

**PRODUCTOS DE ALFARERIA DE CERRO MACARENO  
(SEVILLA)**

**Naturaleza y procedencia de las ánforas y otros objetos cerámicos.  
Siglos VIII al III a. J. C.**

**Carmen González Vilchez,  
Guillermo García Ramos  
y Francisco González García\*.**

\*Departamento de Química Inorgánica, Facultad de Química. Universidad de Sevilla.

Son muchos los métodos empleados para el estudio de las arcillas y de los productos cerámicos, contribuyendo de distinta manera, aunque complementaria, en el conocimiento de la composición, procedencia de los materiales, tecnología empleada en su elaboración y en general en todos aquellos procesos que se pudieron seguir en la fabricación del objeto cerámico.

Estos métodos pueden ser, bien destructivos, aunque utilizando cantidades muy pequeñas de muestra, o bien no destructivos, cada vez más empleados en la investigación moderna.

En el estudio de los materiales cerámicos, bien sea el soporte, o bien sea la pintura que ha servido para decorarlo, se emplea el análisis químico tradicional cualitativo y cuantitativo. Para este último se emplea cada vez más la técnica de la absorción atómica. Asimismo, se emplean los siguientes métodos de análisis por vía física:

La espectroscopía de emisión en el ultravioleta, que permite obtener un espectro de emisión en el que la parte más frecuentemente utilizada se sitúa entre 200 y 400 nm (ultravioleta).

La espectrometría de fluorescencia de rayos X es una técnica desde hace tiempo utilizada. El método tiene poca sensibilidad para elementos tales como el cobre, níquel, cinc o hierro, a causa del «ruido de fondo» que el mismo aparato emite.

La microfluorescencia permite operar directamente sobre una capa de pintura y su análisis no es destructivo.

La microsonda electrónica es una aplicación de los principios y de la técnica de la espectrografía de emisión de rayos X. Su poder separador es infinitamente superior al del mejor instrumento óptico.

La activación por neutrones, que precisa de una fuente generadora de estas radiaciones (pila atómica), es, por tanto, de muy difícil empleo. En España se utiliza la pila atómica de la Junta de Energía Nuclear. Este análisis permite determinar los elementos mayores, menores y trazas existentes en los objetos cerámicos y en los pigmentos. Es de un gran interés para conocer la procedencia de los materiales empleados, detectando el posible o posibles yacimientos de las arcillas utilizadas.

La difracción de rayos X determina la estructura cristalina de los elementos y compuestos químicos, ya sean orgánicos o inorgánicos, si bien la técnica no es válida para los compuestos amorfos.

Para el estudio de aquellos materiales en los que la pintura se encuentre unida al soporte mediante lacas, gomas o barnices se emplean métodos de absorción en el infrarrojo, así como la cromatografía en fase gaseosa.

Los métodos seguidos que se enumeran en el siguiente apartado nos han permitido identificar la procedencia y naturaleza de las arcillas utilizadas en los objetos cerámicos objeto de este estudio.

## **MATERIALES Y METODOS EMPLEADOS**

### **1. MATERIALES ESTUDIADOS**

Los materiales han sido suministrados por el Departamento de Arqueología de la Facultad de Geografía e Historia de esta Universidad. Proceden del yacimiento arqueológico de Cerro Macareno, datado entre los años 700 y 100 (a. de J.C.). Para su estudio se han establecido 26 niveles arqueológicos, que se corresponden con trece estratos.

De estos 26 niveles se han seleccionado numerosos fragmentos cerámicos, parte de los cuales se incluyen en el presente trabajo. También se incluyen dos piezas cerámicas pertenecientes a un yacimiento arqueológico situado en Valenciana de la Concepción (siglos XXV al XVIII a. de J.C.), estudiado por los autores. El yacimiento se dividió en 13 estratos y se incluye aquí por la posible relación entre algunos materiales de ambos yacimientos.

Para facilitar el estudio, cada nivel se designa por un número arábigo desde el 1 al 26. Los distintos fragmentos cerámicos procedentes del mismo nivel se designan por un segundo número, escrito a continuación del que señala el nivel. Un tercer número indica si se trata de la parte interior, central o exterior del fragmento.

La tabla I incluye las muestras del yacimiento de Cerro Macareno, con expresión del nivel, época, hechura y posible procedencia, según la información recibida del equipo que hizo la excavación. La tabla II incluye las dos muestras del yacimiento de Valenciana de la Concepción.

## 2. METODOS EXPERIMENTALES

**Difracción por rayos X.** Para la obtención de los diagramas de polvo de rayos X se tritura la muestra y se muele en mortero de ágata, reduciéndola a un polvo muy fino. Los diagramas se realizaron en un difractor Philips.

**Activación por neutrones.** Es un análisis no destructivo y se realiza mediante espectrometría gamma de alta resolución, con detectores semiconductores de Geli y tratamiento electrónico de los datos de los espectros gamma mediante un computador digital de alta velocidad.

Para obtener resultados comparativos se ha utilizado el método del comparador, mediante la irradiación con neutrones y medida de la actividad inducida, en condiciones semejantes a las de las muestras, de patrones con peso conocido de los elementos a determinar. Se utilizó el reactor nuclear de la Junta de Energía Nuclear, en Madrid.

**Ensayos térmicos.** En una serie de muestras se ha seguido el procedimiento de calentarlas durante un período de una a dos horas en un horno eléctrico, a las temperaturas de 700°, 900° y 1.100° C., estudiando sus correspondientes diagramas de rayos X, una vez enfriadas. Las muestras que lo precisaron se calentaron de 100 en 100 grados centígrados, entre las temperaturas de 600 y 1.100°, realizándose a continuación los consiguientes diagramas de rayos X. Este procedimiento permite diagnosticar sobre la temperatura de cocción de los materiales, en función de los minerales presentes así como de aquellos que se van formando o van desapareciendo.

## DATOS EXPERIMENTALES Y DISCUSION

En la tabla III se incluyen los resultados del análisis por activación neutrónica de estas muestras y las figuras 1 a 9 contienen los datos de las correlaciones entre pares de elementos y los diagramas de difracción rayos X de los cuatro grupos en que se han clasificado.

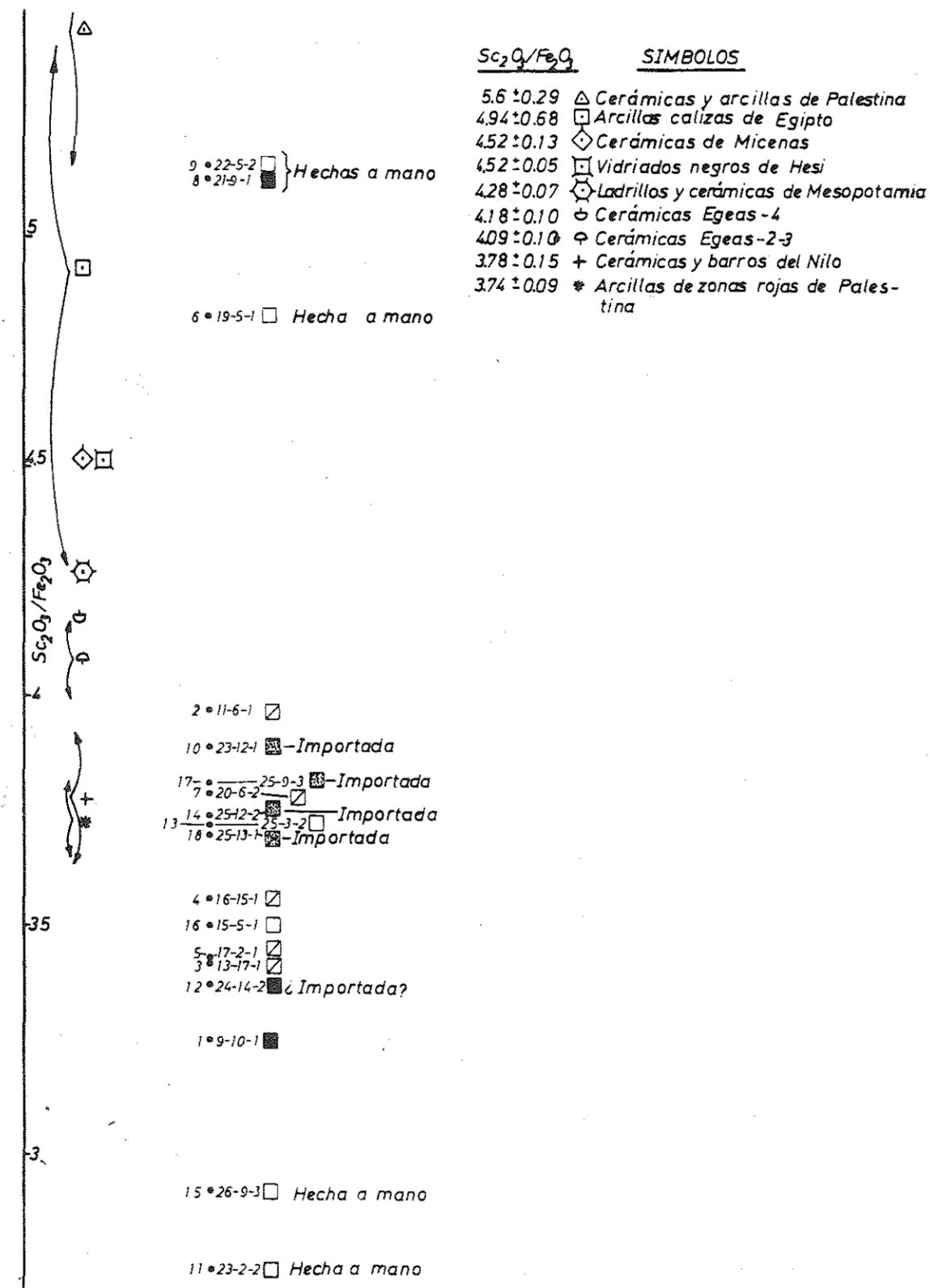


Fig. 1. Correlación escandio-hierro de una serie de fragmentos cerámicos de Cerro Macareno, comparada con la de diversas muestras tomadas de la bibliografía.

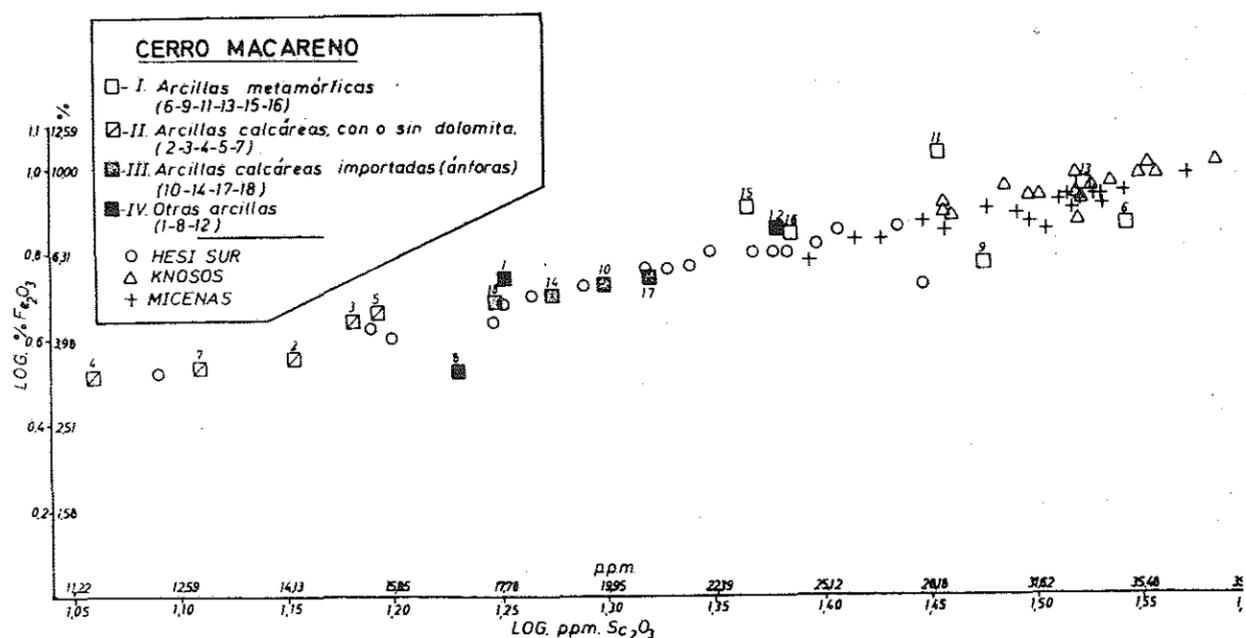


Fig. 2. Contenidos en escandio e hierro (escala logarítmica) de una serie de fragmentos cerámicos de Cerro Macareno y de varios grupos de muestras de diversas procedencias tomadas de la bibliografía.

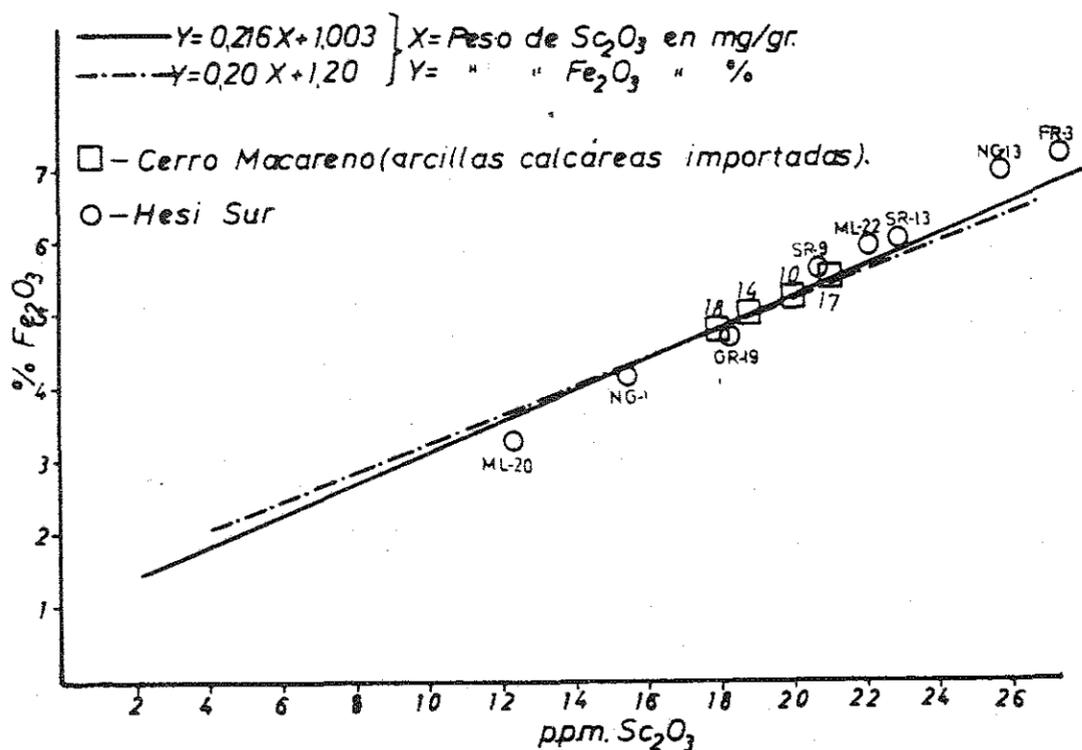


Fig. 3. Correlación Sc/Fe de 21 muestras de diversas procedencias de Hesi-Sur (Palestina) y de cuatro muestras de ánforas de Cerro Macareno. La superposición de las rectas corrobora la hipótesis de una misma procedencia.

## 1. NATURALEZA Y POSIBLE PROCEDENCIA DE LAS ARCILLAS ESTUDIADAS

### Grupo I. Arcillas de metamorfismo

Grupo Ia: Con anfíboles, cuarzo, feldespatos y posiblemente micas o ilitas.

Estrato	N.º	Nivel y muestra	Antigüedad	Tipo	Minerales
I	15	26-9-3	Siglo VIII (Bronce final).	A mano	Anf. Fel. Q. Il.
II	13	25-3-2	Trans. al siglo VIII. Orientalizante.	Tosca, a mano	Anf. Fel. Q. Il.
II	9	22-5-2	Siglo VII. Orientalizante.	Tosca, a mano	Anf., Fel. Q. Il.
V	16	15-5-1	Siglo IV, Ibérico inicial.	Tosca, a torno	Anf. Fel. Q. Il. Cc.

Las dos primeras muestras muestran una gran semejanza en sus diagramas de difracción de rayos X, así como una proximidad extrema en la representación triangular. Pueden corresponder a un mismo yacimiento. Las muestras 9 y 16, aunque presentan diagramas de rayos X muy semejantes, se encuentran más separadas en cuanto a la composición química, definida por los datos de activación por neutrones, entre sí y con respecto a las dos anteriores. Se trata de arcillas de origen ígneo o metamórfico, aunque no correspondan al mismo yacimiento anterior.

La muestra 9, por otra parte (nivel 22), presenta un diagrama de rayos X parecido al de la muestra 11-3-2 del yacimiento de Valencina, lo que sugiere un posible origen común, o al menos muy próximo (figs. 4 y 5).

En una primera hipótesis se podría pensar en que los fragmentos del nivel 26 y los del 25 (muestras 15 y 13) procedieran de un poblamiento anterior de los primitivos habitantes de Cerro Macareno, a juzgar por la naturaleza mineralógica de los materiales que constituyen las piezas cerámicas (anfíboles, abundantes feldespatos, cuarzo, etc.) y que se podrían situar en la zona de arrastres metamórficos situada al N y NO de Guillena. Estos aluviones se podrían obtener en las proximidades del arroyo Rivera de Huelva, que atraviesa esta parte y desemboca en el Guadalquivir por su margen derecha, cerca de La Algaba.

Es de destacar que el Rivera de Huelva, entre Guillena y su desembocadura, equidista de los yacimientos de Valencina y de Cerro Macareno, si bien no se pueden desechar otros posibles yacimientos situados al N de Alcalá del Río.

Grupo Ib: Con feldespato abundante o anfíbol.

Estrato	N.º	Nivel y muestra	Antigüedad	Tipo	Minerales presentes.
IV	6	19-5-1	Siglo VI. Proto-Ibérico (transición).	A mano	Feld. Q. Anf.
II	11	23-2-2	Siglo VII. Orientalizante.	Tosca, a mano	Anf. Feld. Q. Cl.

La primera muestra de este subgrupo consiste en un material muy feldespático y es muy probable que proceda también de la zona de metamorfismo. Por su composición química, el diagrama triangular la sitúa muy cerca del grupo anterior.

La segunda muestra se incluye aquí por su abundancia en anfíboles, si bien el diagrama triangular y los valores de la correlación Sc/Fe la alejan de todas las muestras.

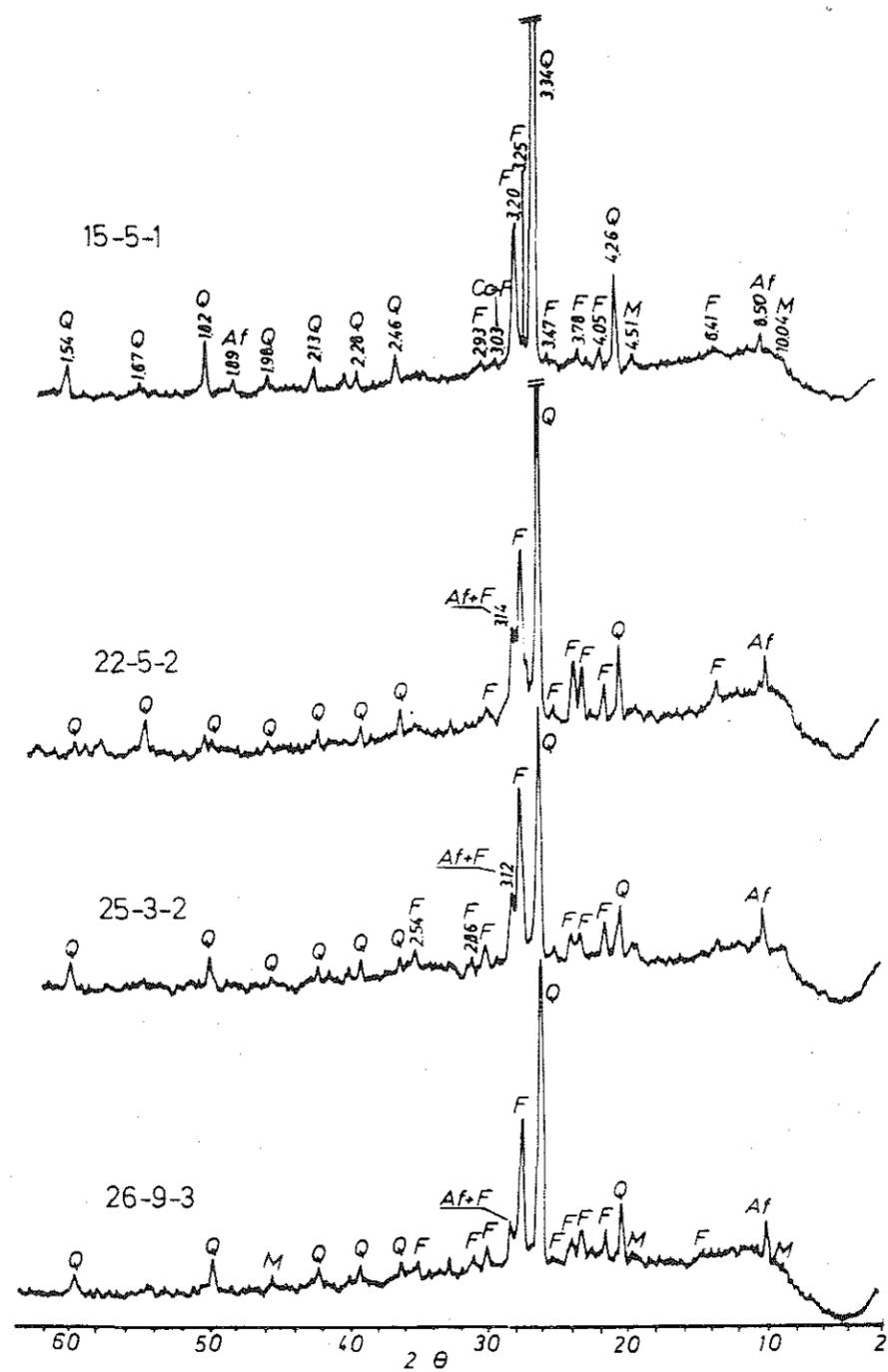


Fig. 4. Diagramas de difracción de rayos X de las muestras de Cerro Macareno incluidas en el grupo I<sub>a</sub>. Arcillas metamórficas con anfíboles, cuarzo, feldspatos y posiblemente ilitas y micas. Proceden de la parte norte del yacimiento, en la margen derecha del Guadalquivir.

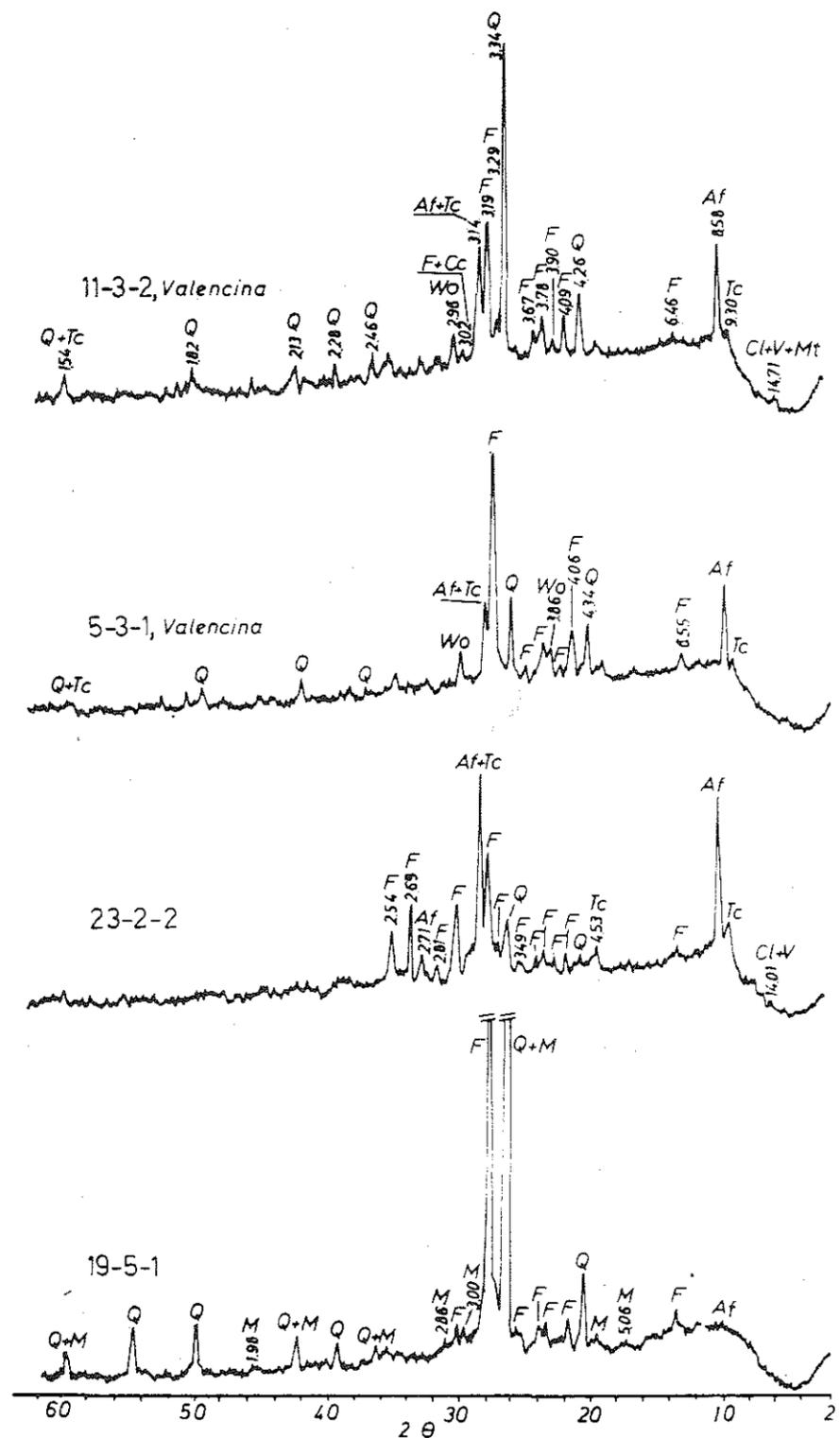


Fig. 5. Diagramas de difracción de rayos X de las muestras de Cerro Macareno incluidas en el grupo I<sub>b</sub>. Son arcillas metamórficas, con mayor contenido en anfíbol que el grupo anterior (+). Para comparación se incluyen dos muestras muy similares procedentes del yacimiento de Valencina (Sevilla) (+). Muestra 23-2-2.

Grupo II. Arcillas calcáreas, con o sin dolomita

Estrato	N.º	Nivel	Antigüedad	Tipo	Minerales presentes
III	7	20-6-2	Siglo VII. Orientalizante.	Torno	Cc. Dol. Q. Fel. II.
IV	5	17-2-1	Siglo VI. Proto-Ibérico (transición).	Gris Occidental.	Cc. Q. Fel. II.
IV	4	16-15-1	Siglo V. Proto-Ibérico (transición).	Gris Occidental	Cc. Q. Dol. Il. Fel.
V	3	13-17-1	Siglo IV. Ibérico Inicial.	Torno	Cc. Q. Il.
VI	2	11-6-1	Siglo IV. Ibérico pleno.	Torno	Cc. Q. Fel. Il. Dol. (posible).

Todas estas muestras constan de arcillas con carbonato cálcico, especialmente la muestra 4, y con dolomita las señaladas con los números 4, 7 y 2. Asimismo, todas contienen feldespatos en relativa abundancia (fig. 6).

Estos materiales podrían proceder de sedimentos próximos al yacimiento arqueológico, posiblemente del Aluvial del Guadalquivir, si bien no se puede descartar un origen Terciario, a base de margas del Mioceno o Plioceno, no muy distantes del poblamiento y en la orilla derecha del Guadalquivir.

Los datos del análisis químico en las muestras activadas por neutrones permiten un diagrama triangular con un marcado agrupamiento de las muestras (fig. 7), indicativo de análoga composición y, por consiguiente, de un probable origen común.

Grupo III. Muestras calcáreas, posiblemente importadas de origen palestino

Estrato	N.º	Nivel	Antigüedad	Tipo	Minerales presentes
II	14	25-12-2	Transición al siglo VII. Orientalizante.	Torno Anforas	Q. Cc. Fel. Dol.
II	17	25-9-3	Transición al siglo VII. Orientalizante.	Torno Anforas	Cc. Q. Fel. Il. ó Mica.
II	18	25-13-1	Transición al siglo VII. Orientalizante.	Torno Anforas	Q. Cc. Fel. Il. ó Mica.
II	10	23-12-1	Transición al siglo VII. Orientalizante.	Torno Anforas	Q. Fel. Il. ó Mica. Cc.

Estas muestras, en función de los análisis de elementos traza mediante activación neutrónica se sitúan muy próximos en el diagrama (fig. 7). Por otra parte, la relación Sc/Fe es similar a la del grupo de muestras de origen palestino, dadas en la bibliografía, cuyos valores se aproximan a  $3,74 \pm 0,09$ , lo que coincide con las observaciones de los arqueólogos que asignaban estas muestras a ánforas procedentes de importación fenicia.

Las tres primeras muestras, pertenecientes al estrato 25 y, por ende, al más profundo, son muy ricas en calcita, en especial la muestra 18. En el diagrama triangular, debido a su composición, es la más próxima a la muestra 8, del grupo siguiente.

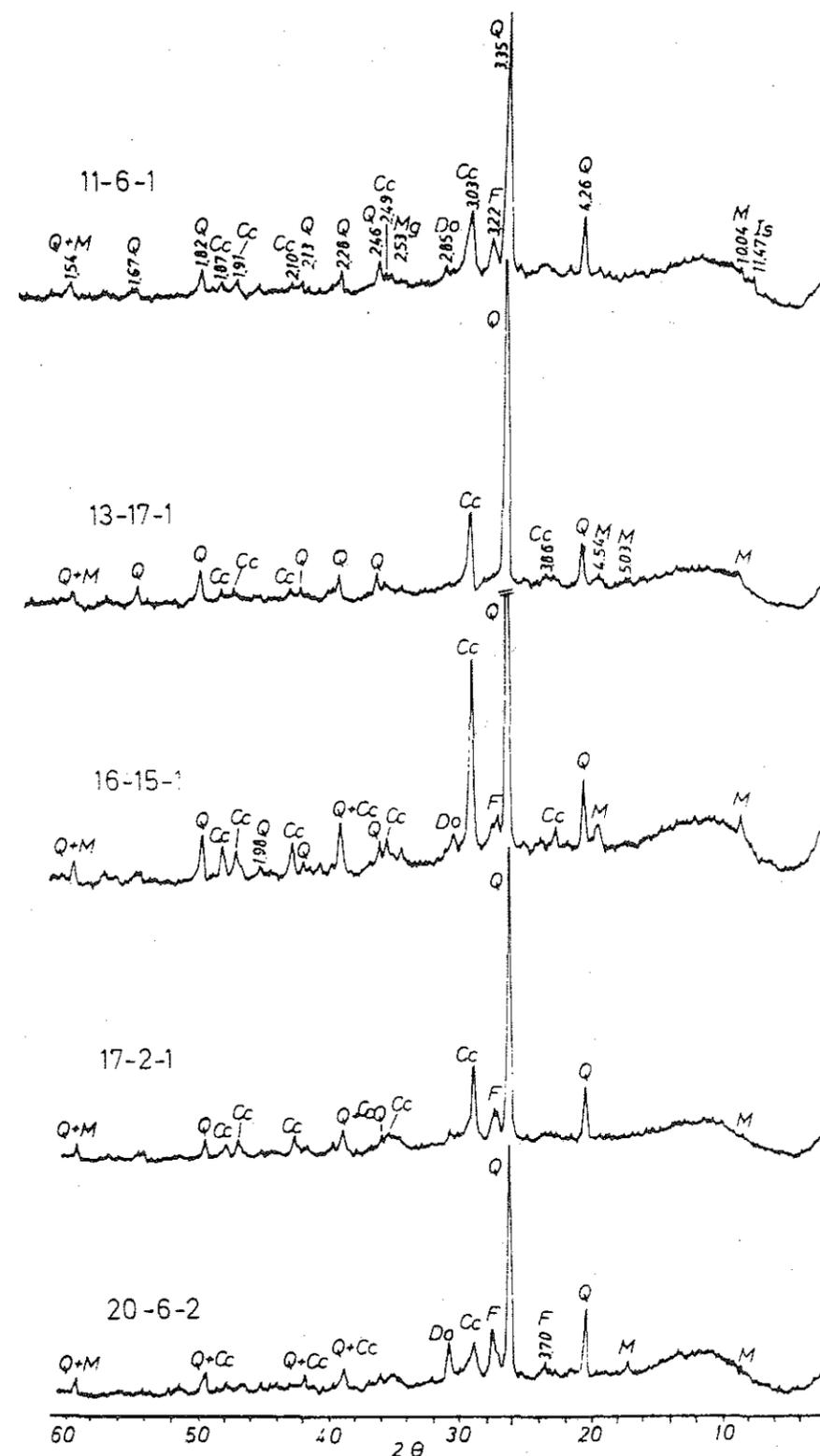


Fig. 6. Diagramas de difracción de rayos X de las muestras de Cerro Macareno incluidas en el grupo II. Arcillas calcáreas. Con calcita, dolomita, cuarzo, feldespatos y pequeñas cantidades de minerales micáceos. Proceden de yacimientos Terciarios y Cuaternarios, próximos al Cerro Macareno.

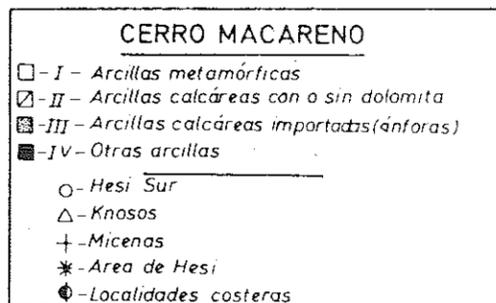
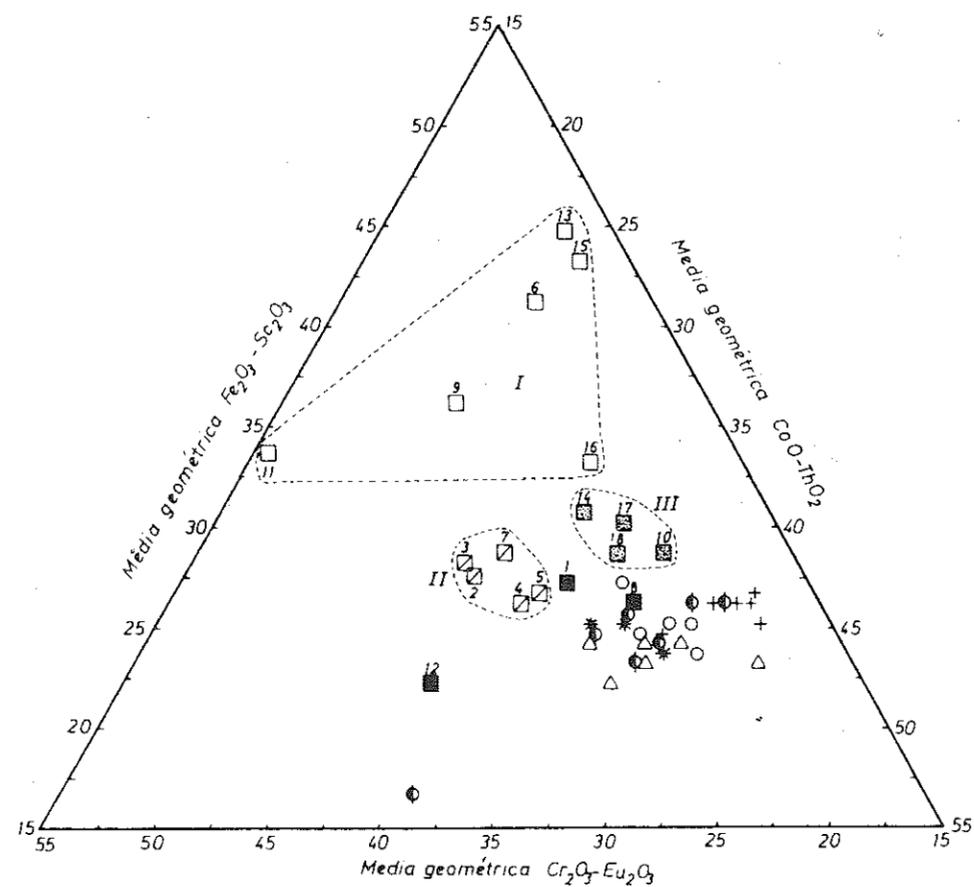


Fig. 7. Diafragma triangular del contenido en Fe, Sc, Co, Th, Cr y Eu, expresado en tanto por ciento de las medias geométricas de pares de elementos de las muestras de Cerro Macareno sometidas a activación por neutrones, en comparación de otras tomadas de la bibliografía.

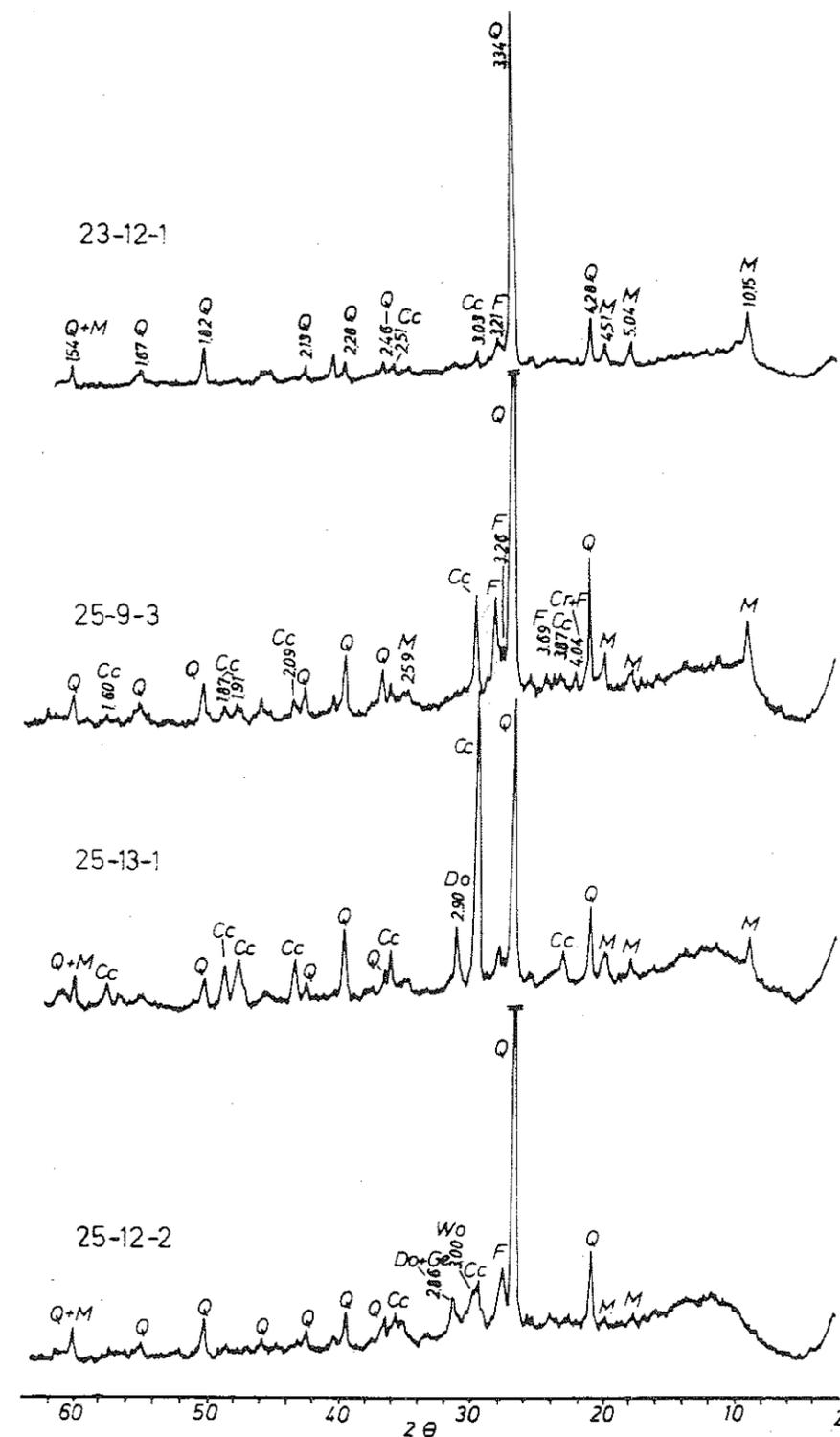


Fig. 8. Diagramas de difracción de rayos X de las muestras de Cerro Macareno que se estudian en el grupo III. Muestras calcáreas posiblemente importadas, de origen palestino. Con calcita, cuarzo, ilita y feldspatos.

GRUPO IV.—Otras arcillas, de origen muy diverso

Estrato	N.º	Nivel	Antigüedad	Tipo	Minerales presentes
II	12	24-12-2	Siglo VII. Orientalizante	Torno	Q. Fel. Cc. Il. o Mica.
VII	1	8-10-1	Siglo III. Ibérico pleno	Torno	Q. Fel. Mica.
III	8	21- 9-1	Siglo VII. Orientalizante	Torno	Q. Mica. Fel.

Los diagramas de rayos X, especialmente el de la muestra 12, se parece a los de las ánforas de importación, incluidas en el grupo III, si bien los puntos representativos de los pares de elementos dados por análisis con activación neutrónica se encuentran más próximos a los de las arcillas calcáreas, grupo II. Según la información arqueológica se puede tratar de un producto de importación, aunque los datos analíticos señalarían otro origen distinto del palestino (grupo III).

En cuanto a la muestra 1, su relación Sc/Fe se aproxima a la de las muestras importadas (grupo III), no ocurriendo lo mismo con la muestra 8, que alcanza valores muy altos.

Se podría aceptar la hipótesis de que se trata de los mismos materiales de los grupos II y III, pero la temperatura de cocción ha sido superior a la de descomposición de los carbonatos, por cuyo motivo éstos se encuentran ausentes.

Agradecimiento

Deseamos hacer constar nuestro agradecimiento a los siguientes miembros del Grupo de Análisis Radioquímico de la Junta de Energía Nuclear, D. Angel Bellido González, Dña. Virtudes López Rico, D. Juan Palomares López, Dña. Alicia Pérez Rodríguez de Llano y D. Antonio Travesí Jiménez, p or su participación en la obtención de los datos analíticos de las muestras sometidas a activación neutrónica que se incluyen en el presente trabajo.

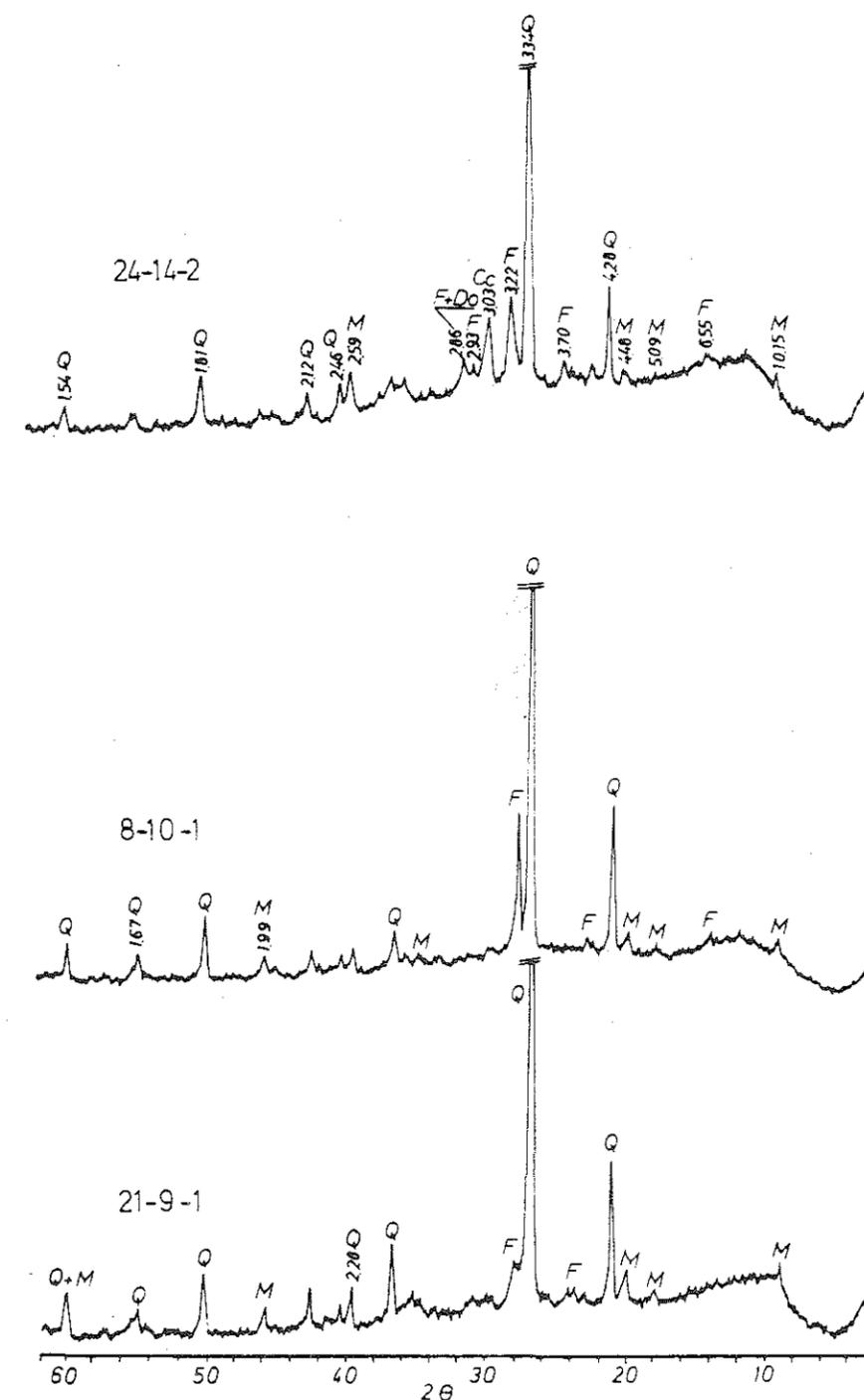


Fig. 9. Diagramas de difracción de rayos X de las muestras de Cerro Macareno incluidas en el grupo IV, con la denominación: otras arcillas de diverso origen. Pueden pertenecer, tanto a sedimentos indígenas como a productos de importación. Con cuarzo, feldespatos e ilitas, pero con diversas relaciones Sc/Fe.

## RESUMEN

Se estudian 18 fragmentos cerámicos procedentes del yacimiento arqueológico de Cerro Macareno (Sevilla), correspondientes a diversos horizontes culturales comprendidos entre la Edad del Bronce Final (nivel 26) y el Período Ibérico Final e Ibero-romano (niveles 6 al 1). Entre las muestras se encuentran especies toscas, bruñidas, incisas y pintadas, así como ánforas y otros productos pintados, decorados con barniz rojo, engobados y del tipo conocido como «gris occidental».

Mediante las técnicas del análisis químico, análisis térmico, difracción por rayos X y activación neutrónica se ha podido establecer la naturaleza mineralógica de los materiales y la posible procedencia de las arcillas utilizadas. Los materiales se incluyen en los siguientes grupos:

I.—**Arcillas de metamorfismo.** Proceden del área N del yacimiento, en la margen derecha del Guadalquivir. Corresponden geológicamente a yacimientos de origen ígneo y sedimentos paleozoicos.

II.—**Arcillas calcáreas.** Son de origen terciario y cuaternario. Proceden de sedimentos próximos al Cerro Macareno.

III.—**Arcillas calcáreas de importación.** Proceden, con mucha probabilidad, del área palestina, según los valores de las relaciones Sc/Fe encontrados.

IV.—**Otras arcillas.** Pueden ser, ya de yacimientos indígenas, ya de importación.

## BIBLIOGRAFIA

- BRINDLEY, G. W., y BROWN, G. (1980): *Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification*. Publ. por «Mineralogical Society», Londres, 495 págs.
- BROOKS, D., BIEBER, JR. A. M., HARBOTTLE, G., y SAYRE, E. V. (1974): *Biblical studies through activation analysis of ancient Pottery*. Cap. V, en «Archaeological Chemistry». Edit. por Curt W. Beck. American Chemical Society. Washington, D. C., 254 págs.
- GARCIA RAMOS, G., GONZALEZ GARCIA, F., y PEREZ RODRIGUEZ, J. L.: *Studio mineralogico e tecnologico delle argille ceramiche del Sud-Ovest della Spagna (Andalusia e Estremadura)*. (1978). Cerámica Informazione., Vol. 149, págs. 693-707.
- GOFER, Z.: *Archaeological chemistry: A sourcebook on the applications of chemistry to archaeology* (1980). Vol. 55 de «Chemical Analysis». Edit. por John Wiley y Sons. New York., 376 págs.
- GONZALEZ VILCHEZ, C., GARCIA RAMOS, G., y GONZALEZ GARCIA, F. (1976): *Estudio fisicoquímico y tecnológico de una serie de productos cerámicos del yacimiento arqueológico de Valencia de la Concepción (Sevilla)*. VIII Symposium Internacional de Prehistoria y Protohistoria de la cuenca del Guadalquivir. Instituto de Arqueología y Prehistoria de la Universidad de Barcelona. Actas del Symposium.
- HARBOTTLE, G. (1970): *Neutron Activation Analysis of potsherds from Knossos and Mycenae*. «Archaeometry», 12,1, págs. 23-34.
- MICHEL, H. V., FRIERMAN, J. D., y ASARO, F. (1976): *Chemical composition patterns of ceramic wares from Fustat, Egypt*. «Archaeometry», 18,1, págs. 85-92.
- TRAVESI, A. (1975): *Análisis por activación neutrónica. Teoría, práctica y aplicaciones*. Servicio de publicaciones de la J. E. N. Madrid.

Tabla I

### MUESTRAS SOMETIDAS A ACTIVACION POR NEUTRONES

	Número (utilizado en la activación)	Referencia al nivel y número de la muestra dentro del mismo horizonte	Tipo de cerámica desde el punto de vista arqueológico	Cronología	Antigüedad
VII	1	8-10-1 Ibérico	Torno	375-250	Siglo III a.C.
VI	2	11- 6-1 Pleno	Torno		Siglo IV a.C.
V	3	13-17-1 Ibérico	Torno	450-375	Siglo IV a.C.
	16	15- 5-1 Inicial	Tosca a torno		
IV	4	16-15-1 Proto-Ibérico	Gris occidental	575-450	Siglo V a.C.
	5	17- 2-1 (transición)	Gris occidental		
	6	19- 5-1	Hecha a mano		
III	7	20- 6-2	Torno		Siglo VII a.C.
	8	21- 9-1	Torno		
II	9	22- 5-2	Tosca a mano	700-575	Siglo VII a.C.
	10	23-12-1 Orientalizante	Torno ánfora. Importada		
	11	23- 2-2	Tosca a mano		
	12	24-14-2	Torno ánfora. Importada		
	13	25- 3-2	Tosca a mano		
	14	25-12-2	Torno ánforas Importada		
	17	25- 9-3	Importada		
18	25-13-1	Importada	Siglo VII a.C.		
I	15	26- 9-3 Bronce Final	Hecha a mano	750-700	Siglo VIII a.C.

Tabla II

### MUESTRAS DEL YACIMIENTO DE VALENCIA (SEVILLA) QUE SE INCLUYEN EN EL PRESENTE TRABAJO

Estrato	Referencia al nivel y número de la muestra dentro del mismo horizonte	Tipo de cerámica desde el punto de vista arqueológico	Cronología
11	11-3-2	Hecha a mano	2.500 a. J.C. hasta el 1.700 a. J.C.
5	5-3-1	Pre-campaniforme Hecha a mano	1.700 a. J.C.

Tabla III

CONCENTRACIONES DE ELEMENTOS TRAZA EN LAS MUESTRAS, EXPRESADOS EN Mg DE  
OXIDO DEL ELEMENTO/g DE MUESTRA

N.º	Referencia	Oxido del elemento	
		Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (*)
Para activación	Horizonte y n.º de m.		
S- 1	8-10-1	17,95	5,50
S- 2	11-6-1	14,26	3,58
S- 3	13- 7-1	15,18	4,43
S-16	15- 5-1	24,39	6,95
S- 4	16-15-1	11,50	3,22
S- 5	17- 2-1	15,64	4,55
S- 6	19- 5-1	35,12	7,25
S- 7	20- 6-2	12,88	3,39
S- 8	21- 9-1	17,08	3,32
S- 9	22- 5-2	30,06	5,83
S-10	23-12-1	20,09	5,15
S-11	23- 2-2	28,83	10,47
S-12	24-14-2	24,08	7,12
S-13	25- 3-2	33,59	8,94
S-17	25- 9-3	21,02	5,50
S-14	25-12-2	18,86	5,03
S-18	25-13-1	17,80	4,80
S-15	26- 9-3	23,10	7,9

(\*) %.