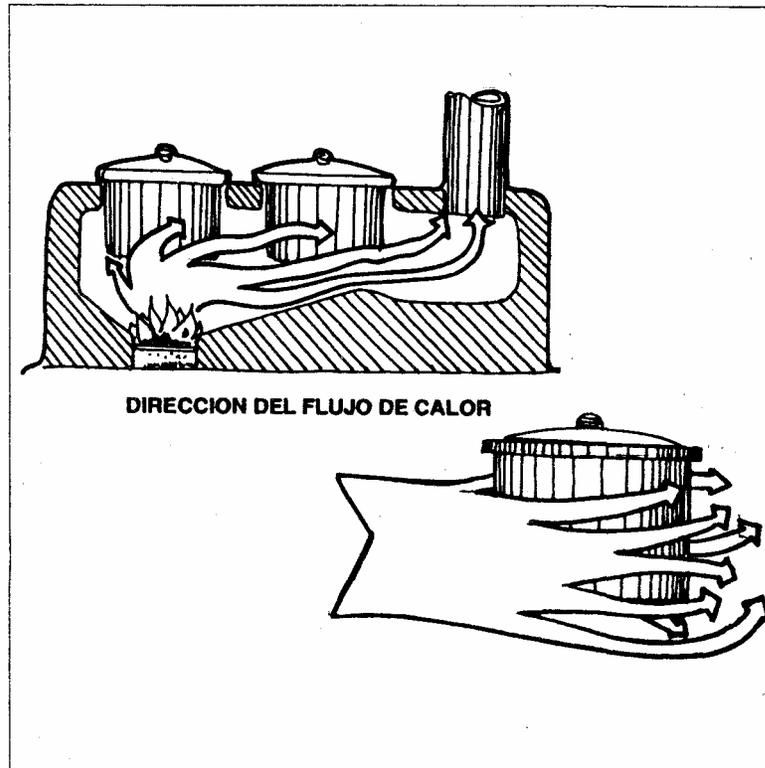
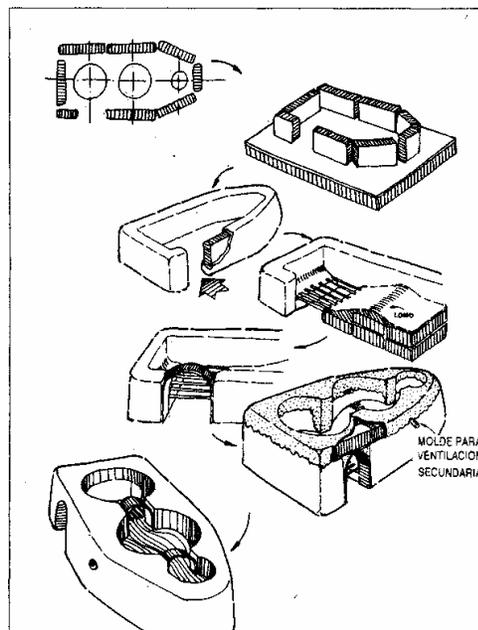
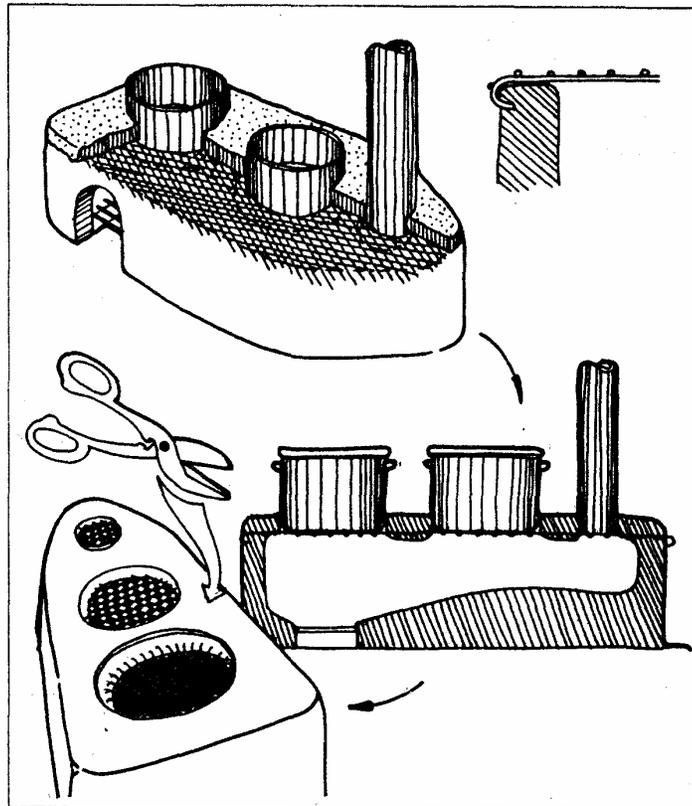


Fig. 23

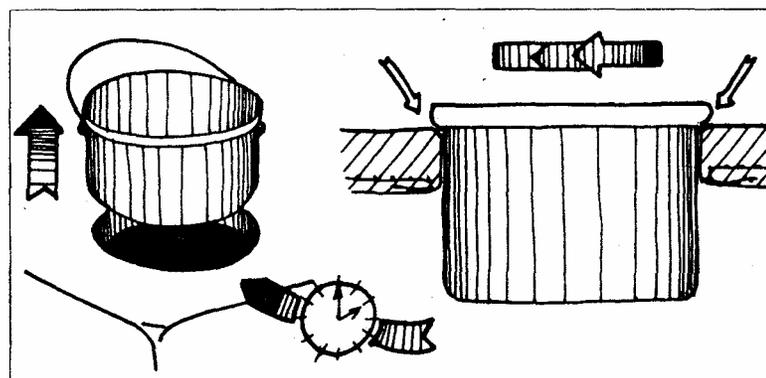
- Coloque la segunda corrida, esta vez con bloques de 7x7x30 y revoque. Redondee los lugares donde irán las ollas haciendo una "cintura" con bloques de y mezcla en el lugar que separa los dos calces. Coloque a la altura del lomo, **bajo** los bloques largos, los dos palitos para moldear las entradas secundarias de aire. Estos deben ir inclinados hacia arriba en la parte interior. Coloque los arcos de latón en el paso entre las dos olla y en el paso a la chimenea (Fig. 24)

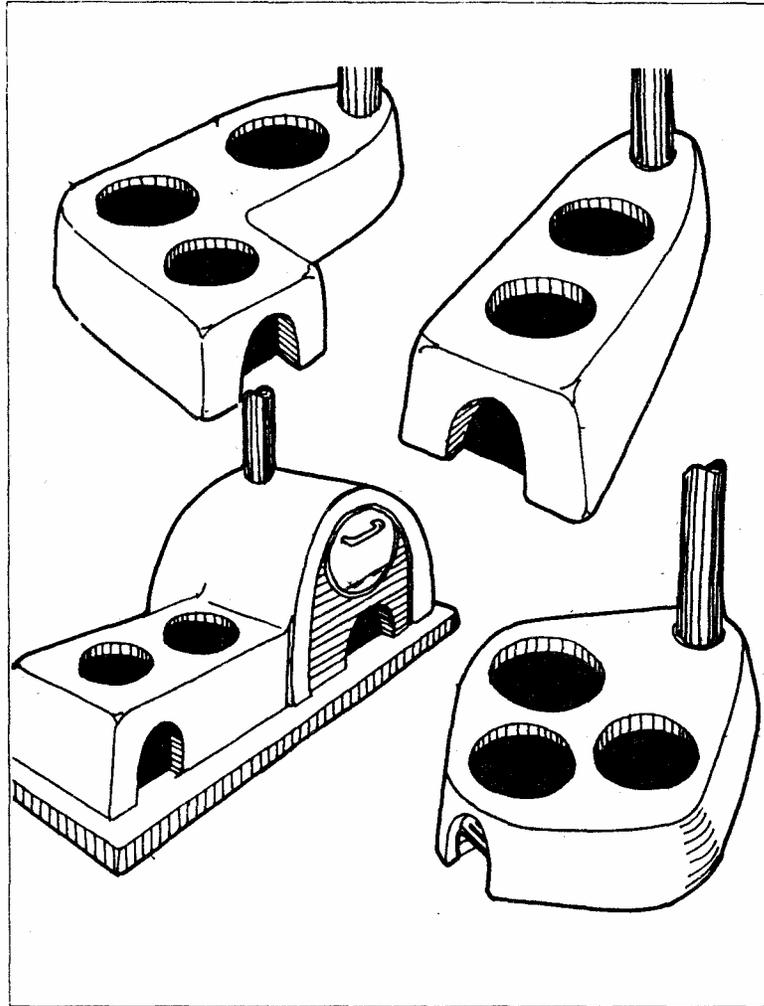


- Si el constructor es paciente puede ahorrarse la malla de gallinero pues la loza superior se puede estructurar solo con suelo cemento y paja usando las ollas como molde. Si desea trabajar más rápido, deberá usar la malla para estructurar la loza superior. (Si usa la malla siga las instrucciones de la Fig. 25). La cocina se puede construir en dos horas.



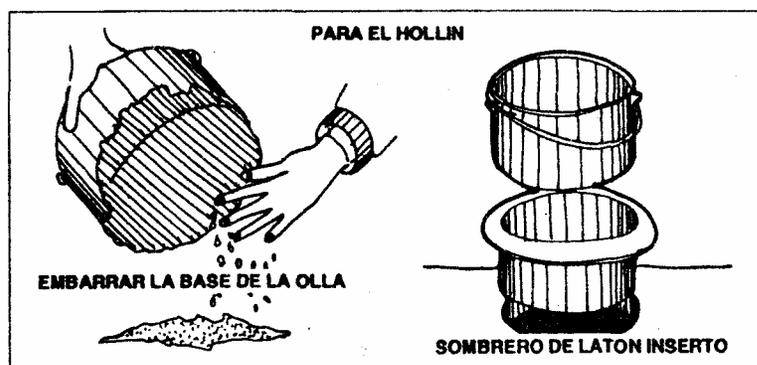
- Coloque siempre las ollas para moldear bien el calce. En la medida que las ollas puedan entrar y salir con facilidad, mejor será el funcionamiento de la cocina. Gire las ollas y sáquelas cuando las mezcla esté ligeramente dura, unas 2 horas después. Luego revoque por dentro y afine por fuera, siempre procurando que las ollas entren y salgan con facilidad (Fig. 26).





(Fig. 27-A) Tipos de cocinas que pueden hacerse con este tipo de técnica

Adaptaciones para evitar el hollín (Fig. 27-B).



Estas cocinas no sirven para calefaccionar el ambiente, ya que el muro de bloques y mezcla es bastante aislante del calor. Son ideales en zonas cálidas, en especial en verano. Como tienen muy buen control del humo pueden estar perfectamente al interior de la vivienda. Se pueden pintar con lechadas de tierra de color y cemento, quedando muy bonitas.

Cada una de estas cocinas depende de la mano del o los constructores. Jamás quedan unas iguales a otras.

Ventajas notadas por los usuarios que antes usaban fuego abierto:

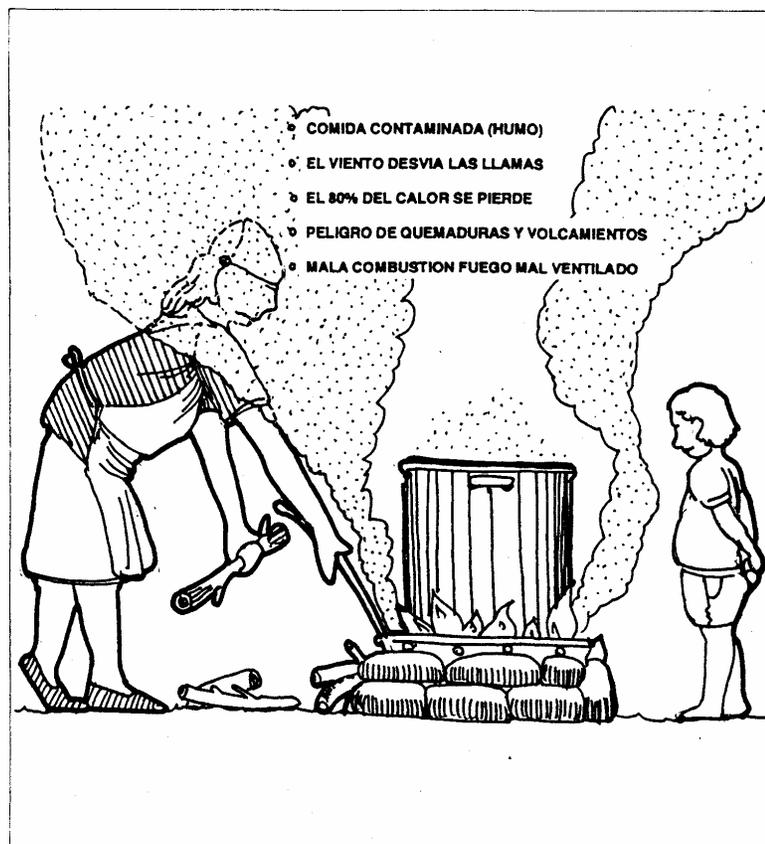
- Mayor higiene de uso, sin humo ni hollín.
- Menor tiempo de cocción (30-50 %).
- Menor consumo de leña (40-50 % menos).
- Conserva el calor por más tiempo.
- Usa solo ramitas, hojas y pequeños trozos de madera.

**NOTA:** Esta cocina, como las otras, puede confeccionarse con ladrillos o piedras en lugar de adobe.

### 3.- Cocina comunitaria o para pequeño constructor:

En Chile, la “olla común” fue, ha sido y será una institución que surge por solidaridad en los momentos difíciles. La tecnología que se presenta a continuación fue desarrollada por el autor con un proyecto UNICEF que beneficio a de 200 ollas comunes surgidas en tiempos del gobierno militar y también cuando ocurrieron grandes catástrofes.

Pesando la leña que se utilizaba para hervir un “fondo” u olla de 60 litros se llegó a sumas promedio de 12 a 22 kilogramos de leña por proceso de cocción diario. Junto con esto, había una serie de consecuencias laterales que se producían por el uso de leña en los característicos fogones de tres lados (Fig. 28).



Fuera de las emergencias sociales, las grandes cocinas de barro resultaron muy económicas y muy útiles para otros procesos, que también utilizaban leña a fuego abierto para calentar grandes volúmenes de agua.

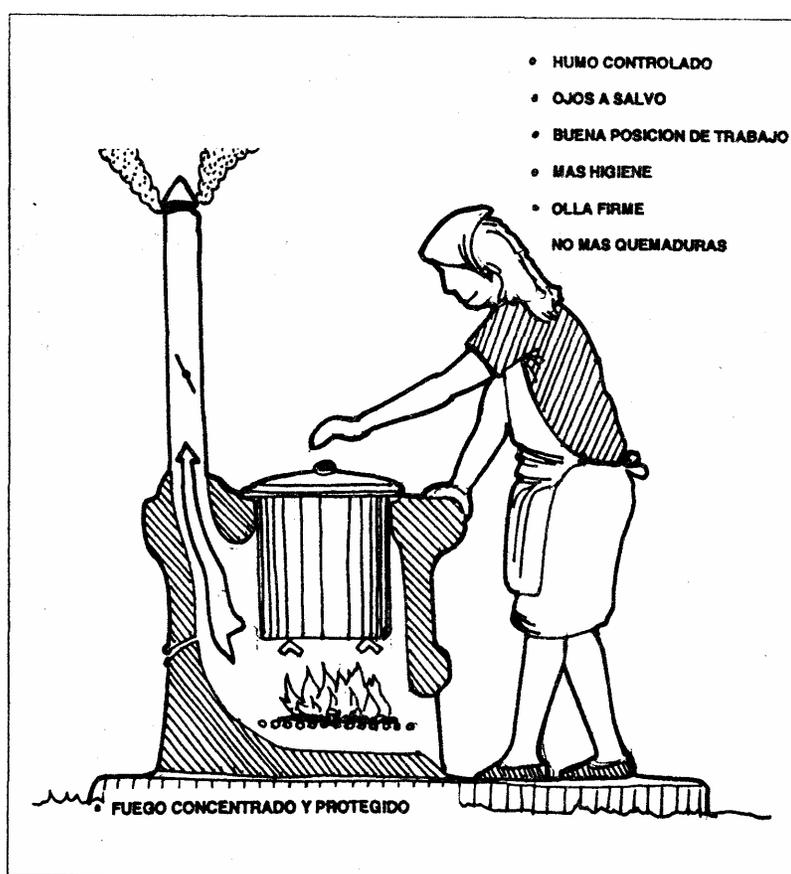
Ejemplos de ello son: Lavado de ropa. Confección de conservas. Teñido de telas y lanas. Comidas en grandes eventos.

Una ventaja evidente de estas cocinas es que no solo funcionan con leña, sino que son notablemente más económicas al usar gas licuado, petróleo, parafina u otro combustible. Para el empleo del primero se debe colocar el quemador en el cenicero.

### Principio de funcionamiento:

Es prácticamente el mismo que usa la cocina doméstica descrita anteriormente. En esta cocina la olla se encuentra sumergida en el fuego, por lo que toda la superficie de sus paredes es elemento conductor del calor, y no solo en el fondo como sucede en los quemadores convencionales. Contempla, además, una ventilación secundaria que mejora la post-combustión de los gases aumentando la eficiencia.

Por su estructura y forma, entrega una serie de ventajas al usuario. Esto puede compararse con lo descrito en la figura 28. (Fig. 29)



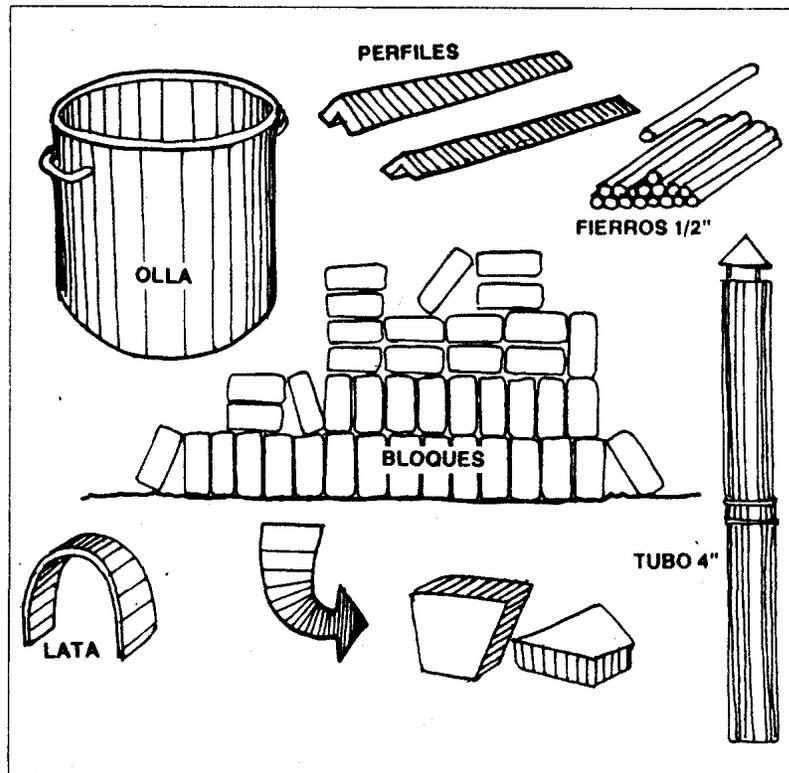
### Pasos a seguir para un fondo de 60 litros.

a.- La cocina pesará de 300 a 500 Kg. El lugar de colocación deberá ser muy bien elegido, tanto por la ubicación de la chimenea, como por el necesario espacio de maniobra para la operación de la olla.

### b.- Materiales a usar.

Se requiere contar con la olla por un día para medir y moldear el calce superior. Se necesitan: dos fierros tipo ángulo, de 4x4 o 5x5 para sostener la olla; 15 fierritos de ½ pulgada por 25 cm. de largo, para confeccionar la parrilla de leña; una lata de 10x40 cm. para hacer el arco de la entrada; una chimenea

de 4 o 5 pulgadas de diámetro y dos metros de largo; 80 trozos de adobe, tipo medio fiscal a lo ancho, o bloques especiales para conformar un arco. (Fig.30)



### c.- Construcción

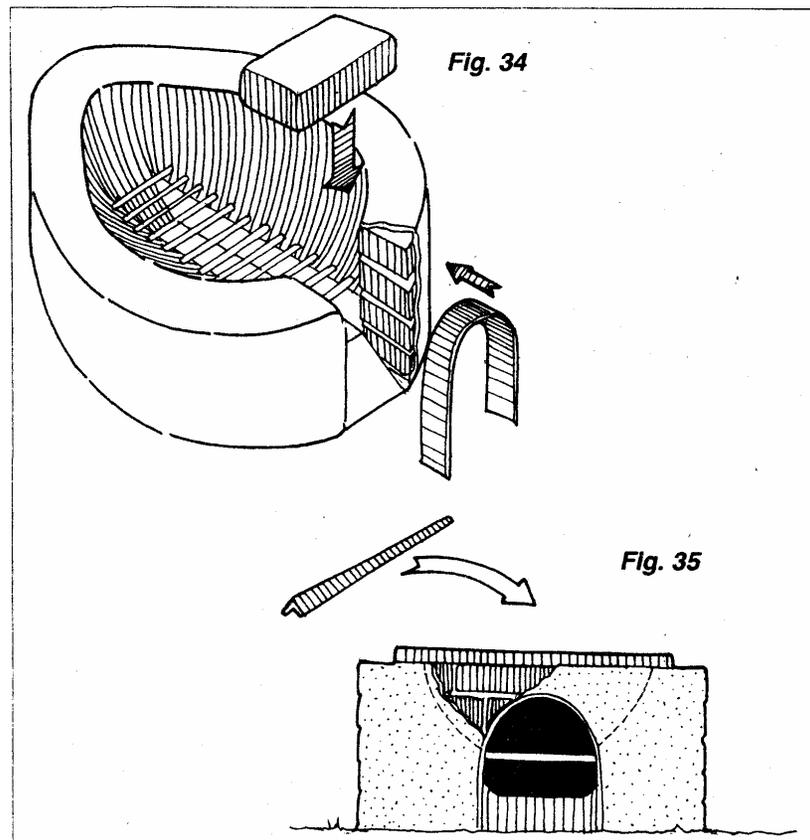
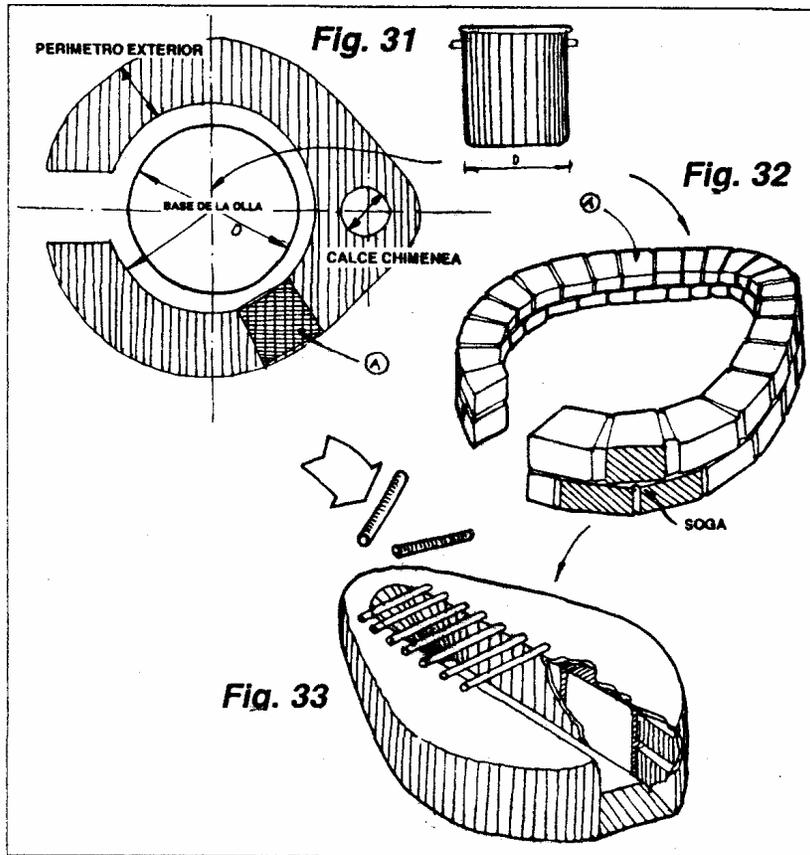
**A)** Trace el perímetro de construcción utilizando la olla o la tapa como guía, dejando unos siete centímetros entre el perímetro de la olla y el muro a construir. Decida donde hará la boca de leña dejando un espacio de 20 centímetros. En el lado contrario marque la ubicación de la chimenea. Siga para esto las instrucciones de la Fig. 31.

**B)** Inicie la construcción del murete, usando bloques cuadrados de 15x15 o usando los bloques especiales. Suba dos corridas, haciendo sogá, es decir, colocando el bloque superior en el encuentro de los bloques inferiores. (Fig. 32)

**C)** Haga el cenicero, utilizando bloques de canto que serán los que reciban la parrilla de leña. Revoque y pula bien con barro. (Fig. 33)

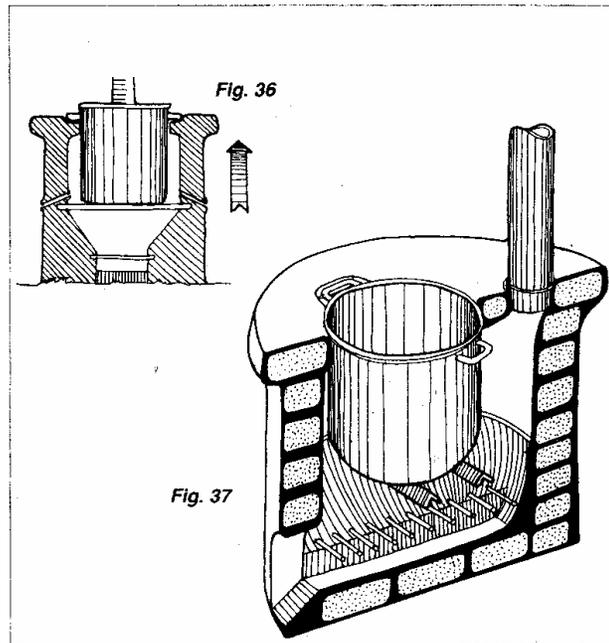
**D)** Siga subiendo con el murete y rellene cuidando que el perfil interior tenga la forma cónica indicada en la figura. (Fig. 34)

**E)** Coloque el dintel de la boca de leña y ubique los soportes de la olla (Fierros tipo ángulo). (Fig.35)



**F)** Suba el muro hasta llegar a las asas de la olla. A esa altura, debe definir la cubierta de la cocina, de modo de dejar una mesa de trabajo que haga más fácil el accionar. Aquí puedes utilizar bloques tipo fiscal completos, a modo de lograr una superficie más grande. (Fig. 36)

**G)** Haga las terminaciones interiores y exteriores usando la olla como molde, colocándola y sacándola, a fin de lograr perfiles curvos. (Ubique además la chimenea siguiendo el perfil que se ve en la Fig.37)



**H)** La cocina puede ser recovada con: cemento, arena, y tierra de color, mientras aún está húmeda. Esto la protegerá de la intemperie y le dará un buen aspecto.

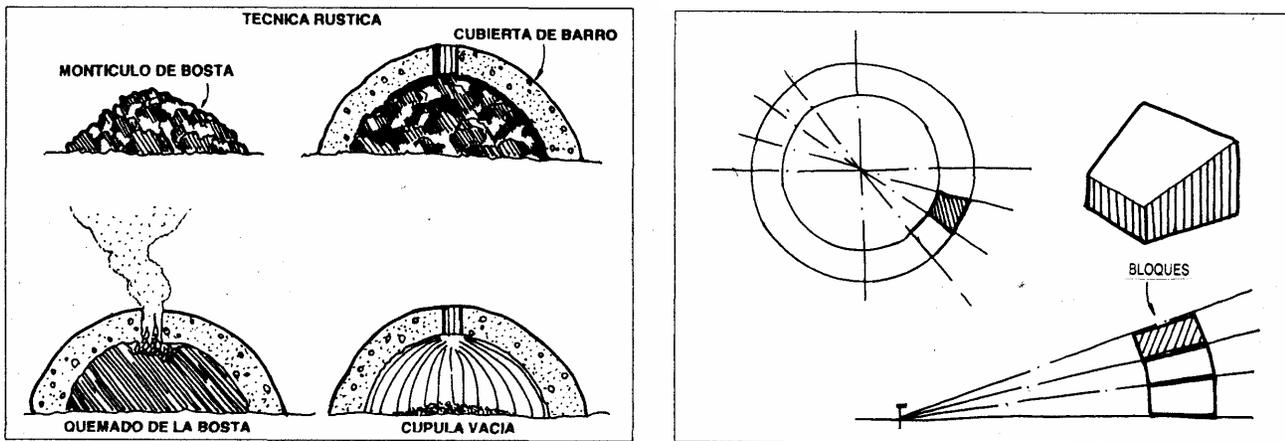
Empleando la misma tecnología, es posible construir modelos más grandes, más pequeños, con dos o tres ollas, acopladas a un horno, con una o dos chimeneas. (Fig. 38)

## 4.- Horno hemisférico

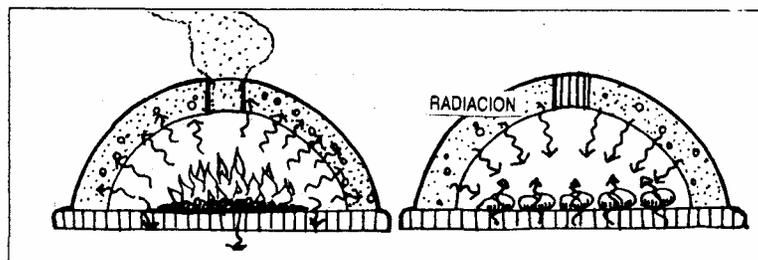
Este horno, común en todo el planeta, y de muy antigua data, fue introducido en Chile, por los colonizadores españoles y se arraigó fuertemente en los usos campesinos del país.

Se le emplea normalmente para hacer pan en casi todas las regiones. Es de muy bajo rendimiento, para pocas unidades. No es recomendable a nivel familiar.

Su tecnología de construcción permite levantar hermosas cúpulas para techar pequeños espacios. Es fácil y está muy difundida (Fig. 39). Sin embargo, en este libro se mostrará un procedimiento artesanal mucho más preciso y bien estructurado, a partir de bloques con doble ángulo para su perfecto calce. (Fig. 40)



La masa de la construcción incide directamente en la cantidad de calor que pueden acumular los muros. Esta gran inercia térmica es la que permite su uso a temperaturas relativamente constantes. Es un horno que actúa por radiación del calor acumulado en las paredes. (Fig. 41)



Los materiales con que se construye son los bloques y el barro con todos sus componentes. Aquí se requiere de varias manos, un trabajo colectivo y bien coordinado. La precisión en la construcción se reflejara en la perfecta forma esférica que se logrará.

**Construcción:**

a) Haga una base tipo plataforma para soportar el horno según la dimensión planificada. Estas instrucciones permiten hacer cúpulas de cualquier dimensión. Para lograr una mejor acumulación de calor, algunos constructores colocan una masa compacta de sal de unos cinco centímetros bajo la cubierta del piso. (Fig.42)

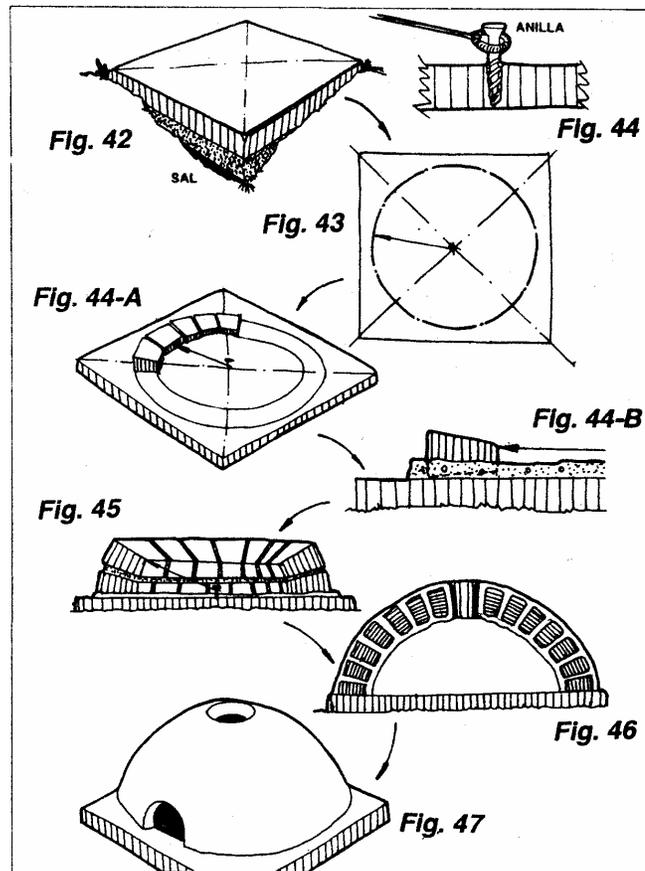
b) Ubique el centro del círculo basal del horno (Fig.43) y coloque ahí un soporte fijo, en el cual irá una anilla y un hilo (Fig.44) o cable o alambre, que pueda girar en torno a toda la semi esfera que queda sobre la base. Este **radio** será el elemento guía para la construcción. Coloque también unas cuatro ventilaciones basales. (Fig.44-A)

c) Ubique la boca de la leña y trace el anillo base usando el radio guía. Coloque allí la primera capa de bloques sobre una base de mezcla. Note bien cómo cada bloque se hunde hasta la mitad. (Fig.44-B)

d) La segunda corrida de bloques también se coloca usando el radio guía, por lo tanto, quedará un poco más adentro, inclinada, haciendo línea con el rayo proyectado. (Fig.45)

e) Continúe haciendo corridas usando el radio guía. Asegure lo más posible la forma esférica. Cada corrida utiliza una cantidad menor de bloques y cada vez se requiere mayor simultaneidad en la colocación puesto que van quedando cada vez más en la vertical. Aproveche de revocar el interior ahora, ya que luego será imposible. (Fig.46)

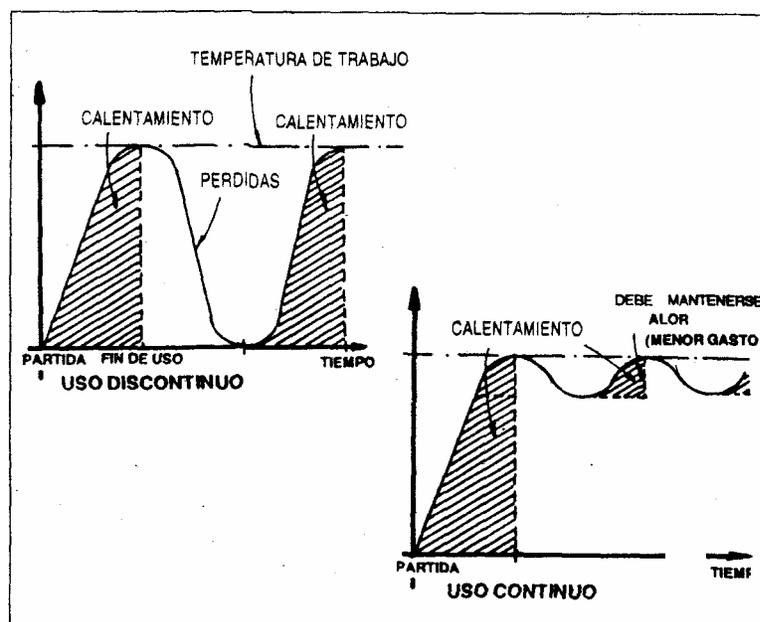
f) En las últimas corridas necesitará bloques más pequeños (más angostos) para ir cerrando la esfera. Debe quedar un agujero en la parte superior por el cual quepa un brazo, con el fin de revocar el interior. Luego puede servir de chimenea.



Este tipo de horno, si se hace funcionar de un modo **continuo**, puede ser bastante eficiente en proporcionar energía, para amasanderías y panaderías, ya que se aprovecha de buen modo la cualidad inercial de los muros. En la comparación de las curvas se puede apreciar la diferencia entre un uso continuo y discontinuo. (Fig.48)

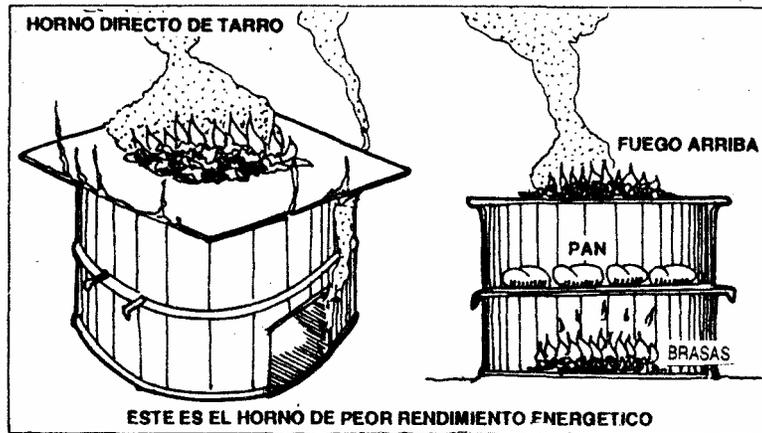


Recalamos que este modelo es poco recomendable a nivel doméstico. Para usos esporádicos, su eficiencia bordea los 3 a 4 Kg. de leña por cada Kg. de PAN. Esto es así pues, cada vez, es necesario llevarlo a temperatura de trabajo por poco tiempo y luego se enfría. Hacerlo, equivale a gastar la energía necesaria para cocer una masa de pan equivalente a la de los muros del horno. (Fig.49)

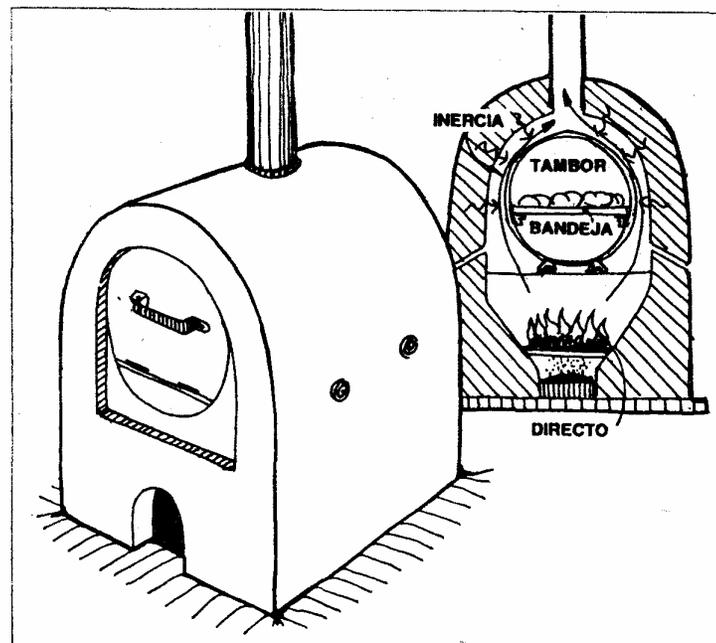


## 5.- Horno mixto de tambor

En lo relativo al uso eficiente de la leña con tecnología en tierra, el horno mixto es el que presenta la mejor eficiencia. Mediciones comparativas de consumo entregan un equivalente de medio kilogramo de leña por kilo de pan. Esto es un octavo de lo consumido en un horno hemisférico y un décimo del tarro común, que esta muy difundido por su facilidad de construcción pero que presenta la pero eficiencia. (Fig.50)



El horno mixto tiene su origen en el intento de hacer un símil a leña del típico de una cocina a gas. La ventaja está en su eficiencia, que radica, justamente, en la mezcla de sistemas que lo componen. (Fig. 51)



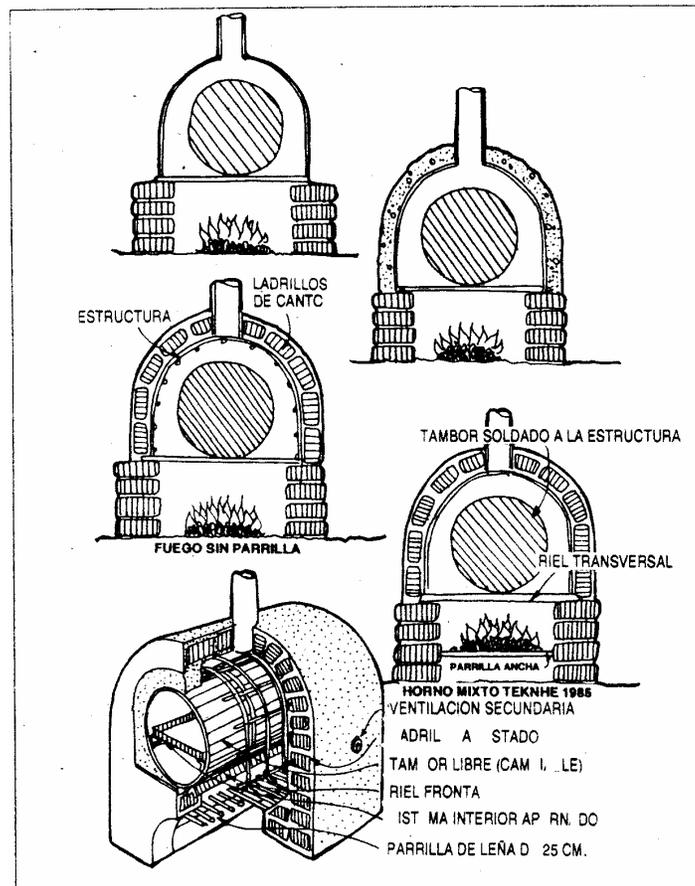
- A) Es un horno tipo inercial, como el hemisférico.
- B) Es directo, como el de las cocinas domésticas a gas.

**Estas características le confieren las siguientes cualidades:**

- 1) Una vez calentada su masa inercial es posible sostener la temperatura de cocción bastante constante, con muy poco uso de leña.
- 2) Permite la cocción indirecta de los alimentos, ya que la llama nunca entra en contacto con éstos.
- 3) El tambor metálico, buen conductor del calor, permite cocciones muy rápidas en las bandejas, ya sea pan o alimentos asados.
- 4) Es fácil de mantener, reponer, reconstruir y manejar.

**Origen:** Este horno nace de una idea simple concretada con dos tambores iguales y dos muretes de ladrillos y barro. Con este sistema se logra uno simple, detectado en Talagante, Chile. No contaba con parrilla de leña.

- Un modelo avanzado de este horno incorpora barro como aislación térmica a la cubierta exterior. Tampoco considera parrilla para leña.
- Tekhne, ONG de Santiago de Chile, difundió un modelo más avanzado, con parrilla para leña y cúpula de bloques colocados de canto.
- El autor perfeccionó un modelo que se difundió con el PRIEN, Programa de Investigación en Energía de la Universidad de Chile, entre los comuneros del Norte Chico. Incorpora una cámara de combustión por proyector, ventilaciones secundarias, parrilla de leña más pequeña y bloques acostados, lo cual entrega una mejor respuesta estructural. (Fig. 52)

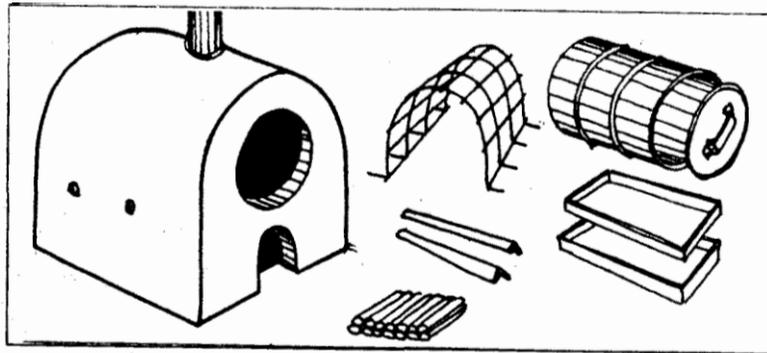


Un modelo perfeccionado de este último será el que se analizará en este libro. De las experiencias en terreno se extrae el hecho que cualquier estructura soldada es difícil de hacer en un trabajo de campo. Por eso, se decidió efectuar toda la estructura metálica apernada. Esto hace posible reemplazar fácilmente el tambor cuando termina por oxidarse y recocerse, cada dos años, en un uso regular, lo que permite mantener la estructura de tierra intacta por mucho tiempo.

**Partes principales.**

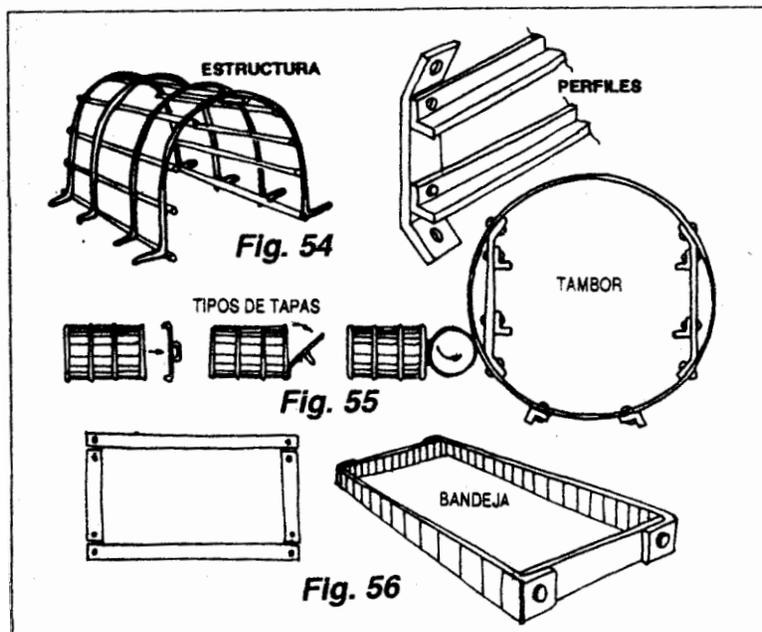
Es fácil reconocer dos unidades independientes en su conformación material:

- A) Estructura de bloques y barro.
- B) Estructura de metal, tambor y bandejas. (Fig.53)



Ambas partes se confeccionan por separado. La estructura de metal es determinante de las dimensiones finales del horno. Está compuesta por:

- 1) Arcos sustentantes de la bóveda, que son una suerte de molde sobre el cual se hace la cúpula del horno. Si está bien hecha, el molde interior puede perderse o no caerá. (Fig. 54)
- 2) Tambor con los rieles de soporte apernados. El tambor lleva en su interior la estructura para soportar las bandejas y la puerta del horno, la que puede ser de varios tipos. (Fig. 55)
- 3) Las bandejas deben deslizarse perfectamente en los soportes del tambor. (Fig.56)



Toda esta estructura se logra construir con herramientas simples, en un taller común, de cualquier localidad. Es conveniente tenerla lista antes de iniciar la construcción con bloques y barro.

**Construcción del horno de barro:**

- 1) De acuerdo a la estructura metálica, el trazado de la futura construcción se hace según la figura 57, cuidando de mantener la ortogonalidad (ángulos rectos), ya que su base es un rectángulo.
- 2) La base del horno parece más bien una piscina rectangular, a la cual se le deja una boca de leña orientada según el tipo de montaje que se desee. (Fig. 57 y 58)

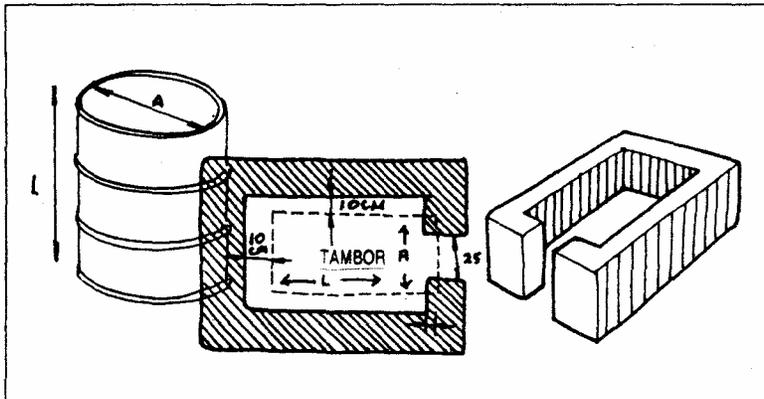
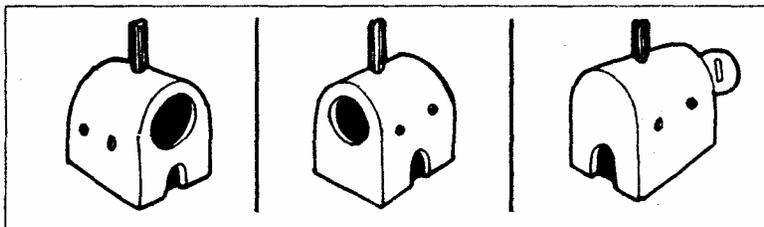
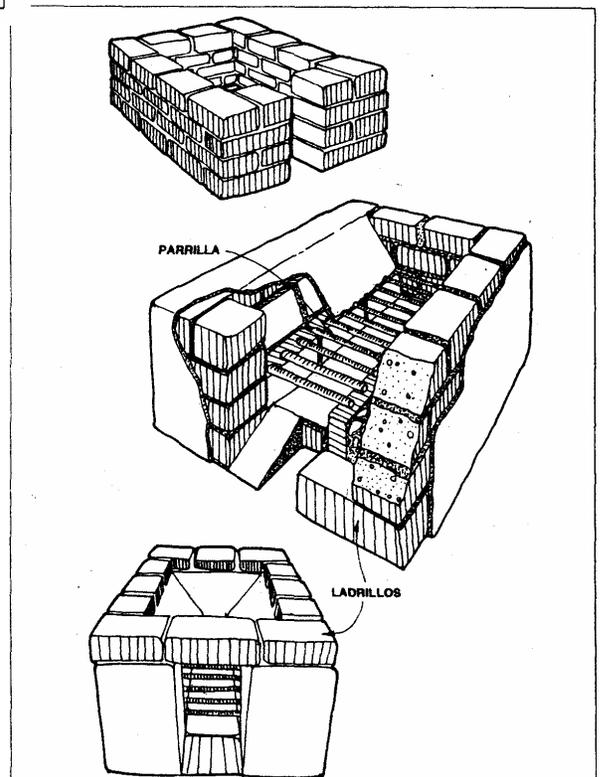


Fig. 57



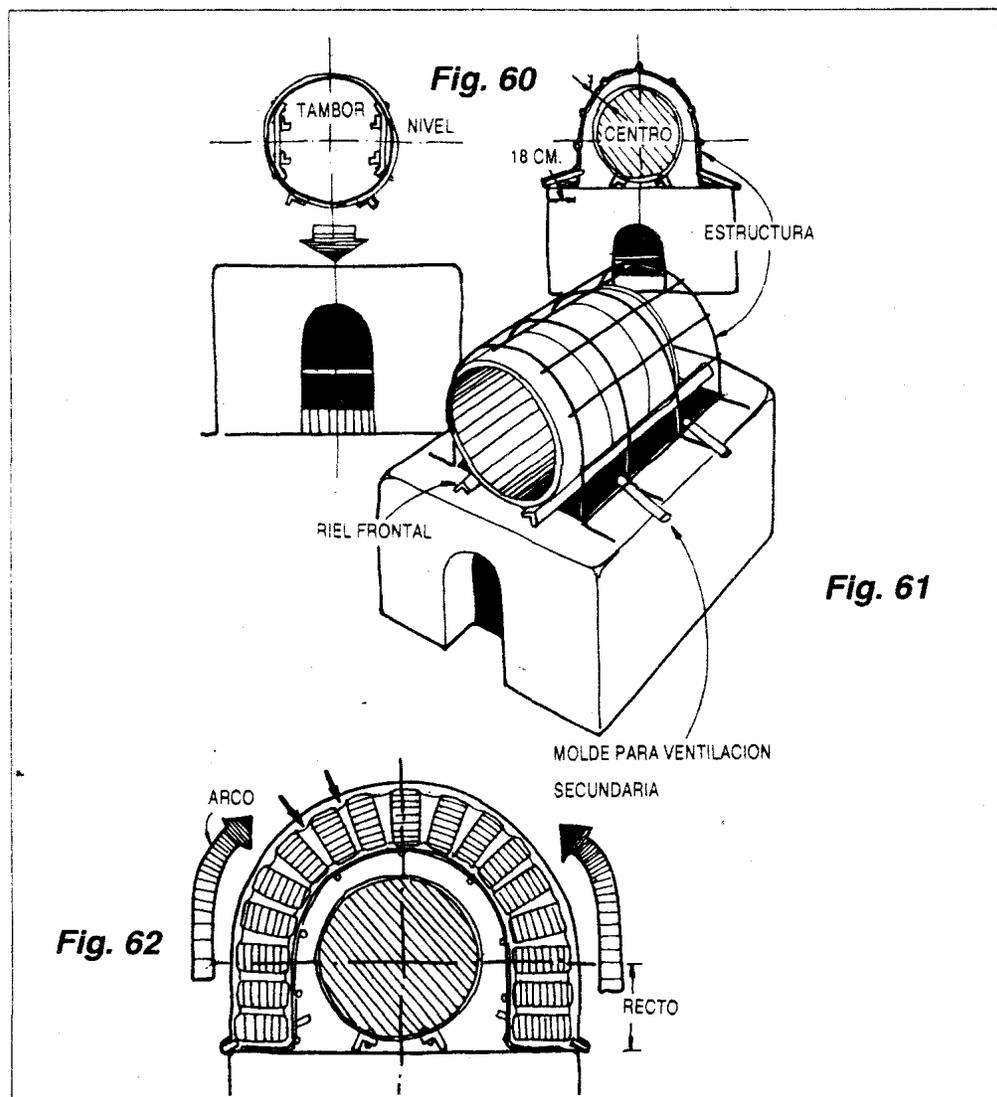
- 3) Es muy importante que la base quede interiormente con un corte cónico, para lo cual, inicialmente, se ubica la parrilla la centro. Luego se pegan bloques inclinados y se rellena para hacer el cono. Se coloca el dintel de la boca de leña y se deja la base lista para recibir la estructura del tambor y los arcos de soporte. Conviene, a esta altura, pulir muy bien las partes que quedan al interior. Hacerlo después, será imposible porque quedarán cubiertas. (Fig. 59)



4) Colocación del tambor. Los rieles deben quedar centrados, teniendo mucho cuidado que las bandejas en el interior queden **horizontalmente y niveladas**. (Fig. 60)

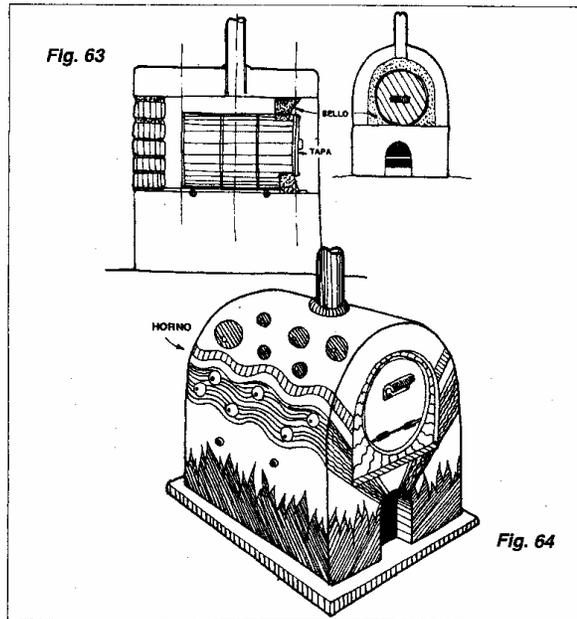
5) Colocación de los arcos. Deben descansar sobre los muros, de modo que la distancia entre ellos y la superficie del tambor sea constante, unos 7 cm. (Fig.61)

6) Continué la construcción de los muretes, dejando los moldes para las ventilaciones secundarias. Los muretes llegan justo a la altura donde el diámetro horizontal del tambor inicia la semicircunferencia superior. A partir de aquí, deben usarse los bloques inclinados o, en su efecto, ir rellenando con el mortero en forma de cuña. (Fig. 62)



7) Cierre la cúpula y coloque la chimenea justo al centro del tambor, no del horno. De este modo, el tiraje será parejo en torno a aquel. Luego, selle los trozos de bloque y mezcle el espacio que ha quedado entre el tambor y la cúpula. Este sello permite fijar el tambor en su lugar. Por este mismo sello se cambiará luego el tambor de repuesto, sin destruir la estructura de bloques y barro. (Fig.63)

8) El horno debe revocarse con una capa de barro con bastante paja larga y cemento, de modo de lograr un tejido compacto que rodee toda la estructura. Luego, es posible revocar con mortero de hormigón o pintar con tierras de color. (Fig. 64)

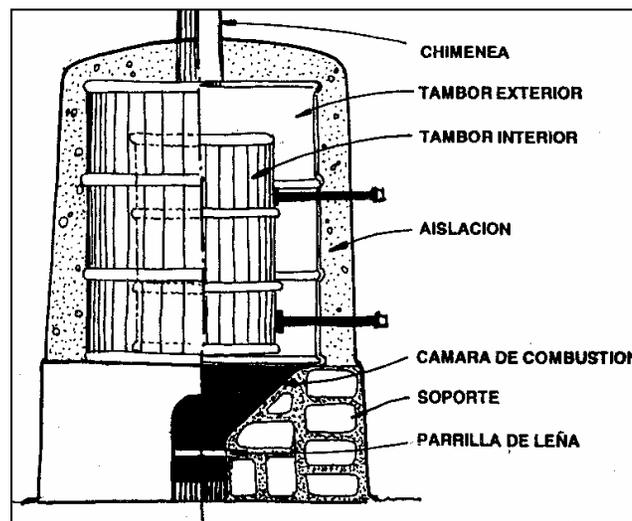


## 6.- Calefón en tambor:

Calentar agua en gran cantidad con fines productivos e higiénicos es otro uso energético intensivo que se realiza con leña, sobre todo en sectores rurales y sin las mínimas comodidades de uso.

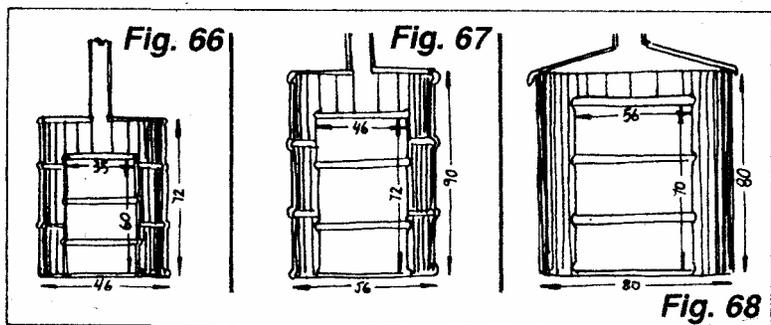
El calentador que se presenta aquí se realiza con la tecnología del suelo, cemento estructurado, recurriendo a sistemas y herramientas muy simples. Su sistema de funcionamiento es muy semejante al de la cocina comunitaria. Incorpora un tambor que, por el tipo de construcción, va sumergido en el fuego permitiendo un máximo de transferencia de calor. El revestimiento exterior, aislante y acumulador a la vez, guarda el calor por bastante tiempo. (Fig. 65)

El modelo que aquí se presenta es un calefactor de agua incorporado a un sistema de ducha, el cual incluye en una sola estructura, todas las partes necesarias. Es un modelo económico, ideal para uso rural.



Fue desarrollado por el autor en 1985, contemplando varias alternativas de utilización y tamaño:

- A) Tambor de 60 litros con otro de 100 litros de cúpula (Fig.66)
- B) Tambor de 100 litros con uno de 200 litros de cúpula (Fig.67)
- C) Tambor de 200 litros con cubierta metálica (Fig.68)



**Construcción del modelo de doble tambor:**

**1) Partes principales y materiales.**

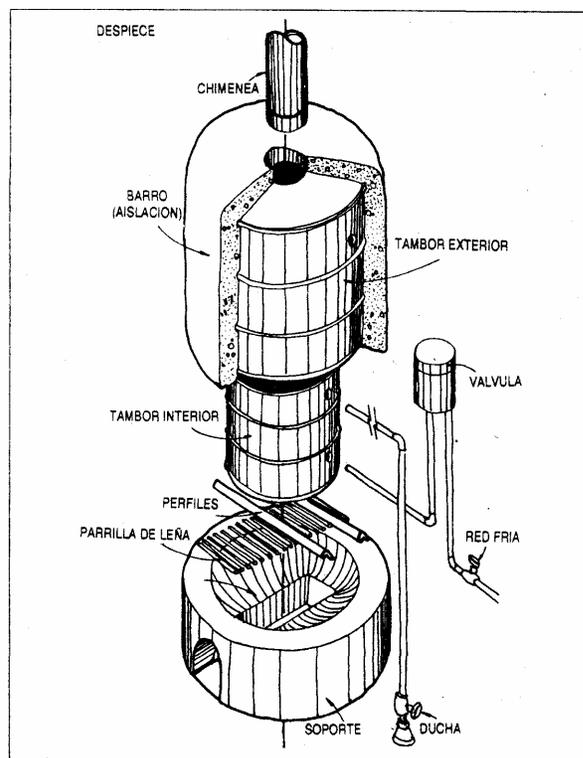
El modelo usa un tambor de 100 litros como contenedor de agua, que deberá llevar los fittings de acceso para el líquido, del largo suficiente como para suplir el ancho de la cobertura.

Para el quemado de leña se requiere construir una parrilla y cámara de combustión semejante a los modelos de cocina. 15 barritas de 25 cm. en 1/2" de fierro de construcción.

Se utiliza un tambor de 200 litros sin tapa para hacer la cámara contenedora, que deberá estar perforado para dejar pasar los fittings del tambor interior. Debe estar perforado en la tapa, justo al centro para sostener la chimenea de tiraje (1 MT. en 4").

El sistema de llenado propuesto utiliza una válvula convencional de silencioso para sostener constante el nivel de agua interior. (Fig. 69)

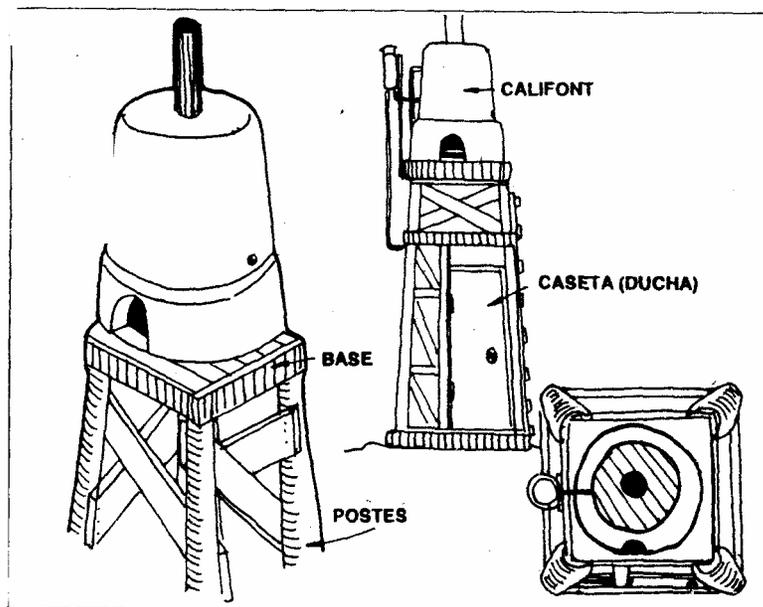
El barro a utilizar lleva mucha paja, porque no estará sometido a esfuerzos de ningún tipo y es necesario que se comporte del modo más aislante posible.



## 2) La base de la ducha.

Este modelo está incorporado a la estructura de la caseta. Deberá tener la altura y dimensiones que permita al usuario operar la ducha. En este modelo se presenta el diseño mínimo posible a partir del uso de postes y varas de pino tratado como elementos estructurales básicos de la ducha.

La estructura superior pesará más de 300 kilogramos, por lo que la base debe ser sólida y bien dimensionada, sobre todo en lo estructural. (Componentes de la base en la Fig.70).



## 3) Construcción de la base, trazado mínimo

La base es el techo de la caseta. Sus dimensiones mínimas son aquellas que soporta la parrilla de leña con ambos tambores (58 cm. el más ancho). El tambor debe descansar sobre un muro de al menos 10 centímetros de ancho de modo que el diámetro exterior de la estructura de base deberá ser de, al menos, 80 cm. El trazado básico y la primera fase de la parrilla de leña pueden apreciarse en la Fig. 71.

4) Sobre la base terminada es necesario ubicar los fierros tipo ángulo para soportar el recipiente de agua. A esta misma altura deben dejarse los moldes para las ventilaciones secundarias. (Fig.72)

5) Sobre los ángulos debe colocarse de modo definitivo el recipiente para el agua, cuidando la orientación de los fittings. El fuego deberá pasar por todo el contorno de este recipiente. Ver corte en Fig. 73

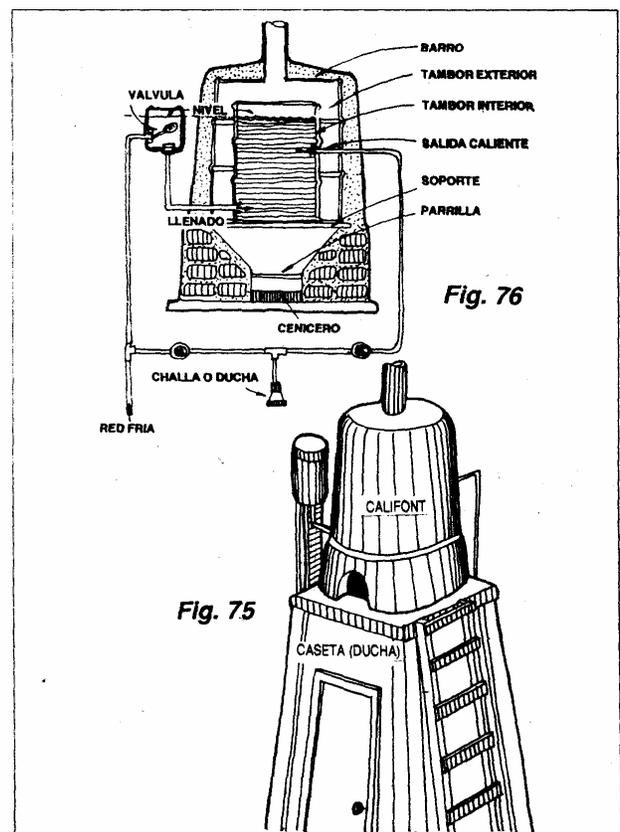
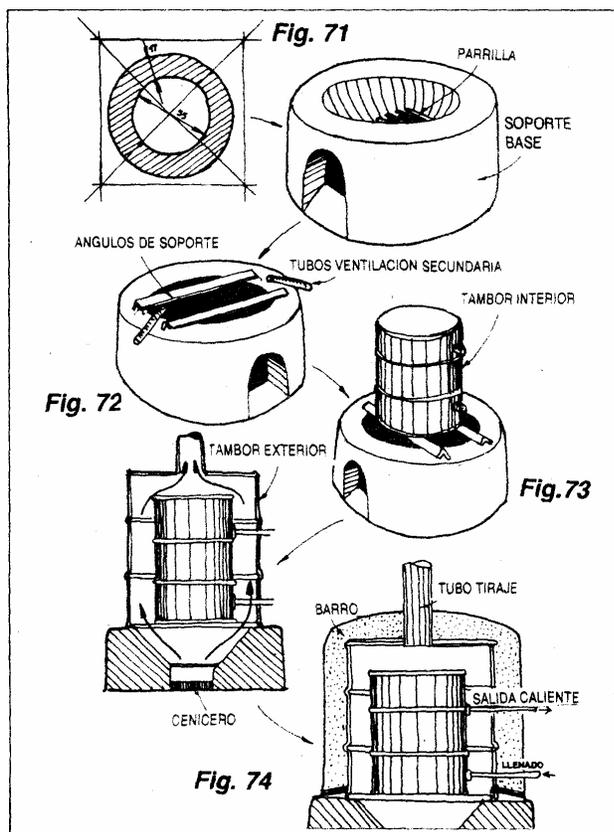
6) El tambor de 200 litros deberá quedar sobre todo el conjunto, dejando sobre los muros de la cámara de combustión un espacio a ser rellenado con barro y paja. Sobre el tambor debe calzarse la chimenea. Verificar bien el calce de los fittings del tambor interior, que deben asomar fuera del conjunto. (Fig. 74)

7) El tambor exterior deberá cubrirse con una mezcla de suelo cemento con mucha paja, de modo de lograr una capa aislante de unos 6 cm. de ancho, que permita soportar la chimenea. (Fig. 75)

8) Coloque el sistema de llenado procurando que el nivel final sea el planificado. El tambor interior solo debiera llenarse hasta 10 cm. antes del borde. El diagrama de conexiones es el que se indica en la Fig. 75.

El aspecto final de una ducha califont como ésta es el de una caseta rural con un estanque encima. Es posible revocarlo con una buena mezcla de mortero sobre mall, dado que esta parte estará expuesta a la intemperie. Ubique la boca de leña de modo que pueda ser asistida con una pequeña escala o banqueta.

Un califont de este tamaño atiende perfectamente al consumo de una familia de 8 personas. Para hacer uso eficiente de la energía se recomienda calentarlo una sola vez y utilizar correctamente todo el volumen calentado. Por su construcción guardará el agua caliente por una hora o más. Aspecto final. (Fig. 76)

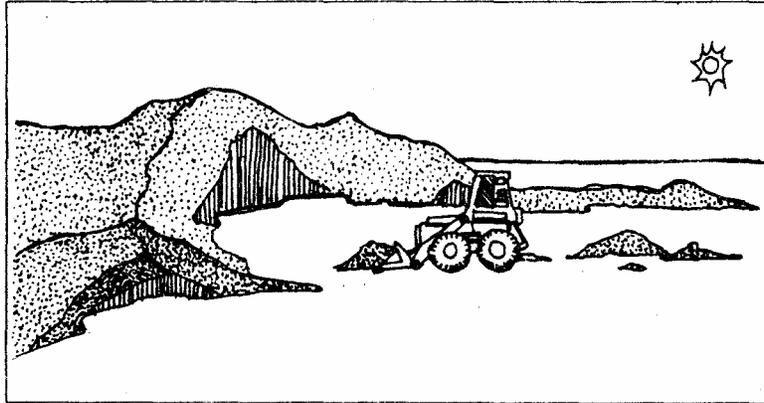




## IV. QUEMADORES DE ASERRÍN

### 1.- Presentación. Como quemar eficientemente el aserrín.

En muchas zonas de Chile, en especial las forestales, o en lugares donde existen plantas procesadoras de madera, hay una gran disponibilidad de aserrín. Este es un producto secundario de los aserraderos que suele desperdiciarse en grandes volúmenes. (Fig.77)



En las zonas en que este producto es abundante y existe disponibilidad, es posible usarlo como un muy buen energético, sobre todo, para calefacción y cocina.

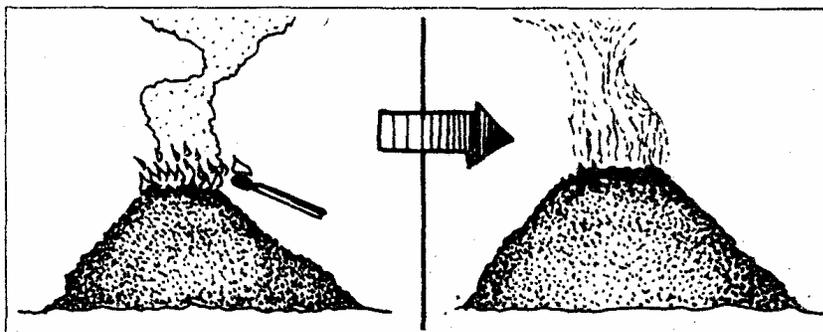
**No se recomienda su uso en zonas urbanas contaminadas porque libera partículas con abundante humo.**

#### Queimado de aserrín

En los primeros capítulos se vio que para tener una buena combustión han de existir tres elementos fundamentales:

- A) Combustible, en este caso el aserrín.
- B) Aire en contacto con el aserrín, buena ventilación del combustible.
- C) Temperatura, la necesaria para iniciar la pirólisis del aserrín.

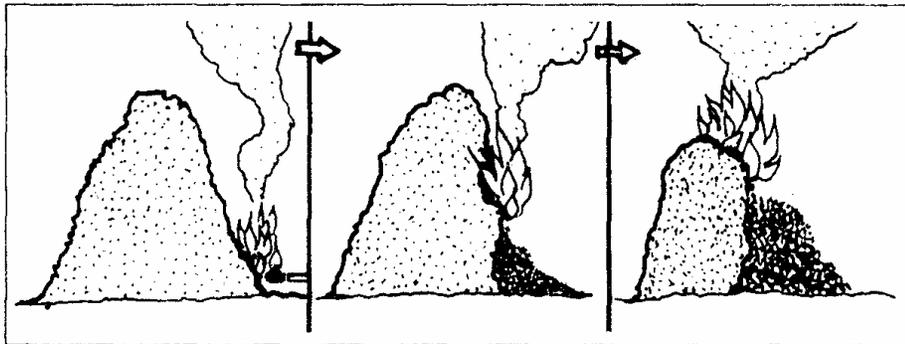
De acuerdo a esto, el aserrín presenta algunos problemas para entrar en combustión. A granel, es fácil iniciar un fuego superficial, pero la ceniza impide el paso de aire a la capa inferior, extinguiéndose. (Fig.78).



La extinción ocurre fundamentalmente por falta de ventilación. Debe buscarse una combustión correcta, de un modo continuo, asegurando la oxidación completa de todo el material. El aserrín cumple con la exigencia de ser un combustible sólido de pequeño tamaño, pero es tan compacto que impide la ventilación.

Si se tiene una pila y se inicia un fuego por la cumbre, éste rápidamente se extinguiría. Sin embargo, si se inicia por los costados es probable que las cenizas vayan cayendo hacia la base permitiendo el acceso de aire a las capas inferiores. La combustión será continua ayudada por dos fenómenos:

- 1) La caída de la ceniza y la buena ventilación.
- 2) El tiraje, o efecto convectivo hacia arriba, que provoca el fuego con su calor. (Fig. 79)

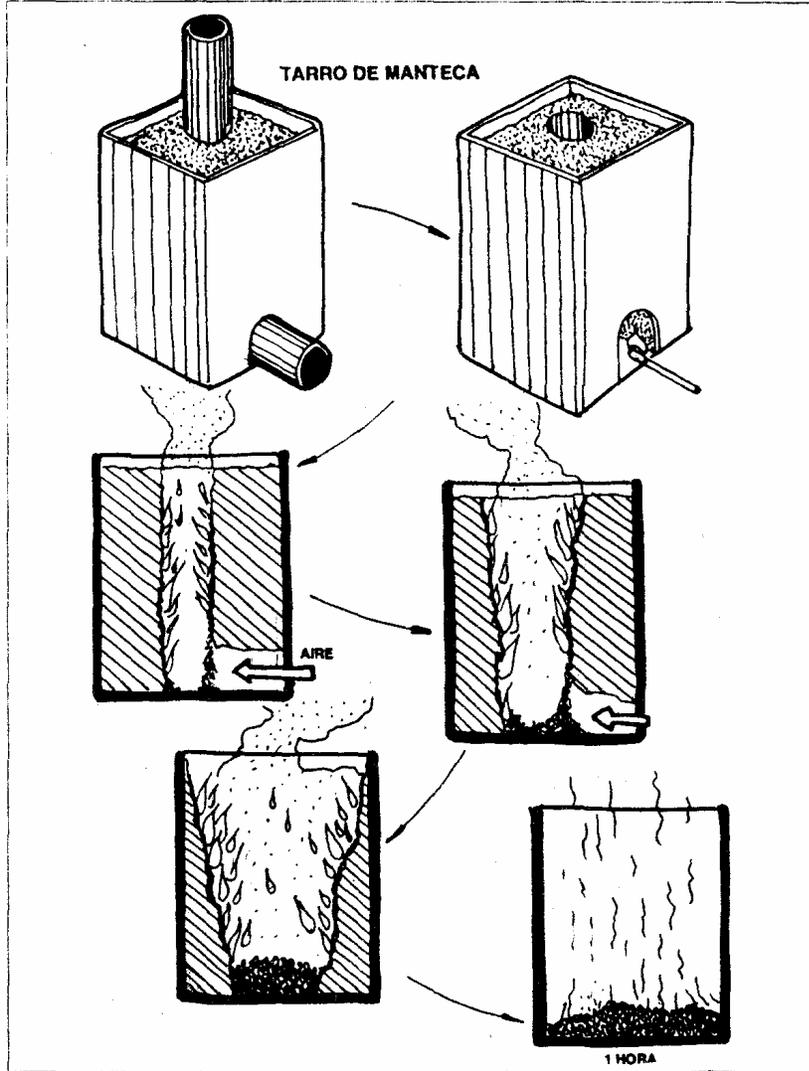


## 2.- Chón - chón simple

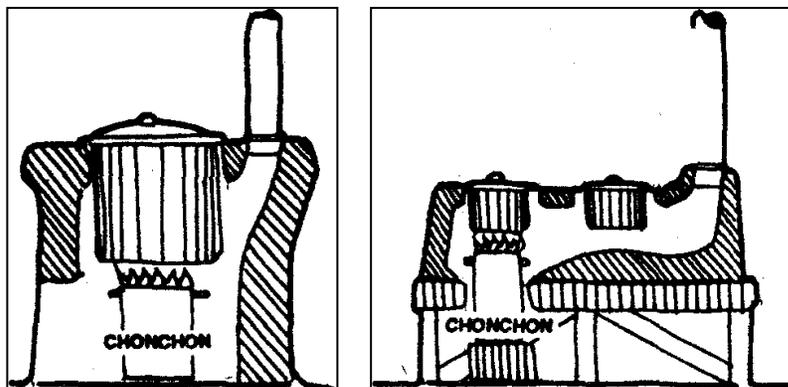
Este fenómeno ha sido bien aprovechado en un quemador de aserrín muy popular que está difundido en las zonas centro y sur del país, conocido como chón- chón. El chón-chón simple es fácil de construir y en él están contenidos los conceptos principales para lograr la quema eficiente del aserrín.

En primer lugar, la masa del aserrín está compactada en torno a un ducto central, que hace las veces de chimenea de tiraje, a la vez de quemador vertical.

El fuego se inicia por abajo y el aserrín se quema, siguiendo la forma cilíndrica en expansión de la chimenea. (Todo este proceso se aprecia en la figura N° 80)



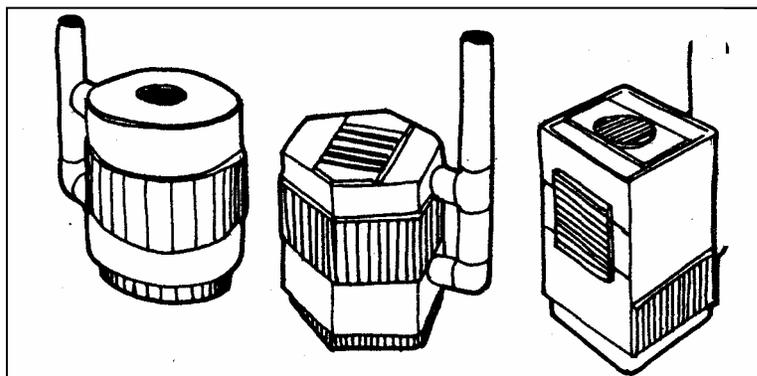
El quemador se puede usar para calentar un ambiente abierto, para cocinar, e incluso, como carga-combustible para las cocinas y hornos de barro del capítulo anterior. (Fig.81)



El siguiente paso en esta tecnología se logra confinando el chón-chón a un elemento más tecnificado, que permita la total combustión y echar el humo fuera de la habitación. Esto es una estufa de aserrín.

## 2.- Estufa de aserrín:

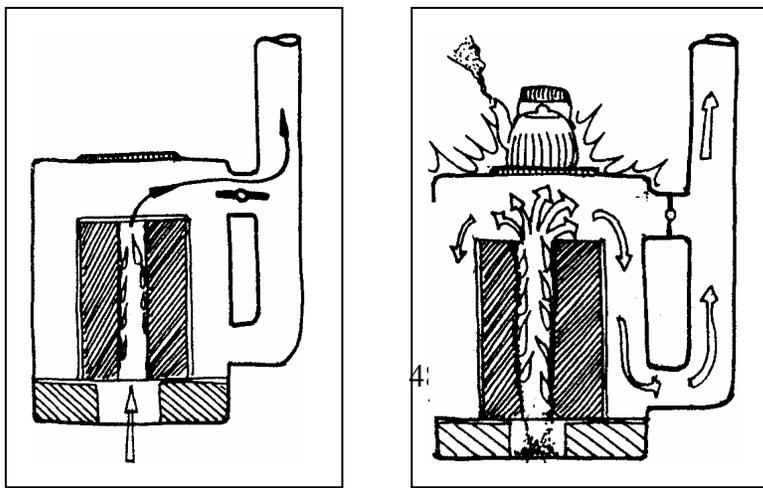
El siguiente modelo de estufa ha sido utilizado como calefactor a leña por muchos años en las regiones del sur del país. Corresponde a una adaptación a un tambor de una salamandra convectiva de origen europeo de principios de siglo. La adaptación de un "chón-chón" al interior del sistema de quemado ha dado como resultado una estufa de aserrín que se describe en estas páginas. El uso de un tambor de desecho es también una propuesta practica si aquel esta disponible. También es posible producir el recipiente con variables formas, en un pequeño taller. (Fig. 82)



### Esquema de funcionamiento

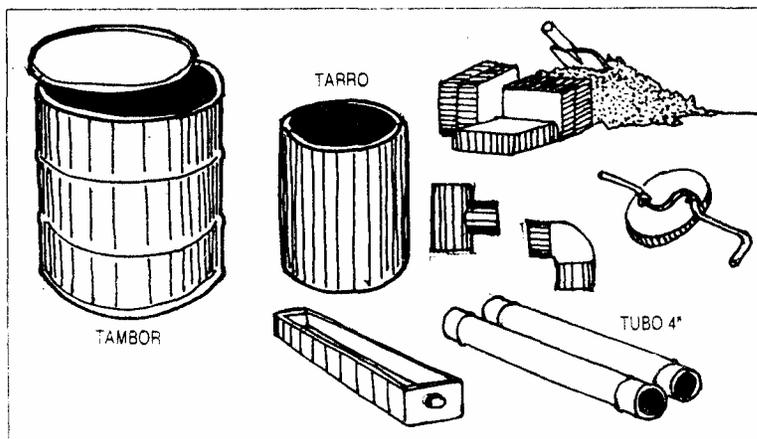
Esta estufa suma al tiraje propio de un chón-chón al de una chimenea de más de dos metros, ojalá, de largo recorrido a interior de la habitación.

Iniciado el encendido del chón-chón, con el tiraje abierto por la parte superior, la chimenea y todo el sistema adquirirán la temperatura suficiente como para provocar una gran succión. En ese momento, debe cerrarse el paso superior. El humo y gases de la combustión aumentarán su recorrido, convergiendo por la doble cámara formada entre los dos tambores, permitiendo una combustión más extensa y una mayor difusión de calor, ya que toda la superficie del tambor exterior será un elemento radiante. Evidentemente, el chorro del chón-chón golpeará con fuerza el centro de la tapa superior, donde será posible cocinar o colocar un calentador de agua. (Fig.83)



## Construcción de una estufa de tambor de 100 litros.

**a) Materiales:** Un tambor de 100 litros, de carburo por ejemplo, con tapa. Otro, de unos 60 litros, que quepa al interior del primero. Bloques y un poco de barro para hacer el cenicero. Un trozo de latón para el bloqueador y la caja del cenicero. Una T de 4" en lata. Un codo de 4". Tubos de 4" para hacer la chimenea. (Fig. 84)



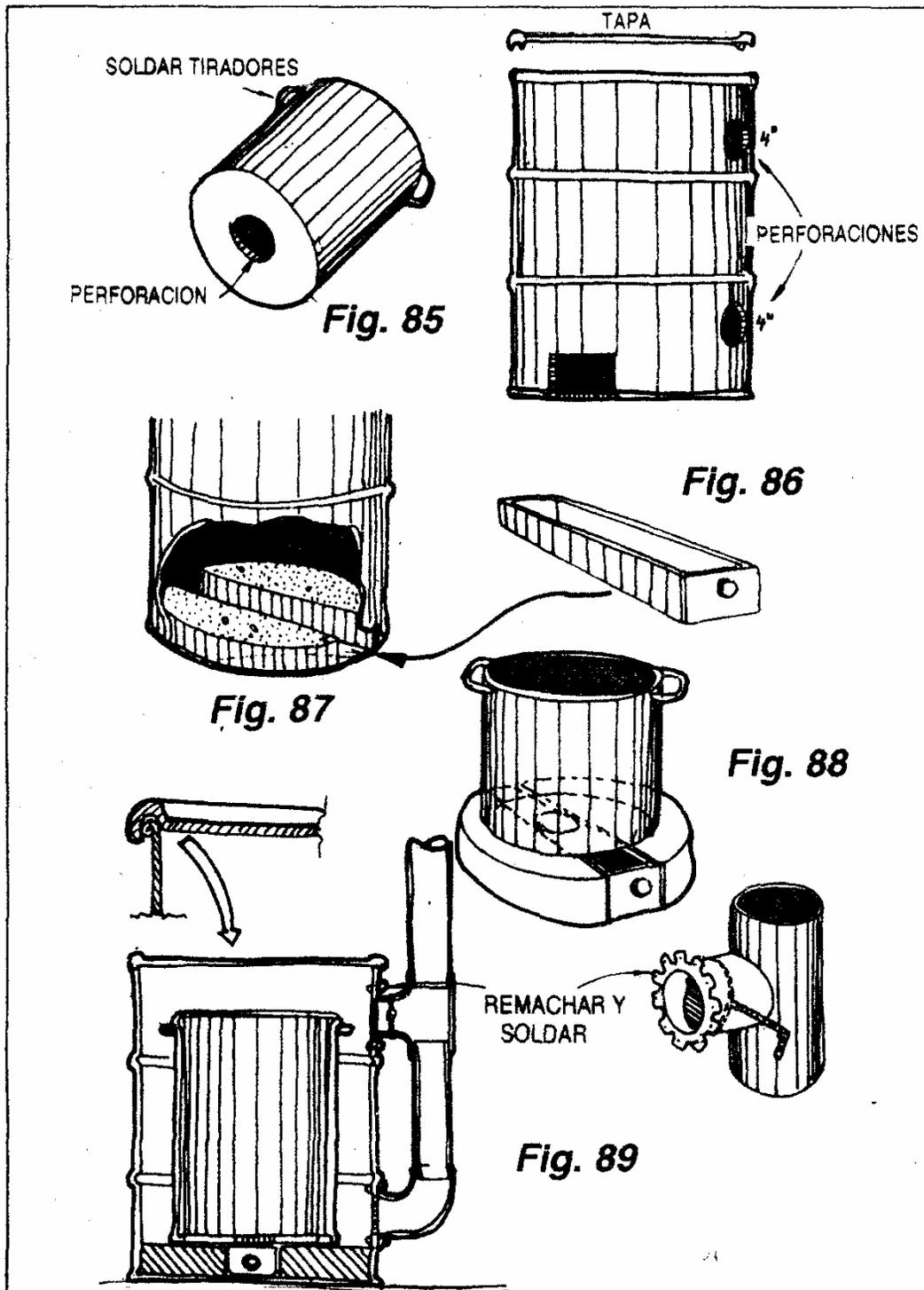
**Fig. 84**

## b) Construcción:

- Prepare el interior haciendo al centro, en la base del mismo, un orificio circular de 2", que será el lugar para iniciar la combustión del aserrín. (Fig.85)
- En el tambor exterior debe asegurarse una tapa superior que pueda sacarse y colocarse de un modo hermético. Deben practicarse tres perforaciones: 2 de 4" para asegurar la T y el codo y otra para el cenicero, que puede quedar a un costado o en el frente de la estufa. (Fig. 86)
- La confección de la base del cenicero con bloques y barro permite dos cosas: soportar el chon-chón sobre el cenicero y agregar una capa de protección que aisle el quemador del suelo. (Fig.87)
- Colocación de la T de lata con el regulador de tiraje acoplado al pie de ella. Puede remacharse al interior del tambor. Es muy importante que el trabajo de calce quede muy preciso para evitar fugas de humo. (Fig. 88)
- Colocación del codo con iguales precauciones que la T, simultáneamente con la colocación del tramo de unión entre el codo y la T. (Fig. 89)

La estufa puede recubrirse con pintura para altas temperaturas o quemarse al aceite para producir un pavonado protector. Es un artefacto de fácil y rápida construcción. Una carga de aserrín puede durar 3 o 4 horas. No es posible apagar a voluntad. Una vez iniciada la quema de la carga, la única forma de

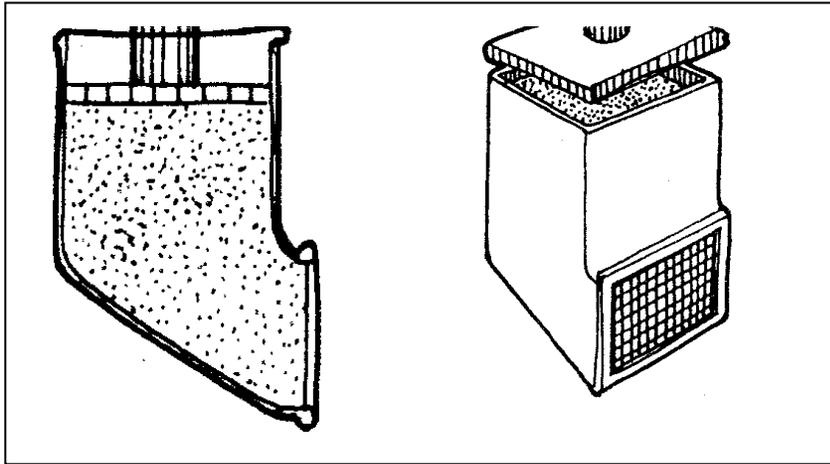
apagarla es abriéndola. No es conveniente cerrar el paso del aire, puesto que, con el calor interior, se sigue produciendo la pirólisis del aserrín, liberándose gas de madera que es explosivo. Sin el chón-chón y con una compuerta adecuada, más una parrilla sobre el cenicero, es posible quemar leña en su interior de un modo relativamente eficiente para los fines de calefacción. Eso sí, ya no es convectiva.



#### 4.- Cocina con alimentador continuo

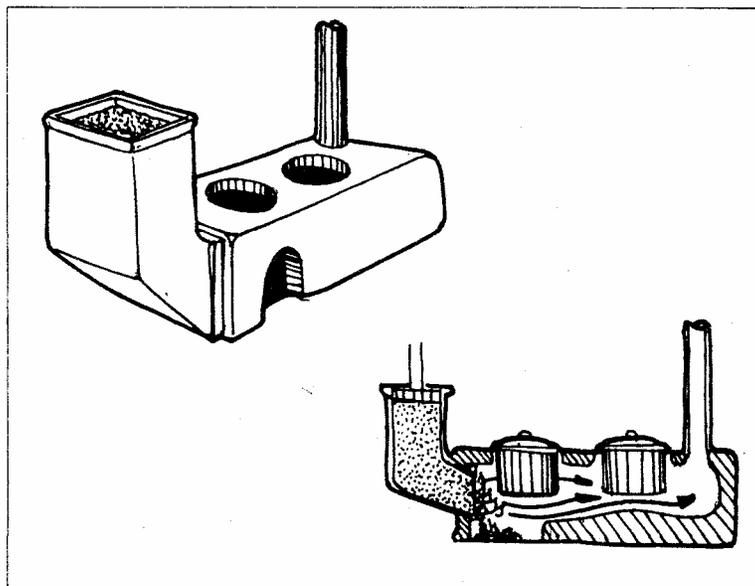
Se trata de un modelo usado en Asia, acoplado a una cocina de barro en suelo cemento. Sin embargo, lo interesante en esta propuesta es un quemador continuo de aserrín que es aplicable a muchos usos.

Como ya se vio en este capítulo, el aserrín tiene gran facilidad para quemarse de un modo vertical, sobre todo porque esto evita que la ceniza vaya quedando encima, lo que apaga el fuego. Existe la posibilidad técnica de alimentar de modo continuo un quemador vertical. Es por medio de un buzón o embudo que desemboque en una rejilla de contención para detener el aserrín, permitiendo el paso de la ceniza. El peso de aquel presionará para que siempre haya en combustión una delgada capa sobre la rejilla. (Fig.90)



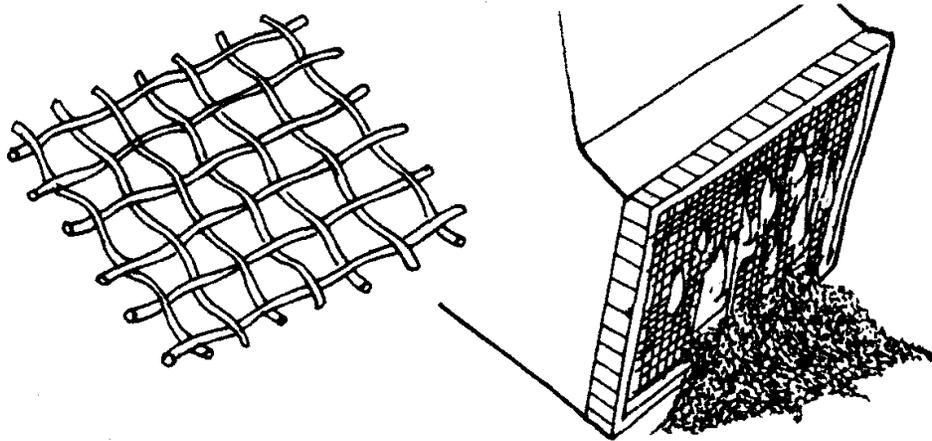
Esta tolva para el suministro de aserrín puede adaptarse tanto a quemadores de gran volumen, como a los sistemas domésticos más simples. El aserrín de la tolva no se enciende porque no dispone de aire suficiente. Como es un elemento aislante, no adquiere la temperatura necesaria para entrar en combustión.

A continuación, se muestra una adaptación de quemador continuo para hacer una cocina de suelo cemento semejante a la que se describe en el punto 3.2. (Fig. 91)



El quemador debe hacerse con una malla gruesa de alambre tipo “malla de piso”, cuyo paso no sea mayor de 1 cm. Sobre éste se apoyará el aserrín que se va quemando. (Fig. 92)

Imagen 92



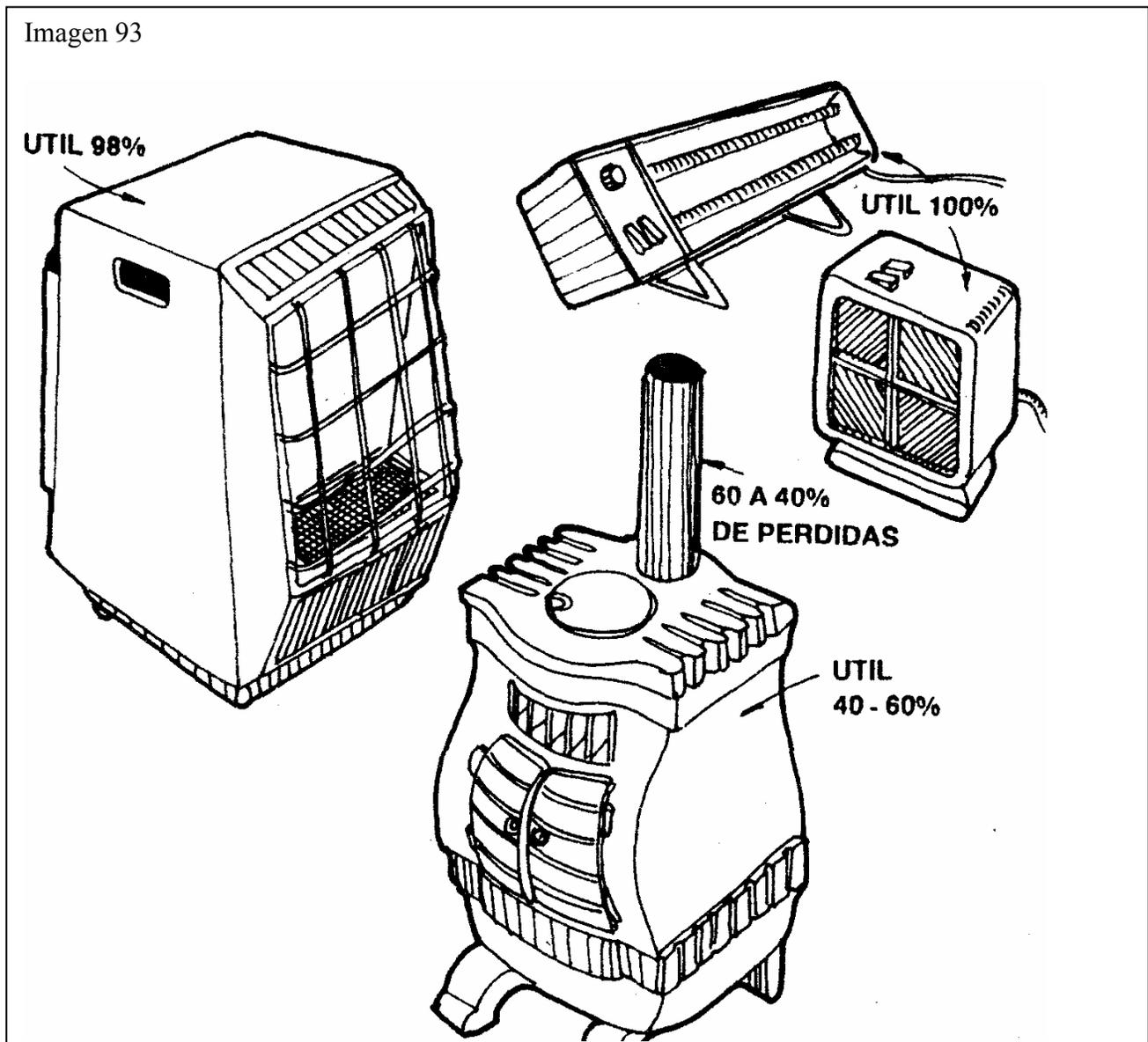


## V. ESTUFAS

Más de la mitad de la leña que se corta en Chile, entre las regiones octava a décimo segunda, se consume en calefacción, sobre todo en los periodos fríos. En estos lugares, el concepto de estufa está también asociado a la cocina a leña, que aporta buena parte de la calefacción.

En este capítulo se mostrarán diseños específicos de estufas cuya misión principal es irradiar calor al ambiente.

Las estufas convencionales a gas y eléctricas se han mostrado muy eficientes como convertidores energéticos, ya que todo el calor generado ingresa a la habitación. En el caso de una estufa a leña existe la necesidad de enviar los humos fuera de la habitación por medio de una chimenea. Este "tiraje" requiere de calor, con lo cual siempre una parte de éste será despedido al exterior por medio del humo, perdiéndose para los efectos de calefacción. Por lo tanto nunca una estufa a leña podrá tener eficiencias energéticas semejantes a la del gas o eléctricas. (Fig. 93)

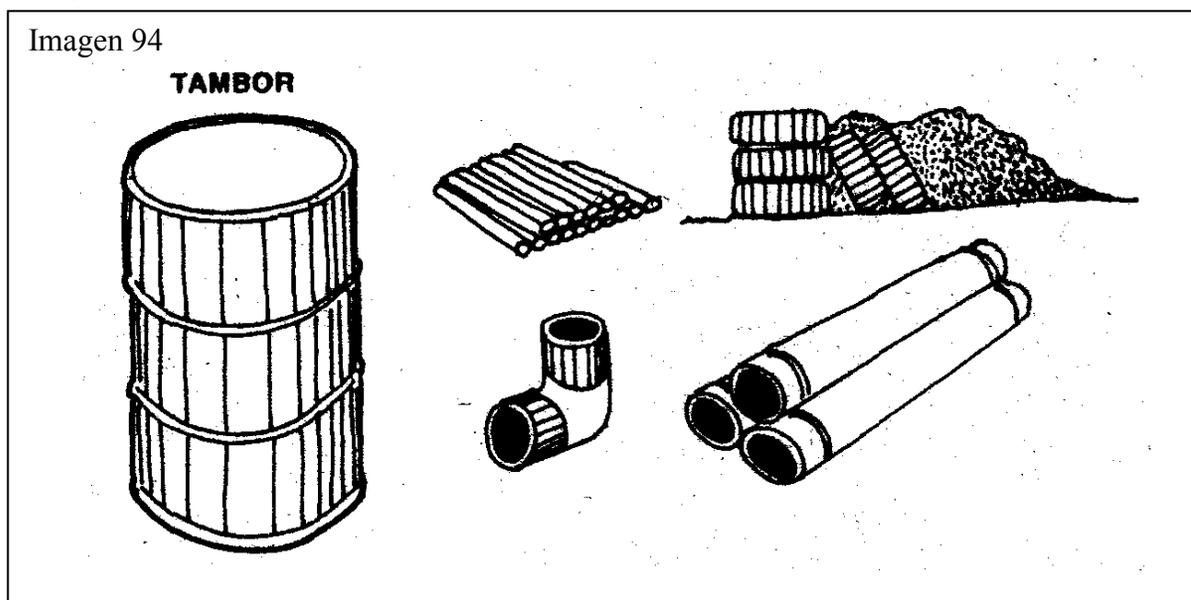


## 1.- Estufa en tambor

El tambor de desecho es un elemento de acceso relativo en muchos lugares del país. El disponer de uno ahorra buena parte del trabajo para la confección de una estufa. En su defecto es posible construir una estructura cilíndrica adecuada con lata de 0.8 o 1 mm. El asunto es disponer de una superficie metálica que, además de contener al sistema, permita la radiación del calor a la habitación:

La estufa de tambor puede hacerse directa o de tipo convectivo de doble cámara.

**Materiales:** Un tambor del tamaño deseado. En este caso se trabajará con uno de 100 litros, de aproximadamente 46 cm. de boca y 72 cm. de altura, fierritos de  $\frac{1}{2}$ " x 20 cm. para una parrilla de leña, un codo de 4" y tubería para la chimenea. El tambor debe tener sus dos tapas o estar hermético, se necesita un poco de barro y bloques para la base. (Fig. 94)



### Construcción:

**a)** Cortar el tambor de modo de dejar los pasos para la chimenea, las entradas de leña y el cenicero. El mismo trozo cortado para la entrada de leña deberá ajustarse para lograr una tapa hermética. Una puerta de 15x15 cm. es suficiente para la carga con leña de pequeño tamaño. (Fig. 95)

**b)** Construcción del cenicero: el cenicero deberá ser una cajita de lata que quede bajo toda la parrilla y permita recibir y retirar las cenizas. Sin embargo, la misión más importante del cenicero será controlar la entrada del aire que ingresará bajo la leña. Con este control del aire de ventilación se puede controlar la combustión de la leña y regular correctamente la intensidad de la llama. Para que esto sea efectivo deben cumplirse dos cosas:

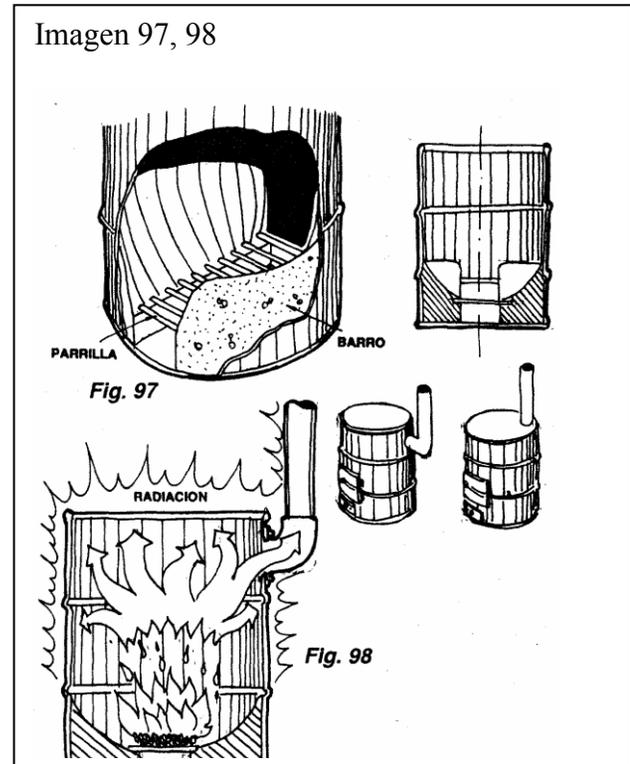
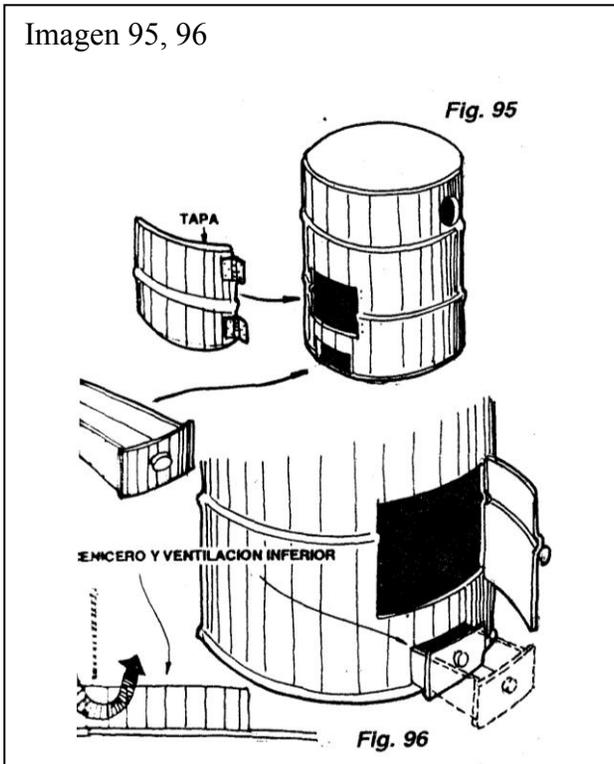
1) Que la tapa de leña ser realmente hermética.

2) Que el cenicero también pueda ajustarse herméticamente al tambor, de modo de controlar el aire con distintos grados de apertura. (Fig. 96)

**c)** Construcción del fondo de la parrilla de leña: Es necesario que todo el proceso de combustión de la leña quede aislado del piso de la habitación por una capa de tierra (barro) de unos 15 cm. de espesor. Esto permitirá la construcción de un canal para la baja del cenicero. También es posible hacer un piso inclinado de modo que la leña siempre esté sobre el cenicero. Todo esto puede hacerse con bloques, ladrillos y barro. (Fig. 97)

**d)** El siguiente paso es la ubicación del tubo de tiraje. Ubicarlo por un costado con un codo de tubería o justo al centro de la tapa con una salida recta.

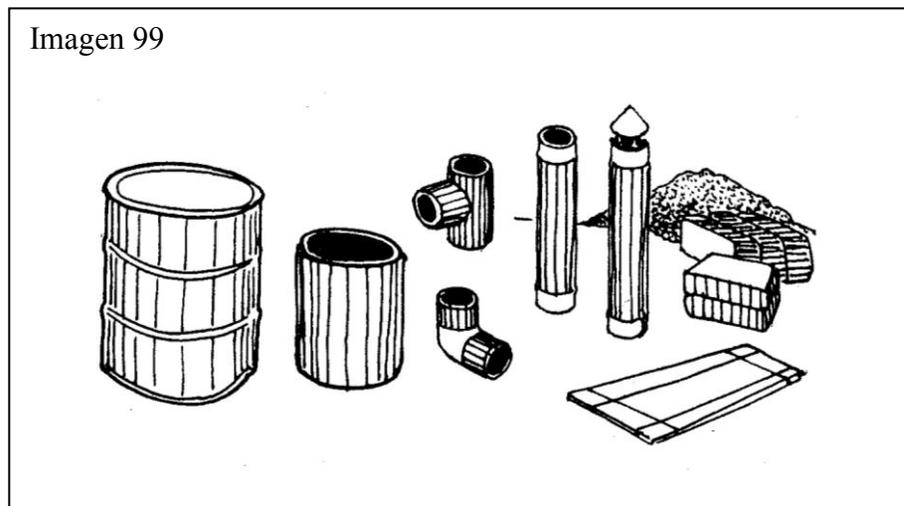
Se advierte que más de la mitad del calor puede escapar por la chimenea, por lo tanto la tubería debe considerarse como parte del difusor del calor. (Fig. 98)



## 2.- Estufa convectiva de doble cámara

Este diseño de parece mucho a la estufa de aserrín mostrada en el punto 4.3. La idea central es crear un espacio mayor donde lograr la combustión total de los gases de la leña, antes de que estos escapen por la chimenea. Se logra aquí con dos tambores concéntricos y una chimenea de derivación de dos vías

**Materiales:** Un tambor de 60 litros para carga de leña con perforaciones en la base para lograr una ventilación del combustible, un tambor de 100 litros, un codo, una T y tubería de 4" para la chimenea, lata para el cenicero y barro con bloques para el fondo. (Fig. 99).



### Construcción:

- Preparar el tambor de carga de leña como se indica en la Fig. 100
- El tambor mayor llevará una perforación controlable para el cenicero, que será, a su vez, el ingreso variable del aire. También hay que perforar las uniones al codo y la T. El tambor debe tener una tapa de quita y pon que permita operar la carga de leña. (Fig. 101)
- El tubo de salida debe llevar en la T una lámina tipo templador que permita derivar el flujo de calor.
- El fondo del tambor debe rellenarse de modo que se produzca la aislamiento del piso y quede un espacio para el cenicero (tal como se aprecia en la Fig.102).
- El aspecto terminado es igual al de la estufa de aserrín. El sistema de carga en este caso es por la tapa superior, existiendo la posibilidad de hacer una boca lateral de leña que comunique los dos tambores (adaptación graficada en la Fig. 103).

### Funcionamiento:

**Carga:** Se recomienda cargar el depósito de leña con la madera hacia arriba. Colocar en el tambor y cerrar bien la tapa superior. Ubique "chamisa" o ramas pequeñas sobre la perforación central para, de este modo, iniciar el fuego. (Fig. 104)

Una vez iniciado, hay que esperar que el tiraje se caliente y luego, cerrar el paso en la T, para dirigir los gases en combustión hacia abajo, rodeando el tarro de carga. Esta es la doble cámara donde se completa la combustión con aire aportado por el mismo cenicero. (Fig. 105)

Imagen 100, 101, 102, 103

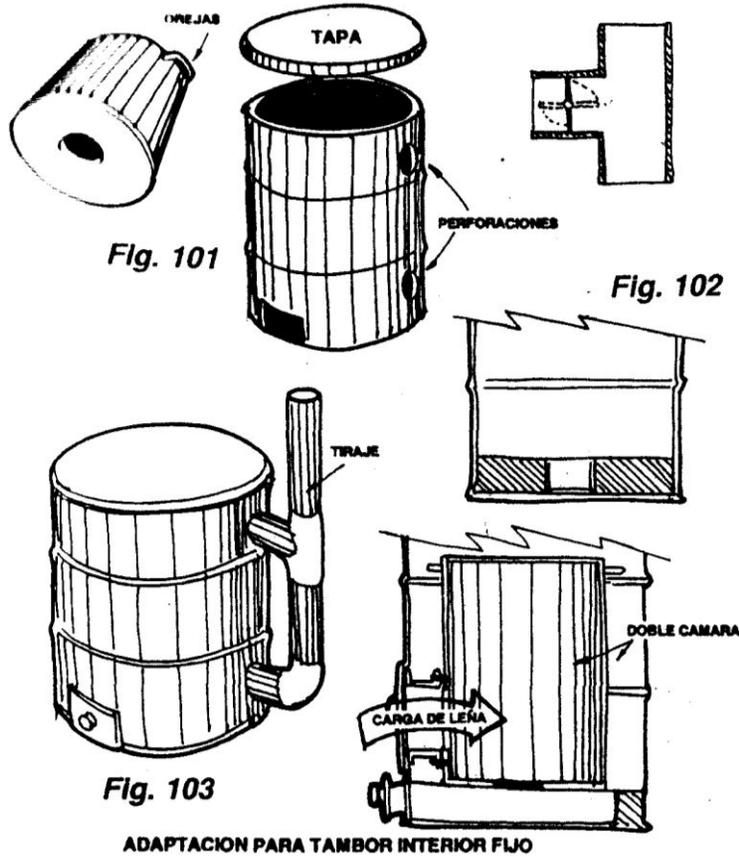
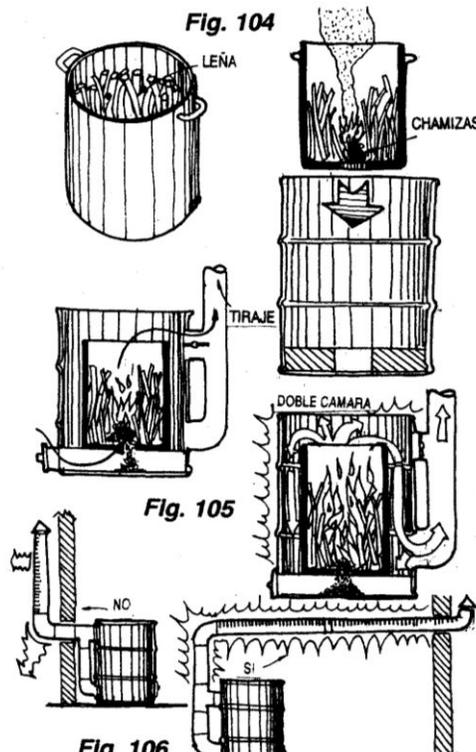


Imagen 104, 105, 106



### 3.- Usos de chimenea como radiador ambiental

Tal como se acotó en capítulos anteriores, la chimenea de los quemadores es portadora de una gran cantidad de calor, que suele irse al ambiente exterior sin realizar un trabajo efectivo. En las estufas, estas son pérdidas no deseadas. Lo que se desea es que el calor se distribuya en el interior de la habitación.

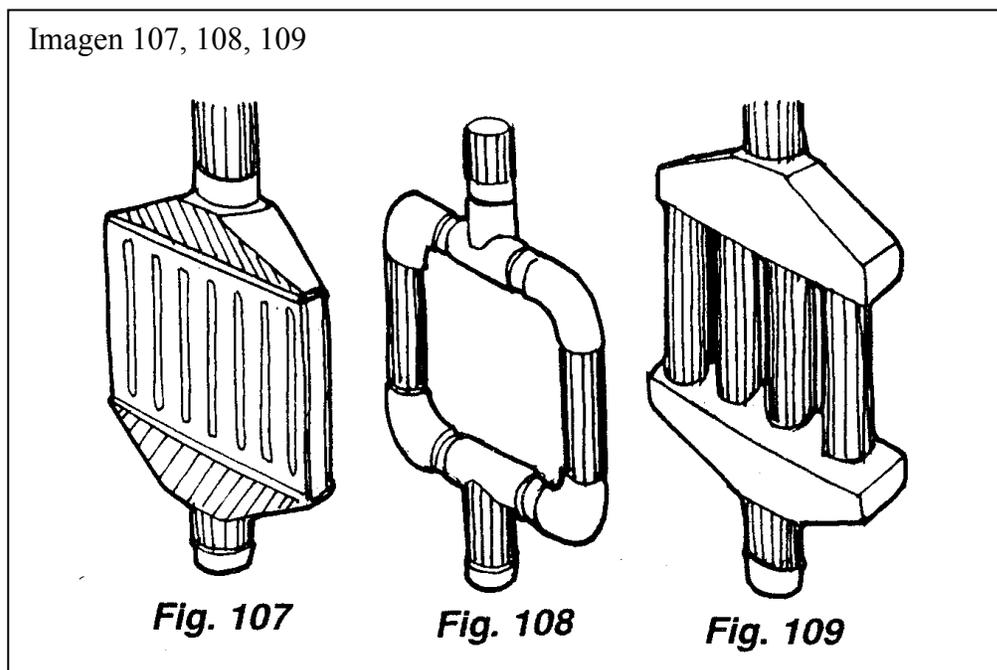
En este punto surgen diversos tipos de radiadores de calor, acoplables a las chimeneas de tubo usadas en los quemadores de este libro.

- La primera idea es prolongar la longitud del paso del tubo por el interior de la habitación. (Fig. 106)
- La segunda idea es generar derivaciones para el humo de modo que se aumente la superficie de contacto entre la salida del calefactor y la habitación a calefaccionar.

**A)** Placa radiadora acoplable a la chimenea: Este artefacto es una suerte de atachamiento del tubo y requiere de un buen trabajo de latas para lograrla adaptación. (Fig.107)

**B)** Doble derivación: Para hacer este radiador es necesario contar con dos "T", cuatro codos y la tubería necesaria para completar el derivador de la figura. Este derivador significa también una ampliación de la superficie de difusión. (Fig.108)

**C)** En muchas hojalaterías y fábricas de chimeneas es posible encontrar un derivador de cuatro o seis caños, ajustados contra colectores rectangulares que se acoplan finalmente a la chimenea. En éstos se intenta generalmente que la suma de las secciones de los caños sea igual al a sección de la chimenea. (Fig. 109)



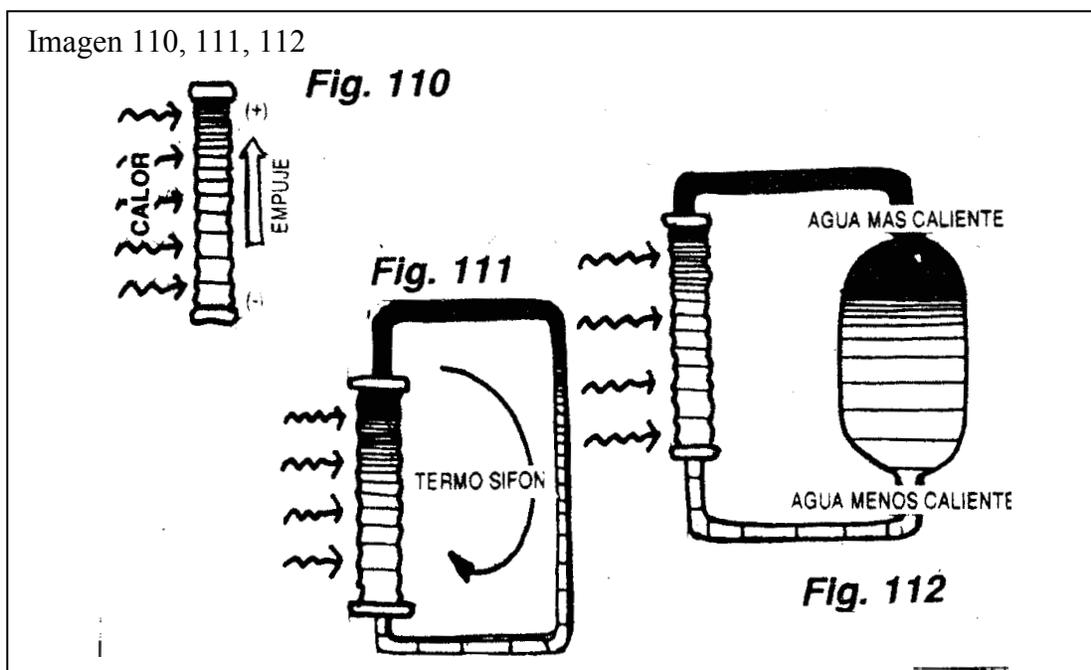
#### 4.- Uso de la chimenea como calefactor de agua

Una interesante forma de ocupar el calor sobrante de una chimenea de tiraje es calentar agua. Esto siempre es bienvenido en un hogar, sobre todo si, para lograrlo, se ocupa el calor que normalmente se pierde, sin afectar el uso normal del quemador. Esto último es muy importante si se lo compara con los serpentines acoplados a la cocina, que enfrían el artefacto tomando calor útil a otro servicio.

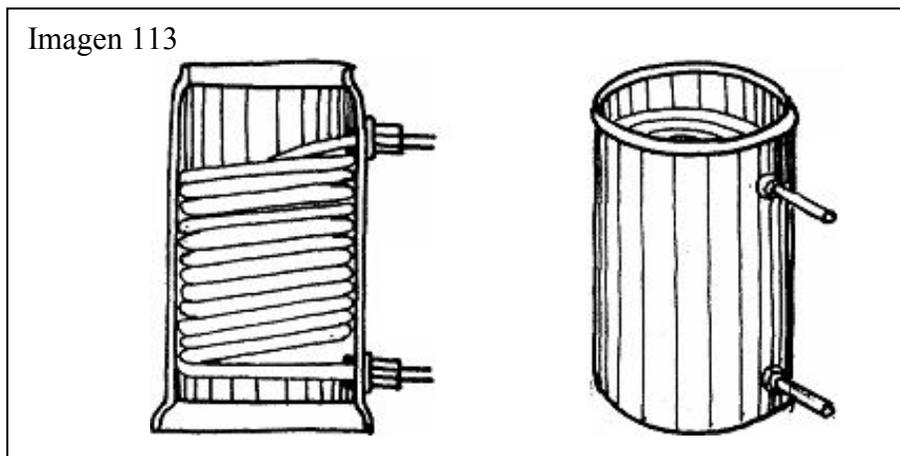
Algunas experiencias muy interesantes del uso de intercambiadores de calor por termosifón en la chimenea han sido llevadas adelante por Don Víctor Lara, Jefe del Taller de Tecnologías del Centro El Canelo de Nos. En este trabajo se ha logrado adaptar pequeños serpentines concéntricos al tubo en caños normales de 4 o 5 pulgadas de diámetro, logrando un pequeño aparato que puede incorporarse a cualquier chimenea con los quemadores descritos en este libro.

##### Principio del termosifón:

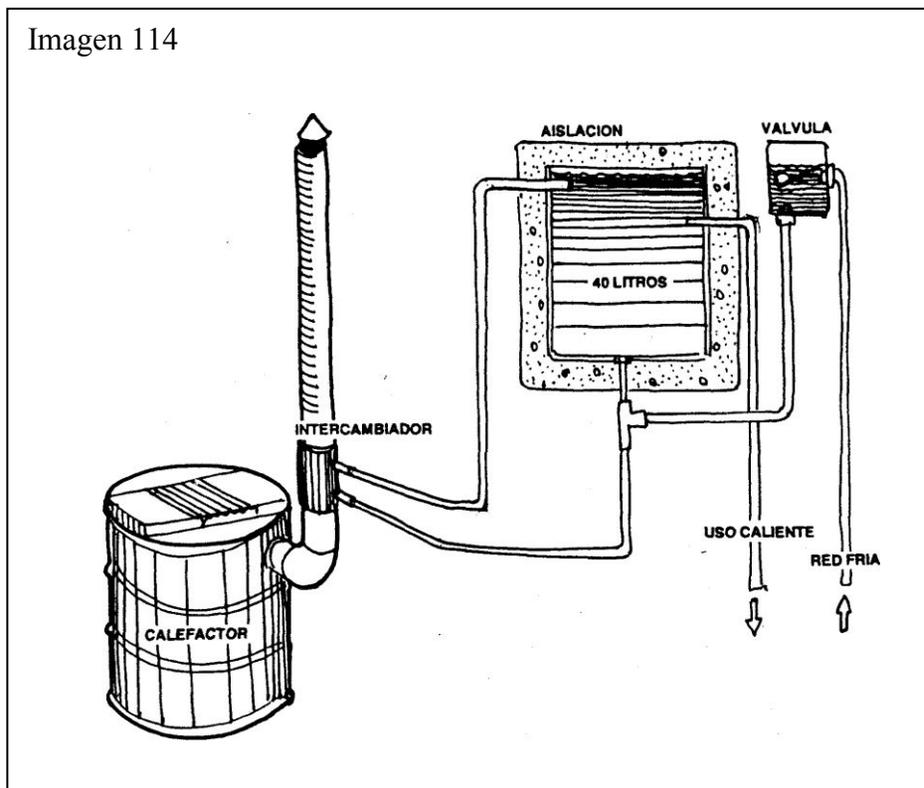
- El agua caliente flota sobre la fría. Este fenómeno convectivo es posible de apreciar al hervir agua con impurezas en su interior. En cualquier estanque, la caliente se estratifica siempre desde el volumen mas frío al más caliente. (Fig. 110)
- Cuando esto ocurre en un tubo expuesto al calor y conectado a u circuito de agua, actúa como una verdadera bomba de agua, haciendo circular el líquido en sentido frío a caliente. (Fig.111)
- Si en el camino de movimiento del agua caliente se intercala un volumen mayor de agua, como un estanque, lentamente éste tendera a calentarse a la temperatura del circuito. Si el flujo se detiene por la ausencia de calor en el impulsor, el agua quedará estratificada al interior del volumen. (Fig112)



- La forma de aplicar esto a un serpentín de 5" de diámetro exterior es lo que se muestra en la Fig.103
- El serpentín va adaptado a un trozo de tubo de 5" de no mas de 30 cm., con las respectivas conexiones de salida y entrada (arriba y abajo). Hacer el serpentín es muy fácil utilizando, en este caso, tubo de cobre recocado de 5/8 de pulgada. La canalización al estanque se hace en 1/2". El agua no va a llegar mas allá de los 100° C, por lo que se puede usar cañerías plásticas que soporten agua hirviendo. (Fig. 113)



El diagrama completo de conexiones y el sistema de uso se ven en la figura 114. Si se dispone de algún sistema del llenado continuo es posible mantener constante el volumen del contenedor. Éste, por cierto, es conveniente aislarlo térmicamente, así el agua no se enfría al estar las paredes al aire, y puede conservarse caliente por muchas horas. Es un excelente sistema para disponer del líquido para ducha, lavado de platos o precalentado para la olla o la tetera. Es un buen modo de mejorar la eficiencia de su quemador de leña usando el calor que normalmente va a pérdida. (Fig. 114)



## **VI. PRODUCCIÓN Y COSECHA DE LEÑA, CONSIDERACIONES AMBIENTALES**

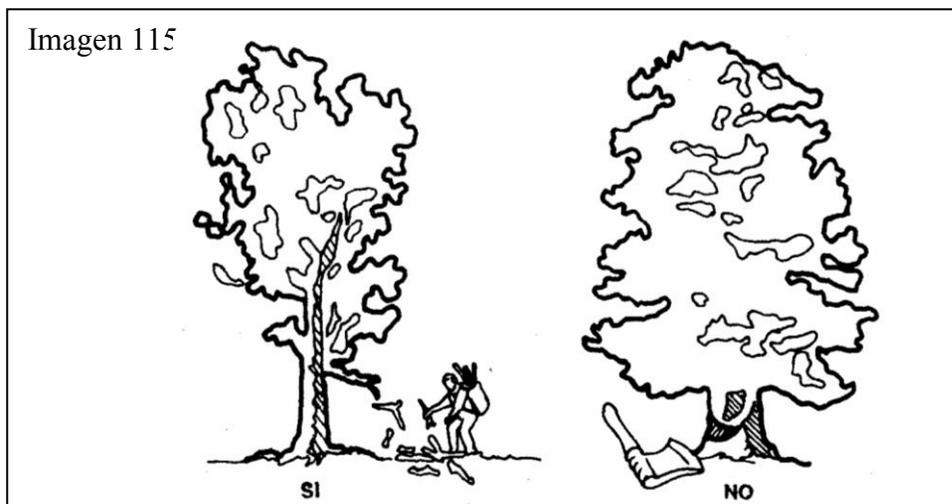
Remarcando lo dicho al principio de este libro, la propuesta de fondo y de futuro debiera ser el no sacrificar materia orgánica vegetal para fines de quemado energético. Sin embargo, considerando la magnitud actual del problema de la leña y la gran cantidad de seres humanos involucrados en su consumo, parecerá imposible revertir este proceso en las próximas décadas. Ante ello se puede plantear su amortiguación, reduciendo los impactos ambientales y mejorando la calidad de vida de los consumidores de leña.

Este libro pretende introducir ofertas tecnológicas que reduzcan los impactos. Uno muy importante, que debería ser resuelto, se relaciona con la producción y recolección de leña en su fuente de origen. Por un lado está la degradación de las cuencas geográficas y por otro la escasa disponibilidad de leña en los entornos de la gran mayoría de los actuales usuarios.

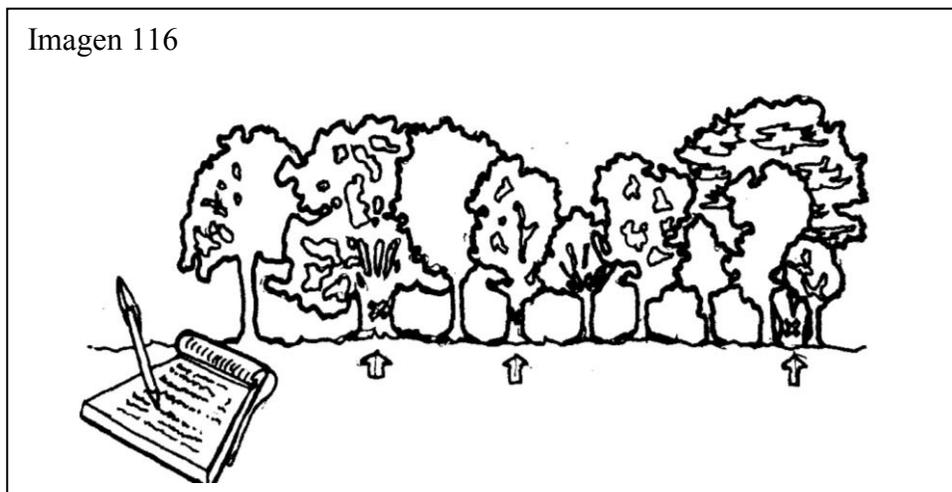
Ante estos dos puntos, las propuestas que aquí se presentan deben ir acompañadas con criterios para el manejo racional de la masa vegetal leñable que supone la comunidad.

**Estos criterios apuntan a varias acciones:**

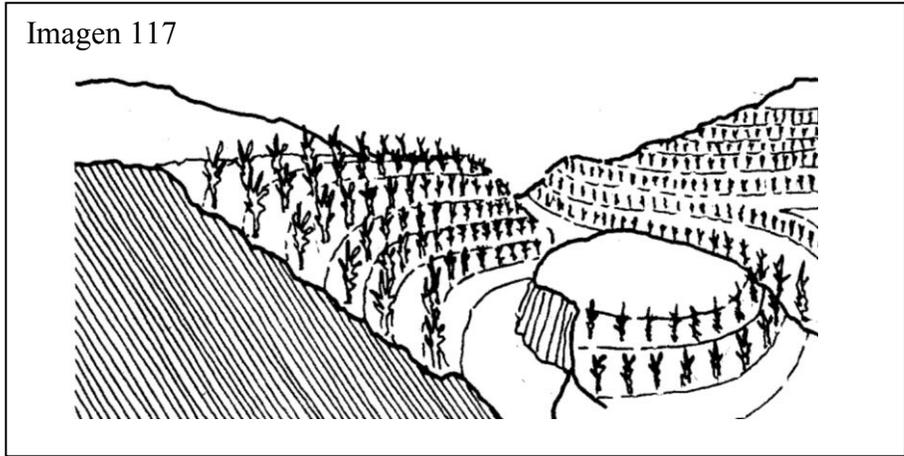
- 1) Proponer, mediante el uso de quemadores mejorados, a la “cosecha” de leña que no involucre tala o eliminación de vegetales. (Fig.115)



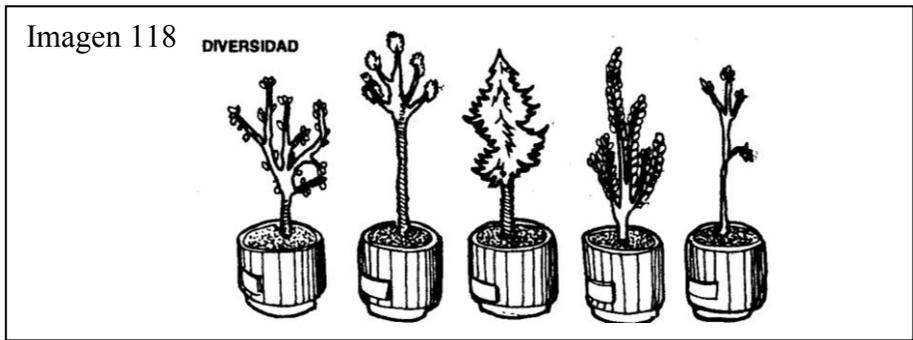
- 2) Manejo racional de la fuente de leña de modo de permitir su recuperación, crecimiento regulado, raleo, selección, etc., dimensionando en forma realista la oferta-demanda de leña en el tiempo. (Fig.116)



3) Recuperación de terrenos dañados por la erosión, quebradas y tierra agrícolamente inútiles, por medio de plantaciones dendroenergéticas controladas. (Fig.117)

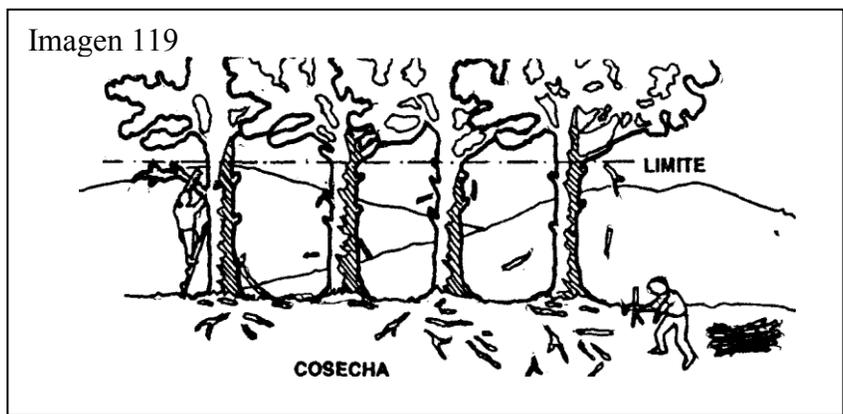


4) Selección de especies tanto endógenas (propias), como exógenas (extranjeras), que sean factibles de cultivar con éxito en el lugar elegido con fines principalmente energéticos. (Fig.118)

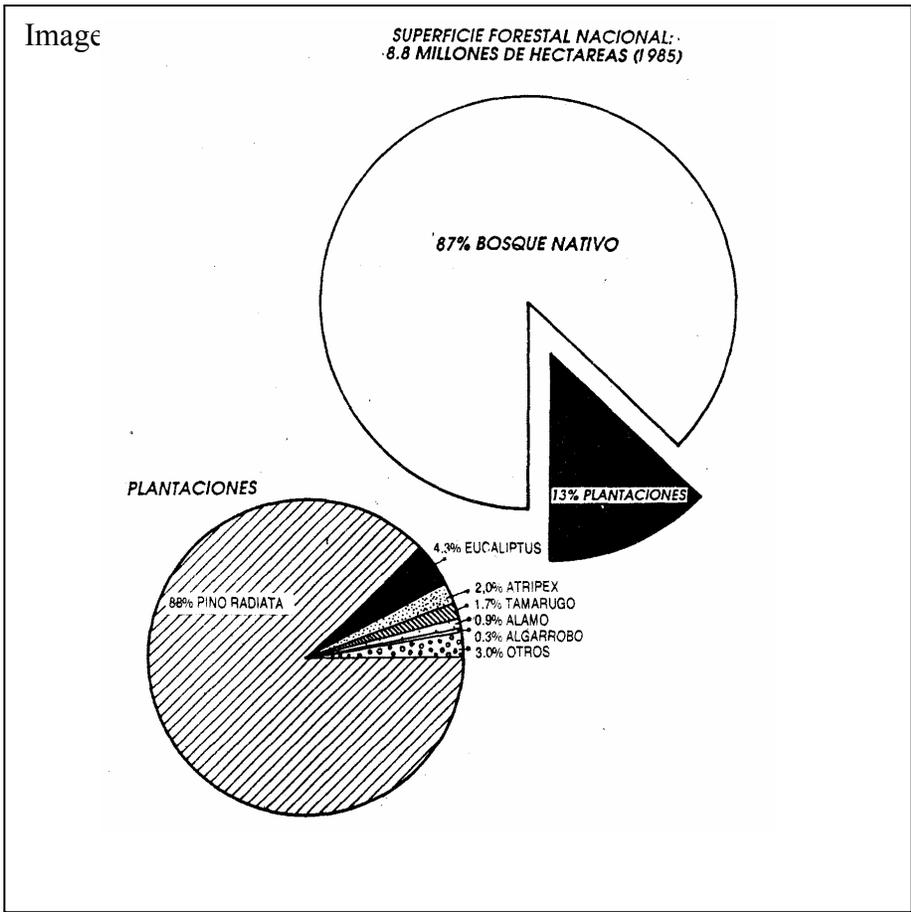
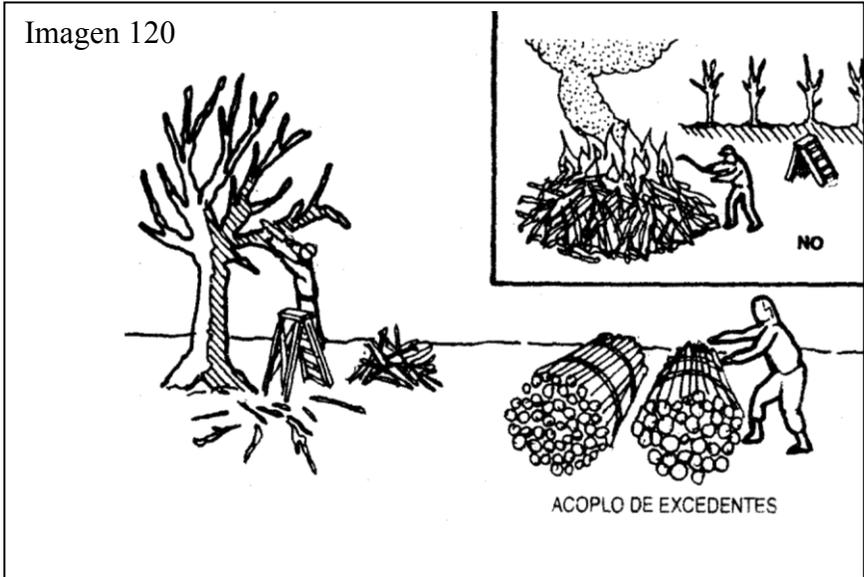


5) No ocupar lugares de potencial uso agrícola del previo, sino que tratar de colonizar sitios ya degradados o potencialmente difíciles para otros cultivos.

6) Hasta aquí se ha tratado de criterios para aprovechar sitios difíciles o áreas ya degradadas. En el caso de situarse el problema de leña en zonas de especies nativas, sean renovables o especies intactas debiera consultarse un plan de manejo racional que alterara mínimamente el ecosistema. Es aquí donde la cosecha de leña ya desprendida es coherente con el uso de quemadores de bajo consumo para trozos de pequeño tamaño. (Fig.119)

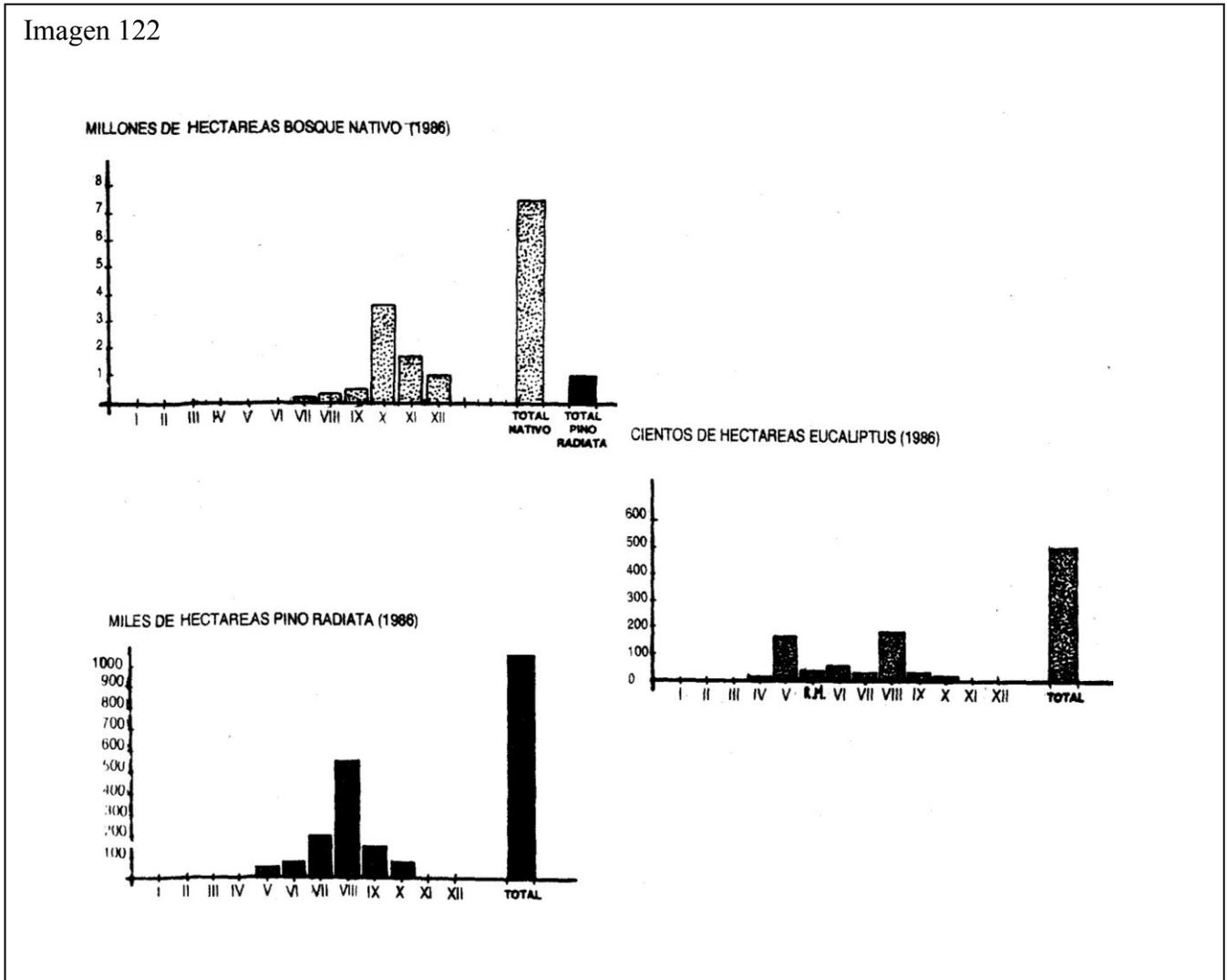


7) En zonas donde normalmente se producen excedentes agrícolas o productivos, que suelen ser rosados, quemados, o desperdiciados, la comunidad puede organizar sistemas de acopio. Esto se refiere a cañizales, sarmientos, zarcillos, restos de podas, virutas y aserrín. (Fig.120)



Sin embargo, es a dimensión real del negocio forestal lo que ha impulsado con gran incidencia el Pino Radiata. En estados Unidos entrega 7 metros cúbicos de madera por hectárea al año, en Canadá llega a 1.5, mientras que en Chile se han medido 25 metros cúbicos por hectárea. Esto sumado a la mano de obra barata incentiva por un lado la desprotección del bosque nativo y por otro el crecimiento de las inversiones en Pino Radiata.

Comparar por regiones las plantaciones existentes con la disponibilidad nativa muestra un ejemplo del potencial existente por especies. (Fig.122)



## VII. COMENTARIO

Hacer uso eficiente de la leña es un desafío social, económico y ambiental que debe resolverse en el corto plazo. En este sentido, el presente libro representa un aporte, entre muchos, al desafío inmediato. Existe el serio peligro de fomentar el uso de la leña lo cual agrava de un modo evidente un problema ambiental. Las emisiones del CO<sub>2</sub> atmosférico deberían ser controladas en todo el planeta en un plazo más bien corto. Los quemadores mejorados logran disminuir en parte el problema, pero en ningún caso lo evitan.

En las experiencias de terreno con los modelos aquí expuestos siempre el resultado ha sido una mejora evidente de la calidad de vida de los usuarios, asunto que sobrepasa el nuevo uso eficiente de la leña.

Todos los modelos expuestos en este libro han sido suficientemente probados y difundidos como para asegurar su éxito. Es indispensable, eso sí, considerar que este tipo de tecnología basa sus buenos resultados, fundamentalmente, en los aspectos educativos de la difusión tecnológica. En todos los procesos en que se ha usado esta tecnología, los esfuerzos dedicados al tratamiento socio cultural de la técnica han superado con creces a la tecnología en sí. Son cientos las personas que, hasta hoy, han recibido formación en este tema; sin embargo, no se nota aun un impacto definido. Es necesario, sobre todo, una decisión política profunda que asuma la dimensión total del problema leña en Chile y actúe en consecuencia.

La Comisión Nacional de Energía ha creado en democracia al área del uso eficiente de la energía, y también ha iniciado el área de energéticos renovables y medio ambiente. Ambas decisiones forman una buena base para iniciar acciones en el tema de la leña entre tantos otros.

Existe la agrupación de ONG por el uso eficiente de la energía que función por convocatoria y patrocinio de la Comisión Nacional de Energía. El autor forma parte de ésta y, en gran medida la experiencia recogida en este libro ha sido labor de las ONG's que la conforman.

*Con Con, Dic. 1992*

## VIII. Bibliografía:

- El Sector Energía en Chile, Comisión Nacional de Energía, 1989.
- El Sector Energía en Chile, Comisión Nacional de Energía, 1990.
- Balance de Energía, Comisión Nacional de Energía, 1971,7990.
- Eficiencia de artefactos domésticos para cocinar, calentar agua y calefaccionar, G. Stolz, Comisión Nacional de Energía, 1985.
- Estufas Para Ahorrar Combustible, Gate, GTZ, 1985, Friedr. Vieweg & Sohn.
- Energía Para el Desarrollo Rural en caso de las Comunidades de Coquimbo, Prien, UCH, Juan Carlos Sáez.
- Manual Para el Uso Racional de Energía en la Comuna, Agrupación de ONG's por el Uso Eficiente de la Energía, 1991, Pedro Serrano R.
- Gestión en Uso Eficiente de la Energía e Impacto Ambiental, Agrupación de ONG's por el Uso Eficiente de la Energía, 1992, Pedro Serrano R.
- Cocinas y Hornos de Barro, Ed. Cetal, 1986, Pedro Serrano R.

## **INDICE**

<b>PRESENTACION</b>	<b>3</b>
<b>I. LA LEÑA EN CHILE Y EL MUNDO</b>	<b>5</b>
<b>II. LA COMBUSTION DE LEÑA, COMO MEJORARLA</b>	<b>11</b>
<b>III. QUEMADORES MEJORADOS EN BARRO</b>	<b>17</b>
3.1. La tecnología	
3.2. Cocina domestica de 2 ollas	
3.3. Cocina comunitaria o para pequeño productor	
3.4. Horno hemisférico	
3.5. Horno mixto de tambor	
3.6. Califont de tambor	
<b>IV. QUEMADORES DE ASERRIN</b>	<b>49</b>
4.1. Presentación. Como quemar eficientemente el aserrín	
4.2. Chon-chón simple	
4.3. Estufa de aserrín	
4.4. Cocina con alimentador continuo	
<b>V. ESTUFAS</b>	<b>59</b>
5.1. Estufa en tambor	
5.2. Estufa convectiva de doble cámara	
5.3. Usos de chimenea como radiador ambiental	
5.4. Usos de chimenea como calefactor de agua	
<b>VI. PRODUCCION Y COSECHA DE LEÑA</b>	<b>69</b>
<b>VII. COMENTARIO</b>	<b>76</b>
<b>VIII. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>77</b>

