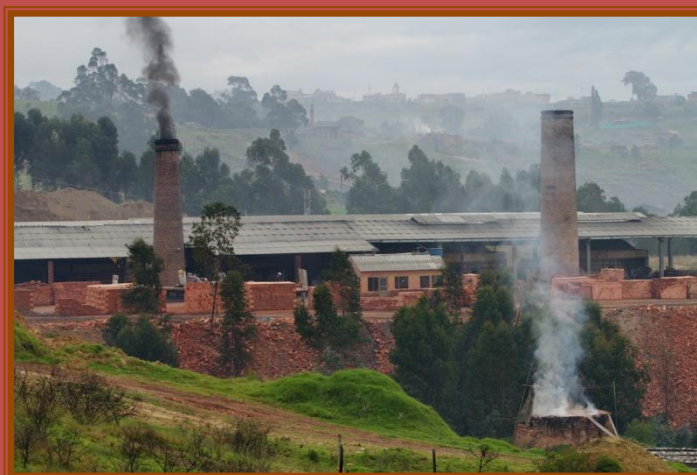


PROGRAMA EFICIENCIA ENERGETICA EN LADRILLERAS  
ARTESANALES - EELA

CARACTERIZACIÓN DE  
LOS HORNOS USADOS  
EN LA INDUSTRIA  
LADRILLERA  
Proyecto Colombia

2011



**Contenido**

Clasificación de los hornos según el tipo de proceso .....	3
1 Hornos Intermitentes .....	3
1.1 Horno de Fuego Dormido .....	3
1.2 Hornos Pampa.....	3
1.3 Horno Baúl .....	4
1.4 Horno Colmena. ....	4
2 Hornos Semicontínuos.....	4
2.1 Horno Vagón .....	5
2.2 Horno Rápido Intermitente.....	5
3 Hornos Continuos.....	5
3.1 Horno Hoffman .....	5
3.2 Horno Hoffman de Bock.....	6
3.3 Horno Bull’s Trench Kiln (BTK).....	6
3.4 Horno Hoffman Abierto .....	6
3.5 Horno Túnel.....	7
3.6 Horno de Rodillos .....	7
3.7 Horno de Cámaras Múltiples .....	8
3.8 Horno Vertical VSBK .....	9
3.9 Horno MK .....	9
3.9.1 Horno MK-3 .....	9
4 Producción por Horno a Nivel Nacional .....	10
5 Matriz de decisión para hornos en el sector ladrillero.....	11
6 Referencias .....	14

## Clasificación de los hornos según el tipo de proceso

1. Intermitentes
2. Semicontínuos
3. Continuos

### 1 Hornos Intermitentes

Son hornos de cámaras individuales o en batería, en los que los productos, la instalación de la cocción y la de enfriamiento quedan en posición fija durante la totalidad del ciclo. El esquema de este ciclo es:

1. Entrada de los productos
2. Pre calentamiento
3. Cocción de los productos
4. Enfriamiento de los productos
5. Salida de los productos

Los tiempos de cada una de estas operaciones no son idénticos y difieren considerablemente según el producto a cocer y la naturaleza del proceso.

#### 1.1 *Horno de Fuego Dormido*

Es un horno artesanal, construido en forma circular, generando una especie de bóveda circular abierta, conocido también como horno cilíndrico. Posee una puerta lateral por donde se carga el material.

Estos hornos se cargan con una capa de carbón, posteriormente una de ladrillos y consecutivamente una de carbón y otra de ladrillos, hasta que se alcanza el tope del horno.

Una vez se ha terminado el endague se prende el horno. La cocción dura aproximadamente entre 20 y 40 días. La producción en estos hornos varía según el tamaño del mismo al igual que el consumo de combustible (carbón).

Estos hornos son de baja producción y elevada contaminación, debido a una quema no homogénea y la combustión incompleta, el material producido es de baja calidad, pues algunos ladrillos quedan requemados, mientras otros quedan crudos.

#### 1.2 *Hornos Pampa*

Los hornos Pampa se constituyen en cuartos rectangulares descubiertos en la parte superior con puertas de salida y entrada a través de las cuales se extraen e introducen los materiales antes u después de la cocción; además poseen unas bóvedas en la parte inferior formadas por material a quemar, por los cuales se introduce el combustible para la cocción.

Son hornos de rápida cocción (aproximadamente 7 días), alta producción y alta contaminación. El endague del horno debe comenzarse con unos ladrillos de canto, ya cocidos de modo que cubra un cuadrado de 10 a 15 metros de largo.

La principal desventaja de este horno es que necesita que el combustible genere mucha llama para que ardiendo con la máxima rapidez, pueda llegar a penetrar hacia arriba y cocer los ladrillos de la parte superior.

### **1.3 Horno Baúl**

Tiene igual diseño que el horno Pampa, pero dispone de una bóveda y evacúa los gases de combustión por tiro natural, mediante una chimenea situada al lado del horno. En este horno se reduce significativamente la emisión de humos y material particulado.

### **1.4 Horno Colmena.**

También conocidos como hornos redondos de Llama Invertida, son hornos cerrados, intermitentes en donde a diferencia de los Pampa se puede regular mejor el tiro, el cual puede ser natural o forzado. La alimentación del material seco se realiza por una puerta lateral.

El suministro del combustible puede realizarse manualmente mediante parrillas colocadas en la pared del horno o automáticamente mediante *stoker*. Están contruidos en forma de cámaras circulares con paredes y techo en bóveda de ladrillo; poseen hogares laterales distribuidos uniformemente donde se quema el combustible.

Una ventaja de estos hornos es que el combustible y sus residuos no están en contacto inmediato con el producto debido a la pared separadora y conductora de gases del hogar. La bondad de esta ventaja radica en que la coloración de los productos presenta tonalidades rojizas muy homogéneas y no se presentan productos tiznados por efectos del humo ni de las cenizas.

Los gases de combustión ascienden entre la pared del horno y la pared frontal del hogar, llegando hasta la bóveda (parte superior del horno) y luego son obligados a salir por la parte inferior del horno atravesando la carga de arriba hacia abajo (debido a esto son llamados hornos de Llama Invertida) abandonando el horno por el conducto de abducción de gases que se encuentra en el centro del suelo del horno y conduce los gases hacia la chimenea.

## **2 Hornos Semicontinuos**

Se entiende con esta denominación un horno semejante al continuo en cuanto a la carga del producto, sobre vagones y el recorrido de éstos en galería (túnel), pero que se diferencian del continuo porque todos los vagones cargados en 1 turno o 2 turnos de trabajo deben ser introducidos completamente en la galería, sin almacenamiento de reserva. Por lo tanto, el ritmo de avance de los vagones dentro del horno es igual al del cargue de vagones y durante las horas de descanso del personal, el funcionamiento de los hornos semicontinuos es similar al de un horno intermitente, con la diferencia importante de que la evacuación del aire ocurre siempre por el extremo de entrada de los vagones.

Como funcionamiento, los hornos semicontinuos se aproximan tanto más a los hornos continuos cuanto más tiempo duran los turnos de trabajo y el ciclo de cocción; son tanto más semejantes a los hornos intermitentes en el caso inverso. Los hornos semicontinuos son en ocasiones, agrupaciones de hornos intermitentes tendientes hacia una operación continua. Adicionalmente, se encuentran modelos como los tipos Vagón y Rápido Intermitente, de funcionamiento similar y forma rectangular.

### **2.1 Horno Vagón**

Consiste en 1 ó 2 cámaras rectangulares con techo plano o curvo, en las cuales se introducen un vagón cargado con las piezas a quemar. La alimentación es lateral y el tiro se realiza por el lado opuesto a la zona de quema, interiormente tiene un revestimiento de ladrillo refractario en la bovedilla de quema y semi-refractario en las paredes internas del horno.

En el techo tiene un recubrimiento de fibra refractaria. El tiempo promedio de quema es de 36 horas y la capacidad del vagón es de 19.600 unidades por quema. La carga se monta sobre un gran vagón del tamaño del horno.

### **2.2 Horno Rápido Intermitente**

Consta de 2 cámaras contiguas de manera que se aprovecha el aire de enfriamiento de una para calentar la otra, haciendo que la operación tenga continuidad. Los quemadores son ubicados lateralmente por una sola pared de cada una de las cámaras. Otra modalidad consiste en una cámara con varios vagones, de manera que mientras uno se somete a cocción, el otro se descarga y carga nuevamente.

Se trata de un horno modular que permite su traslado y reubicación en caso de ser necesario, su proceso de cocción opera de manera semicontinua y tiene un ciclo de 36 Horas. Su uso en Colombia no es muy reconocido pues tan solo se tiene noticia de la existencia de 2 hornos de este tipo en el país, uno en Medellín y otro en Sogamoso dedicados a la cocción de productos refractarios.

## **3 Hornos Continuos**

Los hornos continuos aparecieron como una solución más rentable en la fabricación de productos cerámicos. El funcionamiento continuo de los hornos se caracteriza por el desarrollo ininterrumpido de la cocción y la posibilidad de efectuar las diferentes etapas sin variar el ritmo de la producción.

### **3.1 Horno Hoffman**

Consiste en 2 galerías paralelas, formadas por compartimientos contiguos, en cuyos extremos se unen por un pasafuegos. Son hornos continuos de alta producción, donde no se puede producir materiales vitrificados. En estos hornos el fuego se mueve a través del horno en dirección opuesta a las manecillas del reloj, este sistema permite obtener una alta eficiencia térmica y de producción, ya que el calor obtenido en la cámara de combustión se utiliza en el precalentamiento de las cámaras precedentes.

Aproximadamente una semana es el tiempo que toma realizar un ciclo completo de quema (el fuego llega al punto de donde partió).

Cada galería está formada por varias cámaras, cada una de ella con su respectiva puerta, para el cargue y descargue del horno y un canal de salida que va al colector principal que conduce a la chimenea, cada cámara comunica con el colector, por un conducto de humos, los cuales se cierran herméticamente con válvulas. Para mantener la circulación horizontal de los gases a través de las cámaras, es preciso que la carga deje libre 1/3 de la sección transversal.

La alimentación del combustible se realiza en la parte superior del horno, mediante alimentación manual o con la ayuda de carbojet (alimentación neumática), la cual debe realizarse en forma dispersa, evitando chorros que provoquen combustión incompleta.

### **3.2 Horno Hoffman de Bock**

Cuando se trata de construir un horno en poco tiempo y a bajo costo, o bien cuando se trata de obtener una buena producción en un clima muy cálido como lo es Neiva, se utiliza el horno llamado de Bock, que es un horno Hoffman pero sin bóveda. Para la construcción del horno de Bock, se excavan 2 zanjas en el terreno y se levantan paredes de revestimiento delgadas pues no tienen que soportar la presión de una bóveda. Es condición indispensable para la construcción de un horno de esta clase que el subsuelo sea seco, lo que reafirma aun más su conveniencia en climas cálidos.

Los ladrillos a cocer se cubren con 1 capa de ladrillo cocido y 1 sobrecubierta de tierra magra o arena. El suministro del combustible, al igual que en los Hoffman convencionales, se hace por orificios dispuestos en la parte superior los cuales atraviesan la capa de ladrillo cocido y la capa de sobrecubierta.

### **3.3 Horno Bull's Trench Kiln (BTK)**

El antecesor del horno Hoffman de Bock bien podría ser el horno Bull's Ring (horno de cámaras, anular u ovalado), el cual consiste básicamente en una sola zanja anular u ovalada excavada en el suelo; sus dimensiones pueden variar considerablemente, aunque el tipo más corriente suele tener un diámetro de 30 a 50 m; la zanja tiene aproximadamente 6 m de ancho por 2,5 m de profundidad. Al terminar de llenar la zanja con los ladrillos que se van a cocer, en los pisos (hiladas) superiores, los ladrillos se colocan unos contra otros (unidos) sirviendo así de bóveda o cobertura del horno; en las capas de cobertura se van dejando abiertos unos orificios convenientemente dispuestos para la introducción del combustible.

Al igual que en el horno de Bock, la cobertura de los ladrillos del horno se recubre a continuación con una delgada capa de material removible que puede ser ceniza, arena o una mezcla de ambas. El Bull's Ring difiere del Hoffman de Bock, en cuanto a que las zanjas de éste último son 2 zanjas paralelas conectadas por ambos extremos.

### **3.4 Horno Hoffman Abierto**

De manera antagónica al horno Bull's Ring, el horno Hoffman abierto ó Hoffman sin techo aparece como el sucesor del Hoffman de Bock, con lo cual se superaron los inconvenientes derivados de tener un horno enterrado a un nivel diferente del resto de la planta industrial. Al estar completamente expuesto sobre la superficie, el Hoffman

sin techo tiene paredes más anchas que sus 2 antecesores para asegurar el aislamiento térmico; sin embrago, sus paredes son más delgadas y de menor complejidad que las paredes de los Hoffman convencionales, pues no tienen que soportar ni el peso ni la presión lateral que ejercen las bóvedas.

Al horno Hoffman sin techo, su nombre lo describe de manera breve y exacta. Este tipo de horno surgió en los países en desarrollo para darle solución de manera práctica e ingeniosa a los mayores inconvenientes que presenta la construcción de un horno Hoffman tradicional en medio de economías débiles. Su uso está ampliamente difundido en países como la India y Pakistán.

El cargue de los productos dentro del horno Hoffman abierto se realiza de la misma manera que se realiza en los Hoffman con bóveda, es decir, dejando libre 1/3 de la sección transversal para permitir la circulación horizontal de los gases a través de las cámaras; cuando se trata de productos perforados como los ladrillos hueco, no es necesario dejar espacio entre los ladrillos, pues los gases circulan a través de las perforaciones.

Una vez apilados los productos, el horno se cubre en la parte superior de manera idéntica como se realiza en los hornos de Bock y en el Bull's Ring; en algunas fábricas suele tenderse papel periódico entre la capa de ladrillos cocidos y la capa de arena con el fin de mejorar el aislamiento y no permitir el ingreso de aire falso a la sección de quema. Adicionalmente, en todo horno Hoffman se levanta un tabique de papel para separar la zona de quema de la zona de cargue y descargue; la colocación del papel o tabique de papel en el horno Hoffman es imprescindible, puesto que se trata de dirigir el tiro en el mismo sentido que va el fuego, y de no colocar el tabique de papel no podría conseguirse el avance del fuego en la dirección del tiro.

En cualquiera de las modalidades del horno Hoffman, la alimentación del combustible se hace de igual manera; el combustible se introduce por la parte superior, ya sea de manera manual o con la ayuda de alimentadores mecánicos (carbojet).

### **3.5 Horno Túnel**

Son hornos continuos, de bajo nivel de contaminación, en donde el material se moviliza mediante vagones que se desplazan a través de la galería. La concepción de este horno responde a la idea de fijar una zona de fuego y hacer pasar los productos a cocer, siguiendo la curva de calentamiento del horno. Ello supone la ventaja de ahorro de calorías en el enfriamiento y precalentamiento del horno, además de la economía de mano de obra en el cargue y descargue de los ladrillos y mayor rapidez en la etapa de cocción.

La longitud del horno fluctúa entre 70 a 150 m. El combustible se suministra por la parte superior mediante un sistema de transporte neumático, el cual disminuye totalmente la contaminación en esta etapa. Este horno es utilizado por industrias altamente tecnificadas y con altos niveles de producción.

### **3.6 Horno de Rodillos**

Los hornos de rodillos son una modificación del horno Túnel, son hornos continuos en donde el material a cocer no es transportado en vagonetas, sino mediante una serie



sucesiva de rodillos cerámicos, de donde proviene su nombre. Estos hornos tienen generalmente 2 o 3 líneas de flujo por donde circula el material a cocer.

El combustible utilizado en estos hornos es gas y su utilización prevé una economía de combustible. El gas es introducido por la parte lateral; existen varios tipos de quemadores, uno frente al otro, un sistema diferente es que el quemador de la izquierda lanza el fuego hacia la bóveda y el de la derecha hacia la carga a cocer.

La alimentación de gas en cada mechero está regulada por un registro y poco antes del quemador se encuentra una cámara de combustión. El colector supone una gran economía, pues las cámaras son muy pequeñas. El aire secundario para ser insuflado en los quemadores, es calentado previamente.

### **3.7 Horno de Cámaras Múltiples**

Consiste en una serie de cámaras individuales pero conectadas entre si, y comparten el mismo cañón de chimenea. Existe hasta de 20 cámaras en algunos casos, son hornos de alta producción. Su funcionamiento es muy sencillo, el encendido se inicia en la primera cámara haciendo pasar el calor residual de los gases de combustión a las siguientes cámaras para precalentar y completar el secado de los productos cargados, cuando la primera cámara ha alcanzado la temperatura de cocción, la segunda cámara estará entre los 300 a 400°C., para cuando esto suceda se inicia la combustión en la segunda cámara y la tercera cámara aprovechará el calor residual de la segunda cámara así sucesivamente hasta completar la serie, cabe indicar que cada cámara tiene su compuerta para la combustión. Estos hornos son muy eficientes puesto que reducen enormemente el tiempo de operación, como también los costos de operación.

Es importante tener presente, que siendo un horno continuo, por estar conformado por múltiples cámaras paralelas interconectadas, cada cámara se puede considerar como un horno independiente, donde podemos ajustar las tres etapas básicas para la quema de productos cerámicos: Precalentamiento, Cocción y enfriamiento.

Su funcionamiento es muy sencillo y similar al Hoffman, ya que el fuego se desplaza a través de las cámaras y por ductos en la parte inferior del horno, el cual constituye otra trampa adicional para las cenizas que no se depositen en el hogar de combustión.

Cada cámara consta de la zona de combustión, zona de arrume o endague del material y laberintos de tiro y succión-conducción del aire a la siguiente cámara. En la zona de combustión están las toberas de quema y el ducto de tiro y está separada de la zona del material mediante un muro. En la zona del material se encuentra las mirillas o cánulas para control de temperatura y observación y la tobera de recuperación de aire caliente para el secadero. Cabe anotar que el piso de esta zona es un emparrillado compensado que permite el paso del aire caliente hacia la otra cámara a través del laberinto, laberinto diseñado de tal manera que la succión sea homogénea en toda la cámara.

La zona de combustión, es una sección dentro de cada cámara y es donde se mezcla el aire secundario de combustión con el primario y el combustible; el aire secundario proviene de las cámaras inmediatamente anteriores y que no se aprovecha en la recuperación para el secadero. Este aire por encontrarse a temperaturas entre 600-700°C benefician la combustión.



### **3.8 Horno Vertical VSBK**

El horno vertical – VSBK, por sus siglas en inglés, consta de una o más cámaras situadas dentro de una estructura de bloques rectangulares. Estas son de 1 a 1,25 metros de ancho con una longitud nominal de 1 m, 1,5 m, 1,75 m ó 2,0 m. La altura del horno varía dependiendo el número de lotes que se vayan a cocer por ciclo, generalmente es entre 8 y 13 lotes.

La cámara se carga desde la parte superior con un lote de ladrillos crudos. Cada lote contiene típicamente cuatro capas de ladrillos colocados en un patrón predeterminado. Este lote descansa sobre unas barras de apoyo cuadradas, las cuales se puede remover o insertar, y apoyado a su vez por un par de vigas horizontales a través de los arcos en el túnel de descarga. Para la evacuación de los gases de escape se disponen de dos chimeneas rectangulares en las esquinas opuestas de cada cámara. Se utilizan unas cubiertas para cubrir la parte superior de la cámara dirigiendo los gases de la chimenea a través del cañón de la misma.

Durante el arranque del horno, el fuego es encendido en la cámara de combustión en la parte inferior (o superior) del horno. Durante el funcionamiento continuo, un lote de ladrillos crudos es cargado en capas por la parte superior. La descarga se realiza desde la parte inferior con un carro de descarga, que se desplaza sobre rieles a lo largo de la longitud del túnel.

El siguiente lote de ladrillos crudos se carga en la parte superior subiéndolos a la plataforma de carga. La frecuencia de descarga - carga varía entre 90 a 150 minutos. El tiempo de residencia de un lote en el horno varía entre 15 a 30 horas.

### **3.9 Horno MK**

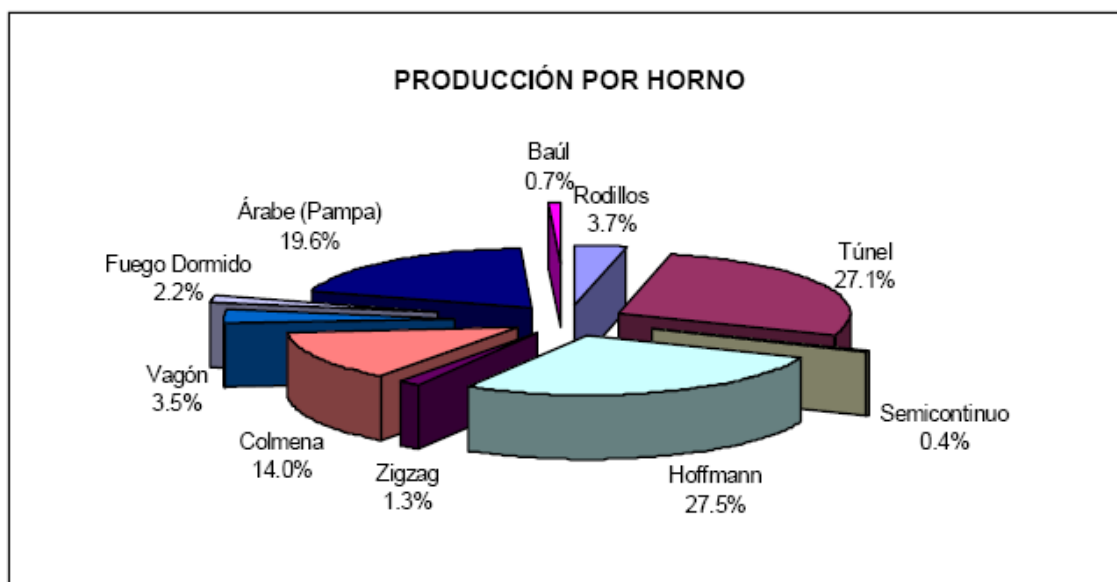
El Horno MK es un horno que busca canalizar el flujo (Energía y gases de combustión) a través de la arcilla cruda. Para logra esto el es necesario considerar un horno de dos etapas. En primer lugar, para canalizar el flujo a través de arcilla, era necesario para cubrir el techo abierto del horno tradicional. Esta etapa por sí sola genera una reducción de las emisiones dañinas (PM, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, CO), debido a que el horno se hizo más eficiente térmicamente y su quema más limpia, mientras que una pequeña chimenea de escape de combustión permite un flujo adecuado. En segundo lugar, la chimenea estaba cubierta y el efluente del horno se alimenta, a modo de conectar los canales de flujo, a través de un horno doble lleno de ladrillos sin cocer, que sirvió como un filtro de elemento pasivo para reducir aún más las emisiones. El papel activo y pasivo de los dos hornos se invierten en el éxito quemar, y así sucesivamente.

#### **3.9.1 Horno MK-3**

El MK-3 es una modificación del horno MK original, el sistema se compone de tres hornos modulares, en vez de dos, que se caracterizan por estar interconectados por túneles subterráneos por los cuales circulan los gases calientes de cocción de uno a otro módulo. El funcionamiento es simultáneo en dos de ellos (uno de cocción y el segundo de calentamiento), mientras que el tercero está siendo vaciado y posteriormente cargado con ladrillos crudos. Así se produce una suerte de rotación y trabajo continuo.

#### 4 Producción por Horno a Nivel Nacional

En la figura siguiente se ilustra la participación porcentual que cada tipo de horno tiene en la producción ladrillera colombiana.



Fuente: ANFALIT. Diagnóstico de la Industria Ladrillera Nacional. Bogotá, 2002.

Los hornos Hoffman, Túnel y de Rodillos se consideran como hornos tecnificados porque tienen alta capacidad de producción y menores niveles de contaminación, con relación a los demás tipos de hornos, además presentan mejor eficiencia térmica porque realizan recuperación de calor.

En el 2002 en Colombia hay 15,3 hornos artesanales por cada horno tecnificado.

**5 Matriz de decisión para hornos en el sector ladrillero**

Criterios	Horno de Fuego Dormido	Horno Pampa	Horno Baúl	Horno Colmena	Horno Vagón	Horno Rápido Intermitente	Horno Hoffman	Horno Bull's Trench Kiln (BTK)	Horno Hoffman de Bock	Horno Hoffman Abierto	Horno Túnel	Horno de Rodillos	Horno de Cámaras Múltiples	Horno Vertical VSBK	Horno MK
Capacidad de Horno	Regular	Alta	Alta	Baja	Alta	Alta	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Regular	Regular	Regular
Tipo de Horno	Intermitente	Intermitente	Intermitente	Intermitente	Semi Continuo	Semi Continuo	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo
Tipo de combustible	Variable	Variable	Variable	Variable	Fijo	Fijo	Fijo	Fijo	Fijo	Fijo	Fijo	Fijo	Variable	Fijo	Fijo
Permite cambiar a otro combustible	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	No	Sí
Homogeneidad de temperatura	Regular	Regular	Regular	Media	Media	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena
Energía por Kg/ de Ladrillo	Alta	Alta	Alta	Media	Media	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Permite recuperar calor para el secado	No	No	No	No	No	No	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí
Habilitado para producir tejas	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí

<b>Criterios</b>	<b>Horno de Fuego Dormido</b>	<b>Horno Pampa</b>	<b>Horno Baúl</b>	<b>Horno Colmena</b>	<b>Horno Vagón</b>	<b>Horno Rápido Intermitente</b>	<b>Horno Hoffman</b>	<b>Horno Bull's Trench Kiln (BTK)</b>	<b>Horno Hoffman de Bock</b>	<b>Horno Hoffman Abierto</b>	<b>Horno Túnel</b>	<b>Horno de Rodillos</b>	<b>Horno de Cámaras Múltiples</b>	<b>Horno Vertical VSBK</b>	<b>Horno MK</b>
Habilitado para producir ladrillos con huecos	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí
Habilitado para producir ladrillos sólidos	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Habilitado para producir baldosas	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí
Emisiones a la atmosfera	Altas	Altas	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana	Bajas	Altas	Mediana	Mediana	Bajas	Bajas	Bajas	Bajas	Bajas
Posibilidad de cumplir las normas de emisiones	Bajas	Bajas	Bajas	Mediana	Mediana	Mediana	Medianas	Bajas	Medianas	Medianas	Altas	Altas	Altas	Altas	Altas
Requerimiento de la calidad de mezcla	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Mediana	Mediana	Alto	Alto	Alto	Mediana	Alto	Alto	Bajo	Bajo	Bajo
Calidad del producto	Regular	Regular	Regular	Buena	Buena	Buena	Optima	Buena	Buena	Buena	Optima	Optima	Buena	Buena	Buena

Crterios	Horno de Fuego Dormido	Horno Pampa	Horno Baúl	Horno Colmena	Horno Vagón	Horno Rápido Intermitente	Horno Hoffman	Horno Bull's Trench Kiln (BTK)	Horno Hoffman de Bock	Horno Hoffman Abierto	Horno Túnel	Horno de Rodillos	Horno de Cámaras Múltiples	Horno Vertical VSBK	Horno MK
Pérdida por producción	Alta	Alta	Alta	Regular	Baja	Baja	Regular	Regular	Regular	Regular	Baja	Baja	Baja	Regular	Regular
Inversión	Baja	Baja	Mediana	Mediana	Alta	Alta	Alta	Mediana	Mediana	Mediana	Alta	Alta	Mediana	Mediana	Mediana
Retorno de la inversión	Rápido	Rápido	Rápido	Rápido	Mediano	Mediano	Mediano	Mediano	Mediano	Mediano	Mediano	Mediano	Mediano	Mediano	Mediano
Requerimientos de organización	Bajos	Bajos	Bajos	Bajos	Altos	Altos	Altos	Altos	Altos	Altos	Altos	Altos	Bajos	Altos	Bajos
Disponibilidad de réplica	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil	Difícil	Difícil	Difícil	Fácil	Fácil	Fácil	Difícil	Difícil	Regular	Difícil	Regular
Disponibilidad local para su construcción	SI	SI	SI	SI	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Experiencia de implementación a nivel regional	SI	SI	SI	SI	No	No	SI	No	No	No	No	No	No	No	No
Modelos certificado para aplicar al mercado de carbono	No	No	No	No	No	No	SI	No	No	No	Sí	Sí	No	No	No

## **6 Referencias**

1. Rojas Vargas, José Ignacio. Proyecto Puerto Salgar Horno Continuo de Cámaras. CAR – CINSET. Bogotá 2008
2. Suma Quispe, Celso *et al.* Estudio de Definición de Tipo de Horno Apropiado Para el Sector Ladrillero. CONAM. Cusco. 2008
3. Rojas Gómez, Luís Fernando. Reconversión tecnológica del proceso de cocción en una empresa ladrillera. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. 2003
4. Sameer Maithel *et al.* Status Report on VSBKs in India. TERI India Habitat Centre. India. 2003
5. Institute of Environmental Management (IEM). Snack & Energy Monitoring of Pilot Demonstration Vertical Shaft Brick Kilns (VSBK) in Kathmandu Valley-Nepal. IEM. Nepal. 2003
6. ANFALIT. Diagnóstico de la Industria Ladrillera Nacional. Camargo y Asociados Ingenieros Consultores. Bogotá. 2002
7. García Gutiérrez, Fabián Ernesto. Estudio técnico de los hornos de cocción más empleados en la industria ladrillera y cerámica artesanal para la selección de la mejor opción y su optimización. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 1997

### **Equipo Técnico Programa EELA Colombia:**

**Paola Andrea Herrera Cuéllar**  
Coordinadora

**Luisa Rodriguez Silva**  
Profesional Senior

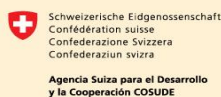
**Esteban López Arboleda**  
Profesional Junior

Consolidó información:  
**Esteban López Arboleda**

### **CONSULTAS E INFORMACIÓN**

Corporación Ambiental Empresarial  
Avda. Cra 68 N° 30-15 Sur. CCB Sede Kennedy, Quinto Piso  
Bogotá-Colombia  
Teléfono: ++57-1-5941000 Extensión: 4337  
Fax: ++57-1-3830690 Extensión: 4337  
E-mail: [coordinadorambientalcundi@ccb.org.co](mailto:coordinadorambientalcundi@ccb.org.co)  
[www.caem.org.co](http://www.caem.org.co)  
[www.redladrilleras.net](http://www.redladrilleras.net)

Financiado por:



Ejecutado por:



Entidad Lider:

