

Composición química de las arcillas.

¿Qué es el análisis químico de las arcillas?

El análisis químico de arcillas se expresa, como porcentaje en peso de óxidos. En cerámica resulta especialmente útil expresar en óxidos los análisis químicos de muchas materias primas y de las composiciones y así se hace también cuando se trata de expresar la composición química de las arcillas, como puedes ver en la tabla 1 en la que se muestra el análisis químico de un grupo de arcillas blancas tipo ball clay. Se trata, obviamente, de un artificio, puesto que estos compuestos, en general, no están presentes como tales en la estructura de las arcillas, pero resulta muy útil para estimar algunas, aunque no todas, de las características y propiedades de las arcillas.

Tabla 1. Análisis químico de algunas arcillas.

Procedencia	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	PPC
Reino Unido	60,0	26,0	1,3	0,3	0,3-	1,3	0,4	2,4	7,8
	64,0	24,0	1,1	1,2	0,4	0,3	0,4	2,4	7,0
	68,0	21,3	0,8	1,5	0,3	0,1	0,4	2,3	5,5
Ucrania	58,0	27,0	0,9	1,5	-	-	3,1		7,4
España	69,7	18,7	1,8	0,9	0,1	0,5	0,1	1,6	6,3
	55,5	21,6	2,0	0,8	0,1	0,5	0,1	2,0	7,2
	59,0	24,4	3,2	1,2	0,8	0,2	0,3	0,5	8,1

En el análisis químico se indican también las pérdidas por calcinación (PPC) y, en ocasiones, el contenido en carbonatos y en sulfatos.

¿Cómo interpretar un análisis químico de arcillas?

Frente a un análisis químico de una arcilla debemos fijarnos especialmente en:

1. Relación SiO₂ / Al₂O₃.

La mayor parte de arcillas empleadas en la elaboración de productos cerámicos tradicionales son illítico-caoliníticas, es decir, sus principales minerales arcillosos son la illita y la caolinita en diferentes proporciones. Cada uno de estos minerales tiene una relación en peso entre sílice y alúmina de **1,19** de acuerdo con la composición ideal de cada uno de ellos. Por tanto, valores de la relación SiO₂/Al₂O₃ superiores a 1,19 pueden indicarnos la presencia de **cuarzo libre**, es decir, arena cuarcífera que no forma parte de la estructura de los aluminosilicatos, y, en mucha menor medida, de cuarzo procedente de feldspatos, aunque lógicamente se trata de una estimación cualitativa válida a efectos comparativos entre diferentes arcillas.

2. Contenido en alúmina (Al₂O₃)

El contenido en alúmina dado por el análisis químico de una arcilla puede dar información acerca de su **refractariedad**, de forma que podemos considerar como arcillas refractarias aquellas que presentan más de un 30 % de Al₂O₃ en su análisis químico. La evaluación de la refractariedad de una arcilla a partir del contenido en Al₂O₃ debe observarse con evidente cautela, ya que deben considerarse también los porcentajes presentes de SiO₂ que tienen también efecto en la refractariedad de la arcilla, y de los alcalinos, alcalinotérreos y Fe₂O₃ que tienen un carácter fundente.

De acuerdo con el contenido en alúmina se tendrán arcillas con:

- Contenidos **altos** en Al₂O₃ Al₂O₃ > 30 %
- Contenidos **medios** en Al₂O₃ 20 < Al₂O₃ < 30
- Contenidos **bajos** en Al₂O₃ Al₂O₃ < 20 %

3. Contenido en óxido de hierro (Fe_2O_3).

El contenido en minerales de hierro se expresa en el análisis químico en el porcentaje de óxido de hierro (III) y es indicativo del color de la arcilla tras la cocción, de forma que puede establecerse la siguiente división:

Arcillas de cocción roja :	$4 \% < \text{Fe}_2\text{O}_3 < 10 \%$
Arcillas de cocción clara :	$2 \% < \text{Fe}_2\text{O}_3 < 4 \%$
Arcillas de cocción blanca :	$\text{Fe}_2\text{O}_3 < 2 \%$

Naturalmente hay que considerar también el contenido en óxido de titanio que suele oscilar entre el 1 y el 2 % y que combinado con el hierro refuerza la coloración de la arcilla.

Uno de los criterios de clasificación de productos cerámicos tradicionales es el del **color de la pasta** tras la cocción. Este criterio permite clasificar algunos productos según sean de **pasta blanca** o de **pasta roja**. Deben seleccionarse, por tanto, las arcillas aptas para su fabricación atendiendo, entre otras características, a su color tras la cocción, es decir a su contenido en cromóforos, especialmente minerales de hierro.

4. Contenido en K_2O .

La illita está formada por hojas de tres capas cada una. Entre éstas se puede sustituir potasio como óxido o como $\text{K}(\text{OH})$. Esto, lógicamente, se refleja en el análisis químico, de forma que **porcentajes superiores al 3%**, pueden indicar la **presencia de illita** como mineral arcilloso, aunque esto debe tomarse también con cautela pues el potasio puede indicar también la presencia, generalmente inferior, de mica y de feldespatos.

5. Contenido en calcio y magnesio.

El contenido en óxido de calcio y de magnesio presente en los análisis químicos de las arcillas da idea del contenido en carbonatos. El MgO puede indicar presencia de dolomita (carbonato doble de calcio y magnesio) o de clorita.

6. Contenido en óxido de sodio (Na_2O).

Da información sobre la presencia de feldespato sódico.

7. Pérdidas por calcinación (PPC)

Las pérdidas por calcinación provienen, principalmente, de la combustión de la materia orgánica, de la deshidroxilación de los minerales arcillosos y de la descomposición de minerales presentes en las arcillas como hidróxidos y carbonatos. Puede compararse este valor con el que resultaría si todo el calcio del análisis químico correspondiera a carbonato cálcico y la diferencia entre ambos da una idea aproximada del contenido en materia orgánica de la arcilla.

8. Contenido en carbonatos

Las pastas para la elaboración de productos cerámicos porosos tienen un porcentaje relativamente alto de carbonatos, entre el 10 y el 16 % de carbonatos según el tipo de producto. Esto se debe a que el calcio desarrolla, con la alúmina y sílice de los aluminosilicatos, fases cristalinas cálcicas y cálcico - magnésicas que forman un esqueleto cristalino de pseudowollastonita, anortita y/o gelenita. Esta estructura da estabilidad dimensional con la temperatura, mantiene la porosidad y, además, tienen una baja reactividad con el agua, y por lo tanto una baja expansión por humedad a las piezas, que es una propiedad importante en algunos productos porosos.

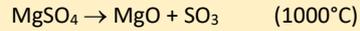
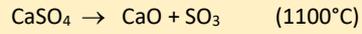
El contenido en carbonatos de las arcillas es importante para determinar su idoneidad para algunos tipos de productos, ya que las arcillas con contenidos altos (superiores al 10 %) no son apropiadas para los productos gresificados

9. Contenido en sulfatos.

Debe evitarse siempre el empleo de arcillas con contenidos en sulfatos superiores al 0,5 %. En las pastas que se procesan en vía húmeda, es decir en aquellas en las que en alguna fase del proceso se dispersan

o molturan en agua (pastas para colado, filtroprensado, molienda en húmedo, etc.) el contenido en sulfatos debe ser prácticamente nulo (o como mucho, siempre inferior al 0,5 %), ya que los sulfatos tienen un **fuerte carácter floculante** y una pequeña cantidad de sulfatos dificulta o imposibilita la dispersión de las arcillas en agua.

En todo caso, debe evitarse el uso de arcillas con sulfatos incluso en aquellas que formarán parte de pastas que se procesarán en seco, ya que, además del problema descrito, el sulfato de cal descompone sobre los 1100 °C y el de magnesio sobre los 1000 °C. Ambas reacciones ocurren con desprendimiento de SO₃:



por lo que estas desgasificaciones coinciden en casi todos los productos con etapas en las que el esmalte está fundido y, por tanto, pueden dar lugar a defectos de **burbujas, cráteres y pinchados**.