

Arcilla y Pasta cerámica.

Introducción.

Dentro del lenguaje común entre los trabajadores de la cerámica, es muy frecuente referirnos a las pastas cerámicas – especialmente a las que existen naturalmente - como “arcillas”; sin embargo, esta denominación se presta a constantes confusiones sobre las características que poseen cada una de ellas.

Mientras que la pasta cerámica es un conjunto de materiales que deben estar forzosamente presentes para constituir un cuerpo adecuado al trabajo de la alfarería, la arcilla no es más que uno de estos componentes, que, por sus propiedades físicas, principalmente, no puede utilizarse pura.

Diremos entonces aquí que una pasta cerámica debe contener tres tipos de materiales esenciales para obtener el comportamiento termodinámico esperado, es decir, para que pueda conformar objetos modelados con diversas técnicas que adquieran estabilidad por medio del calor. Estos tres componentes son los siguientes:

1. Un agente plastificador: en este caso la arcilla que, además de sus propiedades modelables, también proporciona la resistencia al calor: una resistencia calorífica superior a aquella de los metales.
2. Un agente estructurante: aquí, los materiales involucrados deben, como su nombre lo indica, proveer a la pasta cerámica de una estructura que le permita conservar su forma después de ser sometida al fuego.
3. Y, por último, un agente aglutinante, que servirá para mantener unidas de manera permanente las partículas que conforman la pasta. La diferencia más importante en las definiciones de baja y alta temperaturas radica en que la pasta de baja sinteriza, mientras que la de alta vitrifica; fenómenos que generan un producto totalmente diferente. Estos fenómenos se explican en párrafos ulteriores.



Sucede pues, que los bancos de barro natural son fuentes de producción de arcilla que, estando en un período intermedio de conformación contienen, además de la arcilla ya formada, residuos de feldespatos, de sílice y de otros minerales que se asocian a ellos como impurezas; tales, las micas, el carbonato de calcio, el óxido de hierro y los dióxidos de titanio y/o manganeso. Ello implica que difícilmente vamos a encontrar bancos de arcilla pura. Veamos el caso de una arcilla de bolas.

COMPOSICIÓN DE LA ARCILLA DE BOLAS

FÓRMULA RESIDUAL: 2.0 % KNaO
26.7 % Al₂O₃
61.3 % SiO₂

FÓRMULA EMPÍRICA:

ARCILLA DE BOLAS: 0.08 KNaO - 1.0 Al₂O₃ - 2.955 SiO₂
MENOS FELDESPATO: 0.08 KNaO - 0.092 Al₂O₃ - 0.59 SiO₂
0.00 KNaO - 0.908 Al₂O₃ - 2.365 SiO₂
MENOS CAOLINITA: 0.908 Al₂O₃ - 1.816 SiO₂
0.000 Al₂O₃ - 0.549 SiO₂

LA ARCILLA DE BOLAS CONTIENE ENTONCES,

0.08 MOL DE FELDESPATO x 642.0 = 51.35 g = **16.1 %**
0.908 MOL DE CAOLINITA x 258.2 = 234.4 g = **73.6 %**
0.549 MOL DE SÍLICE x 60.08 = 32.98 g = **10.3 %**

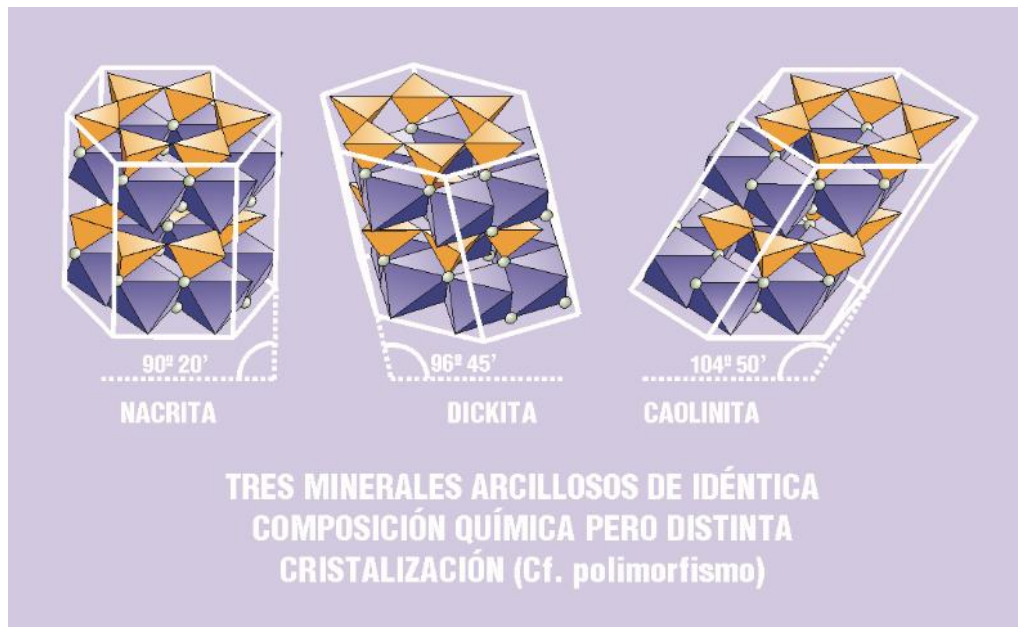
Como podemos observar en la tabla anterior, esta arcilla de bolas todavía arrastra residuos feldespáticos y de sílice procedentes de la roca madre, de manera que 100 partes de arcilla solamente contienen un 73.6 % de caolinita, o, en términos coloquiales, de verdadero mineral arcilloso.

¿Qué son, pues, las arcillas?

Las arcillas son, por definición elemental, un compuesto metamórfico-sedimentario procedente de las rocas plutónicas que van generando con el tiempo distintos minerales arcillosos cuyos diminutos cristales están compuestos por variadas proporciones de óxido de aluminio, óxido de silicio y agua, y cuyo representante universal es la caolinita: Al₂O₃ – 2SiO₂ – 2H₂O.

Los minerales arcillosos que, en conjunto, conforman una arcilla pueden ser de distinta composición o también, de composición química idéntica, pero de cristales de distintas formas y tamaños.

Como ejemplos de estos últimos minerales tenemos los siguientes:

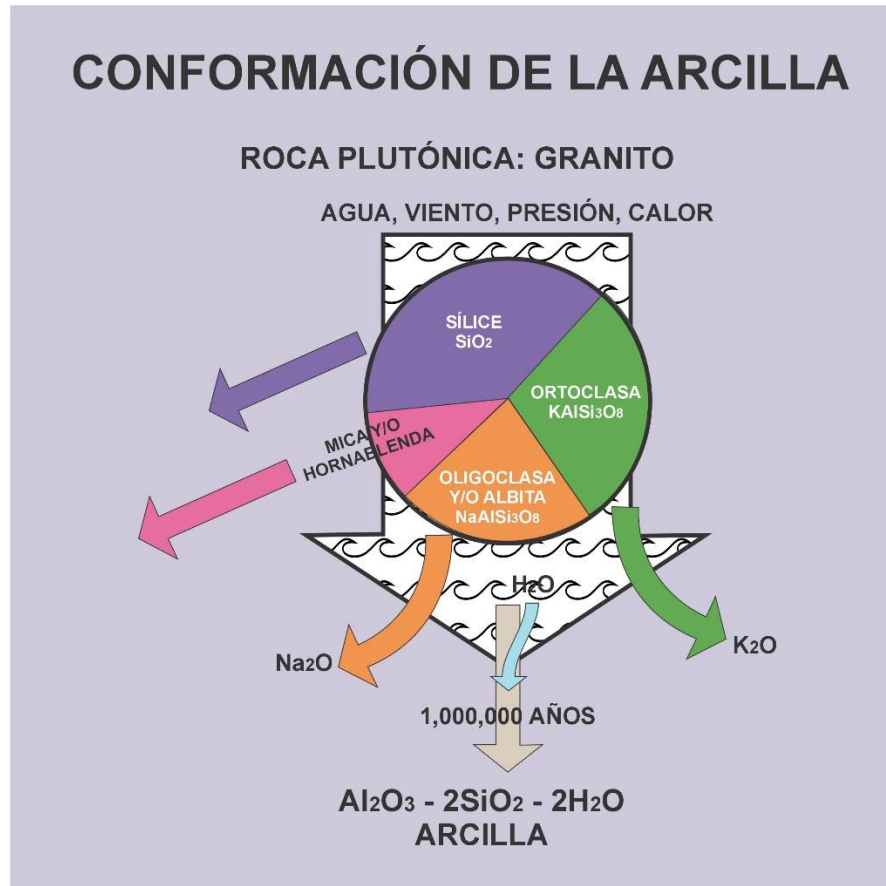


Aunque todas las arcillas naturales contienen distintas proporciones de minerales arcillosos, un caolín está conformado en su mayoría por caolinita, con un ángulo de cristalización de $104^{\circ} 50'$, y un tamaño de partícula de entre 100 y 1,000 Ångströms¹ de diámetro, mientras que una arcilla de bolas está compuesta básicamente por dickita con un ángulo de cristalización de $96^{\circ} 45'$, y con un tamaño de partícula de 10 a 100 Ångströms de diámetro, lo que significa que puede ser hasta cien veces más pequeña que un caolín.

Estos tipos de arcillas son, como ya se dijo, mezclas de muy diversos minerales arcillosos que se forman, en estos dos casos, a partir de las minas de granito

¹ Un Ångström equivale a la diezmillonésima parte de un milímetro, es decir que 10,000,000 de Ångstroms corresponden a un milímetro.

que son afectadas por los meteoros durante un período cercano al millón de años.



Al mismo tiempo que el material va perdiendo con la erosión los minerales más suaves y los más solubles, el agua lo va penetrando hasta instalarse como parte inminente de su cristal.

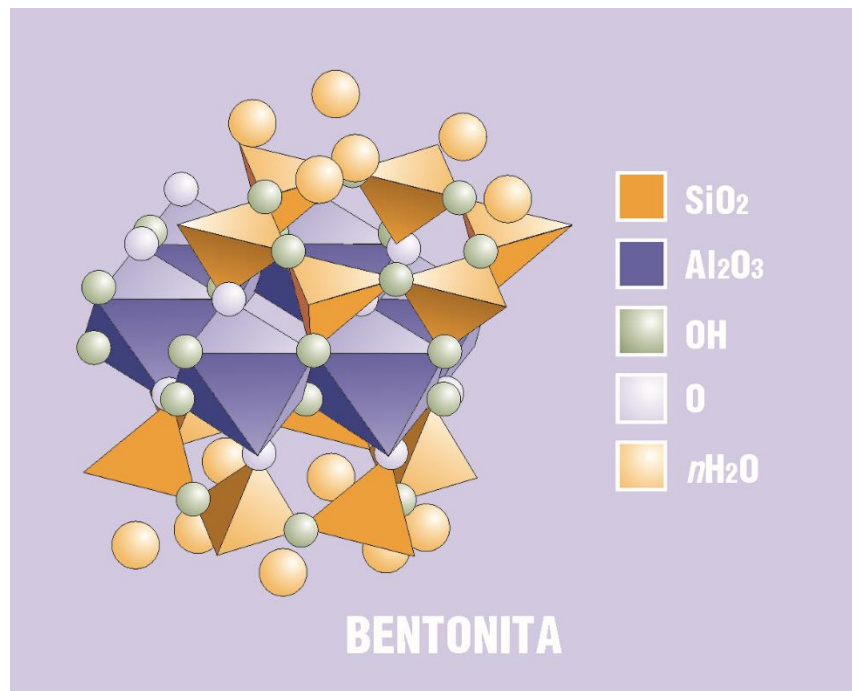
Existen en la naturaleza muchos tipos de minerales arcillosos que conforman las arcillas en las distintas regiones. La siguiente tabla muestra algunos ejemplos.

MINERAL	FÓRMULA			RATIO Al_2O_3 - SiO_2
	Al_2O_3	SiO_2	H_2O	
SCHROETTERITA	8	3	30	1 : 0.38
COLIRITA	2	1	9	1 : 0.5
ALÓFANO	1	1	5	1 : 0.38
KOCHITA	2	3	5	1 : 0.38
CAOLINITA	1	2	2	1 : 0.38
CLAYITA	1	2	2	1 : 2
NACRITA	1	2	2	1 : 2
DICKITA	1	2	2	1 : 2
HALLOYSITA	1	2	4	1 : 2
METAHALLOYSITA	1	2	2	1 : 2
NEWTONITA	1	2	5	1 : 2
ANAUXITA	1	3	2	1 : 3
LEVERRIERITA	1	3	3	1 : 3
FOLERITA	1	3	4	1 : 3
BEIDELLITA	1	3	5	1 : 3
MONTMORILLONITA	1	4	6	1 : 4.5
PIROFILITA	1	4	1	1 : 4.5
CIMOLITA	2	9	6	1 : 4.5

Las llamadas arcillas refractarias son descomposiciones semejantes de la roca que se producen bajo los mantos carboníferos, es decir lugares donde alguna vez hubo grandes bosques que se incendiaron. Ellas presentan una composición semejante a las anteriormente mencionadas pero poseen una especial resistencia al calor debido, principalmente a sus estructuras: la schroetterita, la colirita y el alófano (mencionados en la lista anterior) suelen aparecer como componentes arcillosos secundarios de las arcillas refractarias, en las que la mayor cantidad de alúmina incrementa esta resistencia al calor y,

asimismo, incrementan su conductividad calorífica, propiedades intrínsecas del óxido de aluminio.

Los mantos de cenizas volcánicas, por su parte, producen otro tipo totalmente diferente de arcillas conocidas como “montmorilonitas” debido a que su fuente más abundante es la isla francesa de Montmorillon. El caso más representativo de este tipo de arcillas es la bentonita.



A diferencia de las arcillas comunes, las montmorilonitas presentan una estructura en tres capas en lugar de dos con una capacidad de absorción del agua química dentro del cristal que puede aumentar su volumen hasta dieciséis veces, lo que la hace inutilizable para la fabricación de un cuerpo cerámico debido a su excesiva plasticidad, que siempre las mantiene embarrosas y a su inmenso encogimiento al secado. No obstante, en cantidades inferiores al cinco por ciento, pueden fungir como fuertes plastificadores de una mezcla de materiales poco plástica.

Como síntesis, podemos decir que en el campo de la alfarería existen cuatro tipos principales de arcillas:

De las minas de granito:

1. Los caolines, llamados también arcillas primarias o arcillas magras. Los meteoros los purifican, pero por ser de partícula grande no los arrastran, de manera que permanecen en el lugar primario de formación; por la misma razón son poco plásticos.
2. Las arcillas de bolas, llamadas también arcillas secundarias o arcillas grasas. Debido a su gran finura, los meteoros las arrastran y depositan en un lugar secundario, es decir, lejano a su lugar de origen; por la misma razón son muy plásticas y suelen venir contaminadas con impurezas de óxidos que les confieren algún color. (Existen, no obstante, algunas fuentes de arcillas de bolas bastante blancas).

De los mantos carboníferos:

3. Las arcillas refractarias. Suelen desarrollar composiciones y estructuras que las hacen muy resistentes al calor.

Y de los mantos de ceniza volcánica:

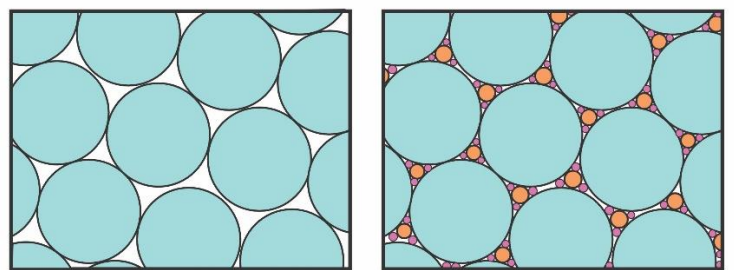
4. Las montmorilonitas. Son arcillas demasiado plásticas que absorben agua en exceso. Solamente se utilizan como agente plastificador, pero no más de un 5 por ciento.

Las pastas cerámicas para alfarería.

En el campo de la cerámica clásica, encontramos muy diversos procedimientos de fabricación, desde los más artesanales hasta los más industriales. A pesar

de que existen distintos tratamientos en las pastas cerámicas dependiendo de cada uno de estos procedimientos, las composiciones de base son bastante semejantes aun cuando las cantidades de las distintas materias primas varían entre una y otra. De acuerdo con los requerimientos del trabajo cerámico, podemos – grosso modo – dividir los componentes de la pasta en cuatro categorías de las que se mencionaron las constitutivas de la pasta en sí:

1. La arcilla. Desde luego, las arcillas son un componente indispensable en la fabricación de pastas para alfarería: ellas proveen, por un lado, la plasticidad, característica única que se desarrolla en contacto con el agua; y por el otro, la resistencia al calor. Siendo la alúmina uno de sus ingredientes principales, ella confiere mayor tolerancia y mayor conductividad caloríficas. Desde el modelado a mano hasta el troquelado en prensas, la plasticidad da a las pastas la posibilidad de ser modeladas y favorece la cohesión entre partículas para conseguir cierta estabilidad de la forma. Incluso en las técnicas de vaciado y troquelado en seco, la plasticidad conferida por la arcilla propicia esta cohesión, permitiendo además un mejor empaquetamiento de las partículas por su gran diferencia en tamaños.



GRANDES ESPACIOS: HOLGADO

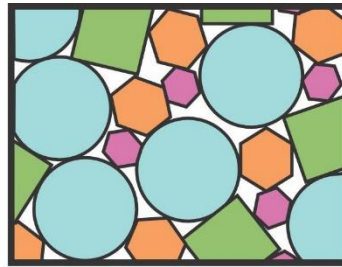
PEQUEÑOS ESPACIOS: COMPACTO

EMPAQUETAMIENTO

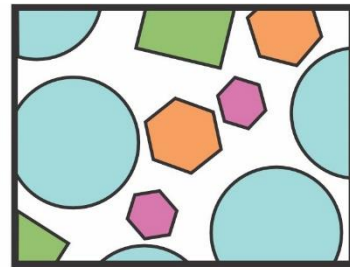
- SÍLICE Y FELDESPATO
- CAOLÍN
- ARCILLA DE BOLAS

2. El aglutinante. Para que la cerámica adquiera su permanencia y pueda ser empleada, el uso de algún aglutinante también es indispensable. Existen dos tipos distintos de aglutinante cerámico:
 - a) El agente sinterizador. Especialmente, pero no exclusivamente, en las pastas de baja temperatura, el agente sinterizador es el encargado de unir las partículas de la pasta cerámica por medio del entrelazamiento. Una vez que el calor ha expandido los espacios entre los materiales, las partículas pequeñas penetran en las posiciones vacantes de la estructura provocando entrecruzamiento. Una vez que el producto enfría, estas partículas se quedan sólidamente atrapadas conformando una estructura estable y resistente.
 - b) El agente vitrificador. Cuando la temperatura se eleva, los álcalis presentes en algunos materiales actúan como modificadores de la estructura formando un vidrio fluido que actuará como pegamento de las partículas sólidas disminuyendo considerablemente la porosidad.

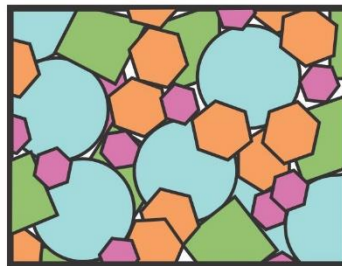
3. Y, en tercer lugar, necesitamos un agente estructurante, es decir, una especie de castillo arquitectónico o un esqueleto que permita que la forma se conserve aún después de la aplicación de la energía calorífica. Tomando en cuenta que la cerámica es la industria de los silicatos, es la sílice (dióxido de silicio) el principal estructurante de las retículas conformadas dentro de la pasta.



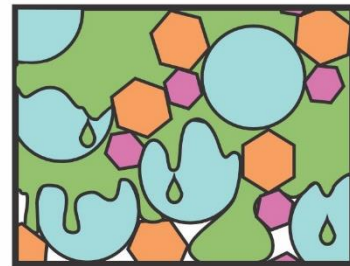
ORGANIZACIÓN NATURAL



EXPANSIÓN TÉRMICA



SINTERIZACIÓN



VITRIFICACIÓN

Cuando hablamos de barro o pasta cerámica natural, estamos tomando en cuenta que el material extraído de una mina ya contiene los tres componentes juntos. No se trata, pues, de arcilla pura.

4. Por otro lado, podemos mencionar toda una serie de agregados propios a cada técnica pero que no pertenecen a la configuración misma de la pasta cerámica: tales son los agentes floculantes y defloculantes, los aglutinantes orgánicos, los plastificadores también orgánicos, los agregados colorantes e incluso, los porificadores como es el caso de los ladrillos aislantes.

La búsqueda del equilibrio.

Como en cualquier composición, el resultado ideal estará determinado por un balance perfecto entre las propiedades conferidas por cada materia prima involucrada, de la misma manera en que sucede con una receta de cocina: un

platillo no debería ser ni excesivamente salado, ni excesivamente sazonado, ni excesivamente insípido, etc. Uno de los aspectos más importantes en la elaboración de pastas cerámicas es, justamente, la búsqueda de este balance. Una vez que el balance se pierde, aparece toda clase de problemas que, con suerte, podríamos remediar, pero que no siempre es posible. Un conocimiento suficientemente amplio de nuestros materiales y su comportamiento resulta indispensable.

1. Un exceso de arcilla incrementa favorablemente la plasticidad, pero termina por incrementar excesivamente el encogimiento al secado y a la quema, lo que se traduce en grandes cambios de tamaño que generan deformaciones y/o rupturas de la pieza construida.
2. Una falta de arcilla dificulta cada vez más la posibilidad de modelar la pasta y la resistencia al calor se pierde, con lo que la pieza colapsa, sea por falta de cohesión, sea por exceso de fusibilidad.
3. Un exceso de aglutinante puede alterar las propiedades cohesionantes de una pasta sinterizada, o bien, provocar un derretimiento excesivo que colapsa las piezas hechas con pastas vitrificables.
4. Una falta de aglutinante provoca que los materiales no compacten suficientemente para que las piezas mantengan su resistencia al uso.
5. Un exceso de estructurante provoca excesivas contracciones de la pieza por polimorfismo del material sólido generando descascarillado de los esmaltes y/o estrellamiento de las piezas durante los cambios polimorfos del estructurante que, en la mayoría de los casos es sílice cristalina. Al sumar en porcentaje de óxidos simples la sílice contenida en todas las materias primas involucradas, ésta no debe sobrepasar el 65 %.

Ejemplo:

MATERIALES	%	KNaO	K ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂
ARC. DE BOLAS	35	4.52			11.39	19.95
CAOLÍN	20				7.19	8.92
FELDESPATO - K	23		5.10		5.50	17.92
SÍLICE	10					9.13
MULLITA	10				6.15	2.41
TALCO	2			0.61		1.21
TOTALES	100	4.52	5.10	0.61	30.23	59.54

Desde luego, para poder calcular estos resultados, es necesario conocer la formulación de las materias primas empleadas, y que ella sea siempre la misma. En los casos en que no sea posible conocer estos datos, el ejercicio de calibrado se tendrá que hacer a base de prueba – error.

En nuestro país, lamentablemente, muchas de las pastas comerciales están elaboradas con materias primas no controladas, lo que lleva a los trabajadores de la cerámica a fracasos y frustraciones, ya que, en veces, el material sale bueno y en veces, no.



Ejemplo de descascarillado.

6. Y, por último, una falta de estructurante implica que los demás componentes aumenten proporcionalmente hasta el punto del exceso, lo que provoca el colapso de las piezas.

Composición de diversos cuerpos cerámicos.

Las descripciones de los cuerpos cerámicos que vas a encontrar en este subcapítulo derivan de las composiciones de los cuerpos cerámicos naturales. En muchas ocasiones puedes conseguir en el mercado este tipo de cuerpos cerámicos, sea que procedan directamente de las minas que los producen, sea preparados artificialmente por fabricantes de productos cerámicos para la industria.



Advertencia. En cualquiera de los dos casos, cuando compres los cuerpos cerámicos ya listos, toma siempre la precaución de probarlos antes de utilizarlos, ya que pueden no responder a tus necesidades y causarte terribles problemas, por la falta de control de calidad.

Vas a encontrarte también con la dificultad que, en algunos países, los comerciantes de materiales preparados nunca revelan las composiciones de sus productos, con lo que se dificulta grandemente la producción inmediata. Cada vez que recibes un lote nuevo, tienes que volver a probarlo, y cuando sea el caso, arreglarlo para que te sirva.

De cualquier forma, el listado siguiente² te da las composiciones extremas para cada caso, y los rangos de combinaciones posibles para que formules tus propios cuerpos cerámicos a partir de materias primas de buena calidad.

² La información siguiente está tomada del libro “Cerámica: pastas y Vidriados” – de Claude Vittel. Editorial Paraninfo, S.A. Madrid, 1978. ISBN: 84-283-0970-1.

Cuerpos cerámicos para bajas temperaturas.

Las pastas ferruginosas y calcáreas son tan abundantes en todo el mundo, que no es de extrañar que el hombre las haya usado siempre para fabricar sus utensilios. Estas pastas proporcionan, puras o mezcladas, excelentes cuerpos cerámicos para alfarerías comunes y ornamentales. Su excepcional cualidad plástica las hace ideales para modelado artístico. Como ejemplo, tenemos la terracotta.

La cocción de estas arcillas varía entre los 750° C / 1382° F y los 1,060° C / 1940° F, lo que equivale a los conos 017 a 04, y con ellas se obtienen productos porosos, denominados también “abiertos”, que pueden ir del color rojizo oscuro al pardo y al color crema, casi blanco.

Composiciones extremas de las pastas ferruginosas ordinarias.

Estas pastas, que se encuentran directamente en la Naturaleza, contienen entre el 3 y el 12 % de óxido de hierro, y pueden tener de 0 a 6 % de caliza. Dan un color rojo ladrillo al ser cocidas entre los 940° C – 1724° F, y los 1040° C – 1904° F, y ya en esta temperatura se provoca una leve vitrificación por la presencia de feldespato, el hierro y la caliza. Estas pastas, con el aumento de la temperatura, se van haciendo cada vez más oscuras, y a los 1200° C / 2192° F, se funden en un vidrio espumoso de color morado negruzco. Cuando su contenido de hierro es muy alto, también son usadas como componente de vidriados para gres.

La tabla siguiente muestra un rango de combinaciones posibles:

COMPOSICIONES APROXIMADAS DE LAS PASTAS FERRUGINOSAS ORDINARIAS.

ARCILLA	FELDESPATO	CUARZO	Fe ₂ O ₃	CALIZA	BENTONITA
35 - 60 %	20 - 35 %	5 - 35 %	3- 12 %	0 - 6 %	1 - 10 %

Es importante que tomes en cuenta las siguientes indicaciones:

- Mientras menos arcilla contenga una fórmula, más difícil será modelar el cuerpo cerámico resultante.
- La mayor parte de las pastas ferruginosas naturales, tienen el cuarzo en forma de arenillas de granulación media que son detectables al tacto y a la vista.
- Si el barro natural que vas a emplear proviene de zonas que tengan o hayan tenido actividad volcánica (no siempre es posible saberlo, pero en la mayor parte de los casos, existen volcanes o fuentes termales cerca de la zona), es muy probable que contengan mucha bentonita, por lo que no sirven para preparar barbotinas para vaciado, y para poder tornearlos hay que tratarlos antes con agentes desgrasantes.
- Mientras más elevada sea la combinación feldespato – óxido de hierro – caliza, el cuerpo cerámico es menos resistente a la temperatura.
- Puesto que se trata de pastas de arcillas secundarias o grasas, su preparación artificial puede hacerse a partir de arcilla de bolas pura. No obstante, te recomendamos que cheques el grado de plasticidad obtenido y, especialmente, el encogimiento al secado.

Como prueba interesante, puedes fabricar un cuerpo cerámico ferruginoso ordinario, a partir de una composición media. Por ejemplo,

EJEMPLO DE UN PREPARADO.

ARCILLA DE BOLAS	45 %
FELDESPATO	15 %
ARENILLA DE SÍLICE	25 %
CALIZA	4 %
ÓXIDO DE HIERRO ROJO	3 %
OCRE AMARILLO	3 %
BENTONITA	5 %

Si en tu localidad se distribuyen pastas ferruginosas ordinarias naturales, no es necesario que las prepares artificialmente. Además, el producto resultante de los materiales naturales siempre será diferente (por lo general, más bello) que aquél que ha sido preparado artificialmente.

Las pasas ferruginosas ordinarias casi nunca se utilizan puras, ya que son caprichosas al manejo: su elevado encogimiento hace que piezas grandes se rajen fácilmente durante el secado y la cochura. En las comunidades artesanales se utilizan agregadas de arenillas, arcillas margosas y / o fibras naturales como la pelusa de la flor de junco (plumilla) o sintéticas como el poliéster.

Ejemplos clásicos de estas pastas son el barro de Oaxaca, el barro de Tonalá y el barro de Tlayacapan.

Composiciones extremas de las pastas ferruginosas poco fusibles.

Estas pastas son también bastante plásticas y su contenido de hierro suele ser superior al de las pastas ferruginosas ordinarias (del 8 al 17 por ciento). Estas pastas se funden entre los 1400° C y los 1600° C (2552° F – 2912° F) pero entre los 1000° C y los 1150° (1832° F – 2102° F) su estructura sufre una vitrificación como consecuencia de su alto contenido de óxido de hierro y de su bajo

contenido de caliza, que poco sobrepasa el 3 por ciento. Una mayor finura en la granulación de una parte del cuarzo y del feldespatos contenido en ellas, favorece también la vitrificación.

La tabla siguiente muestra un rango de combinaciones posibles:

COMPOSICIONES APROXIMADAS DE LAS PASTAS FERRUGINOSAS POCO FUSIBLES.					
ARCILLA	FELDESPATO	CUARZO	Fe ₂ O ₃	CALIZA	BENTONITA
35 - 60 %	5 - 20 %	5 - 35 %	8 - 17%	0 - 3 %	1 - 10 %

Aquí también es importante que tomes en cuenta las siguientes indicaciones:

- Mientras menos arcilla contenga una fórmula, más difícil será modelar el cuerpo cerámico resultante.
- La mayor parte de las arcillas ferruginosas poco fusibles naturales, tienen una buena parte del cuarzo en forma de arenillas de granulación media que son sensibles al tacto y a la vista.
- Si el barro natural que vas a emplear proviene de zonas que tengan o hayan tenido actividad volcánica (no siempre es posible saberlo, pero en la mayor parte de los casos, existen volcanes o fuentes termales cerca de la zona), es muy probable que contenga mucha bentonita, por lo que no sirve para preparar barbotinas para vaciado, y para poder tornearlo hay que tratarlo antes con agentes desgrasantes. Aunque el barro natural contiene arenillas naturales, en ocasiones, hay que agregar más para neutralizar el efecto untuoso provocado por la bentonita.
- Mientras más elevada sea la combinación feldespatos – óxido de hierro, el cuerpo cerámico es menos resistente a la temperatura.

- Puesto que se trata de pastas con arcillas secundarias o grasas, su preparación artificial puede hacerse a partir de arcilla de bolas pura. No obstante, te recomendamos que cheques el grado de plasticidad obtenido y, especialmente, el encogimiento al secado.
- El contenido de cuarzo de estas arcillas es muy elevado, por lo que no es recomendable combinarlas con materiales que incrementen la cantidad total de sílice.
- Como prueba interesante, puedes fabricar un cuerpo cerámico ferruginoso poco fusible, a partir de una composición media. Por ejemplo:

EJEMPLO DE UN PREPARADO.	
ARCILLA DE BOLAS	37 %
CAOLÍN	14 %
FELDESPATO	20 %
ARENILLA DE SÍLICE	22 %
CALIZA	1.5 %
ÓXIDO DE HIERRO ROJO	3.5 %
BENTONITA	2 %

Si en tu localidad se distribuyen pastas ferruginosas poco fusibles naturales, no es necesario que las prepares artificialmente. Además, el producto resultante de los materiales naturales siempre será diferente (por lo general, más bello) que aquél que ha sido preparado artificialmente.

Ejemplos de estos barros son las arcillas procedentes de la zona lacustre y de la sierra en Michoacán (Capula, Tzin-tzun-tzan, Santa Fe de la Laguna, Patamban, Cocucho, Ocumicho, San José de Gracia, etc.), así como aquellas de los altos de Jalisco (Tapalpa y alrededores, Masamitla, etc.) son arcillas ferruginosas poco fusibles. También lo es, el barro de Metepec, Estado de México.

Las arcillas ferruginosas poco fusibles se utilizan en la fabricación del clínker³, de cuerpos cerámicos para baldosas y azulejos coloreados y para productos refractarios que habrán de ponerse al fuego.

Composición de los cuerpos cerámicos pirófilos (para poner al fuego).

La mayor parte de los cuerpos cerámicos que se utilizan para poner al fuego, derivan de las arcillas ferruginosas poco fusibles y de las arcillas refractarias. Las ollas, cazuelas, comales, hornillas y recipientes variados que se utilizan para cocinar, son, por lo general, combinaciones de ambas. En ciertos casos, donde existen arcillas silicosas, también se utilizan como introductores de arena. La tabla siguiente muestra un rango de combinaciones posibles.

COMPOSICIONES APROXIMADAS DE LAS PASTAS PIRÓFILAS PARA CONOS 05 - 4.				
ARCILLA FERRUGINOSA POCO FUSIBLE	ARCILLA REFRACTARIA	CHAMOTA DE MULLITA	CHAMOTA FERRUGINOSA	ESPODUMENO O PETALITA
40 - 80 %	0 - 30 %	0 - 10 %	0 - 20%	1 - 10 %

Como pruebas interesantes, puedes fabricar un cuerpo cerámico resistente al fuego, a partir de una composición media. Por ejemplo:

³ Los clinkers son cuerpos cerámicos que pueden estar natural o artificialmente coloreados. Se cuecen entre los 1050° y los 1200° C. No vitrifican totalmente y dejan una porosidad aproximada del 6 por ciento. Se utilizan mucho en la elaboración de productos para canalización (tuberías, cañerías, tejas, desagües).

EJEMPLO DE UN PREPARADO.

ARCILLA FERRUGINOSA	
POCO FUSIBLE	40 %
ARCILLA REFRACTARIA	30 %
CHAMOTA FERRUGINOSA	20 %
CHAMOTA DE MULLITA	10 %
ESPODUMENO	6 %

Otro tipo de cuerpos cerámicos especializados para resistir el fuego es el preparado con grandes cantidades de litio, que permite la formación de soluciones sólidas de la sílice con la que forman compuestos de muy baja expansión térmica.

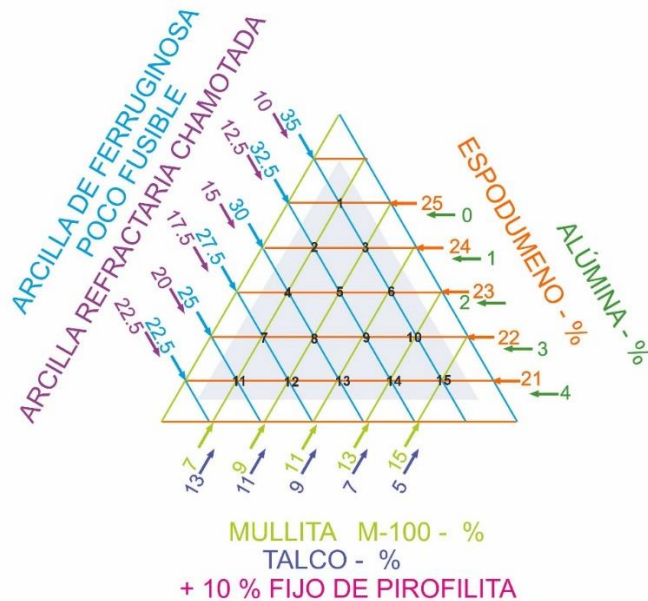
Cuando los cuerpos cerámicos van a vidriarse para ser utilizados en la cocina (estufa y horno), deben tenerse en cuenta varios factores importantes:

- La pasta debe formularse con el mínimo posible de sílice, seleccionando arcillas que sean bajas en cuarzo y altas en alúmina, y desechando aquellas que contienen mucha sílice libre. Tampoco debe agregarse cuarzo puro, todo ello para evitar al máximo los fenómenos de expansión excesiva producidos por las recristalizaciones polimorfas de la cuarcita cristalina.
- No se recomienda agregar feldespatos al cuerpo ya que conforma matriz de vidrio interna que es intolerante a los choques térmicos. El talco puede utilizarse en sustitución de una parte de este feldespato, ya que el óxido de magnesio que contiene favorece altamente la formación de soluciones sólidas entre los componentes del cuerpo. En lugar del feldespato también se agregará espodumeno, un piroxeno a base de litio que disminuye el coeficiente de expansión térmica de la pasta y que,

incluso, puede conformar β -eucryptita, un polimorfo del espodumeno que posee expansión térmica negativa.

- Es importante cocer estos cuerpos a altas temperaturas, para provocar, de manera abundante, las reacciones entre los fundentes y el cuarzo cristalino. Por ello, una pasta cocida entre los conos 10 y 11 (1305° C a 1315 ° C / 2381° F a 2400° F), es más resistente que otra que esté cocida entre los conos 8 y 9 (1263° C a 1280° C / 2305° F a 2336° F). No obstante, hay que tener la precaución de evitar que el cuerpo cerámico alcance una porosidad inferior al cuatro por ciento.
- Las piezas esféricas de boca pequeña serán más resistentes que las piezas abiertas y planas. Deben evitarse los ángulos pronunciados y los rincones. También es importante que el grosor sea uniforme, y que los objetos no sean ni demasiado gruesos ni demasiado delgados (grosor promedio de 1 cm).
- Es recomendable que la pasta no contenga grandes cantidades de óxido de hierro, especialmente si se cuece en atmósfera reductora, ya que se forman grandes cantidades de óxido ferroso (FeO), que actúa como fundente muy fuerte, favoreciendo una gran formación de matriz vítrea.
- Si se requiere vidriar estos cuerpos, es aconsejable cerciorarse que los vidriados sean de baja expansión para que no desarrollen tensiones excesivas con la pasta. Ellos deben aplicarse de manera uniforme, tanto por dentro como por fuera de las piezas, ser todo el vidriado de la misma composición y no aplicarse demasiado gruesos.

Los rangos de preparación de estos cuerpos cerámicos se establecen en el triaxial experimental siguiente:



TRIAxIAL DE 15 PUNTOS PARA
INVESTIGACIÓN DE CUERPO CERÁMICO
PIRÓFILO - CONOS 7 - 11

Cuece tus pruebas entre los conos 7 y 11.

En las combinaciones poco plásticas, puedes agregar hasta un 3 por ciento de bentonita. Esta pasta sirve para las técnicas de torno y de vaciado.

La compatibilidad con el vidriado puede ser difícil debido a la dilatación extremadamente baja de la pasta. La mayoría de los esmaltes se craquelan sobre esta pasta, por lo que se aconseja utilizar engobes vítreos o esmaltes altos en litio de muy baja expansión.

Tomando en cuenta las diversas proporciones de óxidos contenidos en los introductores de litio y, haciendo las correcciones racionales apropiadas, puedes sustituir el espodumeno por petalita o lepidolita.

Para probar la resistencia al choque térmico de tu pasta, tornea unos platitos semicirculares de aproximadamente 17 centímetros de diámetro y 2.5

centímetros de alto. Quémalos con vidriado y cuando estén listos y fríos, llénalos con agua y colócalos sobre una parrilla eléctrica caliente; deja que hierva el agua durante unos cinco minutos y sumerge los platos en agua fría. Si la pasta aguanta ser sometida varias veces a estos ciclos de calentamiento y enfriamiento bruscos, puedes considerarla resistente a la flama.

Composiciones extremas de las pastas calcáreas.

Este tipo de cuerpos cerámicos también se encuentra en la naturaleza en forma abundante. Por lo general, es difícil conseguirlos muy claros, ya que con frecuencia están contaminados con hierro, titanio, y otros agentes que les confieren color. Pueden incluso dar un producto tan rojizo como las pastas ferruginosas, por su alto contenido de hierro. La característica esencial de las pastas calcáreas es su elevado contenido de caliza que puede variar entre el 6 y el 80 por ciento. De estas combinaciones, solamente las arcillas margosas pueden utilizarse puras; las margas arcillosas y calcáreas contienen demasiada caliza y pierden, por consecuencia, la plasticidad y la capacidad de cohesión a la cochura.

Las arcillas calcáreas son la base para elaborar la loza calcárea o cálcica. La loza corriente que se encuentra comúnmente en el mercado es una combinación de arcilla margosa y marga arcillosa. Cuando esta loza es cocida en bajas temperaturas, puede ser muy, muy blanca. Al sobrepasar los 1000° C – 1832° F, comienza a tornarse color crema o marfil debido al abundante calcio. Se vitrifican y funden mucho más rápido que las arcillas ferruginosas ordinarias (entre los 1080° C y los 1200° C – 1976° F – 2160° F). La masa fundida da un color amarillo verdoso producido por la formación de ferrosilicato de calcio. La fusibilidad y color de estas pastas están relacionados con el contenido de caliza. Con los ácidos fuertes y suaves forman efervescencia. En el lenguaje común, se denomina “margas” a todas las arcillas fusibles que contienen caliza, pero su nombre cambia según la cantidad de carbonato de calcio que contienen.



Advertencia. Estas pastas se utilizaron abundantemente en la antigüedad para las lozas y fayenzas blancas de baja temperatura. Si deseas prepararlas puedes emplear carbonato de calcio o dolomita con la condición forzosa e imprescindible de que estos materiales estén micronizados (aproximadamente Malla 350 – 400), y ser dispersados perfectamente en el agua antes de agregar los demás componentes. De lo contrario, los caliches no micronizados provocarán que las piezas se rajen o se desintegren totalmente.

Las arcillas Margosas son pastas cerámicas de baja temperatura cuya composición oscila entre los siguientes límites:

COMPOSICIONES RELATIVAS DE LAS ARCILLAS MARGOSAS.				
ARCILLA	FELDESPATO	CUARZO	Fe ₂ O ₃	CALIZA
40- 60 %	10 - 35 %	10 - 20 %	0 - 6 %	6 - 20 %

Las margas arcillosas están conformadas por los siguientes materiales:

COMPOSICIONES RELATIVAS DE LAS MARGAS ARCILLOSAS.				
ARCILLA	FELDESPATO	CUARZO	Fe ₂ O ₃	CALIZA
30- 50 %	5 - 20 %	20 - 40 %	0 - 5 %	10 - 20 %

Las margas calcáreas contienen los materiales siguientes:

COMPOSICIONES RELATIVAS DE LAS MARGAS CALCÁREAS.				
ARCILLA	FELDESPATO	CUARZO	Fe ₂ O ₃	CALIZA
20- 40 %	0 - 15 %	0 - 15 %	0 - 3 %	40 - 80 %

Aun cuando en ocasiones, las arcillas ferruginosas, las arcillas margosas y las margas arcillosas se utilizan puras, lo más conveniente es preparar los cuerpos cerámicos para alfarería con una mezcla entre ellas, para lograr estabilizarlas, ya que, en la mayoría de los casos, cuando vienen puras, presentan características extremas que entran dentro del rango de alto riesgo para las piezas. Las margas arcillosas y calcáreas muy elevadas en contenido de calcio (más del 20 %) se utilizan solamente como parte de la fórmula para introducir la cantidad requerida de calcio y no sirven, puras, como pastas adecuadas para la alfarería.

Composición de los cuerpos cerámicos silicosos.

Estos tipos de cuerpos cerámicos son poco utilizados en alfarería ya que contienen, por lo menos, un cincuenta por ciento de arenas de granulación gruesa. Estas arenas pueden ser únicamente silicosas, o bien, feldespáticas o aluminio – silicosas.

Los cuerpos cerámicos silicosos se utilizan para afinar las composiciones de los ladrillos y losetas porosas, en bases para parrillas eléctricas y como desgrasante de algunos cuerpos cerámicos ferruginosos o calcáreos excesivamente plásticos.

Existen dos tipos de cuerpos silicosos: los cuerpos cerámicos silicosos – ferruginosos, y los silicosos – calcáreos.

Sus composiciones aproximadas son las siguientes:

PASTAS SILICOSAS		
	FERRUGINOSA	CALCÁREA
ARCILLA	30 %	30 %
ARENILLA GRUESA	50 %	40 %
FELDESPATO	8 %	7 %
CALIZA	2 %	18 %
ÓXIDO DE HIERRO	5 %	0.2 %

Un ejemplo de arcilla silicosa ferruginosa, es el Barro de San Andrés Lagunas, Oaxaca.

Cuerpos cerámicos para mayólicas o fayenzas.

Este es un subcapítulo dedicado a ciertos tipos de cuerpos cerámicos que, contrariamente a los demás, se sancochan a mayor temperatura que la que se emplea para vidriarlos. Su uso, desde luego, también es distinto. Por cuestiones de un convencionalismo distintivo se las denomina también “pastas de media temperatura” a pesar de que sus diferentes temperaturas de cocción, incluidas las de sancocho, oscilan entre los conos 04 a 10.

Los nombres de “mayólica” y de “faenza” o “fayenza” conferidos a estas pastas derivan, un tanto arbitrariamente, de los nombres de las ciudades donde se conocieron u originaron: el nombre de mayólica deriva del nombre de la isla de Mallorca y fue impuesto por los italianos a las lozas de lustre valencianas que llegaban a Italia a través de las Islas Baleares; y faenza o fayenza, son derivados del nombre de la villa italiana de Faenza en la región de Emilia, y fue

dado por los franceses a las mayólicas renacentistas italianas que ahí se elaboraban.

La historia narra cómo, en estos lugares, resurgen las pastas blancas y los vidriados estanníferos, que se utilizaron para imitar la porcelana, cuya fórmula y preparación eran totalmente desconocidas en la Europa del s. XVI. Luego, durante los siglos XVII y XVIII, se expande la producción a Francia, Holanda e Inglaterra, donde va adquiriendo características locales. En la actualidad, son muy famosas las fayenzas inglesas, las holandesas, las francesas, las italianas, las portuguesas y las españolas.

En México, se fabrican distintos tipos de mayólicas estanníferas en los estados de Puebla, Tlaxcala, Guanajuato, Morelos, Oaxaca e Hidalgo, siendo la más renombrada, la Talavera poblana. Muchas de ellas se elaboran con cuerpos cerámicos de color, en los que predomina la mezcla de arcillas ferruginosas y fayenzas calcáreas suaves.

Los cuerpos cerámicos de fayenza son semejantes a las arcillas margosas, pero difieren de ellas por su blancura o color marfil pálido, aunque las puedes elaborar con color.

Se elaboran principalmente con combinaciones de arcillas refractarias muy blancas, caolines y arcillas de bolas también muy blancas después de la quema. Estas arcillas van mezcladas con arenas finas, pegmatita en polvo, feldespato y caliza.

Las fayenzas, en su mayoría porosas, requieren de un vidriado para poder ser utilizadas como loza de mesa, de servicio y sanitaria. El vidriado suele ser transparente para hacer resaltar el color blanco de la pasta, pero la loza de hotel y restaurante suele ir vidriada con esmalte Bristol⁴ que suele ser blanco,

⁴ Este esmalte fue inventado en Inglaterra con la finalidad de remplazar el esmalte plúmbico. Se caracteriza por su alto contenido de óxido de zinc. Se trata de un esmalte altamente estable; tolera un rango alto de temperaturas sin provocar defectos y sin escurrirse (1,100° a 1,230° C – 2,012° a 2246° F) por lo que es ampliamente utilizado en lozas comerciales y vajillas para hotel.

es decir, opaco. En la antigüedad se trataba de hacer este cuerpo lo más parecido a la porcelana, pues ésta era un artículo de mucho lujo. Los productos elaborados con pasta de fayenza resultaban más económicos que la porcelana, lo que explica su gran desarrollo y comercialización.

Las fayenzas se dividen en cinco grupos principales, de acuerdo con su constitución, la dureza de la pasta, la temperatura de cocción y su uso:

Fayenzas duras. Se distinguen de las otras por la dureza de su pasta; ya cocida, no es posible rayarla con una punta de acero. El feldespató que incluye se transforma en vidrio y aglomera los granos y endurece el cuerpo durante el sancocho, que varía entre los 1,180° C y los 1,300° C (2,156° F – 2,372° F). La temperatura de cocción de los vidriados varía desde 1,050° C hasta 1,180° C (1,922° F – 2,156° F). Cuando es muy vítrea, se esmalta en caliente y con aspersor.

Fayenzas mixtas. Son productos intermedios entre las pastas duras y las blandas. Ellas sí pueden rayarse con la punta de acero. Se bizcochan o sancochan entre los 1,050° C y los 1,180° C (1,922° F – 2,156° F). Sus vidriados se cuecen entre los 1,000° C y los 1,100° C (1,832° F – 2,012° F).

Fayenzas blandas. Se caracterizan por ser cuerpos cerámicos altamente calcáreos. Son menos resistentes que las fayenzas mixtas, y también suelen ser mucho más porosos. Se sancochan y cuecen con el vidriado exactamente a las mismas temperaturas: 960° C a 1,080° C (1,760° F a 1,976° F).

Fayenza sanitaria. La fayenza sanitaria es una fayenza dura que se distingue de las comunes por su alto contenido de chamota fina que sustituye parte del cuarzo. Cuando se requiere de una pasta de fayenza sanitaria muy vitrificada y de temperatura algo menor que las fayenzas duras comunes, se prepara la pasta con sienita nefelina y / o frita alcalina para alta temperatura (1,200° C / 2,192° F aproximadamente). Se la suele sancochar por debajo de la temperatura de vitrificación, para facilitar el vidriado.

Fayenza para baldosas. Este es un preparado semejante a las fayenzas duras y mixtas. Como con ella se elaboran mosaicos que requieren tener medidas muy exactas, con el fin de que ensamblen perfectamente unos con otros, estas fayenzas se preparan con un máximo del 4 por ciento de agua en la que se han disuelto ligninas como aglutinante y algunos lubricantes, y se conforman por troquelado en seco. Con esta técnica se elimina el encogimiento y la deformación causados por el secado.

Las composiciones racionales de los cuerpos cerámicos para fayenza más usuales se expresan en la siguiente tabla:

COMPOSICIONES RACIONALES DE LAS PASTAS DE FAYENZA			
	BLANDA	MIXTA	DURA
CAOLINITA	45 - 55 %	40 - 55 %	40 - 55 %
CUARZO	20 - 40 %	35 - 43 %	35 - 45 %
FELDESPATO	0 - 4 %	5 - 10 %	11 - 20 %
CALIZA	10 - 30 %	4 - 8 %	0 - 3 %
TEMPERATURAS DE QUEMA			
SANCOCHO	960 - 1,080° C	1,050 - 1,180° C	1,100 - 1,300° C
VIDRIADO	960 - 1,080° C	1,000 - 1,100° C	1,050 - 1,180° C

Cuerpos cerámicos para altas temperaturas.

La diferencia fundamental entre los cuerpos cerámicos de baja temperatura y aquellos de alta, estriba en el hecho que, por sobre los 1200° C / 2192° F, los componentes alcalinos y alcalino – térreos contenidos en su composición se funden y forman una matriz vítrea o de vidrio, aglomerando las partículas y cerrando parcial o totalmente la porosidad de los cuerpos. Este fenómeno se conoce con el nombre de vitrificación.

Dentro de los cuerpos cerámicos de alta temperatura tenemos la siguiente clasificación:

CUERPOS CERÁMICOS PARA ALTAS TEMPERATURAS	
CUERPOS SEMI VITRIFICADOS	CUERPO CERÁMICO PARA LOZA CLARA CUERPO CERÁMICO REFRACTARIO CUERPO CERÁMICO PARA ESCULTURA CLÍNKERS
CUERPOS VITRIFICADOS	GRES NATURALES GRES PREPARADOS GRES QUÍMICOS GRAS PARA LOSETAS PORCELANAS

Los cuerpos cerámicos opacos.

Lo que distingue luego los cuerpos cerámicos semivítreos de los vítreos, más que su misma composición, es el grado de granulación de las materias primas que los componen. Mientras más fina es la granulación de los componentes de un cuerpo cerámico, mayor es la reacción que se establece entre ellos al momento de la cochura. Así, la cantidad de matriz vítrea que se forma dentro del cuerpo cerámico no sólo depende del incremento de temperatura y carrera calorífica durante la quema, sino también, del contacto estrecho que tienen unos materiales con otros para favorecer la vitrificación.

Por ello, la clasificación que se hace de los cuerpos cerámicos para altas temperaturas depende del grado de vitrificación y la apariencia del producto ya quemado.

Estas pastas de altas temperaturas se conocen gracias a que, desde sus orígenes, los alfareros decidieron experimentar con productos naturales, elevando cada vez más la temperatura de cocción.

Los primeros gres son de origen chino y surgen alrededor del siglo XV a.C.

Durante el período llamado de “Las Seis Dinastías” (265 – 589 d.C.), los talleres del norte de China produjeron cerámicas de alta temperatura de muy buena calidad.

Más tarde, las lozas blancas fabricadas en las provincias de Hebei y Hunan evolucionaron en las muy apreciadas porcelanas de la dinastía Song (960 – 1279 d.C.), consideradas por mucho, una de las cúspides en la historia de la industria cerámica china. El trabajo en porcelana se vio enriquecido con la importación desde Arabia de la pintura azul de cobalto, con lo que fueron decoradas las maravillosas porcelanas de las dinastías Yuan (1279 – 1368), y Ming (1368 – 1644).

Las diferencias principales entre estos cuerpos cerámicos son las siguientes:

Los cuerpos cerámicos semi vítreos claros se caracterizan por tener una porosidad que oscila entre el 4 y el 10 %. Pueden ser bastante blancos y pueden tener color producido por el agregado de cuerpos ferruginosos poco fusibles o algún agente colorante natural o industrial. Producen una masa totalmente opaca que requiere de vidriado para su uso.

Los cuerpos cerámicos refractarios para escultura suelen ser más porosos y están agregados de arcillas refractarias y chamota, lo que permite la construcción de piezas de gran tamaño y grosor irregular.

Como por lo general, no se utilizan en la fabricación de vasijas, suelen ir patinadas y decoradas con distintos colorantes puros y engobes, y raras veces van vidriados.

Los clíners son productos de pasta coloreada natural o artificialmente que se cuecen a temperaturas entre 1050° C y 1200° C (1922° F – 2192° F). No son totalmente vitrificados, por lo que pueden absorber agua hasta en un seis por ciento. Los clíners son compuestos que se utilizan mucho en la fabricación de tuberías para desagüe, tejas, losetas para exterior, etc. Cuando son rojos, se debe a que son mezclas de arcillas ferruginosas poco fusibles. El óxido de hierro contenido en ellas varía entre el cinco y el quince por ciento, y favorece la vitrificación, ya que alrededor de los 1000° C / 1832° F, el óxido férrico (Fe_2O_3) se reduce naturalmente formando óxido ferroso (FeO) que es un fundente muy fuerte. En el caso de los clíners claros, el grado de vitrificación se debe a la presencia de feldespatos o sus sustitutos.

Los gres naturales se distinguen de otros por dar una cubierta de aspecto ligeramente granuloso, mayormente gris azulado o en distintas tonalidades de beige. El cuerpo cerámico de gres natural contiene una mezcla simple de dos o tres arcillas refractarias, más o menos plásticas, que proceden directamente de las minas y que vitrifican totalmente gracias a la presencia de fundentes feldespáticos de granulación sumamente fina (300 - M a 325 - M).

Los gres naturales vitrifican o gresifican entre los 1100° C y los 1300° C, ya que contienen impurezas como micas y piritas que favorecen esta vitrificación.

Los cuerpos cerámicos de gres naturales sirven muy bien para modelar y torneear, ya que son muy plásticos. Son también ideales para el vidriado a la sal y a la ceniza de madera.

Los gres artificiales, blandos y duros, se preparan igual que las pastas semi vítreas y las fayenzas: la caolinita es introducida por combinaciones de arcillas refractarias, caolines y arcillas de bolas; la sílice se agrega en forma de polvo finísimo (300 a 325 - M) al igual que el feldespato. Como no se pretende que estos cuerpos cerámicos sean totalmente blancos, pueden prepararse con arcillas que no sean de primera calidad. Incluso a veces, se colorean artificialmente con el agregado de colorantes naturales como el rutilo y la

ilmenita, el dióxido de manganeso o polvo de ladrillo rojo que produce salpicaduras oscuras. Estos productos influyen en los vidriados, produciendo manchas de efecto muy bello.

Al igual que otros cuerpos cerámicos, los gres se sancochan a 850° C / 1562° F, y después del vidriado se cuecen entre los 1120° C y los 1350° C (2048° F y 2462° F). Suelen cocerse en hornos de tiro invertido para conseguir los bellos efectos provocados por la cochura reductora.

Un gres puede colorearse con pigmentos cerámicos que se agregan entre un cinco y un veinte por ciento.

Cuando se fabrica un gres blando de gran blancura, cuya finalidad es la fabricación de productos utilizables en hornos de microondas, recibe el nombre de “semiporcelana”. Este cuerpo cerámico carece de translucidez.

Los gres químicos sirven para la fabricación de recipientes y aparatos utilizados en la industria química. Resisten mucho el ataque de agentes fuertes ácidos y alcalinos, así como variaciones de temperatura y compresión sin riesgo de estropearse.

La caolinita se introduce en forma de arcillas vitrificables y chamota procedente de la misma pasta ya cocida, agregada de un 10 a un 30 por ciento. La preparación de estos cuerpos y su granulometría, afectan mucho la calidad de los productos, por ello, se utiliza la chamota que pase por un tamiz *DIN No. 12*.

Puesto que se utilizan para fabricar instrumentos muy grandes y de pared muy gruesa, el secado debe hacerse sumamente lento. Para secar y quemar estas piezas, se colocan sobre una base plana elaborada con la misma pasta, para que la similitud de encogimiento ayude a evitar las rajaduras. Estas bases se cubren con arena fina o con recubrimiento para placas (kiln wash), para que no se adhieran a las piezas durante la gresificación. Debido a que el sancocho de

estos productos es muy riesgoso (se fracturan con gran facilidad con los cambios polimorfos de la cuarcita), se procura cocerlos en monococción.

Los gres para losetas, llamados absurdamente, en ocasiones, gres cerámicos, se fabrican con arcillas vitrificables agregadas de arenas de roca feldespática, que no requieren de gran calidad. Dependiendo de su uso, se utiliza el cuerpo blanco o coloreado con óxidos metálicos (1 a 2 % de óxido de cobalto para azul; 1 a 1.5 % de óxido de cromo para el verde; 2 a 6 % de cromato de hierro para el gris; etc.).

Para las losetas rojizas y beige, se pueden utilizar arcillas ferruginosas poco fusibles que contengan entre el 8 y el 12 por ciento de óxido de hierro; un buen negro se consigue agregando a estas mezclas, cromato de hierro y dióxido de manganeso calcinados.

Estas losetas se queman en atmósfera oxidante entre los 1050° C y los 1250° C (1922° F - 2282° F).

Las losetas de gres se fabrican también por el método de troquelado en seco, agregando a la pasta ya preparada, hasta un seis por ciento de agua adicionada de ligninas aglutinantes y agentes lubricantes. El troquelado se realiza aplicando dos presiones distintas: la primera a 50 atmósferas de presión para extraer todo el aire del cuerpo cerámico, y la segunda a 200 libras de presión aproximadamente, para conformarlas. Este procedimiento elimina los defectos de deformación producidos por el encogimiento al secado, y comprime los materiales para que tampoco deformen durante la cochura. Para poder controlar la calidad del producto, las losetas se queman muy lentamente, después de haberlas dejado secar totalmente.



Advertencia. Las piezas planas de cerámica que son realizadas por otros procedimientos distintos al troquelado son muy inestables y tienden a deformarse fuertemente, especialmente durante el

proceso de secado. Cuando elabores manualmente, por ejemplo, los óvalos de mayólica para colocar las direcciones de las casas, tienes que hacer por lo menos quince placas que dejarás secar durante aproximadamente un mes, colocándolas encimadas, con triple capa de papel periódico entre una y otra, y por encima, dentro de una bolsa grande de plástico, y con una placa plana de yeso que rebase el largo y el ancho de los óvalos y de aproximadamente 5 centímetros de espesor. Es importante que voltees las placas y les cambies el papel periódico todos los días. Este procedimiento, indispensable para evitar lo más posible el pandeo al momento de secar, justifica el alto costo de las piezas.

La tabla siguiente muestra las composiciones racionales de los distintos tipos de lozas de alta temperatura y de gres. Recuerda que la diferencia entre unas y otras no está en la composición sino en la finura de los materiales involucrados y el punto de cocción alcanzado, por lo que te sugerimos que emplees los siguientes tipos de materias primas:

Para los cuerpos comunes, en los que la total vitrificación no es indispensable, utiliza sílice y feldespato molidos a 200 mallas (200 – M).

Para los gres, al igual que para las porcelanas, utiliza sílice y feldespato molidos a 325 mallas (325 – M). (Son más costosos).

Para los gres duros, al igual que para todas las porcelanas, tendrás que utilizar forzosamente ortoclasa (feldespato potásico), ya que los feldespatos que contienen sodio no son suficientemente viscosos, y las piezas se deformarían mucho al acercarse a los 1300° C / 2372° F, si están preparadas con ellos.

COMPOSICIONES RACIONALES DE LAS PASTAS DE ALTA TEMPERATURA				
	CLÍNKERS	GRES NATURAL	GRES DUROS	GRES BLANDOS
CAOLINITA	30 - 60 %	APROX. 55 %	40 - 50 %	25 - 40 %
CUARZO	30 - 40 %	40 %	40 - 45 %	30 - 45 %
FELDESPATO	5 - 15 %	5 %	8 - 20 %	20 - 35 %
MAGNESIA	-----	-----	0 - 2 %	0 - 2 %
TEMPERATURAS DE COCHURA				
SANCOCHO	MONOCOCCIÓN	850 - 950°c	850°c	850°c
VIDRIADO		1150 - 1250°c	1250 - 1350°c	1150 - 1250°c

Las porcelanas.

Las porcelanas son cuerpos cerámicos especiales que deben cumplir forzosamente, los tres requisitos siguientes:



Si un cuerpo cerámico ya quemado no posee estos tres requisitos, no es porcelana.

La translucidez de la porcelana es notoria cuando la pieza no excede cuatro o cinco milímetros de grosor. En algunos casos en que la porcelana viene quemada en atmósfera oxidante, da un color amarfilado y se denomina “porcelana marfil”.

Dependiendo de la dureza y la calidad buscada, la porcelana se quema entre los 1,250° C y los 1,450° C (2,282° F – 2,642° F). Mientras más alta es la temperatura de cocción, suele quedar más dura y más blanca. La pasta ya quemada, no puede rayarse con la punta de acero.

La parte plástica de los cuerpos de porcelana está compuesta principalmente de caolines que, al cocer, dan una gran blancura, y que se adicionen de pequeñas cantidades de arcilla muy plástica de primera clase. No obstante, la mayor parte de las porcelanas no sirven para el modelado manual y solamente se utilizan en las técnicas de torneado, troquelado y vaciado. Los demás componentes son esencialmente el cuarzo y la ortoclasa; esta última, actúa como fundente, disolviendo parte del caolín y del cuarzo, conformando un cuerpo totalmente impermeable, vítreo y translúcido.

Las primeras porcelanas eran pastas blandas procedentes de China que consistían en caolines importados de las canteras de Kao – Liang, situadas en la provincia de Jiang – su. Cada emperador poseía su propia manufactura, razón por la cual, cada época de producción de porcelana posee un estilo propio diferenciado por el nombre de la dinastía que le dio origen: Song, Yuán, Ming,...

Después de los múltiples intentos europeos por imitar la porcelana, que fue lo que dio origen a las pastas de fayenza y al rescate de los esmaltes estanníferos, hacia 1709, Boettger, reanudando las investigaciones iniciadas por Tschirnhausen, consiguió fabricar en Meissen, una pasta de porcelana blanca hecha con el caolín de la región. Poco tiempo después, se construía en Meissen la primera fábrica europea de porcelana dura. Después, se crearon en Europa las manufacturas de Sèvres y de Limoges en Francia, la de Copenhague en Dinamarca, las de Berlín y Baviera en Alemania, la de Viena en Austria, las de Chelsea y Wedgwood en Inglaterra y las de Nyon y Zurich en Suiza (éstas dos últimas ya no existen). En la actualidad existen muchas más fabricas que producen porcelana alrededor del mundo.

Al igual que en el caso de los gres, existen varios tipos de porcelanas, de acuerdo a su composición, su temperatura de quema y su uso.

Las porcelanas duras, que son las más empleadas debido a su resistencia y a la belleza de su blancura.

Las porcelanas blandas, que se utilizan en la fabricación de vajillas y objetos ornamentales, y cuya composición y apariencia varía según el país de origen (Francia, Inglaterra, Alemania).

La porcelana llamada “vitreous China” es un tipo de porcelana blanda cuyo uso se ha ido popularizando cada vez más.

Las porcelanas especiales, cuya pasta se prepara de acuerdo a utilizaciones técnicas muy precisas:

- Porcelanas electrotécnicas.
- Porcelanas de esteatita o de cordierita.
- Porcelanas sanitarias.

La tabla siguiente muestra las composiciones racionales de los distintos cuerpos para porcelana:

COMPOSICIONES RACIONALES DE LAS PASTAS DE PORCELANA			
	PORCELANA DURA	VITREUS CHINA	PORCELANA BLANDA
CAOLINITA	45 - 55 %	35 - 45 %	25 - 40 %
CUARZO	25 - 35 %	30 - 40 %	30 - 45 %
FELDESPATO	20 - 30 %	20 - 30 %	30 - 40 %
MAGNESIA	-----	-----	0 - 2 %
TEMPERATURAS DE COCHURA			
SANCOCHO	850 - 950° c	-----	850°c
VIDRIADO	1380 - 1460°c	1250 - 1350°c	1250 - 1300°c

Todos los cuerpos de porcelana deben prepararse con mucha anticipación y dejarse madurar, por lo menos, de seis meses a un año, para mejorar su plasticidad. La preparación de un cuerpo cerámico de porcelana resulta relativamente fácil gracias a la cantidad tan limitada de sus componentes. No obstante, no es fácil conseguir en todas partes materias primas lo suficientemente puras para conseguir la blancura requerida. Otro problema que existe es que la vitrificación total y la translucidez se consiguen a expensas de llevar la pasta a su punto límite de fusión, lo que puede traducirse en deformaciones graves de las piezas. Por ello te recomendamos cuidar exhaustivamente tus materiales y estudiar las formas de las piezas que quieras elaborar con la porcelana. El arte de lograr una buena porcelana se basa en la atenta vigilancia de la atmósfera del horno, durante el tiempo de maduración del cuerpo y del vidriado. Para obtener productos muy blancos se aconseja quemar la porcelana en atmósfera medianamente reductora entre los 950° C y los 1120° C (1742° F – 2048° F) para transformar la ínfima cantidad de óxido férrico contenida en las materias primas en óxido ferroso que, teniendo un sutilísimo color azulado, acentúa el brillo de la blancura. Al final de la cocción, la atmósfera se mantiene en una reducción suave cercana a la atmósfera neutra; con ello se evita la re oxidación del óxido ferroso.

Puesto que la porcelana vitrifica totalmente (0.00 % de porosidad), puede ser usada sin vidriado. La pasta, desprovista de vidriado, da la apariencia de un alabastro despulido, por lo que se la llama “porcelana del Parián”, (del griego parós que significa mármol), o también de manera errónea pero aceptada, “biscuit”, ya que este es el término francés para designar “sancocho”. El biscuit se utiliza en la elaboración de objetos ornamentales.

Como ya se mencionó, dentro del apartado de las porcelanas blandas, existen varios tipos de acuerdo a su origen, preparación y uso. Estos tipos son:

La porcelana francesa de Sèvres. Se prepara a partir de una frita alcalina para altas temperaturas. La Manufactura de Sèvres desarrolló esta pasta con la

intención de lograr productos muy blancos quemados a 1280° C (2336° F) y poder reproducir con ella los efectos de las porcelanas chinas antiguas. En la composición del cuerpo cerámico, la ortoclasa se ha sustituido por una frita alcalina más fundente cuya formula es:



Los demás componentes son los caolines y el cuarzo.

La porcelana de huesos inglesa llamada "Bone – China". El fundente principal de esta pasta es el calcio introducido en forma de cenizas de hueso de vaca, cuyo componente principal es el fosfato tribásico de calcio $[Ca_3(PO_4)_2]$ combinadas con algo de feldespato. Esta porcelana puede contener hasta un treinta y cinco por ciento de fosfato, con lo que se logra la más transparente de las porcelanas. Los demás componentes son el cuarzo, el caolín y otros tipos de arcillas blancas.

Este cuerpo especial se sancocha entre los 1260° C y los 1280° C (2300° F – 2336° F) y debe quedar ligeramente poroso para recibir el vidriado sin perder la translucidez. El esmalte es similar al de las fayenzas duras y se cuece entre los 1100° C y los 1250° C (2012° F – 2282° F).

Porcelana alemana, llamada también porcelana de Seger. Esta pasta tiene una composición semejante a una porcelana dura, pero a la cual, se le ha aumentado la cantidad de ortoclasa en detrimento de la cantidad de caolinita. El cuerpo cerámico, rico en cuarzo y feldespato, tiene poca plasticidad. Para compensar este inconveniente, la caolinita se agrega en forma de arcillas muy plásticas de primerísima calidad revueltas con los caolines.

La translucidez de esta pasta es proporcional a la cantidad de feldespato. Para aumentar la fusibilidad puede agregársele de 0.5 a 2.0 por ciento de caliza, de magnesita o incluso, de óxido de cinc. Hay que tomar en cuenta, no obstante, que algunas de estas sustancias pueden provocar burbujas.

Si se utilizan temperaturas inferiores a los 1300° C (2372° F) es difícil obtener porcelanas perfectamente blancas: siempre tendrán un matiz rosáceo o marfil, sobre todo cuando se queman en horno eléctrico bajo atmósfera oxidante, e imperceptiblemente gris, cuando se queman en atmósfera reductora.

Mientras que antiguamente se utilizaban mucho en Europa estas porcelanas blandas, en la actualidad tienden a desaparecer dejando paso a las porcelanas duras y a la “Vitreous China”.

“Vitreous China”. Esta pasta se utiliza en la elaboración de vajillas para la industria hotelera y para artículos sanitarios. Su composición es semejante a aquella de la porcelana de Seger, pero se diferencia de ella porque se quema en monococción junto con el vidriado entre los 1260° C y los 1320° C (2300° F – 2408° F). El vidriado se aplica sobre los productos crudos, por lo que no es posible obtener piezas de calidad muy fina.

Las porcelanas industriales son composiciones similares a las ya mencionadas anteriormente. Solamente aparecen algunas variantes:

Las pastas electrotécnicas son cuerpos cerámicos que varían entre las composiciones de las porcelanas blandas y duras, en las que se utiliza prácticamente puros caolines. En ocasiones, parte del feldespato se reemplaza por sienita nefelina o por talco. Los productos se elaboran por las técnicas de forja, torno y prensado en seco. Estos productos se esmaltan en crudo ya secos con vidriados alcalinos preparados con arcilla ferruginosa que da un color castaño, o con óxido de cromo que da un color verde.

Pastas de talco y de cordierita. Estas pastas se preparan agregando esteatita o talco a la composición arcillosa; las piezas se fabrican por prensado

en seco y se queman entre 1250° C y 1400° C (2282° F – 2552° F). Con estos cuerpos cerámicos se fabrican aislantes térmicos que dan dimensiones muy exactas de gran resistencia mecánica y térmica.

Para los cuerpos cerámicos que resistan al calor se preparan agregando del 20 al 30 por ciento de talco a una mezcla de arcillas refractarias y chamota.

Los productos a base de cordierita ($2\text{MgO} - 2\text{Al}_2\text{O}_3 - 5\text{SiO}_2$) están conformados por una mezcla aproximada del 40 por ciento de talco, 47 por ciento de arcillas refractarias y 13 por ciento de corindón (Al_2O_3). Los productos también se troquean en seco y se queman alrededor de los 1400° C (2552° F). Estos cuerpos cerámicos se utilizan con mucha frecuencia en las industrias de material para laboratorios, transistores y partes de radio, bujías de motores de explosión, etc. Puesto que la cordierita posee un índice bajísimo de expansión térmica (0.5 a 1.0 por ciento).

Los productos sanitarios son porcelanas blandas en las que los caolines han sido sustituidos por arcillas refractarias blancas. Su composición es similar a la de la Vitreous – China, en la que además del cuarzo y la ortoclasa, puede entrar en la mezcla del cuerpo chamota de cascajo molido del mismo cuerpo cerámico (moloquita) y pequeños agregados de dolomita.

Luego del lavado y pulverizado de los materiales desgrasantes, se prepara la barbotina y se pasa por un electroimán para eliminar las impurezas de hierro; enseguida se cuela por un tamiz de 80 a 90 –M, y se le extrae el excedente de agua con un filtro de prensa. Se recomienda procesar esta pasta a través de una extrusora con bomba de vacío para sacar todo el aire. Este cuerpo cerámico listo puede modelarse o diluirse en forma de barbotina para vaciado con el agregado de un defloculante disuelto en un promedio del 30 al 50 por ciento de agua.

El tiempo de fraguado de un lavabo, por ejemplo, varía entre dos y tres horas, tras de las cuales se vacía el molde. El espesor de la pieza es de aproximadamente un centímetro. Las piezas se cuecen entre los 1260° C y los

1320° C (2300° F – 2408° F). Para evitar deformaciones de las piezas grandes, se debe emplear material de muy alta calidad y controlar cuidadosamente el manipuleo de las piezas antes de la horneada.