



PERÚ

Ministerio
de la Producción

Despacho Viceministerial
de MYPE e Industria

GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS PARA LADRILLERAS ARTESANALES



Aprobado por Resolución Ministerial N° 102-2010-PRODUCE del
19.04.2010

PERU - 2010



Resolución Ministerial

No. 102-2010-PRODUCE

LIMA, 19 DE abril DE 2010

RESOLUCIÓN MINISTERIAL QUE APRUEBA GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS PARA LADRILLERAS ARTESANALES

Vistos: El Oficio N° 106-2009-PRODUCE/DVMYPE-I/DGI, de fecha 6 de abril de 2009, y el Memorando N° 909-2009-PRODUCE/DVMYPE-I/DGI, de fecha 29 de setiembre de 2009, de la Dirección General de Industria; el Memorando N° 01690-2009-PRODUCE/OGAJ, de fecha 30 de junio de 2009; el Informe N° 012-2010-PRODUCE/OGAJ-JCF, de fecha 15 de marzo de 2010, de la Oficina General de Asesoría Jurídica; y,

CONSIDERANDO:



J. CHICOMA

Que, conforme al Decreto Legislativo N° 1047 – Ley de Organización y Funciones del Ministerio de la Producción, publicado el 26 de junio de 2008, este Ministerio es competente de manera exclusiva en materia de normalización industrial, y tiene entre sus funciones rectoras las de formular, planear, dirigir, coordinar, ejecutar, supervisar y evaluar la política nacional y sectorial bajo su competencia aplicable a todos los niveles de gobierno;



R. LEMAH.

Que, en concordancia con el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de la Producción, aprobado por Decreto Supremo N° 010-2006-PRODUCE, publicado el 05 de mayo del 2006, la Dirección General de Industria tiene la función de promover un sistema de normalización productiva de alcance nacional orientado a mejorar la calidad de los productos del subsector industria, correspondiéndole a la Dirección de Asuntos Ambientales de Industria de dicha Dirección General, diseñar los instrumentos de gestión y promoción ambiental que propicien el mejoramiento de la ecoeficiencia en el subsector industria, mediante el uso de tecnologías limpias y el desarrollo de guías de buenas prácticas;



E. LÓPEZ

Que, mediante los documentos de vistos de la Dirección General de Industria, se ha planteado la aprobación del documento denominado Guía de Buenas Prácticas para Ladrilleras Artesanales, con el objeto de brindar una fuente de consulta rápida y orientativa de carácter referencial, no vinculante, a los funcionarios, profesionales y técnicos vinculados con esta actividad manufacturera, proporcionando entre otros aspectos, criterios para el uso eficiente de los recursos vinculados a esa actividad y para la implementación de medidas de prevención y/o mitigación ambiental;

Que, en la formulación de la Guía de Buenas Prácticas para Ladrilleras Artesanales, se ha tenido en cuenta el desarrollo de modelos piloto en determinadas zonas de las provincias de Arequipa y Cusco, considerando un gran número de ladrilleras artesanales; asimismo se ha considerado la materia prima existente en dichas zonas y en el resto del país para la fabricación artesanal de ladrillos;



Con los visados del Despacho Viceministerial de MYPE e Industria; de la Dirección General de Industria; y, de la Oficina General de Asesoría Jurídica, y de conformidad con las normas citadas precedentemente;

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Aprobación.

Apruébese la Guía de Buenas Prácticas para Ladrilleras Artesanales, documento de carácter no vinculante que en calidad de anexo forma parte integrante de la presente Resolución Ministerial.

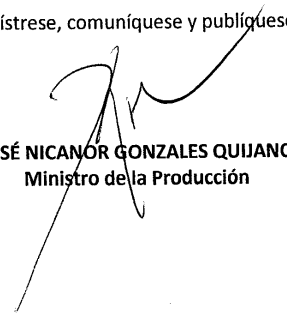


Artículo 2°.- Publicación.

Publíquese la Presente Resolución Ministerial en el Diario Oficial "El Peruano" y el anexo a que se refiere el artículo 1° en el Portal Institucional del Ministerio de la Producción (www.produce.gob.pe).



Regístrese, comuníquese y publíquese.


JOSÉ NICANOR GONZALES QUIJANO
Ministro de la Producción

La Guía de Buenas Prácticas, ha sido formulada con el propósito de asistir a los empresarios ladrilleros artesanales para identificar medidas concretas para minimizar los costos de producción, aumentar la productividad y mejorar la gestión comercial, empleando procesos productivos de bajo impacto ambiental.

La Guía de Buenas Prácticas para Ladrilleras Artesanales, fue elaborada en el marco de la implementación del Programa Regional de Aire Limpio (PRAL) apoyada por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) en el Perú.

Gracias a la Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico – SWISCONTACT quien con sus socios estratégicos Ministerio del Ambiente (ex CONAM) y Calandria tuvieron la responsabilidad de la ejecución en las ciudades de Arequipa y Cuzco donde se desarrolló el programa.

La definición de esta guía es producto del proceso participativo de los Gobiernos Regionales de Arequipa y Cuzco a través de sus respectivas Direcciones Regionales de la Producción, la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, la Asociación de Ladrilleros Primero de Mayo en el ámbito de implementación del Plan A Limpiar el Aire de Arequipa, y de la Dirección de Asuntos Ambientales de Industria del Viceministerio de Mype e Industria del Ministerio de la Producción.

INDICE

1.	Introducción	1
2.	Descripción de la actividad ladrillera	3
2.1.	Etapas de la actividad	3
2.1.1.	Extracción de Arcilla y Tierras	3
2.1.2.	Mezcla	3
2.1.3.	Moldeo o Labranza	4
2.1.4.	Secado	7
2.1.5.	Carga del horno	7
2.1.6.	Cocción	8
2.1.7.	Descarga del Horno	8
2.1.8.	Clasificación y Despacho	9
2.1.9.	Comercialización	9
2.1.10.	Entorno socioeconómico y cultural	10
2.2.	Combustibles usados	10
2.2.1.	Llantas usadas	10
2.2.2.	Artículos de plástico	10
2.2.3.	Leña	11
2.2.4.	Ramas y hojas de eucalipto	11
2.2.5.	Cáscara de arroz y de café	11
2.2.6.	Aserrín y viruta de madera	11
2.2.7.	Carbón de piedra	11
2.2.8.	Petróleo diesel y petróleo residual	11
2.2.9.	Otros combustibles	12
2.3.	Descargas al medio ambiente en la actividad ladrillera	13
2.3.1.	Principales impactos	13
2.3.2.	Parámetros y estándares en monitoreo de emisiones y calidad de aire	14
3.	Mejoras en los Procesos por Buenas Prácticas	16
3.1.	Enfoque de las mejoras	16
3.2.	Factores de influencia en el mejoramiento de procesos	16
3.2.1.	Ubicación de la planta productora	17
3.2.2.	Materia prima	17
3.2.3.	Tipo de combustible utilizado	17
3.2.4.	Tecnología de fabricación empleada: Preparación de ladrillo crudo (Mezcla y Moldeo)	17
3.2.5.	Tecnología de proceso empleada: Cocción (tipo de horno)	18
3.2.6.	Sistemas de control, eficiencia y prácticas operativas	18
3.2.7.	Gestión de Residuos	18
3.2.8.	Seguridad y Protección Personal	18
4.	Buenas Prácticas en Materias Primas	19
5.	Buenas prácticas en Combustibles	20
6.	Buenas prácticas en Formulación y Preparación de la Mezcla	22
7.	Buenas prácticas en Moldeado y Labranza	25
8.	Buenas Prácticas en Cocción o Quema	27
9.	Buenas Prácticas en Gestión de Residuos	29
10.	Buenas Prácticas en Higiene, Seguridad y Protección Personal	30
11.	Mejoras en organización, administración y controles	31
11.1.	Acciones preliminares	31
11.2.	Conformación de asociaciones	31
11.3.	Formalización	33
11.4.	Determinación de costos	33
11.4.1.	Punto de equilibrio	34
11.4.2.	Efectos de la mecanización	35
11.4.3.	Rentabilidad	35
11.5.	Uso de instrumentos y Parámetros de control	36
11.6.	Indicadores de proceso y de gestión	36

12. Anexos	1
12.1. Manual para hornos intermitentes	1
12.2. Normas Técnicas vigentes	1
12.3. Formato para formulación semanal de mezcla	1
12.4. Dimensiones para ladrillos con rebaja o chaflán	1
12.5. Normas Legales de aplicación	1
12.6. Fotografías	1
12.7. Manual y Planos del horno vertical	1

1. Introducción

Propósito de la Guía

Esta Guía tiene como objetivo asistir a las pequeñas ladrilleras artesanales en la identificación de medidas prácticas y de sentido común que puedan ser aplicables para minimizar los costos de producción, aumentar la productividad y mejorar la gestión comercial, empleando procesos productivos de bajo impacto ambiental.

Los artesanos ladrilleros poseen buenos conocimientos del trabajo que realizan y desarrollan sus actividades con mucho esfuerzo y dedicación bajo una serie de paradigmas y premisas que se deben conocer y respetar, pero sobresaliendo su voluntad de mejorar su calidad de vida y principalmente sus ansias de ofrecer un futuro mejor a sus hijos. Sus conocimientos deben ser aprovechados y mejorados combinándolos con nuevas y mejores técnicas.

Justificación

La actividad de fabricación de ladrillos está ampliamente distribuida a nivel nacional. Las empresas grandes por lo general están adecuadamente formalizadas ante los gobiernos locales y ante la autoridad sectorial que es el Ministerio de la Producción. Poseen en su mayoría tecnologías de proceso mejor desarrolladas en cuanto a tipos de horno y combustibles que utilizan, lo cual les permite obtener productos de mejor calidad y con mejores posibilidades de controlar o prevenir los impactos ambientales de su actividad industrial. Asimismo, están organizadas en forma empresarial desarrollando técnicas de gestión y de comercialización adecuadas con acceso a fuentes de financiamiento y créditos.

Por el contrario, la gran mayoría de empresas ladrilleras de micro y pequeño tamaño distribuidas a nivel nacional presentan un alto grado de informalidad y utilizan técnicas artesanales para la fabricación de sus productos. La planta de fabricación está representada básicamente por el horno y un espacio de terreno como patio de labranza.

Las ladrilleras artesanales emplean hornos fijos de fuego directo, techo abierto y tiro ascendente para la cocción también denominada quemado o simplemente quema de ladrillos. Las paredes de estos hornos no proveen un buen aislamiento porque son delgadas, y en su geometría tienden a tener una gran área horizontal de cocción; características que les restan eficiencia tanto en velocidad de cocción como en calidad de producto sobre todo cuando se usan combustibles sólidos como el carbón; lo cual compensan los artesanos con el uso de combustibles altamente contaminantes pero de bajo precio y alto poder calorífico como llantas usadas, plásticos y aceite quemado de vehículos.

El uso de estos últimos materiales como combustible genera emisiones de gases altamente tóxicos y cancerígenos como óxidos de azufre (SO_x), óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles (COV), hidrocarburos aromáticos poli nucleares, dioxinas, furanos, benceno, bifenilos poli clorados y metales pesados como As, Cd, Ni, Zn, Hg, Cr, V, etc., estos elementos y compuestos provocan irritación a la piel, ojos y membranas mucosas, trastornos en las vías respiratorias, en el sistema nervioso central, depresión y eventualmente cáncer; características que los hacen inaceptables para ser utilizados con este fin.

Generalmente cada artesano ladrillero levanta su horno en la periferia de las ciudades en zonas donde la materia prima abunda o está muy cerca y es asequible, o las condiciones climáticas principalmente abundante viento y pocas lluvias les favorecen; luego van llegando más artesanos ladrilleros al lugar conformando una zona de actividad ladrillera caracterizada por un paisaje donde destaca el relieve de los hornos.

Los hornos empleados para el quemado o cocción de los ladrillos son artesanales del tipo escocés o de fuego directo en cuyo interior el combustible está en contacto directo con los ladrillos crudos. No se hace ningún tipo de control de la temperatura ni de las emisiones contaminantes generadas.

Los productos así elaborados difícilmente cumplen las normas de calidad establecidas lo que restringe su mercado; cuando a esto se suma el uso de combustibles inadecuados como las ya mencionadas llantas usadas, la actividad ladrillera se convierte en fuente de contaminación que afecta la calidad del aire de las ciudades y poblaciones cercanas, la salud de sus habitantes y de los propios familiares de los ladrilleros.

Alcances

La Guía está dirigida principalmente a los micros y pequeños empresarios (MIPE) del subsector ladrillero artesanal así como a instituciones y organizaciones que puedan estar en capacidad de asesorar a estas empresas.

La presente Guía pretende ser una fuente de consulta rápida y orientadora para mitigar los impactos ambientales negativos al medio ambiente de la industria ladrillera artesanal y afines brindando consejos e ideas al usuario de una manera simple y directa.

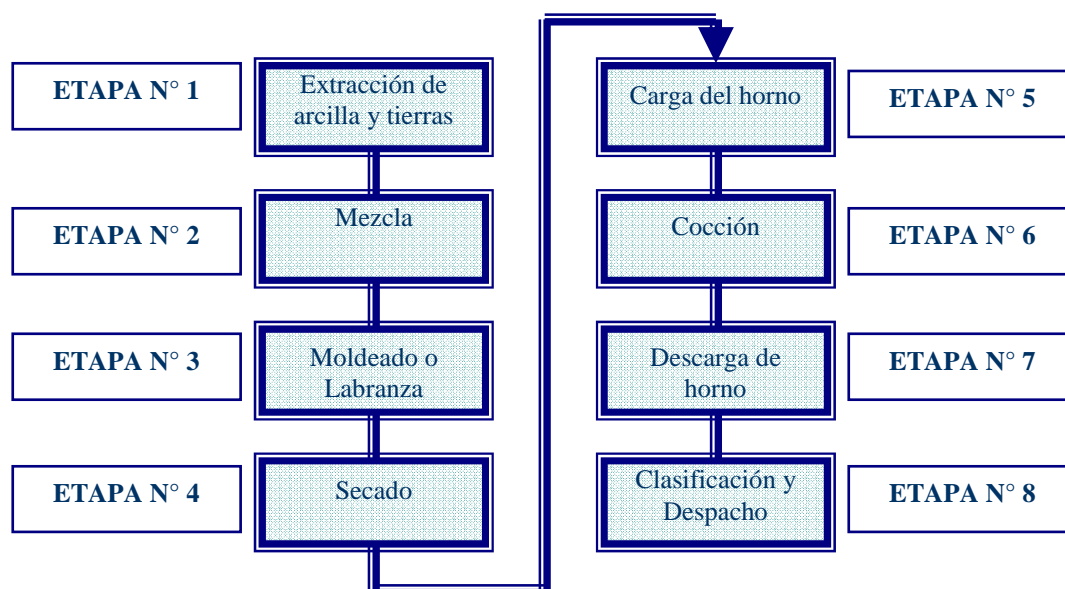
En el documento se hace primero una breve descripción de la actividad ladrillera artesanal tomando como base la que se desarrolla en la ciudad de Arequipa, y luego se describen las mejoras que se pueden obtener mediante una operación adecuada y el uso de tecnologías más eficientes.

Finalmente se incluyen recomendaciones sobre administración de la producción y comercialización, posibilidades de mejorar la calidad de sus productos, ampliar su mercado y obtener mayor rentabilidad.

2. Descripción de la actividad ladrillera

2.1. Etapas de la actividad

El Diagrama de Flujo general para la actividad ladrillera se muestra en la figura siguiente:



2.1.1. Extracción de Arcilla y Tierras

La extracción de Arcilla y Tierra Arenosa se puede realizar en lugares alejados de la zona de producción o en la misma zona de producción. El procedimiento de extracción para los ladrilleros artesanales es por excavación manual de canteras con y sin denuncia. La mediana y gran industria ladrillera (de 500 a mil millares por mes) extrae el material de canteras con denuncia minero utilizando equipo pesado de remoción de tierras. El material tal como es extraído se carga en camiones y se transporta a la zona donde están los hornos de cocción.

2.1.2. Mezcla

2.1.2.1. Mezclado a Mano

La mezcla a mano se realiza al final del día luego de concluir las labores de labranza. Con ayuda de una pala o lampa se prepara en las fosas de mezclado¹, una premezcla de arcilla y arena humedecidas amasando con manos y pies hasta que desaparezcan los terrones más grandes de arcilla. Algunos artesanos añaden otros agregados que pueden ser aserrín, cáscara de arroz o de café, cenizas. Se deja reposar esta masa hasta el día siguiente para que los terrones más pequeños se deshagan, la mezcla se vuelva consistente y adquiera la textura requerida para el moldeo o labranza. Las impurezas de la arcilla y tierra como raíces de plantas, restos de arbustos y piedras son separadas manualmente. Algunas pocas veces se hace pasar la arena por un tamiz para eliminar impurezas u obtener un grano más homogéneo. La materia prima no se selecciona ni es sometida a molienda para control granulométrico. La formulación y características finales de la mezcla son definidas en base a su consistencia según la experiencia, necesidades o disponibilidad de materiales de cada artesano.

2.1.2.2. Mezclado mecánico

Esta mezcla se efectúa utilizando una mezcladora o batidora accionada por algún tipo de energía que puede ser eléctrica, mecánica o de tracción animal (buey, caballo, acémila), lo que elimina el amasado a mano, reduce el tiempo de amasado y eleva el rendimiento.

¹ Las fosas de mezclado son excavaciones rectangulares de 1m x 2m y 0,3m a 0,5m de profundidad

El procedimiento no requiere tiempo de reposo. La premezcla de arcilla y arena humedecidas, junto con otros agregados si fuera el caso, se vierte en el acceso o tolva de entrada de la mezcladora donde se amasa hasta obtener la consistencia requerida; la mezcla obtenida se puede volver a pasar cuantas veces sea necesario agregando arcilla, arena, agua.

La composición de la mezcla es variable en las diferentes zonas del país y depende mayormente de la calidad de la arcilla como también de su disponibilidad (distancia de las canteras al centro de producción). Por ejemplo, en Arequipa el contenido de arcilla en la mezcla puede ser de 30%, mientras que en el Cuzco llega hasta el 70%.

En Piura se han realizado pruebas introduciendo en la mezcla aserrín de madera y ceniza de cáscara de arroz, obteniendo los resultados que se muestran en el cuadro siguiente:

Cuadro 1.1: Valores de resistencia con diferentes mezclas

Clase de ladrillo	Tipo de mezcla	Resistencia a la compresión (kgf/cm ²)	Densidad (g/cm ³)
King kong tradicional	Con arena	75,5	1,61
King kong tradicional	Con aserrín	42,5	1,32
King kong tradicional	Con ceniza	50,5	1,45
King kong extruido	Con arena	169,0	1,47
King kong extruido	Con ceniza	160,5	1,35

Fuente: Programa de Energía de ITDG-Perú, Uso de cascarilla de arroz como fuente energética en ladrilleras

2.1.3. Moldeo o Labranza

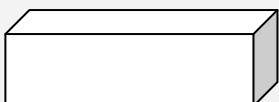
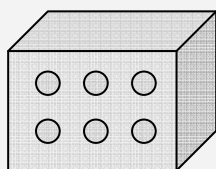
El material mezclado se moldea para darle la forma de ladrillo requerido: sólidos (king kong) y huecos, (pasteleros, para techo, etc.). Se puede hacer en forma manual o también con extrusoras mecánicas.

2.1.3.1. Moldeo manual

Se utilizan moldes metálicos o de madera. Los moldes no tienen tamaños estandarizados, difieren de un artesano a otro y de una región a otra. Generalmente utilizan arena muy fina (cenicero) como desmoldante para facilitar el retiro de la mezcla del molde.

En condiciones climáticas normales, o sea sin lluvias, un labrador rinde semanalmente en jornada de 8 horas de lunes a sábado por cada tipo de ladrillo lo siguiente:

Rendimiento en moldeo manual

Ladrillos King Kong por semana	Ladrillos Pandereta por semana
 2 400 – 2 500 ladrillos/hombre	 1 200 – 1 400 ladrillos/hombre



Prensa de moldeo con tolva de mezclado y mesa de corte



Prensa de moldeo accionamiento manual



Molde metálico para ladrillos sólidos (Arequipa)



Molde de madera o gavera (Cuzco)



Gavera para ladrillos pandereta (Piura)



Combinación mezcladora y extrusora de accionamiento eléctrico (Cuzco)

2.1.3.2. Moldeo mecánico

El moldeo mecánico permite incrementar la densidad del ladrillo y por tanto su resistencia. Se emplean desde prensas de moldeo accionadas manualmente capaces de producir 60 ladrillos por hora con moldes individuales, hasta extrusoras industriales que pueden producir más de un millar por hora. El punto intermedio está representado por pequeñas máquinas extrusoras manuales que pueden producir entre 120 y 400 ladrillos por hora. Estas máquinas también pueden producir ladrillos tipo pandereta y techo sólo con un cambio de molde.

La extrusora es una máquina accionada eléctricamente o por motor a diesel o gasolina, que se compone de cuatro partes principales:

- Manivela y mecanismo de empuje;
- Tanque para llenado de la mezcla;
- Molde extrusor que es intercambiable según el tipo de ladrillo a fabricar;
- Mesa de corte de ladrillos.

Con el uso de mezcladora y extrusora se puede producir más de un millar de ladrillos crudos por hora.

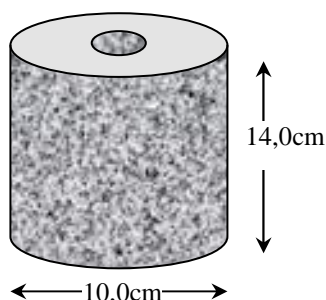
2.1.3.3. Moldeo de briquetas

En forma similar a los ladrillos se moldean también briquetas de carbón para utilizarlas como combustible. Las briquetas son una mezcla humedecida de carbón en polvo con arcilla; esta mezcla se vierte en moldes especiales de diferentes formas y tamaños:

- Cilíndrico pequeño con un solo agujero en el centro;
- Cilíndrico grande con varios agujeros en todo el cuerpo;
- Rectangulares con las mismas dimensiones de los ladrillos.

Luego se secan al aire por dos a tres días.

Fig. 2.1 Briquetas cilíndricas



Fórmula para	Carbón	Arcilla	Agua
Briquetas	1Kg.	120gr	100cm ³

2.1.4. Secado

Los ladrillos crudos recién moldeados se depositan en canchas de secado o tendales, que son espacios de terreno plano habilitados para este fin generalmente lo más cerca posible a la zona de moldeo.

Los ladrillos se secan aprovechando la acción natural del sol y el viento. Cuando llueve y no están bajo sombra, se cubren con mantas de plástico para protegerlos aunque esto no siempre evita que se dañen por lo que es más recomendable construir cobertizos techados para el secado.

El secado se realiza hasta que el ladrillo crudo pierde aproximadamente un 13% de humedad y queda listo para ser cargado al horno; el período de secado depende del clima y puede variar entre cinco a siete días en promedio. A partir del tercer o cuarto día se van girando las caras expuestas para un secado parejo, raspando en cada giro las partes que estaban en contacto con el suelo a fin de desprender la tierra o polvo que podrían haber capturado. En la etapa final del secado, se van colocando los ladrillos de canto uno encima de otro formando pequeñas torres de un ladrillo por lado y de aproximadamente 1m a 1,20m de alto.

2.1.5. Carga del horno

Primero se arma el “malecón” o arreglo de encendido acomodando los ladrillos secos de manera que, siguiendo el perfil de la ventana de aireación, formen una bóveda por encima del canal de encendido a todo lo largo del horno. En la quema con carbón, la base de esta bóveda se arma como una especie de parrilla formada con ladrillos enteros y tallados manualmente, sobre la cual se arman briquetas de carbón en tres o más capas dependiendo de la forma y tamaño de la bóveda. Debajo de esta parrilla está el canal del malecón donde se coloca la leña para el encendido.

A la altura de la parte superior de los lados de la bóveda formada por los ladrillos crudos en el interior del horno e inmediatamente por encima de la bóveda, se colocan briquetas de carbón en una disposición apropiada una al lado de otra a casi todo lo largo y ancho de la sección del horno para conseguir un frente de fuego horizontal.

Las briquetas utilizadas generalmente son de forma cilíndrica de 10cm de diámetro por 14,0cm de alto con un agujero en el medio para favorecer su encendido.

Por encima de la bóveda armada como malecón de encendido, los ladrillos son colocados en capas horizontales sucesivas cada una transversal respecto a la anterior (en ángulo de 90 grados), descansando sobre su lado más largo hasta llenar toda la altura del horno. En los techos abovedados se hace la misma disposición pero siguiendo la forma de la bóveda.

Otra manera de armar es en la secuencia 1 ½, que consiste en colocar un ladrillo a lo largo seguido de un ladrillo a lo ancho, luego un ladrillo a lo largo y así sucesivamente.

Entre ladrillo y ladrillo se deja una separación de tres a cinco milímetros para permitir el flujo de aire y de los gases calientes producto de la combustión, así como para permitir la transmisión de fuego y calor durante la cocción.

El carguío y armado del horno se realiza en jornadas de uno a más días dependiendo del tamaño y capacidad del horno. En promedio un horno de 10 millares se carga en 10 horas con cinco personas: cuatro para alcanzar los ladrillos (bolear) y una para el armado.

2.1.6. Cocción

La cocción se realiza en los hornos ladrilleros. El horneado o quemado es una operación netamente artesanal que el Maestro Hornero va ajustando según los resultados que se van obteniendo. Los canales de encendido están contruidos a la altura del piso, atraviesan el horno de lado a lado y sus ventanas o bocas están en los lados de mayor longitud. Las dimensiones y características de las bocas dependen del tipo de combustible que se va a quemar. En el Anexo 1 Manual para operadores de horno tradicional se incluyen diagramas de dimensiones de los canales y ventanas de encendido.

La cocción tiene dos partes bien diferenciadas: El Encendido y la Quema propiamente dicha.

El Encendido.- El objetivo es hacer prender las briquetas colocadas en la parte superior del malecón de encendido a fin que éstas a su vez generen suficiente calor para encender el cisco de carbón colocado en las sucesivas capas horizontales. El proceso de encendido en los hornos tradicionales de Arequipa dura de 8 a 24 horas y a veces hasta 48 horas. Para iniciar el fuego se utilizan llantas, plásticos y en el mejor de los casos paja, viruta de madera y leña de eucalipto o algarrobo. Cabe mencionar que algunos grupos de ladrilleros como los de la Asociación Primero de Mayo en Socabaya, Arequipa donde se condujo un Proyecto Demostrativo, han dejado de utilizar llantas o plásticos y actualmente para el encendido solo utilizan leña principalmente de eucalipto a veces remojando ligeramente los trozos iniciales con kerosén.

La Quema.- Consiste en lograr que el fuego vaya ascendiendo en forma homogénea a través de las sucesivas capas horizontales de ladrillos encendiendo las respectivas capas de cisco de carbón hasta su agotamiento en las capas superiores con lo que se completa la cocción de toda la carga.

La cocción con carbón de piedra en los hornos tradicionales de Arequipa puede durar de siete a veinte días según el tamaño del horno. La cocción en los hornos de Piura dura siete días. La cocción en los hornos del Chusco dura 24 horas.

El proceso de cocción se inicia cuando han prendido totalmente las briquetas de la segunda capa del malecón de encendido pues entonces también ya ha prendido el cisco de carbón junto a estas briquetas; en este momento se empieza a sellar el horno tapando primero las mirillas y ventanas opuestas a la dirección del viento, reduciendo el tamaño de las ventanas ubicadas en la dirección del viento y finalmente sellando todas las ranuras de la última fila de ladrillos en el techo del horno, dejando pequeñas aberturas en las esquinas superiores para observar el avance. A partir de este momento solo se trata de mantener el fuego encendido hasta que llegue a la parte superior del horno.

2.1.7. Descarga del Horno

Una vez que el fuego ha llegado al extremo superior y se ha consumido todo el carbón, se van abriendo poco a poco las ventilaciones del horno para dejar enfriar lo cual puede durar de cuatro a seis días. El enfriamiento es de abajo hacia arriba por efecto de las mismas corrientes de aire que han contribuido a la combustión.

Antes de proceder con la descarga se espera que el horno se enfríe. En épocas de alta demanda los ladrillos se empiezan a descargar cuando todavía están calientes sin esperar el período de enfriamiento normal.

La descarga dura un día menos que el tiempo que se utilizó en cargar.

2.1.8. Clasificación y Despacho

Los ladrillos se descargan y se apilan en los alrededores del horno clasificándolos según el resultado de la cocción:

- Bien cocidos (coloración rojiza intensa y sonido metálico a la percusión, son duros y presentan el grano fino y compacto en su fractura, sus aristas deben ser duras y la superficie lisa y regular),
- Medianamente cocidos o “bayos” (color menos rojizo),
- Crudos o no cocidos

Estos últimos se tienen que volver a cocer, mientras que los otros son adquiridos por los compradores a precios diferenciados pagándose obviamente menos por aquellos que no están bien cocidos.

Las ladrilleras artesanales no realizan ensayos de calidad.

En general, un ladrillo para ser bueno debe reunir cualidades de:

Homogeneidad en toda la masa (ausencia de fisuras y defectos).

Dureza para resistir cargas pesadas (resistencia a la flexión y compresión).

Formas regulares, para que los muros construidos sean de espesor uniforme (aristas vivas y ángulos rectos).

Coloración homogénea, salvo que se tenga interés en emplearlos como detalle arquitectónico de coloración.

En el Anexo 2 se describen los requisitos que deben cumplir los ladrillos según las Normas Técnicas vigentes.

La Norma Técnica anterior, ITINTEC 331.017 clasificaba los ladrillos según su resistencia expresada en Kg/cm²; la Norma Técnica actual, NTP 331.017:2003 (Anexo 2) usa otra denominación y expresa la resistencia en MPa² (Mega Pascales). A manera de ilustración se incluye a continuación la antigua especificación:

Clasificación de ladrillos según antigua Norma ITINTEC 331.017

Clasificación de los ladrillos	Resistencia * (kgf/cm ²)
TIPO I: Resistencia y durabilidad muy bajas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio mínimas.	60
TIPO II: Resistencia y durabilidad bajas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio moderadas.	70
TIPO III: Resistencia y durabilidad media. Apto para construcciones de albañilería de uso general.	95
TIPO IV: Resistencia y durabilidad altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas.	130
TIPO V: Resistencia y durabilidad muy altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas.	180

*Resistencia mínima a la compresión

2.1.9. Comercialización

El mercado principal de los productores de ladrillo artesanal está en la actividad de construcción de viviendas particulares.

Los ladrillos mecanizados o semi mecanizados son solicitados por empresas constructoras grandes para obras privadas o públicas. El precio de venta de estos ladrillos es

² MPa=Mega Pascal, unidad de fuerza equivalente a 10,2 Kg/cm². Es decir para convertir MPa a Kg/ cm², se multiplica la cantidad de MPa por 10,2.

sustancialmente mayor que el de los artesanales llegando a costar más del doble; de allí la conveniencia por parte de los artesanos de hacer los esfuerzos necesarios para introducir mezcladoras y extrusoras en su proceso, y por parte de los organismos públicos de promover la formalización y el acceso a créditos de los microempresarios de esta actividad.

Los ladrillos artesanales son vendidos por los productores al pie del horno de donde son recogidos por los compradores, sean intermediarios, contratistas o propietarios de viviendas en construcción que se acercan con sus movibilidades contratadas o propias.

Los principales compradores son los intermediarios que comercializan en los puestos de venta de materiales de construcción. Estos agentes manejan los precios y son a su vez habilitadores financieros que otorgan adelantos en efectivo a los productores que en la práctica funcionan como préstamos con altos intereses.

Los ladrillos mecanizados se venden principalmente a través de oficinas comerciales que se agrupan en zonas específicas de comercialización de materiales de construcción de cada ciudad.

2.1.10. Entorno socioeconómico y cultural

A nivel nacional la producción de ladrillos tiene un consumo principalmente interno y, como parte de la cadena de la industria de la construcción es una actividad muy sensible a etapas recesivas o de bajo gasto público y privado.

La mayoría de la actividad económica es de tipo familiar e informal, donde las tareas son desarrolladas por todo el núcleo familiar compuesto por el padre, la madre y los hijos, siendo la participación de estos últimos variable ya que, por ejemplo, los hijos menores cuando retornan de la escuela realizan tareas también menores. La gestión empresarial es casi inexistente y no tienen acceso a servicios ni prestaciones de salud; sin embargo, como son empresas familiares, tienen gran importancia en la economía de las comunidades y localidades donde están ubicadas pues se constituyen generalmente en la única o la principal actividad productiva generadora de trabajo y de ingresos.

Es frecuente que los ladrilleros artesanales establezcan sus viviendas adyacentes a los hornos en zonas carentes de servicios básicos como agua, desagüe o luz, con vías de acceso precarias, la propiedad de los terrenos muchas veces no está saneada y ni siquiera están incluidos en el plano catastral de la Municipalidad.

2.2. Combustibles usados

A continuación se describen brevemente los combustibles más usados en la actividad ladrillera artesanal.

2.2.1. Llantas usadas

El uso de llantas usadas esta extendido en las ladrilleras artesanales. Se utilizan generalmente cortadas en trozos pero también enteras. El tiempo de cocción de los ladrillos es casi dos y media veces menor que con carbón de piedra aunque la cantidad de ladrillos cargada en el horno sea menor ya que tiene otra distribución o arreglo para la cocción.

Este material junto con los artículos de plástico son los más contaminantes de todos los usados como combustible puesto que su quema genera desde una elevada cantidad de partículas hasta humos altamente tóxicos de riesgo cancerígeno.

Las llantas son acopiadas por recicladores generalmente informales que las transportan en camiones hasta las zonas de actividad ladrillera donde las venden al mejor postor y descargan directamente junto al horno. Las zonas donde se utiliza o se ha utilizado llantas pueden ser fácilmente identificadas por la coloración negruzca que tienen los suelos adyacentes y las paredes de los hornos.

2.2.2. Artículos de plástico

Se utilizan bolsas plásticas de PVC, polietileno, botellas PET, y en general cualquier material plástico disponible como complemento para acelerar el encendido y también para “avivar” el fuego cuando la combinación combustible-oxígeno no tiene suficiente potencial calórico.

Junto con las llantas usadas son los materiales de más alta toxicidad.

Pueden ser adquiridos en diversos centros de acopio o reciclaje donde se venden al mejor postor.

2.2.3. Leña

Se utiliza en forma de trozas o “rajas”. En algunos lugares se utiliza solo para iniciar el fuego y encender las briquetas de carbón; mientras en otros donde hay abundancia se utiliza para todo el proceso de cocción. Se adquieren en depósitos existentes en las ciudades o en la misma zona de producción. El uso indiscriminado de leña en la Costa norte ha estado poniendo en riesgo los bosques de algarrobo y guarango (huarango) por lo que su uso solo está permitido para el consumo doméstico de los pobladores cercanos.

La madera de algarrobo usada en Piura tiene un poder calorífico neto de 15,500 kJ/kg, mientras que la madera de eucalipto empleada en Arequipa, Cusco, Ayacucho tiene 18,000 kJ/kg.

2.2.4. Ramas y hojas de eucalipto

Se utiliza en forma fresca en algunas ciudades de la sierra principalmente Cusco, a donde son traídas desde lugares cada vez más lejanos debido a que su uso y tala supera largamente la capacidad de recuperación y los escasos esfuerzos de forestación. Se utiliza como combustible único para todo el proceso de cocción y algunas veces combinado con aserrín de madera, cáscara de arroz, o con carbón de piedra reemplazando la leña en el encendido.

2.2.5. Cáscara de arroz y de café

Los ladrillos crudos cargados en el horno se cubren con cascarilla arrojada por la parte superior. Durante el proceso de quema se va echando paulatinamente a medida que se consume. El encendido se hace con paja y ramas secas que son colocadas en las bocas de los canales.

Se adquieren en sacos o a granel en los molinos o piladoras, los cuales consideran material para deshecho a estos residuos.

La cascarilla de arroz como combustible alternativo tiene un poder calorífico neto de 13,300 kJ/kg.

2.2.6. Aserrín y viruta de madera

El aserrín es utilizado en forma similar a la descrita para la cáscara de arroz o café. La viruta es utilizada como complemento para acelerar el encendido y “avivar” el fuego.

Se adquieren en los aserraderos y depósitos de madera de la ciudad

2.2.7. Carbón de piedra

Se utiliza en dos presentaciones:

- En forma de briquetas se colocan en la parte baja de los hornos para el encendido.
- En forma molida o como “cisco” se agrega entre cada capa de ladrillos.

La calidad del carbón de piedra existente en el país es variable. En Arequipa, Cuzco y Piura el combustible empleado es cisco de carbón, antracítico y en Ayacucho es semi bituminoso; con poderes caloríficos típicos de 26,000 y 17,000 kJ/kg respectivamente. El contenido de azufre de los carbones nacionales es bajo de máximo 0.5%. En las pruebas de quema realizadas en Arequipa se ha observado un buen rendimiento del carbón procedente de Alto Chicama en el Dpto. de la Libertad.

2.2.8. Petróleo diesel y petróleo residual

Estos combustibles son de los más costosos y su uso requiere contar con instalación de mecanismos de inyección y tanques de almacenamiento que también son costosos. Difícilmente son elegibles para las ladrilleras artesanales.

2.2.9. Otros combustibles

Eventualmente y casi siempre combinados con hidrocarburos líquidos se utilizan aceites lubricantes y aceites comestibles usados para aumentar el volumen de combustible disponible. Estos aceites pueden contener elementos cancerígenos.

Cuadro 1.1: Efecto contaminante de los tipos de combustibles utilizados en ladrilleras

Combustible	Grado de Contaminación Atmosférica	Efecto adicional sobre el entorno
Llantas usadas	Muy alto, cancerígeno	Ennegrecimiento del entorno, suelo, casas, etc.
Plásticos (bolsas, botellas, etc)	Muy alto, cancerígeno	No precisado
Ramas y hojas frescas de eucalipto	Alto, gran cantidad de humo denso dificulta la visibilidad	Deforestación por consumo indiscriminado, erosión de suelos, disminución de lluvias
Leña seca de eucalipto u otra especie	Medio	Deforestación por consumo indiscriminado, erosión de suelos, disminución de lluvias
Cáscaras de arroz o café	Medio	Aprovechamiento de residuos
Aserrín de madera	Medio	Aprovechamiento de residuos
Hidrocarburo líquido (diesel, residual)	Medio	Riesgo de contaminación de suelos por derrames
Carbón de piedra (Antracita)	Bajo	No representativo
Gas (GLP, GNP)	Muy bajo	No representativo

Fuente: Elaboración propia”

Cuadro 1.2 Eficiencia de combustión en combustibles típicos

Combustible	Eficiencia
Carbón Antracita	89.36 %
Carbón bituminoso	87.42 %
Residual N°6	85.95 %
Diesel N°2	84.95 %
Propano	83.45 %
Gas Natural	81.30 %
Metano	81.20 %

Fuente: Guía de Buenas Prácticas para Calderas Industriales, preparada por PA Consulting para el Ministerio de la Producción, PRODUCE

Cuadro 1.3: Mediciones de campo y de laboratorio sobre las características principales de la cascarilla de arroz y de los ladrillos

Poder calorífico promedio de la cascarilla (kJ/kg)	Densidad de la cascarilla (kg/m ³)	Consumo de combustible promedio del ladrillo (MJ/kg)	Densidad del ladrillo (g/cm ³)	Resistencia del ladrillo (kgf/cm ²)
13 370	146,4	4,6	1,3 a 1,8	34,0 a 65,8

Fuente: Programa de Energía de ITDG-Perú. “Uso de cascarilla de arroz como fuente energética en ladrilleras”

Cuadro 1.4: Poderes Caloríficos Típicos en KJ/Kg de algunos combustibles utilizados en hornos de la actividad ladrillera

Cáscara de arroz	13 300
Algarrobo	15 500
Eucalipto	18 000
Carbón bituminoso	17 000
Carbón antracítico	26 000

2.3. Descargas al medio ambiente en la actividad ladrillera

2.3.1. Principales impactos

La actividad de fabricación de ladrillos genera impactos sobre la calidad del aire y sobre la morfología del terreno. En el primer caso debido principalmente a las emisiones de humos procedentes de los hornos en la etapa de cocción que causan efectos directos e indirectos sobre la salud humana, la flora, la fauna, los cuerpos de agua, y contribuyen al cambio climático global. En el segundo caso porque la explotación de las canteras produce excavaciones que no solamente afectan el paisaje sino también la estructura y configuración del terreno ocasionando deforestación, pérdida de la capa productiva del suelo, y erosión.

La actividad no genera efluentes de proceso, pero si residuos sólidos inertes constituidos por los escombros cerámicos provenientes de los productos rechazados por rotura o deficiente cocción (“bayos” y “recochos”), que según el Diagnóstico Ambiental del subsector Cerámica y Ladrillos³ se encuentran por debajo del 5%, pero que en los ladrilleros artesanales pueden llegar a estar entre 5% y 15% si no se ha conseguido una buena “quema”⁴.

Cuadro 1.5: Contaminantes que genera el proceso productivo de ladrilleras

Etapas	Actividades que Generan Contaminantes	Tipo de Contaminantes
Extracción de Arcilla y tierras	<ul style="list-style-type: none"> Extracción con herramientas manuales Extracción con maquinaria pesada 	<ul style="list-style-type: none"> Escasas Partículas en suspensión Abundantes Partículas en suspensión Cambios en la morfología del terreno
Mezclado	<ul style="list-style-type: none"> Tamizado y selección Mezcla de arcillas con agua y arena 	<ul style="list-style-type: none"> Partículas en suspensión
Moldeado	<ul style="list-style-type: none"> No generan contaminantes 	<ul style="list-style-type: none"> Ninguno
Secado	<ul style="list-style-type: none"> Durante el secado de los moldes al aire libre solo se desprende vapor de agua, el cual es en principio inocuo para la salud. Los moldes defectuosos son reciclados a la etapa de moldeado 	<ul style="list-style-type: none"> Ninguno
Carga del horno	<ul style="list-style-type: none"> No genera contaminantes 	<ul style="list-style-type: none"> Ninguno
Cocción	<ul style="list-style-type: none"> Uso de combustibles en la cocción de ladrillos y tejas: Llantas, aceite usado, aserrín de madera, cáscara de café, ramas y leña de eucalipto, carbón de piedra 	<ul style="list-style-type: none"> Partículas en suspensión Dióxido de azufre Dióxido de nitrógeno Compuestos orgánicos volátiles
Clasificación	<ul style="list-style-type: none"> Descarte de productos rotos, mal cocidos, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> Residuos sólidos inertes
Despacho	<ul style="list-style-type: none"> Descarte de productos rotos 	<ul style="list-style-type: none"> Residuos sólidos inertes

Fuente: Elaboración propia

³ Documento elaborado por PA Consulting entre los años 2002 y 2004 para el Ministerio de la Producción

⁴ Diagnóstico de Producción Más Limpia en Pequeñas Ladrilleras de Arequipa y Cusco

2.3.2. Parámetros y estándares en monitoreo de emisiones y calidad de aire

En la actividad ladrillera, al igual que en casi todas las demás actividades industriales, se monitorean dos tipos de gases:

- Los gases o emisiones generados por el proceso de combustión y expulsados a través de chimeneas
- Los gases o inmisiones que se encuentran dispersos en el ambiente como resultado del aporte de las emisiones arrojadas al ambiente por la o las chimeneas, y que determina la calidad del aire.

2.3.2.1. *Parámetros de medición*

Las ladrilleras se consideran fuentes fijas de generación de emisiones. La medición de las concentraciones de contaminantes en las emisiones atmosféricas se realizan en base al Protocolo para el Monitoreo de Emisiones Atmosféricas aprobado con Resolución Ministerial 026-2002-ITINCI, cuya aplicación es fiscalizada por el Ministerio de la Producción como autoridad competente para el sector industrial. La metodología seguida por este protocolo se basa en los métodos de la Agencia de Protección Ambiental de los EEUU de NA, conocida por sus siglas en inglés EPA y como una alternativa acepta los de ASTM que son técnicamente correctos y similares.

Para medir valores representativos de la concentración de componentes de las emisiones atmosféricas, es necesario que las instalaciones de proceso cuenten con una chimenea apropiadamente acondicionada. No existe una metodología para medir estos valores en los hornos tradicionales de tiro abierto.

Cuadro 1.6 Parámetros, Métodos y Equipos para medir gases de chimenea

Parámetro	Método de análisis	Método de referencia	Rango	Equipo referencial
Partículas	Gravimétrico	EPA-17		Isocinético/ Tecora ISO EF/R/ Balanza Analítica -
Temperatura	Termométrico	CTM-030-EPA	-40 – 1 000 °C	
Oxígeno	Electroquímico	CTM-030-EPA	0 – 25%	Analizador de gases de combustión Testo 300 - I
Velocidad	Manométrico	2C-EPA	0 – 40 m/s	

Para medir la calidad del aire circundante se toma en cuenta la dirección predominante del viento instalando dos muestreadores, uno a favor del viento antes de la fuente generadora de contaminación que se está investigando denominado Estación a Barlovento; y el otro denominado Estación a Sotavento, que se instala en posición opuesta respecto a la fuente generadora quedando ésta entre ambas estaciones.

Cuadro 1.7 Parámetros, Métodos y Equipos para medir la Calidad del Aire

Determinación	Método de Ensayo			Equipo	/	
Denominación	Símbolo	Código/Referencia	Año	Nombre o Título	Instrumento referencia	de
Dióxido de Nitrógeno	NO ₂	40 CFR Part 50 Appendix EPA-084	F 1998	Del Arsenito de Sodio	Bomba de vacío / Tren de muestreo / Espectrofotómetro Spectronic 20 D ⁺	/
Dióxido de Azufre	SO ₂	40 CFR Part 50 Appendix EPA-097	A 1998	De Pararosanilina		/
Sulfuro de Hidrógeno	H ₂ S	Peter O Warner, Análisis de los Contaminantes del Aire, pág. 140-142	1981	Colorimétrico del Azul de Metileno		/
Partículas Totales en Suspensión	PTS	40 CFR Part 50 Appendix EPA-802	B 1998	Gravimétrico	Muestreador de alto volumen Hi-Vol (Staplex)	/

Es conveniente registrar también al mismo tiempo los parámetros meteorológicos.

Cuadro 1.8 Parámetros Meteorológicos

Parámetro	Equipo de referencia	Rango	Precisión
Temperatura		- 40,0 °C a + 65,0 °C	+/- 0,5 °C
Humedad relativa	Estación Meteorológica	0 % – 100 %	+/- 3% del valor medido
Velocidad de viento	Vantage DAVIS	Pro 1,5 – 79,0 m/s	+/- 5% del valor medido
Dirección de viento		0° – 360°	+/- 7°

2.3.2.2. *Límites Permisibles referenciales y Estándares de Calidad Ambiental*

Como aún no han sido aprobados los Límites Máximos Permisibles (LMP) de emisiones gaseosas para el subsector ladrillero, se pueden utilizar temporalmente los siguientes:

Cuadro 1.9 Límites referenciales para emisiones gaseosas en el subsector ladrillero artesanal

Parámetro	Unidad	Límite Permisible	Norma de Referencia
Partículas	mg/Nm ³	100	R.M. N° 315-EM/VMM
Dióxido de Azufre	mg/Nm ³	2 000	IFC/BM
Óxidos de Nitrógeno	mg/Nm ³	460	
Monóxido de Carbono	mg/Nm ³	1 445	Decreto N° 833/1975 (España)

Son de aplicación para todos los sectores y subsectores, los Estándares de Calidad Ambiental para el Aire (ECA Aire) aprobados con el D.S. 074-2001-PCM. Como este dispositivo legal no considera el Sulfuro de Hidrógeno ni las Partículas Totales (PTS), se adoptan las del D.S. 046-93-EM del sector Energía y Minas y las de EPA respectivamente.

Cuadro 1.10 Estándares referenciales de calidad de aire en el subsector ladrillero artesanal

Parámetro	Unidad	Límite	Norma de referencia
PTS Promedio 24 h	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	260	United States Environmental Protection Agency - EPA
Dióxido de Azufre (SO ₂) Promedio 24 h	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	365	D.S. N° 074-2001-PCM
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂) Promedio 1 h	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	200	
Sulfuro de hidrógeno(H ₂ S)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	30	D.S. N° 046-93-EM

3. Mejoras en los Procesos por Buenas Prácticas

3.1. Enfoque de las mejoras

El propósito de las Buenas Prácticas es brindar al usuario conocimientos básicos para el mejoramiento de la operación.

Todos los proyectos de mejoramiento deberían generar por sí mismos un ahorro suficiente para poder ser implementados; sin embargo, en el caso de la actividad ladrillera artesanal, donde los combustibles indeseables utilizados (principalmente llantas usadas) tienen un rendimiento tan alto que reducen los tiempos de cocción casi a la mitad de lo que puede ser alcanzado con combustibles más limpios; la principal mejora, cual es el cambio de combustible, no va a generar ahorros pero sí una drástica mejora ambiental para los trabajadores y sus familiares quienes viven cerca de los hornos envenenándose día a día con los humos, y para la población de la cuenca atmosférica en general.

En este sentido, el enfoque de las mejoras en las actividades de ladrilleras artesanales se hace desde el punto de vista de mejoras en salud y calidad de vida; pero de manera que los procesos sean los más ecoeficientes posibles y permitan promover la formalización de los microempresarios.

3.2. Factores de influencia en el mejoramiento de procesos

Los factores que influyen en el grado y riesgo de contaminación ambiental por la industria ladrillera artesanal en el Perú y que pueden ser mejorados son:

- Ubicación de la planta productora
- Materia prima
- Tipo de combustible utilizado
- Tecnología de fabricación empleada: Mezcla, moldeo y cocción
- Sistemas de control, eficiencia y prácticas operativas

A continuación, en el cuadro siguiente se describen los Factores de influencia que pueden ser mejorados en la actividad ladrillera.

Factor	Característica
3.2.1. <u>Ubicación de la planta productora</u>	<p>La mayoría de plantas ubican sus hornos en la periferia de las ciudades. Si bien la tendencia es instalar la planta de producción adyacente o lo más cercana posible a las canteras de arcilla, en algunos casos como en Arequipa, donde las canteras están alejadas, prefieren instalarse más cerca de la ciudad donde están los compradores. En cualquiera de ambos casos, generalmente esta ubicación está dentro de la cuenca atmosférica o radio de influencia climática de las ciudades.</p> <p>Frecuentemente se puede observar a simple vista la gran cantidad de humo denso y oscuro generado por los hornos ladrilleros cuando se queman llantas, plásticos, aceites lubricantes usados, ramas y hojas de eucalipto; estos humos se extienden a través de los valles y quebradas que componen la cuenca atmosférica donde están ubicados los hornos, ocasionando la precipitación de partículas y cenizas en los mismos lugares de producción y en poblaciones aledañas ocasionando riesgos para la salud por deterioro de la calidad del aire que se respira.</p>
3.2.2. <u>Materia prima</u>	<p>La explotación irracional de las canteras para extraer la arcilla y tierra utilizad como materia prima, afecta la morfología y estabilidad de los suelos generando procesos erosivos y riesgos de deslizamientos que son más graves cuando están ubicados en laderas de cerros.</p> <p>Igualmente en algunos lugares donde utilizan tierras agrícolas o “tierra de chacra” como componente de la mezcla, la actividad intensiva contribuye a reducir la disponibilidad de suelos fértiles para actividades agrícolas.</p>
3.2.3. <u>Tipo de combustible utilizado</u>	<p>El combustible es el principal factor contaminante en la actividad ladrillera. Los materiales más peligrosos por sus características de generación de altas concentraciones de partículas así como por tener en su composición elementos dañinos para la salud inclusive de riesgo cancerígeno son: las llantas usadas, aceites lubricantes usados y diversos tipos de plásticos, entre otros; en muchos lugares de la Costa y Sierra está muy extendido el uso solo o combinado de estos elementos debido a su bajo costo y alto rendimiento.</p> <p>Otros combustibles utilizados tienen menores riesgos de contaminación, como el petróleo residual solo o mezclado con diesel, el carbón de piedra; cáscara de arroz o café, aserrín de madera, leña proveniente de diferentes especies (eucalipto en la sierra y algarrobo en la costa). En Cusco, los fabricantes de ladrillos y de tejas utilizan ramas y hojas de eucalipto casi frescas generando densas humaredas que entorpecen la visibilidad en las carreteras como el caso de Piñiympa tradicional lugar de fabricación de las tejas cuzqueñas.</p>
3.2.4. <u>Tecnología de fabricación empleada: Preparación de ladrillo crudo (Mezcla y Moldeo)</u>	<p>La mezcla de ingredientes para elaborar la masa se realiza en forma empírica, las cantidades se calculan por tanteo.</p> <p>El moldeo o labranza de ladrillos crudos es manual.</p> <p>El secado se realiza en forma natural al aire libre</p> <p>Con estas características de fabricación, el producto final de esta etapa, o sea el ladrillo crudo no es homogéneo ni en composición ni en forma.</p>

<p>3.2.5. <u>Tecnología de proceso empleada: Cocción (tipo de horno)</u></p>	<p>La cocción del ladrillo es la etapa principal del proceso y el horno es el principal elemento tecnológico utilizado. Los hornos tradicionales generalmente usados en la actividad artesanal son de producción intermitente o por tandas (batch); son del tipo escocés de fuego directo, de geometría rectangular, de tiro natural y abierto a la atmósfera. No poseen techo ni chimeneas por lo que no se pueden medir las emisiones atmosféricas. Su diseño y eficiencia determinará los resultados económicos y ambientales de la actividad.</p> <p>El material de construcción es principalmente adobe, ladrillo y mezcla de arcilla. En los más altos se utiliza cemento y fierro para insertar vigas de amarre que le dan mayor resistencia a las paredes.</p> <p>Las paredes delgadas proporcionan bajo aislamiento y permiten fuga de calor y energía afectando la eficiencia de la cocción, aumentando los requerimientos de combustible y por tanto la concentración de contaminantes y el riesgo de contaminación.</p> <p>Las capacidades de los hornos son variables desde pequeños de tres a cuatro mil ladrillos, hasta más grandes de 50 mil. En Arequipa por ejemplo, la mayoría son desde 4 mil hasta 10 mil ladrillos por hornada, existiendo también de 20 hasta 50 mil. En Cusco la mayoría son de 3 a 5 mil ladrillos de capacidad; Piura de 4 a 14, Ayacucho de 15 a 20, Cajamarca de 15 a 30.</p> <p>El proceso de cocción o “quema” involucra las acciones de: carga o llenado, encendido, cocción o quema propiamente dicha, apertura y enfriamiento, descarga o vaciado.</p> <p>La cocción es artesanal y depende del quemador u hornero que arma las cargas y distribuye el combustible según su propia experiencia y apreciación. Cada quema difiere de otra a veces aun siendo el mismo maestro quemador.</p>
<p>3.2.6. <u>Sistemas de control, eficiencia y prácticas operativas</u></p>	<p>Todos los controles en las diferentes etapas son visuales, manuales y empíricos basados en la experiencia del artesano ladrillero lo que no permite mejorar la eficiencia operativa ni garantizar la calidad de los productos.</p> <p>Los procesos no cuentan con descripción de procedimientos operativos.</p>
<p>3.2.7. <u>Gestión de Residuos</u></p>	<p>El proceso de fabricación genera residuos sólidos como cenizas de combustible sólido y pedazos rotos de ladrillos cocidos conocido como “cascajo”.</p> <p>Las cenizas son vertidas en los alrededores de los hornos donde van acumulándose y son dispersadas por el viento o arrastradas por las lluvias hasta las quebradas. Algunos artesanos utilizan la ceniza como componente de sus mezclas.</p> <p>El “cascajo” es también acumulado en los alrededores o arrojado en las quebradas y depresiones del terreno; eventualmente se utiliza como material de construcción para edificaciones temporales en la misma zona de producción.</p> <p>Las bolsas de polipropileno o polietileno provenientes de embalajes de material combustible son re utilizadas.</p>
<p>3.2.8. <u>Seguridad y Protección Personal</u></p>	<p>No se aplican prácticas de Seguridad por trabajo en lugares altos y con altas temperaturas. Los operadores no utilizan equipos de Protección Personal para sus actividades.</p>

4. Buenas Prácticas en Materias Primas




ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN DE MATERIAS PRIMAS

BUENA PRÁCTICA		BENEFICIO
Identifique las canteras de materias primas, MP, (greda, tierra, agregados) con los mejores rendimientos para la fabricación de ladrillos. Trate de adquirir solo material proveniente de estas fuentes exigiendo al transportista que la MP provenga de la cantera seleccionada		PERMITE OBTENER PRODUCTOS MÁS HOMOGÉNEOS Y DE MEJOR CALIDAD. MEJOR RENDIMIENTO DE MATERIA PRIMA.
Si las canteras están lejos y se deben transportar las MP hasta los hornos, contratar preferentemente los vehículos con mayor capacidad de transporte (por Ej. 12 á 15 Ton).		PERMITE AHORROS EN EL PAGO DE FLETES ya que a mayor capacidad de carga del vehículo el costo por Tonelada transportada es menor.
Adopte prácticas de orden y limpieza en los lugares de almacenamiento y manipulación. Dedique espacios distintos para almacenar materias primas, productos, residuos y combustible. Lleve un control de su uso y un inventario permanente de las cantidades existentes a fin de programar la frecuencia y oportunidad de las adquisiciones.		PERMITE TENER UN CONTROL PERMANENTE DE LAS EXISTENCIAS, PARA PROGRAMAR LAS COMPRAS DE MATERIA PRIMA Y COMBUSTIBLE NEGOCIANDO MEJORES PRECIOS. EVITA PÉRDIDAS O ROBOS. Todos saben dónde están las cosas y cómo deben dejarse después de su uso o manipulación

5. Buenas prácticas en Combustibles





SELECCIÓN Y USO DE COMBUSTIBLE

BUENA PRÁCTICA	BENEFICIO
<p>Elimine el uso de combustibles altamente contaminantes como las llantas usadas, plásticos, aceites usados; y utilice combustible más ecoeficiente en la quema o cocción.</p> <p>Los combustibles factibles de usar por ser menos contaminantes son:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Gas Natural(GN) o Gas Licuado(GLP) ⇒ Combustibles líquidos con bajo contenido de azufre: Diesel, Residual, Bunker ⇒ Carbón de Piedra ⇒ Leña seca en trozos ⇒ Aserrín de madera ⇒ Cáscara de arroz ⇒ Cáscara de café <p>El Gas es el combustible más limpio y barato; si hubiera disponible en la zona de producción es la mejor opción de uso. Los hidrocarburos líquidos son menos limpios y más costosos que el gas.</p> <p>Los combustibles sólidos son una buena opción; el aserrín de madera, las cáscaras de vegetales son buenas opciones por ser residuos de otros procesos. El carbón de piedra es un combustible poco contaminante, de precio aceptable, de fácil transporte y almacenamiento, por lo que es una de las mejores opciones donde no hay disponibilidad de gas.</p>	<p>DISMINUYEN LAS EMISIONES DE CONTAMINANTES A LA ATMÓSFERA POR USO DE UN COMBUSTIBLE MÁS LIMPIO Y MÁS EFICIENTE.</p> <p>Una combustión eficiente es vital para alcanzar una buena eficiencia térmica, lo que implica aprovechar al máximo la energía disponible en el combustible. Una combustión ineficiente se manifiesta principalmente por un alto contenido de Oxígeno (O₂), CO y hollín en el gas de chimenea así como inestabilidad en el encendido y en la cocción.</p>
<p>Identifique a los proveedores serios y de buena calidad de combustible.</p> <p>En el caso del carbón, uno de los mejores que se producen en el Perú y sobre cuya base se dan los datos de rendimiento en la presente Guía, es el proveniente de Alto Chicama en el Dpto. de La Libertad.</p>	<p>ASEGURA EL APROVISIONAMIENTO DE COMBUSTIBLE SIN IMPUREZAS INDESEABLES</p> <p>EVITA MUCHOS PROBLEMAS AMBIENTALES, Y GENERA AHORROS por requerirse menor cantidad por ladrillo a quemar.</p>

<p>Compre combustible en lotes grandes directamente al productor (Trujillo por ejemplo) asociándose entre varios colegas ladrilleros. Esto requiere que en las primeras compras se envíe un comprador comisionado a los puntos de origen para que adquiera el combustible y contrate el transporte. Luego de establecer una relación de negocios con los proveedores tanto del material (carbón, leña, cáscaras, etc.) como del servicio de transporte, las compras pueden hacerse mediante ordenes de compra y giros bancarios</p>		<p>AHORROS POR VOLUMEN DE COMPRA Y EN EL FLETE DE TRANSPORTE. ASEGURA EL ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE DE BUENA CALIDAD A PRECIOS COMPETITIVOS.</p>
<p>Mantenga el orden y la limpieza en los lugares de almacenamiento y manipulación de combustibles</p>		<p>PREVIENE LAS PÉRDIDAS POR DERRAME O ROBO, evitando problemas ambientales, de salud y seguridad.</p>
<p>Establezca sistemas para medir y controlar la dosificación de combustible:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Medidores de flujo para el caso de combustibles líquidos o gaseosos; ⇒ Balanzas de pesaje para combustibles sólidos. 		<p>AHORRO EN EL CONSUMO de combustible por dosificación adecuada. MEJOR CONTROL DE LA COCCIÓN eliminando riesgos de sobre cocido ("recochado") o de sub cocido ("bayos") por exceso o falta de combustible respectivamente. PERMITE ESTANDARIZAR EL USO Y CONSUMO DE LAS CANTIDADES REALES DE COMBUSTIBLE</p>

6. Buenas prácticas en Formulación y Preparación de la Mezcla

OPERACIONES DE PROCESO: Preparación de la mezcla

BUENA PRÁCTICA		BENEFICIO
<p>Tamice la materia prima para eliminar piedras, raíces, pedazos de madera, y otros elementos indeseables que afectan la calidad de la mezcla y del producto final.</p> <p>Utilizar mascarilla para polvo durante el tamizado.</p>		<p>MEJORA LA CALIDAD DE LOS INGREDIENTES UTILIZADOS EN LA MEZCLA.</p> <p>ELIMINA IMPUREZAS QUE REDUCEN LA RESISTENCIA DEL LADRILLO A LA FRACTURA.</p> <p>PREVENCIÓN DE RIESGOS PARA LA SALUD</p>
<p>Utilice otros rellenos en la formulación de la mezcla. Pueden ser orgánicos como cáscara de café, cáscara de arroz, aserrín de madera; o cenizas de carbón recuperadas del proceso de cocción.</p> <p>La cantidad más adecuada de estos materiales dependerá de la calidad de la arcilla que se utiliza por lo que debe ser establecida probando en cada cocción pequeñas cantidades de ladrillos preparados con diferentes porcentajes de relleno. Empezar con un saco de 70 Kg. por millar de ladrillos.</p>		<p>PERMITE AHORROS EN EL CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS Y COMBUSTIBLE por menor peso a igual cantidad de ladrillos a ser quemados</p> <p>GESTIÓN DE RESIDUOS</p> <p>DA MAYOR CONSISTENCIA A LA MEZCLA, FACILITA EL MEZCLADO</p> <p>DA MAYOR RESISTENCIA AL LADRILLO</p>
<p>Determine y defina bien las proporciones de los componentes de la mezcla que de mejores resultados según el tipo de ladrillo que se quiere producir. Utilice siempre estas proporciones al preparar la mezcla para evitar que unas veces salga muy aguada y otras muy espesa</p>		<p>MAYOR PRODUCTIVIDAD.</p> <p>EVITA TENER QUE CORREGIR LA MEZCLA CUANDO EN EL MOLDEO SE RAJAN LOS LADRILLOS.</p> <p>ESTANDARIZACIÓN DE LA MEZCLA PERMITE EVALUAR RESULTADOS EN EL PRODUCTO FINAL E INTRODUCIR MEJORAS.</p>
<p>Trabaje bien la mezcla en el mezclado manual, apisonando y golpeando convenientemente para deshacer los terrones gruesos de arcilla y sacar el aire</p>		<p>EVITA INCRUSTACIÓN DE TERRONES Y EXCESIVA POROSIDAD EN LOS LADRILLOS</p>

OPERACIONES DE PROCESO: Preparación de la mezcla

Registre y controle el uso y consumo de materias primas midiendo las cantidades de arcilla, tierra, agua y otros que se agregan en la mezcla (tierra puzolánica, cenizas de carbón, cáscaras de arroz o café, etc.), de manera que permita conocer la composición real.

Relacione esta composición comparando con los resultados obtenidos en el secado y en la quema para saber cual mezcla seca más rápido, quema mejor y da más consistencia al ladrillo (se quiebra menos).

Para este control:

- Utilizar el formato y las instrucciones del Anexo 3 Formulación Semanal de Mezcla.
- Utilizar para el registro un cuaderno (de tapa gruesa preferentemente.)

Una vez establecida la composición más adecuada y de mejor rendimiento, prepare siempre la mezcla con esas cantidades.



MEJORA Y HOMOGENIZA LA CALIDAD DEL LADRILLO PRODUCIDO.
PERMITE IDENTIFICAR LA COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA QUE TIENE LOS MEJORES RENDIMIENTOS EN SECADO Y SOBRE TODO EN LA QUEMA, CON LO CUAL SE CONSIGUE OPTIMIZAR EL PROCESO DE FABRICACIÓN.

Introduzca el uso de equipos mecánicos (mezcladora/amasadora) accionados por un motor o tracción animal, para mejorar el proceso de mezcla y amasado.



INCREMENTO DE PRODUCCIÓN POR REDUCCIÓN EN EL TIEMPO DE AMASADO
MAYOR RESISTENCIA Y MEJOR ACABADO DEL LADRILLO PRODUCIDO

La mezcladora a motor con una hélice “gusano” puede ser accionada por un pequeño motor de 12 HP que consume 0,25 galones/hora de petróleo diesel, es operado por dos personas y puede producir masa para quinientos ladrillos en una hora (aproximadamente 250 ladrillos/hora-hombre), mientras que manualmente, con un esfuerzo moderado, se producen en promedio 170 ladrillos/hora-hombre.

Una ventaja adicional es que los ladrillos producidos en esta forma tienen mayor resistencia y mejor acabado en su geometría.

Haga mantenimiento preventivo oportuno y obligatorio del motor, transmisión y partes móviles de la extrusora o moldera.

Limpie los residuos y lave los equipos una vez terminada la operación mecanizada.



PERMITE AHORROS EN REPARACIONES Y MANTENER EN BUENAS CONDICIONES OPERATIVAS LOS EQUIPOS

OPERACIONES DE PROCESO: Preparación de la mezcla

Proteja el sistema de transmisión de la mezcladora (eje, poleas, engranajes) y evite acercarse Ud. o los trabajadores cuando la mezcladora esta en funcionamiento.



PREVIENE RIESGO DE ACCIDENTES

Utilice elemento de protección personal contra los rayos solares; sombrero, cobertizo o toldo.



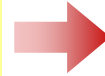
PREVIENE RIESGOS PARA LA SALUD

Forme y capacite permanente al personal sobre condiciones del proceso, seguridad industrial, manejo de materiales, salud laboral y ocupacional.



AUMENTOS DE RENDIMIENTOS Y PRODUCTIVIDAD POR TRABAJADOR. AHORROS EN LOS CONSUMOS.








Utilice las cenizas de combustible como componente de la mezcla en una proporción inicial de 1 saco de 70Kg por millar de ladrillos.
Realice pruebas de mezcla y cocción hasta obtener la proporción adecuada.



AHORRO EN MATERIA PRIMA
GESTIÓN DE RESIDUOS
REDUCE EL TIEMPO DE COCCIÓN

7. Buenas prácticas en Moldeado y Labranza

OPERACIONES DE PROCESO: Moldeo o Labranza de Ladrillos

BUENA PRÁCTICA		BENEFICIO
<p>Introduzca el uso de rebaja o chaflán en los moldes de los ladrillos macizos o tipo King Kong.</p> <p>En el Anexo 4 Dimensiones de ladrillos con rebaja o chaflán, se muestran las medidas apropiadas.</p>		<p>AHORRO EN MATERIAS PRIMAS por menor peso de ladrillos.</p> <p>AHORRO EN COMBUSTIBLE por menor cantidad de material neto a quemar.</p> <p>MAYOR SATISFACCIÓN AL CLIENTE CONSTRUCTOR porque el menor peso mejora el manipuleo en obra</p>
<p>Estandarice los tamaños de los moldes a utilizar para producir solamente dos tamaños de King Kong y un tamaño cada uno de pandereta y techo.</p> <p>Los tamaños a estandarizar deben ser definidos por cada región o zona de productores</p>		<p>MEJOR CALIDAD DEL PRODUCTO.</p> <p>SE COMERCIALIZAN TAMAÑOS DE LADRILLO HOMOGÉNOS</p> <p>VARIOS PRODUCTORES CONSORCIADOS PUEDEN VENDER A COMPRADORES DE GRANDES CANTIDADES</p>
<p>Mantenga nivelado y arenado el tendal o cancha de secado para obtener una superficie lisa.</p>		<p>EVITA QUE LOS LADRILLOS FRESCOS SE DEFORMEN AL COLOCARLOS EN EL TENDAL Y QUE SE ADHIERAN MUY FIRMEMENTE AL SUELO</p>
<p>Levante una cerca con ramas u otro material alrededor del tendal cuando hay criaderos de animales cercanos</p>		<p>EVITA EL INGRESO DE ANIMALES QUE PUEDEN MALTRATAR LOS LADRILLOS CRUDOS</p>
<p>Voltee por lo menos diariamente los ladrillos que se están secando</p>		<p>CONSIGUE UN SECADO PAREJO</p>
<p>Cubra los ladrillos crudos con mantas de plástico cuando llueve ligeramente. Si las lluvias son fuertes en la zona, considere la posibilidad de tener un tendal techado</p>		<p>EVITA QUE LA LLUVIA MALTRATE LOS LADRILLOS CRUDOS</p>
<p>Cubra o ponga bajo techo los ladrillos de losa delgada como el tipo pandereta, luego de secarse</p>		<p>EVITA QUE EL CALOR DEL SOL RAJE LOS LADRILLOS</p>
<p>Tenga en cuenta el desgaste del molde y de la regla para hacer ladrillos cuando estos son de madera (gaveras). Para aumentar su tiempo de vida útil, coloque flejes o tiras de fierro clavadas alrededor de los bordes del molde de manera que el desgaste sea en la regla más fácil de cambiar y no en el molde</p>		<p>EVITA DISMINUCIÓN EN LAS MEDIDAS DE LOS LADRILLOS.</p> <p>MAYOR TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LOS MOLDES DE MADERA.</p>
<p>Proteja los moldes de madera de excesiva exposición al sol, cubriéndolos o colocándolos en agua</p>		<p>MAYOR TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LOS MOLDES DE MADERA.</p>

OPERACIONES DE PROCESO: Moldeo o Labranza de Ladrillos

Instale un soporte resistente bien nivelado donde se apoye el molde.



EVITA DEFORMACIONES EN LOS LADRILLOS CRUDOS

Guíe con la mano la mezcla mecanizada expulsada por la extrusora hasta que se posicione adecuadamente en la zona de corte.



EVITA QUE SE DESVIE DURANTE EL RECORRIDO Y SE DEFORMEN LAS UNIDADES AL MOMENTO DEL CORTE LO QUE OBLIGARÍA A RETORNARLAS A LA MEZCLADORA

Coja después del corte mecanizado los ladrillos uno a uno con tablas, en forma suave y sin tirones,



EVITA QUE LOS LADRILLOS SE RAJEN POR MAL MANIPULEO

Utilice sombrero como elemento de protección personal contra los rayos solares y guantes de goma en el moldeo o labranza para manipular la mezcla.



PREVENCIÓN DE RIESGOS PARA LA SALUD

8. Buenas Prácticas en Cocción o Quema

La cocción o quema es la etapa principal del proceso de fabricación del ladrillo, lo que convierte al horno en el elemento tecnológico más importante para el éxito del proceso⁵. En la presente Guía se proponen buenas prácticas para el horno intermitente tipo escocés tradicional utilizados por los ladrilleros artesanales que se complementan con Manuales de Operación presentados como Anexo 1 de la presente guía:

OPERACIONES DE PROCESO: Cocción Encendido y Quema

BUENA PRÁCTICA	BENEFICIO
Utilice combustibles limpios o de bajo impacto ambiental en el proceso de cocción o quema de ladrillos	<ul style="list-style-type: none"> REDUCE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA. EVITA MULTAS Y PENALIDADES DE LAS AUTORIDADES
Aumente el espesor de las paredes de los hornos intermitentes existentes, de manera que el del cuerpo inferior sea equivalente a la quinta parte de la altura total; y el cuerpo superior la mitad del cuerpo inferior.	<ul style="list-style-type: none"> MAYOR ESTABILIDAD ESTRUCTURAL MAYOR EFICIENCIA DE QUEMADO EVITA PÉRDIDA DE CALOR AHORROS EN COMBUSTIBLE
Implemente mejoras en diseño de hornos según el Anexo 1 sección construcción: 1) Mejoras en diseño de horno intermitente de tiro abierto según detalles	<ul style="list-style-type: none"> MAYOR EFICIENCIA DE QUEMADO MENOR TIEMPO DE COCCIÓN CON CARBÓN AHORROS EN COMBUSTIBLE MEJOR CALIDAD DEL LADRILLO MENOR GENERACIÓN DE RESIDUOS MENOR GENERACIÓN DE PARTÍCULAS CONTAMINANTES
Desarrolle las actividades y tareas en base a los Manuales de Operación , que se adjuntan como Anexo 1 para Hornos de Producción Intermitente	<ul style="list-style-type: none"> AUMENTO DEL RENDIMIENTO POR TRABAJADOR. REDUCE AL MÍNIMO ACCIDENTES Y PROBLEMAS DE SEGURIDAD LABORAL Y COSTOS ASOCIADOS. MENORES RIESGOS AMBIENTALES AHORRO EN COSTOS DE GESTIÓN DE RESIDUOS
No cargue ladrillo húmedo al horno porque el requerimiento de energía aumentará drásticamente con mayor demanda de combustible y el riesgo de fracaso en la quema será muy alto.	<ul style="list-style-type: none"> APROVECHAMIENTO MÁXIMO DE COMBUSTIBLE EN LA COCCIÓN. Evita aumentar requerimiento de energía para la quema ya que si el ladrillo crudo no está bien seco, la evaporación del agua excedente por

⁵ En el Anexo 8, se presenta una opción tecnológica de horno: Horno Vertical de Producción Continua (HVC), el cuál funciona con éxito en países como Nepal. La ventaja del HVC es que una vez encendido puede producir ladrillos en forma continua por más de 6 meses, por lo que requiere un nivel de organización, generación de ladrillos crudos y capacidad de venta bastante altos.

OPERACIONES DE PROCESO: Cocción Encendido y Quema

Cumpla el tiempo establecido para que el ladrillo crudo se encuentre seco, con 13% de humedad aproximadamente. Este porcentaje se logra después de cinco a siete días de secado y se comprueba, observando que el ladrillo ha adquirido una coloración más clara que cuando se preparó además que no debe mostrar señales de humedad en ninguna de las caras.

mayor humedad del ladrillo consumirá parte del combustible que debería consumirse solamente en la transformación de la mezcla en ladrillo cocido.

Ordene el área de producción en los alrededores del horno estableciendo las siguientes zonas:

- Patio de Labranza o Tendal
- Pesaje y acopio de combustible
- Almacenamiento de combustible
- Acopio de ladrillos crudos para cargar el horno
- Acopio de ladrillos cocidos para venta
- Acopio de ladrillos rotos y rechazados
- Cenizas de quemado de combustible
- Almacén de implementos de seguridad personal







**MAYOR ORDEN EN LA GESTIÓN INTEGRAL DEL PROCESO Y EN EL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES
AUMENTO DE PRODUCTIVIDAD DE LOS TRABAJADORES**

Capacite al personal sobre condiciones del proceso, seguridad industrial, manejo de materiales y salud ocupacional.







**MINIMIZACIÓN DE RIESGOS Y COSTOS ASOCIADOS.
AUMENTO DE RENDIMIENTOS Y PRODUCTIVIDAD POR TRABAJADOR. AHORRO EN CONSUMO DE MATERIALES.**

9. Buenas Prácticas en Gestión de Residuos

GESTION DE RESIDUOS	
BUENA PRÁCTICA	BENEFICIO
<p>Separe los residuos en el lugar donde se generan. En conexión con la aplicación de criterios de orden y limpieza, establezca espacios para depositar en forma segregada los residuos generados en el proceso (cenizas, escombros, bolsas, etc.) tratando de evitar traslados excesivos o innecesarios. El uso de letreros o placas es muy útil para esta tarea.</p> <p>Siempre que pueda separe los residuos peligrosos (tales como los aceites usados, trapos sucios, pilas, baterías) para disponerlos en el relleno municipal.</p>	<p style="text-align: center;"></p> <p>ORDEN Y LIMPIEZA EN LA ZONA DE TRABAJO. GESTIÓN DE RESIDUOS. POSIBILIDAD DE RECICLAJE Y REUTILIZACIÓN INTERNA</p>
<p>Recupere las cenizas resultantes de la quema; para utilizarlas como componente de las mezclas en la preparación de ladrillos crudos.</p>	<p style="text-align: center;"></p> <p>RECICLAJE DE RESIDUOS Y MEJORAS EN LA FORMULACIÓN DEL LADRILLO</p>
<p>Utilice los escombros de ladrillo procedentes de la quema:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Como relleno para mejorar los caminos de acceso a la zona. ▪ Como base para pisos de las viviendas ▪ Para levantar paredes de baja altura permanentes o provisionales que separen las zonas de producción 	<p style="text-align: center;"></p> <p>GESTIÓN DE RESIDUOS MEJORAS EN VÍAS DE ACCESO INTERNAS Y EXTERNAS MEJORAS EN VIVIENDAS MEJORAS EN INSTALACIONES INDUSTRIALES</p>
<p>Informe y sensibilice al personal en la práctica de medidas para implantar la gestión adecuada de los residuos generados</p>	<p style="text-align: center;"></p> <p>GESTIÓN DE RESIDUOS</p>

10. Buenas Prácticas en Higiene, Seguridad y Protección Personal

HIGIENE, SEGURIDAD Y PROTECCIÓN PERSONAL

BUENA PRÁCTICA	BENEFICIO
Utilizar elementos de protección individual tales como: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Guantes de cuero reforzado para manipuleo de objetos calientes ▪ Guantes de goma para mezcla y labranza ▪ Casco para carga y descarga de horno ▪ Mascarillas para polvo en tamizado, carga y descarga de horno ▪ Máscaras con filtro para uso durante la cocción ▪ Gafas durante carga y descarga ▪ Calzado adecuado, no sandalias ni zapatillas ▪ Ropa de trabajo, Etc. 	 AUMENTA RENDIMIENTO POR TRABAJADOR MEJORA EL AMBIENTE DE TRABAJO PREVENCIÓN Y DISMINUCIÓN DE RIESGOS LABORALES
Instale en un lugar visible y de fácil acceso, un botiquín básico de primeros auxilios que incluya artículos para tratamiento de quemaduras. Instruya al personal en la prestación de atención de emergencia	 ATENCIÓN RÁPIDA Y OPORTUNA DE PRIMEROS AUXILIOS EN CASOS DE ACCIDENTES.
Entrene y capacite al personal en la aplicación del Manual de Higiene y Seguridad Industrial.	 MINIMIZA RIESGOS LABORALES Y MEJORA EL RENDIMIENTO.
Exija el cumplimiento de las normas de seguridad incluidas en los respectivos manuales de operación para hornos.	 PREVENCIÓN Y DISMINUCIÓN DE RIESGOS LABORALES

11. Mejoras en organización, administración y controles

11.1. Acciones preliminares

El mejoramiento ambiental y el desarrollo sustentable de la actividad ladrillera pasa por solucionar los factores socioeconómicos y culturales que crean un círculo vicioso e impiden el progreso, tales como:

- Baja rentabilidad de los hornos por los bajos precios de los productos que fabrican
- Economía informal y de subsistencia
- Escasa o nula gestión empresarial
- Falta de capacitación en aspectos técnicos y administrativos
- Escasez de capital y falta de acceso a financiamiento
- Falta de acceso a servicios humanos básicos de agua, desagüe, luz, pistas, veredas, atención de salud
- No son propietarios de los terrenos que ocupan
- Viviendas precarias y temporales
- Explotación por parte de los intermediarios y comercializadores que manejan las condiciones del mercado

Escapar de esto es una tarea que depende directamente de la actitud de cada artesano ladrillero porque es el único que puede moldear su futuro y el de sus hijos mediante la adopción de prácticas y acciones que conviertan el círculo vicioso en un círculo virtuoso. El camino para ello pasa por ejecutar las siguientes etapas:

1. Asociatividad.- Agruparse en Asociaciones para obtener reconocimiento legal y gestionar ante la Municipalidad Distrital la adjudicación de la propiedad de los terrenos que ocupan, su ingreso al plano regulador del distrito y poder ser beneficiarios de los servicios básicos y municipales. Esta misma asociación utilizada con fines empresariales le permitirá integrarse en organizaciones más grandes y fuertes para competir con mejores armas en el mercado.
2. Formalización.- Formalizarse como microempresario artesano o como persona natural, lo que a su vez les dará oportunidades de capacitación y asistencia técnica a través del organismo de promoción de la micro y pequeña empresa PROMPYMES, del Ministerio de la Producción, entre otros.
3. Mejoras en Procesos.- La agrupación en asociaciones o consorcios de microempresarios junto con la formalización y la propiedad de los terrenos que ocupan, les convertirá en sujetos elegibles para obtener préstamos que a su vez les permitirá adquirir equipos; mientras que la capacitación y asistencia técnica contribuirá a que se mejoren sus hornos, sus procesos o condiciones de producción, incrementando su capacidad de producir y su rentabilidad.
4. Mejores condiciones de vida.- Mayor rentabilidad significa mayores ingresos que permitirán a su vez mejorar las condiciones de vida de sus familias.

11.2. Conformación de asociaciones

La idea de asociarse para formar organizaciones más grandes, fuertes y competitivas es una propuesta que necesariamente debe ser tomada en cuenta. El concepto de la asociatividad es el mecanismo mediante el cual dos (2) o más personas o empresas se asocian, con el criterio de complementar sus recursos, capacidades y aptitudes, para participar conjuntamente en el mercado ofertando sus productos a terceros que pueden ser organizaciones privadas o eventualmente el Estado que es el mayor comprador.

Existen posibilidades de formar agrupaciones cuando, por ejemplo, las empresas realizan trabajos similares y utilizan materias primas parecidas o deben de afrontar problemas

análogos de diversos tipos, de distribución y comercialización, legales, medioambientales, etc.

El inicio debe presentarse como una posibilidad para los involucrados de intercambiar experiencias, de hablar, discutir alternativas y puntos de vista diferentes para problemas comunes, etc. En base al objetivo de agrupación, es bueno que se incluyan en estos intercambios a los demás elementos de la cadena, proveedores, clientes, organizaciones etc.

El objetivo último que se busca con la promoción de la creación de agrupaciones o asociaciones y el apoyo tanto de entidades públicas como privadas, es fortalecer su capacidad de negociación y mejorar sus relaciones comerciales, a través de una serie de servicios y dinámicas que las empresas más grandes pueden disponer de forma interna, y que las pequeñas y micro empresas no pueden asumir por si solas.

Las principales ventajas de la asociación para las pequeñas y microempresas son las siguientes:

- Lograr un mayor volumen de producción.
- Mejora de procesos y calidad de sus productos
- Ahorro en consumos de recursos naturales y materias primas
- Compartir y reducir gastos en servicios comunes como los de transporte y compras
- Ingresar o posicionarse en el mercado, aumentando su cuota de participación por calidad y competitividad
- Realizar acciones de Marketing
- Abastecerse de materia prima e insumos con menores precios por adquisición en mayores volúmenes.
- Acceso más fácil a financiación y créditos.
- Participación en programas de mejora técnica, de gestión, de formación etc., para proveerse de capacitación, asesoría, asistencia técnica.

La figura jurídica asociativa más conveniente para las PYMES según PROMPYMES es la de la Asociación por Consorcio. Las características que distinguen a la figura del consorcio son:

- Es un contrato asociativo.
- Regula relaciones de participación o integración en uno o más negocios que emprenden en conjunto los consorciados, en interés común de todos ellos.
- No está sujeto a otra formalidad que la de constar por escrito.
- No origina la creación o nacimiento de una persona jurídica.
- No tiene denominación social ni razón social
- Todos los consorciados participantes mantienen su autonomía
- Cada miembro del consorcio debe llevar a cabo las actividades que el contrato le ha encargado o cuyo compromiso ha asumido
- Cada consorciado debe coordinar sus acciones y actividades con las de los demás, de acuerdo a los procedimientos y mecanismos del contrato.
- Los bienes que se asignen a los negocios del consorcio permanecen en propiedad de cada miembro.
- La adquisición conjunta de bienes se regula por las reglas de la copropiedad.
- Cada miembro del consorcio adquiere derechos y obligaciones, al realizar operaciones del consorcio con terceros.
- La ley regula los casos en que procede la responsabilidad solidaria de los miembros del consorcio frente a terceros que contraten con éste.
- El contrato debe establecer el régimen de participación de los miembros, en las utilidades y en las pérdidas del consorcio.

- Si no se establece, se entiende que es en partes iguales. Es preferible establecer los porcentajes de cada consorciado
- Es un contrato sujeto a plazo, determinado o determinable.
- En general, es un contrato cuyas principales cláusulas están libradas a la autonomía de la voluntad privada,
- En el documento de formalización del contrato de consorcio, los integrantes deberán designar al representante o apoderado común con poderes suficientes para ejercitar los derechos y cumplir las obligaciones que se deriven de su calidad de postores y del contrato hasta la liquidación del mismo.

11.3. Formalización

Ver el Anexo 5 con información sobre los procedimientos a seguir para la formalización y constitución de empresas.

11.4. Determinación de costos

Saber cuanto cuesta producir es uno de los principales aspectos que se debe conocer para poder establecer si estamos realmente obteniendo ganancias, si estas son suficientes para cubrir nuestras necesidades, y si podemos invertir en mejoras del proceso para seguir incrementando nuestras utilidades.

El primer paso para determinar los costos de producción o de fabricación es identificar los elementos que intervienen en el proceso.

Hay dos tipos de costos que se deben conocer: los costos variables y los costos fijos.

Los costos variables dependen del volumen o cantidad de producción: Por ejemplo, arcilla. Arena, agua, carbón, mano de obra, etc.

Los costos fijos no dependen del volumen de producción. Por ejemplo, la depreciación por el desgaste de las herramientas y equipos, el salario del administrador, el del contador, el pago de la licencia municipal, etc. A continuación un ejemplo en base a una planilla de presupuesto y costos para una producción de 50 millares de ladrillos en Arequipa.

PLANILLA DE PRESUPUESTOS Y COSTOS

Elementos de Costo	Unidad	Cantidad	Precio Unitario S/.	Precio Total S/.
COSTOS VARIABLES				
<u>Materia Prima</u>				
- Greda	Carga	4	260.00	1040.00
- Tierra	Carga	7	130.00	910.00
- Agua	Tancada	8	40.00	320.00
- Carbón	Tonelada	5,6	320.00	1792.00
- Leña	Atado			175.00
- Briquetas	Unidad	100		20
<u>Mano de Obra</u>				
- Labrador	Millar	50	35.00	1750.00
- Jornalero	Día	18	20.00	360.00
- Quemador	N°quemadas	2	40.00	80.00
- Carga y Descarga	Millar	50	10.00	500.00
- Mantenimiento	Unidad	1	20.00	20.00
<u>Servicios</u>				
- Transporte	Millar	50	8	400.00
- Alquiler de horno	Mes	1	220.00	220.00
TOTAL C. VARIABLES				7 587.00
Costo variable unitario				0,15
COSTOS FIJOS				
- Salario Administrador	S/. por mes			750.00
- Depreciación				110.00
- Licencia				
TOTAL C. FIJOS				860.00
TOTAL COSTOS				8 447.00

11.4.1. Punto de equilibrio

Es la mínima cantidad que se debe producir para cubrir los costos. Por encima de este valor se obtienen utilidades.

Punto de equilibrio = Costos fijos / (Valor de venta unitario – Costo variable unitario)

Asumiendo un precio de venta de 270 Soles por millar, el punto de equilibrio para el ejemplo de la planilla es:

$$P.E. = 860 / (270 - 0,15) = 3,2 \text{ millares}$$

Esto significa que se necesitan producir como mínimo 3,2 millares para cubrir los costos de producción. Solo produciendo por encima de esta cantidad obtendremos utilidades.

11.4.2. Efectos de la mecanización

Hagamos un ejercicio calculando el punto de equilibrio y las utilidades considerando que la producción es de ladrillo elaborado con mezcladora y extrusora cuyo costo es de 5 mil dólares.

En este caso, los costos de la planilla se modifican disminuyendo el costo de labranza y aumentando el costo fijo por depreciación y pago del préstamo por la maquinaria:

Elementos de Costo	Unidad	Cantidad	Precio Unitario S/.	Precio Total S/.
COSTOS VARIABLES				
<u>Materia Prima</u>				
- Greda	Carga	4	260.00	1040.00
- Tierra	Carga	7	130.00	910.00
- Agua	Tancada	8	40.00	320.00
- Carbón	Tonelada	5,6	320.00	1792.00
- Leña	Atado			175.00
- Briquetas	Unidad	100		20
<u>Mano de Obra</u>				
- Jornaleros	Día	10	20.00	200.00
- Quemador	Nº quemas	2	40.00	80.00
- Carga y Descarga	Millar	50	10.00	500.00
- Mantenimiento	Unidad	1	120.00	120.00
<u>Servicios</u>				
- Transporte	Millar	50	8	400.00
- Alquiler de horno	Mes	1	220.00	220.00
TOTAL C. VARIABLES				5 777.00
Costo variable unitario				0,115
COSTOS FIJOS				
- Salario Administrador	S/. por mes			750.00
- Depreciación				130.00
- Gastos financieros	S/. por mes			1 300.00
- Licencia	S/. por mes			50.00
TOTAL C. FIJOS				2 230.00
TOTAL COSTOS				8 007.00

$$P.E. = 2\ 230 / (400 - 0,115) = 5,6 \text{ millares}$$

Esto significa que se necesitan producir como mínimo 5,6 millares para cubrir los costos de producción. Solo produciendo por encima de esta cantidad obtendremos utilidades.

11.4.3. Rentabilidad

Como puede verse el punto de equilibrio P.E. es mayor en el caso de los ladrillos mecanizados debido al costo de la maquinaria necesaria cuyo valor de pago es un costo fijo.

Ahora comparemos la utilidad en Nuevos Soles que se obtiene en ambos casos considerando que no hay pérdidas y toda la producción se vende:

Tipo de Ladrillo	Costo Variable	Costo Fijo	Costo Total	Ventas Brutas	Utilidad	Utilidad por millar
Maquinado	5 777	2 230	8 007	20 000	11 993	240
Manual	7 587	860	8 447	13 500	5 053	101

Como puede verse, los ladrillos mecanizados generan utilidades mucho mayores que los ladrillos artesanales haciendo viable la inversión en maquinarias para producirlos.

11.5. Uso de instrumentos y Parámetros de control

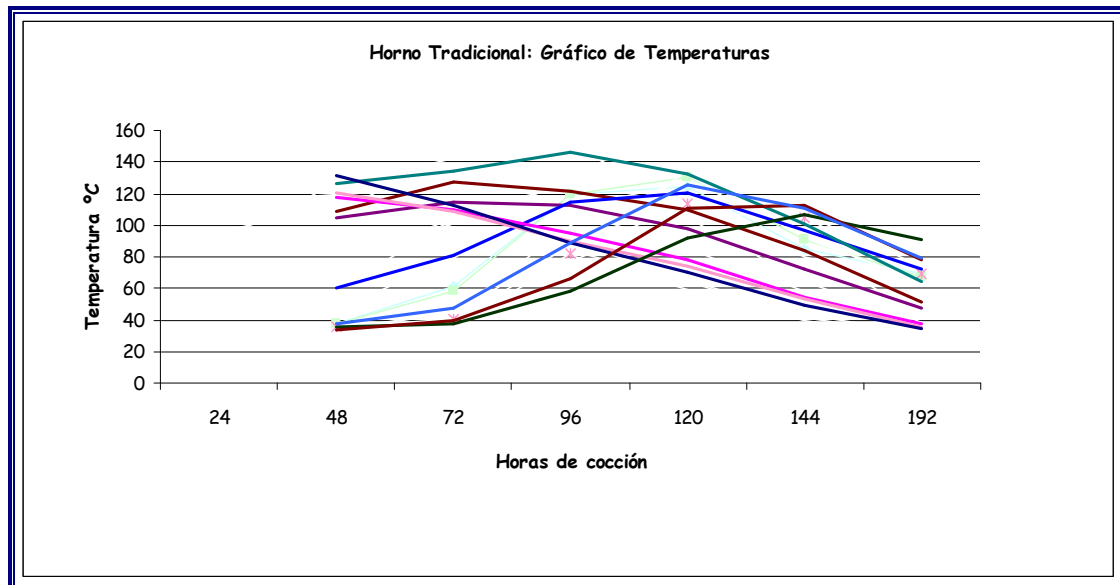
El principal parámetro que se debe controlar es la temperatura durante el proceso de cocción del ladrillo, para poder vigilar, evaluar y controlar el avance del fuego al interior de los hornos.

La temperatura se mide a través de medidores de temperatura o termocuplas instaladas en zonas seleccionadas. Los instrumentos deben estar protegidos por un tubo de acero en uno de cuyos extremos se coloca la termocupla..

En los hornos intermitentes pueden prepararse mirillas cada metro vertical en la zona central de cada lado del horno y utilizar medidores removibles para la medición.

Los valores medidos de las temperaturas se grafican para evaluar el comportamiento del horno durante la quema e identificar mejoras a aplicar en base a dicha evaluación; tales como:

- Donde se deberá agregar más carbón si no se pudo alcanzar la temperatura de cocción y se obtuvo un exceso de ladrillos sub cocidos. Igualmente donde disminuir carbón si hubo sobre cocidos;
- Dónde ampliar o reducir el espaciamiento entre ladrillos dentro del horno si se observa una correspondencia entre bajas temperaturas y carbón sin quemar (combustión incompleta) en una zona del horno ya que se evidenciaría falta de oxígeno (aire) para la combustión.



11.6. Indicadores de proceso y de gestión

La definición de indicador es muy amplia y genérica. En determinados contextos y bajo determinadas condiciones de análisis, casi cualquier dato puede hacer las veces de un indicador. Un indicador puede definirse como un dato que da una información sintética sobre una situación o condición a la que el usuario dota de significado para utilizarlo en su proceso de toma de decisiones.

Habitualmente empleamos indicadores (y sobre todo su evolución temporal) aunque no los definamos como tales, así la evolución del PBI, y la evolución de la población del país, son ejemplos de indicadores que tienen un determinado significado por sí mismos (aumento de la actividad económica y aumento de la demografía), pero la evolución de la renta per cápita derivada de los dos anteriores, tiene significado distinto por sí mismo (aumento de la riqueza relativa de la población).

Los indicadores son sólo una herramienta de evaluación, no límites que no deben rebasarse.

Tenga en cuenta que los sistemas de indicadores tienen que ser útiles y prácticos para reflejar la situación de la actividad o proceso; si dejan de serlo pierden razón de existir.

Los principales indicadores de gestión que van a ayudar a evaluar la efectividad de la gestión o del proceso en la actividad ladrillera se muestran en el cuadro 10.1.

Estos indicadores deben ser registrados periódicamente en un Cuaderno de Registro, revisados periódicamente para evaluar si la actividad se está desarrollando bajo condiciones normales.

No se incluyen valores numéricos porque cada zona o región tiene condiciones y métodos de trabajo diferentes que generan a su vez valores diferentes de estos indicadores. Es necesario que cada artesano micro empresario inicie la toma de datos para obtener los indicadores que le van a permitir evaluar y mejorar su proceso. Al mismo tiempo, las autoridades locales o regionales del Ministerio de la Producción deben promover el uso de estos indicadores para evaluar y hacer seguimiento a las actividades de este sub sector.

Cuadro 10.1 Descripción de indicadores útiles para la actividad ladrillera

Indicador	Descripción
Número de ladrillos labrados por día por labrador Nº ladrillos labrados/día	Indica el rendimiento en la etapa de labranza y permite proyectar la disponibilidad de ladrillos crudos para la etapa de cocción.
Número de ladrillos moldeados por hora Nº ladrillos moldeados/hora	Similar al anterior cuando se utiliza molde mecanizado o extrusora.
Toneladas de carbón/leña/cáscara por millar de ladrillos cocidos Ton carbón / millar ladrillos	Indica el consumo de combustible necesario para cocer un número determinado de ladrillos. Permite un seguimiento al rendimiento de la cocción y evaluar el efecto de las mejoras que se introduzcan en la eficiencia del proceso.
Kg. de carbón por Kg. de ladrillo Kg. carbón/Kg. ladrillo	Indicador similar al anterior pero que expresa el rendimiento en función del peso en lugar del número de ladrillos. Es útil para relacionar rendimientos en diferentes tipos de ladrillo o entre diferentes zonas de producción que fabrican ladrillos de diferentes tamaños.
Porcentaje de ladrillos rotos o crudos sobre cocidos, por quema: Nº de ladrillos rotos o crudos o x 100 Nº total de ladrillos cargados al horno	Indicador de eficiencia de quemado. Se puede utilizar para obtener los resultados de una quema, como también para comparar el promedio de los resultados en un período de tiempo.
Concentración de Partículas en los gases emitidos por chimenea mg. partículas/m ³ gas emitido	Indicador de contaminación ambiental que permitirá evaluar la ecoeficiencia del proceso de cocción.
Toneladas o metros cúbicos de escombros arrojados / mes Ton (m ³) escombros/ mes	Indicador de generación de residuos que al mismo tiempo permite determinar el peso o volumen de pérdidas en el proceso.

12. Anexos

12.1. Manual para hornos intermitentes

12.2. Normas Técnicas vigentes

12.3. Formato para formulación semanal de mezcla

12.4. Dimensiones para ladrillos con rebaja o chaflán

12.5. Normas Legales de aplicación

12.6. Fotografías

12.7. Manual y Planos del horno vertical

ANEXO 1

Manual para Hornos Intermitentes

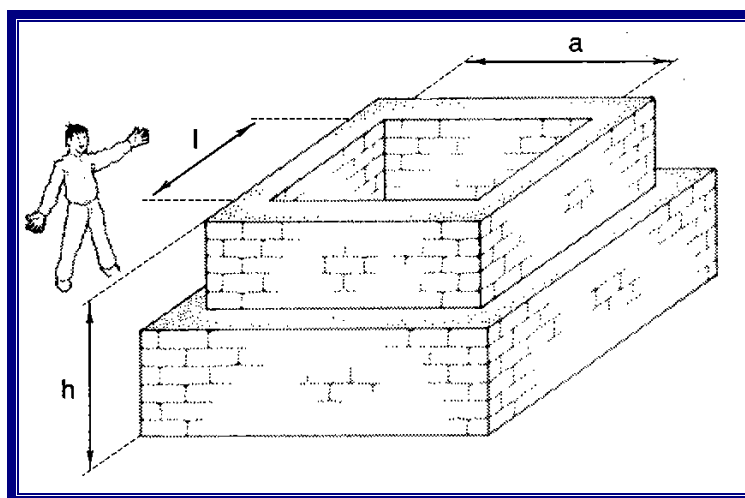
Características de Diseño

Tipo y capacidades

El horno propuesto es de tecnología similar a los que utilizan los ladrilleros en Arequipa y en general en la mayor parte del Perú, comprendido dentro del grupo de los hornos intermitentes, de fuego directo y tiro natural, también conocido como escocés.

En el cuadro siguiente se muestran dimensiones interiores aproximadas que se pueden tomar en cuenta para las diferentes capacidades:

Capacidad del horno para quemar	Largo(l)	Ancho (a)	Alto (h)
12 millares	3,00 m	4,70 m	3,00 m
30 millares	5,20 m	4,30 m	4,50 m
70 millares	7,50 m	6,30 m	5,00 m



Estructura

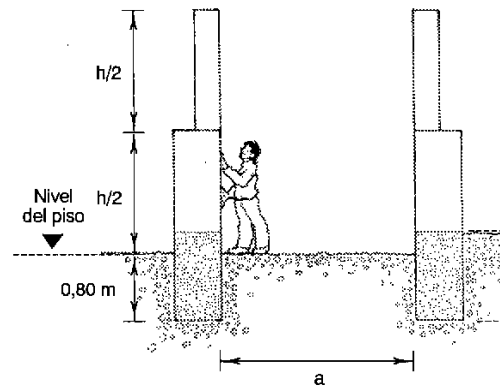
El material de construcción predominante es el adobe.

La profundidad de las bases de cimentación dependerá del terreno que es diferente en cada zona; sin embargo se recomienda una profundidad de 80cm como adecuada.

En el plano vertical el horno cuenta con dos cuerpos, inferior y superior.

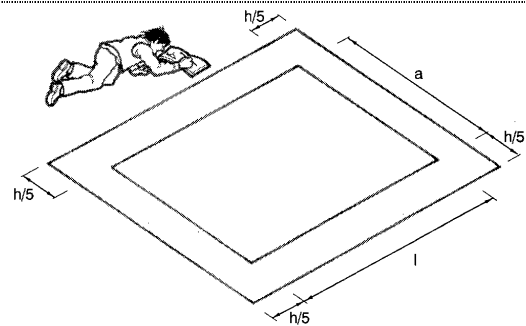
Cuerpo inferior

- La altura de este cuerpo será la mitad ($h/2$) de la altura total del horno. En el caso del horno de 3 m de altura, el cuerpo inferior tendrá 1,5 m de altura medida desde el piso.

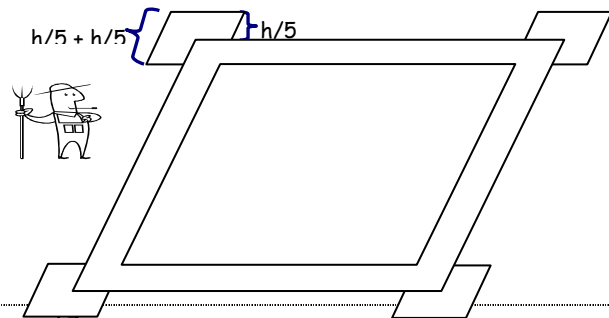


- El espesor (e) de las paredes del cuerpo inferior debe ser la quinta parte de la altura total del muro, ($h/5$). En el caso del horno de 3m de altura, el espesor será:

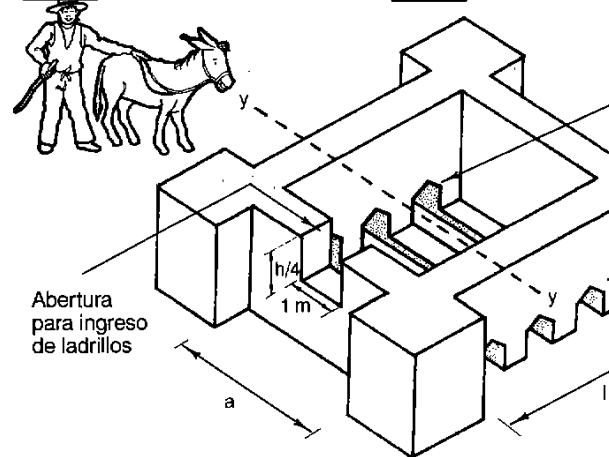
$$3,00/5 = 0,60\text{m}$$



- Alrededor de cada esquina exterior se trazan cuatro bases para refuerzos cuyo tamaño también se relaciona con la altura total según se muestra en la figura; es decir las esquinas de las bases sobresalen del muro una distancia igual al espesor del muro.

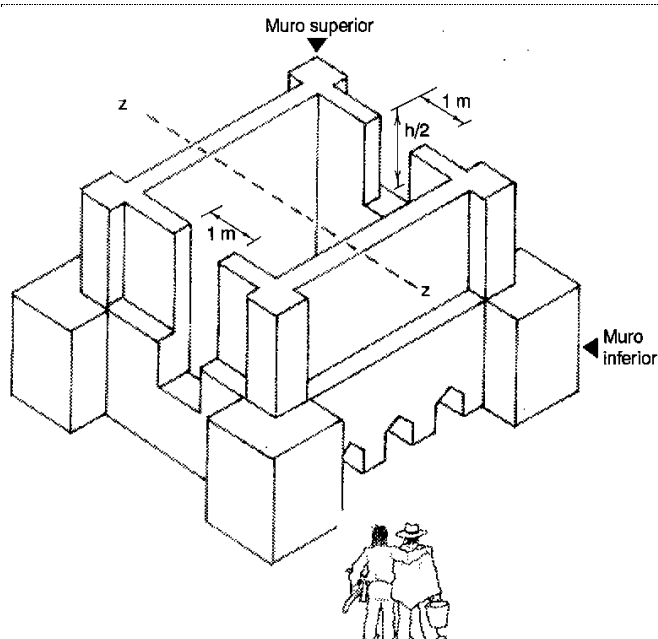


- El cuerpo inferior se construye hasta que alcance la mitad de la altura total del horno medida desde el piso. Las bocas de los canales de encendido se construyen al nivel del piso sobre la cara longitudinal (l) y orientados en la dirección predominante del viento. Para permitir la carga y descarga de ladrillos, a partir de la mitad superior de una de las caras laterales (a) de este cuerpo se dejan aberturas de 1m de ancho. En algunos casos, esta abertura se inicia más cerca del suelo para facilitar la descarga.



Cuerpo Superior

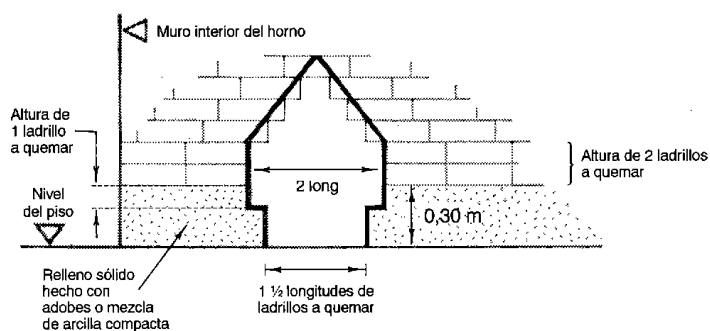
- La altura de este cuerpo superior será similar a la del inferior, o sea la mitad ($h/2$) de la altura total del horno: 1,5 m en el caso del horno de 3 m de altura.
- El espesor de las paredes debe ser la mitad del espesor ($e/2$) de las paredes del cuerpo inferior. Siempre en el caso del horno de 3m de altura, sería $0,60/2 = 0,30\text{m}$.
- Los refuerzos de las esquinas exteriores deben tener dimensiones proporcionales a las del cuerpo inferior
- La abertura de 1m de ancho de la cara lateral (a) para la carga y descarga de ladrillos se prolonga en este cuerpo.



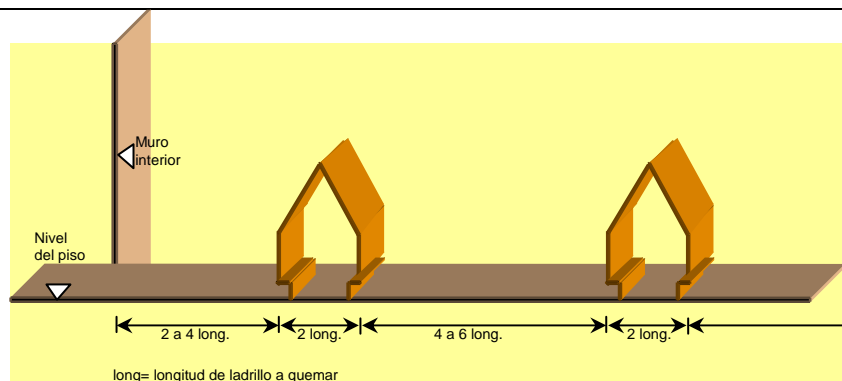
Canales de encendido

El diseño de los canales de encendido depende del tipo de combustible. Se construyen al nivel del piso sobre la cara longitudinal (l) y orientados en la dirección predominante del viento.

- La forma de las ventanas del canal de encendido debe ser lo más cercana posible a la de la figura, respetando en el plano vertical las proporciones de altura de los ladrillos a quemar.



- Las distancias horizontales entre las paredes internas y los canales de encendido varían según el tamaño del horno y deben guardar la relación que se muestra en la figura:



Costos

El costo estimado de la construcción de un horno de 20 millares con las modificaciones planteadas es de aproximadamente ocho mil Nuevos Soles (US\$ 2 500.00).

Aspectos ambientales

Los resultados obtenidos en las mediciones de los gases de chimenea y la calidad del aire circundante realizados durante la operación de este horno, confirman que se trata de un proceso con emisiones de partículas y de gases contaminantes por debajo de los límites referenciales para procesos similares. Cabe mencionar que las medidas de emisiones se hicieron en un horno al cual se le colocó una cúpula abovedada con chimenea. En los hornos intermitentes de tiro abierto no es posible medir las emisiones con métodos estandarizados según los protocolos de medición aceptados.

El uso de carbón es factible como reemplazo eficaz de otros combustibles altamente contaminantes y generadores de humos tóxicos como las llantas, plásticos, aceites usados, etc. La difusión de su uso junto con la aplicación de las buenas prácticas recomendadas en esta guía, contribuirá en gran medida a resolver los problemas de contaminación por fuentes fijas en las ciudades afectadas.

Cabe mencionar que las mediciones de los gases de chimenea cuando se estaba quemando leña, arrojan concentraciones mas elevadas de contaminantes comparados con el carbón antracítico. Por ello se recomienda quemar la menor cantidad posible de leña circunscrita solamente al procedimiento de encendido.

Prácticas de Operación

TAREA	Precauciones
<p>1. Traslado de ladrillos crudos hacia el horno Esta actividad se realiza de dos formas:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Cuando la cancha de labrado o tendal está cerca, trasladar el ladrillo hasta un costado del horno utilizando una carretilla, esta actividad es opcional si el lugar es cercano al horno, generalmente se realiza cuando no se tiene suficiente espacio en la cancha para almacenar ladrillo. b) Cuando la cancha de labrado esta lejos, un numero par de personas cargan el ladrillo al carro que transportará los ladrillos hasta el horno. 	Uso de guantes y lentes de seguridad
<p>2. Control de ladrillos crudos para la cocción</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Verificar principalmente que estén secos. b) Anotar en un Cuaderno de Control la cantidad, tamaño y origen del lote. c) Descargar y apilar los ladrillos en el lugar destinado para tal fin que generalmente está a un costado del horno, d) Colocar una señal que permita identificar el lote. 	Eventual/Uso de casco y guantes durante la descarga
<p>3. Preparación y pesaje de carbón</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Verificar previamente la calidad del carbón en base al brillo que en su mayor parte debe ser fuerte; si tiene poco o ningún brillo separar el saco que lo contiene para mezclarlo con carbón de mejor calidad y reducir su efecto negativo en la eficiencia de quemado. b) Humedecer ligeramente el carbón para prevenir la dispersión de polvo c) Pesar en la balanza la cantidad especificada para la serie de ladrillos que se van a cargar d) Colocar la carga de carbón pesado en el recipiente destinado para hacerlo llegar al Quemador o Carbonero. <p>Alternativa. Para evitar estar pesando continuamente, es conveniente tener uno o dos recipientes (saco, balde) que contengan un peso conocido previamente medido.</p>	Continua/ uso de mascarillas para polvo
<p>4. Armado del malecón Generalmente la persona que va a realizar la quema o Quemador, es quien arma y agrega cisco de carbón a los ladrillos ("carbonea") en el horno. El malecón es la disposición de ladrillos donde irán colocadas las briquetas. En esta zona los ladrillos deben tener una separación de aproximadamente 1 cm. Las briquetas se colocan apiladas en forma triangular de manera que sigan la forma de la ventana de encendido y mantengan contacto con los ladrillos crudos. Generalmente esta disposición depende del maestro quemador.</p>	Uso de mascarilla para polvo, guantes y casco.
<p>5. Armado de la mesa Se conoce como "mesa" a la disposición de ladrillos armados sobre el malecón, estos van pegados unos a otros formando una plancha. Entre una plancha y otra los ladrillos se acomodan transversalmente. Utilizar un solo tipo de ladrillo y de preferencia el más sólido disponible. El espacio entre ladrillo y ladrillo debe estar entre 03mm a 05mm</p>	Uso de mascarilla para polvo, guantes y casco.
<p>6. "Carboneo" de ladrillos en el horno El carboneo de los ladrillos se realiza en forma simultánea con el armado del malecón y de la mesa. Para realizar esta operación el carbón previamente humedecido se esparce hasta una altura de 03 a 05mm. sobre cada capa armada. Considerando que durante la quema se deben calentar las paredes, se agrega una cantidad ligeramente mayor de carbón en los cuatro contornos del horno (08mm) disminuyendo hacia el centro.</p>	Uso de mascarilla para polvo, guantes y casco.
<p>7. Sellado de puertas laterales y techo del horno Una vez cargado el horno, las puertas laterales por donde se realiza la carga y descarga se tapan con ladrillo cocido y se empastan exteriormente con barro, para evitar fugas de calor. Utilizar para esto el ladrillo más sólido que se disponga. La parte superior del horno se sella después que ha encendido el carbón de la primera capa de ladrillos. Para sellar la parte superior del horno, armar sobre la última capa una plancha con ladrillos de segunda o recochos colocados lo mas pegados posible y los espacios se empastan con barro a fin de no dejar espacios por donde pueda fugar el calor durante la quema. Es aconsejable dejar en las esquinas pequeñas aberturas que se tapan con trozos de ladrillo y que puedan abrirse para permitir observar el avance del fuego en el interior del horno.</p>	Uso de guantes y casco

<p>8. Encendido del horno</p> <p>El objetivo es conseguir que las briquetas enciendan para lo cual es necesario tener una cantidad suficiente de aire que alimente oxígeno y atize el fuego. El mejor momento para el encendido es la hora del día cuando más fuerte sopla el viento; el quemador debe tomar en cuenta la localización y ubicación del horno en relación a la dirección del viento a fin de iniciar el encendido en las horas más adecuadas;</p> <ol style="list-style-type: none"> Colocar la leña en el alimentador del malecón y encenderla con ayuda de alcohol, kerosén o utilizar lanzallamas si hubiera disponible. Ir agregando la leña conforme se va consumiendo para evitar perder el calor acumulado. Esta operación puede durar de 6 a 24 horas dependiendo de cuan seca esté la leña, de la fuerza del viento y de la eficacia del armado del malecón de encendido. Con la ayuda de pequeños orificios ubicados tanto en la parte frontal como posterior del horno (mirillas), se puede observar si las briquetas ya han encendido cuando han tomado un color anaranjado intenso. Las briquetas han encendido en su totalidad cuando por las mirillas se ve una especie de lengua de fuego, si se observa que las briquetas han encendido sólo en un lado y del otro no, se procede a cerrar el respiradero de ese lado y ya no se alimenta leña, pero en el otro lado se sigue aumentando leña hasta que las briquetas hayan encendido. Cuando todas las briquetas han encendido se suspende la alimentación de leña y se sellan los alimentadores para permitir que el fuego tome fuerza e inicie la combustión del cisco de carbón regado sobre las capas de ladrillos. 	<p>Uso de guantes y lentes de seguridad</p>
<p>9. Quemado de los ladrillos</p> <p>Si las briquetas han encendido bien van lograr encender el carbón colocado entre plancha y plancha de ladrillos.</p> <ol style="list-style-type: none"> Observar continuamente el comportamiento de las briquetas y si se nota que disminuye su fuerza de encendido con riesgo de apagarse, agregar una raja de leña para avivar el fuego. Cuando las briquetas se han consumido, retirar los restos de leña con ayuda de un gancho. Sellar con ladrillo y barro las compuertas por donde se alimentó leña. Iniciar el sellado de la parte superior del horno después que se han consumido todas las briquetas se ha encendido el carbón de la primera capa de ladrillos y se está iniciado el encendido de la segunda capa. Para ello se arma sobre la última capa de ladrillos crudos una plancha con ladrillos de segunda o recochos colocados lo mas juntos posible, a fin de no dejar espacios por donde pueda fugar el calor durante la quema. Dejar en las esquinas pequeñas aberturas que puedan abrirse para permitir observar el avance del fuego en el interior del horno. Supervisar el avance una o dos veces al día verificando por la parte superior de horno que los ladrillos no se inclinen hacia ningún lado, si esto sucediera significa que el ladrillo en esa parte se está queriendo recochar, esto se evita esparciendo cenizas de carbón sobre la parte inclinada para disminuir la “presión del fuego” (fuerza de combustión). La quema termina cuando se consume todo el carbón de la última capa superior de ladrillos y puede durar de 5 a 20 o más días dependiendo del tamaño del horno y de la velocidad de quemado que a su vez depende del contenido de humedad del ladrillo crudo (13% o menos), de la calidad y composición de la mezcla (experimentar tipos de mezcla hasta obtener la de mejor rendimiento), del espacio que hay entre ladrillo y ladrillo (de 3 a 5mm) y de la calidad de carbón (Ver Cáp. de combustibles de esta Guía) 	<p>Uso de guantes y lentes de seguridad</p>
<p>10. Enfriado de los ladrillos</p> <p>Cuando la quema ha culminado se procede a abrir las puertas laterales y a retirar el techo para que se vaya disipando el calor acumulado. El enfriamiento es lento y puede tomar varios días hasta que se puedan retirar los ladrillos del horno.</p>	<p>Uso de guantes y casco</p>
<p>11. Retiro de ladrillos del horno</p> <p>Cuando el calor dentro del horno es prudencial para que una persona pueda trabajar dentro, se procede a retirar los ladrillos. Esta operación la realizan generalmente dos personas cargando directamente al carro del comprador.</p>	<p>Uso de guantes y mascarilla para polvo.</p>

ANEXO 2

Normas Técnicas vigentes

Las principales Normas Técnicas vigentes que rigen la calidad de los ladrillos son:

- NTP 331.017:2003 Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos
- NTP 331.040:2006 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillo hueco cerámico para techos y entresijos aligerados
- NTP 399.613:2005 Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla

Especificaciones de la NTP 331.017:2003

Las principales especificaciones de esta norma son:

Clasificación de ladrillos según NTP 331.017:2003

Tipo 21	Para uso donde se requiere alta resistencia a la compresión y resistencia a la penetración de la humedad y a la acción severa del frío
Tipo 17	Para uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión y resistencia a la acción del frío y a la penetración de la humedad
Tipo 14	Para uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión
Tipo 10	Para uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión

Formas, tamaño y dimensiones

- El tamaño del ladrillo debe ser especificado por el comprador.
- Las máximas variaciones permisibles en las dimensiones de las unidades individuales no deben exceder las de la tabla siguiente:

Dimensión especificada, mm	Máximas variaciones permisibles respecto a la dimensión especificada, más menos, mm
Hasta 60, incluido	2,0
Superior a 60 hasta 100, incluido	3,0
Superior a 100 hasta 140, incluido	5,0
Superior a 140 hasta 240, incluido	6,0
Superior a 240 hasta 400, incluido	8,0

- El ladrillo puede ser sólido o perforado a opción del vendedor. El área neta de la sección transversal en cada plano paralelo a la superficie que contiene las perforaciones, debe ser por lo menos el 75% de la sección transversal bruta medida en el mismo plano. Ningún borde de las perforaciones debe estar a menos de 20mm de cualquier borde del ladrillo.

Requisitos físicos

- El ladrillo cumplirá los requisitos de resistencia a la compresión para el tipo especificado tal como se indica en la tabla siguiente:

Tipo	Resistencia a la compresión, mínimo, respecto al área bruta promedio, MPa ¹	
	Promedio de 5 ladrillos	Unidad individual
21	21	17
17	17	15
14	14	10
10	10	8

- Para determinar la resistencia a la compresión, ensayar la unidad con la fuerza de compresión perpendicular a la superficie de asiento de la unidad.
- Cuando se requieran ladrillos con resistencias mayores que las prescritas por esta NTP, el comprador especificará la resistencia mínima.

Requisitos físicos complementarios

- Para los ladrillos destinados a uso expuesto a la intemperie, en lugares con ocurrencias de heladas y fuertes lluvias, se aplicarán los requisitos para absorción de agua en ebullición durante 5 hrs. y para coeficiente de saturación que se describen en la tabla siguiente:

Tipo	Absorción de agua mediante 5h de ebullición, max., %		Coeficiente de saturación max. (1)	
	Promedio de 5 ladrillos	Unidad individual	Promedio de 5 ladrillos	Unidad individual
21	17,0	20,0	0,78	0,80
17	22,0	25,0	0,88	0,90
14 y 10	Sin límite	Sin límite	Sin límite	Sin límite

(1) El coeficiente de saturación es la relación de absorción mediante inmersión en agua fría durante 24 h a la absorción después de 5 h de inmersión en agua en ebullición

- El requisito del coeficiente de saturación no se aplica siempre que la absorción de agua fría durante 24 horas, de cada unidad de una muestra aleatoria de cinco ladrillos no exceda de 8%.

Acabado y apariencia

- Los ladrillos cuando son despachados deben, mediante inspección visual, estar conformes a los requisitos especificados por el vendedor o a la muestra o muestras aprobadas como el estándar de comparación y a las muestras que pasan los ensayos de los requisitos físicos. Identaciones menores o grietas superficiales inherentes al método usual de fabricación, o los astillamientos resultantes de los métodos habituales de manipulación en el envío y despacho, no serán consideradas causas de rechazo.
- Los ladrillos estarán libres de defectos, deficiencias, y tratamientos superficiales, incluyendo recubrimientos, que pudieran interferir con la adecuada colocación del ladrillo o perjudicar significativamente la resistencia o el desempeño de la construcción.
- Si se requiere que los ladrillos tengan un color particular, textura, acabado, uniformidad, o límites de grietas, alabeo u otra imperfección en desmedro de la apariencia estos son adquiridos bajo la Norma ASTM C 216.
- A menos que sea especificado de otro modo por acuerdo entre el comprador y el vendedor, se permite que un despacho de ladrillos contenga no más de 5% de ladrillos rotos.

¹ MPa=Mega Pascal, unidad de fuerza equivalente a 10,2 Kg/cm². Es decir para convertir MPa a Kg/cm², se multiplica la cantidad de MPa por 10,2.

Especificaciones de la NTP 331.040:2006

Las principales especificaciones de esta norma que rige para ladrillos de techo y entrepisos aligerados son:

Dimensiones y variaciones permisibles

Alto (cm)	Ancho (cm)	Largo (cm)		
10	30	30	33	40
12				
15				
20				
25				
30				

Se admitirá una tolerancia de E2% de las dimensiones nominales

Requisitos físicos

En el momento del despacho al cliente, todas las unidades deben estar conforme a los requisitos de resistencia prescritos en la siguiente tabla:

Resistencia mínima a la flexo-tracción en daN/cm ²	
Resistencia promedio	2,20
Resistencia mínima por ladrillo	2,00

Acabado y apariencia

- Tanto en las superficies como en el interior, el ladrillo de techo no tendrá exceso de materias extrañas: guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.
- El ladrillo estará bien cocido, tendrá un color uniforme y no presentará vitrificaciones. Al ser golpeado con un martillo u objeto similar producirá un sonido metálico.
- El ladrillo no presentará resquebrajaduras, fracturas, hendiduras, grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad y/o resistencia
- No tendrá excesiva porosidad ni manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo.
- Las superficies o caras del ladrillo deberán garantizar una buena adherencia

ANEXO 3

Formato para formulación semanal de mezcla

Día/mes/año	Cantidades en número de cargas				
	Greda	Tierra	Agua	Cenicero	Otro ²
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
Total semana (A)					
Promedio semanal (A/7)					

Fórmula de inicio para relación de cargas³:

Greda/Tierra/Cenicero u Otros/Agua: 1 / 2,5 / 0,3 / 0,5

Esto significa que por cada carga de greda o arcilla se agregan dos y media cargas de tierra, un tercio de carga de cenicero y media carga de agua.

Una carga puede ser un balde o una carretilla

Datos para relacionar cargas:

1 balde de aceite usado	0.087	m ³
1 carretilla	5	baldes
1 carretilla	0.4330	m ³

Se puede facilitar la operación de medición marcando en la carretilla y en los baldes, las alturas de las medidas a la mitad y a la tercera parte.

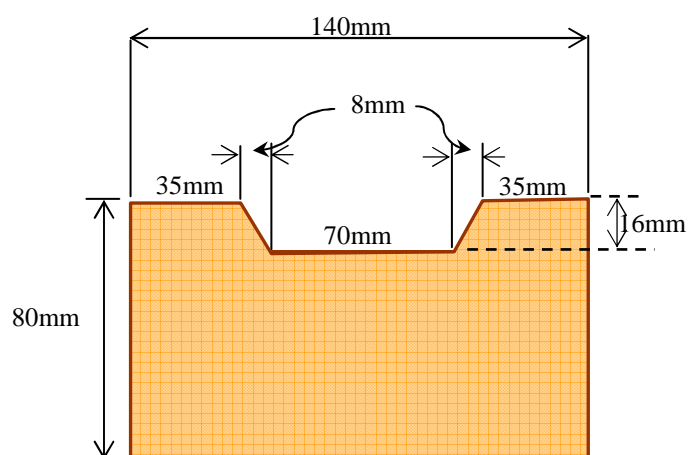
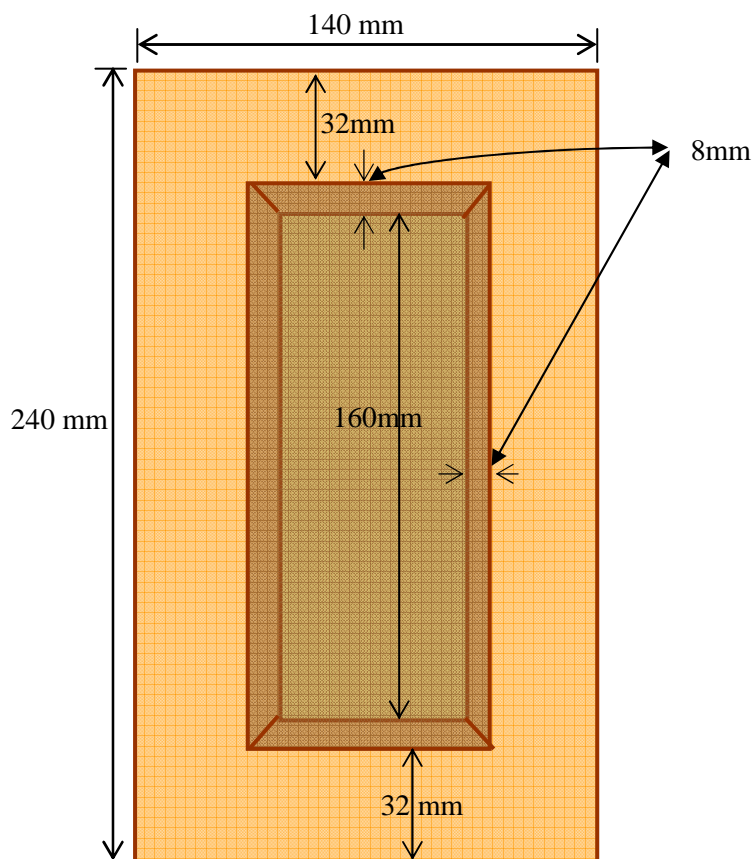
² Puzolana, carbón, ceniza, aserrín, cáscaras, etc.

³ En base a características de la materia prima de Arequipa (aprox. 30% de greda. En Cuzco se utiliza hasta 70% de greda o arcilla en la composición.

ANEXO 4

Dimensiones para ladrillos con rebaja o chaflán

1. Medidas para ladrillos tipo King Kong 8



2. Imagen de un molde de madera o “gavera” para ladrillos artesanales con rebaja o chaflán



ANEXO 5

Normas Legales de aplicación

Las principales normas y reglamentos básicos relacionados con el aspecto ambiental en la actividad ladrillera⁴, se indican a continuación

"Constitución Política del Perú". 1993	En un nivel de jerarquía legal mayor, otorga expresamente la categoría de derecho fundamental de la persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida (Art. 2 inc. 22). Señala, asimismo, que el Estado determina la política nacional del ambiente y promueve el uso sostenible de los recursos naturales, la conservación de la diversidad biológica y áreas naturales protegidas y el desarrollo de la amazonía.
DÉCIMO NOVENA POLÍTICA DE ESTADO: Desarrollo Sostenible y Gestión Ambiental	Extracto del texto del Acuerdo Nacional: "Nos comprometemos a integrar la política nacional ambiental con las políticas económicas, sociales, culturales y de ordenamiento territorial, para contribuir a superar la pobreza y lograr el desarrollo sostenible del Perú. Nos comprometemos también a institucionalizar la gestión ambiental, pública y privada, para proteger la diversidad biológica, facilitar el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, asegurar la protección ambiental y promover centros poblados y ciudades sostenibles; lo cual ayudará a mejorar la calidad de vida, especialmente de la población más vulnerable del país."
Ley N° 28611: Ley General del Ambiente	Deroga y mejora el antiguo "Código del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales" donde se establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente saludable, ecológicamente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida y la preservación del paisaje y la naturaleza. El Estado tiene la obligación de mantener la calidad de vida de las personas, previniendo y controlando la contaminación ambiental y cualquier proceso de deterioro o depredación de los recursos naturales, que pueda interferir con el normal desarrollo de toda forma de vida y de la sociedad.
D. Leg. N°757: "Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada". 13/11/1991	Mediante esta Ley Marco se determinó que la "Autoridad Ambiental Competente" para conocer los asuntos relacionados con la aplicación de las disposiciones del Código del Medio Ambiente, fueran los Ministerios de los sectores correspondientes a las actividades que desarrollan las empresas, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a los Gobiernos Regionales y Locales.
Ley 23407: "Ley General de Industria". Mayo 1982	Establece que las empresas industriales deberán desarrollar sus actividades sin afectar el medio ambiente, alterar el equilibrio de los ecosistemas, ni causar perjuicio a las colectividades.

⁴ vigentes a Julio del 2006

<p>D. S. N°001-97-ITINCI: "Disponen que las empresas industriales manufactureras se adecuen a las normas de Protección Ambiental a ser aprobadas por el MITINCI". 05/01/1997</p>	<p>Define un esquema especial de plazos y procedimientos para la ejecución del PAMA, para empresas en actividad según su ubicación geográfica y la zonificación que la municipalidad correspondiente haya establecido.</p> <p>Señala que las empresas industriales que ejecuten un PAMA, para adecuarse a los niveles permisibles, no podrán ser obligadas o conminadas a suspender sus actividades o trasladar sus establecimientos de conformidad con el art. 103 de la Ley N°23407.</p>
<p>D. S. N°019-97-ITINCI: "Reglamento de Protección Ambiental para el Desarrollo de las Actividades de la Industria Manufacturera". 26/09/1997</p>	<p>Se fijan los lineamientos de Política Ambiental del MITINCI, donde se señala como aspecto relevante el principio de prevención en la gestión ambiental, a través de prácticas que reduzcan o eliminen la generación de elementos o sustancias contaminantes en la fuente generadora. En caso de no ser posible la reducción o eliminación de los contaminantes, se realizarán prácticas de reciclaje y reutilización; así como, tratamiento o control y adecuada disposición de desechos.</p>
<p>R. M. N°108-99-ITINCI/DM: "Guías para Elaboración de EIA, PAMA, DAP Informe Ambiental". 28/09/1999.</p>	<p>Es un documento en el cual se definen los objetivos, requerimientos y estructura de las Guías para Elaboración de Estudios Ambientales; incluyendo los lineamientos para el PAMA.</p>
<p>R.M. 026-2000-ITINCI/DM: "Protocolos de Monitoreo de Efluentes Líquidos y Emisiones Atmosféricas". 23/02/2000</p>	<p>Este protocolo permite estandarizar los métodos de monitoreo (muestreo, análisis, etc.) e implementar los Programas de Monitoreo de Efluentes Líquidos y Emisiones Atmosféricas en la Industria, entes gubernamentales y empresas consultoras envueltas en la actividad ambiental.</p>
<p>R.M. N°027-2001-MITINCI/DM "Guía de Participación Ciudadana para la Protección Ambiental en la Industria Manufacturera", 09/02/2001.</p>	<p>Esta Guía contiene los criterios y parámetros que el MITINCI considera fundamentales para la ejecución de una estrategia de participación ciudadana vinculada al cumplimiento de las obligaciones establecidas en el Reglamento Ambiental correspondiente.</p>
<p>Ley N° 26842: "Ley General de la Salud". 20/07/1997</p>	<p>Establece que: "Toda persona natural o jurídica está impedida de efectuar descargas de desechos o contaminantes en el agua, el aire, o el suelos, sin haber adoptado las precauciones de depuración que señalan las normas sanitarias y de protección del ambiente".</p>
<p>D. Leg. 295: "Código Civil". 1984</p>	<p>Establece que el propietario, en ejercicio de su derecho y especialmente dentro de su desarrollo industrial debe abstenerse de perjudicar las propiedades contiguas, su seguridad, tranquilidad y la salud de sus habitantes.</p>
<p>D. Leg. 635: "Código Penal". 08/04/1991 (*) Título XIII modificado por el Artículo 3 de la Ley N°29263.</p>	<p>Establece responsabilidad punitiva para aquel que infringe leyes, reglamentos o límites máximos permisibles, provoque o realice descargas, emisiones, emisiones de gases tóxicos, emisiones de ruido, filtraciones, vertimientos o radiaciones contaminantes en la atmósfera, el suelo, el subsuelo, las aguas terrestres, marítimas o subterráneas, que cause o pueda causar perjuicio, alteración o daño grave al ambiente o sus componentes, la calidad ambiental o la salud ambiental, según la calificación reglamentaria de la autoridad ambiental.</p>
<p>Ley N° 27314: "Ley General de Residuos Sólidos". 21/07/2000, modificado por el Decreto Legislativo N° 1065</p>	<p>Establece derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y</p>

	protección de la salud y el bienestar de la persona humana.
Decreto Supremo N°057-2004 PCM."Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos N°27314. 24/07/2004.	Es el reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos que consta de 10 títulos, 150 artículos, y otras disposiciones donde se define el ámbito de su aplicación. El Título III, Capítulo III, se refiere al manejo de Residuos Sólidos del Ambito de Gestión no Municipal, que comprende aspectos de Almacenamiento, Recolección y Transporte, Tratamiento y Disposición Final.
Ley 26821: "Ley Orgánica para el Aprovechamiento de los Recursos Naturales". 26/06/1997	Regula el régimen de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, en tanto constituyen patrimonio de la Nación, estableciendo sus condiciones y las modalidades de otorgamiento a particulares, en concordancia con lo establecido en el Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales y los convenios internacionales ratificados por el país.
Reglamento de Estándares de Calidad Ambiental para Ruido D.S.N°085-2003-PCM	El "Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido" el cual consta de 5 títulos, 25 artículos, 11 disposiciones. Comprende el horario diurno de 07:00 a 22:00 h y nocturno de 22:00 a 07:00h. Declara que para zonas mixtas donde exista zona residencial-industrial se aplicará el ECA residencial.
Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire D.S.N°074-2001-PCM	Establece los valores límites aceptables para los principales parámetros de calidad de aire, por encima de los cuales el ambiente que respiramos se vuelve riesgoso para la salud.

Normativas Complementarias:

- D.S. N°052-93-EM: Reglamento de Seguridad para Almacenamiento de Hidrocarburos.
- D.S. N°42-F. Reglamento de Seguridad Industrial. 22/05/1964.

Asimismo, se han tomado otras normativas referenciales como de la US-EPA (United States-Environmental Protection Agency) y otros organismos internacionales para casos donde no se disponen de normativas nacionales específicas, estos criterios se consideran referenciales y no de obligatorio cumplimiento.

ANEXO 6

Fotografías



Fig. 1 Terreno seleccionado para construir el horno vertical



Fig. 2 Excavación y preparación de cimientos para horno vertical



Fig. 3 Levantando columnas y paredes iniciales



Fig. 4 Armado de muros de ladrillos



Fig. 5 Eje con agujeros de salida para chimenea



Fig. 6 Vista de paredes interiores



Fig. 7 Instalación de barras fijas



Fig. 8 Bóveda con el gancho para colgar tacle

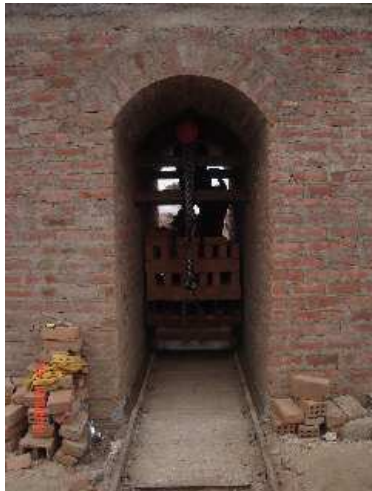


Fig. 9 Sistema de descarga por tacle

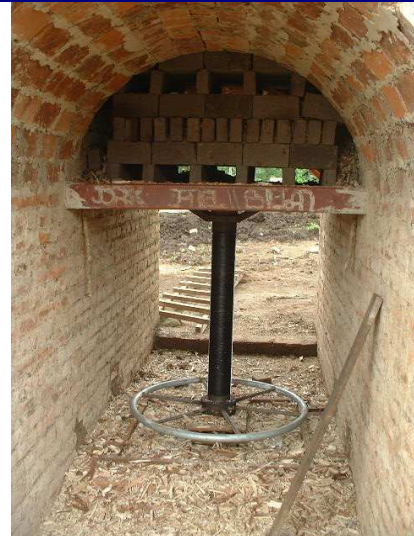


Fig. 10 Sistema de descarga con tornillo sinfín



Fig. 11 Horno vertical en Arequipa con escalera metálica



Fig. 12 Horno vertical en Pakistán con escalera de ladrillo

ANEXO 7

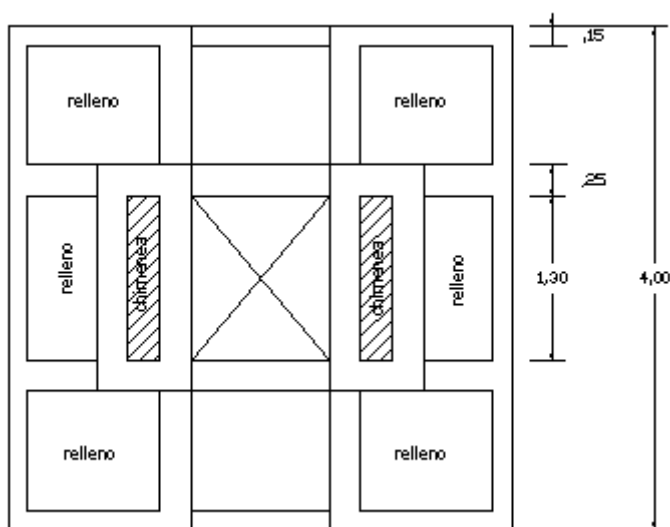
Manual y Planos del horno vertical

Características de Diseño

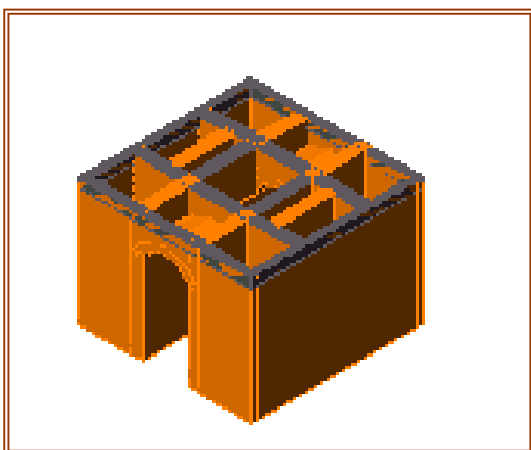
El tiempo total de construcción se estima en 60 días efectivos hasta tener el horno listo para pruebas.

Trazado de área y Cimentación

En el terreno destinado a la construcción del horno y de acuerdo con los planos, se realiza el trazado, la excavación y el vaciado de los cimientos.



Construcción del Primer Nivel



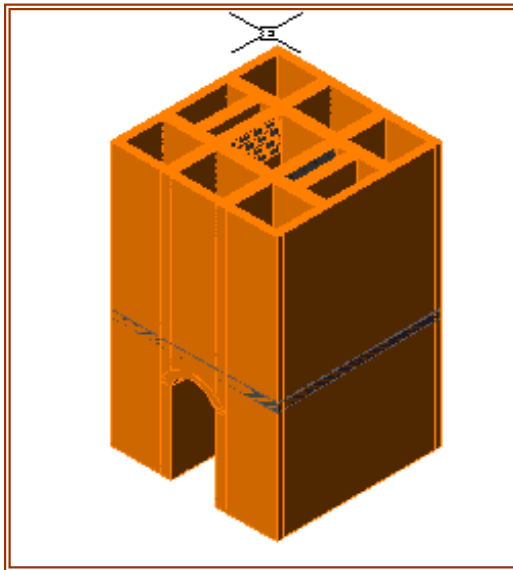
Esta parte del horno es muy importante ya que debe soportar toda la estructura del horno más el peso de la carga de ladrillos.

Una puerta abovedada atraviesa toda la parte inferior de este primer nivel.

La parte superior de este primer cuerpo lleva un anillo de concreto para asegurar la estabilidad del horno considerando su altura total.

El eje donde estarán los ladrillos o área de horneado propiamente dicha es el centro de los seis rectángulos constructivos que se muestran en la figura. El resto de secciones observadas son áreas de sostén y aislamiento que deben ser rellenas posteriormente.

Construcción del Segundo Nivel



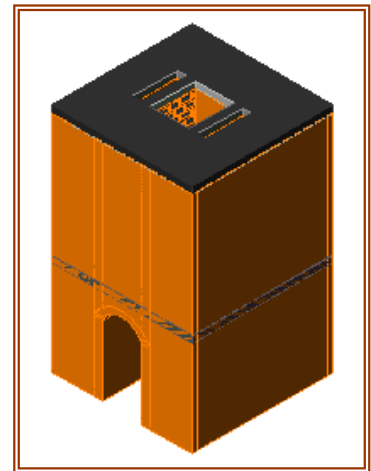
Se continúan levantando las paredes siguiendo la secuencia del nivel anterior. Las cuatro paredes exteriores se construyen con ladrillo y cemento, y el resto de paredes interiores con ladrillo y una mezcla de arcilla y tierra.

En las cuatro últimas filas de la parte superior del segundo nivel, a dos filas de los costados del eje, se disponen los ladrillos intercalados dejando un espacio para el ingreso de gases generados en la cocción del ladrillo hacia las dos chimeneas.

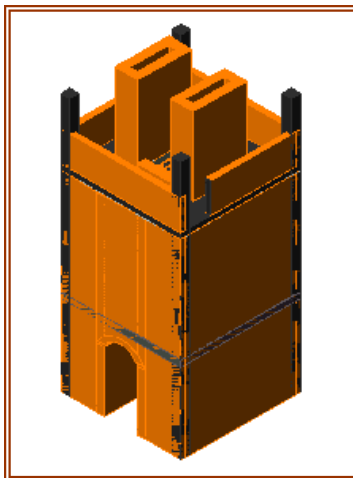
Se rellena con el material aislante en todas las secciones excepto en el área del eje. Las dos chimeneas se rellenan hasta antes de los agujeros de escape.

El acabado de este segundo nivel se puede realizar con ladrillo hueco, dejando libres

los espacios para el eje central y las dos chimeneas. Es recomendable dejar una entrada de 1cm en los bordes del eje y de las dos chimeneas, con el fin de estucarlos luego con una mezcla de arcilla y tierra para proteger la estructura de cemento ya que por estas áreas circularán gases calientes.



Construcción del Tercer Nivel



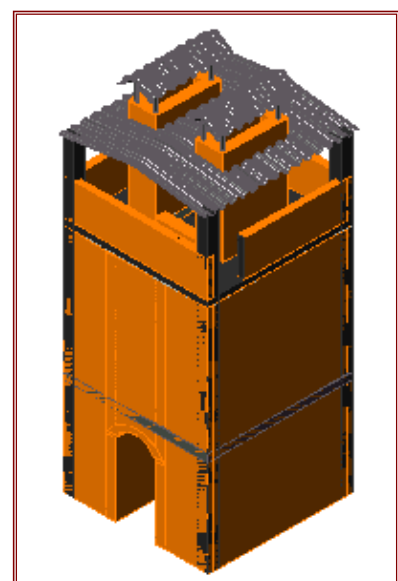
Este nivel es la parte superior del horno donde se harán los trabajos de armado y carga de las series de ladrillos crudos. Es importante la protección del personal que laborará en esta zona, por lo cual se levanta un parapeto de un metro de altura dejando un metro para el ingreso al área de trabajo.

Se concluye con el levantamiento de las dos chimeneas y sobre el eje se levantan 20cm. de pared, quedando así culminado el eje central.

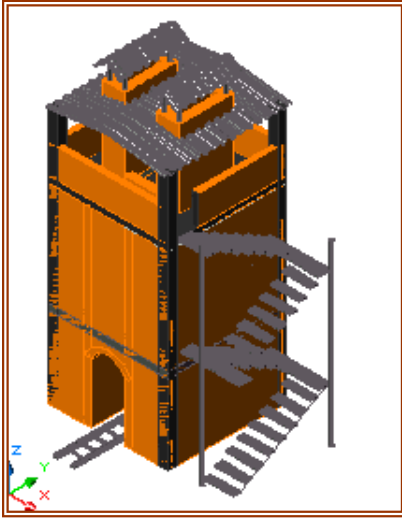
En las 4 esquinas se levantan columnas para soporte del techo.

Techado

Se arma la estructura de soporte con estructura metálica o de madera y se procede a cubrir el horno con tejas, eternit, calaminas u otro material apropiado.



Instalación de escaleras y sistema de descarga de ladrillo



Las escaleras de acceso a la parte superior pueden ser con estructura de adobe, ladrillos o metálicas. Asimismo se instala también el sistema de descarga.

Sistema de Descarga de Ladrillo Cocido

Existen dos métodos óptimos para realizar la descarga de ladrillo uno de ellos es a través de un tornillo sin fin y el otro mediante un sistema de tecles.

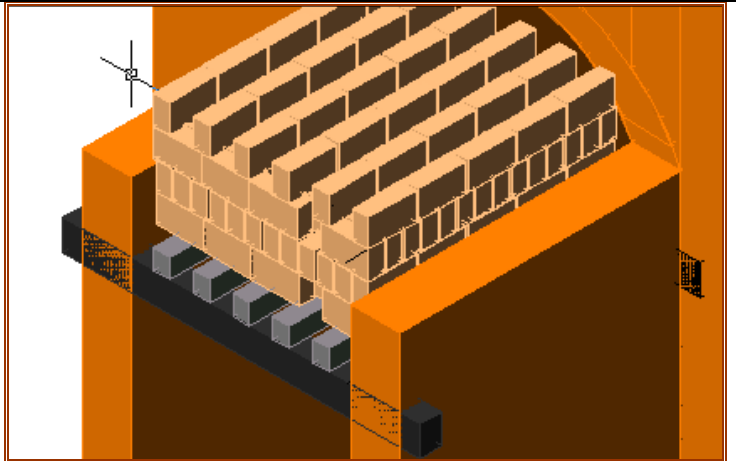
En el caso de Arequipa, se optó por un sistema de tecles, por dos motivos principales: el costo de adquisición e instalación relativamente menor comparado con otros sistemas, la facilidad de reparación y reemplazo en caso de fallas, y su fácil manipuleo una vez que el personal este familiarizado con el proceso. La alta cantidad de arena que corre en la zona puede afectar también el funcionamiento de un sistema de tornillo sin fin ocasionando atascos y desgaste en los canales tanto del eje como de la volante, y reparar o reemplazar un eje significa no solo paralizar la producción sino también desmontar toda la instalación que está incrustada en el fondo del horno.

El sistema lleva dos juegos de barras:

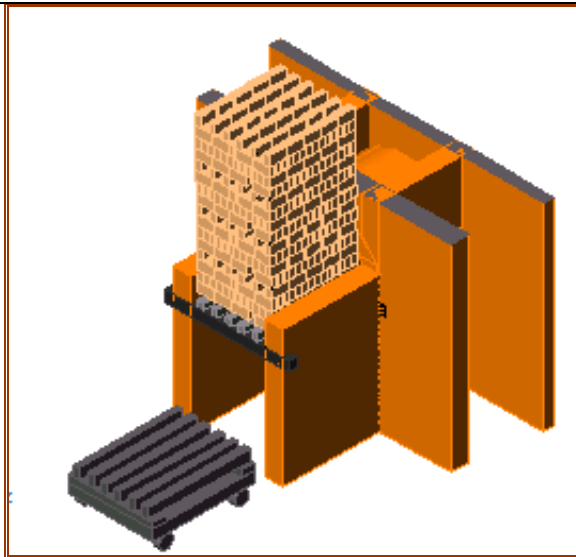
- Dos fijas que van empotradas en la estructura del horno
- Un juego de barras móviles que se colocan y retiran en cada descarga,
- 02 tecles de 05 toneladas colocados a los costados de la base del eje del horno colgados en ganchos empotrados al techo de la bóveda, o un tornillo sin fin empotrado en el suelo
- Un carro plataforma que recoge la serie de ladrillos cocidos de la base del eje del horno,
- Un sistema de carril con rieles paralelos para permitir el desplazamiento del carro trasladando los ladrillos hacia la parte exterior.

El sistema de descarga consiste en que las barras móviles son colocadas en forma transversal a las barras fijas formando una "parrilla" que suspende los ladrillos en el eje del horno, para ello los ladrillos son armados de forma que permitan introducir las barras móviles entre ellos. Cada vez que se realiza una descarga, son removidas las barras móviles, para lo cual, utilizando los tecles, o el tornillo sin fin, se eleva el carro transportador vacío hasta insertarse entre las barras móviles, se retiran éstas y entonces todos los ladrillos cargados en el eje se descenden hasta alcanzar la siguiente serie de ladrillos momento en que se insertan nuevamente las barras móviles y el carro sigue descendiendo con la serie de ladrillos quemados los cuales una vez en el suelo son trasladados hasta el exterior rodando a través de los carriles.

Disposición de las filas de ladrillos en una serie colocadas sobre las barras móviles



Disposición de cuatro series de ladrillos en horno vertical



Estructuras Auxiliares

Una vez culminada la construcción del horno, es muy importante proporcionar comodidad a los trabajadores que operan en el horno para ello es necesario instalar techo y escaleras así como una tapa para la parte superior del eje. Igualmente es necesario instalar un sistema para subir los ladrillos crudos desde el suelo hasta la plataforma de carga en la parte superior del eje, lo cual puede ser un brazo metálico giratorio con winche y polea.

Si se opta por estructuras metálicas como las instaladas en el horno demostrativo de Arequipa, las escaleras tendrían una altura total de 6.60 metros con 37 pasos de platinas de 5/8 x 1/8, con tres descansos con plancha estriada 3/32.

El techo tendría tubos de 40 x60, tirafones soldados, cubierto con calaminas, incluyendo el techo de las dos chimeneas, el diseño es con caída a dos aguas.

La tapa del eje es fabricada con plancha estriada 3/32, contraplacada, con ángulos 1 ¼ x 1 ¼ x 3/16.

Costo de Construcción

El costo estimado de construcción de un horno vertical de un solo eje es de aproximadamente tres mil quinientos dólares americanos (US\$ 3 500.00); y uno de doble eje costaría alrededor de cinco a seis

mil dólares (US\$ 5 000 – US\$ 6 000). El sistema de descarga que cuesta alrededor de mil doscientos dólares por eje es el componente más costoso junto con los materiales.

Aspectos Ambientales

Los resultados obtenidos en las mediciones de los gases de chimenea y la calidad del aire circundante realizados durante la operación de este horno, confirman que se trata de un proceso altamente ecoeficiente con muy bajas emisiones de partículas y de gases contaminantes como son los óxidos nitrosos y sulfurosos.

El uso de carbón es factible como reemplazo eficaz de otros combustibles altamente contaminantes y generadores de humos tóxicos como las llantas, plásticos, aceites usados, etc. La difusión de su uso junto con la aplicación de las buenas prácticas recomendadas en esta guía, contribuirá en gran medida a resolver los problemas de contaminación por fuentes fijas en las ciudades afectadas.

Prácticas de Operación

TAREA	Tipo de Tarea /Precauciones
<p>12. Recepción y contabilidad de ladrillos crudos</p> <ul style="list-style-type: none"> e) El Operador recibe del Labrador los ladrillos crudos, verificando principalmente que estén secos, f) Anotar en el Cuaderno de Control la hora de recepción, cantidad, tamaño, nombre del remitente. g) Ayudar a descargar y acomodar los ladrillos en el lugar destinado para tal fin que generalmente está a un costado del horno, h) Colocar una señal que permita identificar el lote. 	Eventual/Uso de casco y guantes durante la descarga
<p>13. Preparación y pesaje de carbón</p> <ul style="list-style-type: none"> e) Verificar previamente la calidad del carbón en base al brillo que en su mayor parte debe ser fuerte; si tiene poco o ningún brillo separar el saco que lo contiene para mezclarlo con carbón de mejor calidad y reducir su efecto dañino en la eficiencia de quemado. f) Humedecer ligeramente el carbón para prevenir la dispersión de polvo g) Pesar en la balanza la cantidad especificada para la serie de ladrillos que se van a cargar h) Colocar la carga de carbón pesado en el recipiente destinado para subirlo al piso de la plataforma de carga. <p>Alternativa. Llenar la cantidad requerida en un recipiente previamente calibrado y vaciar la carga en el recipiente destinado para subirlo al piso alto.</p>	Continua/ uso de mascarillas protectoras de polvo
<p>14. Traslado de ladrillos crudos a la plataforma de carga (piso alto del horno).</p> <p>Esta actividad requiere el trabajo conjunto de los dos operadores.</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Un operador en la parte baja llena el balde con ladrillos crudos y con la polea lo eleva hasta la parte superior del horno b) El segundo operador recibe el balde, descarga los ladrillos y retorna el balde hacia abajo. c) Repetir procedimiento hasta tener la cantidad suficiente de ladrillos para completar por lo menos una serie (220 ladrillos) <p>Alternativa A: Con el apoyo de un mínimo de 4 personas más se pueden subir "boleando" a mano 2 mil ladrillos en 45 minutos, suficientes para 2 días de operación.</p> <p>Alternativa B: Instalar un huinche mecánico con canastilla para subir los ladrillos.</p>	Continua / Evitar colocarse debajo de la carga que se está levantando y prevenir de lo mismo a otras personas para evitar accidentes.
<p>15. Subida de carbón al piso alto</p> <p>Esta actividad requiere el trabajo conjunto de los dos operadores y debe ejecutarse después de subir la carga de ladrillos.</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Un operador en la parte baja eleva con la polea el balde con la carga de carbón previamente pesado hasta la parte superior del horno b) El segundo operador recibe la carga y retorna el balde hacia abajo. <p>Alternativa: Subir el balde de carbón a mano limpia por las escaleras</p>	Continua/Uso de casco y guantes. Uso de mascarilla por el operador que está en el piso alto.
<p>16. Armado y carboneo de series de ladrillos en la parte superior del horno</p>	Continua / Utilizar siempre las máscaras para gases

<p>Esta operación es realizada por los dos operadores en conjunto.</p> <ol style="list-style-type: none"> Un operador alcanza los ladrillos y el carbón necesario, El otro operador arma las 4 filas de una serie de ladrillos. La primera fila se arma utilizando los moldes de madera existentes colocando los ladrillos en la disposición predeterminada para permitir el ingreso de las barras móviles en el momento de la descarga. Las otras tres filas de la serie se forman colocando los ladrillos en forma transversal una fila de la otra, la distancia entre ladrillos debe ser de 5 a 10 mm aproximadamente (poco mas de un dedo). Al mismo tiempo que se arma se esparce el carbón en forma homogénea entre fila y fila en el canto superior de la cara de los ladrillos a una altura de 3 a 5 mm; luego con una brocha se esparce el carbón hacia las rendijas entre ladrillo y ladrillo. <p>Precauciones de seguridad:</p> <ol style="list-style-type: none"> Los ladrillos de los cuatro extremos deben mantener una distancia apropiada de las paredes del horno para prevenir que el rozamiento no vaya a afectar la estabilidad de la carga cuando se desliza hacia abajo en la descarga; esta distancia es aproximadamente de 2,0cm a 2,5cm. Los operadores deben utilizar permanentemente sus máscaras: una máscara para gases tóxicos de doble filtro el que está dentro del eje armando la serie, y una máscara para gases tóxicos de filtro simple el que está fuera del eje alcanzando los ladrillos y el carbón. 	<p>tóxicos y lentes de seguridad</p>
<p>17. Manipulación del tecle para subir el carro plataforma a la posición de descarga,</p> <p>Esta operación debe ser realizada en forma conjunta y sincronizada por los dos operadores:</p> <ol style="list-style-type: none"> Colocar los cuatro pines de seguridad en los alojamientos empotrados en la pared, y la cadena de seguridad a ambos lados del eje del horno y del asa del carro plataforma respectivamente. Revisar que la cadena del tecle esté recta con los eslabones alineados; si no fuera así, proceder a acomodar los eslabones de la cadena para evitar atascos y sobrecargas. Elevar el carro plataforma hasta que la plataforma de descarga tenga sus barras alineadas con las barras removibles. <p>Precauciones de seguridad:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Al subir el carro plataforma ambos operadores deben guiarse de las marcas pintadas en ambos lados de la pared para subir el carro en forma horizontal a la misma velocidad. - Observar permanentemente la cadena del tecle jalándola siempre en la posición más vertical posible, (evitar jalar la cadena en forma diagonal o inclinada previniendo que gire para evitar que se trabe). 	<p>Continua/ Nunca pasar por debajo de una carga colgada. Para ir de un lado a otro del horno siempre dar la vuelta por afuera. Uso obligatorio de casco, guantes, mascarilla de polvo y lentes de seguridad</p>
<p>18. Descarga de ladrillos</p> <p>Esta operación debe ser realizada en forma conjunta y sincronizada por los dos operadores:</p> <ol style="list-style-type: none"> Verificar las condiciones de descarga: temperatura mínima de 900° C en la mirilla No 2 y que hayan transcurrido 90 minutos o más desde la última descarga. Anotar en el cuaderno de control los datos de descarga: temperatura y hora o tiempo desde la última descarga. Con las barras del carro plataforma alineadas a las barras removibles chequear nuevamente que los pines y la cadena de seguridad están correctamente instalados. Retirar las barras removibles con mucho cuidado ya que excepcionalmente pueden llegar a tener temperaturas de hasta 100° C. Bajar lentamente el carro plataforma con los tecles hasta alcanzar la primera fila de la siguiente serie de ladrillos. Introducir las barras removibles nuevamente en su lugar y continuar bajando la plataforma con la serie (4 filas) de ladrillos descargada hasta que las ruedas del carro plataforma alcancen los rieles del piso. Una vez que el carro plataforma está sobre los rieles del piso del horno, retirar los elementos de seguridad instalados (pines y cadenas). Desplazar el carro sobre los rieles hasta el exterior. <p>Precauciones de seguridad:</p>	<p>Continua / Uso obligatorio de casco, guantes, mascarilla de polvo y lentes de seguridad</p>

<ul style="list-style-type: none"> - Cuando se retiran las barras removibles es un momento crítico en la operación de descarga puesto que todo el peso de las series en el eje está soportado por solamente los tecles; - El descenso debe hacerse lentamente jalando las cadenas en forma sincronizada guiándose por las reglas pintadas en la pared del horno, de manera que la plataforma permanezca siempre horizontal sin inclinarse hacia ninguno de los lados, y cuidándose también de las cenizas de carbón que caen hacia el fondo por el movimiento de la carga en el eje del horno. - Si hubiera dificultad para introducir las barras removibles en los espacios de la primera fila de la serie de ladrillos, utilizar una barreta para acomodar los espacios. - En el desplazamiento del carro los operadores deben empujar y jalar con cuidado evitando que se derrumbe la serie recién extraída ya que no solo se rompen los ladrillos sino también pueden golpear y lesionar al operador. - Utilizar sus implementos de seguridad. 	
<p>19. Descarga y selección de ladrillos del carro plataforma y carga de una nueva serie</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Esperar que los ladrillos se enfríen b) Ejecutar las actividades No 2 al 5 subiendo ladrillos, carbón, acomodando y carboneando una nueva serie en la parte superior del horno. c) Retirar los ladrillos del carro d) Seleccionar y acomodar para despacho e) Contabilizar los ladrillos buenos, "bayos" y rotos f) Anotar resultados en el Cuaderno de Control 	<p>Continua/ uso de guantes, lentes y mascarilla</p>
<p>20. Venta y Despacho de ladrillos cocidos Esta operación no está a cargo de los operadores pero deben prestar su apoyo si fuera requerido y si no interfiere con su labor en el horno.</p>	<p>Eventual</p>
<p>21. Control del quemado para mantener el horno operando</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Leer al menos cada 30 minutos la temperatura en los tres registradores; los cuales normalmente deben mostrar una secuencia en la que la temperatura del medio o central es mayor que la de la parte inferior y esta a su vez mayor que la de la parte superior. b) Si la temperatura en la mirilla central es baja y no llega a alcanzar los 900 grados Centígrados (900° C) en un tiempo máximo de 2,5 horas, se debe atizar el fuego aumentando la entrada de aire y/o agregando aserrín de madera por las rendijas de la parte superior del eje del horno. 	<p>Continua</p>
<p>22. Control de la temperatura para decidir cuando hacer descargas</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Cuando la temperatura en la mirilla número 2 central, que corresponde a la zona de cocción, está en un mínimo de 900° C, se debe proceder a descargar una serie. No permitir que esta temperatura supere los mil grados b) Si la temperatura en la mirilla central alcanza rápidamente los 900° C antes de una hora y sigue subiendo, se debe proceder a descargar inmediatamente y disminuir la entrada de aire. 	<p>Continua</p>
<p>23. Control de la temperatura para decidir cuando hacer descargas</p> <ul style="list-style-type: none"> c) Cuando la temperatura en la mirilla número 2 central, que corresponde a la zona de cocción, está en un mínimo de 900° C, se debe proceder a descargar una serie. No permitir que esta temperatura supere los mil grados d) Si la temperatura en la mirilla central alcanza rápidamente los 900° C antes de una hora y sigue subiendo, se debe proceder a descargar inmediatamente y disminuir la entrada de aire. 	<p>Continua</p>