

Influencia de la composición mineralógica en el comportamiento en la cocción

Composición mineralógica de las arcillas y pastas

La composición del soporte se denomina “**pasta**”. Una pasta cerámica es la mezcla equilibrada de materias primas plásticas (arcillas y caolines) y no plásticas (feldespatos, carbonatos, cuarzo, talco, etc.) que cumple una serie de exigencias que la hacen útil y rentable para la elaboración o fabricación de productos cerámicos (vajillas, objetos de adorno, cerámica artística, baldosas, tejas, ladrillos, cerámicas tenaces, etc.). La pasta conforma lo que se denomina el **soporte** del producto, que puede ir esmaltado o no.

Una pasta cerámica debe reunir una serie de condiciones: debe tener una plasticidad suficiente para facilitar el conformado, un buen comportamiento (trabajabilidad) durante todas las etapas del proceso y una composición químico-mineralógica equilibrada, de forma que, tras la cocción, el producto obtenido tenga las características tecnológicas exigidas (dilatación, resistencia mecánica, porosidad, constancia dimensional, etc.). En caso de que sea necesario, la pasta también deberá reunir las características estéticas requeridas.

Según su porosidad se consideran soportes de **alta** o de **baja** porosidad, y si se atiende al **color** que presenta el soporte tras la cocción, se consideran dos tipos de pastas: **pasta blanca** y **pasta roja** (figura 1). La pasta roja se obtiene mediante una mezcla equilibrada de arcillas con contenidos en óxido de hierro que oscilan entre el 4 y el 9 %. La pasta blanca es, en general una mezcla de arcillas de baja proporción de óxido de hierro (inferior al 1 %) y otros aditivos como cuarzo, feldespatos, talco o carbonatos. No existen diferencias técnicas importantes entre ambas, aunque si, lógicamente, en el comportamiento en el proceso y aspecto final.



Figura 1. Probetas de pastas blanca y roja.
Fotografía: Enrique Algora..

Arcillas.

Las arcillas (figura 2) son productos naturales y en su composición se distinguen los minerales propiamente de la arcilla o minerales arcillosos, que forman la **fracción plástica** y otros que frecuentemente se denominan “impurezas” y constituyen la **fracción no plástica**, denominados también, “desgrasantes”. Están, por tanto, formadas por mezclas de muchos minerales de los cuales alguno de ellos puede ser claramente predominante. Así una arcilla donde predominen los carbonatos de cal se denominará habitualmente como “arcilla calcárea” de la misma forma que una arcilla caolinítica es aquella en la que la estructura de la caolinita es mayoritaria. Las características de cada arcilla están relacionadas con la naturaleza de las especies mineralógicas presentes, de sus propiedades físicas y de la proporción relativa en que se encuentren. Las propiedades de cada arcilla son, por lo tanto, el resultado de la aportación de cada uno de los componentes de esta.



Figura 2. Arcillas de cocción blanca y roja.
Fotografía: Enrique Algora.

Fracción plástica.

Los [minerales arcillosos](#) son los componentes esenciales de la fracción plástica de las arcillas; tienen pequeños tamaños de partícula y una gran superficie específica. Son muy numerosos, aunque en las arcillas empleadas en la fabricación de cerámicas tradicionales se destacan sobre todo la **caolinita**, **illita** y **montmorillonita**.

Fracción no plástica.

Los minerales que componen la [fracción no plástica](#) de las arcillas aportan propiedades en cierta medida contrapuestas a las aportadas por los minerales arcillosos. Son minerales de tamaño de grano superior con la excepción de la materia orgánica y los residuos carbonosos y con una menor superficie específica.

Estos minerales son:

- Sílice libre.
- Carbonatos, principalmente de calcio.
- Feldespatos alcalinos y alcalinotérreos.
- Minerales de hierro.
- Materia orgánica y residuos carbonosos
- Pequeñas proporciones de minerales de titanio, flúor y sales solubles.

Materias primas no arcillosas empleadas en la composición de pastas cerámicas.

Muchas composiciones de pastas se formulan solo con arcillas. Sin embargo, en ocasiones las arcillas, que son los componentes más económicos de las pastas, por si solas no pueden aportar todas las propiedades requeridas por lo que se hace necesario emplear además otras materias primas. Por ejemplo, supón que necesitas una pasta blanca para fabricar productos porosos, por ejemplo azulejos. Necesitas una pasta con un contenido relativamente alto (entre el 10 y el 15 %) de carbonato cálcico, y por tanto lo lógico es que busques arcillas illíticas de cocción blanca que tengan, además, un contenido alto, o moderadamente alto, de carbonato cálcico. Es muy posible que todas las arcillas blancas que encuentres tengan contenidos muy bajos, o nulos, de carbonato, con lo cual, en este caso, no te quedará más remedio que añadir el carbonato cálcico como materia prima aditivada a la composición. No es la mejor solución ya que eso encarece el precio de la pasta, pero muchas veces no hay otra opción. En otras ocasiones necesitas aumentar la fundencia de unas arcillas muy refractarias, disminuir su coeficiente de dilatación, rebajar la plasticidad o aumentar su resistencia al choque térmico, por lo que son necesarios otros componentes que, añadidos a las arcillas equilibren la composición y aporten las propiedades requeridas.

Las materias primas no arcillosas más frecuentemente empleadas para composiciones de pastas son:

- Cuarzo o arenas cuarcíferas.
- Arenas feldespáticas.
- Feldespatos alcalinos.
- Carbonato de cal y dolomita.
- Talco.
- Chamotas.

Influencia de la composición mineralógica en el comportamiento en la cocción de las pastas cerámicas.

A continuación se muestra de forma resumida, por medio de tablas, la influencia de la composición mineralógica en el comportamiento en la cocción de las pastas cerámicas ⁽¹⁾ ⁽²⁾ ⁽³⁾ ⁽⁴⁾

Componente		Influencia,
Minerales arcillosos	Caolinita	Las arcillas con predominio de estructura caolinítica requieren elevadas temperaturas para su sinterización, con formación de mullita y sílice libre. Tienen, por tanto, formación de fase vítrea más lenta y gradual lo que quiere decir que presentan rangos de cocción más amplios y mayor estabilidad dimensional, respecto a las illitas. Las arcillas caoliníticas alcanzan la contracción lineal máxima alrededor de 1200 °C, coincidiendo con la absorción de agua mínima. Estas propiedades se mantienen durante un intervalo bastante amplio (hasta unos 1260) al término del cual se produce un hinchamiento de la pieza debido a la dilatación térmica de los gases ocluidos en la porosidad cerrada.
	Illita	Mayor velocidad de formación de fase vítrea, respecto a la caolinita, debido fundamentalmente a su mayor fundencia por la presencia de potasio. Las arcillas con predominio de estructura illítica presentan temperaturas de cocción relativamente bajas con rápida formación de fase vítrea o fundido, con el aumento de temperatura y por lo tanto rangos de cocción pequeños . La illita inicia la fusión hacia 1050 °C. Reacciona con la sílice formando mullita.
	Montmorillonita	Dan lugar a mayores sustituciones que la illita por lo que son más fundentes.

Componente	Influencia en la cocción
Impurezas de las arcillas y/o materias primas no plásticas	<p>Cuarzo</p> <p>Aumenta la refractariedad de la pasta. Provoca una menor velocidad de formación de fase vítrea con menores pendientes “absorción de agua – temperatura” y “contracción lineal – temperatura” y por lo tanto aumenta la estabilidad dimensional. Mejora la compacidad de la pasta y por lo tanto disminuye la absorción de agua y la contracción lineal a baja temperatura. Presenta una variación dimensional a 573°C por la transformación reversible α-cuarzo \leftrightarrow β-cuarzo</p>
	<p>Feldespatos</p> <p>Fundentes. Proporcionan la primera fase vítrea que aparece durante la cocción. Disminuyen la temperatura de maduración y aumentan la velocidad de formación de fase vítrea y por lo tanto las pendientes de las curvas “absorción de agua – temperatura” y “contracción lineal – temperatura”. La magnitud de estos efectos depende de su composición química. Dependiendo de la granulometría, pueden mejorar la compacidad de la arcilla y por lo tanto disminuir la absorción de agua y la contracción lineal a baja temperatura.</p>
	<p>Calcita</p> <p>A bajas temperaturas actúa retrasando el proceso de vitrificación, aunque cuando este tiene lugar se forma fase vítrea de baja viscosidad a gran velocidad. Actúa como formador de fases cristalinas (anortita, gelenita y pseudowollastonita), lo que provoca una elevada porosidad, bajas contracciones en cocción y una reducida expansión por humedad. A temperaturas elevadas ($T > 1130$ °C aproximadamente) actúa como fundente disminuyendo sensiblemente la viscosidad de la masa vítrea, lo que provoca una elevada pendiente en las curvas “absorción de agua – temperatura” y “contracción lineal – temperatura”. La fuerte contracción que sufren entre 800 y 900 °C las pastas con carbonatos pueden provocar problemas de falta de estabilidad dimensional(*)</p>
	<p>Minerales de hierro</p> <p>Dan color pardo-rojizo a los soportes cocidos. Actúan como fundentes. La reducción de óxido de hierro (III) a óxido de hierro (II) a alta temperatura provoca un ennegrecimiento de la pieza un aumento de la porosidad cerrada.</p>
	<p>Materia orgánica</p> <p>La combustión de la materia orgánica contenida en las arcillas forma a partir de 550 – 600 °C un gas reductor compuesto por H_2 y CO, así como por menores cantidades de CO_2 que puede dar problemas de corazón negro.</p>
	<p>Sulfatos</p> <p>Presentes en las arcillas en muy bajos contenidos. Estables frente a ciclos de cocción a bajas temperaturas ya que descomponen a partir de los 1000 °C. Producen eflorescencias.</p>
	<p>Fluoruros</p> <p>Presentes en muy bajos contenidos. Combinan con la sílice formando SiF_4, altamente reactivo.</p>
	<p>Talco</p> <p>Se añade hasta un 8 – 10% como materia prima en composiciones de alta temperatura para mejorar su fundencia, ya que forma un eutéctico con feldespatos alcalinos. El magnesio tiene un comportamiento en cocción similar al calcio aunque da fase vítrea de mayor viscosidad.</p>
	<p>Chamota</p> <p>Mejora la resistencia al choque térmico</p>

(*) Esto es especialmente importante en la fabricación de baldosas cerámicas de revestimiento (por ejemplo, monoporosa) en las que la falta de estabilidad dimensional puede ocasionar defectos como descuadras o lunetas; o sensibles bajas de calidad y problemas logísticos y comerciales provocados por los calibres ⁽⁵⁾.

Bibliografía

- (1) AMORÓS, J.L. ; et al. *"Pastas de gres de monococción. Influencia de las variables de proceso en la calidad del producto acabado"* Técnica Cerámica, nº 120. Pgs. 1368-1384. 1983.
- (2) BARBA, A; et al. *"Materias primas para la fabricación de soportes de baldosas cerámicas"*. ITC-AICE. Castellón. 2ª Ed. 2002.
- (3) BELTRÁN, V. et al. *"Materias primas empleadas en la fabricación de baldosas de pasta blanca en España"*. Técnica Cerámica nº 241 Pgs. 114-141. 1996.
- (4) ESCARDINO, A. et. al. *"Comportamiento de las pastas de cocción blanca y roja durante el proceso de fabricación de baldosas cerámicas"*. Técnica Cerámica nº 219. Pgs. 794-802. 1993.
- (5) AMORÓS, J.L. et al. *"Estabilidad dimensional en piezas de monococción porosa"*. En Qualicer 1992. II Congreso Mundial de la Calidad del Azulejo y del Pavimento Cerámico. Castellón: Cámara de Comercio, Industria y Navegación. Pp 347-376. 1992. Disponible en <http://www.qualicer.org/recopilatorio/ponencias/pdfs/9203131s.pdf> [Consulta: 11/04/2020].