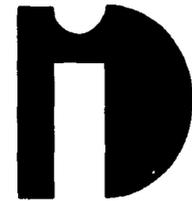




# MANUAL PARA DISEÑO DE PIEZAS EN CERAMICA

Emma del Carmen Vázquez Malagón



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE ARQUITECTURA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE DISEÑO INDUSTRIAL

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

1997



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# MANUAL PARA DISEÑO DE PIEZAS EN CERAMICA

Tesis profesional que para obtener el título de Licenciado  
en Diseño Industrial presenta:

**Emma del Carmen Vázquez Malagón**

Bajo la dirección de:

**D.I. Luis Fernando Rubio Garcidueñas**

Y la asesoría de:

D.I. Marta Ruiz García

D.I. Héctor López Aguado Aguilar

D.I. José Luis Alegría Formoso

D.I. Jorge Vadillo López

"Declaro que este proyecto de tesis no ha sido presentado  
previamente en ninguna otra Institución Educativa y es  
totalmente de mi autoría"

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ARQUITECTURA

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE DISEÑO INDUSTRIAL



1997

Coordinador de Exámenes Profesionales de la  
Facultad de Arquitectura, UNAM  
PRESENTE

EP01 Certificado de aprobación de  
impresión de Tesis.

El director de tesis y los cuatro asesores que suscriben, después de revisar la tesis del alumno

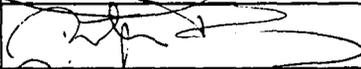
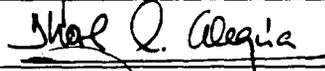
NOMBRE VAZQUEZ MALAGON EMMA DEL CARMEN No. DE CUENTA 7541415-1

NOMBRE DE LA TESIS Manual para diseño de piezas en cerámica.

Consideran que el nivel de complejidad y de calidad de la tesis en cuestión, cumple con los requisitos de este Centro, por lo que autorizan su impresión y firman la presente como jurado del

Examen Profesional que se celebrará el día	de	de 199	a las	hrs.
--	----	--------	-------	------

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Ciudad Universitaria, D.F. a 22 Octubre 1997

NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE DI. LUIS FERNANDO RUBIO GARCIDUEÑAS	
VOCAL DI. MARTA RUIZ GARCIA	
SECRETARIO DI. HECTOR LOPEZ AGUADO AGUILAR	
PRIMER SUPLENTE DI. JOSE LUIS ALEGRIA FORMOSO	
SEGUNDO SUPLENTE DI. JORGE VADILLO LOPEZ	

---

## Agradecimientos

Para la realización de este trabajo fue muy importante la ayuda que en su momento me brindaron mis compañeros del Centro de Investigaciones de Diseño Industrial, deseo agradecer especialmente la colaboración de:

Fernando Rubio por su dirección clara y creativa.

Marta Ruiz por su interés en este proyecto, quien junto con Héctor López-Aguado aportaron valiosas sugerencias.

Luis Equihua por su confianza y su gusto por la cerámica.

Alejandro Reyes por el tiempo dedicado al Taller de Cerámica y por los proyectos que compartimos.

Enríqueta Tapia quien me brindó toda su experiencia en el uso de equipo de cómputo.

Alberto Díaz de Cossío por los conocimientos que me transmitió a través de su asesoría.

.....

---

Alberto Villarreal por su apoyo en el material gráfico.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por la oportunidad que me da de acceder al conocimiento y la cultura.

También deseo agradecer al Ing. Michael Wagner de la fábrica "El Anfora" por la oportunidad de establecer contacto con la actividad industrial y por su asesoría.

Finalmente quiero dedicar la culminación de mis estudios a:

Mis padres por el esfuerzo que hicieron para darme la oportunidad de estudiar.

Rafael, mi compañero por su deseo de que me supere, por su amor y su calidez.

# INDICE

	<b>Prologo.....</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Componentes de una pieza cerámica.....</b>	<b>11</b>
2.1	Estructura de una pieza cerámica.....	13
	2.1.1 Pasta cerámica.....	13
	2.1.2 Esmalte o vidriado.....	14
	2.1.3 Colores.....	15
	2.1.4 Resumen esquemático.....	16
<b>3</b>	<b>Como se produce una pieza cerámica.....</b>	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>Secado y cocción.....</b>	<b>21</b>
4.1	Secado.....	21
4.2	Cocción.....	22
4.3	Homos y tipos de quema.....	25
	4.3.1 Homos.....	25
	4.3.2 Tipos de quema.....	28
	4.3.3 Colocación de las piezas dentro del homo.....	28
4.4	Resumen esquemático.....	30

<b>5</b>	<b>Consideraciones geométricas.....</b>	<b>31</b>
5.1	Partes de las piezas cerámicas.....	31
5.2	Reglas básicas.....	32
5.3	Espejuelo, pie o reliz.....	33
5.4	Platos.....	35
5.5	Bordes.....	36
5.6	Asas.....	36
5.7	Tapas.....	37
5.8	Tetera y cafetera.....	38
5.9	Piezas apilables.....	41
5.10	Factores ergonómicos.....	41
	5.10.1 Posiciones características de la mano.....	41
	5.10.2 El peso de la pieza.....	42
5.11	Dimensiones y capacidades.....	42
<b>6</b>	<b>Consideraciones por material.....</b>	<b>49</b>
<b>7</b>	<b>Consideraciones por procesos de producción.....</b>	<b>55</b>
7.1	Vaciado con barbotina.....	56
	7.1.1 Moldes especiales.....	61
	7.1.2 Consideraciones en el proceso de diseño.....	64
7.2	Torno de alfarero.....	65
	7.2.1 Técnicas de medición.....	69
	7.2.2 Consideraciones en el proceso de diseño.....	70
7.3	Torno de tarraja.....	71
	7.3.1 Salidas del molde.....	74
	7.3.2 Moldes especiales.....	76
	7.3.3 Consideraciones en el proceso de diseño.....	77
7.4	Torno automático.....	78
	7.4.1 Salida del molde.....	81
	7.4.2 Moldes especiales.....	81
	7.4.3 Consideraciones en el proceso de diseño.....	81

7.5	Prensa Ram.....	82
	7.5.1 Salidas del molde.....	82
	7.5.2 Consideraciones en el proceso de diseño.....	83
7.6	Prensa isostática.....	84
	7.6.1 Salidas del molde.....	87
	7.6.2 Consideraciones en el proceso de diseño.....	87
7.7	Procesos de producción según el tipo de pieza a elaborar.....	87
7.8	Resumen esquemático.....	93
<b>8</b>	<b>Consideraciones por acabados.....</b>	<b>95</b>
8.1	Esmaltado por inmersión.....	95
8.2	Esmaltado por bañado.....	96
8.3	Esmaltado por aspersión.....	97
8.4	Consideraciones en el proceso de diseño.....	98
8.5	Resumen esquemático.....	99
<b>9</b>	<b>Consideraciones por decorados.....</b>	<b>101</b>
9.1	Decorado de la pasta.....	101
	9.1.1 Pastas coloreadas o texturizadas.....	101
	9.1.2 Engobes.....	102
	9.1.3 Trabajos directos sobre la pasta cruda.....	102
9.2	Decorado del esmalte.....	102
	9.2.1 Esmaltes coloreados.....	102
	9.2.2 Colores bajo esmalte.....	103
	9.2.3 Colores en esmalte.....	103
	9.2.4 Colores sobre esmalte.....	103
9.3	Técnicas de decoración.....	103
	9.3.1 Decorado con pincel.....	104
	9.3.2 Serigrafía directa.....	104
	9.3.3 Calcomanía.....	106
	9.3.4 Decorado de la pieza terminada.....	107

9.4	Consideraciones en el proceso de diseño.....	107
9.5	Resumen esquemático.....	108
<b>10</b>	<b>Consideraciones para ensambles y uniones.....</b>	<b>109</b>
10.1	Ensambls y uniones de cerámicas antes de la quema.....	109
10.2	Ensambls y uniones con otros materiales y cerámica quemada.....	110
<b>11</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>113</b>
	<b>Apéndice.....</b>	<b>115</b>
	1 Tipos de arcilla.....	115
	2 Materiales no plásticos.....	118
	3 Composición de un esmalte o vidriado.....	120
	4 Oxidos colorantes.....	122
	<b>Glosario.....</b>	<b>123</b>
	<b>Fuentes de información.....</b>	<b>127</b>

## RELACION DE TABLAS

1. Clasificación de pastas cerámicas.....	3
2. Productos cerámicos elaborados para la construcción.....	4
3. Productos cerámicos elaborados para el hogar.....	5
4. Productos cerámicos elaborados para procesos químicos y técnicos.....	6
5. Productos cerámicos especiales para laboratorio e ingeniería.....	7
6. Productos cerámicos elaborados como componentes de equipos eléctricos y electrónicos.....	8
7. Productos cerámicos refractarios.....	9
8. Productos cerámicos aislantes térmicos.....	10
9. Características de las pastas tradicionales.....	14
10. Estándares volumétricos para pieza llana.....	43
11. Estándares volumétricos para taza y tarro.....	45
12. Estándares volumétricos para pieza hueca.....	46
13. Estándares volumétricos para pieza especial.....	47
14. Consideraciones para el uso de pastas de alfarería.....	50
15. Consideraciones para el uso de pastas de loza.....	51
16. Consideraciones para el uso de pastas de gres.....	52
17. Consideraciones para el uso de pastas de porcelana.....	53

18. Métodos de producción recomendados para pieza llana.....	88
19. Métodos de producción recomendados para pieza taza.....	89
20. Métodos de producción recomendados para pieza hueca.....	90
21. Métodos de producción recomendados para pieza complemento.....	91
22. Métodos de producción recomendados para pieza especial....	92

## PROLOGO

*"Con gran frecuencia el proceso de fabricación lleva a modificar sustancialmente la forma y determina no sólo importantes transformaciones funcionales, sino también decisivas modificaciones formales".*

*Gillo Dorfles*

¿Cómo diseñar una pieza cerámica?, ¿Con qué tipo de cerámica? son preguntas que intenta responder este documento dirigido no al ceramista, sino al diseñador que resuelve necesidades a través de la forma de los objetos y que esta condición le exige conocer las características del material y los procesos con que elaborar una pieza cerámica.

El documento está dividido en dos partes; la primera nos da un panorama general del material: su comportamiento, sus componentes, tipos de cerámicas y sus productos, sus características. La segunda nos muestra los factores que intervienen en el procedimiento de diseño: las consideraciones geométricas, las de procesos y las de acabados, es decir, las generadoras de la forma de una pieza cerámica.

Gran parte de la información que aquí se presenta ha sido tomada de visitas realizadas a los centros de producción de vajillas y artículos decorativos y publicitarios, tratando de contemplar desde pequeños talleres con procesos básicos, hasta la gran industria que dispone de maquinaria de alta tecnología.

## CAPITULO 1

# INTRODUCCION

La cerámica comprende aquellos artículos que son fabricados a partir de sustancias inorgánicas, primero moldeadas y después endurecidas por el fuego. Tradicionalmente estas sustancias han sido básicamente arcillas, sin embargo en la actualidad las características que ofrece una arcilla sin mezclar suelen no cubrir con satisfacción las necesidades industriales, de ahí que se ha vuelto indispensable trabajar con pastas formuladas. Aunque no serán tratadas en este documento, es importante mencionar que avances científicos y tecnológicos han permitido la aparición de "Nuevas Cerámicas" como: los superconductores, la vitrocerámica, etc., en donde la arcilla ha sido sustituida totalmente por otras sustancias inorgánicas diferentes, a pesar de ello la Industria Cerámica, aún para el caso de éstas últimas, basa su conocimiento en la arcilla.

De acuerdo a los grupos establecidos por F. Singer y S. S. Singer\* se presenta en las tablas siguientes un panorama de la amplia variedad de pastas con

\*Singer, Felix. y Singer, Sonja.S. CERAMICA INDUSTRIAL, Vol.1. Ediciones URMO, S.A., Bilbao, 1979.

características diferentes y de los productos que se generan de ellas, en donde el Diseño Industrial encuentra su área de aplicación particularmente en el desarrollo de azulejos, losetas para piso y artículos sanitarios correspondientes al grupo de **"Materiales de construcción"** (Tabla No.2) y en el de **"Cerámica en el hogar"** (Tabla No.3) con el desarrollo de vajillas, artículos de cocina, piezas decorativas y artículos publicitarios, todos ellos producidos con las llamadas **"pastas tradicionales"** (Tabla No.1), las cuales son:

**1. Ladrillería.** Pasta tosca coloreada, preparada por los métodos más directos a partir de arcillas naturales. Sus usos principales son la fabricación de ladrillos y baldosas.

**2. Refractarios.** Materiales resistentes al calor y que se emplean en aquellas partes del horno que deben resistir una alta temperatura sin deformaciones.

**3. Gres.** Pasta densa opaca e impermeable de color variable, puede moldearse en piezas muy grandes.

**4. Arcilla refractaria.** Las pastas de arcilla refractaria son moderadamente finas, porosas, blanquecinas y utilizan arcillas refractarias naturales. Su estructura permite la fabricación de piezas resistentes de gran tamaño.

**5. Alfarería.** Pastas cuyo componente principal o único es el barro (terracota), son porosas y coloreadas.

**6. Loza blanca y Loza coloreada.** Pasta fina, porosa y blanca y pasta blanca coloreada por medio de óxidos, respectivamente.

**7. Loza semivítrea.** De menor absorción y mayor resistencia que la loza blanca, se utiliza para vajillas.

**8. Porcelana vítrea.** Posee una pasta blanca opaca, vitrificada y una absorción de agua casi nula, se utiliza en vajilla de hotel.

**9. Gres fino.** Fabricado a partir de materias primas seleccionadas, se utiliza para vajilla de mesa y pieza de arte.

**10. Porcelana blanda.** Son esencialmente pastas finas, blancas o de color marfil y más o menos translúcidas, fabricadas originalmente en Europa para simular la porcelana China.

**11. Porcelana de huesos.** Puede clasificarse también como una porcelana blanda, es una pasta muy translúcida de color marfil o blanco.

**12. Porcelana dura.** Es una pasta blanca pura, completamente vitrificada, translúcida, resistente y dura.

Las tablas 4 a la 8 muestran las áreas de aplicación de la cerámica en otros campos, en donde el diseño puede llegar a participar en el desarrollo de productos.

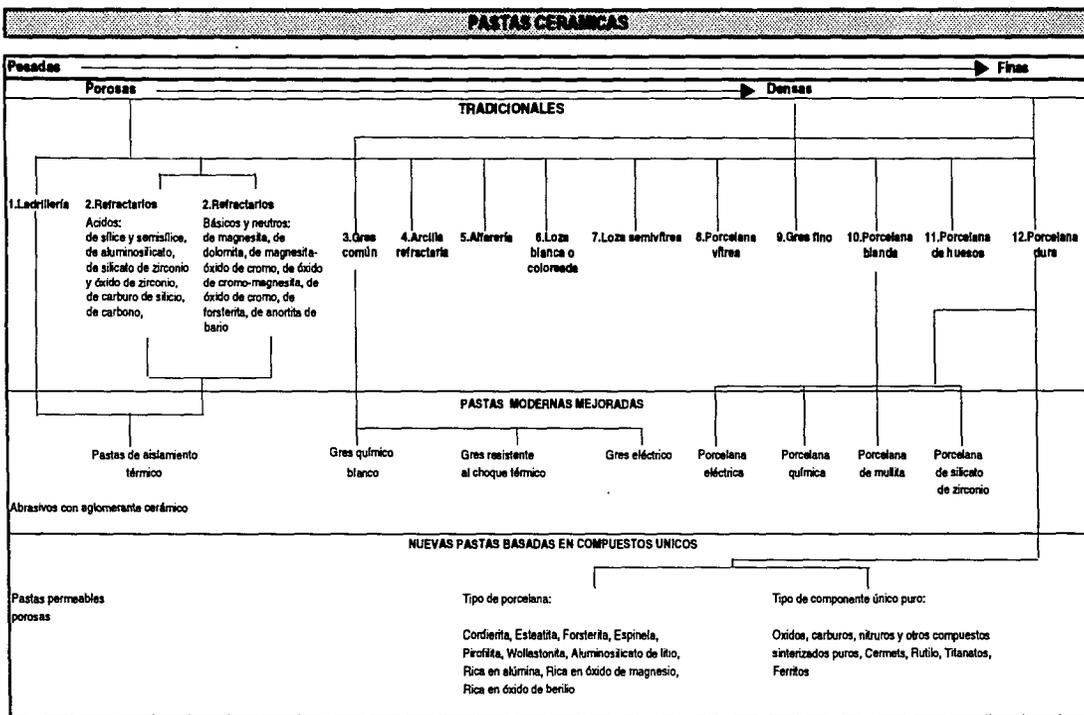


Tabla No.1 Clasificación de pastas cerámicas

**MATERIALES DE CONSTRUCCION**

Producto	Uso	Características	Tipo de Pasta
-Ladrillo común. -Ladrillo de fachada. -Ladrillo hueco. -Ladrillo técnico. -Ladrillo azul.	-Construcción. -Ingeniería Civil.	-Piezas porosas con o sin esmalte. -De media a mayor dureza. -Aislante térmico.	-Ladrillería.
-Teja.	-Techado. -Protección de paredes exteriores.	-De grano fino y textura más compacta que la de ladrillería con o sin esmalte. -Teñida o engobada. -Que se superpongan o encajen.	-Alfarería.
-Tubos de chimenea. -Macetas.	-Chimeneas. -Jardinería. -Artículo decorativo.	-Piezas redondas, huecas, rojas, porosas.	-Alfarería.
-Tubería de drenaje. -Tubería de gres vidriado con sal	-Drenaje.	Resistencia a : -Ataque químico. -Compresión. -Descomposición, corrosión, contaminación. -Ataque de bacterias. -Erosión, condiciones húmedas y secas. -Heladas, roedores, raíces, etc.	-Gres común.
-Azulejos. -Loseta para piso.	-Revestimiento de pisos y paredes. -Decorativo.	-Semiporosas con o sin esmalte. -Densas y vitrificadas, con o sin esmalte. -Colores y decorados varios. -Lisas o con textura. -Antidemapantes. -Resistencia a la abrasión y a la intemperie.	-Gres. -Loza. -Alfarería.
-Artículos sanitarios.	-Uso sanitario en general.	-Artículos vitrificados. -Baja absorción de agua (1%). -Alta resistencia. -Superficie lisa y esmaltada por limpieza. -Resistencia al trabajo duro. -Resistencia al ataque químico.	-Porcelana vítrea. -Gres fino.

**Tabla No.2 Productos cerámicos elaborados para la construcción**

### CERÁMICA EN EL HOGAR

Producto	Uso	Características	Tipo de Pasta
-Vajilla para uso doméstico.	-Hogar.	-Según el tipo de pasta pueden ser gruesas y pesadas, delgadas y finas.	-Alfarería. -Loza.
-Vajilla fina de mesa.	-Hotel.	-La pasta puede ser porosa o de nula absorción.	-Loza semivítrea.
-Vajilla de hotel e institucional.	-Institucional.	-Superficies lisas para vajillas y artículos de cocina para una fácil limpieza.	-Porcelana blanda.
-Artículos de cocina.	-Decorativo.	-Superficies lisas o rugosas para pieza decorativa.	-Porcelana de hueso. -Porcelana dura.
-Pieza decorativa y artística.	-Artístico.	-Admiten un extensa variedad de colores y tratamientos decorativos.	-Gres fino. -Gres resistente a fuego.
-Artículo publicitario.		-Los esmaltes pueden ser mates, brillantes, opacos o transparentes. -Los artículos resistentes al fuego son porosos.	

**Tabla No.3 Productos cerámicos elaborados para el hogar**

CERAMICA QUIMICA Y TECNICA

Producto	Uso	Características	Tipo de Pasta
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Rodillos.</li> <li>-Tinturadores.</li> <li>-Crisoles.</li> <li>-Vasos de precipitados.</li> <li>-Embudos.</li> <li>-Cápsulas.</li> <li>-Recipientes de almacenamiento.</li> <li>-Tuberías.</li> <li>-Guía para hilos y carretes.</li> <li>-Moldes de inmersión para guantes de goma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Fabricación de sustancias químicas: ácidos colorantes explosivos pinturas amoníaco barnices, etc.</li> <li>-Materiales y procesos fotográficos.</li> <li>-Industria de la alimentación.</li> <li>-Industria farmacéutica.</li> <li>-Industria textil.</li> <li>-Industria metalúrgica.</li> <li>-Material de laboratorio.</li> <li>-Industria de procesos electrolíticos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Porosidad muy reducida o casi nula.</li> <li>-Superficie esmaltada y sin rugosidades por limpieza.</li> <li>-Estabilidad de volumen.</li> <li>-Tolerancia de 2% por deformaciones en cocción.</li> <li>-Puede esmerlarse y tornearse para exactitud dimensional.</li> <li>-Resistencia a la corrosión frente a la casi totalidad de los líquidos y gases químicos con excepción del ácido fluorhídrico y álcalis cáusticos calientes.</li> <li>-Elevada resistencia mecánica y al choque térmico.</li> <li>-Fuerte, relativamente tenaz y susceptible de convertirse prácticamente en cualquier forma y en tamaños grandes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Gres con esmalte salino.</li> <li>-Gres químico para ingeniería.</li> <li>-Gres químico blanco.</li> <li>-Porcelana de nitrilo.</li> <li>-Porcelana química.</li> <li>-Porcelana dura.</li> <li>-Porcelana rica en mullita.</li> <li>-Refractarios de carbono.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Filtros en formas vanas.</li> <li>-Platos para germinación de semillas y procesos fotográficos.</li> <li>-Diafragmas electrolíticos.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Las características anteriores pero con cuerpos porosos permeables para filtrar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Pastas permeables porosas.</li> </ul>

Tabla No.4 Productos cerámicos elaborados para procesos químicos y técnicos

## MATERIAL ESPECIALIZADO PARA LABORATORIO E INGENIERIA

Producto	Uso	Características	Tipo de Pasta
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Material de laboratorio (cristales, morteros, embudos).</li> <li>-Jarras y bolas de molinos.</li> <li>-Revestimiento de molinos.</li> <li>-Paredes para hornos.</li> <li>-Herramientas de corte, perforación y recificación.</li> <li>-Muelas abrasivas.</li> <li>-Matrices para estrado de alambre.</li> <li>-Guías para hilos.</li> <li>-Crisoles para fusión de metales duros.</li> <li>-Varillas y pantallas de control para reactores.</li> <li>-Toberas para motores de cohetes sin refrigeración.</li> <li>-Reactores nucleares.</li> <li>-Bujías.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Laboratorio.</li> <li>-Molenda.</li> <li>-Ingeniería.</li> <li>-Partes varias de maquinaria.</li> <li>-Procesos químicos.</li> <li>-Manipulación de minerales.</li> <li>-Aviación.</li> <li>-Industria de la Energía Nuclear.</li> <li>-Servicio a temperatura extremadamente alta en atmósfera oxidante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Pueden tener porosidad muy reducida o nula.</li> <li>-Para muelas abrasivas pueden ser compactas o porosas.</li> <li>-Para uso al choque térmico las pastas son porosas.</li> <li>-Resistencia mecánica (tracción, flexión y presión).</li> <li>-Dureza y resistencia a la abrasión extrema.</li> <li>-Resistencia a la corrosión.</li> <li>-Resistencia al desgaste.</li> <li>-Material duro que puede moldearse con gran exactitud dimensional.</li> <li>-Estabilidad de volumen.</li> <li>-Impermeable y capaz de sostener vacío.</li> <li>-Impermeabilidad a gases.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Gres químico blanco.</li> <li>-Porcelana química.</li> <li>-Porcelana de mufla.</li> <li>-Porcelana de zircon.</li> <li>-Refractarios de un componente.</li> <li>-Abrasivo aglutinado (para abrasivos).</li> <li>-Cordierita.</li> <li>-Corindón.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Lápices graduados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Dibujo y escritura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Capaz de marcar sobre papel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Carbono (arcilla y grafito).</li> </ul>

Tabla No.5 Productos cerámicos especiales para laboratorio e ingeniería

CERÁMICA ELÉCTRICA

Producto	Uso	Características	Tipo de Pasta
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Soportes y accesorios para cables.</li> <li>-Bobinas.</li> <li>-Carretes.</li> <li>-Clavijas.</li> <li>-Enchufes.</li> <li>-Soportes de lámparas.</li> <li>-Soportes de resistencias eléctricas en electrodomésticos.</li> <li>-Fusibles.</li> <li>-Aisladores.</li> <li>-Bujías de encendido.</li> <li>-Tubos para hornos con arrollamiento de alambre.</li> <li>-Piezas de precisión para equipo eléctrico.</li> <li>-Transformadoras</li> <li>-Motores</li> <li>-Micrófonos</li> <li>-Componentes electrónicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Motores de combustión.</li> <li>-Industria generadora y transmisora de electricidad.</li> <li>-Instalaciones eléctricas de hogar.</li> <li>-Electrodomésticos (componentes).</li> <li>-Imanes permanentes para instrumentos y otros usos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Pastas absolutamente vítreas para todas aquellas piezas susceptibles de absorber humedad atmosférica.</li> <li>-No importa su color y apariencia.</li> <li>-Facilidad de moldeo en formas complicadas y exactas.</li> <li>-Exactitud dimensional para montaje.</li> <li>-Buena resistencia a la presión.</li> <li>-Resistencia al choque térmico.</li> <li>-Resistencia a ser atravesado por la electricidad y alto voltaje.</li> <li>-No conducen energía eléctrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Gres (en menor proporción).</li> <li>-Porcelana eléctrica.</li> <li>-Porcelana de milita.</li> <li>-Cordierita.</li> <li>-Esteatita.</li> <li>-Forsterita.</li> <li>-Wollastonita.</li> <li>-Porcelana de óxido de litio.</li> <li>-Porcelana rica en alúmina.</li> <li>-Porcelana de zircono.</li> <li>-Farras.</li> <li>-Flúido.</li> <li>-Carbono.</li> <li>-Titanatos.</li> <li>-Refractarios de silicato de aluminio.</li> </ul>

Tabla No.6 Productos cerámicos elaborados como componentes de equipos eléctricos y electrónicos

## REFRACTARIOS

Producto	Uso	Características	Tipo de Pasta
<p>-Ladrillos y accesorios para la construcción de hornos, hornillas y estufas.</p> <p>-Placas, bases, y accesorios para soportar y proteger productos cerámicos.</p> <p>-Craeles de fusión.</p> <p>-Piezas pequeñas y finas requeridas para trabajos especializados.</p>	<p>-En la Industria que depende de algún proceso que utiliza calor, por ejemplo:</p> <p>-Metalurgia</p> <p>-Vidrio</p> <p>-Gas</p> <p>-Cerámica, etc.</p>	<p>-Las piezas aislantes son porosas.</p> <p>-Las piezas de transmisión son más compactas.</p> <p>-Resistencia a los esfuerzos mecánicos.</p> <p>-Resistencia a la destrucción por fuerzas físicas y químicas.</p> <p>-Resistencia a la compresión.</p> <p>-Resistencia a la abrasión.</p> <p>-Resistencia al choque térmico.</p> <p>-Refractariedad bajo carga.</p> <p>-Aislamiento de calor.</p> <p>-Nulo desprendimiento de polvo.</p> <p>-Exactitud dimensional.</p> <p>-Estabilidad dimensional en caliente y frío.</p>	<p>-Refractarios ácidos.</p> <p>-Refractarios básicos y neutros.</p> <p>-Refractarios de arcilla refractaria.</p>

Tabla No.7 Productos cerámicos refractarios

## AISLANTES TERMICOS

Producto	Uso	Características	Tipo de Pasta
-Ladrillos aislantes.	-Numerosas aplicaciones en las que se requiere un buen aislante térmico, las cuales comprenden desde viviendas a hogares y hogares de alta temperatura, como:  -Aislantes térmicos de edificios. -Construcción de hornos.	-Productos muy porosos que impiden la transmisión del calor por conducción, convección y radiación.  -Existen tres grupos: 1. Temperatura baja: Superficie fría hasta 15°C. Superficie caliente hasta 40°C. 2. Temperatura intermedia: Superficie caliente hasta 900°C. 3. Temperatura Alta: Superficie caliente hasta 1550°C.	-Pastas de aislamiento térmico.

Tabla No.8 Productos cerámicos aislantes térmicos

## CAPITULO 2

# COMPONENTES DE LA CERAMICA

La arcilla es la única materia prima indispensable en la elaboración de la **Cerámica tradicional** debido a sus dos principales características: la plasticidad y la capacidad de cocción.

La **arcilla** es una sustancia mineral formada por descomposición de diversas rocas feldespáticas por acción del agua a través del curso de miles de años. El resultado de esta descomposición es un Silicato de Alúmina llamado Caolinita o Substancia Arcillosa de fórmula:



en porcentajes de 40% Oxido de Aluminio, 46% Sílice y 14% Agua. La Caolinita se encuentra en proporciones variables en los diferentes tipos de arcillas\*, las cuales se pueden clasificar por su origen geológico en dos grandes grupos:

\*En el Apéndice 1 se pueden consultar las características principales de los materiales plásticos o arcillosos.

**1. Arcillas primarias.** Se encuentran en el mismo lugar de su formación y suelen ser las más puras de las arcillas por su alto contenido de Caolinita (98%), su punto de fusión es muy alto (1750°-1770°C) y son poco plásticas por presentar partículas gruesas por lo cual no pueden ser trabajadas sin combinarse con otros materiales, la coloración que presentan después de la quema es blanca. A este grupo pertenece el Caolín.

**2. Arcillas secundarias.** Arrastradas por el agua y depositadas lejos de las rocas madres de que proceden, estas arcillas son más plásticas debido a la finura de su grano. La Caolinita que se encuentra presente en estas arcillas es muy variable por estar combinada con otras sustancias (sílice, feldespato, óxidos, etc.) en diferentes porcentajes, dando lugar a un gran número de tipos de arcillas secundarias con características propias, sin embargo, sólo algunas pueden ser trabajadas sin mezclarse con otros materiales formando por sí mismas un cuerpo cerámico.

### **Propiedades de la arcilla antes de la cocción**

Las propiedades de la arcilla que se mencionan a continuación y que son conferidas por ésta a las pastas, representan algunas de las más importantes para la producción de la cerámica:

**a) Plasticidad.** La arcilla cuando está húmeda con la cantidad adecuada de agua, tiende a mantener cualquier forma que se le de, esta propiedad se conoce como plasticidad y es una de las principales cualidades del material. Entre los materiales naturales, la arcilla es única en su grado de plasticidad, haciendo posible la fabricación de objetos cerámicos con una infinita variedad de formas.

Las arcillas varían grandemente de plasticidad. Algunas arcillas "gruesas", aún cuando son consideradas como no plásticas, son útiles para hacer ladrillos y otros productos pesados, tales como tejas y tubos de drenaje. Otras arcillas, como la bentonita, son demasiado plásticas y pegajosas para utilizarse por sí mismas y deben mezclarse con otras menos plásticas para ser útiles.

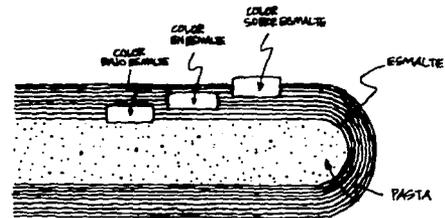
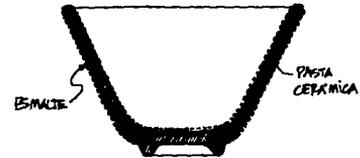
**b) Fluidéz.** La combinación de arcillas o pasta cerámica con la adecuada proporción de agua y desfloculantes da lugar a una mezcla suave y cremosa con un grado de fluidéz que le permite llegar a todos los rincones de un molde de forma determinada.

**c) Contracción de secado de la arcilla.** Es la contracción originada por pérdida de agua en el proceso de secado de una pieza cerámica y es mayor que la que se presenta en la cocción.

**d) Resistencia en fresco.** La propiedad de la arcilla de mantenerse unida, conocida como resistencia en fresco, es esencial para la producción cerámica. La resistencia en fresco de una arcilla o pasta cerámica varía de acuerdo al método en que ha sido moldeada, pues de éste depende la orientación de las partículas y el espesor y grado de

perfección de la envoltura original de agua que las mantiene unidas. La experiencia ha demostrado que las piezas extruidas y prensadas tienen la máxima resistencia y que ésta disminuye para las piezas torneadas y se hace mínima para las que han sido formadas por vaciado.

**e) Cocción.** El endurecimiento irreversible que tiene lugar cuando una arcilla se calienta fuertemente es una de sus características fundamentales. Con la cocción, la arcilla se transforma en **cerámica** produciéndose cambios físicos y químicos con los cuales el material se vuelve duro y resistente al agua. Las temperaturas de cocción varían de acuerdo al tipo y pureza de la arcilla. Durante esta transformación se presenta otra contracción o encogimiento en la pieza cerámica.



Sección de una pieza cerámica

## 2.1 Estructura de una pieza cerámica

Si se realiza un corte a una pieza cerámica encontraremos los siguientes componentes:

1. **Pasta cerámica.** Constituye el cuerpo de la pieza y es por sí mismo el material cerámico.
2. **Esmalte o vidriado.** Funciona como cubierta con fines prácticos y/o decorativos.
3. **Colores cerámicos.** Su función es decorativa.

### 2.1.1 Pasta cerámica

Es aquella mezcla compuesta por materiales arcillosos llamados plásticos y por materiales no arcillosos o antiplásticos\* que conforman un cuerpo cerámico. Esta combinación se realiza con el propósito de conseguir características cerámicas bien definidas, pudiendo combinar arcillas entre sí o bien una o más arcillas con materiales no plásticos.

\*En el Apéndice 2 se mencionan las características de los materiales antiplásticos más usados en la composición de una pasta cerámica

Existen en la naturaleza arcillas que de alguna manera funcionan como "pastas" ya que en su composición se encuentran tanto sustancias arcillosas como sustancias antiplásticas y que pueden ser trabajadas sin necesidad de ser mezcladas. No hay que confundir una arcilla con una pasta, puesto que ésta última ha sido "diseñada" con un fin explícito.

Las razones por las que una arcilla natural deba ser "manipulada" de acuerdo al tipo de pasta y al proceso de producción deseados, son básicamente:

1. Bajar o subir el punto de cocción.
2. Evitar agrietamientos en el secado y la quema.
3. Aumentar o disminuir la plasticidad.
4. Mejorar el acoplamiento con el vidriado.
5. Cambiar el color o la textura.
6. Aumentar o disminuir la absorción.

Las pastas cerámicas se pueden clasificar por su temperatura de quema en:

- Baja temperatura - 650° a 900° C.
- Media temperatura - 900° a 1200° C.
- Alta temperatura - 1200° a 1300° C.

La temperatura de cocción, composición y características técnicas de las llamadas pastas tradicionales (alfarería, loza, gres y porcelana) con las cuales se puede producir vajillas, artículo decorativo, artículo de cocina, etc. se presentan en la tabla No.9.

## 2.1.2 Esmalte o vidriado.

Es una capa fina de vidrio fundido sobre la superficie de la pasta y es aplicada con el objeto de hacerla impermeable, más inerte químicamente y más agradable al tacto y a la vista, dar mayor resistencia mecánica y al rayado.

Esta capa fina y dura debe de adaptarse a cuerpos cerámicos de naturaleza química y físicamente diferentes, por lo cual se requiere de esmaltes especiales para cada tipo de pasta.



Superficie de contacto entre la pasta y el esmalte

PASTAS TRADICIONALES

BAJA TEMPERATURA			MEDIA TEMPERATURA						ALTA TEMPERATURA		
ALFARERIA			BLANCA-COLOREADA			LOZA			FINO		
TEMPERATURA DE COCCION (1)	COMPOSICION (2)	CARACTERISTICAS TECNICAS (3)	TEMPERATURA DE COCCION (1)	COMPOSICION (2)	CARACTERISTICAS TECNICAS (3)	TEMPERATURA DE COCCION (1)	COMPOSICION (2)	CARACTERISTICAS TECNICAS (3)	TEMPERATURA DE COCCION (1)	COMPOSICION (2)	CARACTERISTICAS TECNICAS (3)
850°C a 800°C	Total o parcialmente de harin Mazza de dentos	Confección 7-10% Almacen 10-20%	960°C a 1100°C	Aralla 50% Silice 40% Carbonab de Calcio 10%	Confección 7-10% Almacen 10-15%	1100°C a 1200°C	Aralla 50% Silice 40% Feldspato 10%	Confección 7-10% Almacen 4-8%	1200°C a 1300°C	Aralla 70% Silice 15% Feldspato 15%	Confección 12-18% Almacen 0-2.5%
Para pucda ser cocida hasta 1000-1050°C	Agr aque gros para harinizar			Agrega pequeños porcentajes de cenizas para colorear							

- (1) Las temperaturas proporcionadas representan rangos que pueden variar de acuerdo a la composición de cada pasta.  
 (2) Se presentan solamente los materiales y porcentajes básicos que componen una pasta, ya que en una composición comúnmente participan otros materiales.  
 (3) Los porcentajes pueden variar de acuerdo a la composición de las pastas.

Tabla No.9 Características de las pastas tradici

PASTAS TRADICIONALES

BARRERA		MEDIA TEMPERATURA LOZA						ALTA TEMPERATURA								
		BLANCA COLOREADA		SEMIVITREA		FINO		GRES		RESISTENTE AL FUEGO		BLANDA				
CON (2)	CARACTERISTICAS TECNICAS (3)	TEMPERATURA DE COCCION (1)	COMPOSICION (2)	CARACTERISTICAS TECNICAS (3)	TEMPERATURA DE COCCION (1)	COMPOSICION (2)	CARACTERISTICAS TECNICAS (3)	TEMPERATURA DE COCCION (1)	COMPOSICION (2)	CARACTERISTICAS TECNICAS (3)	TEMPERATURA DE COCCION (1)	COMPOSICION (2)	CARACTERISTICAS TECNICAS (3)			
Contra	Construccion 7-10%	980°C a 1100°C	Arcilla 50%	Construccion 7-10%	1100°C a 1200°C	Arcilla 50%	Construccion 7-10%	1200°C a 1300°C	Arcilla 70%	Construccion 13-18%	1200°C a 1300°C	Agregar a 15-25% de gres	Construccion 10-15%	1250°C a 1300°C	Caolin 50%	Contra
Blanca	Absorcion 10-20%		Slice 40%	Absorcion 10-15%		Slice 40%	Absorcion 4-8%		Slice 15%	Absorcion 0.0-2.5%					Slice 20%	Blanca
			Carbonato de Calcio 10%			Feldespato 10%			Feldespato 15%						Feldespato 30%	
			Agregar pequeñas porciones de óxidos para colorar													

Se encuentran rangos que pueden variar de acuerdo a la composición de cada pasta.  
 Se y por consiguiente las características técnicas que componen una pasta, ya que en una composición comúnmente participan otros materiales.  
 Referido a la composición de las pastas.

Tabla No.9 Características de las pastas tradicionales

PASTAS TRADICIONALES

SEMIVITREA			GRES			RESISTENTE AL FUEGO			BLANDA			PORCELANA			DURA		
TEMPERATURA DE COCCION (1)	COMPOSICION (2)	CARACTERISTICAS TECNICAS (3)	TEMPERATURA DE COCCION (1)	COMPOSICION (2)	CARACTERISTICAS TECNICAS (3)	TEMPERATURA DE COCCION (1)	COMPOSICION (2)	CARACTERISTICAS TECNICAS (3)	TEMPERATURA DE COCCION (1)	COMPOSICION (2)	CARACTERISTICAS TECNICAS (3)	TEMPERATURA DE COCCION (1)	COMPOSICION (2)	CARACTERISTICAS TECNICAS (3)	TEMPERATURA DE COCCION (1)	COMPOSICION (2)	CARACTERISTICAS TECNICAS (3)
1100°C a 1200°C	Arcilla 50% Sílice 40% Feldespato 10%	Contracción 7-10% Absorción 4-8%	1200°C a 1300°C	Arcilla 70% Sílice 15% Feldespato 11%	Contracción 13-18% Absorción 0.0-2.5%	1200°C a 1300°C	Arcilla 15-25% se greg	Contracción 10-15%	1250°C a 1300°C	Caolín 50% Sílice 20% Feldespato 30%	Contracción 14-17% Absorción 0.0-2.0%	1300°C a 1450°C	Caolín 50% Sílice 25% Feldespato 25%	Contracción 15-17% Absorción 0.0-0.5%			

Tabla No.9 Características de las pastas tradicionales

PASTAS TRADICIONALES

ALTA TEMPERATURA											
GRES			RESISTENTE AL FUEGO			BLANDA			PORCELANA		
TEMPERATURA DE COCCION (1)	COMPOSICION (2)	CARACTERISTICAS TECNICAS (3)	TEMPERATURA DE COCCION (1)	COMPOSICION (2)	CARACTERISTICAS TECNICAS (3)	TEMPERATURA DE COCCION (1)	COMPOSICION (2)	CARACTERISTICAS TECNICAS (3)	TEMPERATURA DE COCCION (1)	COMPOSICION (2)	CARACTERISTICAS TECNICAS (3)
1200°C a 1300°C	Anillo 70% Sílice 15% Feldespato 15%	Contracción 13-18% Absorción 0.0-2%	1200°C a 1300°C	Agregar a 15-25% de gres	Contracción 10-16%	1250°C a 1300°C	Caolín 50% Sílice 20% Feldespato 30%	Contracción 14-17% Absorción 0.0-2.0%	1360°C a 1450°C	Caolín 50% Sílice 25% Feldespato 25%	Contracción 15-17% Absorción 0.0-0.5%

No.9 Características de las pastas tradicionales

Si el acoplamiento entre pasta y esmalte es inadecuado, éste se agrieta después de la quema.



Relación pasta esmalte

El Sílice ( $\text{SiO}_2$ ) es el material fundamental en la formación de vidrio y acompañado de otros óxidos que funcionan como modificantes (fundentes, reguladores) forman un esmalte\*. Este puede ser brillante o mate,

transparente u opaco, con o sin color logrando para cada caso efectos diferentes sobre la superficie de la pasta.

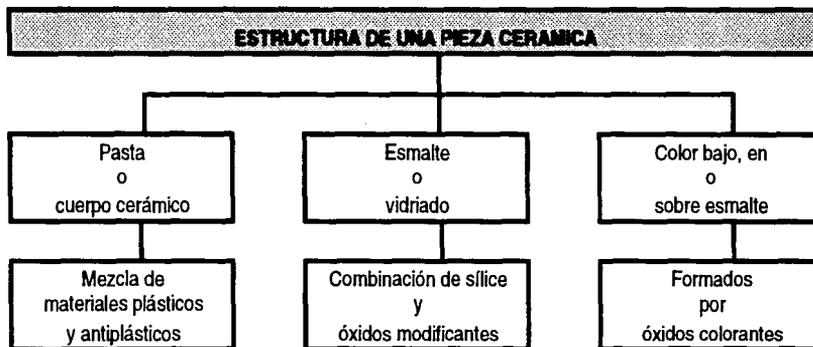
### 2.1.3 Colores

Son pigmentos a base de óxidos colorantes\* mezclados con fundentes cuyo objetivo es meramente decorativo. Se pueden encontrar bajo, en y sobre esmalte y pueden ser aplicados sobre la pieza con difentes técnicas.

\*Para la composición de esmaltes consultar el Apéndice 3.

\*El Apéndice 4 muestra los óxidos colorantes más usados.

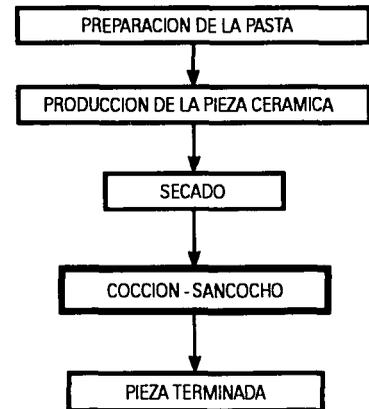
## 2.2 Resumen esquemático



## CAPITULO 3

# COMO SE PRODUCE UNA PIEZA CERAMICA.

La producción de una pieza cerámica en su proceso más elemental consiste en:



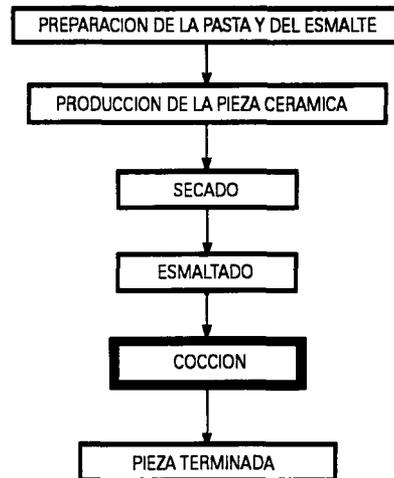
**Producción de una pieza cerámica sin esmalte**

Obteniéndose una pieza quemada en sancocho que ha adquirido dureza y resistencia, pero que al carecer de la cubierta de esmalte su uso queda limitado a fines decorativos. Estas piezas suelen ser usadas para ser decoradas con las llamadas técnicas en frío a base de colores no cerámicos como: acrílicos, lacas, vinílicas, etc.

La producción de piezas esmaltadas sigue siendo sencilla y tiene dos modalidades: la monococción y la doble cocción, siendo la más usada de ellas esta última por ofrecer mayor calidad en el esmalte y por que la pieza sancochada por su dureza es fácil de manipular, no así la pieza seca que se vuelve muy frágil.

En la monococción, una vez que la pieza está seca y se torna porosa por la pérdida de agua pasa inmediatamente a esmalte para posteriormente ser cocida y adquirir su dureza final junto con el vidriado.

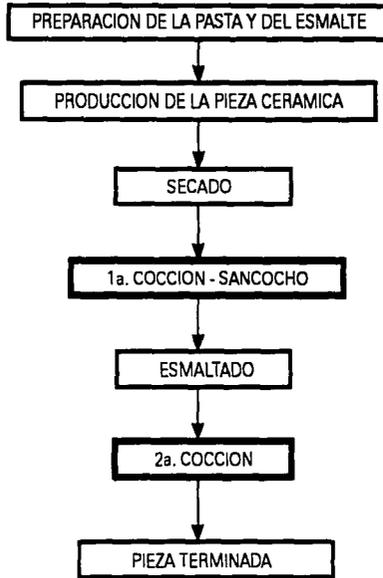
La doble cocción requiere de una primera quema o sancocho antes de esmaltar la pieza, ésta suele hacerse a una menor temperatura para las pastas de gres y porcelana y a una mayor o igual para la alfarería y loza, en ambos casos es necesario que exista porosidad en la pieza que permita que el esmalte se adhiera a las paredes. En la segunda cocción los objetos son quemados a su temperatura final en donde adquieren plenamente sus características.



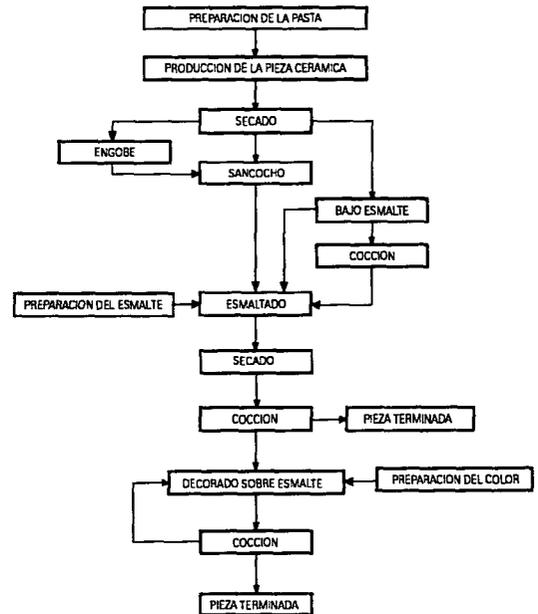
Producción de una pieza cerámica en monococción

El método de producción puede volverse más complejo a medida que se introducen otros elementos como:

- Decorados bajo y sobre esmalte o engobes.

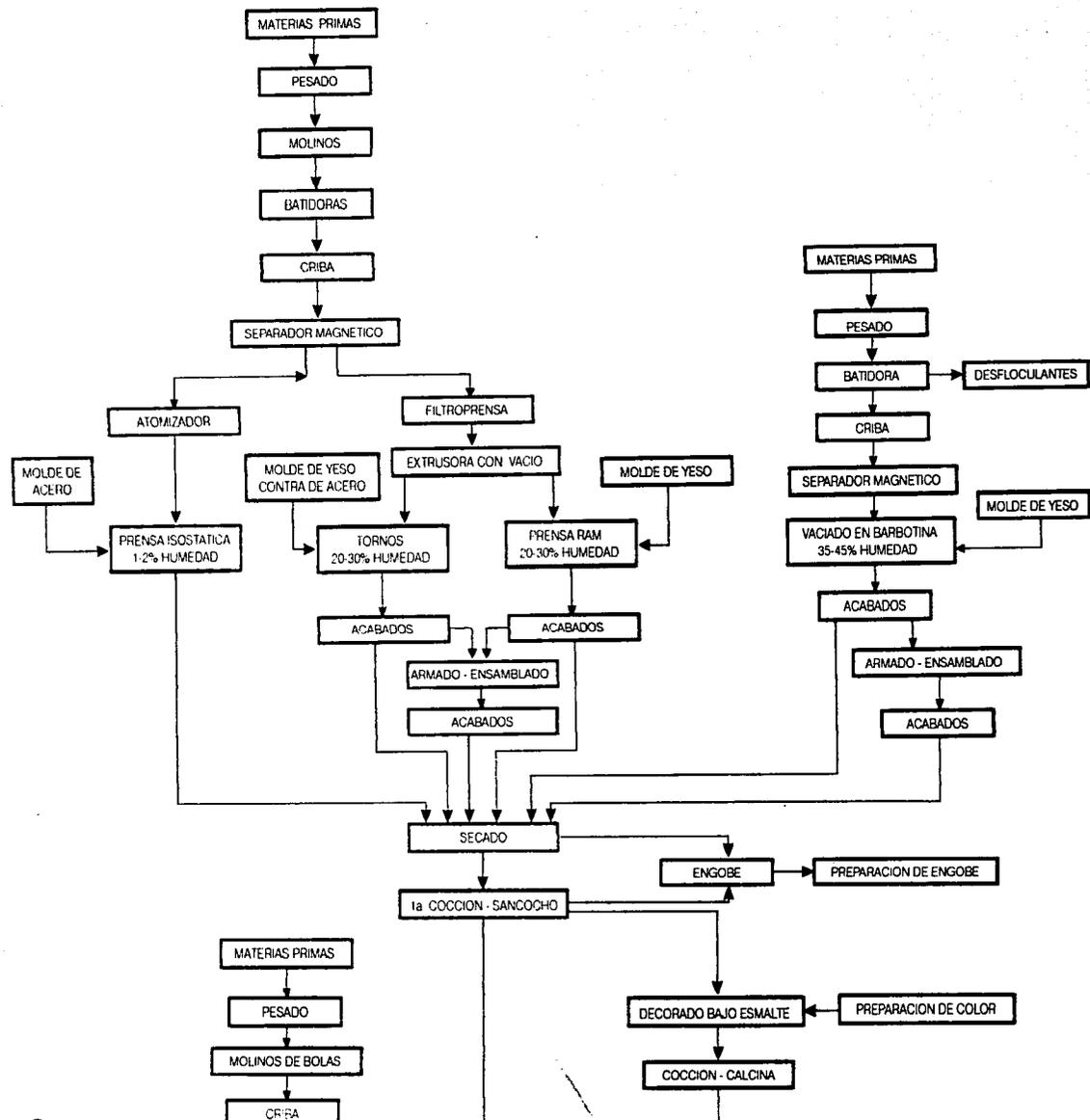


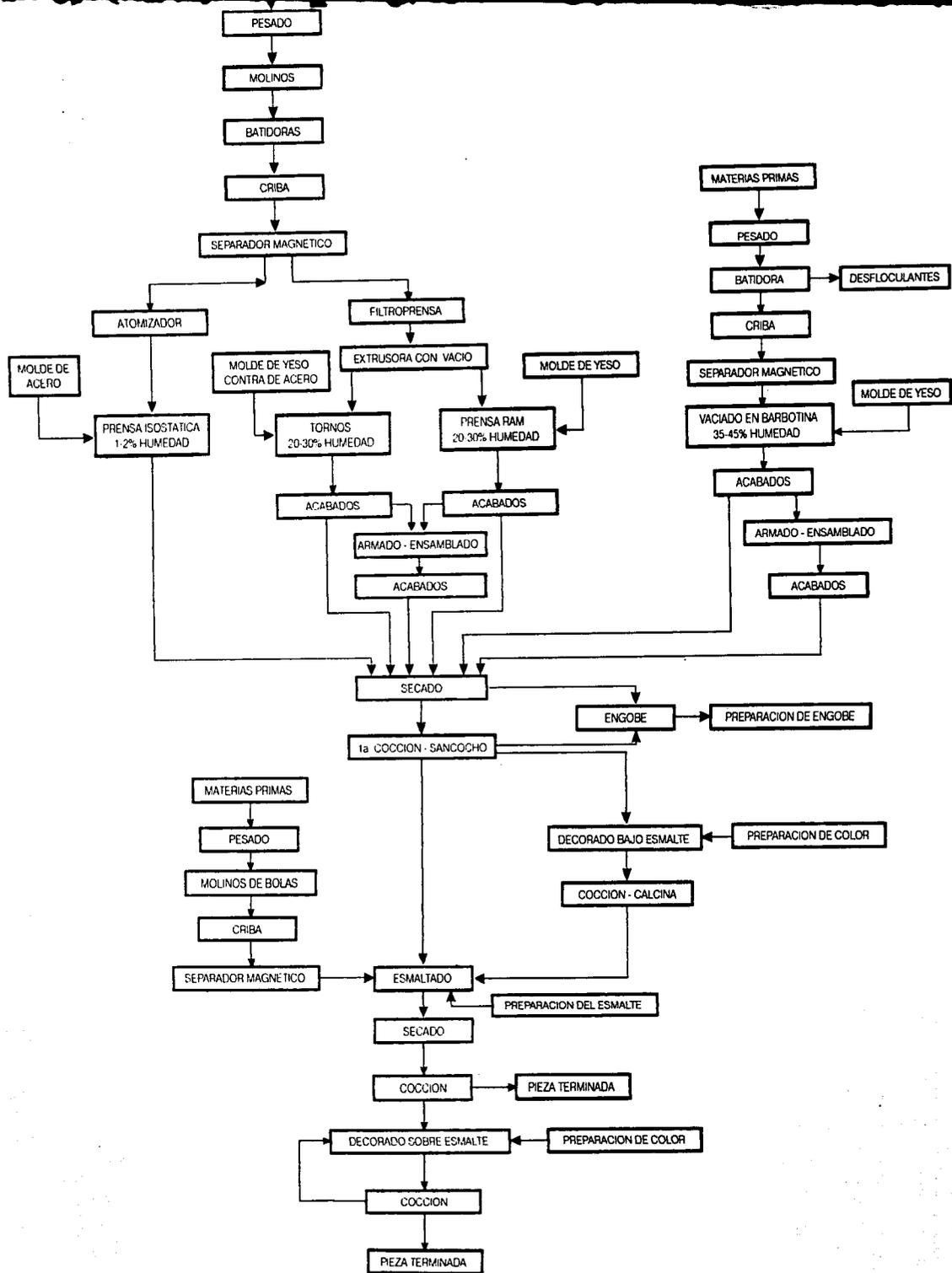
Producción de una pieza cerámica en 2 cocciones



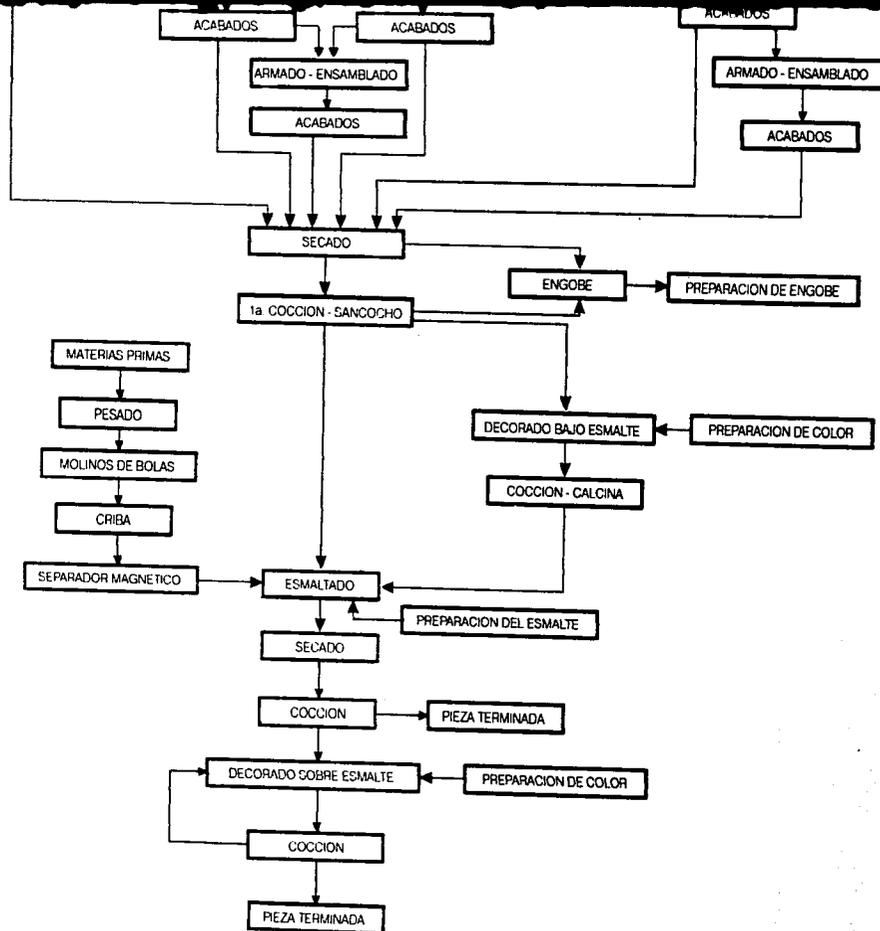
Producción de una pieza cerámica

- Diferentes tipos de procesos de producción como en las grandes industrias en donde disponen de maquinaria muy especializada (Ver diagrama: Producción industrial de una pieza cerámica).





Producción industrial de una pieza cerámica



Producción industrial de una pieza cerámica

## CAPITULO 4

# SECADO Y COCCION

Durante la producción de una pieza cerámica ocurren dos fenómenos de suma importancia muy relacionados entre sí, el **secado** y la **cocción**. En ambos existe eliminación de agua física y/o química y contracción de la pieza.

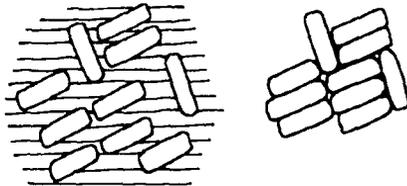
PASTA CERÁMICA HÚMEDA $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O + Agua$	PASTA CERÁMICA SECA $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$	PASTA CERÁMICA COCIDA $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$
		

Cambios físicos y químicos en un cuerpo cerámico

### 4.1 Secado

El secado consiste básicamente en la pérdida de agua contenida en el material por medios naturales o artificiales y el mecanismo es el siguiente:

Al aire, la arcilla húmeda cede agua gradualmente al medio ambiente hasta que ya no contiene agua libre, a medida que la película de agua existente entre las partículas de arcilla se pierde por evaporación, éstas se acercan más entre sí cerrando el espacio que había sido ocupado por el agua produciéndose una contracción de secado que dependerá del tamaño de las partículas de la arcilla y de la cantidad de agua que las separa. La contracción está casi siempre relacionada con la estructura del grano de la arcilla y por ello también con la plasticidad, las arcillas que tienen un tamaño de partículas muy fino y por ello son más plásticas se contraen más por la presencia de un mayor número de intersticios llenos de agua que se cierran, inversamente las arcillas de partículas más gruesas se contraen menos.

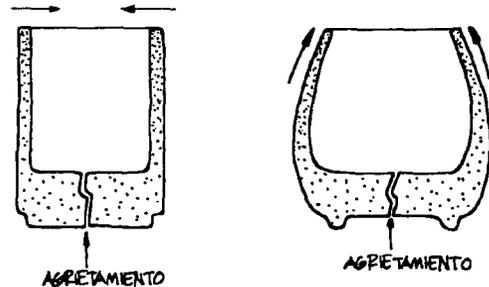


Encogimiento por pérdida de agua

Un trozo de arcilla seca contiene más o menos agua libre según el medio ambiente que la rodea, por tal razón el secado se completa realmente en el horno.

La contracción existente en todas las piezas cerámicas durante el secado puede originar deformaciones,

alabeos o agrietamientos si ésta se realiza muy rápidamente y de una forma irregular, por ejemplo: una pieza que se encuentra al sol o en una corriente de aire. O bien, si los espesores son irregulares se produce un encogimiento rápido en las paredes delgadas originando un agrietamiento en las gruesas.



Agrietamiento producido por espesores diferentes

#### 4.2 Cocción

La cocción depende del secado, ya que una pieza húmeda se romperá dentro del horno al formarse vapor por evaporación rápida de agua contenida.

Durante este proceso se generan profundos cambios, una arcilla cocida es totalmente diferente química y físicamente a una cruda. La arcilla después de ser quemada se transforma propiamente dicho en **cerámica** y al adquirir dureza y resistencia al agua el material se hace relativamente indestructible, se vuelve inerte. Aunque una pieza se rompa, sus fragmentos permanecerán sin cambio

durante miles de años aún en suelos húmedos o sumergidos en agua, por el contrario, una arcilla cruda puede ser reprocesada una y otra vez.

Los cambios que se producen durante este proceso son los siguientes:

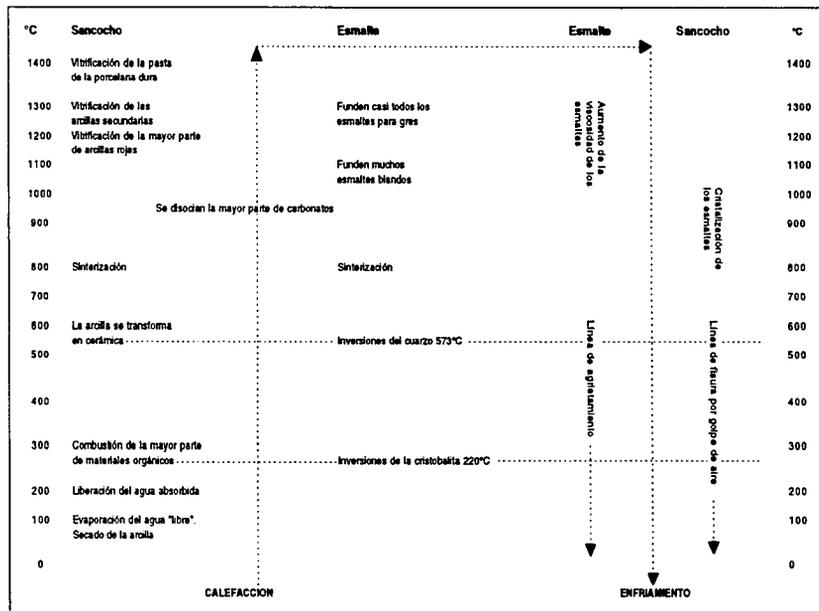


Diagrama de cocción

### Cocción de pastas

- **100°C.** La arcilla termina de secarse al evaporarse el agua del medio ambiente contenida en ella.

- **200° a 225°C.** La cristobalita alfa, en caso de estar presente, se convierte en cristobalita beta produciendo una expansión del 3%.

- **300°C.** Combustión de la mayor parte del material orgánico.

- **350°C.** El agua contenida químicamente en la arcilla comienza a eliminarse. El agua química no debe confundirse con el agua absorbida del medio ambiente y la usada para dar plasticidad a la arcilla y que escapa durante el secado, esta agua es la que corresponde a las 2 moléculas de la fórmula  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ .

- **573°C.** Inversión del cuarzo. Todas las arcillas contienen una cantidad apreciable de cuarzo ( $SiO_2$ ), éste puede estar en la naturaleza asociado con la arcilla como un mineral, o puede ser añadido en una formulación. El cuarzo cristalino tiene un cierto número de formas diferentes según su temperatura, cuando ésta sube los cristales de cuarzo se redondean por sí mismos ocurriendo ligeros cambios de volumen (2%), cuando alcanzan los 573°C los cristales de cuarzo pasan del estado alfa al estado beta. De la misma manera al enfriarse cambia de beta a alfa y vuelve a tomar su forma cristalina y tamaño original. Es necesario cuidar que tanto el calentamiento como el enfriamiento no sean demasiado rápidos a esta temperatura ya que las piezas pueden agrietarse.

- **600°C.** La arcilla se transforma en cerámica.

- **600° a 800°C.** Sinterización. Es el estado intermedio en la cocción en la que la fase líquida todavía no ha iniciado, pero las reacciones del estado sólido han fundido ya el material dando lugar a un descenso de la porosidad y un aumento en la resistencia, es decir, que los puntos de contacto entre las partículas de la arcilla o masa cerámica se han fundido entre sí, originando un tejido más resistente en donde las partículas han comenzado a adoptar una forma más esférica.



Sinterización

- **1200° a 1400°C.** Vitrificación. La vitrificación es el endurecimiento, compactación y transformación parcial de la arcilla en vidrio, dándole a ésta características de dureza, gran resistencia a la compresión, impermeabilidad, resistencia al roce, inercia química e insolubilidad. Este endurecimiento es el resultado de la fusión de algunos componentes de la arcilla o pasta cerámica que funden a temperaturas determinadas por lo cual la vitrificación es

gradual. A medida que avanza la temperatura, las sustancias o impurezas más fusibles pueden fundirse en pequeñas cuentas de vidrio, estas cuentas líquidas de material fundido pegan las partículas entre sí como una cola actuando como un disolvente y provocando una fusión posterior. Si la cocción se excede de calor, el material se funde completamente en forma líquida que después de enfriarse pasa a ser un vidrio.

Las arcillas o cuerpos cerámicos vitrifican a distintas temperaturas según su composición, una arcilla roja puede fundirse aproximadamente a 1250°C mientras que un caolín funde por encima de los 1800°C. Durante la vitrificación se produce más contracción debido a la disminución de tamaño de las partículas a medida que se aproxima la fusión y a la disposición más cercana de éstas en su matriz vítrea.

## Cocción de esmaltes

### Fase de calentamiento:

- **200° a 225°C.** La cristobalita alfa, en caso de estar presente, se convierte en cristobalita beta produciendo una expansión del 3%.
- **573°C.** El cuarzo alfa se convierte en cuarzo beta con expansión del 2%.
- **800°C.** Sinterización. Debido a la fusión de algunos

componentes, el esmalte se aglomera sobre la cerámica en un recubrimiento tenaz.

- **1100° a 1300°C.** A medida que avanza la fusión el esmalte se hace más líquido formando una capa lisa sobre la arcilla o pasta.

### Fase de enfriamiento:

- **650° a 600°C.** Se solidifican los esmaltes de gres y porcelana.

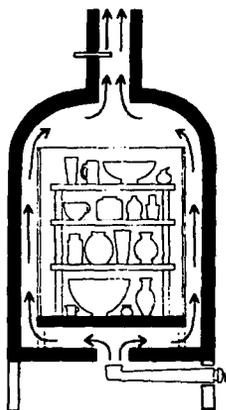
- **500° a 400°C.** Se solidifican los esmaltes de alfarería y loza.

## 4.3 Hornos y tipos de quema

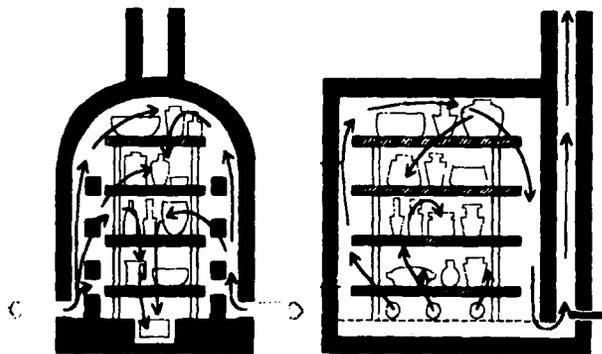
### 4.3.1 Hornos

Existe una gran cantidad de hornos; de tiro ascendente, tiro invertido, de túnel, etc. alimentados con diferentes tipos de energía; leña, petróleo, gas, electricidad, en donde se requiere ante todo una buena distribución del calor que permita el adecuado cocimiento de las piezas, ya que es justamente en este proceso en donde la arcilla se convierte en cerámica.

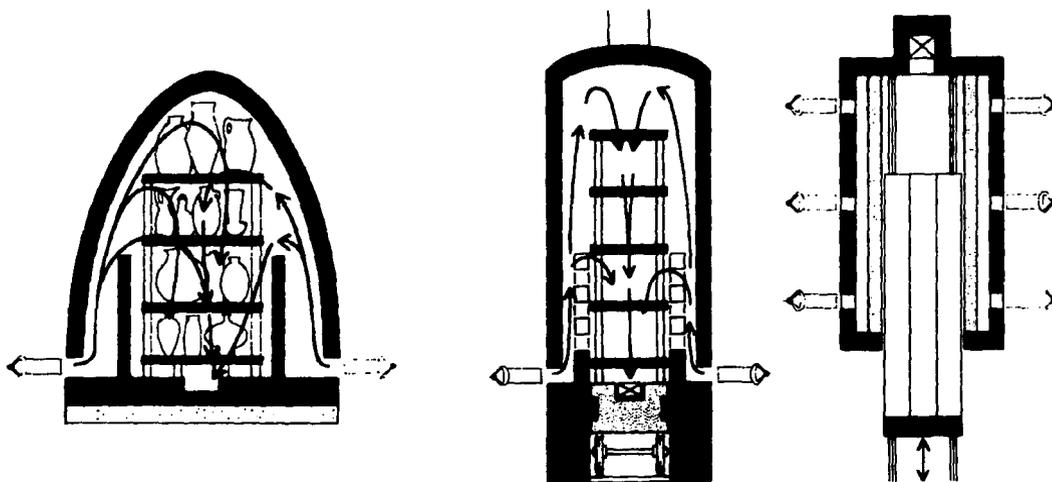
El gas representa el medio más utilizado en México para la alimentación de los hornos debido a su costo y a que se pueden lograr diferentes atmósferas.



Horno de tiro ascendente



Horno de tiro descendente o invertido



Horno de cúpula catenaria

Horno de vagoneta

Imágenes tomadas de: *Cerámica, Manual para el Alfarero*. Nelson, Glenn C.

### 4.3.2 Tipos de quema

Durante la cocción se puede crear en el interior del horno tres tipos de atmósfera:

**Atmósfera de oxidación.** Se da en presencia de oxígeno y proporciona una atmósfera limpia con resultados constantes en pastas y esmaltes. Este es el tipo de quema más utilizado en la industria cerámica.

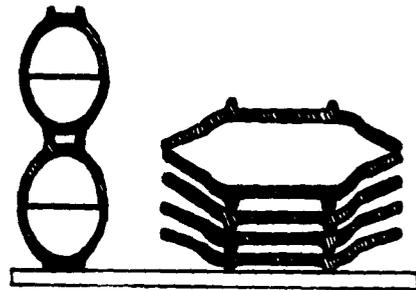
**Atmósfera de reducción.** Se logra al reducir la cantidad de oxígeno dentro del horno cerrando todos los accesos de aire, para que la combustión pueda continuar debe tomarlo de la composición química de pastas y esmaltes de las piezas contenidas dentro del horno, produciendo efectos especiales particularmente en los esmaltes. Los resultados de este tipo de atmósfera no son siempre los mismos, por lo cual su uso no es muy común.

**Atmósfera neutra.** Es aquella que no es oxidante ni reductora. En la combustión se quema todo el oxígeno sin producir monóxido de carbono.

### 4.3.3 Colocación de las piezas dentro del horno

El sistema de carga del horno depende del estado de la pieza que va a cocerse:

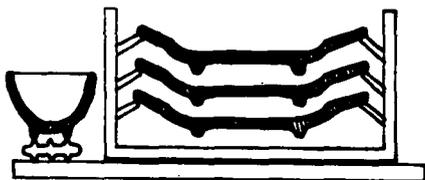
- Las piezas crudas y sin esmalte pueden ser apiladas sin importar que hagan contacto entre ellas, logrando así el máximo aprovechamiento de todo el espacio interno del horno.



Cocción de piezas en sancocho

Las piezas esmaltadas, estén crudas o sancochadas, requieren de un cuidado extremo para ser cargadas ya que éstas no deben de hacer contacto debido a que se pegarían entre ellas en el momento en que el esmalte pase de su fase

líquida a la de endurecimiento. Existe una gran cantidad de accesorios (placas, tripoides, barras, portaplatos, etc.) para el horno que permiten el mejor aprovechamiento del espacio.



**Cocción de piezas esmaltadas**

4.4 Resumen esquemático

CAMBIOS FISICOS Y QUIMICOS		
Pasta cerámica húmeda	Pasta cerámica seca	Pasta cerámica cocida
Necesita un porcentaje de humedad para ser trabajada	Pierde el agua física	Pierde el agua química
Se le puede dar forma a la pasta	La pieza se vuelve frágil	La pieza se vuelve inerte

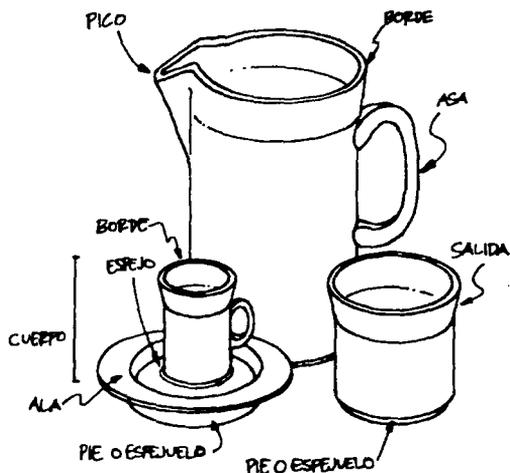
## CAPITULO 5

# CONSIDERACIONES GEOMETRICAS

Las formas que se generan de un material responden siempre a diferentes factores: estéticos, de uso, de producción, de costos y del material mismo que posee un lenguaje formal propio que lo distingue de otros, así la cerámica tiende a las formas suaves y redondas, no angulosas como las metálicas. Los ejemplos ilustrados a continuación muestran lineamientos esenciales para el diseño de piezas cerámicas.

### 5.1 Partes de las piezas cerámicas

Debido a que no existe una terminología especial para denominar las partes de una pieza, los nombres que aquí se presentan han sido tomados del lenguaje que se utiliza dentro de la industria cerámica, pudiendo presentarse diferencias de un lugar a otro.



Partes de las piezas cerámicas

## 5.2 Reglas básicas

4 reglas básicas que debemos de seguir siempre en el diseño de un objeto cerámico son:

1. Diseñar las piezas con espesores lo más parejo que sea posible, considerando que existen secciones que naturalmente son mas gruesas (asas, espejuelo, bordes) y que las diferentes pastas por la naturaleza propia del material exigen un espesor determinado.



Espesores iguales

Espesores recomendados para cada pasta:

Alfarería: 6 - 8 mm.

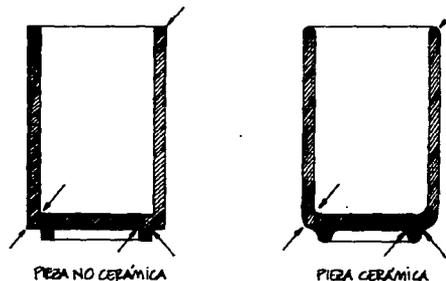
Loza: 4 - 6 mm

Gres: 4 - 5 mm

Porcelana de uso doméstico: 3 - 4 mm

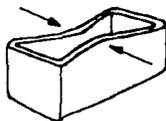
Porcelana de hotel: 5 - 6 mm

2. La cerámica tiende a la redondez hasta en el más mínimo detalle debido a que las secciones angulosas provocan rajaduras o son fáciles de despostillarse.

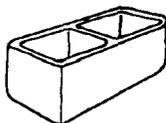


Líneas suaves y redondas

3. Las paredes planas y/o largas necesitan de algún soporte o elemento que las estructure ya que tienden a deformarse durante el encogimiento.



INCORRECTO



CORRECTO

Reforzar paredes largas



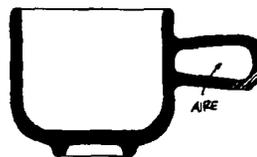
INCORRECTO



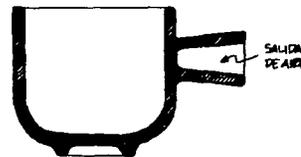
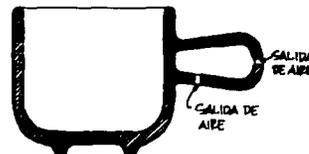
CORRECTO

Estructurar superficies planas

4. No dejar nunca aire contenido dentro de alguna sección del objeto diseñado, ya que éste al calentarse se expande hasta hacer estallar la pieza dentro del horno.



INCORRECTO

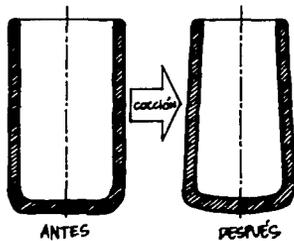


CORRECTO

Salidas de aire

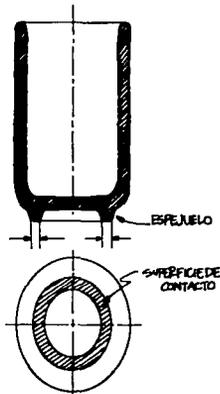
### 5.3 Espejuelo, pie o reliz

Una base plana corre el riesgo de pandearse durante el encogimiento de secado y cocción provocando que ésta no asiente adecuadamente sobre superficies rectas.



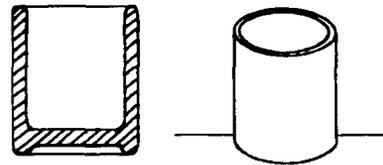
Base plana de una pieza

En una pieza con espejuelo, el contacto de la base con la superficie se reduce y la pieza se estructura ayudando a evitar cualquier deformación.

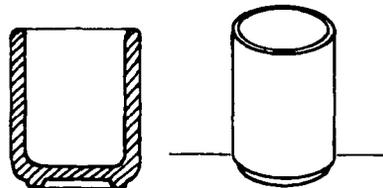


Base con espejuelo

Dos son los espejuelos más comúnmente usados produciendo cada uno de ellos efectos diferentes en la pieza:

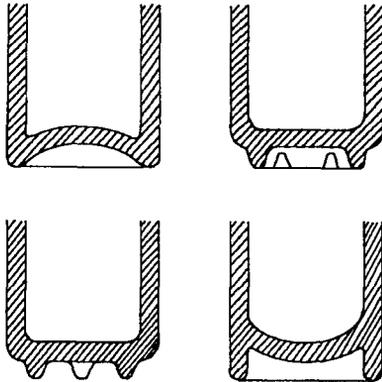


La pieza se ve "asentada" sobre la superficie



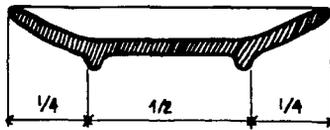
La pieza se percibe "flotando"

Las formas y posibilidades de espejuelo son infinitos, algunos de ellos pueden ser:



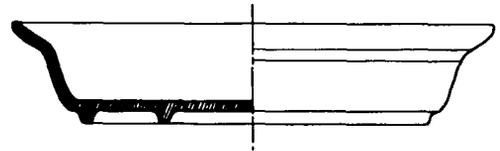
Espejuelos

Se recomienda que el largo del espejuelo de un plato o pieza llana no sea menor de la mitad del largo total de éste.



Espejuelo de un plato

Para **platos o platos muy grandes** es conveniente considerar un **doble espejuelo** que estructure la base evitando posibles alabeos.



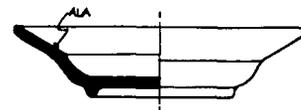
Platón con doble espejuelo

#### 5.4 Platos

Un plato con ala o borde más grueso puede evitar posibles deformaciones en el momento de la quema.



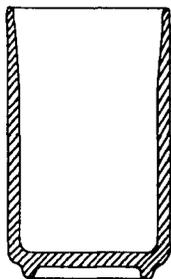
Plato sin ala



Plato con ala

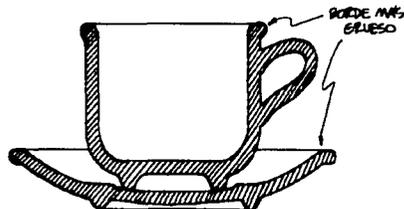
### 5.5 Bordes

Elaborar piezas de paredes delgadas resulta muy difícil sino se cuenta con la pasta y los medios adecuados para ello, **una manera de hacerlas parecer más finas es adelgazando ligeramente los bordes.**



Pieza con bordes más delgados

Por el contrario, cuando se tienen paredes muy delgadas como el caso de la porcelana y la pieza es **para uso pesado** (institucional u hotel), **es necesario engrosar el borde con un "gusano"**. No sólo se protegen los bordes de despostillamientos, sino que además se estructura la pieza conservando su forma a pesar del encogimiento.



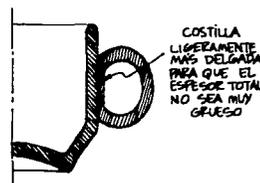
Piezas con bordes gruesos

### 5.6 Asas

Las asas más comunes pueden ser:

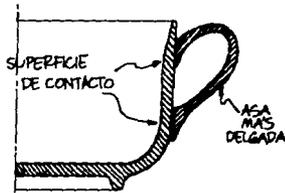


Asa sin costilla



Asa con costilla

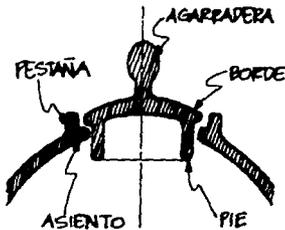
Si el asa es sin costilla y es muy delgada es necesario engrosar la zona de unión con el cuerpo de la pieza, para que el asa no sea tan frágil y pegue mejor.



Aumentar superficie de contacto en asas delgadas

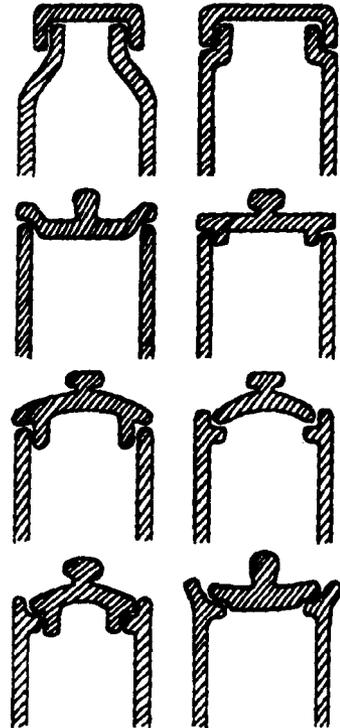
### 5.7 Tapas

Las partes de una tapa son:



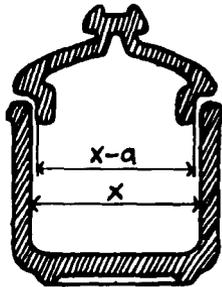
Encastre de una tapa

Existe una gran variedad de formas de tapas: las que envuelven el borde de la pieza, las que encastran, con agarradera, sin agarradera, etc.



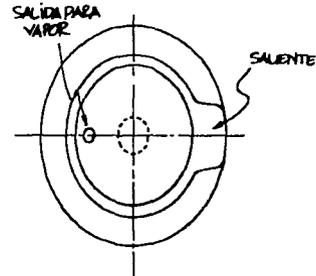
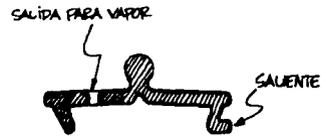
Variantes de tapas

Una tapa nunca debe de entrar justa a la pieza ya que ésta se atorará, por lo cual se recomienda dejar entre paredes un margen aproximadamente de 3 a 5 mm mínimo.



$$a = 3 \text{ a } 5 \text{ mm}$$

Holgura de tapa



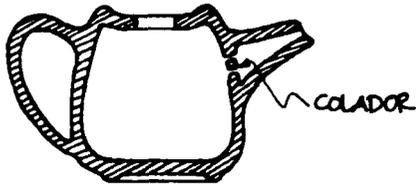
Tapa para cafetera y tetera

### 5.8 Tetera y cafetera

Algunas recomendaciones especiales para estas piezas son:

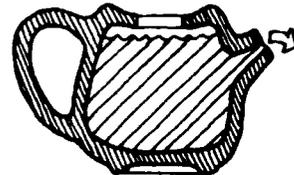
- Idealmente la tetera lleva una pared interna con perforaciones que tiene la función de colador, de acuerdo al proceso de producción y a los costos se considerará incluirla o no.

- Es conveniente que la altura del pico o pitorro no sea menor a la altura total de la pieza para poder llenar la cafetera o tetera sin riesgo de que el líquido salga.

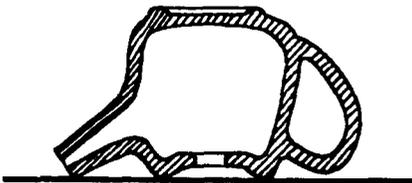


Colador para tetera

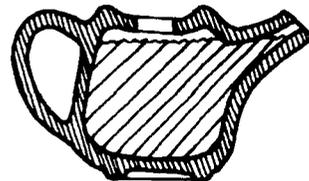
- Dependiendo del carácter del diseño se recomienda que la altura del asa y pico no excedan del borde para que la pieza pueda pararse cuando esté boca abajo.



Pico corto



Altura del asa y del pico para que la pieza apoye



Pico de buena altura

-De igual manera, el pico no debe de ser tan alto que cuando la pieza esté en uso el líquido salga por el borde antes de hacerlo por el pico.

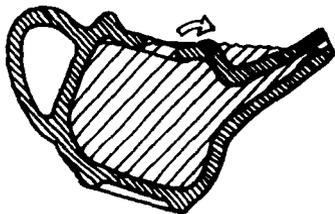


Pico alto

- Para evitar que de el pico escurra líquido, es necesario que las paredes no estén continuas sino que formen un ángulo que "corte" la gota.



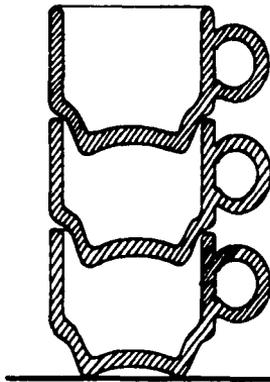
La gota escurre porque la superficie es continua



La gota no escurre por el cambio brusco de la pared

### 5.9 Piezas apilables

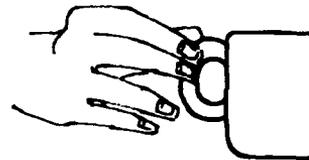
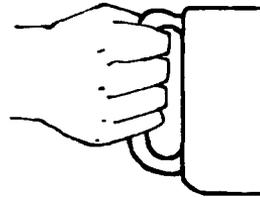
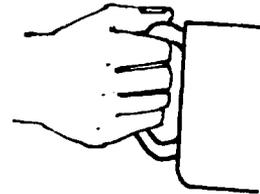
Para **piezas apilables** se debe de considerar la misma recomendación que para el encastre de tapas: **dejar una pequeña separación entre paredes (3 a 5 mm)**.



Pezas apilables

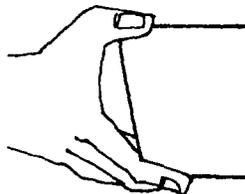
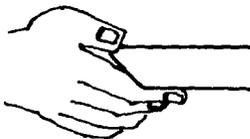
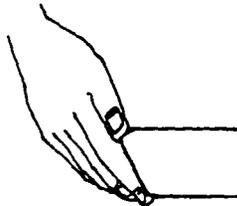
### 5.10.1 Posiciones características de la mano

Uno de estos factores es la manera de sujetar las piezas, tratando de que ésta sea lo más cómodamente posible. Algunas posiciones características de mano son:



### 5.10 Factores ergonómicos

Al diseñar una pieza cerámica siempre se deben de considerar factores ergonómicos ya que éstos influyen de manera determinante en la forma del producto.



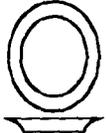
### 5.10.2 El peso de la pieza

Es importante pensar que las piezas tienen un peso, particularmente cuando son de gran tamaño como: jarras, cafeteras, soperas, etc., sin embargo, éste no solamente depende del tamaño sino también del tipo de cerámica con que estén producidas, teniendo que el más pesado es el gres, seguido de la porcelana, el barro y la loza.

### 5.11 Dimensiones y capacidades

Los artículos decorativos son de forma y tamaño tan variado que resulta imposible presentar dimensión alguna. Sin embargo, dentro de la industria cerámica de vajillas existen medidas estandarizadas para cada una de las piezas que la conforman, éstas se muestran en las tablas siguientes.

PIEZA LLANA		Dimensiones Capacidades (1)
	Plato trinche o base	∅ : 28 cm 30 cm
	Plato trinche	∅ : 19 cm 23 cm 26 cm 28 cm
	Plato pastel	∅ : 16 cm 20 cm 21 cm
	Plato mantequilla	∅ : 8 cm

PIEZA LLANA		Dimensiones Capacidades (1)
	Plato compota	∅ : 14 cm 120 ml
	Plato taza (2)	∅ : 14 cm 15 cm 16 cm 17 cm
	Plato moka (2)	∅ : 12 cm 13 cm
	Plato sopero	∅ : 24 cm 250 ml

(1) Las dimensiones y capacidades son los estándares más comunes en la Industria Cerámica, pero éstos pueden variar de acuerdo al diseño de la vajilla.

(2) Las dimensiones van en relación al tamaño y forma de la taza.

Tabla No.10 Estándares volumétricos para pieza llana

**CONSIDERACIONES GEOMETRICAS**

PIEZA LLANA		Dimensiones Capacidades (1)
	Tazón sopero	250 ml 350 ml 400 ml 420 ml
	Taza consomé	250 ml 400 ml 420 ml
	Plato cacerola	∅:21 cm

PIEZA LLANA		Dimensiones Capacidades (1)
	Platón oval llano	∅: 31 cm 38 ml
	Platón oval	250 ml (24x12 cm) 550 ml (33x16 cm)
	Platón rectangular	1,000 ml (27x5 cm)

(1) Las dimensiones y capacidades son los estándares más comunes en la Industria Cerámica, pero éstos pueden variar de acuerdo al diseño de la vajilla.

Continuación Tabla No.10 Estándares volumétricos para pieza llana

TAZA		Dimensiones Capacidades (1)
	Taza café	150 ml 160 ml 190 ml 200 ml 220 ml 250 ml
	Taza moka	90 ml 100 ml
	Taza chocolate	550 ml

(1) Las dimensiones y capacidades son los estándares más comunes en la Industria Cerámica, pero éstos pueden variar de acuerdo al diseño de la vajilla.

TARRO		Dimensiones Capacidades (1)
	Tarro chico	170 ml 180 ml 200 ml
	Tarro mediano	210 ml 230 ml
	Tarro grande	300 ml
	Tarro cervecero	400 ml

Tabla No.11 Estándares volumétricos para taza y tarro

**CONSIDERACIONES GEOMETRICAS**

PIEZA HUECA		Dimensiones Capacidades (1)
 	Cafetera	700 ml 950 ml 1,000 ml 1,500 ml
 	Tetera	520 ml 650 ml
 	Jarra	500 ml 550 ml 600 ml 650 ml 1,000 ml
 	Cremera	100 ml 200 ml 250 ml 300 ml

PIEZA HUECA		Dimensiones Capacidades (1)
 	Salsera	180 ml 260 ml 280 ml
 	Azucarera	170 ml 200 ml 300 ml 350 ml 400 ml
 	Sopera	2,500 ml 2,600 ml
 	Dulcera - Ensaladera	1,750 ml 2,900 ml

(1) Las dimensiones y capacidades son los estándares más comunes en la Industria Cerámica, pero éstos pueden variar de acuerdo al diseño de la vajilla.

**Tabla No.12 Estándares volumétricos para pieza hueca**

PIEZA ESPECIAL		Dimensiones Capacidades (1)
	Plato hornero	120 ml 150 ml 250 ml
	Azucarera para sobres	11 x 8 cm 12 x 8 cm
	Souflera	300 ml 500 ml 1,000 ml 2,000 ml
	Flanera	100 ml 120 ml

(1) Las dimensiones y capacidades son los estándares más comunes en la Industria Cerámica, pero éstos pueden variar de acuerdo al diseño de la vajilla.

Tabla No.13 Estándares volumétricos para pieza especial



## **CAPITULO 6**

# **CONSIDERACIONES POR MATERIAL**

La selección del material idóneo para la elaboración de un producto cerámico constituye sin duda parte importante del procedimiento de diseño, esta elección depende de entre muchos otros factores del tipo de producto que se necesite desarrollar, de las características físicas, químicas y técnicas deseadas y de los procesos de producción de que se disponga.

Cada una de las 4 pastas tradicionales que han sido consideradas poseen particularidades propias que las hacen muy diferentes unas de otras. Las tablas que se presentan a continuación muestran factores importantes para la selección del material.

Para las características técnicas de composición, temperatura de cocción, contracción y absorción de estas pastas, consultar la Tabla No.9 en el Capítulo 2.

**ALFARERIA**

Características	Procesos de producción	Productos
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Pastas de color rojizo</li> <li>-Muy porosas y de poca resistencia mecánica.</li> <li>-Resiste la llama directa.</li> <li>-Por su plasticidad es usada principalmente en trabajos manuales y de tomo.</li> <li>-Se le puede agregar grog para texturizar y estructurar.</li> <li>-Puede ser cubierta con esmaltes brillantes, mates o engobes.</li> <li>-Se puede encontrar alfarería sin esmaltar decorada con arcillas naturales coloreadas, bruñida o sin bruñir.</li> <li>-Espesor de las piezas de 6-8 mm (según tamaño).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Modelado a mano.</li> <li>-Tomo de alfarero.</li> <li>-Muy poco usada en procesos con molde.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Piezas decorativas.</li> <li>-Enseres domésticos.</li> <li>-Ollas, cazuelas, etc.</li> <li>-Artículos de mesa.</li> <li>-Macetas y vasijas en general.</li> </ul>

Tabla No.14 Consideraciones para el uso de pastas de alfarería

LOZA		
Características	Procesos de producción	Productos
<p>-De color blanquecino, marfil o ligeramente grisáceo.</p> <p>-Pasta porosa de regular resistencia</p> <p>-Generalmente se encuentra cubierta por una capa de esmalte transparente si es lo suficientemente blanca, o con esmalte de color blanco o de colores.</p> <p>-Es algo sonora y se deja rayar por punta de acero.</p> <p>-Espesor de las piezas de 4 - 6 mm.</p>	<p>-Puede ser trabajada con molde en todos los procesos (vaciado, tomos y prensas).</p> <p>-No es usada en procesos de modelado manual.</p>	<p>-Artículos decorativos.</p> <p>-Artículos de mesa.</p> <p>-Artículos promocionales.</p> <p>-Vajillas.</p> <p>-Enseres domésticos.</p> <p>-Macetas y vajijas en general.</p>

Tabla No.15 Consideraciones para el uso de pastas de loza

**CONSIDERACIONES POR MATERIAL**

**GRES O STONE WARE**

<b>Características</b>	<b>Procesos de producción</b>	<b>Productos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Pasta vitrificada, muy densa y compacta de aspecto pétreo y rústico.</li> <li>-De color opaco gris, marfil, garruza o castaño.</li> <li>-Difiere de la porcelana en que no es translúcida y de la loza en no ser porosa, ni blanca. Suele ser más pesada que ambas.</li> <li>-Es impermeable a gases y líquidos.</li> <li>-Es difícilmente atacada por agentes químicos.</li> <li>-Es dura y resistente, no se raya con punta de acero.</li> <li>-Resistente a la abrasión.</li> <li>-No resiste el choque térmico.</li> <li>-Puede ser muy plástica, por lo cual puede ser trabajada manualmente.</li> <li>-Por tener muy poca porosidad no necesita forzosamente de un esmalte que la recubra, aunque es recomendable para vajillas.</li> <li>-Los esmaltes pueden ser brillantes u opacos, transparentes o de color.</li> <li>-Se le puede agregar grog para texturizar.</li> <li>-El espesor de la pieza es de 4-6 mm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Puede ser trabajada con molde en todos los procesos (vaciado, tomos y prensas).</li> <li>-Permite ser modelada manualmente.</li> <li>-Torno de alfarero.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Artículos decorativos.</li> <li>-Artículos de mesa.</li> <li>-Vajillas.</li> <li>-Enseres domésticos.</li> <li>-Macetas y vasijas en general.</li> </ul>

**Tabla No. 16 Consideraciones para el uso de pastas de gres**

## PORCELANA (1)

Características	Procesos de producción	Productos
<p>-Pasta translúcida si su espesor es reducido, aunque la opacidad de la porcelana no reside tan solo en esta característica, sino en la vitrificación, blancura y refinamiento.</p> <p>-Densa y altamente vitrificada.</p> <p>-Su aspecto es totalmente homogéneo.</p> <p>-Es una pasta poco plástica ya que su mayor componente es el caolín.</p> <p>-Es la más resistente de las pastas tradicionales.</p> <p>-Impermeable a líquidos y gases.</p> <p>-Resiste a los ácidos a excepción del ácido fluorhídrico, por el contrario son atacadas en mayor o menor grado por las bases fuertes.</p> <p>-Su sonido es agradable y cristalino.</p> <p>-Su conductividad eléctrica es casi nula hasta antes de los 1400°C.</p> <p>-El espesor es de: Vajilla uso doméstico 3-4 mm. Vajilla uso institucional u hotel 5-6 mm.</p>	<p>-Puede ser trabajada con molde en todos los procesos (vaciado, tomos y prensas).</p> <p>-Debido a su poca plasticidad es difícil el uso en procesos de modelado manual.</p>	<p>-Artículos decorativos.</p> <p>-Artículos de mesa.</p> <p>-Vajillas finas de uso doméstico.</p> <p>-Vajilla institucional y de hotel.</p>

(1) Las características se refieren a la porcelana blanda por ser ésta la más común.

Tabla No.17 Consideraciones para el uso de pastas de porcelana



## CAPITULO 7

# CONSIDERACIONES POR PROCESOS DE PRODUCCION

Una manera de clasificar los métodos de producción por medio de moldes en la industria cerámica se basa en la consistencia de la pasta, es decir, del porcentaje de agua contenida en ésta y la presión que se ejerce sobre ella. Cuando se tiene una pasta líquida (barbotina) con un contenido de agua entre el 35 y 40% ésta fluye por todos los espacios del molde por simple gravedad, pero a medida que la cantidad de agua disminuye la presión necesaria para que la pasta pueda hacerlo adecuadamente deberá de aumentar.

Los procesos que aquí se presentan y con los cuales vamos a dar forma a las piezas cerámicas tienen las siguientes condiciones:

Moldeo	Presión utilizada	Porcentaje de agua
Pasta líquida	Cero (por gravedad)	45 - 35 %
Plástica	Baja	35 - 20 %
Seca	Muy alta	5 - 1 %

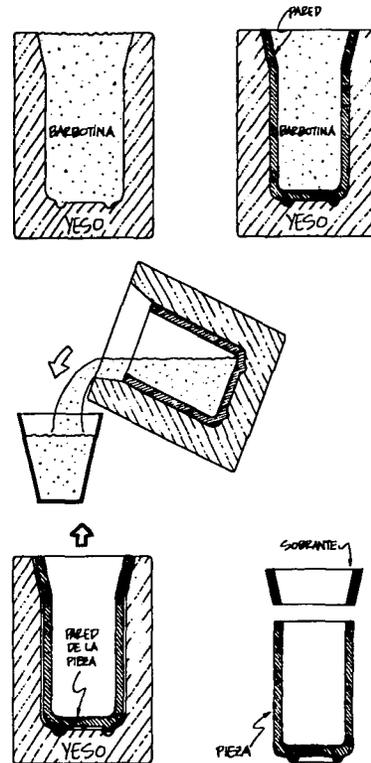
Es importante mencionar que cuando el proceso requiere de mayor presión, éste se vuelve menos accesible por necesitar maquinaria especial tanto para poder producir las piezas como para elaborar las pastas con las cuales se trabaja, así como el tipo de moldes para dichos procesos.

### 7.1 Vaciado con barbotina

El vaciado es uno de los procesos más utilizados no solamente en la industria cerámica sino también en pequeños talleres artesanales, su éxito radica en no necesitar maquinaria especial lo cual lo hace muy accesible. Su uso data del año 1740 y con él se puede producir objetos complejos y con gran detalle. La cantidad de piezas que es posible elaborar depende del número de moldes de que se disponga, un molde puede rendir de 50 a 150 vaciados.

El proceso de moldeo de piezas cerámicas por vaciado consiste básicamente en vertir una barbotina que tenga buenas propiedades de flujo con un contenido mínimo de agua en moldes de yeso, en donde la doble acción de absorción y floculación por el sulfato de calcio del yeso hace que se forme paulatinamente una capa dura de pasta sobre la superficie interna del molde copiando la forma de éste, una vez que se tiene el espesor requerido (20 a 40 minutos) se retira la barbotina contenida misma que podrá ser usada en otros vaciados. El molde debe dejarse boca abajo para que la pasta aún líquida pueda escurrir, posteriormente la pieza se va secando y al contraerse por la pérdida de humedad se desprende para poder ser retirada. Una vez extraída la pieza se recorta el sobrante con una cuchilla y se pule con esponja

húmeda para quitar irregularidades. En casos especiales, le es unida otra parte para completar la pieza.



Proceso de vaciado con barbotina

Para este proceso se requiere de 3 condiciones esenciales: tener una buena barbotina, usar moldes de yeso y que la salida de la pieza del molde sea lo menos compleja.

**Barbotina.** Es una pasta líquida que debe tener una buena fluidez para penetrar en todas las zonas del molde, aún en las que tienen detalles finos. La cantidad de agua que se encuentra presente debe ser reducida ya que ésta humedece rápidamente al molde haciendo más lento el proceso, la pieza sufre un fuerte encogimiento al secarse por la pérdida de agua pudiendo producirse roturas y falta de consistencia al desmoldar.

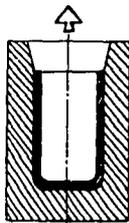
Para lograr una barbotina poco "húmeda" es necesario usar sustancias desfloculantes. Los desfloculantes son electrolitos que invierten la carga eléctrica de algunas partículas de arcilla con lo que éstas en lugar de atraerse se repelen, lo cual incrementa la fluidez de la suspensión sin requerir de una gran concentración de agua. Los desfloculantes más usados son el **Carbonato** y el **Silicato de Sodio**.

**Molde de yeso.** El uso de este material es muy importante para la producción de moldes de vaciado y para casi la totalidad de los demás procesos de producción de las piezas cerámicas, por las siguientes razones:

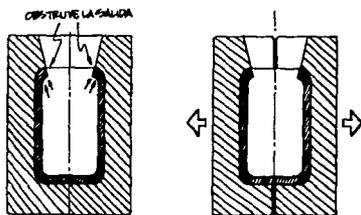
1. Permite producir los detalles finos.
2. El molde es estable química y físicamente.
3. La absorción puede variar entre amplios límites de acuerdo a la relación yeso-agua, según los usos que se requieran.
4. La superficie formada es lisa y duradera.
5. Los poros no se obturan fácilmente por materiales cerámicos.
6. Presenta estabilidad dimensional.
7. Los costos son moderados.
8. No se requiere de equipo sofisticado para su elaboración.

**Salida de la pieza cerámica del molde de yeso.** El factor primordial que determina la forma de un producto cerámico está dado por la salida de la pieza del molde.

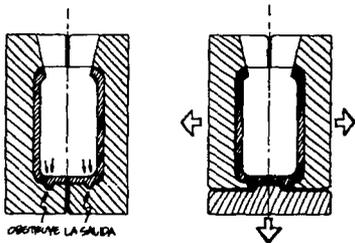
Cuando un objeto es de forma recta y lisa como un cilindro por ejemplo, la pieza puede extraerse directamente de un molde formado de una sola pieza ayudando a esto aún más por el encogimiento natural de la pasta, pero esto no suele ser muy común, y a medida que la forma se hace apenas un poco más compleja, el número de partes de que está compuesto un molde puede crecer.



Pieza recta

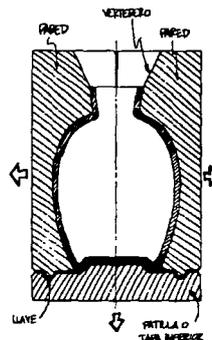


Pieza con cuello cerrado

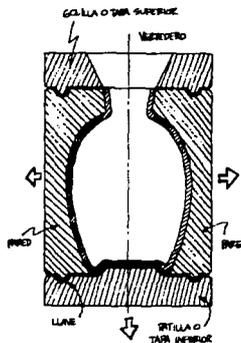


Pieza con cuello cerrado y espejuelo

No existe un límite en cuanto al número de piezas del que debe de estar conformado un molde, pero por costos y manejo no es conveniente que este número crezca demasiado, de tal manera que se puede considerar que entre 2 y 4 piezas es un número bastante razonable para un molde.

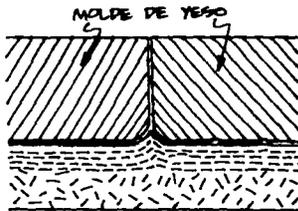


Molde de 3 piezas



Molde de 4 piezas

En caso de que el objeto a producir sea muy complejo en su forma o muy grande, es preferible elaborarlo por secciones que se puedan obtener de moldes sencillos y posteriormente pegarlas con la misma barbotina, ya que las uniones de las diferentes partes del molde dejan una costilla en la pieza que puede reaparecer después de la cocción.



Sección en una junta de un molde



Sección después de pulirse

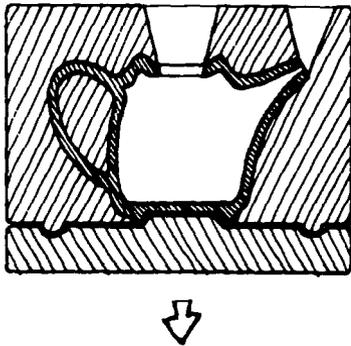
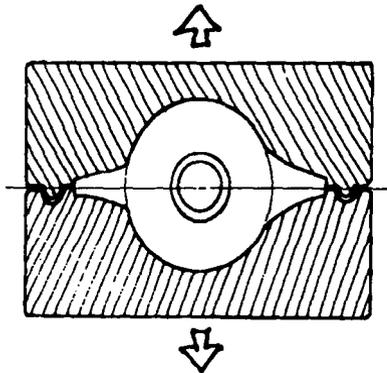


Costilla provocada por el molde

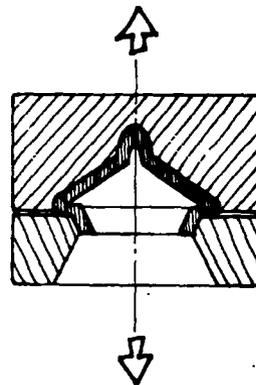
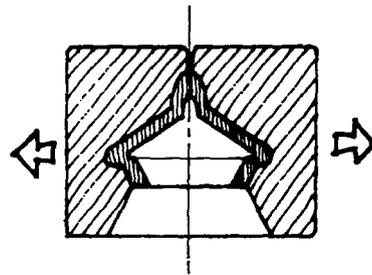
El diseñador debe tomar en cuenta estos factores en el momento de concebir un producto, ya que muy pocas veces o casi nunca la forma manda sobre los métodos de producción, particularmente cuando son desarrollados para industrias de gran producción.

Las piezas que se producen en este proceso son:

- Artículo decorativo y publicitario.
- Asas que posteriormente serán ensambladas a piezas elaboradas en otros procesos.
- Pieza hueca de vajilla y cocina: tetera, cafetera, jarra, azucarera, ensaladera, sopera.
- Tapas.
- Tarro y taza con asa integrada.
- Platón.



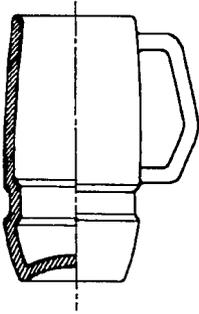
Vaciado con barbotina de pieza hueca



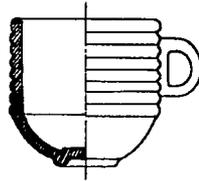
Vaciado con barbotina de tapas

### 7.1.1 Moldes especiales

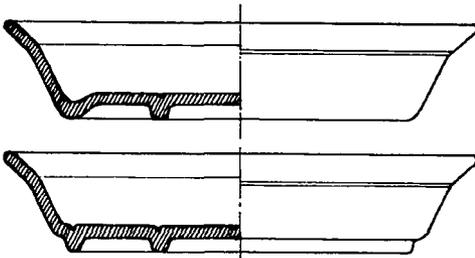
Este proceso no representa en lo absoluto limitante alguna para la producción de formas varias, ya que se pueden elaborar moldes para piezas especiales, como:



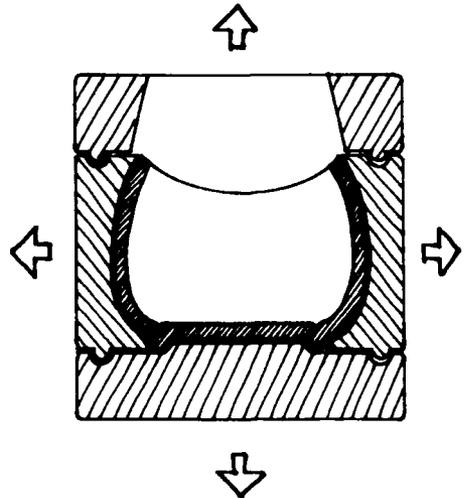
Tarro



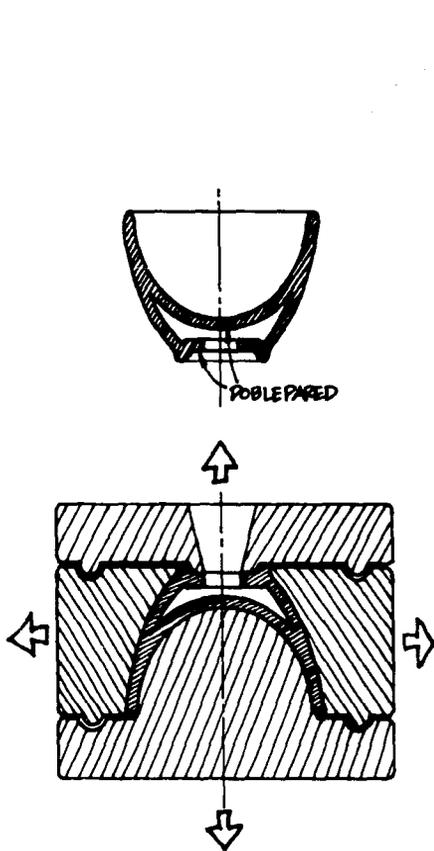
Taza



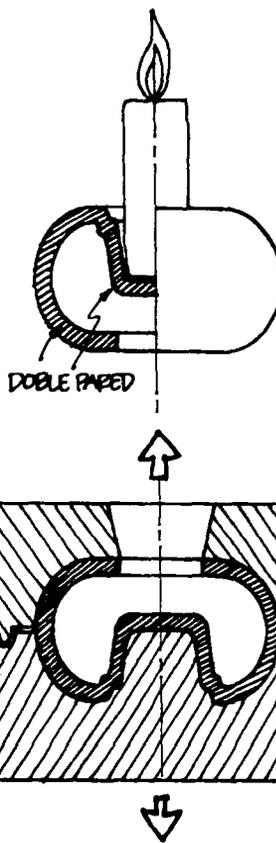
Pieza llana producida por vaciado



Pieza con boca curva

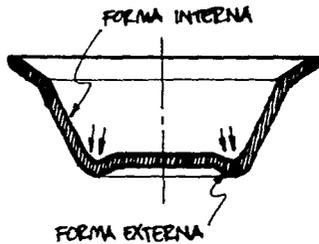


Pieza con doble pared

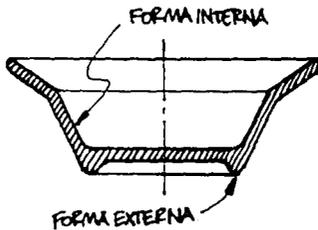


Pieza con doble pared

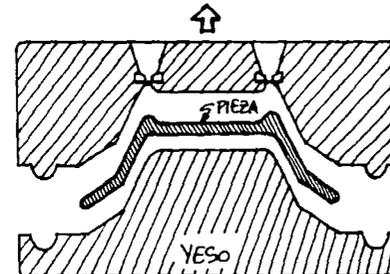
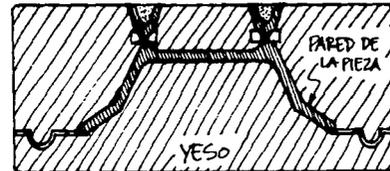
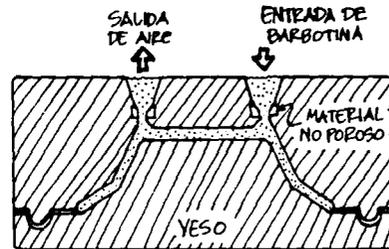
Un tipo de molde muy poco común pero que en algunos talleres se llega a utilizar para producir piezas en donde la forma interna sea diferente a la externa, es el molde "cerrado" para plato y platón. El proceso es el mismo sólo que la cavidad del molde corresponde exactamente al espesor deseado y tiene dos vertederos, uno para la entrada del material y otro para la salida del aire.



Pieza llana producida por vaciado en donde la forma interna es igual a la forma externa



Pieza con forma interna y externa diferentes

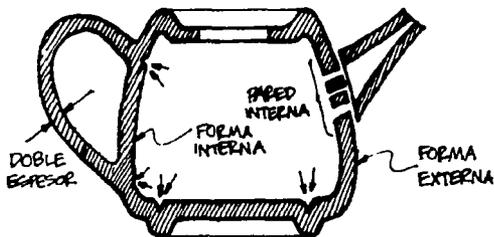


Molde "cerrado" para vaciado sólido

### 7.1.2 Consideraciones en el proceso de diseño

La forma de una pieza cerámica elaborada en este proceso depende básicamente de la pared que se forma al contacto de la barbotina con el molde, de tal manera que las características que se deben considerar en el proceso son:

1. Los espesores son siempre iguales.
2. Partes más gruesas como asas se logran por tener 2 superficies de contacto que al engrosar se unen formando un gran espesor, éste puede ser del doble de la pared de la pieza.
3. La forma interna de la pieza aunque pierde detalle, sigue la forma del molde (forma externa de la pieza).



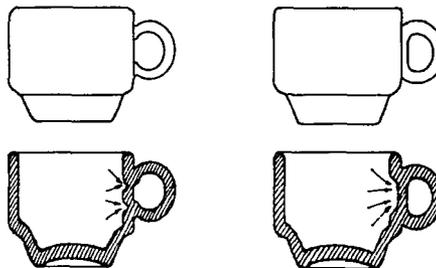
4. No se pueden formar paredes "internas" si éstas no tienen contacto con el molde. En caso de

necesitar una pared (colador de una tetera) la pieza se moldea por partes y posteriormente se une (el cuerpo y el pico de una tetera).

5. No existe límite en la forma para este proceso siempre y cuando la pieza se produzca en un molde con el menor número de partes.

6. La pieza debe de diseñarse de preferencia para que salga completa del molde.

7. Para piezas con asa en las que se marca ésta debido a que los espesores siempre son parejos, pueden ser resanadas con pasta pegada a la pieza con barbotina. O bien, decidir que la pieza se quede así, como generalmente ocurre en cafetera, tetera y azucarera



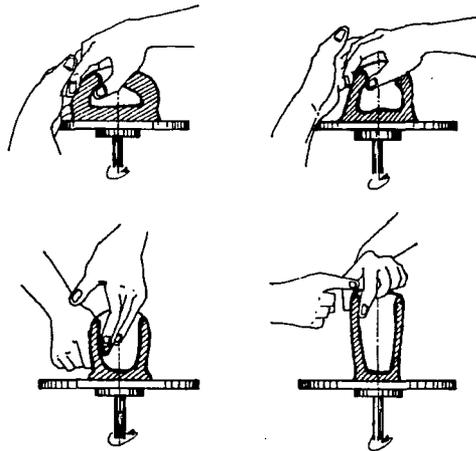
Piezas con asa integrada

8. Este proceso permite la reproducción de texturas y relieves siempre y cuando no obstruyan la salida de la pieza.

## 7.2 Torno de alfarero

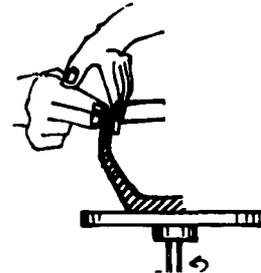
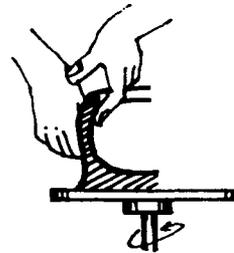
Los orígenes del torno de alfarero se remontan al año 3,000 - 2,000 a.C. y era una simple base giratoria apoyada directamente en la tierra y accionada por la mano. En la actualidad el torno está formado por una base giratoria montada a un eje que es accionada por el pie del usuario o por un motor permitiendo ejecutar con rapidez formas redondas.

Este proceso consiste básicamente en centrar una pella de pasta plástica ayudándose del movimiento del torno y la presión de las manos para posteriormente ir levantando las paredes hasta obtener una pieza de espesor lo más parejo posible.



Proceso de elaboración en torno de alfarero

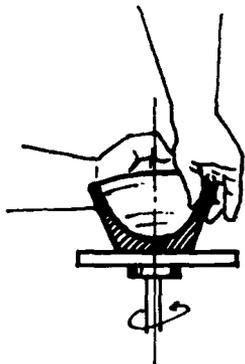
La pieza es generada por la manipulación directa del material y dependiendo de la posición de la mano se logra la forma deseada.



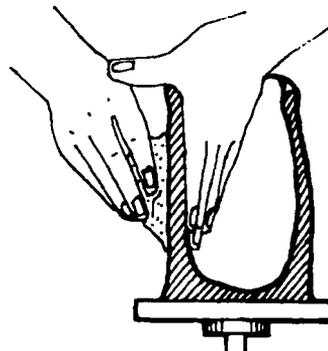
Torneado de piezas curvas

Este es un proceso muy versátil que nos permite desarrollar casi cualquier forma de revolución.

Cuando la pieza está formada, la superficie puede ser trabajada con herramientas varias para lograr diferentes tipos de textura.



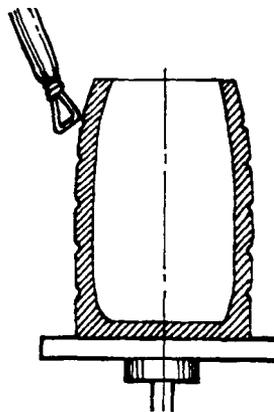
Pieza abierta



Herramienta para torneear

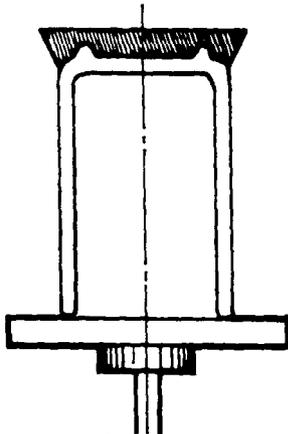
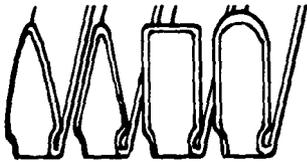


Pieza con doble curvatura



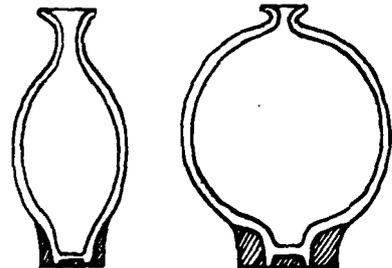
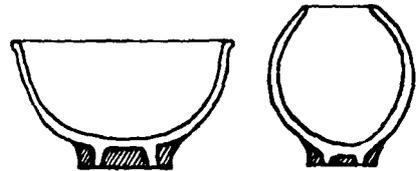
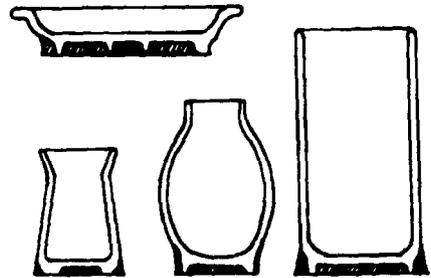
Uso de estiques para texturizar

Una vez terminada la pieza se corta con un hilo para dejarla secar hasta tener dureza de cuero, en este momento la pasta ha adquirido la consistencia adecuada para formar el espejuelo sin que sufra deformaciones. Esta parte del proceso se llama retorneado y se hace con ayuda de herramientas de corte.



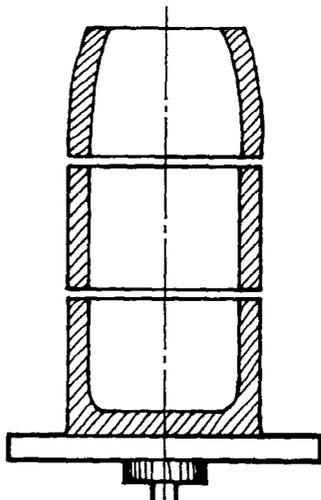
Retorneado

Piezas retorneadas con diferentes espejuelos:



Piezas retorneadas

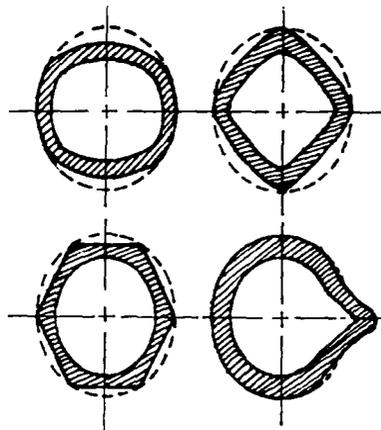
Cuando es necesario torneear piezas extremadamente grandes, el proceso se hace en partes que posteriormente son unidas entre sí con la ayuda del propio tomo.



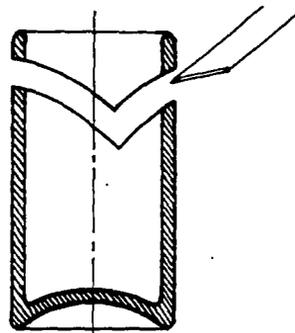
Elaboración por partes de una pieza grande

Aunque este proceso genera formas básicamente redondas, es posible realizar deformaciones en las piezas cuando el material está aún en estado plástico.

Una pieza terminada puede ser recortada cuando se encuentra en dureza de cuero logrando así una mayor versatilidad en el proceso.



Deformación de piezas torneadas

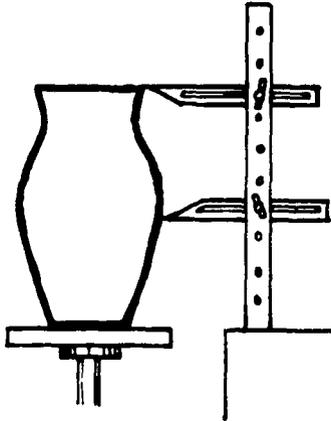


Recorte del borde

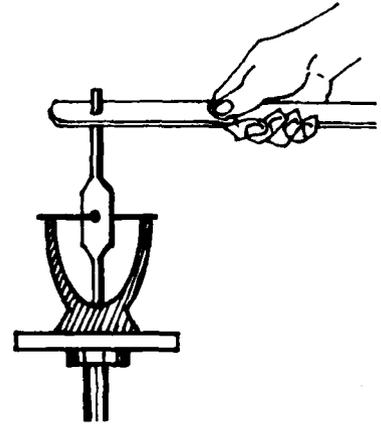
### 7.2.1 Técnicas de medición

Si bien éste es un proceso manual, es posible producir con él piezas muy similares en cantidades importantes (50 a 200 al día) considerando que éstas tienen sus características propias y que si se requieren piezas idénticas lo mejor es la producción por medio de moldes.

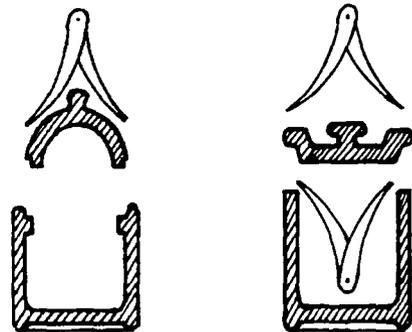
Existen técnicas de medición que ayudan a lograr piezas muy similares, éstas pueden ser:



Guías de altura regulable



Herramienta de medición

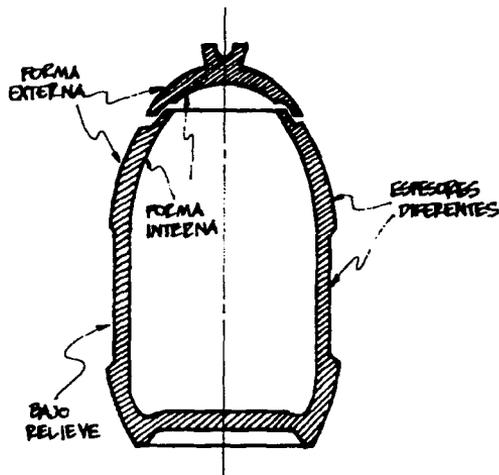


Técnicas de medición con compás

### 7.2.2 Consideraciones en el proceso de diseño

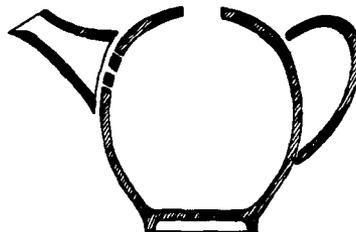
Características que deben de considerarse para el diseño de piezas torneadas:

1. El proceso **permite tener una forma interna diferente de la externa**, siempre y cuando los espesores se mantengan más o menos parejos.
2. **Es posible hacer bajo relieves y texturas a condición de no adelgazar mucho la pieza** ya que en el encogimiento se fracturaría.



Características de una pieza torneada

3. La pieza **puede ser texturizada después de su elaboración.**
4. No existe límite de tamaño, éste depende de la destreza del tornero.
5. La pieza **puede ser deformada o recortada.**
6. Una pieza **puede ser elaborada por partes y posteriormente ensamblarse.**



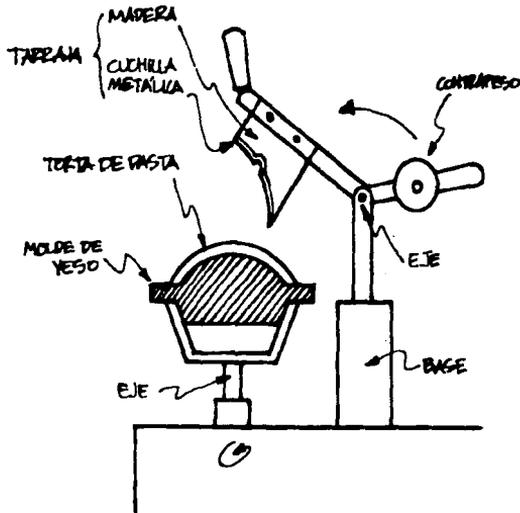
Pieza ensamblada

7. Las piezas producidas por este proceso son similares, no idénticas.

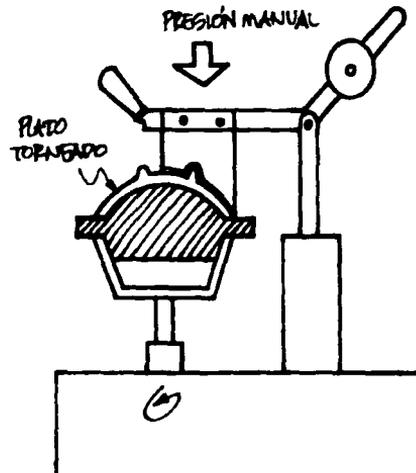
### 7.3 Torno de tarraja

Este proceso deriva del torno de alfarero y aparece hacia el año 1700 sustituyendo las manos con un molde de yeso y una contra metálica, permitiendo producir piezas idénticas con una producción aproximada de 300 a 400 piezas al día por operario/máquina.

Esencialmente, el proceso consiste en colocar pasta en estado plástico sobre un molde de yeso que gira sostenido por un cerquillo fijo a un eje que transmite un movimiento aproximado de 200 a 500 r.p.m., la contra llamada tarraja formada por una cuchilla metálica fija a una palanca que accionada manualmente baja para presionar la pasta sobre el molde y formar la pieza.

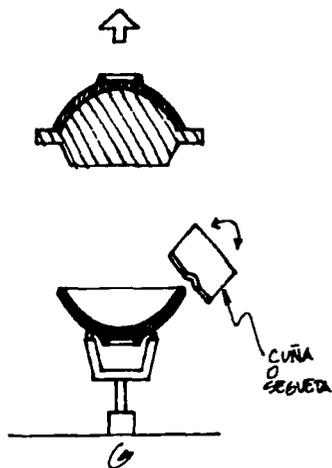


Torneado exterior



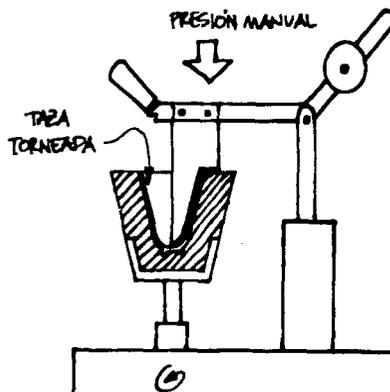
Torneado exterior

Una vez elaborada la pieza se deja secar sobre el molde hasta que se pueda desprender y tenga buena consistencia para quitar posteriormente las rebabas con una cuña y pulir con esponja húmeda.

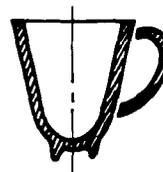


Acabado posterior

Existen moldes de exteriores -como el mostrado anteriormente- utilizado básicamente para producir platos y platones, y moldes de interiores para la producción de tazas, tazones, ensaladeras, etc. El procedimiento para ambos es exactamente el mismo: formado de la pieza, secado, rebabeado y pulido y si es necesario ensamble.

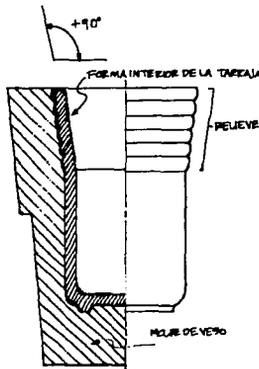


Torneado de interiores

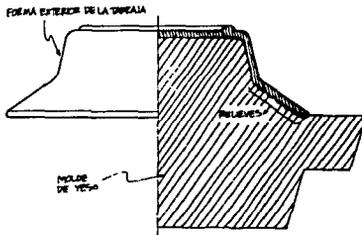


Ensamble

Debido a las características del yeso expuestas con anterioridad en el inciso 7.1 correspondiente a este capítulo, es en el molde de este material en donde es posible (ayudado por la presión de la tarraja) copiar todos los detalles, relieves y texturas, siempre y cuando no provoquen amarres que impidan la salida de la pieza, dejando a la tarraja el moldeo de las partes más sencillas.

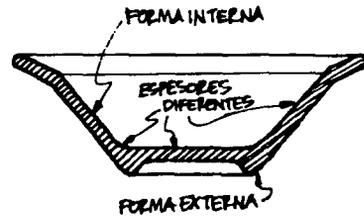


Molde de interiores



Molde de exteriores

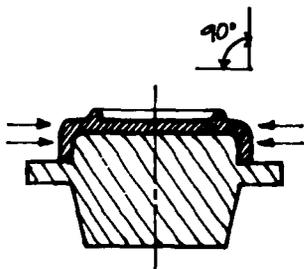
En ambos tipos de torneado (exteriores e interiores), molde y tarraja dan configuración a la pieza logrando tener una forma externa diferente a la interna y en la medida de lo posible, espesores diferentes.



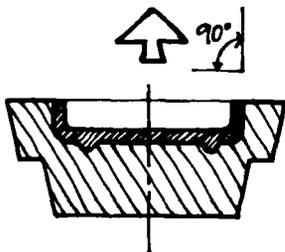
Características de una pieza torneada

### 7.3.1 Salidas del molde

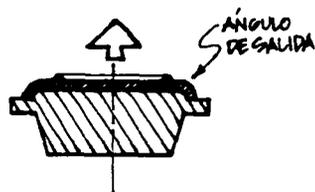
La salida del molde de una pieza está en función del encogimiento de la misma. Un plato con un ángulo de  $90^\circ$  tiende a amarrarse en un molde de exteriores por lo que debe producirse en uno de interiores.



Salida del molde

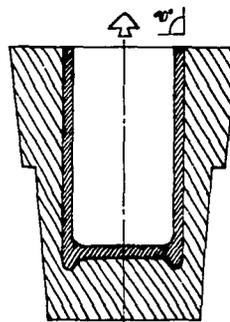


El molde de exteriores necesita un ángulo mínimo de salida, aún en piezas muy planas.



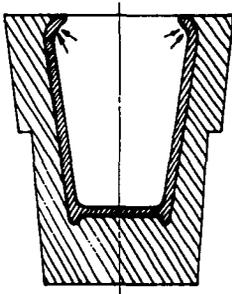
Salida del molde

Para el molde de interiores, el ángulo mínimo de salida es de  $90^\circ$ .

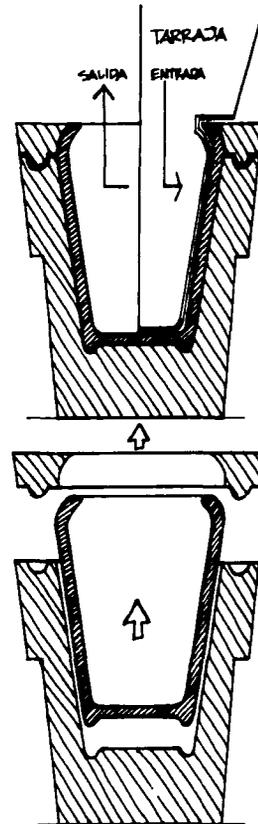


Salida de piezas rectas

Para piezas cerradas o con "hombros" en donde no existe una salida directa es necesario usar un molde en partes y disponer de una tarraja de doble movimiento que permita bajar y cerrar al mismo tiempo. Aunque posible este procedimiento es muy poco común y sólo es usado en casos muy especiales.



Pieza cerrada



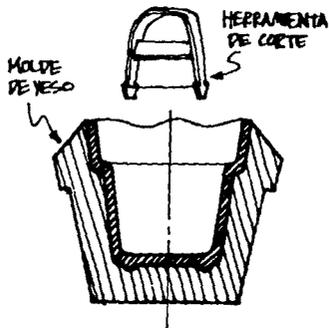
Molde para piezas cerradas

### 7.3.2 Moldes especiales

Existe algún tipo de molde que permite elaborar piezas especiales:

#### a) Piezas con bocas onduladas

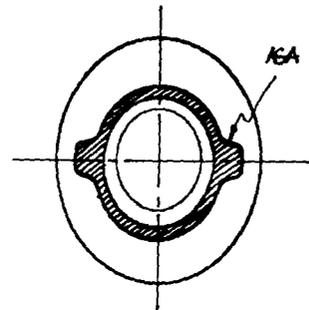
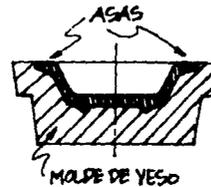
La pieza es torneada y recortada con una herramienta especial de corte antes de sacarla del molde para evitar deformaciones.



Pieza con borde ondulado

#### b) Platos especiales

Este tipo de moldes permite producir platos con asas o platos no redondos (hexagonales, irregulares, etc.), siempre y cuando la forma correspondiente a la tarraja sea redonda.



Plato con asas

### 7.3.3 Consideraciones en el proceso de diseño

Las características que deben de considerarse en el proceso de diseño son:

1. Este proceso **genera básicamente piezas de revolución.**
2. **La forma interna y externa pueden ser diferentes.**
3. Guardando ciertos límites, **los espesores pueden ser diferentes.**
4. **Permite una producción de piezas idénticas.**
5. **La reproducción de relieves y texturas son de buena calidad.**
6. **Con moldes especiales es posible obtener piezas no redondas y de bordes irregulares.**
7. Aunque se pueden producir piezas cerradas o con hombro, es preferible que la salida sea directa en un molde de una sola parte.
8. Las piezas pueden ser ensambladas posteriormente.

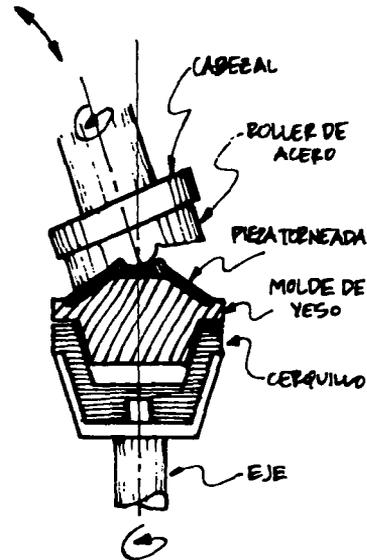
## 7.4 Torno automático

Este es un torno casi totalmente automatizado en donde la intervención de la mano del hombre es mínima. Estas máquinas comenzaron a usarse en 1930 y cada vez son más sofisticadas.

El proceso es prácticamente el mismo al de un torno de tarraja perfeccionado; la pasta es colocada sobre el molde de yeso que gira aproximadamente de 400 a 1200 r.p.m. sostenido por un cerquillo, la contra o roller de acero fijo a un cabezal gira a la misma velocidad y baja al mismo tiempo para presionar la pasta sobre el molde y formar la pieza. Terminado este proceso, el molde entra a un secador en donde es acelerado el desprendimiento de la pieza del molde para pulirse inmediatamente con esponjas ajustadas a mecanismos automatizados o semiautomatizados, posteriormente si es necesario la pieza es ensamblada.

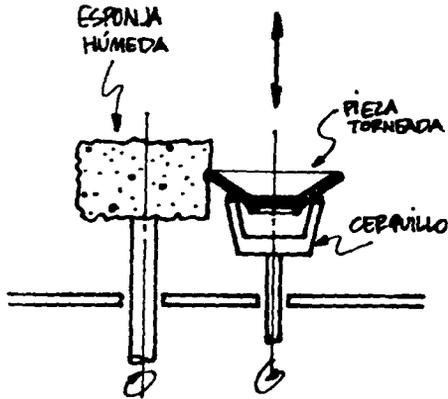
La velocidad y la presión del molde y del cabezal otorgan al producto una alta calidad, produciendo hasta 500 piezas por hora, debido a lo cual éste tipo de máquina sólo se encuentra en fábricas de alta producción.

**Torno de exteriores.** En él se producen las llamadas piezas planas o llanas como: platos de diferentes tamaños y platonos con un radio mínimo de 6 cm y uno máximo de 50 cm dependiendo del tipo de máquina.

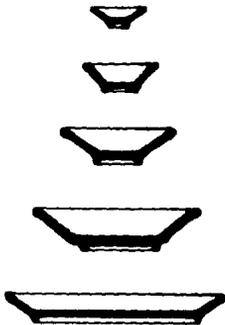


Torneado automático de exteriores

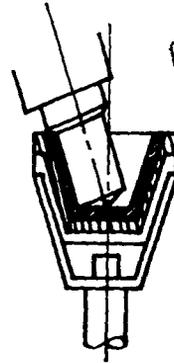
**Tornos de interiores.** En él se pueden producir tazas, tazones, macetas, etc.



Pulido de la pieza

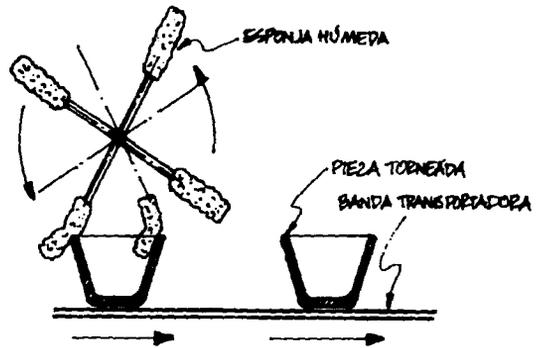


Piezas de torno automático de exteriores

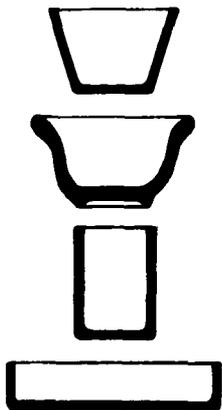


ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

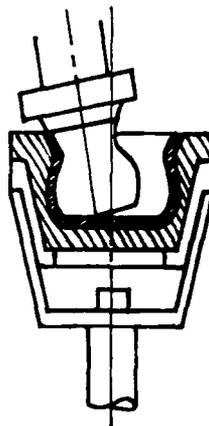
Torneado automático de interiores



Pulido de la pieza

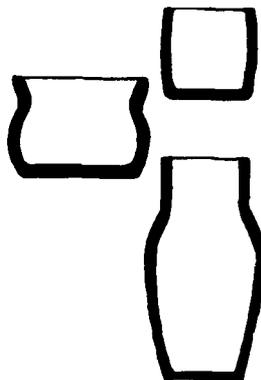


Piezas de torno automático de interiores



Torneado automático de piezas curvas

**Tornos especiales.** Existen también tornos para piezas curvas, pero son poco comunes.



Piezas curvas

### 7.4.1. Salida del molde

Dada la muy alta producción que se tiene con un tomo automático, la utilización de moldes de más de una parte prácticamente es inexistente en la industria cerámica productora de vajillas. Debido a lo cual, la salida de una pieza siempre debe de ser de manera directa, sin necesidad de desarmar el molde.

### 7.4.2 Moldes especiales

Las piezas especiales que se producen son:

1. Pieza con borde ligeramente ondulado, sin que haya necesidad de recortar.

2. Plato con asas.

Para ambos casos, los moldes son iguales o similares a los del tomo de tarraja.

### 7.4.3 Consideraciones en el proceso de diseño

Las características que deben de considerarse en el proceso de diseño son:

1. Este proceso **genera piezas de revolución.**

2. **La forma interna y externa pueden ser diferentes.**

3. **Guardando ciertos límites, los espesores pueden ser diferentes.**

4. **Permite una producción de piezas idénticas.**

5. **La reproducción de relieves y texturas son de buena calidad.**

6. Este proceso da a la pieza una resistencia mayor.

7. Los moldes especiales sólo permiten pequeñas modificaciones en las piezas.

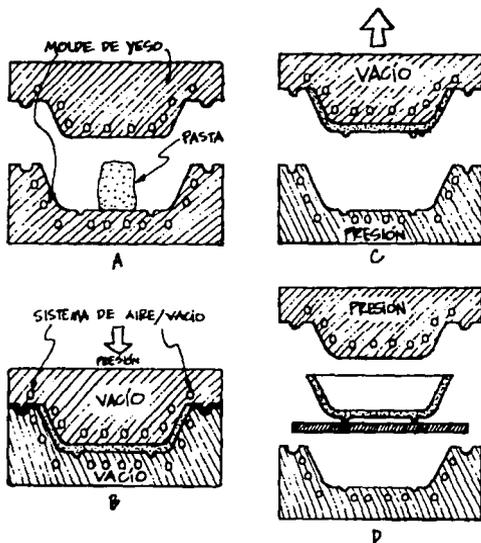
8. **La pieza debe tener salida en moldes de una sola parte.**

9. Las piezas pueden ser ensambladas posteriormente.

10. Debido a que los costos de inversión en maquinaria y moldería son altos, este tipo de proceso sólo se encuentra en la industrias de alta producción.

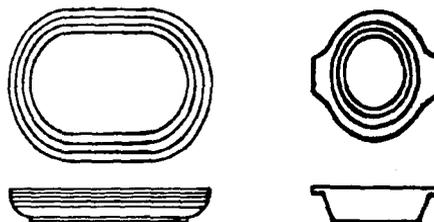
## 7.5 PRENSA RAM

El proceso consiste en comprimir el material en estado plástico entre un molde de yeso formado de dos partes que tienen en su interior un sistema de tubos que permiten hacer vacío. La pasta es colocada dentro del molde, éste cierra presionando al material y cuando la pieza está formada el molde se abre haciendo vacío para levantar el cuerpo formado y soltarlo después sobre una placa que es puesta manualmente para recibir la pieza.



Proceso de moldeo en prensa Ram

El prensado requiere de una pasta particularmente plástica que sea capaz de llegar por presión a todas las partes del molde sin agrietarse y se usa para producir piezas que no pueden tomarse como plátanos ovales o platos especiales.



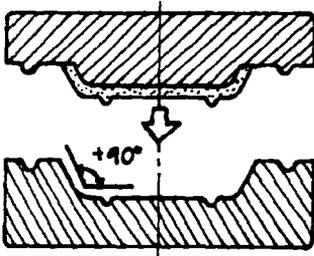
Formas comunes producidas en prensa Ram

La producción de la prensa Ram es de 10 a 25 piezas por minuto y sólo es usada en industrias de alta producción.

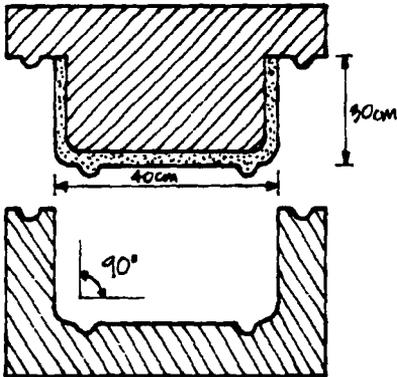
### 7.5.1 Salidas del molde

El molde está formado por una parte hembra fija y una parte macho móvil, la salida de la pieza es propiciada por el sistema de presión-vacío que se ejerce sobre ella, por lo que en este proceso no se pueden producir piezas cerradas o con hombros.

Un molde común para producir piezas es el siguiente:



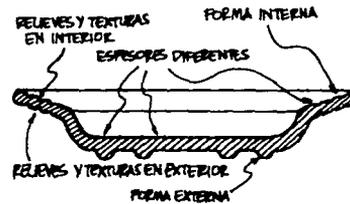
Dependiendo de la prensa, es posible producir piezas con las siguientes características:



## 7.5.2 Consideraciones en el proceso de diseño

Las características que deben de considerarse en el proceso de diseño son:

1. El proceso **permite tener una forma externa diferente a la interna.**
2. **Los espesores pueden ser diferentes**, sin olvidar que estas diferencias sean mínimas.
3. **Reproduce perfectamente texturas y relieves en ambas caras de la pieza.**



Características de una pieza prensada

4. Una prensa **puede producir piezas con cualquier forma**, siempre y cuando tengan salida.
5. **Permite una producción de piezas idénticas.**
6. El proceso **no permite producir piezas cerradas.**
7. Debido a que los costos de inversión en maquinaria y molería son altos, este tipo de proceso sólo se encuentra en la industrias de alta producción.

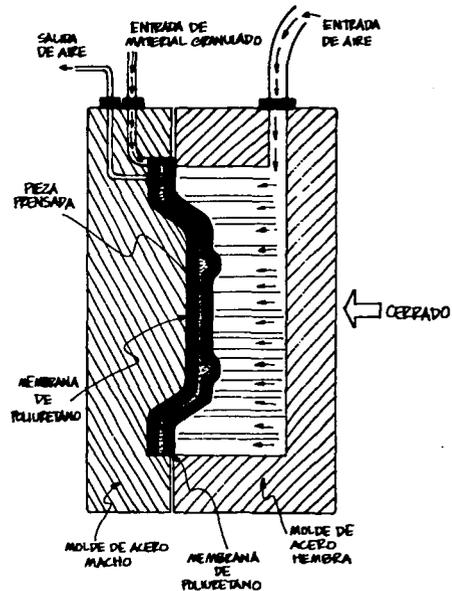
## 7.6 Prensa isostática

Este método aparece en 1940 para la fabricación de bujías y es usado alrededor de 1950 en la producción de vajillas.

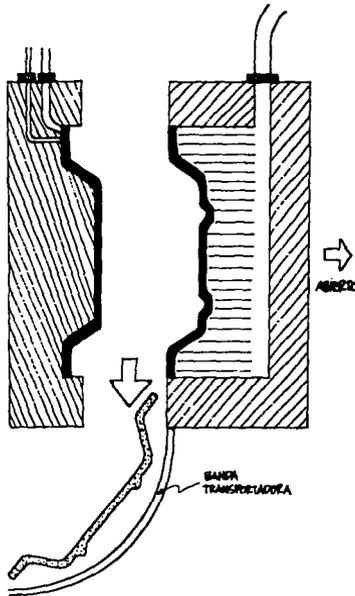
El prensado isostático consiste en comprimir uniformemente pasta cerámica granulada y prácticamente seca (1.5% de humedad) dentro de un molde de acero provisto en su parte hembra de un sistema de aire que ejerce alta presión (140-700 Kg/cm<sup>2</sup>) sobre una membrana de poliuretano dando la forma a la pieza.

El procedimiento de fabricación es el siguiente:

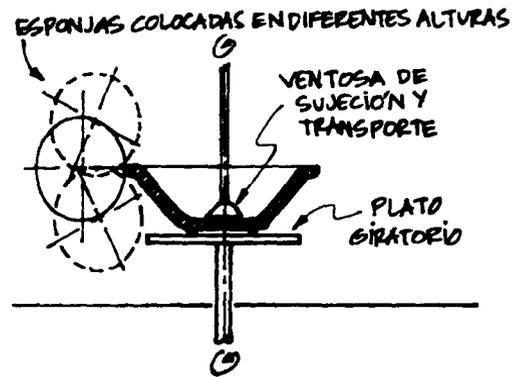
1. El molde se cierra entrando el material granulado.
2. La membrana de poliuretano es accionada por aire a alta presión formando la pieza cerámica.
3. El molde se abre y la pieza cae sobre una banda transportadora.
4. La pieza pasa a un dispositivo de centrado para poder ser transportada por medio de pistones con ventosas.
5. La pieza es rebabeada y pulida por medio de lijas y esponjas colocadas durante su recorrido en diferentes posiciones.
6. La pieza terminada es apilada y se encuentra lista para ser quemada.



Proceso de moldeo en prensa isostática



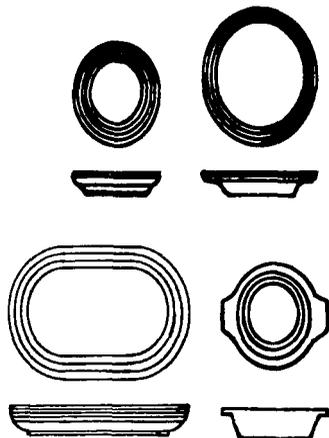
Salida de la pieza del molde



Acabado de la pieza

Con este proceso se logra tener la misma densidad en toda la pieza y la casi nula contracción por secado lo que evita deformaciones y grietas y un excelente acabado. Las dimensiones posibles para una pieza son de un diámetro mayor de 40 cm y un diámetro menor de 14 cm.

Esta máquina tiene la capacidad de producir una gran cantidad de formas, pero debido a su muy alta producción (500 a 1000 piezas por hora), es usada únicamente para piezas que tienen un alto volumen de ventas, como: plato trínche, sopero, platones y plato cacerola.

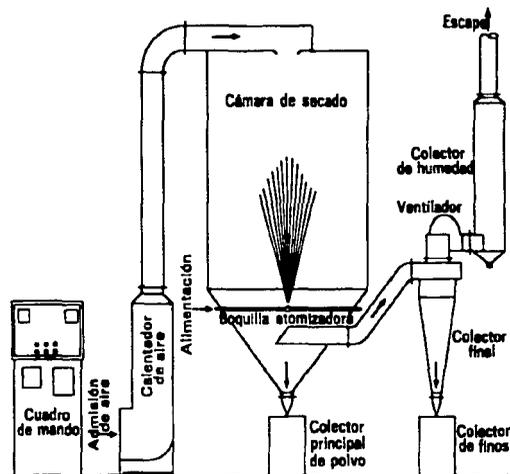


Piezas producidas en prensa isostática

## Preparación del material

Parte del éxito del prensado isostático consiste en tener una pasta con la cantidad adecuada de humedad (1.5%) y en forma granulada, por lo cual se requiere de un proceso especial para la preparación del material.

La pasta líquida compuesta por arcilla(s), materiales antiplásticos, aditivos y agua entra a una cámara de secado por medio de un atomizador que la separa en gotas cayendo a través de aire caliente, de forma que cuando llegan al fondo de la cámara lo hacen en forma de pequeñas esferas.



Atomizador

Imagen tomada de: C eramica fina. Norton, F.H.

### 7.6.1 Salidas del molde

El molde esta formado por una parte fija -macho- y una móvil -hembra-, por lo que las piezas que se producen en este proceso deben estar resueltas para salir en moldes de 2 partes. Una pieza cerrada o con "hombros" es imposible de producirse en este proceso.

### 7.6.2 Consideraciones en el proceso de diseño

Las características que deben de considerarse en el proceso de diseño son:

- 1.El proceso **permite tener una forma externa diferente a la interna.**
- 2.**Los espesores pueden ser diferentes**, sin olvidar que estas diferencias sean mínimas.
- 3.La prensa isostática **puede producir piezas con cualquier forma.**
- 4.Permite una producción de piezas idénticas.
- 5.El proceso **no permite producir piezas cerradas.**
- 6.**Reproduce perfectamente texturas y relieves en ambas caras de la pieza.**
- 7.**Una pieza producida en este proceso no puede ser ensamblada** por falta de humedad.
- 8.Debido a que los costos de inversión en maquinaria y moldería son altos, este tipo de proceso sólo se encuentra en la industrias de alta producción.

### 7.7 Procesos de producción según el tipo de pieza a elaborar

Un mismo producto cerámico puede ser fabricado por varios medios, las tablas siguientes muestran diversos métodos de producción utilizados para cada pieza.

Nota: El tomo de alfarero no ha sido incluido ya que este proceso permite la elaboración de la mayoría de las piezas.

## MÉTODOS DE PRODUCCION

PIEZA LLANA	PROCESO					
	Vaciado	Torno de Tarraja	Torno Automático	Prensa Ram	Prensa Isostática	Ensamblado
Plato trinche		✓	✓		✓	
Plato pastel		✓	✓			
Plato compota		✓	✓			
Plato taza café		✓	✓			
Plato taza moka		✓	✓			
Plato mantequilla		✓	✓			
Plato sopero		✓	✓		✓	
Tazón sopero		✓	✓			
Taza consomé con asas		✓	✓			pegar asas
Plato cacerola		✓	✓	✓	✓	
Platón oval	✓			✓	✓	
Platón rectangular	✓			✓	✓	

Tabla No.18 Métodos de producción recomendados para pieza llana

<b>MÉTODOS DE PRODUCCION</b>
------------------------------

TAZA	PROCESO					
	Vaciado	Torno de Tarraja	Torno Automático	Prensa Ram	Prensa Isostática	Ensamblado
Taza café		✓	✓			pegar asa
Taza moka		✓	✓			pegar asa
Taza chocolate		✓	✓			pegar asa
Tarro	✓					

Tabla No.19 Métodos de producción recomendados para taza

**MÉTODOS DE PRODUCCION**

PIEZA HUECA	PROCESO					
	Vaciado	Torno de Tarraja	Torno Automático	Prensa Ram	Prensa Isostática	Ensamblado
Cafetera	✓					
Tetera	✓					
Tetera con colador	✓					pegar pitorro
Jarra	✓					
Cremera	✓					
Salsera	✓					
Azucarera	✓					si es necesario pegar asas
Sopera	✓			✓		si es necesario pegar asas
Ensaladera	✓			✓		
Dulcera	✓			✓		

Tabla No.20 Métodos de producción recomendados para pieza hueca

<b>MÉTODOS DE PRODUCCION</b>
------------------------------

PIEZA COMPLEMENTO	PROCESO					
	Vaciado	Torno de Tarraja	Torno Automático	Prensa Ram	Prensa Isostática	Ensamblado
Asa	✓					para ser ensamblada
Mango	✓					para ser ensamblada
Pitorro	✓					para ser ensamblada
Tapa cafetera	✓				✓	
Tapa tetera	✓				✓	
Tapa azucarera	✓				✓	
Tapa cremera	✓				✓	
Tapa sopera	✓				✓	

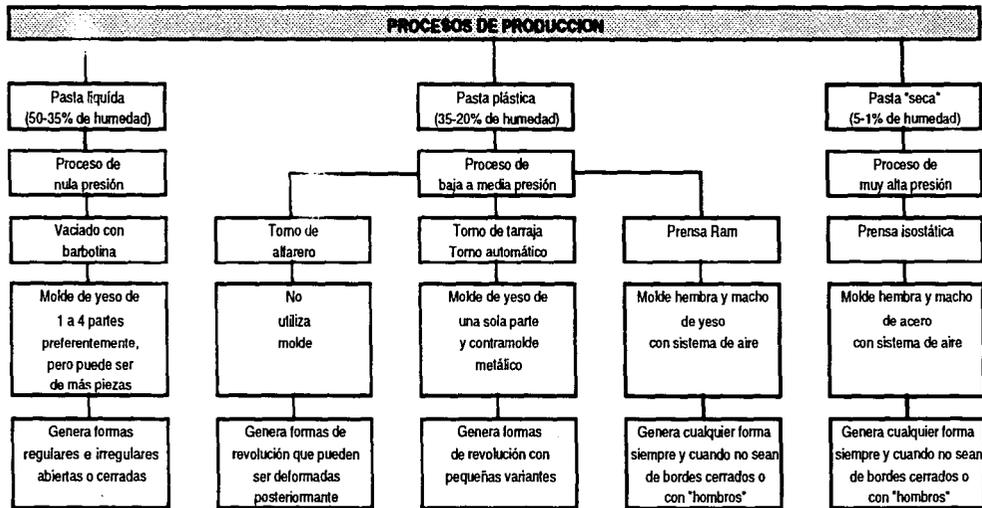
Tabla No.21 Métodos de producción recomendados para pieza complemento

**MÉTODOS DE PRODUCCION**

PIEZA ESPECIAL	PROCESO					
	Vaciado	Torno de Tarraja	Torno Automático	Prensa Ram	Prensa Isostática	Ensamblado
Plato homero	✓					
Azucarera para sobres	✓					
Soufflera	✓	✓				
Flanera	✓	✓				
Salero/Pimientero	✓					
Cenicero	✓					
Botellas	✓					
Florero	✓					
Artículo decorativo	✓					para piezas complejas

Tabla No.22 Métodos de producción recomendados para pieza especial

7.8 Resumen esquemático





## CAPITULO 8 CONSIDERACIONES POR ACABADOS

En esta fase el cuerpo cerámico es cubierto por una capa de esmalte que se convierte en vidrio después de la quema haciéndole impermeable y más resistente .

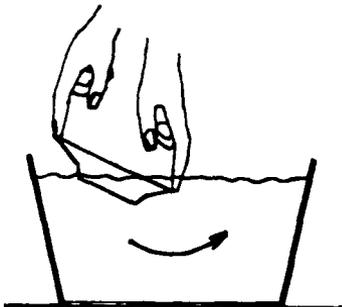
Existen diferentes técnicas para el esmaltado de una pieza, éstas pueden ser manuales o mecanizadas pero todas tienen el mismo objetivo: aplicar el esmalte con un espesor uniforme.

El material es utilizado en forma de suspensión sobre la pieza cerámica que debe de ser porosa para que el esmalte pueda adherirse a ella, la capa al contacto con el aire seca y ésta puede ser manipulada.

### 8.1 Esmaltado por inmersión

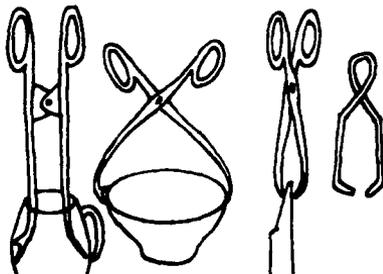
La pieza se sumerge en un depósito con esmalte tratando de sostenerla con los dedos en el mínimo espacio

posible, el tiempo que ésta permanece dentro depende de la densidad del esmalte y la porosidad de la pieza.



**Esmaltado por inmersión**

Existen herramientas especiales que nos ayudan a sujetar las piezas a esmaltar ocupando un mínimo de espacio de la superficie.

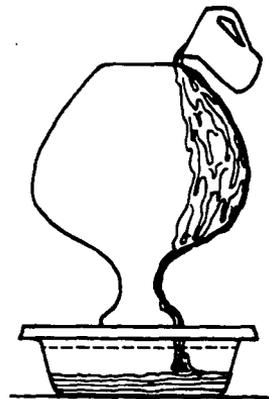


**Pinzas para esmaltado**

Esta técnica es usada para esmaltar objetos huecos y llanos, y la capacidad del depósito determina en gran parte el tamaño de la pieza a esmaltar.

## 8.2 Esmaltado por baño

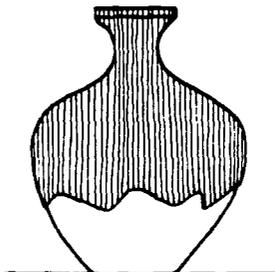
Consiste en “bañar” la pieza ayudados de algún recipiente y es especialmente indicado para esmaltar piezas de gran tamaño.



**Esmaltado por baño**

Para esmaltar el interior de la pieza, la suspensión se vierte dentro y rápidamente se le da un giro de manera que quede bañado interiormente en su totalidad, vaciando posteriormente el exceso de esmalte.

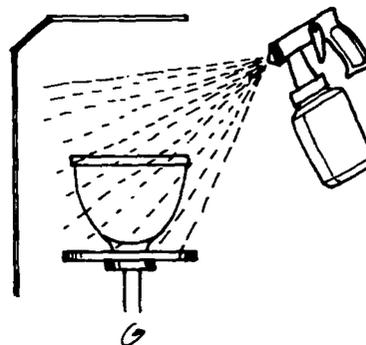
Con este proceso también se pueden producir efectos especiales del esmalte sobre la pieza al bañar solamente algunas partes.



Decorado producido por baño

### 8.3 Esmaltado por aspersión

El esmalte es aplicado por medio de un atomizador logrando con ello una superficie bastante uniforme. Mientras el atomizador se acciona, la pieza gira sobre una tometa y los residuos son captados por una caseta.



Esmaltado por aspersión

En las grandes industrias existen máquinas automáticas que utilizan aspersores múltiples que aseguran que el esmalte llega a todas las partes de la pieza.



Aspersión múltiple

Este método es usado para esmaltar piezas llanas y piezas muy grandes y abiertas que por medio de inmersión o bañado no pueden ser esmaltadas, no lo es para piezas cerradas en donde difícilmente el material llega al interior.

#### 8.4 Consideraciones en el proceso de diseño

Las características que deben de considerarse en el proceso de diseño son:

1.El esmalte o vidriado es una cubierta que tiene un fin utilitario pero que puede convertirse en un elemento decorativo.

2.**Una pieza puede ser esmaltada totalmente o dejar la base sin esmaltarse**, esto depende de los accesorios refractarios que se tengan para el horno.

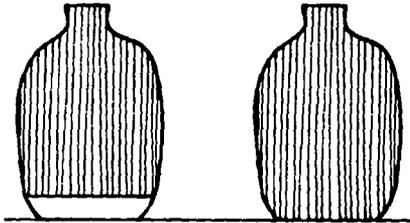
3.El **esmalte de porcelana es generalmente transparente** ya que la pasta es blanca y cubre toda la pieza.

4.El **de gres es comúnmente de color o transparente con tinte colorido y suele dejarse la base sin esmaltar.**

5.**La loza para vajilla debe de cubrirse totalmente** para tener una protección adecuada dada su porosidad.

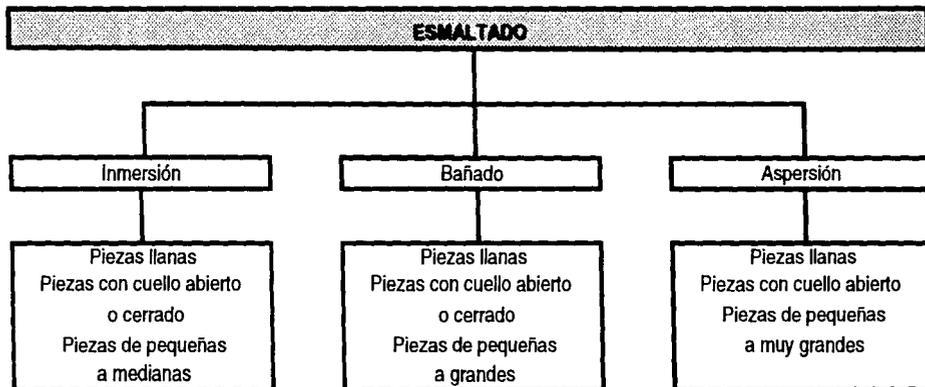
6.Generalmente **la loza para vajilla es cubierta por esmalte blanco o transparente** dependiendo de la blancura de la pasta.

7.**La loza para artículo publicitario o decorativo se cubre con esmalte transparente o de color.**



Posibilidades de esmaltado

## 8.5 Resumen esquemático





## CAPITULO 9

# CONSIDERACIONES POR DECORADOS

Básicamente existen 7 métodos para decorar una pieza cerámica: 3 de ellos se refieren a la pasta y los restantes al esmalte, aplicándose cada uno de ellos en diferentes etapas de la fabricación.

### 9.1 Decorado de la pasta

Los decorados de la pasta se realizan antes de que sea quemada, durante el proceso de conformación de la pieza cerámica.

#### 9.1.1 Pastas coloreadas o texturizadas

**Pasta coloreada:** Consiste en agregar color a la pasta desde el momento de su preparación y elaborar con ella la pieza cerámica que puede o no ser esmaltada. Existen pastas que naturalmente son de color por contener óxidos como parte de su composición, tal es el caso de las arcillas para alfarería que son de color pardo o rojizo.

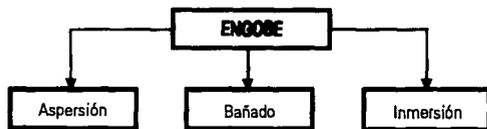
**Pasta texturizada:** Se incorporan a la pasta durante su preparación elementos texturizantes como grog o chamota, obteniendo con ello una pieza de aspecto más pétreo. Este tipo de pasta es usada comúnmente en gres.

El grog además de texturizar le da a la pasta una mayor consistencia para ser modelada y reduce el encogimiento evitando fracturas

### 9.1.2 Engobes

Un engobe es una arcilla o pasta coloreada líquida que se aplica a un cuerpo cerámico generalmente crudo para cambiar de color, texturizar e impermeabilizar.

El engobe debe de tener las mismas características de encogimiento en el secado y la cocción que la pasta soporte para que pueda adherirse a ella y su aplicación es exactamente igual a la del esmalte, cubriendo total o parcialmente la pieza cerámica.



Aplicación de engobe

### 9.1.3 Trabajos directos sobre la pasta cruda

Este decorado se elabora directamente sobre la pieza por métodos manuales o puede ser integrado al molde que lo transfiere a la pieza cerámica.

**Las técnicas manuales son:**

- Texturizado.
- Calado.
- Pastillaje o aplicaciones.
- Relieves.

**Los efectos por molde son:**

- Textura.
- Relieves.

### 9.2 Decorado del esmalte

Estos decorados se refieren a la aplicación de color sobre la pieza cerámica en diferentes etapas de la producción.

#### 9.2.1 Esmaltes coloreados

Los esmaltes de color que pueden ser mates o brillantes, opacos o transparentes tienen también un propósito decorativo y no sólo funcional, se puede considerar

la aplicación de un solo esmalte en la pieza o la combinación de 2 o más logrando obtener efectos especiales. La aplicación es tratada en el capítulo anterior.

### 9.2.2 Colores bajo esmalte

Se ven detrás del esmalte, que puede mostrarlos claramente si éste es transparente y brillante o puede velarlos parcialmente si es mate, opaco o de color. Se aplican sobre la pieza cruda, sancochada o sobre el engobe calcinado generalmente con pincel, pero puede hacerse también por medio de serigrafía directa o calcomanía, lo cual es poco común.

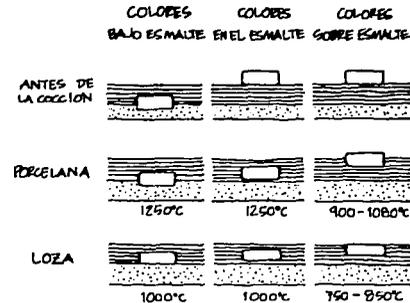
### 9.2.3 Colores en esmalte

El color es aplicado sobre el esmalte crudo adherido a la pieza para posteriormente ser quemados. El color se integra al esmalte dando como resultado un decorado con bordes suaves y borrosos.

### 9.2.4 Colores sobre esmalte

Este es el método más utilizado en la industria cerámica por la cantidad de técnicas a utilizar, porque representa menor riesgo durante la manipulación de la pieza y por ser el que tiene resultados más nítidos. El color es

aplicado por medio de pincel, serigrafía directa o calcomanía sobre el esmalte cocido fundiéndose a éste en una tercera cocción.



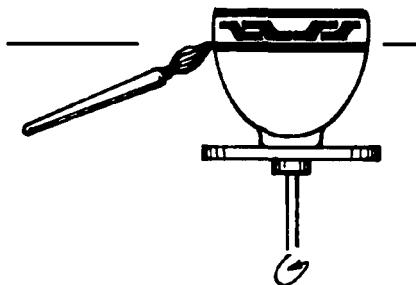
Los colores en el esmalte

## 9.3 Técnicas de decoración

Las técnicas utilizadas para decorar bajo, en y sobre el esmalte son las siguientes:

### 9.3.1 Decorado con pincel

Esta técnica es manual y consiste en aplicar directamente el color mezclado a vehículos aceitosos para que se adhiera a la pieza cerámica.



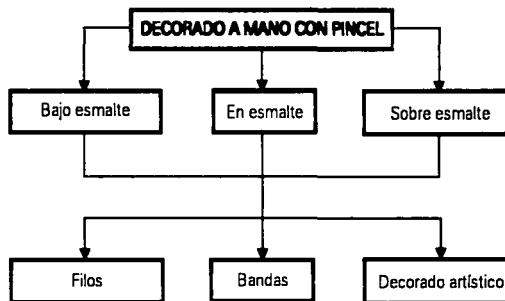
Decorado con pincel

Existe una gran variedad de pinceles para decoración con los cuales se pueden lograr diferentes efectos.



Pinceles para decorado

Con el decorado con pincel es posible realizar fillos, bandas o decorado artístico.

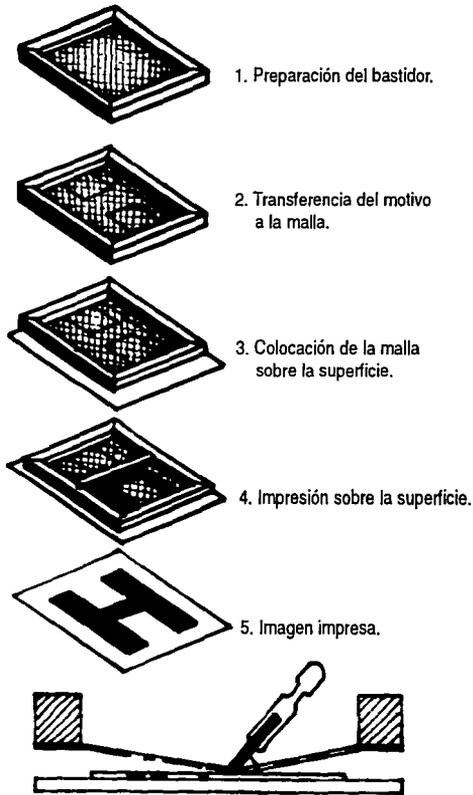


Posibilidades de decorados con pincel

### 9.3.2 Serigrafía directa

Consiste en el uso de una malla tensada en contacto con la pieza a decorar sobre la que se vierte el colorante, el cual pasa a través de ésta para depositarse sobre la pieza. Se emplea para producir decorados de 1 a 3 colores con una muy buena calidad.

El principio de la impresión serigráfica es el siguiente:



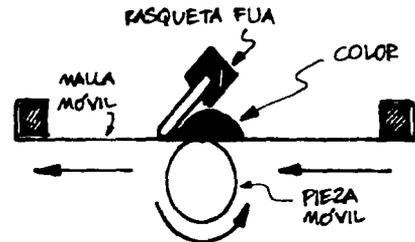
Principios de la impresión serigráfica

Si la pieza a serigrafar es plana, ésta permanece fija junto con la malla y la rasqueta es movida para hacer pasar el color.



Serigrafía directa sobre una pieza plana

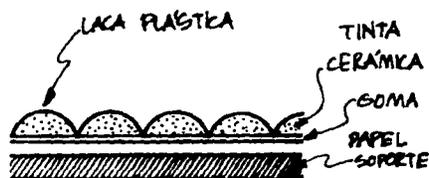
Cuando el objeto es cilíndrico, éste gira sobre sí mismo acompañado por el movimiento de la malla, mientras que la rasqueta permanece fija.



Serigrafía directa sobre una pieza cilíndrica

### 9.3.3 Calcomanía

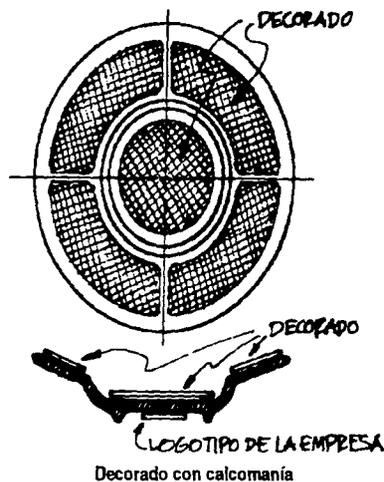
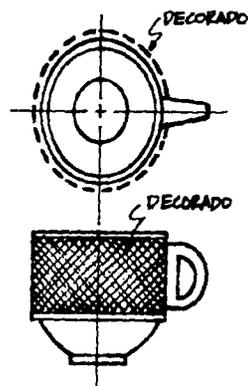
La calcomanía está formada por un soporte que lleva adherido por medio de una goma soluble al agua un decorado con los colores impresos por medios serigráficos y sostenidos a su vez por una capa plástica.



Estructura de una calcomanía

Para aplicar la calcomanía, ésta se sumerge en agua para desprenderla del papel, se coloca sobre la pieza apretándola con una esponja que absorbe la humedad y una vez adherida se deja secar para ser quemada.

Esta técnica es usada básicamente sobre esmalte en decorados complejos con una calidad extraordinaria y la posibilidad de usar gran cantidad de colores. Las superficies a cubrir son ilimitadas en cuanto a forma y tamaño, ya que éstas pueden ser adheridas por partes que empalman perfectamente.



Decorado con calcomanía

Nota: La temperatura de quema de las técnicas anteriores varía de acuerdo al tipo de pasta, en la industria de vajillas de porcelana se quema entre 900° y 1080°C para color y de 800° a 900°C para oro y platino, para loza se quema entre 650° y 750°C.

### 9.3.4 Decorado de la pieza terminada

Existe otra técnica no muy relacionada con las anteriores que consiste en hacer bajo-relieves a la pieza por medio de arena a presión con una máquina llamada "San Blas", la cubierta vitrea y parte del cuerpo cerámico son "desbastados" por la arena logrando una excelente calidad y definición. Esta técnica es utilizada particularmente en artículo publicitario y decorativo sobre loza por ser ésta menos dura que el gres y la porcelana, sin embargo hay que considerar que la pasta queda sin la protección del esmalte y tiende a mancharse con facilidad.

## 9.4 Consideraciones en el proceso de diseño

Las características que deben de considerarse en el proceso de diseño son:

1. Su objetivo puede ir más allá del decorativo ya que éste puede modificar visualmente la forma de una pieza cerámica.

2. En la decoración de vajillas se debe considerar de 7 a 8 decorados o más para una misma línea.

3. **Los decorados pueden ser combinados entre ellos**, siempre y cuando la temperatura de quema sea la misma.

4. **La serigrafía directa y la calcomanía son aplicadas mayormente sobre pastas blancas**, pero se puede hacer sobre cualquier color.

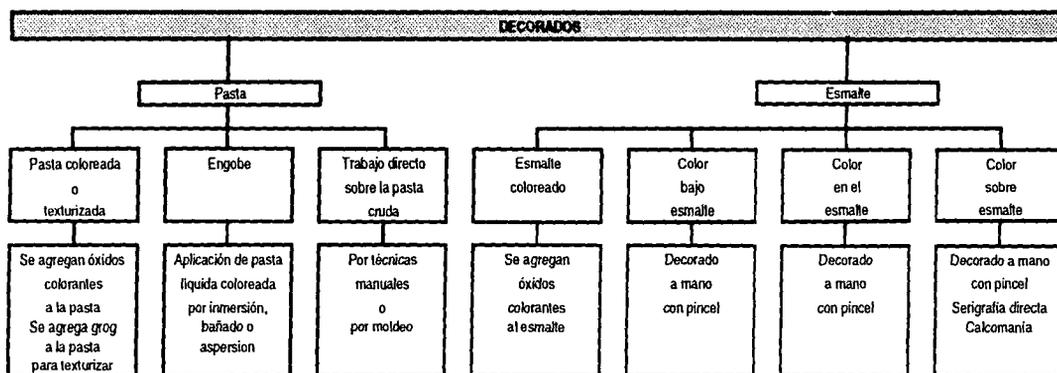
5. **Las técnicas de serigrafía directa y calcomanía se aplican básicamente sobre loza y porcelana.**

6. **El gres hace más uso del decorado con pincel y efectos de esmalte**, prácticamente no utiliza la serigrafía directa o calcomanía.

7. Por las características de la serigrafía directa, ésta es muy usada para artículo publicitario.

8. La calcomanía tiene una amplia aplicación en el decorado para vajillas.

## 9.5 Resumen esquemático



## CAPITULO 10

# CONSIDERACIONES PARA ENSAMBLES Y UNIONES

### 10.1 Ensamblados y uniones de cerámicas antes de la quema\*

La única posibilidad de unir dos pastas diferentes en cuanto a composición o color antes de la cocción, es decir, antes de que endurezcan, es que tengan las mismas características de encogimiento, de no ser así las partes se desprenderán y/o fracturarán.

Dada su dificultad, este tipo de uniones no se lleva a cabo entre pastas diferentes, pero se puede hacer entre una misma pasta de diferente color siempre y cuando conserven el mismo encogimiento.

\*No se refiere a los ensamblados que se realizan en la producción para terminar una pieza, como pegar un asa al cuerpo de una taza.

## 10.2 Ensamblajes y uniones con otros materiales y cerámica quemada

Ensamblajes entre cerámica y otros materiales pueden presentarse con cierta frecuencia y para ello deben de tomarse las siguientes consideraciones:

1. La cerámica no tiene la resistencia adecuada para ser atornillada directamente.

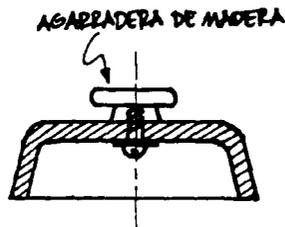
2. Si se requiere de perforaciones para algún tipo de unión, éstas deben de realizarse antes de la quema durante la producción de la pieza.

3. Perforar una pieza es verdaderamente riesgoso ya que la cerámica tradicional en general es un material frágil. En caso extremo las pastas de baja temperatura (alfarería y loza) que son porosas y menos duras pueden ser barrenadas con una broca para cemento, teniendo cuidado de no golpear la pieza con la herramienta de corte. Las de alta temperatura (gres y porcelana) son pastas muy parecidas al vidrio y la técnica posible a seguir es la de perforar con herramienta de diamante, este proceso es poco recomendado por ser muy caro, lento y de alto riesgo.

4. La cerámica puede ser unida por medio de pegamentos epóxicos o silicón a otros materiales o a otra pieza cerámica cocida.

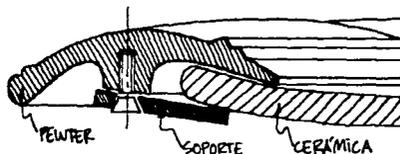
5. Por ser un material rígido no puede entrar a presión dentro de o permitir que entre otro elemento de las mismas características.

Algunos ejemplos de ensamblajes y uniones:



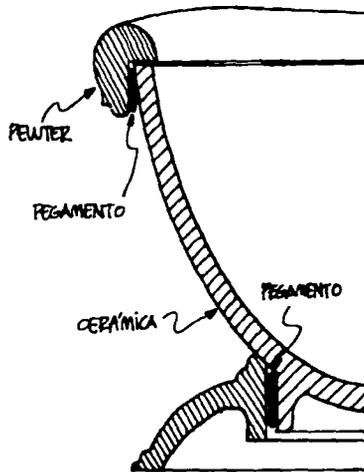
Ensamble

Tomada de: Vajilla de cerámica de alta temperatura para fuego directo. Díaz de Cossío, Cora .



Ensamble

Tomada de: Línea de servicio para mesa en cerámica y pewter. Martínez, Alejandro.



Uniones con pegamento

Tomada de: Línea de servicio para mesa en cerámica y pewter.  
Martínez, Alejandro.



## CAPITULO 11

# CONCLUSIONES

En el proceso de diseño es necesario conocer las características y propiedades de los materiales y los medios por los cuales son procesados, este documento se ha referido a la cerámica y ha querido mostrar los aspectos primordiales que deben considerarse en dicho proceso.

Las características y aplicaciones que ofrece el material a través de las diferentes pastas y la forma básica de la cerámica han sido tratadas tomando ejemplos generales de como y porque se va conformando una pieza cerámica.

Los procesos aquí expuestos representan los más utilizados en el medio, tratando de abarcar desde los llamados artesanales que permiten una gran cantidad de variantes y son también un medio de producción, hasta los más sofisticados que por sus características son muy específicos en cuanto a las formas que pueden fabricar.



## APENDICE

### 1. TIPOS DE ARCILLA

Las diferentes condiciones geológicas en que se han formado las arcillas produciendo composiciones químicas y estructuras físicas muy variadas, han dado lugar a que las características que presenta una de otra sean muy heterogéneas. Las divisiones y subdivisiones que pueden hacerse de ellas son tan grandes como la "Tierra" misma, pero de una forma general, que los tipos de arcillas quedan comprendidas dentro de las siguientes:

**Caolín:** Su nombre deriva del chino Kao - alto y de Ling - colina o cerro. Kao-ling es el lugar en donde fue descubierto y de ahí toma su nombre el caolín que es llamado también Arcilla de China. Su fórmula se aproxima mucho a la de la caolinita  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$  siendo la más pura de las arcillas. Es altamente refractaria con un punto de fusión superior a los  $1,750^{\circ}C$  y por ser una arcilla primaria que presenta partículas de tamaño más grueso su plasticidad suele ser inferior a la de las arcillas secundarias, debido a estas dos características rara vez se utiliza por sí misma. Tras la cocción presenta una coloración blanca, es

el componente más importante de la porcelana, y suele usarse en otras pastas cerámicas para aumentar la blancura y la capacidad refractaria. Los caolines varían ampliamente en su blancura y plasticidad.

**Arcillas de bola (Ball Clay):** Son arcillas secundarias de grano fino, excelente plasticidad y muy refractarias. Su color antes de la cochura es gris oscuro debido a la presencia de materiales orgánicos, pero después de la quema es de un color claro cercano al blanco. Por su gran plasticidad son difíciles de usarse por sí mismas debido a la excesiva contracción, sin embargo su presencia en las pastas cerámicas es muy común ya que aumenta la plasticidad y resistencia en seco y ayuda a la vitrificación de las pastas. Se usa en proporciones variadas.

**Arcillas refractarias:** Las arcillas refractarias crudas son de color entre gris y crema, de textura arenosa aún después de ser trituradas, parecen mucho menos puras, sin embargo contienen un gran porcentaje de caolinita. Su punto de fusión se encuentra entre 1,650° - 1750°C. Son muy útiles para una gran variedad de productos, principalmente en la fabricación de ladrillos refractarios y otras piezas para hornos, muflas, crisoles, calderas, etc., debido a su gran resistencia al choque térmico causado por las numerosas cocciones a altas temperaturas a las que son sometidas. Su plasticidad puede variar, pero generalmente es poca.

**Arcillas plásticas de gres:** Pertenecen a la familia de las arcillas refractarias, pero se diferencian de éstas por su capacidad de gresificación y su plasticidad. Por encima de una temperatura entre 1120° y 1280°C aproximadamente

sus estructuras se gresifican, alejándose entre sí sus puntos de impermeabilización y de fusión, el color después de la cocción puede ir de beige al rojo castaño en atmósfera oxidante y de gris a castaño oscuro en atmósfera reductora. Por su plasticidad pueden ser trabajadas al torno y forman parte importante de los cuerpos cerámicos de gres.

**Barro :** Se conocen también como "arcilla para alfarero" o **terracota** y es la más común de las arcillas. Por su contenido de óxido de hierro y otras impurezas minerales su temperatura de cocción se encuentra entre los 800° y 1100°C. Su color en crudo es rojo, marrón, verdoso o gris, después de la cocción puede ser el tostado, anteado, rojo, marrón o negro según sea la arcilla y el tipo de cocción. Su plasticidad puede variar pero generalmente es buena y muy comúnmente es usada por sí misma como pasta cerámica sin necesitar de otros agregados. La mayoría de la cerámica de todo el mundo se ha hecho barro y también es la primera materia común para ladrillos, baldosas, tubos de drenaje, tejas y otros productos pesados de arcilla.

**Bentonita:** La bentonita es una arcilla de origen volcánico, y es extremadamente plástica por lo que no puede usarse como materia única. Se agrega a las pastas cerámicas en pequeñas cantidades (3-5%) como elemento plastificante. Se emplea a veces para homogenizar los esmaltes.

**Grog o chamota:** Es una arcilla refractaria que después de una fuerte cochura es triturada en granos de diferentes tamaños más o menos finos volviéndose inerte a las temperaturas de trabajo de la cerámica. Se agrega a las pastas para dar textura, dar mayor "cuerpo" a piezas

modeladas y tomeadas a mano, facilitar el secado, reducir la contracción tanto de secado como de quema, aumentar la resistencia durante la cocción.

## 2. MATERIALES NO PLASTICOS

Existen varias materias primas que se usan en la elaboración de la cerámica que no son plásticas como las arcillas pero que son muy importantes en la formación de las pastas. Su función es la de modificar las características de una arcilla, como: reducir plasticidad, tiempos de secado y contracción, aumentar la resistencia, etc. Los materiales no plásticos más importantes, entre la gran variedad existente, son los siguientes:

**Silice:** Dice un adagio chino que; "El cuarzo es el esqueleto y la arcilla la carne de la Cerámica". El silice es un material básico en la cerámica encontrándose presente tanto en los cuerpos cerámicos como en los vidriados, ya sea en forma libre, es decir, como agregado a una pasta o como componente de la caolinita ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). El sílice libre se obtiene en forma de polvo a partir del pedernal y el cuarzo molidos y calcinados, su fórmula es  $\text{SiO}_2$  (Dióxido de Silicato) y funde entre 1,610 y 1,713°C. Durante la quema, el sílice libre sufre una serie de inversiones produciendo tensiones en las piezas cerámicas, pero si el proceso de calentamiento y enfriamiento se realizan lentamente no se presenta problema alguno en la pieza. El sílice o cuarzo disminuye considerablemente la contracción y deformación en el secado y la cocción, así como la plasticidad en las pastas. Es el agente vitrificante más importante, aumenta el punto de fusión del cuerpo cerámico, y cuando se calienta en presencia de feldespato funde formando un vidrio a una temperatura mucho más baja ya que el sílice tiende a

disolverse en este último. Es un componente principal de las pastas para loza, porcelana y material sanitario.

**Feldespato:** El feldespato es el fundente más usado en las pastas y vidriados. Procede de la descomposición del granito y las rocas ígneas, el grupo principal comprende los aluminosilicatos de potasio, sodio y calcio. Las fórmulas ideales, aunque casi nunca conseguidas en la naturaleza son:

- Feldespato potásico      Ortoclasa, microlina  
 $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$
- Feldespato sódico      Albita  
 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$
- Feldespato cálcico      Anortita  
 $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$

Muchos feldespatos comienzan a fundir a los 1,180°C y continúan formando fluidos complejos hasta 1,500°C. Una vez fundido tiene alta viscosidad, ayudando a incrementar la resistencia de las porcelanas, y a evitar el corrimiento de los vidriados durante la cocción. Como todas las materias reducidas a polvo, el feldespato molido hace que las pastas sean más "magras", es decir, menos plásticas, disminuyendo al mismo tiempo su contracción en el secado. Por el contrario, al hacerla más compacta durante la cocción, aumenta la contracción.

**Talco:** El talco es un silicato de magnesio hidratado, el cual tiene una composición que varía entre  $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  y  $4\text{MgO} \cdot 5\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  asociado con impurezas que introducen alúmina, hierro, cal

álcalis y más agua. El material más puro es la esteatita y la variedad impura se conoce como jabón. El talco sirve como refractario en cuerpos arcillosos de baja temperatura y como fundente en cuerpos de alta temperatura. Aumenta la resistencia eléctrica. Se emplea en proporciones hasta de 50% en azulejos, con los cuales reduce notablemente el cuarteo tardío. En ciertas pastas para piezas porosas de loza, se utiliza en cantidades hasta de un 10% para mejorar su resistencia al golpe y disminuir el cuarteo por humedad.

**Carbonato de calcio:** Se encuentra casi en estado puro en la piedra caliza y la tiza que se preparan en forma de blanco de españa, su fórmula es  $\text{CaCO}_3$ . Actúa como fundente en pastas y vidriados, en general reacciona con la arcilla, sílice y feldespato para dar una masa vítrea, la cual tiene mayor resistencia y menor porosidad, pero también sufre una mayor contracción. El carbonato de calcio presenta puntos de fusión y de vitrificación muy cercanos, de tal forma que un ligero exceso de temperatura puede dar lugar a deformación, fusión o formación de burbujas. Este material también favorece el barnizado y añade blancura al cuerpo arcillosos. Puede usarse en pastas para loza, material sanitario, azulejos para pisos y paredes.

### 3. COMPOSICION DE UN ESMALTE O VIDRIADO

Un esmalte está formado por la combinación de 3 grupos de óxidos que deben de ser mezclados de acuerdo a la temperatura a la que se va a cocer la pieza cerámica. Estos grupos son:

- **El sílice:** Es el principal componente de un esmalte, por sí mismo es un material que forma vidrio cuando se funde y se enfría. El sílice puro es extremadamente duro, duradero, resistente al ataque de los ácidos y a la rotura por choque térmico pero es particularmente difícil de fundir y una vez fundido es prácticamente imposible de conformarlo en objeto útil, por lo cual requiere de fundentes para su uso. El óxido de este grupo es:

**SiO<sub>2</sub>** Bióxido de silicio

- **Los fundentes:** Son los óxidos capaces de hacer fundir al sílice a una temperatura inferior a la que no lo haría por sí mismo. Los óxidos son:

**Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** Oxido de aluminio

**TiO<sub>2</sub>** Oxido de titanio

- **Los estabilizadores:** Dan viscosidad en el momento de la fusión evitando que el esmalte fundido corra hacia abajo en las paredes verticales de una pieza cerámica y sirven también para evitar la formación de cristales en el

esmalte cuando se enfría. Los óxidos son:

**PbO** Oxido de plomo

**Na<sub>2</sub>O** Oxido de sodio

**K<sub>2</sub>O** Oxido de potasio

**CaO** Oxido de calcio

**MgO** Oxido de magnesio

**BaO** Oxido de bario

**Li<sub>2</sub>O** Oxido de litio

**SrO** Oxido de estroncio

**Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** Oxido de antimonio

**B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** Oxido bórico

**ZnO** Oxido de zinc

Las principales **materias primas** que se utilizan para obtener estos óxidos son:

**Pedernal** SiO<sub>2</sub>

**Arcilla** Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · 2 SiO<sub>2</sub> · 2H<sub>2</sub>O

**Feldespató potásico** K<sub>2</sub>O · Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · 6SiO<sub>2</sub>

**Feldespató sódico** Na<sub>2</sub>O · Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · 6SiO<sub>2</sub>

**Feldespató cálcico** CaO · Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · 2SiO<sub>2</sub>

**Carbonato cálcico** CO<sub>3</sub>Ca

**Carbonato magnésico** CO<sub>3</sub>Mg

**Dolomita** CO<sub>3</sub>Ca · CO<sub>3</sub>Mg

**Carbonato bárico** CO<sub>3</sub>Ba

**Talco**  $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

**Colemanita**  $2\text{CaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

**Minio**  $\text{Pb}_3\text{O}_4$

**Oxido de zinc**  $\text{ZnO}$

**Carbonato de litio**  $\text{CO}_3\text{Li}_2$

**Borax**  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

Los esmaltes se pueden dividir en dos grupos:

**-Crudos:** Se preparan con materias primas crudas (naturales) que son mezcladas y molidas.

**-Fritados:** Las materias primas son previamente fundidas con el fin de hacer insolubles algunas sustancias tóxicas como el plomo, posteriormente se muelen y son preparados los esmaltes para ser aplicados.

4. OXIDOS COLORANTES

OXIDOS COLORANTES									
Colorante	Carbonato de cobalto	Oxido de cobalto	Carbonato de cobre	Oxido de cobre	Cromato de hierro	Oxido de hierro negro	Oxido de hierro rojo	Carbonato de manganeso	Dióxido de manganeso
Cantidad recomendada (porcentaje del volumen total)	0.5 - 3 %	0.25 - 2 %	2 - 7 %	1 - 5 %	2 - 5 %	4 - 8 %	2 - 15 %	2 - 8 %	2 - 10 %
Color y efectos resultantes		Azul más o menos fuerte. A veces moteado. Con algunos esmaltes forma morados y un acabado azul/gris a 1250°C.	Verde manzana, más o menos oscuro. Textura uniforme.	Verde manzana, claro u oscuro. Algo más fuerte que el carbonato.	Pardos-grisáceos apagados. Oscurece otros colores.	Colores más fríos pero más intensos que con otras formas de hierro.	Desde el color miel hasta el pardo oscuro.	Del malva rosado al pardo. Color uniforme en pastas y esmaltes.	Del malva rosado al pardo. Si se quema a 1250°C, pardo oscuro. Efecto moteado.
Comentarios generales			Ambas formas de cobre dan turquesa en algunos esmaltes y rojos fuertes si se queman en hornos de combustible. En grandes cantidades dan un negro metálico. Por sí solos, no producen más que colores débiles. No deben de usarse en recipientes para comida y bebida que tengan esmaltes solubles de plomo.		Producen una gama muy variada de colores, desde el cobrizo claro al negro. El óxido rojo es el más utilizado. El hierro es un fundente muy activo cuando se añade a un esmalte. Si se quema a más de 1250°C, produce por sí solo un agradable color pardo-rojizo.				

Tomada de: Alfarería creativa. Consentino, Peter.

## GLOSARIO

**Adaptabilidad.** Relación existente entre la expansión térmica de un esmalte y del cuerpo cerámico.

**Agua química.** Agua combinada molecularmente con la arcilla que desaparece entre 450° y 700°C.

**Alabeo.** Deformación de una pieza cerámica durante el secado.

**Aspersión.** Aplicación del esmalte por medio de una pistola y un compresor.

**Barbotina.** Pasta a la cual se le ha agregado defloculantes para darle una consistencia líquida cremosa capaz de fluir por un molde de vaciado.

**Barniz.** Esmalte. Película vítrea que cubre la superficie de los objetos cerámicos.

**Bruñido.** Proceso de pulir la pieza cerámica cuando se encuentra en dureza de cuero con objetos duros y lisos (piedras de río o cucharas) para obtener una superficie brillante.

**Calcinación.** Tratamiento mediante el cual un mineral cerámico o una mezcla se cuece a una cierta temperatura.

**Caolinita.** Mineral "ideal" de la arcilla cuya fórmula es  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ .

**Cocción.** Proceso de la exposición de la arcilla y los esmaltes a un calentamiento controlado dentro de un horno.

**Colorantes.** Oxidos estabilizados que se usan para colorear pastas y esmaltes.

**Contracción.** Encogimiento o merma.

**Craquelado.** Agrietamiento. Red de fracturas en un esmalte causada por diferencias de contracción entre el cuerpo y el barniz.

**Cristobalita.** Forma cristalina de el sílice con una inversión mayor que la del cuarzo (3% de expansión lineal frente al 1%) y que tiene lugar a una temperatura de 220°C al pasar de alfa a beta.

**Cuerpo.** Mezcla de arcillas y otros materiales apropiada para los distintos procedimientos de manufactura.

**Desconchado.** Separación del esmalte o de un engobe de la pasta.

**Desfloculante.** Sustancia que actúa químicamente sobre las pastas de vaciado haciendo que éstas adquieran un estado líquido con muy poca agua, y que las partículas se separen

y queden en suspensión. El silicato sódico y el carbonato sódico son los más usados.

**Dureza de cuero.** Estado de la arcilla parcialmente endurecida, pero que aún conserva cierta humedad.

**Encastre.** Parte de la tapa que se introduce a una pieza (azucarera, tetera).

**Engobe.** Arcilla o pasta líquida coloreada que se aplica a un cuerpo cerámico generalmente crudo para cambiar de color, textura e impermeabilizar.

**Espejo.** Parte que contiene a los alimentos en los platos de una vajilla.

**Espejuelo.** Es la base que se encuentra en la parte posterior de una pieza que sirve para estructurar y ayudar a que ésta asiente correctamente sobre una superficie plana.

**Estado plástico.** Es cuando una pasta se encuentra con la correcta cantidad de agua permitiendo ser modelada.

**Floculación.** Fenómeno en el cual las partículas de la arcilla se adhieren entre sí.

**Fundente.** Componente de bajo punto de fusión que se combina con los compuestos silíceos y que reducen la temperatura de fusión de la masa arcillosa o el esmalte.

**Gresificación.** Capacidad de una pasta de convertirse en gres.

**Grog.** Arcilla bizcochada triturada en granos de diferentes tamaños más o menos finos, se agrega a las pastas cerámicas para dar textura, estructurarlas y reducir la contracción de secado y cocción.

**Horno de tiro ascendente.** Horno de combustión en el que el humo sube hacia una chimenea colocada encima del horno.

**Horno de tiro descendente.** Horno de combustión en el que el calor y las llamas van hacia abajo, saliendo por conductos en la base o en el suelo del horno.

**Inmersión.** Esmaltado en el que se sumerge la pieza en un recipiente con esmalte y se saca rápidamente.

**Inversión del cuarzo.** Cambio de volumen en los cristales del sílice durante el calentamiento, tiene lugar instantáneamente a 573°C con una expansión lineal de 0.45-1%. Al enfriar, los cristales vuelven a su estado original con la consiguiente contracción. Las formas cristalinas se conocen como cuarzo alfa (por debajo de los 573°C) y cuarzo beta (por debajo de los 573°C).

**Materiales antiplásticos.** Materiales no arcillosos que se usan en la elaboración de la cerámica, no tienen plasticidad pero que son muy importantes en la composición de las pastas.

**Materiales plásticos.** Sustancias arcillosas que poseen plasticidad.

**Merma.** Contracción de la arcilla durante el secado o cocción.

**Pasta cerámica.** Mezcla equilibrada de arcilla, minerales y otros ingredientes no plásticos, con la que se hacen las piezas cerámica.

**Pasta plástica.** Pasta con la correcta cantidad de agua que permite se le de forma.

**Pasta "seca".** Pasta con el mínimo contenido de agua (5-1%) para ser moldeada mediante procesos de muy alta presión.

**Pella.** Pasta en forma cilíndrica.

**Refractario.** Material muy resistente a la fusión y capaz de soportar altas temperaturas.

**Sancocho.** Bizcocho. Cochura preliminar para endurecer las piezas antes del esmalte.

**Sinterización.** Proceso térmico en el que los productos cerámicos se funden lo suficiente para formar una masa sólida sin vitrificación completa.

**Terracota.** Barro. Arcilla plástica porosa de color rojizo después de la quema

**Viscosidad.** Propiedad del esmalte que impide que resbale sobre la superficie de la pieza. Calidad de pegajoso.

**Vitrificación. Vitrificar.** Adquirir la naturaleza de un vidrio o formar fundidos vitreos entro del material que fluyen en los poros y permiten a las partículas empaquetarse más estrechamente.

## FUENTES DE INFORMACION

**Birks, Tony.** GUIA COMPLETA DEL CERAMISTA.  
Blume, Barcelona, 1995.

**Bruguera, Jordi.** MANUAL PRACTICO DE CERAMICA.  
Ediciones Omega,S.A., Barcelona, 1986.

**Casson, Michael.** ALFARERIA ARTESANA.  
Ediciones CEAC,S.A., Barcelona, 1986.

**Colbeck, John.** MATERIALES PARA EL CERAMISTA.  
Ediciones CEAC,S.A., Barcelona, 1989.

**Cosentino, Peter.** ALFARERIA CREATIVA.  
Hermann Blume, Madrid, 1988.

**Cosentino, Peter.** ENCICLOPEDIA DE TECNICAS DE  
CERAMICA. Editorial Diana, S.A. de C.V.,  
México,D.F., 1991.

**Cosentino, Peter.** PROYECTOS EN CERAMICA.  
Ediciones CEAC,S.A., Barcelona, 1988.

- Costales, F. y Olson, D.** CERAMICA PARA ESCUELAS Y PEQUEÑAS INDUSTRIAS.  
Cía. Editorial Continental,S.A., México,D.F., 1966.
- Chavarria, Joaquim.** LA CERAMICA.  
Parramón Ediciones,S.A., Barcelona, 1996.
- Fernández Chiti,Jorge.** EL LIBRO DEL CERAMISTA.  
Ediciones Condorhuasi, Buenos Aires, 1994.
- Fernández Chiti,Jorge.** DICCIONARIO DE CERAMICA,  
Tomo 1, 2 y 3. Ediciones Condorhuasi,  
Buenos Aires, 1985.
- Fernández Chiti, Jorge.** MANUAL DE ESMALTES  
CERAMICOS, Tomo 1, 2 y 3. Editorial Condorhuasi,  
Buenos Aires, 1988.
- Fournier, Robert.** DICCIONARIO ILUSTRADO DE  
ALFARERIA PRACTICA. Ediciones Omega,S.A.,  
Barcelona, 1981.
- Giovannini, Rolando.** LA SERIGRAFIA EN LA CERAMICA.  
Ediciones Omega,S.A., Barcelona, 1989.
- Hald, Peder.** TECNICA DE LA CERAMICA.  
Ediciones Omega,S.A., Barcelona, 1977.
- Hamilton, David.** ALFARERIA Y CERAMICA.  
Ediciones CEAC,S.A., Barcelona, 1992.
- Hamilton, David.** GRES Y PORCELANA.  
Ediciones CEAC,S.A., Barcelona, 1989.
- Kenneth, Clark.** MANUAL DEL ALFARERO.  
Hermann Blume, Madrid, 1984.
- Lynggaard, Finn.** TRATADO DE CERAMICA.  
Ediciones Omega,S.A., Barcelona, 1983.
- Nelson, Glenn C.** CERAMICA, MANUAL PARA EL  
ALFARERO. Cía. Editorial Continental,S.A.,  
México,D.F., 1980.
- Nelson, Glenn C.** CERAMICS A POTTER'S HANDBOOK.  
Holt, Rinehart and Winston, Inc., U.S.A., 1984.
- Norton, F.H.** CERAMICA FINA, TECNOLOGIA Y  
APLICACIONES. Ediciones Omega,S.A.,  
Barcelona, 1988.
- Rada, Pravoslav.** LAS TECNICAS DE LA CERAMICA, El  
arte y la práctica. Colección Técnicas del Arte.  
Editorial LIBSA, Madrid, 1990.
- Rado, Paul.** AN INTRODUCTION TO THE TECHNOLOGY  
OF POTTERY. The Institute of Ceramics, Pergamon  
Prees, Great Britain, 1988.
- Reed, James.** INTRODUCTION TO THE PRINCIPLES OF  
CERAMIC PROCESSING.  
John Willey & sons, Inc., U.S.A., 1988.
- Rhodes, Daniel.** ARCILLA Y VIDRIADO PARA EL  
CERAMISTA. Ediciones CEAC,S.A.,  
Barcelona, 1990.

**Simpson, Penny y Sodeoka, Kanji.** THE JAPANESE POTTERY HANDBOOK. Kondasha International Ltd., Tokyo, New York and San Francisco, 1979.

**Singer, Felix. y Singer Sonja.S.** CERAMICA INDUSTRIAL, Volumen 1, 2 y 3 de la ENCICLOPEDIA DE LA QUIMICA INDUSTRIAL, Tomo 9, 10 y 11. Ediciones URMO, S.A., Bilbao, 1979.

**Tomoyose, Atsushi y Samario G., Jacobo.** MANUAL DE MOLDERIA. Escuelade Cerámica MOA, Toluca, Estado de México.

**Vittel, Claude.** CERAMICA (PASTAS Y VIDRIADOS). Paraninfo, S.A., Madrid, 1978.

**Wensley, Doug.** POTTERY A MANUAL OF TECHNIQUES. The Crowood Press, Great Britain, 1992.

**Woody, Elsbeth S.** CERAMICA AL TORNO. Ediciones CEAC, S.A., Barcelona, 1987.

## TESIS

**Díaz de Cossío, Cora.** VAJILLA DE CERAMICA DE ALTA TEMPERATURA PARA FUEGO DIRECTO. Unidad Acedémica de Diseño Industrial, Fac. de Arquitectura, U.N.A.M., 1985.

**Gisholt, Alberto.** APORTACIONES DE DISEÑO INDUSTRIAL A U TALLER DE CERAMICA DE ALTA TEMPERATURA EN LA ZONA TARAHUMARA. Unidad Acedémica de Diseño Industrial, Escuela Nacional de Arquitectura, U.N.A.M., 1981.

**Martínez, Alejandro.** LINEA DE SERVICIO PARA MESA EN CERAMICA Y PEWTER. Centro de Investigaciones de Diseño Industrial, Fac. de Arquitectura, U.N.A.M., 1995.

## FABRICAS:

**El Anfora, S.A. de C.V.**  
Camino a Pozos Téllez Km 1.5  
Fracc. Ind. La Reforma  
Pachuca, Hidalgo  
Tels. 01(771) 3-44-00 al 10 FAX 344-21

**Los Muñoz, S.A. de C.V.**  
Becerra 71 Col. Tacubaya  
11870 México, D.F.  
Tels. 273-74-81/45 FAX 516-1661/1835  
Apdo. Postal 18-932

**Taller Experimental de Cerámica, S.A.**

Centenario 63  
Coyoacán, D.F.  
Cod. Postal 04100  
Tels. 554-69-60

**Cerámicas y Porcelanas Foster, S.A.**

Antiguo Camino a Culhuacán 259  
Col. Santa Isabel Iztapalapa  
C.P. 09820 México, D.F.  
Tel. 581-79-94 581-58-26 Fax 581-79-94

**Cerámica Groba**

Azafrán 300 Entre Chicle y Vainilla  
Col. Granjas México  
C.P. 08400 México, D.F.  
Tels. 650-34-42 FAX 650-41-94

**Ticorama S.A. de C.V.**

Calle de la Estrella No.8  
Ermita Iztapalapa  
C.P.09000 México, D.F.  
Tels.685-12-60