



Secretaría
de Estado de la Energía



Estufa Rocket

Manual para la construcción

Introducción

Durante los meses de invierno la demanda de energía eléctrica registra un aumento muy importante debido, en gran medida, al uso de estufas eléctricas de alto consumo.

Estos artefactos son usados principalmente en viviendas o instituciones que no tienen acceso a una fuente de calor más económica y eficiente, como la calefacción a gas de red, dado que el costo del gas envasado es elevado y muchas veces prohibitivo.

Al mismo tiempo, la mayoría de las poblaciones de la Provincia de Santa Fe tienen como residuo un combustible de naturaleza renovable: las ramas y leña procedentes de las las operaciones de poda.

Las Municipalidades y Comunas se ven obligados a gastar recursos para el traslado a grandes distancias de los restos de poda de calles, parques y jardines para su disposición final.

Esta propuesta es una alternativa más económica, con ventajas medioambientales y productivas: el aprovechamiento de ese recurso en este tipo de estufas eficientes.

Asimismo, es interés del Gobierno de Santa Fe, poder otorgar herramientas de capacitación como este manual con el objeto de fomentar la mano de obra local y la posibilidad de desarrollar microemprendimientos.

Como gestión de gobierno, hemos realizado talleres en los que ya se han construido varias unidades de estas estufas, mejorando las calidad de vida de sus beneficiarios; es por ello que consideramos interesante hacer accesible el material que aquí se presenta para que estos ejemplos se transformen en miles.

Santa Fe Avanza.

El Uso Racional y Eficiente de la Energía y la implementación de fuentes renovables, deben convertirse en una verdadera política de Estado para un desarrollo energético sustentable y socialmente equitativo.

Índice

	Objetivos de este manual. Características de las estufas Rocket y del diseño descripto	6
	Aspectos generales.....	6
	Partes de la estufa Rocket.....	8
	Costo del modelo descripto de estufa Rocket.....	8
	Herramientas necesarias	9
	Materiales	10
	Equipo y elementos de protección personal	11
	Cómo construir una estufa Rocket paso a paso	12
	Paso 1: Elegir el lugar.....	12
	Paso 2: Primer nivel - Aislación del cenicero.....	12
	Paso 3: Construcción del cenicero.....	12
	Paso 4: Construcción de la primera cámara de combustión.....	13
	Paso 5: Construcción del muro perimetral.....	13
	Paso 6: Construcción de la segunda cámara de combustión.....	14
	Paso 7: Construcción del Banco Térmico.....	14
	Paso 8: Construcción de la parte superior sobre las cámaras de combustión.....	15
	Paso 9: Ventilación.....	16
	Alternativas de diseño al modelo básico descripto.....	18
	Fuentes bibliográficas y referencias	21



Objetivos de este manual. Características de las estufas rocket y del diseño descripto

Aspectos generales

Este manual intenta brindar la información necesaria para construir uno de los modelos de las estufas de masa térmica de alto rendimiento, denominadas "Estufas Rocket".

Una estufa tipo rocket es un sistema de calefacción de ambientes innovador y eficiente que funciona muy bien con pequeños trozos de madera, como los procedentes de restos de poda y escamoda, material habitualmente de descarte, que en la mayoría de los municipios y comunas de la Provincia de Santa Fe son un problema en cuanto a su disposición final, y con el cual no funcionan correctamente las estufas convencionales. Se consideran estufas de alta eficiencia porque, a diferencia de los hogares de leña comunes que sólo transfieren al ambiente el 30% de la energía contenida en la madera, perdiendo el resto por la chimenea; estas estufas logran aprovechar hasta el 70% del calor contenido en el combustible, que luego se transfiere al interior del ambiente a calefaccionar. Las estufas rocket logran esto gracias a dos características:



- A. Poseen una cámara de alta temperatura (600 o 700 °C a diferencia de 300 °C de las convencionales), que permite quemar también los gases de combustión y los sólidos suspendidos en ellos, y que habitualmente se pierden por la chimenea en forma de "humo", desaprovechándose su contenido calórico y contaminando el aire.
- B. Cuentan con una masa térmica, compuesta por el banco térmico (banco acumulador) y paredes que rodean a las cámaras de combustión, que permiten la acumulación posterior del calor generado, logrando inercia térmica. Esto permite que la masa continúe irradiando calor varias horas después de haberse apagado la estufa, de manera que puede estar encendida sólo algunas horas por día, ahorrando leña.



Si bien existen muchas opciones constructivas, hay dos modelos básicos a nivel técnico. Aquí se describe el modelo llamado "L", por la forma de su cámara de combustión y tipo de alimentación de la leña, que se adapta a usos en una vivienda familiar, con carga por el interior, lo que aumenta aún más la facilidad de limpieza de estas estufas.

Las dimensiones y cantidad de materiales que se consignan en este manual son para una estufa de 12.000 kcal/h, capaz de calefactar una habitación de 85 m³ o de 30 m² de superficie aproximadamente (considerando una altura del recinto estándar de 3 m), características que consideramos que cubren un alto porcentaje de

los posibles interesados. Como se verá posteriormente, el banco térmico puede recorrer varias habitaciones de la vivienda, si se desea, calefactando también esos espacios.

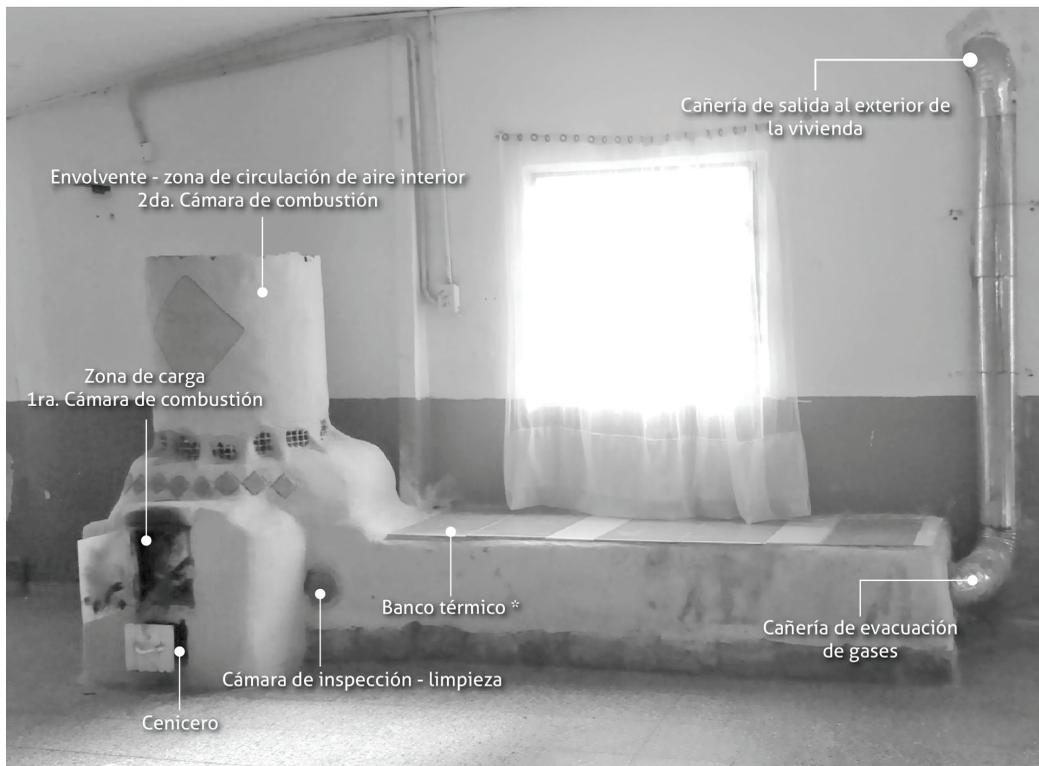
Sin embargo, la intención es que el lector entrenado (albañiles, personas idóneas en construcción, maestros mayores de obra y arquitectos), luego de comprender esta tecnología y sus fundamentos a partir de este manual, pueda profundizar en los conceptos (mediante información ampliamente disponible en las referencias que se incluyen u otro material bibliográfico) y así tener las herramientas para modificar capacidades y tamaños, según la situación particular y necesidades.

Dado que la materia prima ideal para estas estufas, como se ha mencionado, son los restos de poda y escamonda, será imprescindible el involucramiento de los municipios y comunas en la provisión de este material, colaborando de esta manera con el ambiente, al reducir la cantidad de residuos y sustituir otras fuentes de energía convencional, como el gas envasado o la energía eléctrica.

Estas estufas brindan un alto nivel de seguridad por dos razones: en condiciones normales de funcionamiento, tal como se expresó anteriormente, el sistema logra oxidar los gases de combustión totalmente, siendo el producto final sólo dióxido de carbono (y no monóxido, que es letal); a esto se suma que su tiraje garantiza la evacuación de estos gases al exterior.

Partes de la estufa Rocket

Una estufa rocket consta de las siguientes partes:



** Los ductos en su interior transportan los gases al exterior de la vivienda, debido a la cantidad de material que aloja en su interior conserva la temperatura por tiempo prolongado, es decir que aporta inercia térmica.*

Costo del modelo descrito de estufa Rocket

Para el modelo que se describe, considerando un banco térmico de 2 metros de longitud*, el costo aproximado de materiales necesarios y mano de obra es de:

\$5.000- (cinco mil pesos).

⚠ Este valor es orientativo y dependerá de los precios que brinden los proveedores de la zona.

** El banco térmico puede variar su longitud de acuerdo a las características y necesidades de la vivienda.*

Monto calculado en base a costos de la construcción al mes de Agosto de 2014. Se sugiere actualizar este monto en base al Índice del Costo de la Construcción, que se puede obtener en distintos portales, tales como CIFRAS on-line y otros (ver referencias al final del manual).

Herramientas necesarias

Herramientas esenciales:

- Hormigonera común de obra
- Cable alargue
- Pala
- Baldes
- Carretilla
- Trincheta o cuchillo filoso
- Nivel de 0,6 m o 1,2 m
- Cinta métrica
- Amoladora
- Discos diamantados
(para corte de ladrillos refractarios)
- Disco de corte para metal
(para zinguería o cortes necesarios)
- Pedazo de plástico o lona de +/- 2,5 m x 3 m
(para hacer mezcla)

Herramientas extras:

- Taladro-percutor
- Remachadora
- Martillo
- Maza
- Corta fierros
- Cuchara de albañil, fratachos, llanas para revoque fino, espátulas
- Pinceles
- Tijera para cortar chapa
- Pinza o tenaza
- Malla de mosquitero o zaranda fina
- Trapos y/o pedazos de colchón viejo y/o esponja

⚠ El uso de las “herramientas extras” dependerá de las condiciones del espacio y de las decisiones de diseño.



Material es

Material es	Cantidad	Unidad	Observaciones
Ladrillos Refractarios	100	uni.	5,1 x 11,0 x 23,0
Mortero Refractario *	2	uni.	bolsa 10 Kg.
Caños chapa D. 6"	2	m.	según alt. corresp.
"H" 6"	1	uni.	
Tee 6" c/tapas	1	uni.	
grampas abrazaderas 6"	2	uni.	
Perlita Expandida **	4	uni.	bolsa de 125 lts.
Malla o lámina metálica ***	1	uni.	1m. x 2m.
Metal desplegado ****	1	uni.	1m. x 2,5m.
Tambor	1	uni.	de 200 lts.
Rejilla de hierro	1	uni.	a medida
Puerta horno c/marco de hierro	1	uni.	a medida
Cenicero de chapa c/marco	1	uni.	a medida
Ladrillo cocido común	310	uni.	5,0 x 12,0 x 25
Cemento (<i>en reemplazo de mortero</i>) *****	1	uni.	bolsa 40 Kg.
Arena	1/2	m ³ .	
Tierra (<i>colorada preferentemente</i>)	1	m ³ .	
Cal	1	uni.	bolsa 20 Kg.

Notas:

* *Mortero refractario: no olvidar que, si decidimos reemplazar el mortero refractario por mortero común deberemos calcular la cantidad necesaria de arena y cemento, teniendo en cuenta revoques y morteros a realizar. En cuanto a la colocación de dicho adhesivo refractario, no se realizan uniones de 2 cm entre ladrillo y ladrillo, sino que se coloca una capa muy fina de material (del mismo modo en que se pegan los ladrillos de retak).*

** *Perlita expandida: material cerámico aislante de muy bajo costo, resultado del procesamiento de roca volcánica a la que se somete a un proceso térmico. Se presenta como esferas pequeñas, de diámetro 5 a 10 mm, muy livianas (50 a 125 g el litro).*

*** *Malla o lámina metálica: tales como chapa de zinc o mosquiteras de metal que permitan generar un cilindro cuya circunferencia debe tener un diámetro aproximadamente 10 cm menor al del tambor de 200 lts (diámetro: 60 cm).*

**** Metal desplegado: de una trama relativamente fina, de modo que podamos generar un cilindro cuyo diámetro exceda en 10 cm (aprox.) al tambor de 200 lts. Este cilindro debe servir como estructura para ser recubierto en barro, tal como se observa en la guía de construcción (paso 8).

***** Cemento preparado para albañilería: se sugiere utilizarlo en reemplazo del mortero convencional para el pegado de ladrillos, puesto que provee una mayor elasticidad. Esto nos ayuda a evitar fisuras que se producen al trabajar el material cuando se expone a cambios de temperatura.

Los materiales que aquí se consignan están ajustados a una estufa Rocket de las siguientes dimensiones exteriores, siendo las mismas; alto, largo y profundidad respectivamente:

1ra. Cámara de combustión: 0,65m x 0,85m x 1,00m

2da. Cámara de combustión: 0,95m x 0,30m x 0,30m

Banco térmico: 0,45m x 2,00m x 0,65 m

Equipo y elementos de protección personal

Se recuerda que se debe tener en cuenta las disposiciones de la Ley 19.587 de Higiene y Seguridad, expresadas en su Título VI "Protección personal del trabajador", Capítulo 19 "Equipos y elementos de protección personal", en los artículos 191 al 198 y/o cualquier otra norma que resulte aplicable; es imprescindible además, contratar los seguros pertinentes.

En particular, para este trabajo principalmente recomendamos tener en cuenta utilizar:

- Guantes moteados de ferretería (para manipular los tambores y la zinguería que luego de haber sido cortado por la amoladora, pueden ocasionar algún corte en las manos con los filos y las esquirlas o rebabas que le quedan)
- Calzado cerrado (evitar calzados abiertos: ojotas, sandalias).
- Gafas (que se utilizan en caso de usar la amoladora para cortar los ladrillos refractarios y partes metálicas).
- Protectores auditivos y casco (para el uso seguro de la amoladora).
- guantes de látex industriales (para trabajar con cal para pinturas o terminaciones).



Cómo construir una estufa Rocket paso a paso

Las etapas constructivas que a continuación se describen, se corresponden con el “paso a paso” de imágenes en la lámina independiente que se adjunta.

Paso 1: Elegir el lugar

El piso debe estar liso, nivelado, limpio y correctamente aislado de la humedad. Listo para construir sobre el mismo.

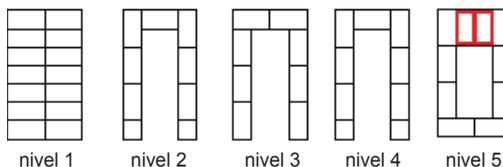
Paso 2: Primer nivel - Aislación del cenicero

El cenicero debe estar aislado para evitar la pérdida de calor. Se realiza una base de ladrillo común cocido con un hueco en el centro (*Imagen 1*), el cual se rellena con perlita (*Imagen 2*). Una vez relleno se procede a taparlo con cemento (*Imagen 3*). A los fines de evitar fracturas, se recomienda utilizar 1 parte de cemento y 4 partes de arena. Se puede utilizar también, una malla metálica que proporcione rigidez y evite que los esfuerzos de contracción, al enfriarse, produzcan fisuras.

Paso 3: Construcción del cenicero

Una vez tapado el aislante y seco el cemento continuamos con el cenicero. Se compone por una base completa de **ladrillo común** cocido (dimensiones: 25x12x5) (*Imagen 4*), luego 3 niveles de ladrillos formando una cámara interna (*Imágenes 5 y 6*) y, finalmente, un quinto nivel de **ladrillos refractarios** que separa el cenicero de la primera cámara de combustión (*Imagen 7*). En este nivel colocamos la rejilla sobre la cual se quema la madera y, cuyas cenizas, caen al cenicero (*Imagen 8*).

Se debe tener en cuenta que cuando trabajamos con ladrillo común utilizamos mortero común, sin embargo, a la hora de pegar ladrillos refractarios debemos utilizar, también, mortero refractario. De modo que podamos sostener dicha rejilla utilizamos dos ladrillos que vamos a colocar en el quinto nivel, como indican la siguiente fotografía y el esquema de niveles.



Se recomienda confeccionar una caja de chapa que reciba las cenizas para una limpieza eficaz y rápida (*Imagen 24*).

Paso 4: Construcción de la primera cámara de combustión

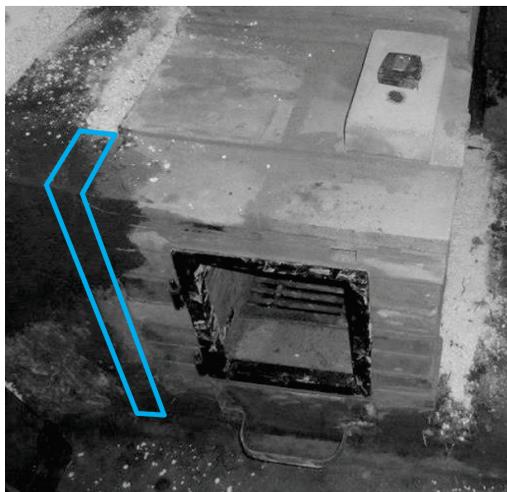
Comenzamos con una hilada perimetral de ladrillos refractarios (*Imagen 8*). Repetimos esto 4 veces trabando los ladrillos entre hilada e hilada, según corresponda (*Imagen 9*). Posteriormente construimos la tapa, también de ladrillo refractario, proyectando una apertura de conexión entre la primera y la segunda cámara de combustión (*Imagen 10*). En la parte frontal queda el espacio listo para colocar, una vez finalizada la construcción, la puerta a la primera cámara de combustión (*zona de carga de leña - Imagen 24*).

❗ Si se desea se pueden realizar dos canales sobre la tapa de la primera cámara de combustión de modo que tomen aire y contribuyan, en mayor medida, al movimiento de los gases en el interior del sistema. (*imagen 11*). Para esto debemos tener en cuenta las lajas refractarias que se colocarán por encima de los canales y de toda la tapa de dicha cámara (*imagen 12*).

Paso 5: Construcción del muro perimetral

Sobre el suelo y a la par del "cenicero" colocamos un ladrillo común de canto como guía. Esto es a los fines de obtener el espacio suficiente para conformar una cámara de aire que posteriormente será rellena. Teniendo en cuenta esto, comenzamos a construir la primer hilada de muro perimetral alrededor de las paredes laterales y trasera de nuestra estufa (*Imagen 11*). Repetimos este paso, trabando los ladrillos como corresponde, realizando 7 hiladas más teniendo en cuenta que debemos proyectar una nueva apertura para el ducto que va a ir dentro del banco térmico (*Imagen 14*). Repetimos hasta llegar a la hilada número 12. (*imágenes 12 a 15*)

Cerramos la parte delantera de la cámara de aire que hemos generado (*Imagen 15*).

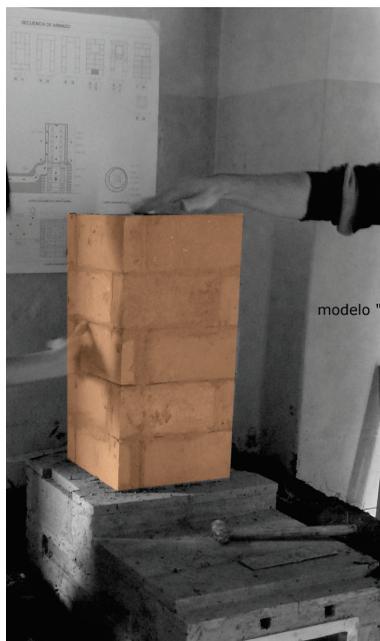
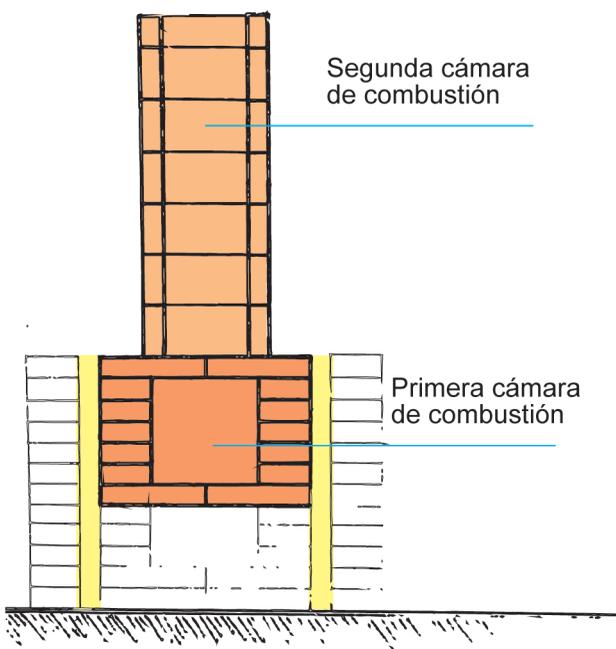


Aquí observamos cómo se va a rellenar, luego, la cámara de aire que hemos confeccionado para aislar y evitar la pérdida de temperatura.

* Los ladrillos de cierre pueden reemplazarse por barro o por mezcla (cemento). Su único fin, en este caso, es lograr un límite de contención para la perlita que se coloca posteriormente.

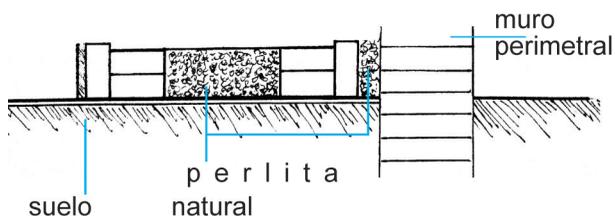
Paso 6: Construcción de la segunda cámara de combustión

Sobre la abertura que dejamos anteriormente comenzamos a levantar la “chimenea” a la que denominamos segunda cámara de combustión. Utilizamos ladrillos refractarios y realizamos una primera hilada de ladrillos, los cuales se colocan de canto y correctamente trabados dibujando un cuadrado. *(Imagen 16)*. Repetimos este paso hasta alcanzar 7 hiladas *(Imágenes 17 y 18)*.



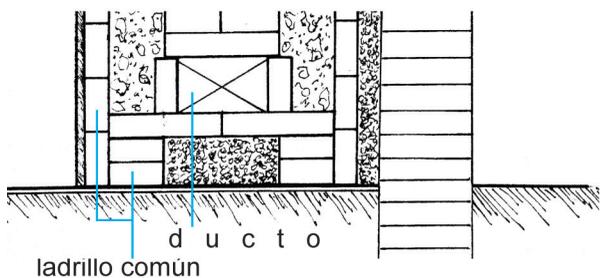
Paso 7: Construcción del Banco Térmico

1. Base aislante: Comenzamos con la primera parte utilizando ladrillos comunes. Colocamos un ladrillo de canto sobre la pared para utilizarlo como guía, de modo que obtenemos una cámara de aire entre el muro y el banco térmico. Construimos una caja sobre el suelo cuyo fin será albergar la perlita, material que se utiliza como aislante

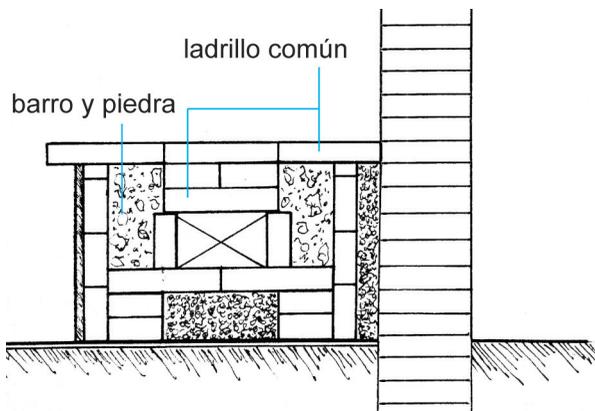


(Imagen 19) se continúa hasta alcanzar el largo deseado y se rellena.

2. Ducto para el gas: Segunda fila que se desarrolla sobre la anterior. Utilizamos ladrillo común y generamos una caja que va a contener el ducto a través del cual va a circular el gas que nos va a permitir calefaccionar el ambiente (*Imagen 20*).



3. Tapa: Continuamos con el cerramiento de la caja del ducto. En este caso, vamos a rellenar esta caja todo al rededor del ducto ya construido y luego la vamos a tapar con ladrillo común (*Imagen 21*). Luego vamos a revestir el conjunto con barro pudiendo colocar algún cerámico sobre el banco o algún otro material que sirva a modo de terminación.

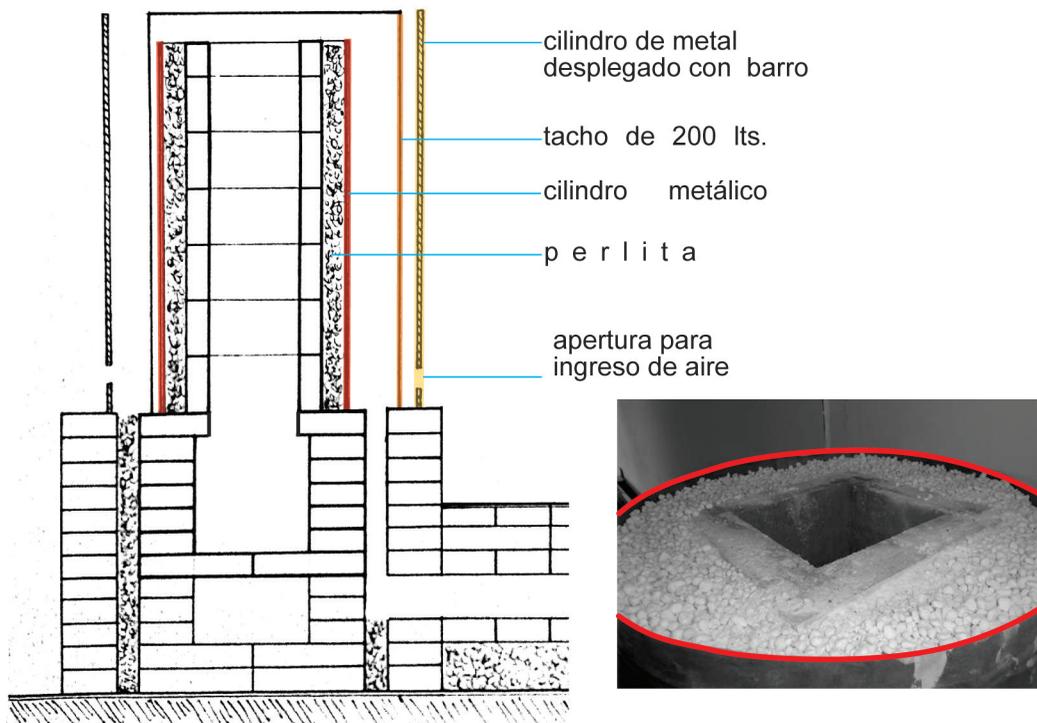


Rellenamos, con perlita, la cámara de aire que tenemos entre el banco y el muro para evitar la pérdida de calor a través del mismo.

Paso 8: Construcción de la parte superior sobre las cámaras de combustión

Una vez terminada la parte inferior procedemos a construir la envolvente de la 2da. Cámara de combustión "chimenea" (*Imágenes 22 y 23*). Con una lámina metálica realizamos un cilindro, de 47 cm de diámetro, que colocaremos alrededor de la "chimenea" con espacio suficiente para contener la perlita, tal como se observa en la fotografía de la página siguiente.

Colocamos, por encima y en sentido invertido, un tambor de 200 litros cuya base es reforzada con una chapa soldada. Ubicamos el mismo alineado con el ducto de ventilación que nos va a permitir que circule el gas hacia el ducto del banco térmico (*Imagen 24*), tal como se observa en el detalle a continuación.



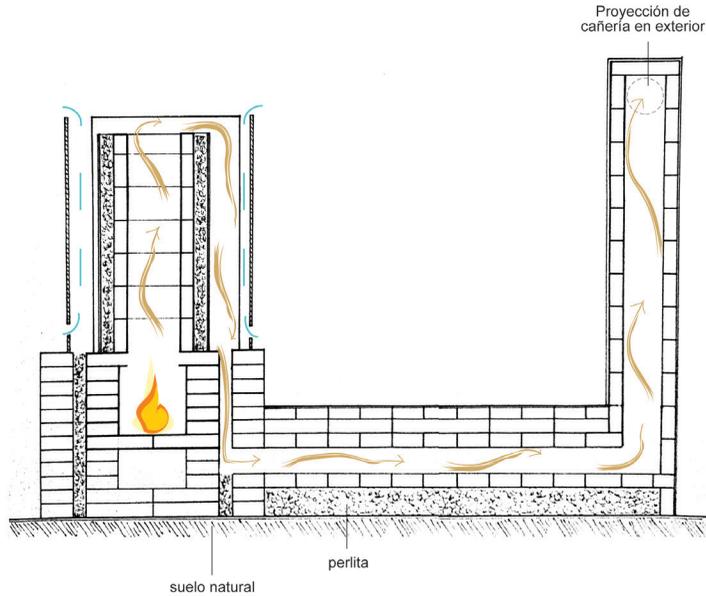
Confeccionamos un nuevo cilindro cuyo diámetro supera en 10 cm el del tabor de 200 litros **(Imagen 24)**. Lo colocamos por encima del anterior generando una cámara de aire que nos permitirá circular el mismo. Este cilindro de metal desplegado es, a su vez, revestido en barro para aumentar la masa térmica y evitar que cualquier persona pueda quemarse. Para evitar fisuras podemos emplear las siguientes proporciones:

- 1/2 Parte de cemento
- 3 Partes de arena
- 12 Partes de barro

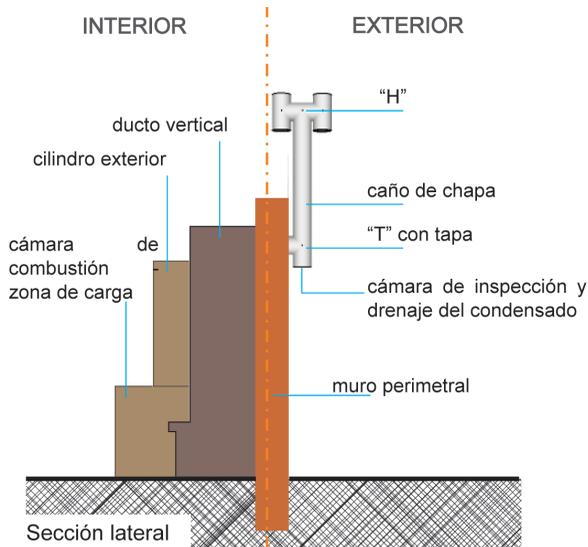
Paso 9: Ventilación

Una vez construido el ducto del banco térmico **(imágenes 19 a 23)** debemos prolongarlo en sentido vertical de modo que podamos ventilar los gases hacia el exterior. Continuamos dicho ducto dentro de la vivienda y una vez alcanzada la altura necesaria se coloca un codo de caño de chapa con sombrerete para ventilar a los 4 vientos **(imágenes 22 a 24)**.

Sección longitudinal del sistema - esquema evacuación de los gases



El ducto vertical que queda dentro de la vivienda puede ser revestido con barro o dejarlo con los ladrillos vistos. Si se desea se puede aprovechar el espacio para construir alguna repisa o caja contenedora de la leña que nos permita mantenerla seca y disponible para su uso diario.



En el ejemplo aquí presente se resolvió la cañería a la vista, sin embargo se recomienda revestir la chimenea para evitar posibles quemaduras y, además, dotar al sistema de un aspecto estético personalizado.

Alternativas de diseño al modelo básico descripto

Entre otras mejoras que pueda proyectar el constructor, se sugiere pensar un lugar cuya función sea almacenar la madera que será quemada posteriormente, logrando de este modo, secarla antes de ser utilizada. Para esto podemos pensar cajas o estantes que sean parte del sistema, siempre y cuando no interfiera con la construcción y el correcto funcionamiento del mismo. Esto puede aportar un estilo estético adecuado a cada individuo.



Concepto: Designar un espacio apto para la colocación y secado de la leña como parte del sistema. Esto nos permite, a su vez, resolver cuestiones estéticas y/o funcionales.

En esta imagen se proyecta una caja de durlock que reviste la cañería cuya función es transportar los gases hacia el exterior. De este modo evitamos posibles quemaduras al tiempo que ofrecemos un lugar de almacenamiento y secado de la leña a utilizar.

Ejemplos de secadores de leña incorporados a la estufa Rocket

Si bien los modelos de Estufas Rocket aquí presentes son ligeramente diferentes en su diseño al de la estufa en que nos hemos basado para la realización de este manual, muestran una idea clara

de cómo podemos adaptar nuestro diseño de acuerdo al espacio disponible y las necesidades del individuo.

Lo importante es tener siempre en mente la funcionalidad, es decir, la capacidad de adaptar el diseño al espacio del cual se dispone haciendo un amplio aprovechamiento de las oportunidades, de modo que obtengamos un sistema completo que nos permita calefaccionar, almacenar leña y nos brinde un lugar de confort para relajarse y distenderse. A esto apuntamos cuando hablamos de diseño: la idea de generar un producto con múltiples funciones.



Fuentes bibliográficas y referencias

- Video instructivo de construcción de estufas rocket "Cómo construir una estufa de alta eficiencia paso a paso" de la Subsecretaría de Energías Renovables:
www.santafe.gov.ar/energias
- Libro digital : "Estufas Rocket de Masa " Ianto Evans y Leslie Jackson
Publicaciones "Cob Cottage" 2006 , 2007 Traducción: Conrado Tognetti 2011
- Para Índice del costo de la construcción:
<http://www.cifrasonline.com.ar/cifras/index.php/Cifras-News>
<http://www.reporteinmobiliario.com/nuke/article-topic-278.html?gclid=CKKlpKu5wMACF5dk7AodbWAXQ>

Otras fuentes recomendables

- <http://autoeconstructor.blogspot.com.ar/2013/11/calculo-de-las-dimensiones-de-una.html>

Reconocimientos y colaboración

Este manual se creó tomando como base el trabajo del arquitecto galés Ianto Evans, pionero en este tipo de estufas de masa térmica, y capitalizando las experiencias de la Subsecretaría en la construcción de estufas en los Solares de los barrios Las Lomas y Loyola, y el Jardín Botánico (Ciudad de Santa Fe), en la Colonia Psiquiátrica de Oliveros y en el Complejo de tratamiento y compostaje de residuos "Bella Vista" (Rosario).

Fue muy valioso el aporte de Omar Cavallero y Fernando Salvador, quienes generosamente brindaron sus conocimientos indispensables para llevar adelante el proyecto, sugiriendo correcciones y mejoras.

Colaboraron además Lisandro Arelovich, consultor técnico, con sus opiniones, guías e información y Nicolás Fabracci, Jorge Aliaga, Héctor Ruggiani y Alejandro Jullier que, siendo quienes están día a día en la construcción y conocen su realidad, revisaron el contenido y estilo del material.

Divulgar y Educar son acciones fundamentales para generar un cambio cultural hacia el uso racional y eficiente de la energía.



Gobernador de la Provincia de Santa Fe

Dr. Antonio Bonfatti

Vicegobernador

Dr. Jorge Henn

Secretario de Estado de la Energía

CP Jorge M. Alvarez

Subsecretario de Energías Renovables

Dr. Damián Bleger

Subsecretario de Gas y Energías Convencionales

Lic. Rodolfo Agnese

Equipo de trabajo de la Subsecretaría de Energías Renovables

Ing. Lucía Petrocelli

Lic. Jorge Minguet

Lic. María Goñi

Ing. Miguel Milanés

Dra. Adriana Tripelli

Lic. Carina Fobelli

Ing. René Galiano

Ing. Laura Berros

Ing. Virginia Marchisio

Ma. Belén Galiano

Contenidos, definiciones de técnica constructiva y representación gráfica del sistema

Ma. Belén Galiano

Contenidos, edición y coordinación

Virginia Marchisio

Diseño Editorial

Nicolás Galiano

www.nixis-innovation.com



www.santafe.gov.ar