

4 HORNO PAULISTINHA

INTRODUCCIÓN E HISTORIA

Este modelo consiste básicamente en pares de cámaras rectangulares con paredes y techo abovedado, construido con ladrillos convencionales. La puerta para cargar y descargar material se encuentra en la pared lateral.

El piso interior de las cámaras está construido con ladrillos, dejando aberturas entre las piezas, que están conectadas con la chimenea mediante ductos subterráneos.

El horno Paulistinha tiene quemadores (cuatro o seis) en las paredes laterales, generalmente construidos en pares, que mueven el calor desde el piso hacia el techo y luego el calor baja, cocinando los ladrillos. Los gases de combustión se conducen hacia el ducto ubicado en el piso y la pared posterior del horno, dirigiéndose hacia la chimenea.

Los combustibles utilizados comúnmente son leños, ramas y pedazos de madera.

Este horno presenta una ligera deficiencia relacionada con la distribución de calor, lo que resulta en espacios fríos y calientes en ciertas zonas. En consecuencia, se dan diferencias en la calidad de los productos. Sin embargo, es un modelo ampliamente difundido en todas las regiones de Brasil debido a su bajo costo de construcción



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA:



NÚMERO ESTIMADO DE EMPRESAS OPERATIVAS Y PRODUCCIÓN TOTAL (USANDO HORNO ABOVEDADO CIRCULAR)

País	N° de empresas	Producción Total (Billones de ladrillos/tejas al año)
Brasil	~ 1,100	~ 6,2

% DE CONTRIBUCIÓN A LA PRODUCCIÓN TOTAL DE LADRILLOS EN BRASIL



Del total de la producción anual de ladrillos que es aproximadamente 428 millones en Brasil, alrededor de 62 millones de ladrillos son producidos en hornos tipo paulistinha.

TIPO DE HORNO

Horno



Intermitente

CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA USANDO ESTA TECNOLOGÍA:

Naturaleza de organización



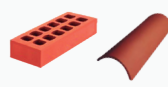
Industrial

Nivel de mecanización



Semi-mechanizado

Tipo de ladrillos/tejas producidas



Ladrillos sólidos, ladrillos huecos o perforados

Capacidad de producción anual de la empresa



> 1 & < 10 millones de ladrillos (mediana escala)

Período operativo



Todo el año

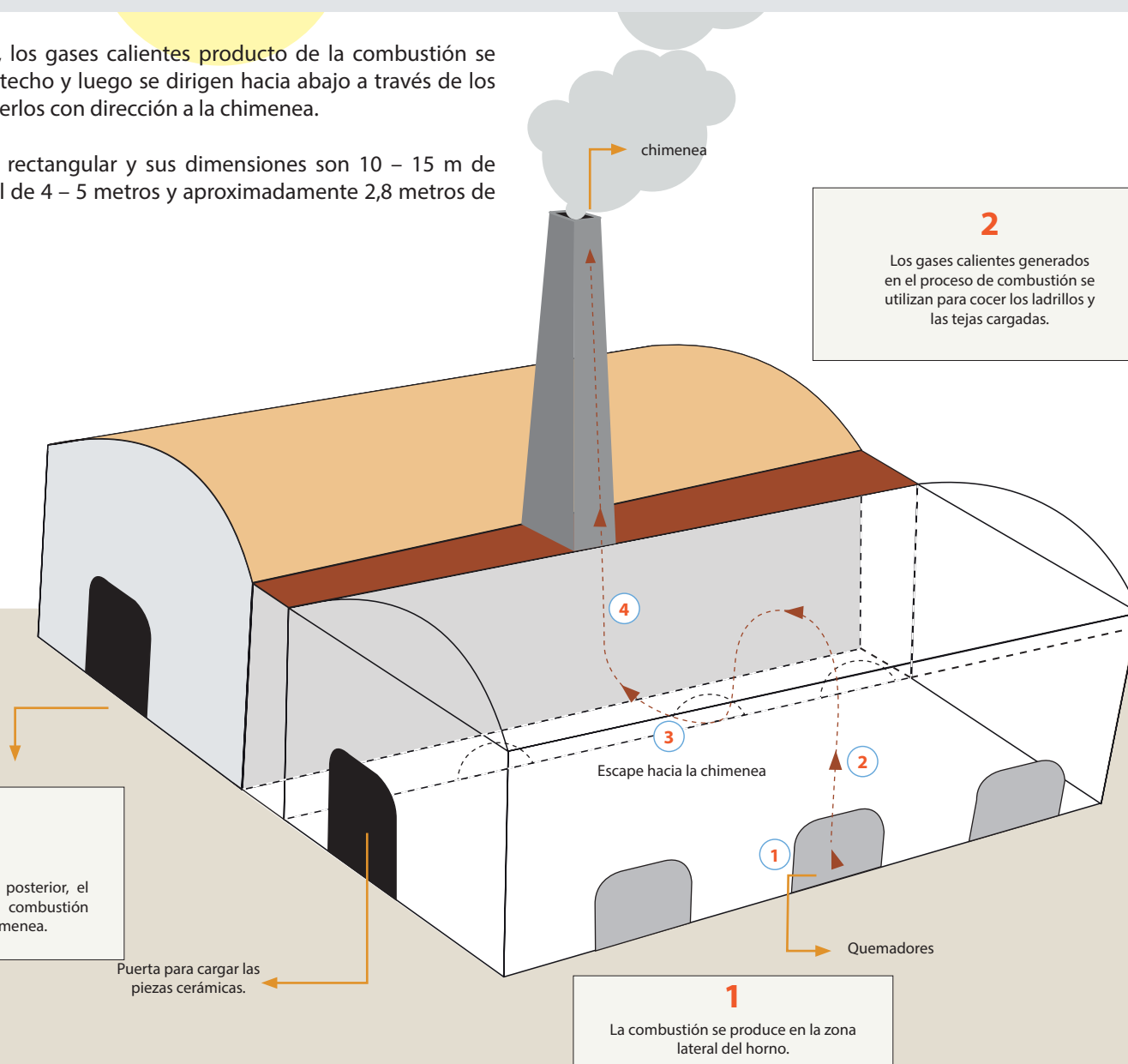
4

HORNO PAULISTINHA

DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO:

En el horno Paulistinha, los gases calientes producto de la combustión se dirigen primero hacia el techo y luego se dirigen hacia abajo a través de los ladrillos crudos para cocerlos con dirección a la chimenea.

Este horno tiene forma rectangular y sus dimensiones son 10 – 15 m de longitud, la pared lateral de 4 – 5 metros y aproximadamente 2,8 metros de altura.



El ciclo de cocción es más largo. El periodo de calentamiento dura de 06 a 08 horas. El proceso de cocción toma de 36 a 48 horas, y el proceso de enfriamiento puede durar 3 días. El tiempo depende del tipo de producto, la materia prima y el tipo de combustible utilizado, y del proceso de cocción. La temperatura de operación está entre los 800° y los 930°C, aunque el horno presenta zonas más calientes cerca al techo y partes frías cerca al piso y en las juntas de las paredes.

4

HORNO PAULISTINHA

EMISIONES DE AIRE E IMPACTOS:

FACTORES DE EMISIÓN
MEDIDOS²

(En g/kg de ladrillos cocidos)			
CO ₂	Carbono Negro (CN)	Material Particulado (MP)	CO
380 (360-400)	No disponible	No disponible	No disponible

EMISIÓN DE MP MEDIDA:

Promedio: No disponible

ESTÁNDARES DE EMISIÓN

País	MP (mg/Nm ³)
Brasil	730 (< 10 MW) 520 (entre 10 y 30 MW)

COMENTARIOS SOBRE LAS EMISIONES

Los valores de los estándares de emisiones de las fuentes fijas dependen de la calificación de la energía termal (MW) de las fuentes (hornos).

Este horno normalmente produce hollín (material particulado) principalmente durante el proceso intermitente de alimentación con biomasa. Cuando se alimenta el horno con leña, se produce una falta de aire de combustión, lo que ocasiona un aumento inicial de las emisiones de hollín. Luego de 10 a 15 minutos, la proporción de aire/agua se estabiliza y se reducen las emisiones hasta el siguiente proceso de alimentación.

FUEL AND ENERGY:

COMMONLY USED FUELS



Biomasa

La biomasa (por ejemplo, leña, briquetas de biomasa, aserrín).

CONSUMO DE ENERGÍA ESPECÍFICO²
(CEE)

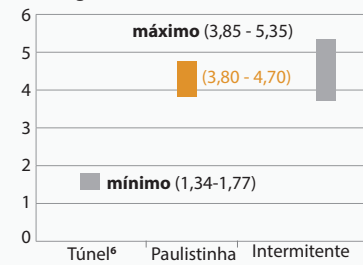
(Medido a temperatura de cocción de 900° a 1100°C)

Promedio: 4,0 MJ/kg de ladrillos o tejas cocidas (Rango: 3,8 – 4,7 MJ/kg de ladrillos o tejas cocidas).

COMPARACIÓN CON OTRAS
TECNOLOGÍAS DE HORNO

El horno Paulistinha presenta un valor CEE ligeramente más alto en comparación con otros hornos intermitentes (CEE - 2 a 4 MJ/kg de ladrillos cocidos), principalmente debido a su estructura.

MJ/kg ladrillos cocidos

DESCRIPCIÓN DE CONSUMO DE
ENERGÍA Y PRINCIPALES CAUSAS DE
PÉRDIDA DE CALOR

Combustión incompleta de la leña. Pérdidas de calor en los gases de escape y el ciclo intermitente (ciclo de lotes).

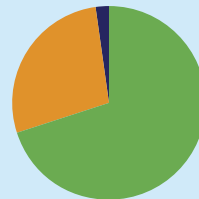
DESEMPEÑO FINANCIERO:

Costo de capital de la tecnología del horno
(Para una capacidad de producción anual de 3-5 millones de ladrillos.)
(No incluye tierras ni costo de capital de trabajo)

28.000 a 46.000 USD

Desglose del Costo de Capital

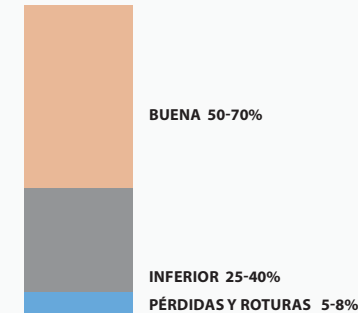
Desglose del Costo de Capital	
Costo del material	70%
Costo mano de obra	28%
Costo de equipos	2%
Total	100%



Capacidad de Producción	50.000 a 75.000 ladrillos o tejas por mes. Principal tamaño de ladrillo: 180 x 180 x 85 mm Main tile size: 490 x 130 mm	
Nº de Operadores necesario	8-10	
Periodo recuperación	Recuperación simple	0,7 – 2,1 años
	Recuperación descontada(@6,5%)	0,9 – 3,0 años

CALIDAD DEL PRODUCTO:

Calidad del producto:
(Según la percepción del mercado local)

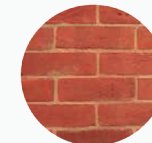


Descripción de la calidad del producto

La temperatura no uniforme en la sección horizontal del horno tiene como resultado ladrillos y tejas poco cocidos en la parte posterior, y por lo tanto existen diferencias en la calidad del producto.

Tipo de productos que se pueden cocer en el horno	Ladrillos sólidos	✓
Ladrillos huecos/perforados	✓	
Tejas para techo	✓	
Otros	✓	

LADRILLO BUENO

LADRILLO DE CALIDAD INFERIOR
Poco cocido y quemado en exceso

SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL (SSO):

Exposición a Material Particulado en
Suspensión Respirable³

Descripción de la exposición: Los gases de combustión expulsados por la chimenea ocasionan una concentración muy alta de polvo en el entorno circundante y los trabajadores están expuestos a una alta concentración de materia particulada en suspensión.

Impactos: Esto puede tener como resultado algunos casos de enfermedades respiratorias entre los trabajadores.

Exposición a estrés térmico⁴

Descripción de la exposición: Los trabajadores que participan en actividades relacionadas con el horno (descarga de productos y alimentación del horno) están directamente expuestos al calor y al grado de radiación.

Impactos: Esto puede tener como resultado deshidratación entre los trabajadores.

Riesgo de accidentes

Peligro de quemaduras durante la cocción o descarga.

Impacto: Riesgo de lesiones.

Cumplimiento con las normas OIT y las
observaciones sobre mano de obra migrante:

Las prácticas que siguen las empresas que usan hornos Paulistinha no cumplen en su totalidad con las Normas Laborales Internacionales sobre seguridad y salud ocupacional establecidas por la OIT.

No se identificaron problemas de mano de obra migrante.

4 HORNO PAULISTINHA

CONCLUSIÓN Y REFERENCIAS:

Conclusión:			
Parámetros	HORNO PAULISTINHA		Comentarios
EMISIÓN DE AIRE (G/KG DE LADRILLO COCIDO)	CO ₂	380	La combustión incompleta en el horno tiene como resultado un alto valor de emisiones, principalmente después de alimentar el horno con leña.
	Carbono Negro	ND	
	MP	ND	
	CO	ND	
COMBUSTIBLE Y ENERGÍA	CEE (MJ/kg de ladrillo cocido)	4,0	La combustión incompleta y las pérdidas de calor en el horno Paulistinha tienen como resultado un aumento en el consumo de combustible.
DESEMPEÑO FINANCIERO	Costo Capital (USD)	28.000-48.000	La baja inversión de capital y el alto retorno es una de las principales razones de la popularidad de la tecnología Paulistinha.
	Capacidad producción	3-8 millones de ladrillos/ año	
	Recuperación simple	0,7 – 2,1 años	
CALIDAD DEL PRODUCTO	Tipos de producto	Todos los tipos de producto	La distribución no uniforme de la temperatura en la parte transversal del horno tiene como resultado diferencias en la calidad del producto.
	Producto de calidad	60 %	
SSO	Exposición al polvo	Sí	El horno Paulistinha cumple parcialmente con las condiciones de SSO.
	Exposición al estrés térmico	Sí	
	Riesgo de accidentes	Sí	

PARA MAYOR INFORMACIÓN:

REFERENCIAS:

- (1) Informe sobre Evaluación de Desempeño de Horno de Ladrillos (Brick Kiln Performance Assessment) disponible en http://www.unep.org/ccac/Portals/24183/docs/Brick_Kilns_Performance_Assessment.pdf
- (2) Ibid.
- (3) Observación de campo
- (4) Ibid.
- (5) Por sus siglas en portugués.
- (6) Horno de túnel: EELA. Manual de hornos eficientes para la industria cerámica roja. Feb. 2015. / Greentech, SDC. Fichas Técnicas sobre hornos de ladrillos en el sur y el sudeste de Asia. Dic. 2013.
- (7) Intermitente (campaña): EELA. Diagnóstico inicial del sector ladrillero, Región del Seridó en el Nordeste de Brasil. Marzo, 2011.

RECONOCIMIENTO:

El equipo del proyecto reconoce y agradece el apoyo financiero recibido de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación para la preparación de estas fichas técnicas.

Nota:

En la etapa inicial de esta iniciativa de desarrollo de fichas técnicas para las tecnologías de hornos de ladrillos, estas se han desarrollado para las regiones del Sur y Sudeste de Asia y América Latina. Con el tiempo se desarrollarán fichas técnicas sobre las tecnologías de los hornos de ladrillos en otras regiones.

Ficha Técnica preparada por:

Instituto Nacional de Tecnología- INT³, Rio de Janeiro, Brasil
(Dr Mauricio Henriques Jr.)
Swisscontact, Lima, Perú
(Miembros del Equipo del programa EELA)

CONTACTO

Instituto Nacional de Tecnología
Río de Janeiro, Brasil
Teléfono: +55 21 21231256
E-mail: energia@int.gov.br
Web: www.int.gov.br

Swisscontact
Lima, Peru
Teléfono: +51 1 2641707
E-mail: eela@swisscontact.org.pe
Web: www.redladrilleras.net

INSTITUTO
NACIONAL DE
TECNOLOGIA
MINISTERIO DA CIENCIA E TECNOLOGIA


swisscontact



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Agencia Suiza para el Desarrollo
y la Cooperación COSUDE