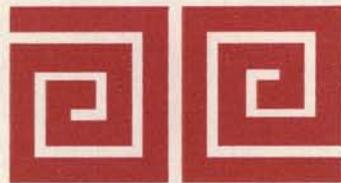


D1-2000.89

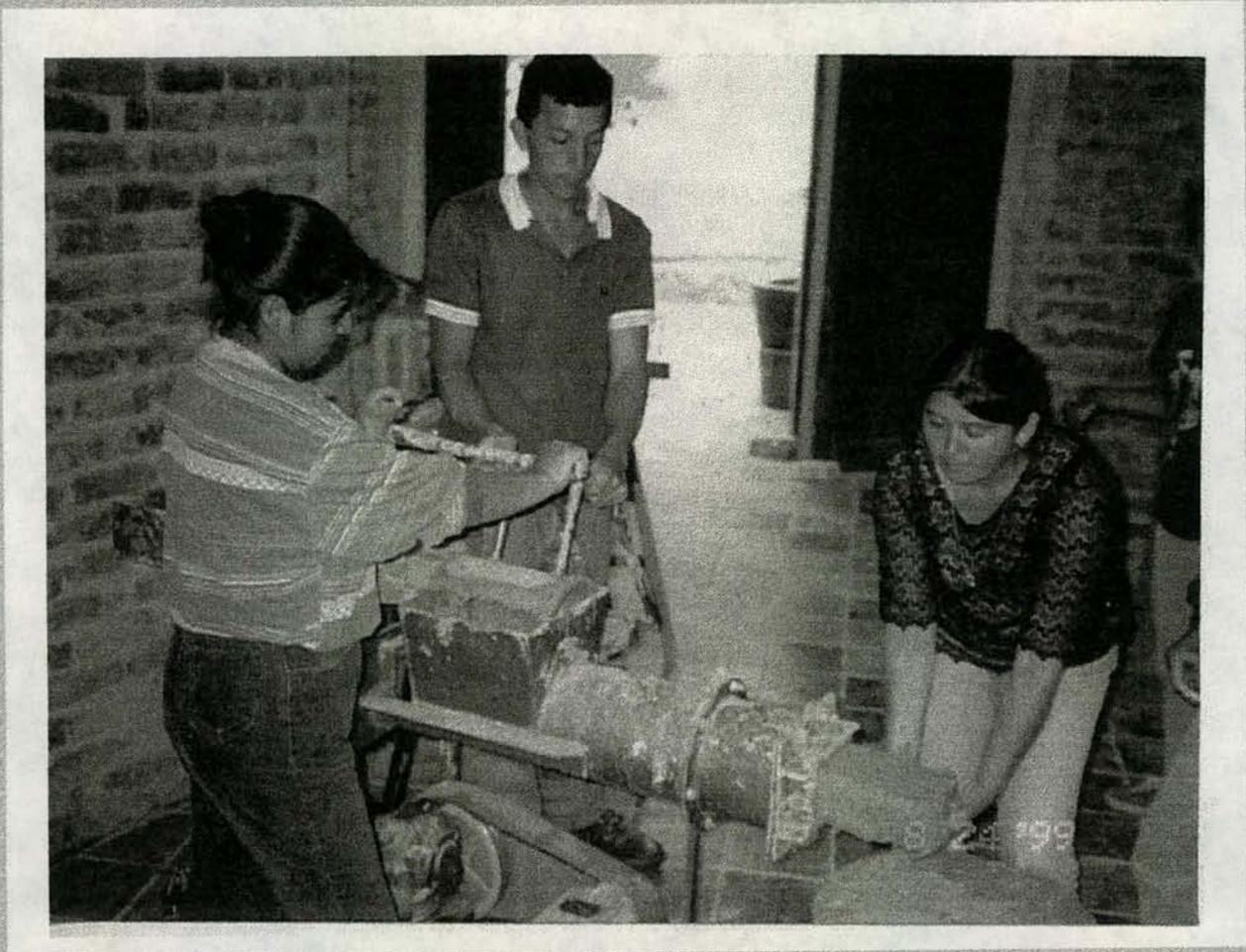


Ministerio de Desarrollo Económico
artesanías de colombia s.a.

NOVIEMBRE DE 2000



Ministerio De Desarrollo Económico
artesanías de colombia .a.



ELEMENTOS DE TECNOLOGIA CERAMICA

NOHORA STELLA CASTAÑEDA G.

**“MISION CHINA” EN RAQUIRA
“PROYECTO CERAMICA Y PORCELANA”**

ARTESANÍAS DE COLOMBIA

CECILIA DUQUE DUQUE

Gerente General

ERNESTO ORLANDO BENAVIDES

Subgerente Administrativo y Financiero

LUIS JAIRO CARRILLO REINA

Subgerente de Desarrollo

GERMÁN GRANADOS PICÓN

Subgerente Comercial

MARÍA TERESA MARROQUÍN DE NARVAEZ

Jefe Oficina de Cooperación Internacional y Divulgación

LYDA DEL CARMEN DÍAZ

Coordinadora Unidad de Diseño - Bogotá

ANA MARITZA GONZÁLEZ GONZÁLEZ

Apoyo Logístico y Administrativo de la Ejecución del Proyecto

NOHORA STELLA CASTAÑEDA GONZÁLEZ

Técnica Contraparte Nacional

MISIÓN CHINA PROYECTO CERÁMICA Y PORCELANA

HUANG BAO HUA

Ingeniero Cerámica y Porcelana

YANG YAO SHENG

Ingeniero de Silicatos

LI SHU LIN

Técnico Cerámica y Porcelana

WANG JIAN

Traductor

PRESENTACIÓN

Para Artesanías de Colombia es grato presentar la **CARTILLA ELEMENTOS DE TECNOLOGÍA CERÁMICA** que incluye los conocimientos básicos en el oficio de la cerámica que el artesano debe tener en cuenta para obtener un producto terminado de buena calidad.

Este documento es el producto de un Programa de Asistencia Técnica Internacional que cuenta con el apoyo del Gobierno de la República Popular de China y se viene adelantado con la asesoría de Huang Bao Hua, Ingeniero de Cerámica y Porcelana, Yang Yao Sheng, Ingeniero de Silicatos, Li Shu Lin, Técnico en Cerámica y Porcelana y Wang Jiang, Traductor.

Los expertos vienen ejecutando en el municipio de Ráquira el Proyecto Cerámica y Porcelana mediante una transferencia de tecnología a artesanos de la localidad en distintas áreas del Proyecto en mención.

El Proyecto tiene por objeto elevar la calidad de la producción cerámica de la Región, con el fin de lograr una mejor tecnología y por ende mejores productos que sean competitivos tanto en el mercado interno como en externo. Busca de esta forma contribuir a la creación y fortalecimiento de fuentes de ingresos estables y permanentes para los artesanos a través de su actividad y generar las bases para una industria cerámica con mejor y más adecuada tecnología.

Esperamos que su empleo motive a los ceramistas a dominar las técnicas y lograr así una mejor producción.

CECILIA DUDUE DUQUE
Gerente General
ARTESANÍAS DE COLOMBIA

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	5
MATERIALES PARA CERÁMICA.....	6
ARCILLAS.....	7
Arcillas Primarias o Caolines.....	7
Arcillas Secundarias.....	7
Arcillas de Ráquira.....	8
Localización de las Minas de Arcilla de Ráquira.....	9
Arcillas Preparadas.....	9
MINERALES COMPLEMENTARIOS.....	10
Antiplásticos.....	10
Plastificantes.....	10
Fundentes.....	10
Talco.....	10
MATERIA PRIMA ARCILLOSA.....	11
EXTRACCIÓN Y MADURACION DE LA ARCILLA.....	12
Extracción.....	12
Maduración.....	13
MOLIENDA Y TAMIZADO.....	14
PASTAS CERÁMICAS.....	15
PASTAS EN EXPERIMENTACIÓN RECOMENDADAS PARA EL MUNICIPIO DE RAQUIRA.....	16
Pasta para Barras Refractarias – Temperatura 1050°C a 1200°C.....	16
Pasta Blanca y Roja – Temperatura 1050°C.....	17
PREPARACIÓN DE PASTA PLASTICA.....	17
Pesaje.....	18
Mezclado y Extruído.....	19
Maduración y Empaque.....	20
TÉCNICA DE LA TERRAJA.....	22
ELABORACIÓN DEL OBJETO.....	24
DESMOLDEO.....	26
RETORNEO Y SECADO FINAL.....	26
PROCESO DE COCCION.....	28
CARGADO DEL HORNO.....	29
CONTROL DE TEMPERATURA.....	30
DESCARGUE DEL HORNO.....	32
PRIMERA Y SEGUNDA COCCION.....	33
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN O POROSIDAD.....	33

INTRODUCCION

Esta publicación titulada **ELEMENTOS DE TECNOLOGÍA CERÁMICA** se elaboró con ocasión de la segunda visita de la Misión China al municipio de Ráquira, en el segundo semestre del 2000.

El trabajo se divide en los siguientes cinco capítulos:

1. Materiales para cerámica; 2. Materia prima arcillosa; 3. Pastas cerámicas; 4. Técnica de la Terraja; 5. Proceso de cocción.

Estos capítulos son una guía elemental para los participantes en el Seminario Taller que se realizará entre septiembre y octubre del 2000 en el municipio de Ráquira.

Por este motivo es un documento de trabajo que seguramente será perfeccionado para elaborar un documento final cuando culmine el proyecto Cerámica y Porcelana de la Misión China.

Por tratarse de un escrito elemental no contiene técnicas alternativas para los trabajos cerámicos ni tampoco la construcción de los equipos y herramientas, que se divulgaron durante las actividades de la Misión China.

Estos aspectos aparecen en otro escrito por publicarse y que se titula **TECNOLOGÍA BÁSICA PARA EL ARTESANO CERAMISTA**.

CAPITULO PRIMERO

MATERIALES PARA CERAMICA



El ceramista utiliza ordinariamente tres tipos de materia primas: arcilla preparada; minerales complementarios; y engobes y/o esmaltes para el terminado y presentación del producto.

ARCILLAS

Las arcillas se encuentran puras o mezcladas, en mayor o menor proporción, con otros minerales.

1. ARCILLAS PRIMARIAS O CAOLINES

Las arcillas puras se denominan CAOLINES y se encuentran en pocos lugares del mundo.

Son las más blancas entre todas las arcillas por el bajo contenido de hierro que poseen.

Son de grano grueso y muy poco plásticas, es decir no moldeables con las manos, como por ejemplo el CAOLIN ARCABUCO

Se utilizan para fabricar loza blanca y en general pastas para porcelana.

Por lo general no se utilizan para la producción alfarera, debido a su poca plasticidad, a su poca dureza de secado y a que son extremadamente refractarias.

Cuando se usan en alfarería se deben añadir arcillas blancas muy plásticas.

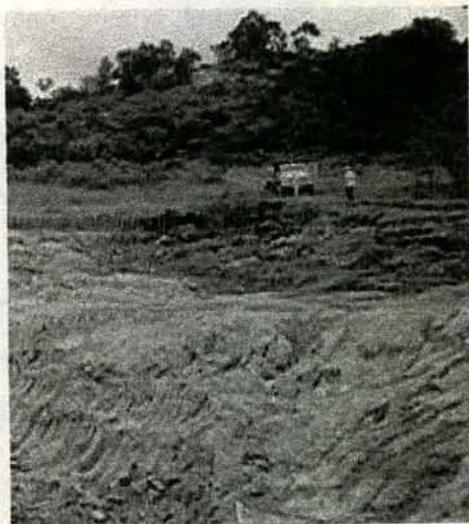


Foto 1.
Mina - Vereda de Mirque

2. ARCILLAS SECUNDARIAS

Las más comunes son las arcillas secundarias que, por los minerales que contienen o por sus características y usos a los que se destinan, reciben diferentes nombres como los siguientes: arcillas cuarzosas (contienen cuarzo o arena como las de Altovenados), ferruginosas como las de Mirque (con partículas de hierro), blancas para loza, vitrificables para gres, refractarias (resisten altas temperaturas sin quebrarse), etc.

Las arcillas secundarias se reconocen por ser de grano fino y de alta plasticidad como muchas de las arcillas de Ráquira. Estas arcillas de acuerdo con sus características y minerales que contienen, se utilizan para corregir deficiencias de otras arcillas.

3. ARCILLAS DE RAQUIRA

Las arcillas de este municipio se localizan muy cerca de la superficie y están cubiertas por una reducida capa vegetal.

En general, las arcillas están compuestas en diferentes proporciones con otros minerales como hierro y carbonatos, que hacen variar las características de color, plasticidad, contracción y punto de maduración.

Los colores de las arcillas van del marfil al marrón oscuro, pasando por el amarillo y el rojo.

Cada uno de los depósitos arcillosos de este municipio tiene características diferentes. Por ejemplo, la arcilla de la mina de Alfonso Castellanos, ubicada en la vereda de Farfan sector de Altovenados, tiene una arcilla de color marfil, poco plástica, con alto contenido de arena o cuarzo, y es algo refractaria.



Foto 2.
Mina - Vereda de Altovenados

Es decir que su madurez se logra a mayor temperatura que las arcillas rojas o amarillas como es el caso de la arcilla de la vereda de Mirque sector el Tablón - de Hugo Casas. Esta arcilla es de grano fino, muy plástica, con alto contenido de hierro y logra su maduración entre los 1.000 y 1.020° C a esa temperatura tiene un timbre claro y un color rojo naranja muy agradable.

Puede decirse que en general las arcillas de esta región adquieren su punto de madurez entre los 1.000 y 1.050° C aproximadamente y a esa temperatura sus colores característicos van del rosado al rojo naranja, color típico de la alfarería local.

4. LOCALIZACION DE LAS MINAS DE ARCILLA DE RAQUIRA

En Colombia se encuentran minas de arcilla, utilizable en los trabajos cerámicos, en diferentes municipios como son: La Chamba, Tolima; Ráquira y Arcabuco de Boyacá; Oiba, Huila; Rionegro, Antioquía; y otros más.

Los siguientes párrafos identifican las minas de arcilla encontradas en el municipio de Raquira, que fue visitado por la misión China en 1999 y 2000.

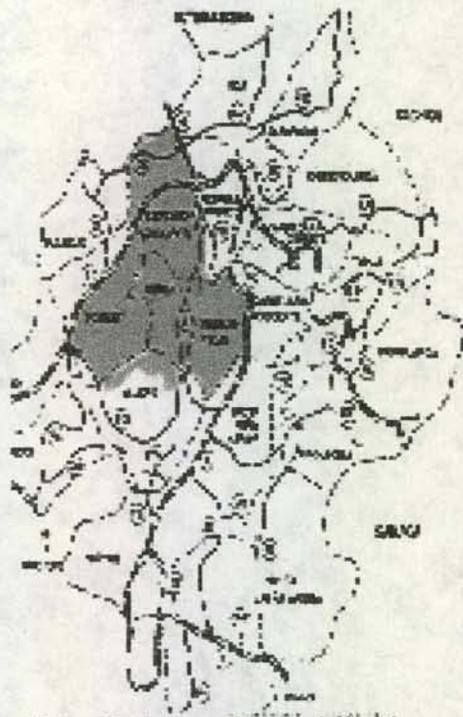


Foto 3. Mapa Municipio de Ráquira

El mapa muestra tres veredas (Torres, Pueblo Viejo y Mirque), donde parece existir suficiente arcilla apta para el trabajo cerámico.

5. ARCILLAS PREPARADAS

Para prevenir defectos en el producto, las arcillas naturales deben prepararse antes de su utilización en los trabajos cerámicos como se indica en el capítulo segundo.

MINERALES COMPLEMENTARIOS

Algunos ceramistas y alfareros utilizan directamente la arcilla preparada para fabricar objetos.

Sin embargo, es aconsejable mezclar la arcilla preparada con otros minerales para corregir sus deficiencias y sus características, preparando previamente PASTAS CERAMICAS como se indica en el capítulo tercero.

Los minerales más comunes que se utilizan para corregir las deficiencias de las arcillas del lugar son: los antiplásticos; los plastificantes; los fundentes; y el talco.

1. ANTIPLASTICOS

Un antiplástico o desgrasante reduce el excesivo encogimiento de las arcillas durante su secado. Su utilización evita grietas y deformaciones en el producto. Si una arcilla no contiene suficiente cantidad de antiplástico se le puede añadir en una proporción de 2/3 de arcilla por 1/3 de antiplástico, según resulte necesario. Los antiplásticos más comunes son la sílice, el chamote, la arena y el feldespato (para bajas temperaturas).

2. PLASTIFICANTES

En algunos lugares se encuentran arcillas difíciles de moldear. En este caso deben añadirse materiales que eleven su plasticidad, como la bentonita o mezclarse con otras arcillas más plásticas.

El añejamiento es otra forma de mejorar la plasticidad de las arcillas.



Foto 4. *Minerales de interés cerámico*

3. FUNDENTES

Los fundentes tienen la tarea de rebajar la temperatura de vitrificación (cuando por el calor la arcilla tiende a convertirse en vidrio) de las pastas. Para altas temperaturas se utilizan los feldespatos. Por el contrario, para pastas de media y baja temperatura se utiliza generalmente el carbonato de calcio y la dolomita, como fundentes.

4. TALCO

El empleo en cerámica, puede clasificarse en dos tipos:

- El de alta cal usado en pastas de baja temperatura (1000 - 1050°C), destinadas a fabricar productos que requieren gran resistencia térmica para cacharros y utensilios de horno.
- El tipo de baja cal, utilizado en las porcelanas eléctricas.

Puede usarse el talco para pastas de colada pero debido a su escasa plasticidad no puede emplearse para modelado manual.

CAPITULO SEGUNDO

MATERIA PRIMA ARCILLOSA



MATERIA PRIMA ARCILLOSA

La arcilla, después de extraída de la mina, debe someterse a unos procesos mínimos de preparación, antes de utilizarse en los trabajos cerámicos.

Al finalizar los procesos de **EXTRACCIÓN**, **MADURACIÓN**, **MOLIENDA** y **TAMIZADO** se obtiene **ARCILLA PREPARADA**, que también se denomina **MATERIA PRIMA ARCILLOSA**.



*Foto 5.
Explotación semi industrial*

EXTRACCIÓN Y MADURACIÓN DE LA ARCILLA

1. EXTRACCION

Antes de la explotación de una mina, se debe conocer su extensión, el espesor de la capa arcillosa y el análisis de la calidad de la Arcilla.

Durante la excavación se deben tomar muestras para su análisis, puesto que la calidad de la arcilla puede variar entre diferentes lugares de una misma mina.

Después de retirar la capa vegetal se procede a la excavación que puede ser manual, mediante picas y palas, o semi-industrial, mediante máquinas excavadoras.

Un método sencillo para probar la calidad de la arcilla es el siguiente:

- Se recoge una muestra del barro que se desea probar, se le quitan las impurezas (piedritas, hojas secas, etc.), si es posible por tamizado; se le añade agua; y se amasa a mano, durante unos 15 minutos.

- Posteriormente, se confecciona algún objeto o simplemente un rollito. Si el barro se deja amasar fácilmente y absorbe mucha agua, y además conserva la forma que se le dió y no se raja durante el secado a la sombra, se puede concluir que se trata de una arcilla plástica. Sin embargo, la prueba definitiva se verá con la cocción.

MATERIA PRIMA ARCILLOSA

Conviene que cada taller artesanal controle las características de la arcilla utilizada a fin de garantizar la calidad del producto final.

Para el efecto, cuando se recibe la arcilla, se deben registrar los siguientes datos:

REGISTRO DE DATOS DE EXTRACCIÓN DE ARCILLA					
VEREDA	MINA	UBICACIÓN DENTRO DE LA MINA	CANTIDAD	FECHA	OPERARIO
MIRQUE	HUGO CASAS	CENTRO 2MT. DE PROFUNDIDAD	1 TONELADA	27 ABRIL 2000	RAFAEL

2. MADURACION

Para mejorar la calidad de la pasta, la maduración de la arcilla se debe realizar en dos fases así:

- Una primera fase al aire libre, en el sitio de extracción.
- La segunda en el taller de producción.

La primera fase permitirá el lavado y secado al viento de la arcilla. Esta fase tendrá una duración aproximada de 4 meses para permitir, además del lavado, la expulsión de sales y así aumentar su capacidad refractaria y su plasticidad. La obtención de estas características requiere remover la arcilla periódicamente para su adecuada aireación.



Foto 6.
Silo

La segunda fase, secado de la materia prima, consiste en madurar la arcilla bajo techo en la mina de origen o en el taller.

El secado en la mina facilita el transporte de la materia prima al centro de producción.

Para esta segunda fase, se considera conveniente construir un silo (similar al de la foto) con piso en cemento o baldosa.

MATERIA PRIMA ARCILLOSA

MOLIENDA Y TAMIZADO

Antes de su utilización, los terrones de la arcilla madura deben triturarse y tamizarse.

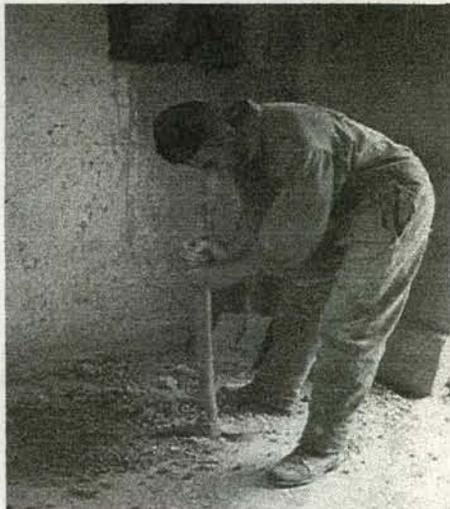


Foto 7.
Triturado manual

Este proceso se puede realizar manualmente con un mazo (método manual), o mediante trituradora o pulverizadora, hasta obtener un polvo suficientemente fino. Posteriormente, el grano pulverizado debe pasarse por un tamiz, para lo cual se recomienda una malla No. 80, de bronce o de acero inoxidable.



Foto 8.
Pulverizadora

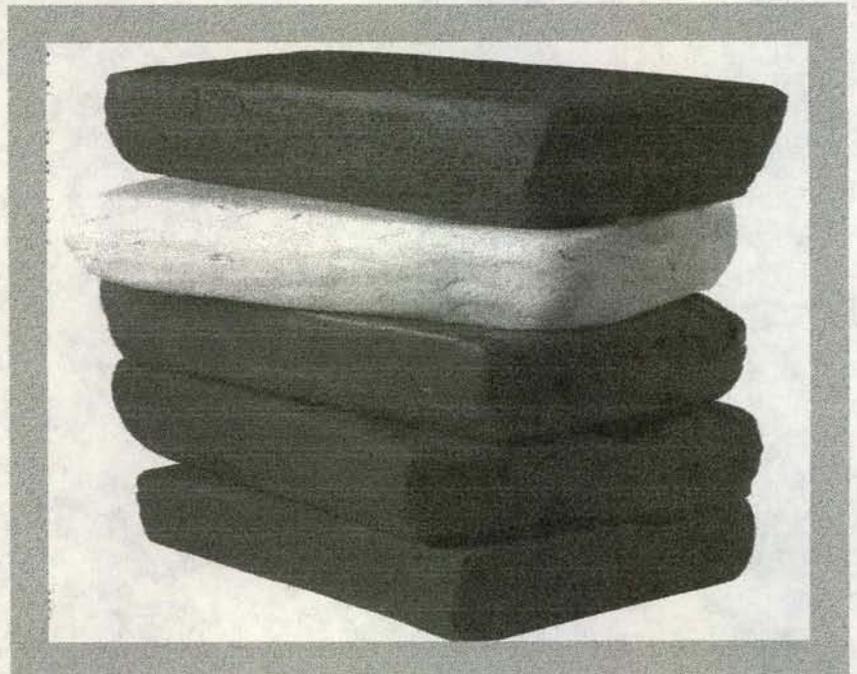
La materia prima así obtenida deberá pasarse y empacarse apropiadamente en bolsas. Finalmente, al momento del almacenamiento de esta materia prima arcillosa, deberán registrarse los datos de la siguiente ficha técnica:

REGISTRO DE ALMACENAMIENTO					
NOMBRE DEL PRODUCTO	PROVEEDOR	CANTIDAD KG.	PESO POR UNIDAD DE EMPAQUE	NUMERO MALLA	FECHA
ARCILLA ROJA	HUGO CASAS	2 TONELADAS	30 KILOS	80	14 JULIO 2000

Esta ficha se colocará sobre una de las paredes del depósito de la materia prima. La misma ficha también registrará las características de otras materias primas como el Caolín, el carbonato de calcio, etc.

CAPITULO TERCERO

PASTAS CERAMICAS



PASTAS CERAMICAS

La pasta cerámica se prepara agregando a la ARCILLA PREPARADA uno o alguno de los MINERALES COMPLEMENTARIOS ya señalados, de acuerdo con formulaciones establecidas para el caso.

Las pastas cerámicas pueden clasificarse teniendo en cuenta su grado de resistencia a la temperatura, su grado de porosidad, su uso y otros criterios más.

Es así como se encuentran pastas de alfarería, pastas de loza, pastas de gres y otras.

Las pastas cerámicas colombianas, diferentes a las naturales, se pueden agrupar en pastas industriales, (que elabora la respectiva industria) y pastas para uso artesanal.

En general las pastas artesanales pueden diferenciarse por la temperatura de madurez que pueden alcanzar.

La mayoría de ellas son de baja temperatura, es decir maduran a 1.050° C aproximadamente.

Recientemente se están desarrollando pastas de mayor temperatura para atender la demanda de fabricantes de productos más resistentes y de menor porosidad, entre otros aspectos.

PASTAS (EN EXPERIMENTACIÓN) RECOMENDADAS PARA EL MUNICIPIO DE RAQUIRA

1. PASTA PARA BARRAS REFRACTARIAS - TEMPERATURA 1050°C A 1200°C

Chamote (caolín arcabuco calcinado a 900°C)	30 %
Caolín Arcabuco	65 %
Talco Nacional	5 %
TOTAL	100 %

Adicionar a este total Alumina 15%

PASTAS CERAMICAS

2. PASTA BLANCA Y ROJA - TEMPERATURA 1050°C

PASTA ROJA

Arcilla amarilla (Mirque - Hugo Casas)	70%
Feldespato	8%
Carbonato de Calcio	7%
Caolín Arcabuco	<u>15%</u>
TOTAL	100 %

PASTA BLANCA

Arcilla Arcabuco	80%
Feldespato	12%
Carbonato de Calcio	<u>8%</u>
TOTAL	100%

NOTA: Para preparar Barbotina agregar Silicato de Sodio de 0.05 a 0.1% y agua 35%.

PREPARACIÓN DE PASTA PLÁSTICA

Debe tenerse en cuenta que para mantener la calidad del producto es conveniente tener continuidad en las materias primas utilizadas.

En consecuencia, de acuerdo con la formulación de la pasta deberán seleccionarse cada uno de los proveedores que se tendrán para cada materia prima.

Obtenidas las materias primas se siguen los pasos de pesaje, mezclado, madurado, extruído y empacado, según se prepare pasta plástica o pasta líquida (barbotina).

La pasta se puede preparar por vía húmeda y por vía líquida. En los siguientes párrafos se verá el procedimiento por la vía húmeda.

PASTAS CERAMICAS

1. PESAJE

Los componentes de la mezcla, de acuerdo con la formulación preestablecida, deberán obtenerse y pesarse pulverizados. En particular la arcilla deberá estar pulverizada y tamizada en un número de malla entre 80 y 100.

Por lo regular, algunos de los demás componentes son ofrecidos por los proveedores después de tamizados con un número de malla entre 250 y 400, de acuerdo con el producto. Otros componentes se venden micropulverizados.

Es importante para el pesaje utilizar siempre una misma unidad de medida.



*Foto 9.
Pesaje*

Para el pesaje se utiliza una balanza que por lo regular tiene como unidad de medida el kilo. Cuando se mide en gramos debe disponerse de una gramera.

Conviene recordar los siguientes valores de conversión:

- 1 kilogramo = 2 libras
- 1 libra = 500 gramos
- 1 libra = 16 onzas
- 1 onza = 31.25 gramos

PASTAS CERAMICAS

La unidad métrica de volumen es el centímetro cúbico (c.c.):

1 c.c. de agua = 1 gramo

1 litro = 1000 gramos

1 galón = 3.75 litros

2. MEZCLADO Y EXTRUIDO

Este proceso se puede realizar manualmente o con apoyo mecánico.

Cuando la pasta se prepara manualmente, se colocan los componentes en un recipiente y sobre ellos se vierte progresivamente la cantidad de agua señalada en la formulación, o hasta un máximo de 35 % del total de la mezcla.

En general la cantidad de agua necesaria para alcanzar la debida consistencia varía con la clase de pasta preparada.

En todo caso el punto óptimo de agua se logra antes de que la masa se pegue en la mano y se torne inmanejable.

Es importante ir revolviendo los componentes a medida que se va agregando agua.

Esta mezcla debe amasarse durante varios minutos para homogeneizarla, organizar sus partículas en un mismo sentido y para desairearla. No debe aparecer el menor signo de grumos ni de ampollas de aire.

Posteriormente debe dejarse en reposo para su maduración.

El proceso anterior también puede realizarse mecánicamente utilizando una mezcladora y una extrusora.

PASTAS CERAMICAS



Foto 10.
Mezcladora

La mezcladora puede construirse como un cilindro o caneca vertical (ver foto) o como un cilindro o caneca horizontal (con abertura en un costado).

La extrusora sustituye el amasado manual por la compresión al vacío, que desairea la pasta y le confiere uniformidad.

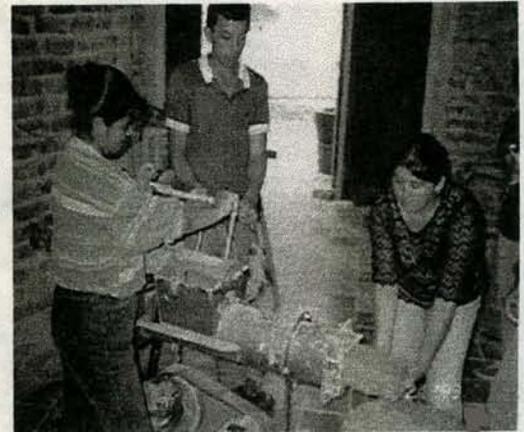


Foto 11.
Extrusora

3. MADURACION Y EMPAQUE

Una vez la pasta alcanza un grado de humedad adecuado se pasa tres veces por la extrusora y se mantiene en bolsas plásticas durante quince días, para su maduración.

Durante el proceso de maduración deben controlarse los grados o porcentajes de humedad requeridos, que se sitúan entre el 19 y el 21 %.

PASTAS CERAMICAS



Foto 12.
Pasta debidamente empacada
en bolsas plásticas

El porcentaje de humedad contenido en la pasta se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$H = \frac{P_m - P_s}{P_m} \times 100 = \text{Porcentaje de humedad}$$

Donde:

H = Porcentaje de humedad o de agua en la arcilla.

P_m = Peso de la arcilla mojada.

P_s = Peso de la arcilla seca.

De acuerdo con la fórmula anterior, el contenido de humedad se calcula de la siguiente forma:

Se toman 100 gramos de arcilla mojada. Posteriormente se secan los mismos 100 gramos en el horno a 110°C y se registra su peso. Este puede ser (según el caso) de 65 gramos.

El porcentaje de agua en la arcilla, con referencia al peso en seco, se expresa como sigue:

$$\frac{100 \text{ grs.} - 65 \text{ grs.}}{100} \times 100 = \frac{35}{100} \times 100 = 35 \%$$

Como resultado esta arcilla tiene un 35 % de humedad.

Posteriormente, se extruye una vez más y se deja madurar otros quince días.

Finalmente la pasta queda lista para su almacenamiento y uso.

CAPITULO CUARTO

TECNICA DE LA TERRAJA



TÉCNICA DE LA TERRAJA

La reproducción de un objeto cerámico a partir de un molde se efectúa mediante las técnicas de prensado, calibrado y colado.

En este capítulo se presenta la técnica de calibrado o terraja.

Esta técnica sirve para la fabricación de pequeñas series de platos, tazas, bandejas y otros objetos de forma circular y ovalada.

Se recurre a este proceso cuando se necesita cierta cantidad de piezas idénticas.



*Foto 13.
Torno de Terraja*

El fundamento de este proceso es un disco que gira llevando acoplado un molde que reproduce la forma interna o externa del objeto a fabricar.

Sobre el molde se coloca una torta o loncha de pasta cerámica y sobre la misma se pasa el perfil o terraja.

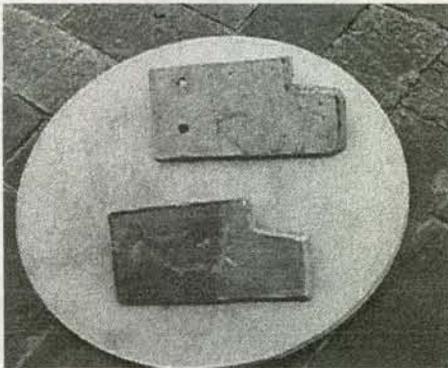
Dicho perfil, al ir presionando lentamente y en forma continua la pasta, la va estirando y adaptando al molde de yeso para reproducir el objeto que se fabrica.

El calibre se puede adaptar para darle a la pieza el espesor deseado.

Esta técnica de terraja o calibrado se puede realizar en forma manual, semiautomática o automática.

ELABORACION DEL OBJETO

Para iniciar el proceso de calibrado se elabora el modelo en yeso. Además se elabora el perfil del objeto el cual debe ajustarse al brazo del torno, de acuerdo con el grosor del objeto a fabricar.

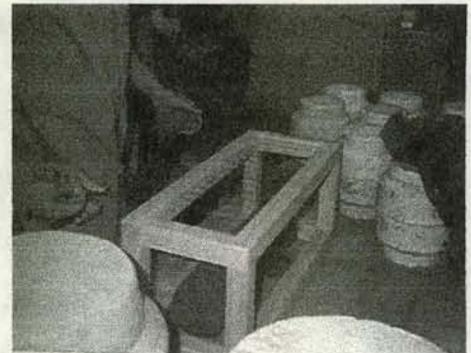


*Foto 14.
Perfiles para terraja*

Antes de iniciar el proceso de calibrado debe verificarse que la humedad de la pasta sea igual o superior al 19 %, pero inferior o igual al 21 %. Además se requiere constatar que el molde tenga una humedad no superior al 3 %, antes de su uso.

Después de extruída la pasta se cortan trozos de la misma, de acuerdo con el tamaño de la pieza.

La loncha de pasta debe ser algo más gruesa y de un diámetro un poco mayor a la medida del objeto.



*Foto 15.
Cortadora de pasta*

Para evitar colocar la pasta en varios trozos (trayendo como consecuencia defectos de fisuras en las uniones), solamente deberá cortarse la cantidad de pasta que será utilizada en forma inmediata por el terrajero, a fin de evitar el secamiento de la pasta.

TÉCNICA DE LA TERRAJA

Posteriormente el tornero coloca el trozo de pasta sobre el molde de yeso, lo humedece para lubricar y baja el brazo del torno con el perfil de acero.

El espesor de la pieza estará dado por el espacio entre el perfil y el molde.

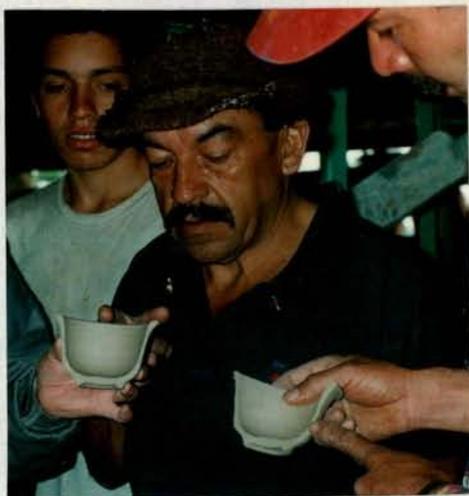


Foto 16.
Corte transversal

Antes de tornearse un lote de piezas debe hacerse un corte transversal en la primera pieza, como se ve en la foto. El corte transversal debe revelar un mismo grosor a lo largo del perfil de la pieza. De lo contrario el calibre deberá ajustarse apropiadamente.

Es de tener en cuenta que una pieza muy delgada es susceptible de deformación.

Ordinariamente debe verificarse que el peso de cada objeto corresponda con el grosor previsto. Dicho peso debe comprobarse al iniciar cada jornada.

A su vez el grosor debe corresponder con el diseño del producto. Para su control, el peso de cada producto debe registrarse en una ficha como la siguiente:

REGISTRO DEL PESO	
PRODUCTO	PESO (GRS.)
CAFETERA	500

DESMOLDEO

Una vez torneada la pieza se continúa con su secado sobre el molde, hasta que se desprenda del mismo.



Este secado puede hacerse al aire libre o en un secadero. Sin embargo, un secado al aire y al sol puede producir un secado rápido, pero también genera fisuras en las piezas.

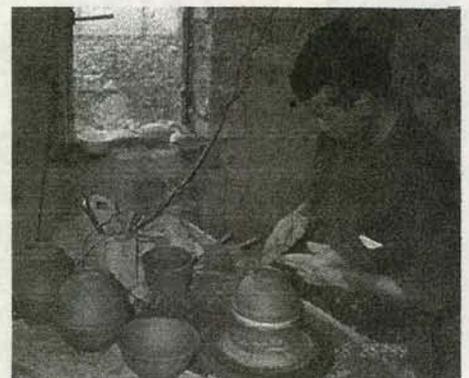
*Foto 17.
Secadero cubierto con plástico*

Cuando la pieza se desprende del molde debe colocarse en una estantería hasta alcanzar un 18 % de humedad aproximadamente.

RETORNEO Y SECADO FINAL

Adecuadamente seca la pieza se procede al retorneo sobre un torno de levante o terraja.

*Foto 18.
Retorneo de pieza o taza*



Para realizar el retorneo debe controlarse que la copia tenga una humedad entre el 8 y el 11 %, de acuerdo con el tipo de pasta.

TÉCNICA DE LA TERRAJA

En todo caso el porcentaje óptimo para el control del retorneo debe establecerse llevando una estadística durante aproximadamente un mes, al final del cual se calculará su valor promedio que será tomado como norma de control.

REGISTRO DEL RETORNEO				
PRODUCTO	% HUMEDAD		HORA	FECHA
	PRE	POST		
CAFETERA	19.5	11	10 AM.	21 AGOSTO 2000

El siguiente cuadro sintetiza los porcentajes de humedad que deben controlarse durante el proceso de fabricación de objetos.

PORCENTAJES DE HUMEDAD REQUERIDOS	
CONCEPTO	PORCENTAJE DE HUMEDAD
Molde disponible para uso	< 3
Pasta lista para terraja	19 > % < 21
Desmoldeo	= 11
Retorneo	< 5
Productos antes del bizcochado	< 4

Posteriormente, la pieza retorneada se somete a un secado final.

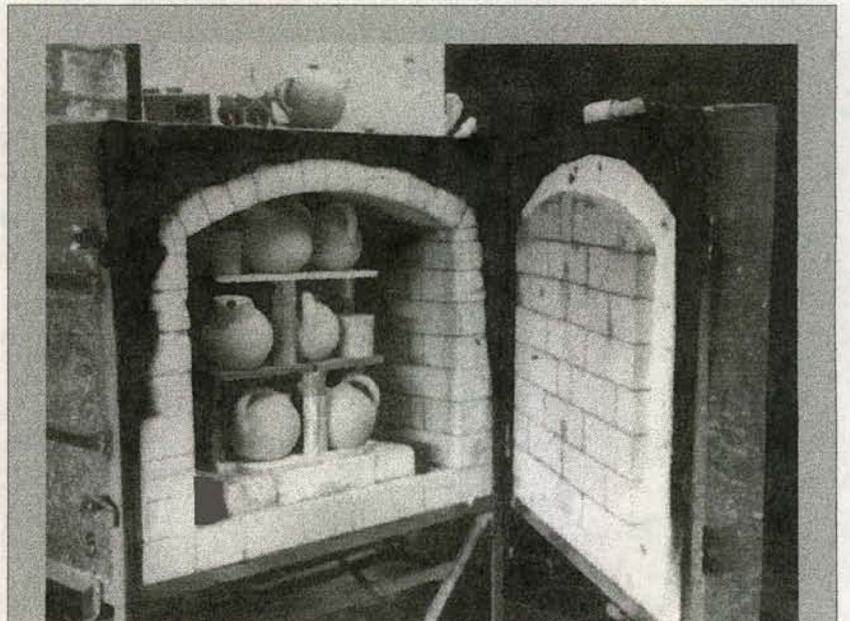


Foto 19.
Secado por parejas

Los platos que se ven al centro fueron secados individualmente y presentan torceduras. Por el contrario los platos señalados por la mano fueron secados por parejas. Estos platos incluso después de la cocción conservan su forma original.

CAPITULO QUINTO

PROCESO DE COCCION



PROCESO DE COCCIÓN

Una cocción exitosa requiere un control adecuado del cargado del horno, de su temperatura, de su atmósfera y de su descargue, tanto en la primera como en la segunda y tercera cocción.

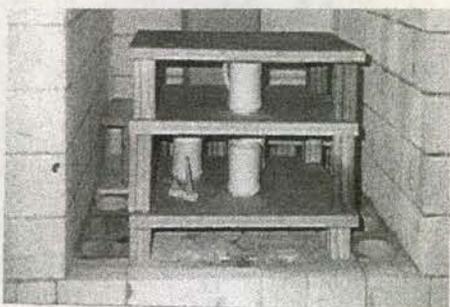


Foto 20.
Columnas y placas refractarias

CARGADO DEL HORNO

El cargado del horno requiere la utilización de placas o barras refractarias.

Dichos elementos deben adecuarse a la temperatura utilizada y colocarse como una estantería dentro de la cámara.

Antes de cargar el horno deben controlarse los siguientes aspectos:

- En general, el horno debe cargarse con productos similares en tamaño, porque así se utiliza mejor el espacio interno y la aireación es más homogénea, es decir, se tienen grados de temperatura similares en toda la cámara.
- Cuando el horno se carga con piezas esmaltadas es importante tener en cuenta que si queda demasiado lleno puede quedar sobrecocido el esmalte, porque la cantidad de objetos retienen el calor más tiempo del conveniente. Por el contrario un horno muy vacío provoca un enfriamiento tan brusco que puede provocar modificaciones en el esmalte e incluso dar la sensación de un esmalte crudo.
- Para la primera cocción, los productos que llevan tapa deben colocarse juntos (recipiente y tapa) para lograr un correcto ajuste de los mismos, después de la quema. Así mismo la utilización del espacio interno, cuando se queman platos, se optimiza colocando los platos en hilera vertical y a su vez ubicando tres taquitos entre plato y plato. Otra forma útil de cargar tazas y platos es colocarlos por parejas colocando el recipiente "boca con boca".
- El grado máximo de humedad, antes de la primera cocción, que debe registrar cada objeto es del 4 %.

PROCESO DE COCCIÓN

CONTROL DE TEMPERATURA

Los instrumentos más comunes para controlar la temperatura del horno son los antiguos pirómetros de aguja, los digitales y los conos pirométricos que pueden ser de Orton o de Seguer.

Un pirómetro es un instrumento que permite medir la temperatura, mediante una termocupla que se inserta por la mirilla del horno y cuyo registro aparece en un tablero que señala la temperatura, en unidades de grados centígrados.

Los conos pirométricos al doblarse señalan la temperatura del horno, que aparece registrada en la siguiente tabla:

TABLA DE CONOS PIROMETRICOS EQUIVALENCIAS DE TEMPERATURA DE LOS CONOS					
CONO No.	oC	oF	CONO No.	oC	oF
022	585	1085	1	1125	2057
021	595	1103	2	1135	2075
020	625	1157	3	1145	2093
019	630	1166	4	1165	2129
018	670	1238	5	1180	2129
017	720	1328	6	1190	2174
016	735	1355	7	1210	2210
015	770	1418	8	1225	2237
014	795	1463	9	1250	2282
013	825	1517	10	1260	2300
012	840	1544	11	1285	2345
011	875	1607	12	1310	2390
010	890	1634	13	1350	2462
09	930	1706	14	1390	2534
08	945	1733	15	1410	2570
07	975	1787	16	1450	2642
06	1005	1841	17	1465	2669
05	1030	1886	18	1485	2705
04	1050	1922	19	1515	2759
03	1080	1976	20	1520	2768
02	1095	2003	23	1580	2876
01	1110	2030	26	1595	2903

Los conos Orton calentados a un promedio de 20 grados centígrados por hora.
CUADRO TOMADO DE NORTON, H.F. Cerámica para el artista alfarero.

PROCESO DE COCCIÓN

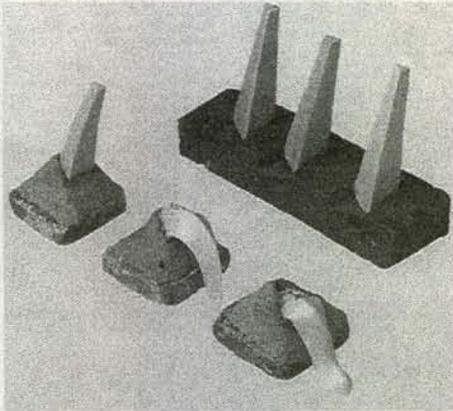


Foto 21.
Conos pirométricos

Su uso consiste en colocar el cono dentro del horno frente a la mirilla, de tal manera que pueda observarse su doblamiento oportunamente.

Es importante conocer con exactitud los cambios de temperatura a fin de controlar el proceso de cocción y obtener los mejores resultados.

La temperatura del horno va subiendo progresivamente. En una primera etapa que se ubica en los 120°C aproximadamente, el agua que contiene la pasta se libera.

A partir de este punto la temperatura debe irse incrementando lentamente para impedir que por una rápida liberación de agua se agrieten las piezas de cierto espesor.

Entre los 200 y 500 grados se descompone la pirita y se queman las sustancias orgánicas.

En el intervalo de los 450 a los 600°C comienzan los cambios químicos.

A los 575°C ocurre un leve inchamiento del volumen del objeto.

Entre los 800 y 1000°C sucede la descomposición de los carbonatos con desprendimiento de anhídrido carbónico CO_2 y también de sulfatos.

Entre los 800 y 1050°C comienza la fusión de los feldspatos formando una masa vidriosa que endurece la pasta. Es decir, comienza la vitrificación de la pasta.

Dependiendo de la clase y cantidad de fundentes que contenga la pasta, el punto de maduración se alcanza a temperaturas más bajas.

PROCESO DE COCCIÓN

Las pastas comunes alcanzan su punto apropiado para la primera cocción entre los 850 y 900°C. La loza lo alcanza entre los 900 y 960°C.

Sin embargo, las propiedades de cada tipo de arcilla modifican el punto de la primera cocción. Por tanto, en cada caso, se requiere practicar cocciones de prueba a distintas temperaturas para determinar la más conveniente.

La mejor manera para operar el horno consiste en calentar previa y lentamente las piezas a una temperatura entre los 300 y 500°C.

Con frecuencia, durante este precalentamiento la puerta del horno se deja entre abierta con precaución para facilitar la salida del vapor de agua. Con esto se elimina cualquier humedad de la pasta y a la vez se calienta el horno.

Una pieza húmeda e incluso una seca puede reventarse en el horno cuando se sube rápidamente la temperatura. Esto se debe a que el agua del interior de la pieza se convierte en vapor y al no poder escapar de los finos poros de la arcilla, se concentra en el interior de la pieza hasta que la presión se torna tan fuerte que la hace estallar.

En consecuencia, el horno debe calentarse subiendo progresivamente la temperatura hasta alcanzar la temperatura de madurez de la pasta.

DESCARGUE DEL HORNO

Un pirómetro indica exactamente el momento en que el horno está suficientemente frío para poderse descargar. Con mucha precaución también puede abrirse intuitivamente, evitando el riesgo de alguna explosión.

Una apertura brusca de la puerta del horno puede afectar negativamente la pasta y el barniz, por la súbita entrada de aire en el horno. Inclusive se pueden resquebrajar y provocar desprendimientos en el esmalte.

PROCESO DE COCCIÓN

Por lo general dos horas después de que el horno esté apagado se abren los orificios del mismo, y después de unas horas (de acuerdo con el tamaño del horno) el horno estará suficientemente frío para su apertura.

PRIMERA Y SEGUNDA COCCION

Ordinariamente un producto cerámico es sometido a dos cocciones, cuando la pieza va esmaltada.

La primera, llamada bizcochado, se realiza con una temperatura entre los 900 y 1000°C.

El bizcochado le da consistencia a la pieza y además, la expulsión del agua y del dióxido de Carbono CO_2 , producto de la descomposición de los carbonatos, contribuye a la apertura de poros que permiten la absorción del esmalte.

El grado de porosidad del material bizcochado puede medirse a través de la cantidad de agua que absorbe dicho material.

PORCENTAJE DE ABSORCION O POROSIDAD

La capacidad de absorción de agua, es la relación existente entre el agua absorbida hasta la saturación, por un material y su peso en seco expresado en porcentajes de este.

El porcentaje de absorción de una pasta ya horneada se determina así: se pesa con exactitud una muestra de pasta ya horneada a la temperatura con que se deberá trabajar. Luego se sumerge en agua, al día siguiente se seca bien con un trapo y se pesa nuevamente. El porcentaje de absorción se calcula del siguiente modo:

$$\frac{\text{PESO EN HUMEDO} - \text{PESO EN SECO}}{\text{PESO EN SECO}} \times 100 = \text{PORCENTAJE DE ABSORCIÓN}$$

PROCESO DE COCCIÓN

Una porosidad superior al 15 % presentará dificultades para el posterior esmaltado de la pasta, es decir que resultara más difícil, aunque no imposible, lograr esmaltes de buena calidad y sin defectos (cuarteaduras sobre todo).

Según se aumenta la temperatura de cocción mengua la absorción.

Este grado de porosidad o de absorción debe controlarse en cada lote de productos, que va a ser esmaltado. Cada pieza debe tener el mismo grado de porosidad, que se ha preestablecido para ese producto, a fin de lograr una capa del mismo grosor.

El grado de porosidad se comprueba en un lote, tomando tres piezas al azar para someterlas a la prueba de porosidad, como ya se indico.

Si el lote tiene el grado de porosidad requerido se esmalta y se somete a la segunda cocción.

Esta segunda cocción se realiza para pastas blandas de baja temperatura a 1050 y 1060oC. Y en general, para cada tipo de pasta a la temperatura recomendada o calculada por su fabricante.

La tecnología moderna ha desarrollado pastas, equipos y esmaltes que reducen el proceso de cocción a una sola quema.

Esta técnica, que se denomina monococción, ha sido desarrollado básicamente por los fabricantes de baldosa.

También existe una tercera cocción llamada "técnica del tercer fuego" que se aplica sobre piezas esmaltadas y cocidas. Esta tercera cocción se utiliza fundamentalmente para decorados a baja temperatura, entre los 600 y 800°C.