

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
artesanías de colombia s.a.

PROPUESTA DE DISEÑO DEL HORNO A GAS PARA LA CHAMBA, TOLIMA

Subgerencia de desarrollo

Bogotá, D. C., 2002

PROPUESTA DE DISEÑO DEL HORNO A GAS PARA LA CHAMBA, TOLIMA



El horno se construyó gracias al apoyo de Artesanías de Colombia, Fomipyme, y la ONUDI.

Para la construcción del horno se seleccionaron los predios del artesano Oscar Rodríguez quien en la actualidad es el presidente de la pre cooperativa de artesanos de La Chamba y es uno de los artesanos con mayores proyecciones en el oficio.

El horno tiene una capacidad de 1.53 metros cúbicos y capacidad para 7 (seis de tamaño grande y uno de tamaño mediano) contenedores de 50 cm de diámetro por 90 cm de alto (cada contenedor puede cargar 8 docenas de cazuelas).

Está construido en su parte exterior sobre una estructura de hierro reforzado y concreto, recubierto con ladrillo recocido, que por su porosidad le da cualidades de refractabilidad.

El techo del horno está construido en forma de bóveda, para que la distribución interna de la temperatura se realice de la forma más uniforme posible, la cámara interna del horno está recubierta por manta cerámica número 8 de 2 pulgadas. Esta manta es fabricada en alumina Al_2O_3 (óxido de aluminio), uno de los materiales más refractarios conocidos por el hombre, que posee un rango de transferencia de calor de menos de 10 %; esto quiere decir, que la manta está fabricada para recibir a la cara caliente 1200 grados centígrados y refleja a la cara fría, un aproximado de 120 grados centígrados, los que son absorbidos por el ladrillo recocido, quien a su vez refleja una temperatura inferior a los 60 grados centígrados a la

cara fría. Garantizando de esta manera una eficiencia térmica y una retención de calor que ahorra combustible y reduce el tiempo de quema.

El otro aspecto importante de este horno es el método de carga, el cual se realiza mediante un carro – puerta, que se desliza de adentro hacia fuera del horno, por medio de dos rieles fabricados en ángulo de hierro reforzado; los cuales están anclados al piso del horno. Este piso se encuentra a bajo nivel de modo que el nivel del terreno y la altura total del carro del horno son los mismos, detalle que permite desplazar los contenedores con los productos cocidos del carro al andén de descargue y del andén de carga al carro, para que se puedan realizar quemadas consecutivas, de la misma manera que se realizan en el horno tradicional de leña.

Esto nos permite que mientras haya combustible y piezas para cocer el horno podrá cumplir cuantos ciclos de cocción sean necesarios para atender con los requerimientos de producción que se hayan planeado.

El horno funciona con gas propano, el cual es suministrado por tres cilindros de 100 libras montados en línea para proporcionar 25000 BTU (British, Termal Units) que alimentan 6 quemadores atmosféricos ubicados de manera horizontal tres a cada lado del horno.

Para el control e incremento de la temperatura, el horno dispone de un regulador graduable de gas que tiene la posibilidad de ajustar la presión del caudal de gas en 10 niveles distintos, permitiendo que se pueda controlar la temperatura interna del horno, según sea la necesidad. La temperatura se verifica por medio de un pirómetro dotado de una termocupla que está insertada en la puerta y mide la temperatura media del horno.

Otro aspecto importante en el control de la temperatura, es el control de la trampa de calor de la chimenea o “Dumper” el cual juega un papel determinante en la cocción en hornos a gas.

En el horno de La Chamba el Dumper está ubicado en la parte posterior, incrustado en la chimenea a 1.20 metros de altura, para que el operario lo pueda manipular con facilidad durante el funcionamiento del horno. La cúspide de la chimenea está construida en lámina de acero inoxidable para que sea resistente al calor y al medio ambiente.

El horno dispone de una válvula de corte que es la encargada de controlar el paso del gas; la cual se debe abrir completamente para iniciar la cocción y se debe cerrar para terminarla o en caso de que sea necesario apagar el horno por alguna eventualidad o emergencia.

Para extraer el carro del horno y mover los contenedores fuera de él, se diseñó un gancho que tiene las características necesarias para cumplir con dicha función.

Por último la puerta está fija a la estructura del carro, de tal manera que al empujar el carro hacia adentro del horno se cierra la puerta, la cual se ajusta mediante cuatro cierres de mariposa ubicados dos a cada lado de la puerta.

3. CONSTRUCCIÓN DEL HORNO

La construcción del horno está dividida en tres etapas:

- Preliminares
- Construcción de la estructura externa
- Recubrimiento refractario

Los preliminares estuvieron constituidos por el levantamiento del terreno, proceso en el cual se identificó el espacio de terreno más indicado para la construcción del horno, tomando como aspectos importantes en la toma de esa decisión, la cercanía de los sitios de residencia, la orientación cardinal del horno con respecto al área en la que se construiría y la cercanía de la tubería de desagüe, pues es indispensable poseer un medio para evacuar el agua lluvia del foso del carro.

Lo segundo dentro de los preliminares, fue la excavación la cual se realizó a una profundidad de 30 cm, lo necesario para crear unos cimientos fuertes y resistentes para el peso y las características de la estructura del horno. Una vez terminada la excavación se rellenó con una capa de 10 cm de gravilla seguida por una de 10 cm de arena, que fueron compactadas y apisonadas manualmente.

Luego se tendió una malla de hierro electro soldado, a la que se amarraron las varillas de hierro de 1/4 de pulgada que servirán de estructuras de las columnas, paso seguido se aplicó una capa de recebo, se compactó de nuevo y se fundió sobre ella una capa de concreto de 5 cm dejando un desnivel del 3% hacia el desagüe.

La construcción de la estructura externa del horno, comenzó con el ensamble de las formaletas para fundir las cuatro columnas del horno, esta formaleta se construyó en madera. Una vez fundidas y secas las columnas se levantaron los muros externos y los andenes del horno, usando cemento y ladrillo tolete.

Paralelo a esto se inicio la construcción de la base de la chimenea en la que se emplearon dos clases de ladrillos, refractarios y toletes, los primeros fueron empleados en las cuatro primeras hiladas de la chimenea, donde se va a concentrar la mayor cantidad de calor, de ahí hacia arriba se continuó la chimenea con ladrillo tolete. Todo el interior del espacio de la chimenea está recubierto por un pañete de mortero refractario, para aumentar el grado de aislamiento de temperatura de la chimenea. La altura final de la base de la chimenea es de 1.5 m.

Además se construyó la trampa de calor o Dumper con la ayuda de un marco de listón de madera de 4 cm.



Construcción Dumper (trampa de calor de la chimenea)

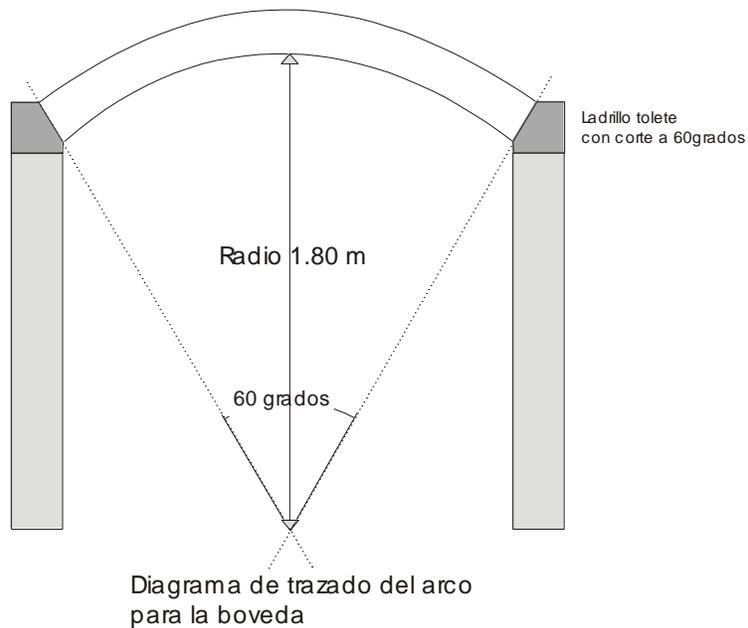
Por último se fijó la parte superior de la chimenea, que está constituida por un tubo de gres de 10 pulgadas, al que se acondicionó una cúspide en acero inoxidable.



Fijación cúspide de la chimenea

Los seguros de las puertas fueron sujetos a las columnas de concreto por medio de chazos de ancla.

Para la construcción del arco se fabricó una formaleta en madera, sobre las tablas de madera, se trazó un arco de circunferencia que tiene como radio 1. 80 m. Esta medida se halló mediante la visectación del espacio entre columna y columna, luego se trazó una línea imaginaria por el centro a partir de la cual se trazaron 30 grados a cada lado de la línea para un total de 60 grados de apertura del arco.



Se cortaron en una sierra sin fin dos arcos que servirán como estructura y a ellos se fijaron 5 tablas de 30 cm de ancho por 120 de largo. De esta forma se obtuvo una estructura o formaleta con la forma del arco, la cual se fijó cuidadosamente y a nivel dentro de las paredes del horno con la ayuda de soportes de madera.



Fijación de formaleta para arco

Como inicio del arco se utilizaron ladrillos toletes a los cuales se les realizó un corte de 60 grados por el canto, estos se colocaron a lado y lado del arco.

Sobre la formaleta primero se colocó malla electro soldada de hierro, luego se aplicó mezcla, creando una estructura de sándwich sobre ella se comenzaron a colocar las hiladas una detrás de la otra, hasta cubrir totalmente el espacio del arco.



Construcción arco

Esta estructura se dejó fraguar o secar por un espacio de 4 días, durante los cuales se acondicionaron los orificios de entrada de los quemadores, los que deben tener 10 cm por 10 cm, de tal manera que el quemador tenga un centímetro de espacio libre por todos los lados, y además deben estar retirados una pulgada de la entrada del horno, espacio que es fundamental para la alimentación de aire secundario a los quemadores.

Para el correcto funcionamiento de los quemadores, estos necesitan dos tipos de aire, uno que llamamos primario, que es el que se mezcla con el gas por medio del Venturi, este se puede graduar enroscando y desenroscando el Venturi para hacer la mezcla mas o menos rica en oxígeno. A mayor oxígeno la mezcla es más rica y produce mayor calor, lo que se reconoce por el color azul violeta de la llama, a menor aire la mezcla es pobre y la llama se presenta amarillo naranja, y produce menos calor.

El aire secundario es el que ingresa al horno por los orificios de entrada de las llamas, como mencionamos anteriormente, este debe ser de tal manera que haya una pulgada entre el quemador y el orificio de entrada de la llama y un centímetro de espacio libre por todos los lados. Un aspecto muy importante, es que el orificio del entrada de la llama sea de forma cónica hacia adentro del horno, esto permite que la llama se desarrolle con facilidad y produzca calor suficiente para elevar la temperatura del horno con agilidad.

Continuando con la construcción de la estructura externa del horno, se prepararon los cimientos de los andenes de carga y descarga del horno, así como el cimiento para la base de los cilindros de gas, estos cimientos fueron preparados con gravilla y arena compactada a la que se le fundió una placa de cemento de 3 cm.



Construcción andenes de carga y descarga

Para aislar y proteger los cilindros de gas se levantó un muro de 1.60m en bloque # 5 al que se le acondicionó un techo en lámina galvanizada sobre una estructura de madera.

Cuando estuvo totalmente seco el arco, se retiró la formaleta y se procedió a colocar los rieles del carro del horno; estos se fijaron al piso mediante tres anclajes cada uno, los cuales se enterraron en el piso del horno y se fijaron con cemento. Los rieles fueron cuidadosamente medidos y nivelados de tal manera que el carro pudiera correr sobre ellos apoyando completamente las ruedas.



Fijación de rieles para el carro

Una vez estuvieron fijos los rieles se colocó el carro del horno, este está construido en ángulo de hierro de 2 pulgadas y varilla de ¼ de pulgada; se desplaza sobre 6 ruedas de hierro con rodamientos de balinera con capacidad para 200 kilogramos cada una y que pueden trabajar a una temperatura máxima de 280 grados centígrados. Toda la estructura del horno está protegida del oxido con anticorrosivo.

La puerta del horno está provista de una malla de hierro a la que se fija la manta cerámica con la ayuda de botones de cerámica con alto contenido de alúmina, que se sujetan a la malla con alambre de acero de alta resistencia al calor (cantal). En la base del carro hay un tendido de ángulo de hierro sobre el cual se ubican dos capas de ladrillos refractarios referencia UA 24 para 1100 grados de temperatura.

El recubrimiento refractario, se fija de dos maneras:

Los ladrillos de la base del carro y del marco de la puerta se pegan con mortero refractario, al igual que la manta cerámica de las paredes verticales.



Fijación ladrillos refractarios base del carro

La manta cerámica del techo se fija con la ayuda de botones de cerámica con alto contenido de alumina, estos botones tienen en su parte posterior un orificio a través del cual se pasa el alambre de acero (cantal), este alambre se fijó al techo del horno por medio de pequeñas perforaciones que se realizaron en el techo del horno con ayuda de un taladro de percusión y una broca de tungsteno. El alambre pasó a través del techo y se ancló al exterior en una puntilla de acero. El orificio fue resanado con cemento refractario y con cemento común.

Se colocaron botones cada 20 cm a lo largo y ancho de cada tira de manta (la manta comercialmente se vende en cajas de 7m de largo por 60 cm de ancho)

Una vez estuvo listo el recubrimiento refractario de las paredes verticales, del techo, de la puerta y el piso del carro, se introdujo el carro en el horno para verificar su ajuste y que no hubieran espacios vacíos por donde se pudiera escapar calor.

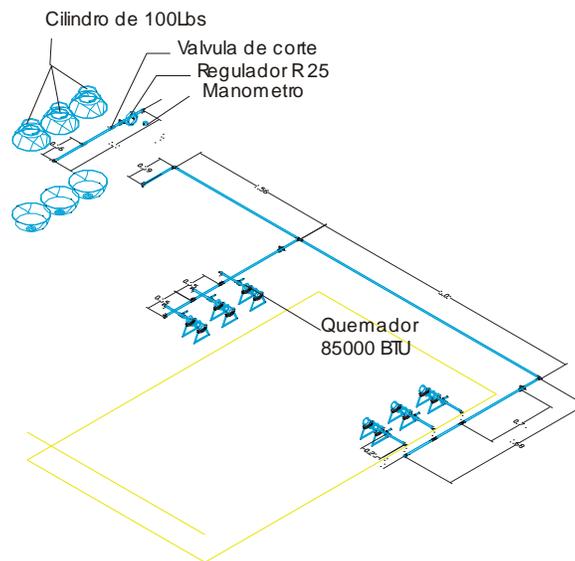


Construcción rompe llamas

Luego se construyeron los Rompe llamas, estas estructuras se levantaron en ladrillo refractario y se ubicaron exactamente frente de las entradas de los quemadores.

Los Rompe llamas son los encargados de dirigir el calor hacia la bóveda y evitar el calentamiento local en las piezas que están dentro del horno, éste es un aspecto muy importante del diseño del horno, pues mediante los Rompe llamas garantizamos de nuevo que la temperatura se distribuirá de manera homogénea dentro de la cámara del horno. El recubrimiento externo de la puerta se hizo en lámina Cold Rolled calibre 22, a la cual se le aplicó una capa de anticorrosivo para protegerla de la intemperie.

4. INSTALACIÓN DE GAS



La instalación de gas consiste en una red de conducción en tubería galvanizada. Esta red parte de tres cilindros de 100 lb., montados en línea y unidos entre si por una tubería de 1/2 pulgadas que está controlada por un registro de corte o maestro, luego del cual se le conecta un regulador graduable ref. R25 para 124500 BTU/ hora, después del regulador se debe colocar un manómetro de glicerina de 0 a 15 libras por pulgada cuadrada que nos indicará cuál es la presión que está mandando los a cilindros.

Después del manómetro se reduce la red de conducción a 3/4 de pulgada y vuelve aumentar su diámetro a 1/2 pulgada para repartir gas a los quemadores, cada uno de los cuales tiene su correspondiente registro de control.

Esta instalación debe ser cortada a la medida, roscados los tubos ensamblados y probados previamente antes de prender el horno, todas la roscas deben llevar cinta de teflón para asegurar que no se presenten fugas.

Una vez está completamente armado el horno se procede a secarlo, esto es necesario puesto que el mortero refractario no tiene resistencia mecánica hasta que no sea expuesto a una temperatura igual a la de trabajo del horno, en una rata no superior a 100 grados centígrados por hora.

Después de haber secado el horno, se pasó a al etapa de prueba de funcionamiento del mismo, la cual se realizó en dos ocasiones con el acompañamiento de un grupo de artesanos vecinos de la región, quienes participaron de la actividad y se capacitaron en el método de cocción en horno de gas y en el empleo y aplicación de una curva de cocción que permita regular y estandarizar el proceso de cocción de productos cerámicos.

5. METODOLOGÍA DE COCCIÓN DE PRODUCTOS CERÁMICOS EN HORNO A GAS.

Una de los primeras ventajas que podemos destacar en el nuevo horno es la posibilidad de precalentar (caldear) el horno de manera controlada para evaporar el agua que aún está presente en las paredes de las piezas, este proceso que tradicionalmente se realiza en la comunidad colocando las piezas al rayo del sol sobre láminas galvanizadas o sobre estructuras de guadua que los artesanos llaman “barbacoas”, está directamente relacionado con las condiciones climáticas, pues solo durante los días soleados se pueden precalentar las piezas, que luego son introducidas en los contenedores que entrarán en el horno. Este precalentamiento previo es muy importante y cuando no se realiza adecuadamente las piezas pueden sufrir fracturas por acción del choque térmico.



Proceso tradicional de pre calentamiento de la cerámica cruda al sol



Carga de los productos dentro de los contenedores

No siendo necesario precalentar al sol las piezas estas pueden pasar directamente a los contenedores que deben ser cargados en el carro del horno, formando hileras de 2 en el fondo dejando un espacio virtual de 5 centímetros por todos los lados, este espacio permitirá que el calor se distribuya por todas partes, afectando de manera homogénea la totalidad de los productos.

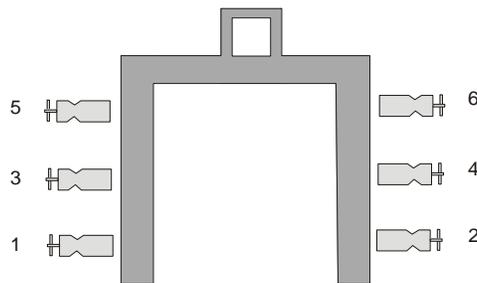


Carga del horno

Una vez esté completa la carga del horno se introduce el carro y se asegura la puerta.

Para prender el horno es necesario primero abrir completamente todas las válvulas de los cilindros y abrir el registro principal.

En el horno a gas el precalentamiento comienza con un quemador encendido en el nivel 2 del regulador, estos son 83500 BTU / hora. Para efectos de control se han asignado números a cada uno de los quemadores así:



Este proceso se extiende por espacio de una hora tiempo en el que se pasa de temperatura ambiente a 150 grados centígrados.

Inmediatamente después comienza la quema, la cual requiere de todos los quemadores encendidos a máxima potencia, esto se logra aumentando la presión del regulador al máximo (nivel 10 o max.) y encendiendo todos los quemadores, la temperatura interna del horno aumenta gradualmente hasta alcanzar los 700 grados centígrados en un periodo de 3.5 horas aproximadamente.

Durante las dos primeras horas de quema el Dumper debe estar cerrado al 50% (este lapso de tiempo incluye el caldeo que corresponde a una hora), las siguientes dos horas y media de quema el Dumper debe estar cerrado en 80%.

Una vez se alcanza la temperatura apropiada se apagan los quemadores cerrando la válvula de abastecimiento del gas.

Se procede a cerrar los registros de paso de cada uno de los quemadores y a cerrar por completo el Dumper de la chimenea.

Se prepara el gancho para abrir la puerta, se alistan sobre el anden de carga, los contenedores con los productos que ingresarán al horno para la siguiente quema, se retiran los seguros de la puerta y con ayuda del gancho se saca el carro del horno.



Apertura horno



Descargue del horno y negreado

Con el mismo gancho con que se retiró el carro se toman las canecas por la parte superior y se arrastran hasta el andén de descarga donde con la ayuda de un segundo gancho se retiran completamente del carro.

Una vez están todas las canecas en el andén, se añade a los contenedores cagajón con una pala luego se tapan inmediatamente, para concentrar el monóxido de carbono en su interior y así lograr el negreado.



Negreado dentro de los contenedores

Inmediatamente después se ingresan los contenedores con los productos para la segunda quema, se acomodan sobre el carro del horno y se introduce hasta el fondo. Se ajustan los

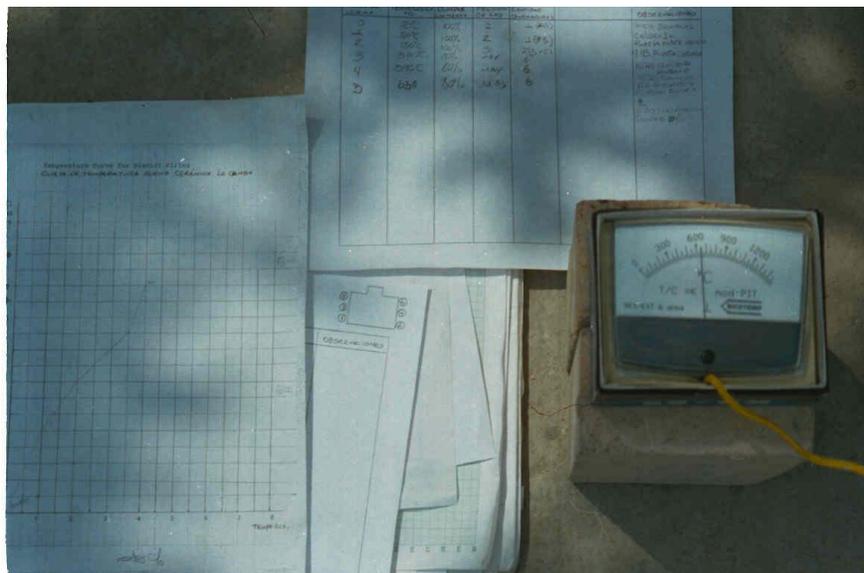
cierres y se comienza la quema de nuevo con todos los quemadores en el nivel 8 de regulador por un lapso de tiempo de 45 minutos, luego de los cuales se aumenta la presión del regulador al máximo hasta que se alcance la temperatura indicada.

En esta segunda quema el tiempo de cocción es menor, tarda aproximadamente 2.5 horas y no es necesario precalentar las piezas previamente, pues al cerrar la puerta del horno se reciclan aproximadamente 300 grados centígrados.

En mediciones previas en hornos tradicionales, con el objeto de establecer la temperatura y la curva de cocción adecuada para los productos de La Chamba, se observó que a temperaturas que oscilen entre 650 y los 750 grados se obtienen los mejores resultados en las piezas de cerámica; a temperaturas superiores a los 750 grados el óxido de hierro se volatiliza y el negreado es deficiente (presente un color grisáceo) y además las cualidades de brillo disminuyen conforme se aumenta la temperatura arriba de los 750 grados centígrados.

De esta forma planeamos nuestra curva de temperatura para alcanzar 700 grados centígrados en un lapso de tiempo de 4.5 horas. Una hora de caldeo y 3 horas de cocción.

Para efecto de la medición y registro de esta parte tan importante del proceso se diseñó y aplicó junto con los artesanos, un diagrama de curva de temperatura y una hoja de registro de quema donde se tomó nota de los incrementos de temperatura versus tiempo en forma de un plano cartesiano donde **X** es igual a tiempo y **Y** es igual a temperatura. Apoyados en la información suministrada por el pirómetro.



Control de temperatura y curva de cocción durante la primera quema del horno

La hoja de registro de quema tiene como objetivo tomar anotaciones de los cambios de temperatura, presión de gas y control de la apertura del Dumper o trampa de calor de la chimenea.

El resultado es una guía de los pasos a seguir en el proceso de cocción, desde el caldeo o precalentamiento, hasta la apertura del horno.

6. RENDIMIENTO Y EFICIENCIA.

Según los cálculos iniciales y después de 4 quemas de prueba, se han deducido los siguientes costos de operación del horno:

La carga de gas propano de 300 Lbs tiene un costo actualmente de \$156.000 (precio suministrado por gas norte con sede en Ibagué) y rinde aproximadamente para 28 horas de uso, eso quiere decir que una hora de quema en el horno a gas cuesta alrededor de \$ 5.572. A razón de 3.5 horas por quema, eso da como resultado \$ 19.502 de costo para la primera quema.

Asumiendo que la segunda quema tarda 2.5 horas el costo sería de \$ 13.930.

En comparación con el horno a leña, que consume 7 tercios de leña para la primera quema a razón de \$2.500 por tercio para un total de \$17.500 la diferencia entre el método tradicional de cocción y el nuevo es de \$2.000.

El beneficio de la cocción con gas, está en que con el horno nuevo, no se depende de las condiciones climáticas para poder realizar la cocción, la curva de temperatura de cocción se puede controlar y el horno puede funcionar tantas veces como sea necesario.

Además el nivel de emanaciones de gases de invernadero (monóxido de carbono) es muy inferior en el horno a gas en comparación con el de leña.

Si sumamos la cantidad de CO₂ que produce un horno de leña y lo multiplicamos por un promedio de 50 días en los que funciona anualmente y lo multiplicamos de nuevo por un aproximado de 40 hornos que funcionan en la región; deducimos que la contaminación y la tala de árboles que genera esta actividad, son insostenibles a corto plazo, pues en la región a diario se talan bosques que nunca son repoblados, afectando irreversiblemente las fuentes hídricas y el ecosistema de la región provocando erosión y deterioro del terreno y la desaparición de cantidades incalculables de flora y fauna.

Por otra parte durante la cocción con gas el operario del horno no está expuesto a irradiación de calor, situación que si ocurre en el horno de leña donde el operario debe estar en un ambiente contaminado por grandes cantidades de monóxido de carbono y a temperaturas que en las mediciones realizadas sobrepasaron los 100 grados centígrados de sensación ambiente. Esta exposición continua al calor produce defectos de la vista, como cataratas, enfermedades respiratorias por la respiración de monóxido de carbono y a largo plazo afecta las articulaciones de las manos y las extremidades inferiores.

La operación del horno de gas es segura y en ningún momento representa peligro para el operario ni para las personas que están a su alrededor siempre que se sigan las normas de seguridad.

Por las condiciones excepcionales en las que se logra el negreado en las piezas de cerámica, es inevitable entrar en contacto con el calor del horno en el momento en el que se abre para extraer de los contenedores; para dar una protección adicional al operario del horno se deben seguir algunas recomendaciones de seguridad industrial que trataremos a continuación.

7. SEGURIDAD INDUSTRIAL

Dentro del proceso de cocción de productos cerámicos en horno a gas existen normas de seguridad industrial que deben seguirse para que el horno funcione eficientemente y de manera segura.

1. Inspección previa: Antes de comenzar cada cocción se debe realizar una inspección de las condiciones internas del horno y de los quemadores, retirando de ellos cualquier tipo de partícula que se haya alojado dentro de ellos accidentalmente y que pudiera interferir en el flujo del gas a través de ellos.
2. La carga del horno debe realizarse de forma que los contenedores no estén en la línea de los Rompe llamas, para que al ingresar el carro dentro de la bóveda del horno, estos no tropiecen con el Rompe llamas y puedan causar destrozos.
3. Las áreas adyacentes al horno deben estar despejadas y libres para que pueda haber circulación en todo el perímetro del horno.
4. solo el operario del horno debe encontrarse en el área de trabajo, en ningún momento debe haber personas ajenas al proceso, ni mucho menos niños.
5. El elemento de medición de temperatura que ingresa a la cámara del horno (termo cupla) debe ser manipulado con cuidado, en ningún momento debe ser golpeado. Al final de cada quema debe ser retirado teniendo en cuenta que esta aun caliente y para tomarlo con la mano se debe usar protección especial (guantes de carnaza)
6. La puerta del horno debe ser ajustada completamente en sus cuatro puntos y en ningún momento se debe abrir si no hasta el final del proceso de cocción
7. No se debe utilizar combustible distinto al propano, en el caso de querer modificar el horno en alguna de sus características se debe consultar con el fabricante.
8. El horno no debe ser utilizado para incinerar materiales orgánicos ni parara cocer alimentos dentro de el.
9. No se debe reemplazar ninguno de los elementos de la red de gas sin contar con el concepto de una persona experta en el tema.
10. Para prever daños y alargar la vida útil de la red de conducción de gas, recomendamos, construir una cubierta que proteja el horno de la intemperie.
11. Para abrir y cerrar el horno se debe usar *siempre* el gancho dispuesto para tal efecto.
12. Nunca se debe abrir el horno mientras los quemadores estén aún prendidos.
13. Antes de abrir el horno siempre se debe cerrar la trampa de calor de la chimenea y apagar completamente los quemadores.
14. En caso de algún tipo de emergencia los quemadores se pueden apagar cerrando el registro de corte ubicado junto al regulador.

15. Aunque el horno esta construido con materiales de excelente calidad y bajo los estándares de seguridad que para este tipo de hornos están previstos; en el taller debe existir un extintor de polvo químico, y debe estar ubicado en un área especialmente demarcada y de fácil acceso.
16. Para garantizar la seguridad del operario del horno, durante el proceso de extracción de los contenedores y el negreado este debe usar guantes y peto de carnaza, también son indispensables unas botas de cuero con protección en la punta, del tipo que se utilizan en la construcción, para proteger al operario del calor , las cenizas y otros elemento calientes que se puedan desprender de los contenedores durante su manipulación.
17. Durante el proceso de negreado se recomienda el uso de un tapabocas industrial de los que disponen de un filtro, para disminuir los gases que respira el operario del horno y que se desprenden de la oxidación de la materia orgánica (estiércol)

NOTA: Aunque estos elementos de seguridad industrial no se usan en ninguno de los hornos tradicionales, debido al desconocimiento por parte de los artesanos de la normas mínimas de seguridad .Además por las condiciones climáticas de la región donde la temperatura ambiente es de 30 grados centígrados o mas y por que culturalmente el artesano se ha formado en un medio informal, donde ese tipo de elementos no están a disposición y no son de fácil consecución; recomendamos su uso y aplicación, pues estos implementos aseguran y benefician la salud del operario, evitando enfermedades profesionales y accidentes.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

El uso de hornos a gas en la artesanía de La Chamba, es un aspecto muy importante en el desarrollo del oficio y le da proyección hacia un nivel de producción con estándares de calidad mas altos y volúmenes de producción que les permitan ser mas competitivos en mercados internacionales.

Este es el primero de muchos hornos que se deben construir, en La Chamba, los beneficios de la cocción con gas no son solamente el rendimiento con respecto al método tradicional si no los beneficios que representa para el medio ambiente y la salud del artesano el uso de tecnologías limpias.

Si se construyen mas hornos como este, esto puede ser la base para que empresas comercializadoras de gas natural, piensen en llevar su producto hasta la vereda, para que sea usado en los hornos y en las casas como combustible para la cocción de alimentos.

En un futuro cuando las redes de gas natural lleguen a La Chamba, el horno podrá ser modificado fácilmente y a muy bajo costo para funcionar con el nuevo combustible.