

Estudio de los ladrillos utilizados durante la época romana en Carmona (Sevilla): estudio químico

ALFONSO GUIRAUM PÉREZ, DR. EN CIENCIAS QUIMICAS
 JESUS BARRIOS SEVILLA, DR. EN CIENCIAS QUIMICAS
 VICENTE FLORES ALÉS, LCDO. EN QUIMICA

RESUMEN. *Un grupo de piezas cerámicas de construcción de origen romano, procedentes de Carmona (Sevilla), destinadas a diversos usos, han sido estudiados a fin de establecer sus propiedades. Tras haber sido publicados los análisis mineralógico, térmico y físico (RE 15), se completa el estudio con los resultados de los análisis químicos. Las conclusiones expuestas se explican teniendo en cuenta los valores obtenidos en los análisis anteriores.*

SUMMARY. *A group of building ceramics pieces, from the roman site of Carmona (Seville), destined for several uses, have been studied in order to know their properties. Mineralogical, termic and physical analysis data have been previously published (RE 15), and the study has been completed with the chemical analysis results. Conclusions exposed has been obtained considering the former analysis results.*

INDICE GENERAL

0. Antecedentes 1. Introducción 2. Nomenclatura y relación de muestras 3. Técnicas utilizadas 4. Resultados
 5. Conclusiones 6. Agradecimientos 7. Bibliografía (RE 15)
 1. Introducción 2. Técnicas analíticas 3. Análisis de resultados 4. Agradecimiento 5. Bibliografía (RE 18)

1. INTRODUCCION

En una publicación anterior¹ se exponían los resultados de los análisis mineralógico, térmico y físico de ladrillos de época romana procedentes de la ciudad de Carmona (Carmona).

Como se indicaba, la zona de la cual proceden los ladrillos está en la vega del río Corbones, en la comarca de La Campiña de la provincia de Sevilla. Esta zona es rica en arcillas y calcarenitas, lo cual influye de forma determinante en la composición, tanto mineralógica como química de los materiales analizados. Los análisis químicos que en esta publicación se exponen comprenden la determinación porcentual en peso de los componentes mayoritarios.

A partir de los resultados obtenidos se han establecido relaciones entre las composiciones mineralógica y química de las muestras. De otra parte se presentan las relaciones existentes entre los diversos componentes químicos, así como las deducciones correspondientes que permiten establecer las diversas combinaciones que puede plantear un elemento, como por ejemplo el calcio, presente como CO_3Ca y SO_4Ca .

Dado que el fin de este trabajo no es el de establecer la procedencia de las piezas, no se ha acometido el análisis de los elementos trazas; ello sería interesante en el caso de estudiarse la composición de las arcillas crudas de la zona en cuestión o de tratarse de un número considerable de piezas que permitiera un estudio estadístico que las agrupase en

posibles grupos de similar procedencia, tema que puede ser tratado en el futuro.

La nomenclatura es la misma que se utilizó en los análisis publicados con anterioridad¹, habiendo quedado descritas las características y procedencia de los materiales.

2. TECNICAS ANALITICAS

Los análisis químicos de muestras cerámicas se pueden realizar mediante diversas técnicas, bien utilizando un mismo método para todos los componentes o bien variando la técnica dependiendo del analito. Entre las técnicas que se encuentran más extendidas, al margen de los métodos clásicos de análisis, se pueden reseñar la espectroscopía de absorción atómica, fluorescencia de rayos X, microscopía electrónica de barrido, activación neutrónica, espectroscopía de emisión ICP,... Las características y composición de las muestras influyen en las ventajas y desventajas que una técnica pueda ofrecer frente a otra².

Para la realización de estos análisis se han utilizado diversas técnicas, en función de los analitos a determinar. Mayormente se han seguido las técnicas descritas por el profesor Martín Pérez³, que se concretan a continuación.

– La determinación de sílice se ha realizado gravimétricamente tras ser atacada la muestra con una disolución de HCl.

– Una vez separada la fracción de sílice fueron determinados los sesquióxidos metálicos de aluminio, hierro y titanio; de ellos, el análisis por colorimetría de TiO₂ resultó negativo para los valores que se han considerado como límite.

– Por otra parte las muestras fueron sometidas a ataque triácido en caliente, tras el cual se realizaron las determinaciones de óxidos de calcio y magnesio por valoración con AEDT.

– Los análisis de sodio y potasio se realizaron por espectroscopía de emisión atómica, y el de manga-

neso por absorción con lámpara de cátodo hueco Perkin Elmer; todos ellos

con llama de aire-acetileno en espectofotómetro Perkin Elmer modelo 3100.

– La determinación de sulfatos se realizó por turbidimetría, en espectofotómetro Philips modelo PU8725 W/vis, a partir de soluciones de concentración conocida, expresándose los resultados en contenido en SO₃.

– Por último, la pérdidas al fuego se llevaron a cabo por calcinación a 1000°C.

3. ANALISIS DE RESULTADOS

De los resultados obtenidos, (figura 1), se pueden reseñar inicialmente como interesantes las notables diferencias que presentan algunos de los parámetros para determinadas muestras.

El ejemplo más significativo es la muestra de adobe (C5), en la que se puede apreciar como al no estar cocida la pieza no se ha producido la descomposición de la calcita, por lo que el valor de las pérdidas al fuego es sensiblemente mayor que en el resto de las muestras. De otra parte se ha obtenido un valor más elevado de CaO, lo cual tendría su explicación en una adición de cal con el fin de que esta actuara como conglomerante en las arcillas sin cocer.

En general, los contenidos en calcio resultan elevados para piezas de arcilla cocida. La zona es rica en calcarenitas lo cual confirma la procedencia a partir de las materias primas originales, igualmente indica una buena molienda de dichos materiales ya que de lo contrario habría sido difícil la conservación en buen estado de los ladrillos, pues la carbonatación de los nódulos calizos habría sido causa de agrietamientos y posibles fracturas⁴. De hecho, los caliches observados, descritos en la relación de piezas¹, son de pequeño tamaño.

Analizando en conjunto los distintos resultados de cada componente se observan algunas desvia-

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	MnO	K ₂ O	PF	CaO/CO ₂
C1	54,93	11,63	6,97	17,61	2,11	0,79	0,44	-	1,52	3,21	5,49
C2 ₁	48,09	15,30	1,23	17,86	1,43	0,33	1,58	0,026	1,56	12,35	1,51
C2 ₂	47,78	13,70	3,88	16,93	1,57	0,34	1,52	0,018	1,62	12,48	1,41
C3 ₁	54,24	15,19	5,73	12,69	1,12	0,31	0,61	0,022	1,76	7,98	1,59
C3 ₂	53,44	15,22	5,23	14,31	0,11	0,35	0,58	0,022	1,90	8,93	1,60
C4	51,43	8,56	5,81	19,30	1,33	0,33	0,86	-	1,86	10,37	1,86
C5	44,62	10,61	3,07	21,17	-	0,25	0,34	0,019	1,20	19,00	1,11
C6	49,62	10,67	5,53	15,81	2,24	0,29	0,59	0,023	1,70	12,83	1,23

Figura 1

ciones como son: el contenido en Al_2O_3 de la muestra C4, el contenido en Fe_2O_3 de la pieza C2₁ y el contenido en SO_3 y pérdidas al fuego de la muestra C1. De estas desviaciones, la más significativa es el bajo valor de las pérdidas al fuego que se da en C1 (3,21%), lo cual, en principio, se contradice con los valores obtenidos para el contenido en CaO en el análisis químico. Una posible explicación es la existencia de calcio presente como silicato detectada en la DRX, así como el mayor contenido en SO_3 , que implica una mayor cantidad de calcio presente en forma de sulfato, disminuyendo por tanto el calcio presente como carbonato.

Por otro lado se pueden estudiar multitud de combinaciones entre los porcentajes de cada componente y sus pesos moleculares, de manera que se puedan ir estableciendo las formas en que se encuentran asociadas las distintas fracciones de cada elemento. El ejemplo más explícito de este tipo de combinaciones son las determinaciones que se pueden hacer a partir del cociente entre los pesos moleculares de CaO y CO_2 .

Caso de que en las muestras analizadas todo el calcio presente estuviera como carbonato la relación entre el contenido en CaO y las pérdidas al fuego, que se asocia a la descomposición de los car-

bonatos y liberación de CO_2 , debería valer 1,27. Dependiendo de la cantidad de calcio que exista en forma de carbonato que exista el valor de dicho cociente estará por encima o por debajo de 1,27 (figura 1). Valores bajos indican que el valor del contenido en SO_3 , y por tanto de yeso, es bajo, para las relaciones más altas, la presencia de calcio es superior a la que corresponde a los carbonatos, por ello el tanto por ciento de SO_3 es mayor, asociándose este hecho a una mayor cantidad de yeso presente. Se establece por tanto una posible tendencia que resulta difícil de confirmar debido al bajo número de muestras. El yeso puede tener dos orígenes, bien puede proceder de las materias primas originales o bien puede deberse a filtraciones procedentes de los morteros o del propio suelo.

Al margen de estas combinaciones, se ponen de manifiesto de manera algo más clara otras tendencias en las relaciones entre componentes. Así, las sumas de los contenidos en Al^{3+} , Mg^{2+} , Na^+ y K^+ , cationes presentes en los feldespatos, aumentan con el contenido en estos¹, de manera que las muestras más ricas en los citados cationes los son también en feldespatos.

Se advierte también una tendencia proporcionalmente inversa entre los contenidos de SiO_2 y las pérdidas al fuego (CO_2) (figura 2). La presencia de

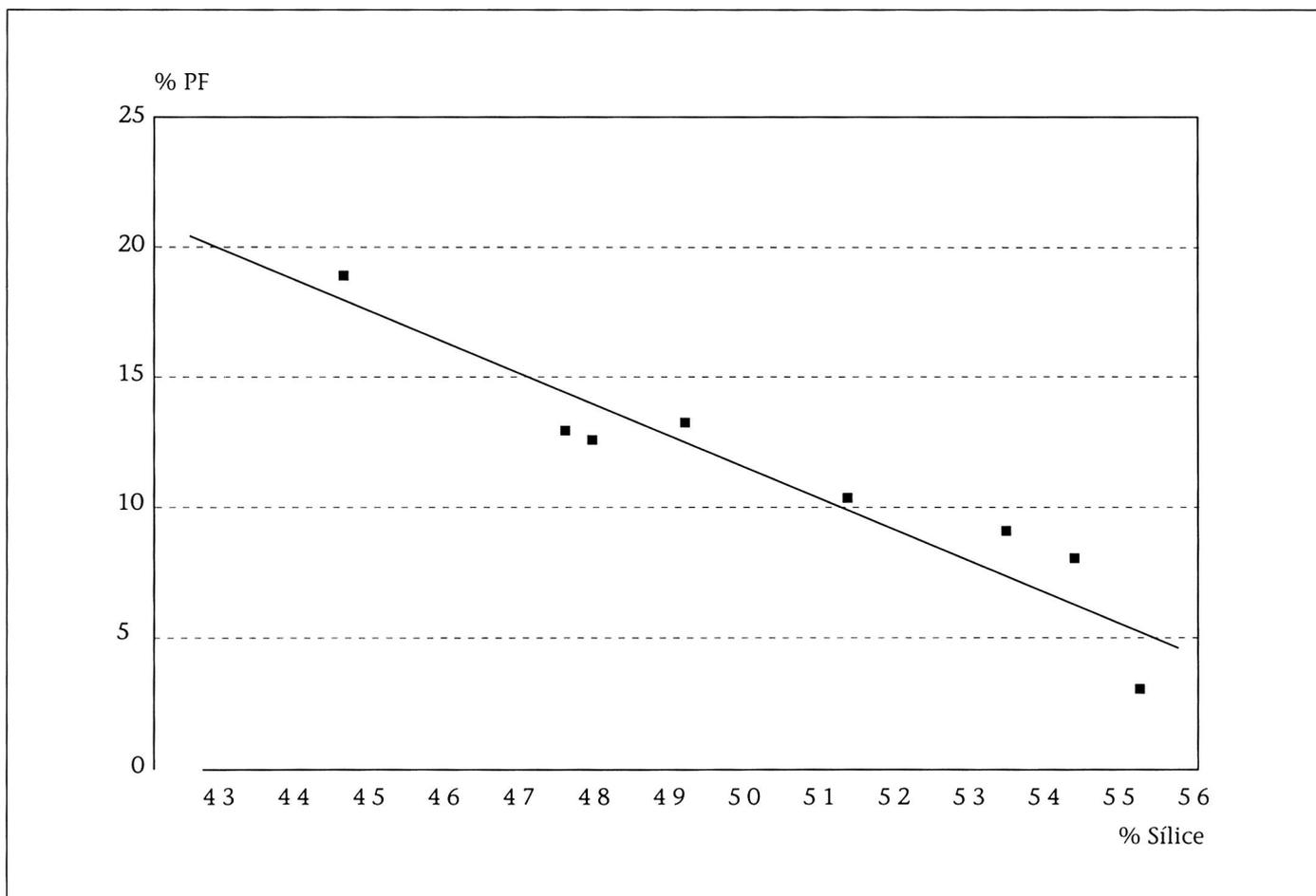


Figura 2

silíce en elevada cantidad facilita la formación de silicatos cálcicos a alta temperatura (diópsido, gehlenita, kilchoanita,...), como así muestran los resultados del análisis mineralógico¹. Al tiempo que se produce esta formación de nuevos silicatos se produce la descomposición de la calcita y la consiguiente liberación de CO₂.

Los resultados de estos análisis aportan los datos necesarios para explicar ciertos comportamientos de los ladrillos así como de su conservación, teniendo en cuenta el largo período de tiempo transcurrido; y conjuntamente con el resto de análisis permiten una aproximación a los procesos de fabricación que seguidos para su elaboración y puesta en obra.

4. AGRADECIMIENTO

Los autores de este artículo quieren manifestar su agradecimiento a Vorsevi S.A. Ingeniería y Control de Calidad, por la colaboración prestada.

5. BIBLIOGRAFIA

1. GUIRAUM, A., BARRIOS, J., FLORES, V., 1993: *Estudio de los ladrillos utilizados durante la época romana en Carmona (Sevilla): Estudio mineralógico, térmico y físico*. Revista de Edificación RE, Nº15, Septiembre 1993; pp 37-42.
2. CASTILLO, J.R., MIR, J.M., MARTINEZ, M.C., GOMEZ, T., 1988: *Study of the composition of siliceous materials by AAS*. Atomic Spectroscopy, Vol.9 Nº1; p 9.
3. MARTIN, A., 1990: *Ensayos y experiencias de alteración en la conservación de obras de piedra de interés histórico artístico*. Fundación Ramón Areces. Madrid; pp 300-307.
4. ARREDONDO, F.: *Estudio de Materiales VI: Cerámica y vidrio*, (2ª Ed.) Instituto. E. Torroja de la construcción y del cemento. Madrid 1961; pp 11-17.