



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

Aplicación de planes de innovación y desarrollo tecnológico en las unidades productivas indígenas, rurales y urbanas del país, que desempeñan los oficios de la cerámica, la alfarería, la cestería y la madera P. G. N.

## **Manuales de procedimiento de quema y mantenimiento de hornos cerámicos de combustión a gas y estructura de llama invertida**

Javier Enrique Guerrero Granados  
Ingeniero  
Diego Añez Yépez  
Asesor ceramista

Bogotá, D. C., 2007



## **Manual de procedimiento para la puesta en servicio y mantenimiento del horno cerámico de llama invertida para gas combustible**

Al establecer estas reglas, no se pretende cubrir todos los riesgos que puedan presentarse. Estas prácticas de seguridad básicas con respecto al manejo de hornos de cocción cerámica se presentan como el resultado de experiencias anteriores y deben observarse. Como propietario y operario del horno cerámico de llama invertida a gas combustible y dentro de las funciones de operación del sistema de combustión debe tener en cuenta que existen ciertos pasos a seguir:

- a. Tener en cuenta las explicaciones y demostración practica brindada por el asesor en el momento de la realización de las quemas de prueba.**
- b. Leer el manual de procedimientos que se entrega para la puesta en servicio del horno cerámico.**
- c. Tener en cuenta las instrucciones de operación de la instalación de gas por parte de la empresa distribuidora.**

La persona que opera el horno cerámico (hornero) debe conocer y estar familiarizada con el uso del mismo, sus elementos y los ajustes que es necesario hacer. Si se siguen cuidadosamente los pasos indicados de cómo operar el horno, servirá para que el uso de este equipo no implique riesgos, no cause problemas durante su funcionamiento, y se contribuya a su cuidado.

### **1. INSTALACIÓN DEL HORNO CERÁMICO**

Como es el caso del Horno Piloto construido, se recomienda para otros hornos que el lugar donde se ubiquen sea amplio y no se encuentre en cercanía de viviendas o sitios concurridos. Tanto el horno como los tanques de suministro de gas combustible deben estar alejados de materiales combustibles e inflamables.

Preferiblemente se debe escoger un lugar suficientemente ventilado y de ser posible en el que se puedan evitar corrientes de aire; debe tener un área libre, suficientemente retirada para instalar los tanques de suministro de gas. Adicionalmente debe contar con una protección de las inclemencias climáticas como la lluvia, que afectan la cubierta y contribuyen a su rápido deterioro. El piso debe estar nivelado



## **2. PREPARACIÓN DEL HORNO**

Se deben instalar los dos quemadores atmosféricos en las aberturas que para tal fin se ubicaron en las paredes laterales de cada cámara del Horno, debidamente conectados al punto de gas, parcialmente retirados para permitir el ingreso de aire secundario durante la realización de la quema. Se deben colocar nivelados en el suelo, en forma horizontal, proporcionándoles una ligera inclinación, con la boquilla de salida de la llama orientada hacia la parte central de la cúpula del horno.

Se debe verificar que la llama de los quemadores no vaya a golpear directamente contra las canecas que contienen la loza que se va a quemar y así mismo verificar que el cuerpo de los quemadores no quede ubicado en el interior del horno pudiendo verse afectados mecánica y térmicamente por el calor generado en la quema. Se deben ubicar en las aberturas de estos al ras de la pared externa del horno sin que llegue a interferir con la propagación y longitud de la llama.

## **3. SUMINISTRO DEL GAS COMBUSTIBLE**

Por tratarse en este caso de gas licuado del petróleo (GLP) y no de gas natural, se debe verificar la existencia de suficiente combustible dentro de los tanques, para la realización de una quema completa, puesto que en caso de agotarse el suministro de gas en el transcurso de la quema, se detendrá el proceso de sinterización de la loza que se encuentre en proceso de cocción. Esto se verifica con un indicador de nivel que se encuentra instalado en las multiválvulas de servicio a la salida de los tanques de suministro; esta inspección deberá ser efectuada por el personal técnico de la empresa distribuidora del gas combustible. Se recomienda adicionalmente instalar un medidor de gas.

Posteriormente se abre la válvula de suministro de los tanques cuya presión de trabajo normalmente no excede las 10 libras por pulgada cuadrada (Psig). A continuación se controla la presión de trabajo con el regulador de primera etapa que se encuentra ubicado en el tanque de suministro de gas combustible.

## **4. ENCENDIDO DEL HORNO CERÁMICO**

Para el encendido de los quemadores atmosféricos, se requiere tener un piloto de llama de tipo manual (mechero de alcohol), que se colocará en la boquilla de los quemadores, a los cuales se les proporcionará gas mediante la apertura progresiva y lenta de las manijas de las válvulas de control ubicada en cercanías del horno. Se recomienda que esta operación sea realizada por dos personas: una que controle el paso de gas y otra que manipule los quemadores para el encendido.



La regulación del tamaño de las llamas de los quemadores se aumentara o disminuirá moviendo la manija de las válvulas de servicio o registros de control. La llama debe graduarse en un color azul, con un leve tinte amarillo en las puntas, lo cual se logra mediante el control de oxígeno primario que se adiciona con la presión del gas, controlando la apertura de los huecos que se encuentran en la parte posterior de los quemadores.

## 5. QUEMAS DE PRUEBA

Las quemas de prueba son necesarias cuando se quiere comprobar el funcionamiento del Horno para obtener determinadas condiciones en la cerámica que se va a quemar. Por ejemplo para saber cuanta loza se puede cocinar en determinado tiempo y cuanto consumo de gas puede requerirse, así como la curva de temperatura óptima.

Es necesaria la realización de varias quemas para establecer la temperatura final de operación (700 – 800 °C o más).

## 6. PASOS A SEGUIR DURANTE UNA QUEMA

- a. Carga del Horno Piloto, con las canecas llenas de loza en las condiciones que se han especificado (6 canecas) debidamente distribuidas en el interior sin que obstruyan ni el ducto de la chimenea ni las aberturas de los quemadores o su llama.
- b. Se procede a ubicar los quemadores y encenderlos como ya se ha indicado, procurando mantener una baja presión de gas para la operación inicial (1 Psig), para evitar un calentamiento demasiado rápido y evitar que las piezas se quiebren. Se debe controlar que no sobrepase la temperatura de 200 °C.
- c. Se cierra la puerta del Horno y se procede a ubicar el termopar en la perforación hecha para tal fin. Se fija con ayuda de barro y se conecta al multímetro para controlar el ascenso de la temperatura.
- d. A continuación el registro, ubicado a media altura de la chimenea, se cierra en 3/4 de su recorrido, con ayuda de la lámina instalada para tal fin, con el objeto de controlar la velocidad de emisión de los gases calientes en el inicio del proceso de caldeo.
- e. Se inicia el control del ascenso de la temperatura con ayuda del termopar ubicada en la puerta del horno, mediante la lectura del multímetro digital. Debe ser una subida lenta y controlada hasta llegar a los 200 °C. Este proceso puede tardar entre una y dos horas, dependiendo de carga que se haya introducido al horno (6 canecas, llenas o parcialmente llenas).
- f. Cuando la temperatura llegue a 200 °C, se abren las válvulas de servicio de los quemadores y se controla la temperatura cada 30 minutos y se registra su incremento en la lista de chequeo que se suministra para este control.
- g. Cuando la temperatura llega a 600 °C se abre la totalidad del registro de la chimenea para evitar que en el horno se produzca una atmósfera reductora, que podría dañar las piezas, o por el contrario un excesivo ambiente de oxidación que significaría desperdicio de combustible. Esto permite controlar la salida del volumen excesivo de



gases calientes producidos y llegar sin problemas a la temperatura deseada de cocción de la loza cerámica mediante el aumento de la temperatura y la entrada de gas combustible.

- h. Cuando la temperatura del horno alcanza la graduación deseada, se cierran las válvulas de servicio de los quemadores atmosféricos apagándolos completamente; a continuación se abre la puerta del horno y se procede a sacar las canecas con ayuda de las herramientas adecuadas, para efectuar el proceso de negreado.
- i. La carga completa de las dos cámaras se puede realizar en forma simultánea antes de calentar el horno, de manera que se aproveche el calor emanado por la pared medianera para avanzar en el precalentamiento de la loza ubicada en la cámara en que no se realiza la quema.

## 7. SEGURIDAD INDUSTRIAL

Durante la operación de quema en la que realiza el negreado de las piezas cerámicas, es inevitable que el operario entre en contacto con el calor del horno en el momento en que se abre para extraer las canecas; con el propósito de ofrecer protección al operario del horno, se deben seguir las siguientes recomendaciones de seguridad industrial:

- a. Antes de iniciar cada quema se debe realizar una inspección previa de las condiciones internas del horno, rellenando y taponando las grietas que se hayan ocasionado en razón a la dilatación del material por las quemaduras anteriores, tanto en paredes y cúpula como en la compuerta. Esto se debe hacer con una mezcla de barro sobre la cual se dieron las indicaciones del caso. Se trata de un mantenimiento normal que se requiere efectuar para garantizar la durabilidad del horno y evitar posibles pérdidas de calor.
- b. Se deben inspeccionar los quemadores, retirando de ellos cualquier tipo de material extraño que se halla alojado dentro y que puede interferir en el flujo de gas y en el buen funcionamiento del horno.
- c. La carga del horno debe realizarse de forma que las canecas no obstruyan las aberturas de las entradas de los quemadores para su libre operación durante el proceso de cocción.
- d. Las áreas exteriores, adyacentes al horno, deben estar despejadas y libres de cualquier clase de material para que permita circular en el entorno del perímetro del horno para efectos de control.
- e. Solo el operario del horno debe encontrarse en el área de trabajo. En ningún momento debe haber personas ajenas al proceso. Se recomienda tener especial control sobre los niños evitando que se acerquen.
- f. Al tomar mediciones de temperatura con el termopar, esta debe ser manejado cuidadosamente evitando golpearlo. Su manipulación se debe realizar con guantes de protección especial (Guantes de carnaza).



g. La puerta del horno debe ajustarse desde el momento en que se inicia la quema y se debe abrir solamente hasta el final del proceso de cocción. Nunca se deberá abrir el horno mientras los quemadores atmosféricos estén encendidos

h. Para prever daños y a alargar la vida útil del horno, de sus elementos y de las conexiones de suministro de gas combustible se recomienda tener una cubierta apropiada que proteja todo en su conjunto de la intemperie.

i. Para entrar y sacar las canecas del horno se debe usar siempre la herramienta metálica dispuesta para tal efecto.

j. En caso de algún tipo de emergencia con la instalación de gas combustible se deben cerrar inmediatamente las válvulas de servicio que se encuentran ubicadas en los puntos de conexión a los quemadores y a los sistemas de regulación e informar el imprevisto a la empresa Gas País (Distribuidora del gas combustible).

k. Aunque el horno esta construido con materiales de optima calidad y bajo las normas de seguridad que para este tipo de operación están previstos, debe existir un extintor de polvo químico seco de clase multipropósito y debe estar ubicado en un área especialmente demarcada y de fácil acceso a las cercanías del horno, debidamente protegido de las inclemencias del tiempo.

h. Para la protección del operario del horno a la exposición de calor, las cenizas y otros cuerpos extraños que se puedan calentar y desprender, y garantizar su integridad física especialmente durante el proceso de extracción de las canecas y en el momento del negreado, se recomienda el uso de tapabocas, guantes y peto de carnaza, así como botas de cuero con protección de acero en la punta.

i. El horno debe cargarse cuidadosamente evitando obstruir con las canecas el conducto de evacuación de los gases calientes hacia la chimenea, ni obstaculizar el camino de las llamas.



## Manual de operación de cocción en hornos de combustión a gas

Diego Añez Yépez, Diseñador industrial

### ETAPAS DE LA COCCIÓN EN QUEMAS DE BIZCOCHO

#### - CALDEO O PRECALENTAMIENTO

Esta primera etapa es de vital importancia para que una quema resulte exitosa pues durante esta es cuando se libera el agua de trabajo de las piezas y aunque parezcan secas aún no se ha evaporado por completo el agua física que contienen todas las arcillas.

Esta humedad contenida en las piezas se evapora llevando a cabo el siguiente procedimiento:

1. Después de cargar el horno adecuadamente es necesario colocar el pirómetro en el sitio indicado con su correspondiente termocupla, la cual no debe estar en contacto con ningún objeto dentro del horno.\*\*\*
2. Es conveniente dejar la puerta abierta mínimo 20 cms para que el vapor no se concentre dentro del horno, si el horno tiene damper o chimenea deben estar totalmente abiertos durante la primera etapa de cocción.
3. Asegurarse que la apertura de los quemadores esté abierta por lo menos 4 mm si los quemadores son atmosféricos.
4. Abrir completamente la válvula del cilindro si en la entrada de gas al horno tiene una llave solenoide o válvula de seguridad (amarilla).  
Si tiene una válvula de globo (roja) mantenerla cerrada, después de abrir la del cilindro.
5. Colocar el mechero encendido en el orificio del extremo interno del quemador, abrir la llave de seguridad si la tiene y luego la válvula del quemador completamente la llave de globo se abre poco a poco hasta que llegue el gas sin retirar la llama del mechero, hasta asegurarse que los quemadores se hayan encendido en su punto mas bajo de llama pero con suficiente fuerza para mantenerse encendidos.
6. La llama suave debe tener una atmósfera oxidante un buen indicador es que esta sea de color azul en su base, si se dificulta su observación puede usarse un espejo para mirar el color, si no presenta color azul se abre un poco la rueda del quemador para permitir que entre mas oxígeno. Si se puede mirar la llama esta no debe superar los 20 c.m
7. Los vapores de agua se liberan entre los 80 °C y 350 °C para asegurarse que no haya vapor dentro del horno se coloca un espejo si se empaña, todavía hay vapor si no, se puede continuar con la siguiente etapa.



Esta etapa puede tardar entre 3 y 4 horas dependiendo de la carga del horno y el grosor de las piezas, si está muy cargado y las piezas tienen un grosor mayor a 1 c.m es mejor que dure 4 horas o que la temperatura llegue a los 400 °C.

#### - COCCIÓN

8. Una vez se ha liberado el vapor se procede a cerrar la puerta del horno, si al cerrarla los quemadores emiten un sonido como de ahogo se cierran un poco las aperturas de los quemadores y cuando se estabilice la llama y no haya sonido se abren de nuevo.

9. Después de los 400 °C. se puede subir la presión abriendo la válvula un poco más, La etapa entre 500 °C y 573 °C. debe ser lenta y no subir la presión, pues durante esta etapa se da el fenómeno llamado inversión del cuarzo.

10. Después de los 573 °C. se puede ir subiendo la presión hasta la temperatura deseada, el intervalo ideal es de 100 °C por hora, cuando se llega a la temperatura final es necesario mantenerla unos 30 minutos para lograr la temperatura de madurez y completar correctamente el proceso térmico, logrando así una pasta de buena calidad.

11. Para lograr una buena quema es necesario mantener una atmósfera oxidante dentro del horno esto se logra controlando la apertura de los quemadores estos se van abriendo a medida que sube la temperatura un indicador es que no debe salir por la chimenea o damper ni humo ni llama fuerte si hay llama esta debe ser leve.

12. En una quema común una vez se llega a la temperatura final y después del tiempo de maduración se cierra la válvula de entrada de gas y las de los quemadores se cierra el damper o chimenea y se deja enfriar.

13. Después del enfriamiento el horno no debe abrirse hasta los 200 °C. y se debe abrir la puerta poco a poco cada media hora hasta que las piezas estén suficientemente frías para deshornar.