

# Bienvenido a las estufas rocket jota de masa

---

## Porqué una rocket de masa?

- Calentar tu casa con mucha menos leña (entre un 25% y un 50% de la leña consumida por otros sistemas)
- Los gases de combustión están compuestos de vapor y Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), sólo un poco de humo al encenderla.
- El calor se extrae en mayor cantidad de los gases (logrando temperaturas en chimenea de unos 60°C, manteniendo la casa tibia por más tiempo.
- Dependiendo de la forma y la modalidad elegida, se puede construir una en 2-3 días. El revoque se hace luego de unos 15 días.

## Formas de llegar a tu estufa

**1.- El taller.** Querés una estufa en tu casa, pero no te animás a hacerla vos. Entonces, se puede organizar un taller en tu casa.

-El **organizador** (vos) se encarga de la publicidad del taller, de conseguir los materiales en bruto, de recibir las consultas e inscripciones. Al final del taller de dos días te queda una estufa funcionando, con chimenea, con revoque grueso. El revoque fino no está incluido en el taller, se da a los 15 días, y queda a cargo del organizador.

-Los **participantes** reciben el conocimiento técnico y práctico, y aportan dinero que sirve para los honorarios de los facilitadores. En función del número de participantes y del costo de inscripción (que suele rondar los 200-400 pesos en función de si el organizador da alojamiento y comidas) si hay excedente, se puede llegar a cubrir algo del costo de materiales. Pero no suele ser el caso.

-Los **facilitadores** brindan su experiencia técnica y práctica y guían las tareas de construcción. Tenemos una charla teórica de 4 horas preparada, acompañada por una presentación con texto e imágenes, que ya tiene más de 1 año de circulación.

**2.- La estufa llave en mano.** En esta opción, el usuario final es sólo cliente, no tiene involucramiento en la construcción de la estufa, salvo en conseguir algunos materiales, y en el término de unos días tiene una estufa funcionando en su casa, con chimenea. El precio de esta opción tiene muchas variables y hay que ver cada caso puntual.

## Origen de estas estufas

Los principios generales de las cámaras de combustión rocket fueron descritos por primera vez por Ianto Evans en 1982. En 2006 escribió el libro "Rocket mass heaters"<sup>1</sup>, que hoy tiene una traducción al castellano gracias a Conrado Tognetti, de Bariloche. El libro de Evans tuvo su tercera edición en el 2014, con mejoras y agregados en su contenido.

## Principios generales de construcción

Una estufa rocket de masa basa su eficiencia en lograr una combustión a muy alta temperatura (alrededor de 800°C), logrando con esto quemar todos los gases generados por la pirólisis, incluido el monóxido de carbono (CO). Para lograr esto, se separa la combustión zona de entrega de calor. Al contrario de una salamandra (que es una caja de metal donde sucede la combustión y las mismas paredes entregan calor al ambiente, quitándole calor a la combustión), una estufa rocket de masa cuenta con dos módulos bien definidos:

---

1 ISBN: 0966373839

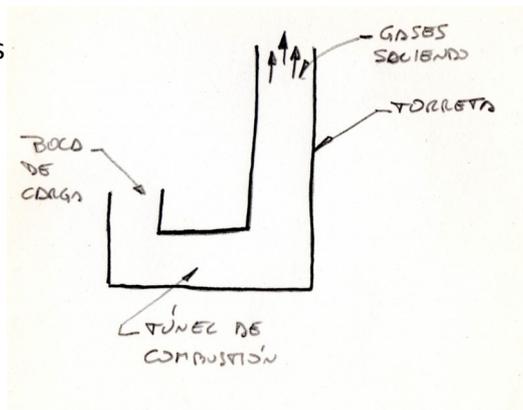
## Bienvenido a las estufas rocket jota de masa

-Módulo de combustión: una cámara donde se quema la madera y sigue las proporciones del modelo rocket, que puede ser en forma de Jota o de Ele.

-Módulo de entrega de calor: Una zona donde el ducto que conduce los gases de combustión (lo que sería la chimenea en una salamandra) está sometido a varias opciones para extraerle el calor, y almacenarlo para que sea entregado lentamente.

### Módulo de combustión Rocket Jota.

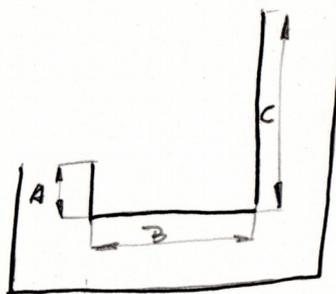
Es una cámara en forma de letra Jota. Sus partes principales están en el dibujo a continuación:



Hay una serie de proporciones a respetar para asegurar que la estufa funcione:

- A: Altura de la boca de carga
- B: Largo del túnel de combustión
- C: Altura de la torreta

$$A=1$$
$$B \leq 2A$$
$$C \leq 4A$$



Es decir, si la torreta (C) tiene una altura de 30 cm, B tiene que ser como máximo 15cm de largo, aunque podría ser más corto. A entonces tendrá una altura máxima de 10 cm.

La sección transversal de estas tres zonas tiene que ser la misma, y también coincidir con el diámetro del caño de humos.

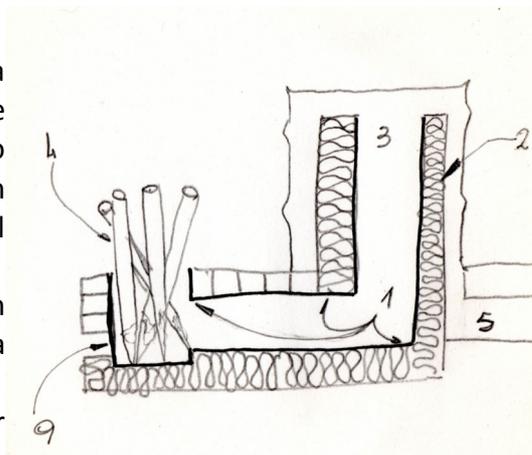
La sección transversal de estas tres zonas tiene que ser la misma, y también coincidir con el diámetro del caño de humos.

### Detalles y características de la estufa:

1. Cámara de combustión en forma de jota con ángulos rectos abruptos. Los gases que ascienden por el extremo largo (efecto chimenea) aspiran el aire frío hacia abajo en el extremo corto, haciéndolo pasar por el combustible.

2. Cámara de combustión revestida con aislación resistente a alta temperatura, para lograr combustión completa.

3. Chimenea aislada y contenida en el interior de la estufa, que crea la corriente que aspira el aire.



## Bienvenido a las estufas rocket jota de masa

---

4. Leña parada verticalmente. Sólo la punta inferior se quema, y al hacerlo, el combustible baja por gravedad. El aire pasa a través de ella.

5. Esta configuración de cámara de combustión resulta en una bomba que empuja gases, por lo que no es necesario que la chimenea sea inmediatamente vertical. Por esto se pueden hacer banco de masa, camas, intercambiadores de calor, etc. de hasta 10 metros de largo, con seguridad<sup>2</sup>.

9. Cenicero. Un ladrillo de la estufa es removible y permite quitar la ceniza acumulada.

### Formas de transmitir el calor:

Hay distintos recursos que maximizan alguna de las tres maneras de transferencia de calor: Convección, conducción y radiación.

El **tambor** metálico dejado al descubierto se vuelve una superficie caliente (por encima de los 250°C) y así irradia calor, además de generar corrientes convectivas.

El **banco de masa térmica** (una masa de barro que rodea el tramo horizontal del ducto de gases) es un acumulador de calor. Suelen tener una masa de 2-3 toneladas, por lo que la cantidad de calor almacenada es alta. Este calor se libera lentamente en el ambiente. Suele ser lugar de refugio para traseros fríos.

### La leña

Una costumbre arraigada es quemar la madera más densa (se le suele llamar madera dura, o pesada) que se consiga, aunque ésta provenga de bosques a miles de Km de distancia<sup>3</sup>. Ciertamente esta costumbre está enlazada con la tecnología típica para quemar madera: **la salamandra**. Es común “tirar un pedazo de madera, regular el paso de aire fresco o la chimenea, y así tener brasas a la mañana siguiente”. Esto funciona, pero implica tirar alrededor de la mitad de la energía contenida en la madera, a causa de emplear una combustión fría.

Hay dos procesos termoquímicos de conversión que predominan en un fuego:

-Pirólisis.

-Combustión directa

Cuando la madera en la estufa eleva su temperatura, comienza su gasificación (cambio de estado de sólido a gaseoso de componentes volátiles en la madera). La combustión de estos gases se denomina **pirólisis**. Un residuo de la pirólisis es el carbón (las brasas) que requiere del Oxígeno, Dióxido de Carbono y agua contenidos en el aire, para generar hidrógeno y monóxido de carbono. Esto permite la combustión de las brasas, controlada por la cantidad de aire suministrada<sup>4</sup>. Esto es combustión directa. Por esto, un fuego de brasas puede ser relativamente frío como para cocinar una papa envuelta en un papel de aluminio, o lo suficientemente caliente como para permitir la foja del acero en una fragua.

En una salamandra, el fuego no alcanza alta temperatura, entonces los gases generados por la gasificación no se queman totalmente (no se alcanza la pirólisis). Luego de la gasificación viene la combustión directa de las brasas.

---

2. En Mar del Plata, Pcia. de Buenos Aires, hay estufas extremas. En el centro cultural América libre, con tramo horizontal de 22 metros y vertical de 10m. En la casa de Joseba, 15m horizontal y 3m vertical. En el taller de Favio 22m horizontal y 5m vertical.

3 En Pcia. de Buenos Aires se quema quebracho que proviene de Chaco, Santa Fe y Santiago del Estero.

4 <http://www.eolss.net/sample-chapters/c08/e3-08-01-04.pdf>

## Bienvenido a las estufas rocket jota de masa

Una estufa rocket permite quemar ramas de unos 5cm de diámetro y hasta 1 metro de largo (esto depende del diseño de la boca de carga), que al estar paradas verticalmente, al ir quemándose la punta de la rama, ésta va descendiendo, autoalimentando el sistema.

Las maderas duras suelen ser de mayor densidad. Los restos de poda urbanos suelen ser menos densos. Sin embargo, si uno mira una tabla comparativa de poder calorífico de madera según especies:

Maderas		Peso específico aparente $\rho_a$ g cm <sup>3</sup>	Contenido de				Poder calorífico inferior para una humedad de		
Especies	Calidades		Carbono C %	Hidrógeno H %	Oxígeno y nitrógeno O + N %	Componentes volátiles %	$x = 0$ % $a = 0$ % Kcal/kg	15 - 17 % 17,6 - 20,5 % Kcal/kg	25 - 28 % 33,3 - 38,9 % Kcal/kg
Acer pseudoplatanus	Leños y palos	---	---	---	---	---	4183	3540	---
Acer pseudoplatanus	Leños	0,63	---	---	---	---	4306	---	---
Abedul	Leños y palos	---	48,5	5,9	45,3	---	4805	---	---
Abedul	Leños y palos	---	---	---	---	---	4506	3715	---
Haya	Leños y palos	---	48,6	5,8	45,0	---	4160	---	2970
Haya	Leños y palos	---	---	---	---	---	4802	---	---
Haya	Palos	---	48,4	6,2	45,4	89,1	4187	3461	---
Haya	Leños y palos	0,66-0,72	---	---	---	---	4380	---	---
Roble	Leños y palos	---	49,5	6,0	44,5	82,4	4187	3421	2988
Roble	Leños y palos	---	---	---	---	---	4356	---	---
Roble	Ramas	---	---	---	---	---	4390	3676	---
Roble	Leños y palos	0,69-0,74	---	---	---	---	3593	---	---
Quercus cerris	Leños y palos	0,75-0,81	---	---	---	---	4244	3418	2988
Alnus glutinosa	Leños y palos	---	---	---	---	---	4216	3445	3012
Alnus glutinosa	Leños y palos	0,51-0,53	---	---	---	---	4316	3676	---
Alnus incana	Leños y palos	---	---	---	---	---	4294	3462	2973
Fresno	Leños y palos	---	---	---	---	---	4123	3505	---
Fresno	Leños	0,71	---	---	---	---	4255	3617	---
Carpe	Palos	---	---	---	---	---	4402	---	---
Carpe	Palos y leños	0,77	---	---	---	---	4209	3409	---
Castaña	Leños	---	---	---	---	---	4500	---	---
Cerezo	Leños	---	49,7	6,0	44,3	82,2	4426	---	---
Tiló	Leños	0,61	---	---	---	---	4264	---	---
Chopo (P. nigra)	Leños y palos	---	---	---	---	---	4474	---	---
Chopo (P. nigra)	Leños y palos	---	---	---	---	---	4129	3509	---
Robinia	Leños y palos	0,45	---	---	---	---	4281	---	---
Robinia	Leños y palos	---	49,2	5,9	43,1	---	4798	---	---
Robinia	Leños y palos	0,75	---	---	---	---	4258	3481	3043
Olmo	Palos y tocónes	---	---	---	---	---	---	3511	---
Olmo	Leños	0,65	---	---	---	---	4419	---	---
Salix alba	Palos y tocónes	---	---	---	---	---	4764	3561	---
Salix alba	Leños	0,46	---	---	---	---	3900	---	---

*Poder calorífico de distintas especies vegetales. AITIM. Antonio Camacho*

se observa que este valor es relativamente constante para una dada humedad de la madera. Para 0% de humedad, 1 Kg de leña seca tiene unas 4200 Kcal/Kg, para un 20% de humedad 3500 Kcal/Kg, y para un 30% de humedad 3000 Kcal/Kg.

**Dado que el poder calorífico es relativamente constante entre distintas especies, quemar 1 Kg de quebracho o 1 Kg de álamo (ambos con el mismo contenido de humedad) provee de la misma cantidad de calor.**