

## **METODOS ANALITICOS APLICADOS A CERAMICAS DE LA EDAD DEL BRONCE.**

J. CAPEL MARTINEZ\*, J. LINARES GONZALEZ\*\*, F. HUERTAS GARCIA\*\*.

### **INTRODUCCION**

Teniendo en cuenta los importantes criterios de juicio que el campo de la ciencia experimental aporta, consideramos la posibilidad de ensanchar nuestro campo de investigación hacia nuevas disciplinas no empleadas de forma sistemática en las investigaciones arqueológicas realizadas hasta el momento en España.

Hasta hace una decena de años aproximadamente, la Arqueología había recurrido a una serie de ciencias auxiliares tales como la Geología, Paleontología, Palinología, etc., a la hora de interpretar los resultados de los yacimientos excavados; pero se había prescindido, de manera notable, de otras disciplinas científicas de gran importancia para el arqueólogo. Entre estas ciencias "olvidadas" cabe citar a la Mineralogía y Geoquímica de suelos y sedimentos. La aplicación de sus métodos de análisis a nuestras investigaciones va a permitir conocer las características intrínsecas, formación y evolución de dos factores fundamentales a la hora de interpretar un yacimiento arqueológico: estratigrafía y cerámica.

Al efectuar el estudio del material cerámico de un yacimiento se planteaban interrogantes a las que resultaba difícil, cuando no totalmente imposible, el encontrar una respuesta satisfactoria al no poderse aplicar, por múltiples razones, los métodos adecuados en su análisis; tal es el caso de la temperatura de cocción de las cerámicas, textura, procedencia. . . Contestar a estos interrogantes era un reto que a la hora de iniciar nuestras investigaciones nos decidió a introducirnos en un campo prácticamente virgen, pero que constituía un nuevo horizonte en el ámbito arqueológico. Los resultados obtenidos en los análisis que hemos realizado al respecto son el objeto del presente trabajo.

### **DESCRIPCION DEL MATERIAL ESTUDIADO. TECNICAS UTILIZADAS. METODOS DE TRABAJO.**

Para llevar a cabo este estudio cerámico, elegimos 6 fragmentos pertenecientes al Cerro de la Encina, (Monachil, Granada), y cuatro de la Cuesta del Negro (Purullena, Granada)<sup>1</sup>. Las cerámicas analizadas se reconocen bajo las siglas Ma, M1, M2, M3, M4, M5, para el Cerro de la Encina y P1, P2, P3, P4, para la Cuesta del Negro. Las muestras Ma, M5 y P1, pertenecen a la fase argárica de los yacimientos, mientras que las restantes M2, M3, M4, P2, P3 y P4, corresponden al momento de Bronce Final<sup>2</sup>.

La elección de los métodos de análisis que habíamos de aplicar estuvo precedida de una cuidadosa selección, dado su elevado número, encaminada a escoger aquellos que consideramos más idóneos a nuestros

\* Departamento de Prehistoria y Arqueología, Univer. de Granada.

\*\* Estación Experimental del Zaidín. (C.S.I.C.), de Granada.

objetivos. A continuación pasaremos a describir los métodos empleados en el presente trabajo, asimismo esbozamos aquellos otros que nos hubiesen sido sumamente útiles, pero que no nos fue posible poner en práctica por la falta de instrumentos adecuados.

### **Difracción de Rayos X**

Los minerales que aparecen en una cerámica pueden ser de tres tipos, por un lado tenemos los compuestos residuales que son aquellos que al ser cocidos no sufrieron ninguna modificación en su estructura y, si la tuvieron, fue muy pequeña. Dentro de ellos se encuentra el cuarzo, la calcita<sup>3</sup> y la mica. Por otro lado están los neoformados (Fases de alta temperatura)<sup>4</sup>, producto de las reacciones producidas, en estado sólido o gaseoso, durante el período de cocción de la pieza. Como tales elementos pueden considerarse: la ghelenita, diopsido, wollastonita y hematites. En último lugar, el vidrio y los materiales amorfos aparecidos durante la cocción pueden en un medio húmedo transformarse dando lugar a la aparición de silicatos hidratados, carbonatos y zeolitas, transformación que puede estar basada en las condiciones más o menos intensas de meteorización a las que se encuentran sometidas las piezas, o bien en la abundancia, dentro de la masa, de compuestos fácilmente alterables.

La determinación de unos y otros nos va permitir conocer la materia prima que compone la cerámica y la temperatura de cocción a la que fue sometida.

### **Análisis Químico**

Desde el punto de vista químico, una cerámica que no contenga agregados artificiales mantiene un comportamiento igual al del sedimento de donde procede. Sus componentes químicos no sufren ninguna transformación, excepto la pérdida de agua unida a una reestructuración molecular de las arcillas.

En el análisis químico se determina, por un lado, el aspecto cualitativo y, por otro, el cuantitativo. Para el estudio de las arcillas componentes de las pastas cerámicas se ha llevado a cabo la determinación de Ca, Mg, Al, Fe, Ti, Na, K, y Si mediante la aplicación de métodos diferentes tales como: complexometría, para el Al, Fe, Ti, Ca y Mg; espectrofotometría de llama, en el caso de Na y K; colorimetría para el Si<sup>5</sup>.

La razón que nos ha llevado a determinar estos elementos y no otros, viene dada fundamentalmente porque el 99,5% del total de los componentes químicos de las muestras analizadas está integrado por los mencionados elementos.

### **Microscopía Electrónica.(6).**

Mediante el microscopio electrónico se pueden identificar perfectamente los minerales de la arcilla, debido a su pequeño tamaño y a que cada uno tiene un hábito y una forma externa característica. Este método debe siempre de ir acompañado por un estudio de difracción de Rayos X. Con él se puede llegar a conocer perfectamente la composición mineralógica de la fracción arcilla y determinar los posibles cambios estructurales sufridos por algunos de sus componentes, textura y lugar de procedencia.

### **Análisis Térmico Diferencial.**

Esta técnica permite conocer las modificaciones que sufren los minerales durante su calentamiento. Su utilización en el estudio de minerales, cerámicas y arcillas es muy frecuente. Se considera como un método ade-

cuando en la investigación de reacciones en fase sólida, en fases de transformación, transiciones cristalinas, transiciones de vidrio y cristalización, aparte de otros aspectos.

**Otros Métodos.**

Además de los mencionados, otros métodos que pueden aportar datos positivos son:

Fluorescencia de Rayos X = Conocer la composición química de la pasta cerámica.

Fotometría de llama = Determinar algunos elementos químicos.

Espectroscopía Infrarroja = Determinar grupos moleculares de los materiales orgánicos e inorgánicos existentes en la muestra analizada.

- Activación neutrónica = Permite conocer la concentración de diversos elementos químicos en muy pequeñas cantidades.

- Geoquímica isotópica = Determinaciones de concentración de isótopos radioactivos o estables.

- Termoluminiscencia = Método de datación de cerámicas.

Espectroscopía de Emisión Óptica = Con este método se determinan los mismos elementos que con la Activación neutrónica y la Fluorescencia de Rayos X

Espectroscopía de Mossbauer = Nos permite determinar los estados de oxidación del Hierro.

Todas estas técnicas suministran datos de los que se puede deducir la procedencia y los métodos de manufacturación de las cerámicas.

**Estudio de las Cerámicas.-**

Los componentes mineralógico detectados en los fragmentos analizados fueron: filosilicatos, cuarzo, calcita, plagioclasas, feldespatos y zeolitas. Los resultados obtenidos aparecen expuestos en el siguiente cuadro expresados en %, 7.

MUESTRA	FILOSILICATOS	CUARZO	CALCITA	PLAGIO- CLASAS	FELDES- PATOS	ZEOLITAS	FILOSILICATOS DE TECTADOS (a)
Ma	41	27	25	-	-	-	Il, Clr, Int.
M1	53	35	T	6	-	6	Il, Par.
M2	43	48	-	4	-	5	Mont, Il, Par, Clr.
M3	56	31	-	13	-	5	Il, Clr.
M4	61	13	22	4	-	-	Mont, Il, Int.
M5	61	22	-	12	5	-	Clr, Il, Par.
P1	55	35	-	7	-	3	Mnot, Il, Par.
P2	41	31	15	9	-	4	Il, Int, Mont, Geh, Di.
P3	37	13	35	6	-	9	Clr, Int, Il, Geh.
P4	50	41	T	6	-	3	Il, Mont, Clr, Int.

(a) Il. = Ilita; Int. = Interestratificados; Geh. = Gehlenita; Clr = Clorita; Mont. = Montmorillonita; Di. = Diópsido; Par. = Paragonita; T = Solamente trazas.

De acuerdo con estos resultados, podemos decir que, en conjunto, los fragmentos pertenecientes al Cerro de la Encina son muestras poco calcáreas con abundante cuarzo; las plagioclasas no presentan unos por-

centajes muy elevados, apareciendo los feldespatos y zeolitas en cantidades ínfimas. Por el contrario son constantes en todas las muestras la Ilita, Clorita e interestratificados. La presencia de Montmorillonita en las muestras Ma y M4 se determinó a través de un análisis de agregado orientado solvatado con etilenglicol, dando negativo en el primer caso y positivo en el segundo (ver diagramas en el Apéndice 1).

En la cuesta del Negro los análisis han demostrado que las muestras son más calcáreas que las anteriores, ricas en cuarzo, que se presentan en proporción semejante a las aparecidas en Monachil, y contienen plagioclasas mientras que los feldespatos no aparecen; las zeolitas se presentan en cantidad relativamente importante. Además aparecen como minerales comunes: La Montmorillonita e Ilita, mientras que la paragonita solo ha sido detectada en la P1; clorita en la P3 y P4; interestratificados en la P2, P3, P4; Gehlenita, P2 y P3 y dióxido sólo en la P2.

Estas mismas muestras sometidas a un análisis de ATD. (Análisis Térmico Diferencial) confirmaron los resultados obtenidos.

Sometidas las muestras a temperaturas superiores a 850°C. realizamos un nuevo difractograma de Rayos X (Apéndice I-b) con objeto de conocer si se habían producido cambios importantes en su estructura con la aparición de nuevas fases. Los resultados obtenidos fueron: desaparición de la Paragonita transformándose en feldespatos (picos a, 3,22A, y 3,18A y corindón. Aparición de gehlenita y hematites, en gran cantidad. Formación de diopsido-wollastonita.

Teniendo en cuenta pues, el comportamiento de los minerales de la arcilla en un proceso calorífico podemos intentar establecer a qué temperatura fue efectuada la cocción de las piezas cerámicas. Para ello, no podemos olvidar que la Ilita a una temperatura entre 400 y 900°C. sufre una deshidroxilación, manteniéndose hasta los 850°C, en estructura anhidra, La montmorillonita sufre el fenómeno de deshidroxilación entre los 400°C y 700°C; según sean férricas o magnésicas lo harán a mayor o menor temperatura respectivamente. Su estructura anhidra desaparece a partir de los 800°C - 900°C. Elemento determinante de este mineral en las fases de alta temperatura será su composición química.

El cuarzo, que actúa fundamentalmente como material de relleno, intervendrá por el tamaño de su grano en las transformaciones de los restantes minerales constituyentes de la masa arcillosa, favoreciendo su fracción fina la aparición de vidrio.

La calcita desaparece por completo a los 900°C, por lo que su abundancia en una muestra es índice de que su cocción se ha realizado por debajo de los 800°C. La paragonita, por su parte, según los estudios de Eugster y Yoder<sup>8</sup> desaparece a una temperatura aproximada de 670°C., opinión que se encuentra ratificada por otros autores<sup>9</sup>. Su presencia originaria en la masa favorece la formación de albita con el calentamiento.

Los feldespatos, fundamentalmente los alcalinos no se detectan a los 1.000° - 1.100°C. La presencia de iones alcalinos contribuye a la formación de vidrio al mismo tiempo que impide la aparición de fases de alta temperatura.

La presencia de carbonato cálcico en la masa primaria permite la formación de ghlenita, que se hace evidente entre los 900°C y 1.000°C. Si su porcentaje es elevado podemos afirmar que la muestra ha sido sometida a una temperatura superior a 800°C. Asimismo, a esta temperatura las muestras ricas en dolomita originan diopsido. Las plagioclasas en general, aparecen a partir de los 700°C y los hematites poseen una formación inversamente proporcional a los carbonatos, siendo su temperatura de aparición 900°C.

Teniendo en cuenta todo lo que llevamos dicho podemos afirmar que las muestras cerámicas M1, M2, M5 han tenido una temperatura de cocción en torno a los 700°C.; el mineral determinante ha sido la paragonita, pues el resto de los contenidos en la muestra pueden permanecer hasta un grado térmico superior a los 800°C. Las muestras M3 y M4 han sido cocidas entre los 700°C y 800°C., aunque más cerca de estos últimos. Por último el adobe Ma que es una marga arcillosa, no ha sufrido ningún tipo de cocción o si lo ha hecho, no ha superado los 200°C.

Así pues la temperatura de cocción ha oscilado entre los 700 y 800°C., hecho que se ve confirmado con un nuevo análisis. Sometidas las muestras a temperaturas superiores a 800°C pudimos determinar la aparición de nuevas fases, tales como diopsido, wollastonita, gehlenita y hematites, unido a la desaparición de la paragonita transformada en feldespato y corindón (Apéndice 1).

Respecto a la cerámica de la Cuesta del Negro, hemos podido constatar que las temperaturas de cocción son algo más elevadas que las anteriores, solo la P1 fue cocida entorno a los 700°C, la P4 entre los 700°C. y 800°C., mientras que las restantes alcanzaron una temperatura de 800°C. La presencia de gehlenita y diopsido son los justificantes más claros de una temperatura elevada.

Las muestras P2 y P3, muy calcáreas contienen también gehlenita. La presencia de calcita parecería indicar una temperatura de cocción baja, mientras que la gehlenita es indicativa de lo contrario. Sin embargo, la calcita, según el estudio óptico<sup>10</sup> es recristalizada, no observándose calcita primaria, lo que permite suponer que en este caso no se transformó en gehlenita debido al tamaño de grano sino que pasó a óxido cálcico a partir del cual se reconstruyó el carbonato cálcico existente. No existe por tanto contradicción y se le puede suponer una temperatura de cocción relativamente elevada. La aparición de zeolita en esta misma muestra se debe, probablemente, a la reacción producida por el vidrio existente en la pasta cerámica al entrar en contacto con aguas de meteorización. Por otra parte, la existencia de vidrio presupone una temperatura de cocción relativamente alta.

Además del análisis mineralógico que acabamos de ver, las muestras cerámicas fueron sometidas a un estudio químico.

El análisis químico nos permitirá conocer los elementos químicos constitutivos de la arcilla y la proporción en que aparecen en cada muestra. Su influencia en los cambios estructurales será importante. Los resultados obtenidos aparecen expresados a continuación:

CUADRO II

MUESTRA	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Ca O	Mg O	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O +
M2	61,93	19,08	6,20	0,79	2,45	1,30	1,16	2,18	6,12
M3	55,83	18,45	10,94	0,00	2,67	2,18	0,77	2,44	7,32
M4	46,23	14,94	3,48	0,00	14,48	2,32	0,62	1,94	5,10
M5	54,62	18,52	6,04	0,14	6,90	2,48	0,66	4,37	5,98
P1	66,63	17,44	4,36	0,74	1,22	4,08	1,70	2,83	3,23
P2	57,22	13,08	2,66	0,00	13,41	2,01	0,73	2,05	8,14
P3	45,96	15,48	3,85	0,48	15,73	2,83	1,07	2,56	13,07
P4	64,60	15,48	4,79	0,87	2,91	2,75	1,26	3,35	5,26

H<sub>2</sub>O + es el agua estructural perdida por la arcilla a 1.000°C.

A excepción de los porcentajes de sílice y aluminio que son los más elevados, el calcio ocupa un papel importante en la composición de los fragmentos elegidos. Las cantidades obtenidas de CO<sub>2</sub> y CaO son elevadas, más en la cerámica de Purullena que en Monachil, esto es índice de una abundante presencia de calcita, hecho que viene a confirmar los resultados obtenidos por difracción de Rayos X. Otro aspecto a anotar en base al Cuadro II es que las arcillas del Cerro de la Encina son menos silíceas que las de la zona de Purullena, conteniendo mayor cantidad de Aluminio, Hierro y agua estructural, mientras presentan una proporción menor de Titanio, Calcio, Magnesio y Sodio, el Potasio se presenta en iguales proporciones en las cerámicas de ambos yacimientos.

Los resultados del estudio químico se van a ver apoyados por un nuevo método: la Calcimetría. Para llevar a cabo esta determinación se han tomado 30 mgrs., de polvo total de la muestra. Los porcentajes de carbonato cálcico (CO<sub>3</sub>Ca) obtenidos fueron:

M2: 10,0%	P1: 1.3%
M3: 1,3%	P2: 13,0%
M4: 22,8%	P3: 25,7%
M5: 1,1%	P4: 0,8%

Estos resultados concuerdan perfectamente con los obtenidos en cuanto a determinación de carbonatos se refiere, por difracción de Rayos X.

La Calcimetría nos permite observar una homogeneidad entre las muestras, correspondiendo los máximos en ambos yacimientos a cerámicas de Bronce Final. Este hecho puede tener un carácter significativo, pero la escasez numérica de las muestras analizadas no nos permite definirnos al respecto.

Por último determinar el carácter autóctono o alóctono de la cerámica encontrada en un yacimiento fue otro aspecto al que pretendimos dar solución, para lo cual establecimos la relación entre la composición mineralógica de la pasta cerámica y la de los sedimentos que la contenían. Razones de tiempo nos obligaron a referir este estudio sólo al yacimiento del Cerro de la Encina.

La comparación de los resultados obtenidos en los análisis estratigráfico y cerámico nos aporta una serie de elementos comunes en cuanto a los componentes minerales aparecidos. Según los datos recogidos en el cuadro I<sup>11</sup> las medias que presenta el estudio estratigráfico son:

Filosilicatos: 48%  
 Cuarzo: 37%  
 Calcita: 5%  
 Plagioclasas: 8%  
 Feldespatos:

Si tomamos en cuenta los porcentajes aparecidos en los fragmentos cerámicos, Cuadro I, la similitud que es posible establecer entre ambos es clara. Esta igualdad se va ver confirmada por los minerales que aparecen en menor cuantía: Illita, Montmorillonita, Interstratificados y Paragonita.

Esta similitud nos indujo a pensar en el carácter autóctono de las piezas analizadas. Podría objetársenos que la existencia de zonas arcillosas semejantes en otros lugares geográficos cuestionaría tal afirmación;

sin embargo, las características geológicas de la zona vienen a apoyar nuestra hipótesis. El hecho de que la zona objeto de estudio pertenezca a la red fluvial de Sierra Nevada permite al río Monachil transportar cloritas, procedentes del núcleo cristalino y Montmorillonita, originada en la orla caliza. La Paragonita, por otra parte, según el estudio de González, Fenoll y M. Vivaldi<sup>12</sup> puede tener su origen en las filitas Werfenenses de Sierra Nevada.

## **CONCLUSIONES**

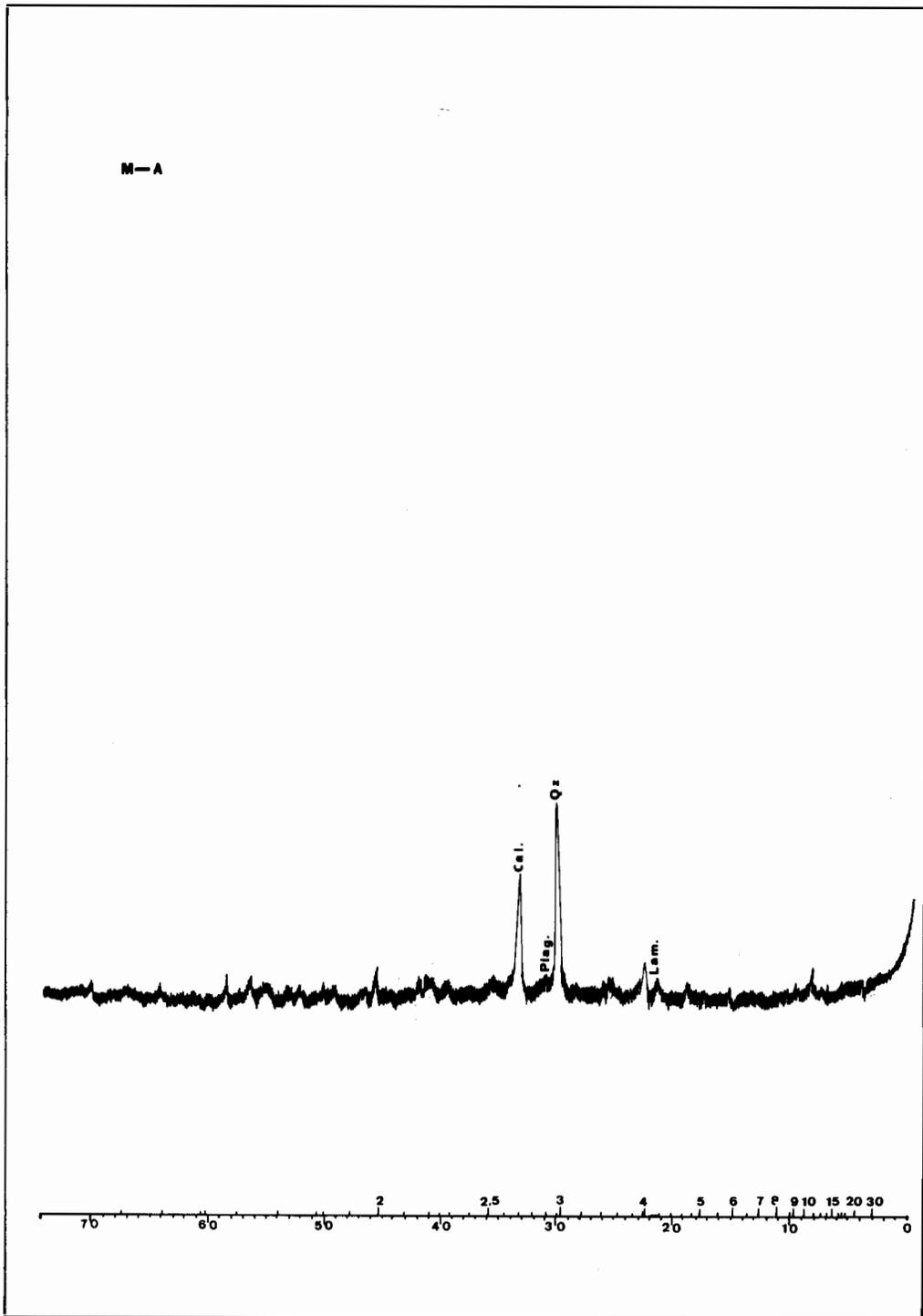
Tanto los fragmentos cerámicos de la Cuesta del Negro como los del Cerro de la Encina, han presentado una homogeneidad en su composición, que se ve acentuada si nos detenemos a examinar los resultados del análisis químico. Basándonos en él, podemos afirmar que las piezas cerámicas fueron fabricadas con arcillas fundamentalmente silíceas que contenían, además, una importante cantidad de Aluminio, Hierro y Calcio.

Las piezas argáricas de ambos yacimientos presentan una temperatura de cocción semejante, no sobrepasando en ningún caso los 700°C., las pertenecientes a Bronce Final van a presentar una clara diferenciación geográfica. Las halladas en el yacimiento de Monachil están cocidas entre los 700°C. - 750°C.; las de Purullena, llegan incluso hasta los 800°C.

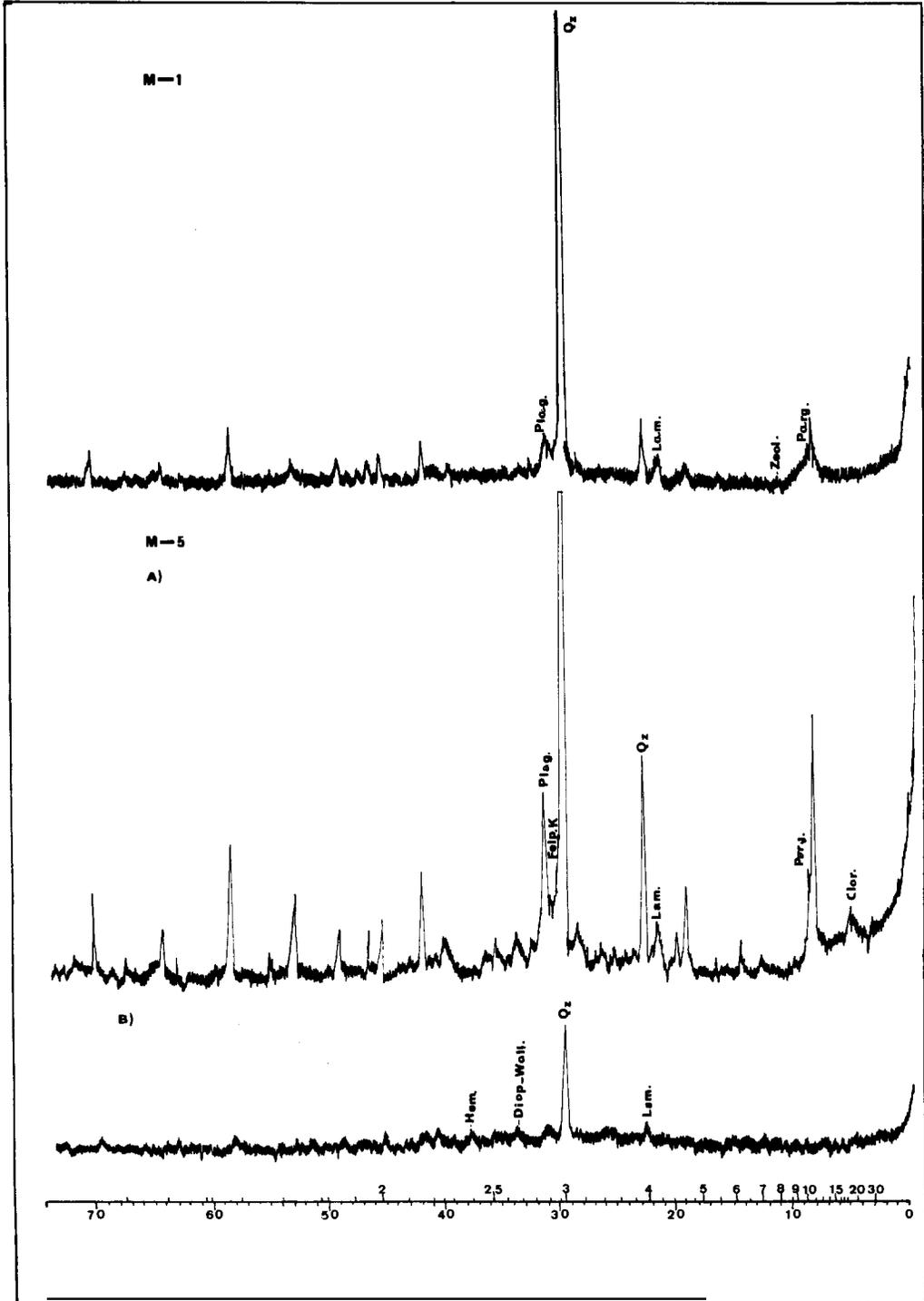
Las cerámicas de Monachil podemos afirmar que tienen un carácter autóctono.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a D. Juan Rodríguez Robledo, encargado del laboratorio de Rayos-X, su inestimable ayuda en la elaboración de los diagramas. Asimismo queremos hacer constar nuestra gratitud a la Estación Experimental del Zaidín (C.S.I.C.) por las facilidades dadas para la elaboración del presente trabajo.

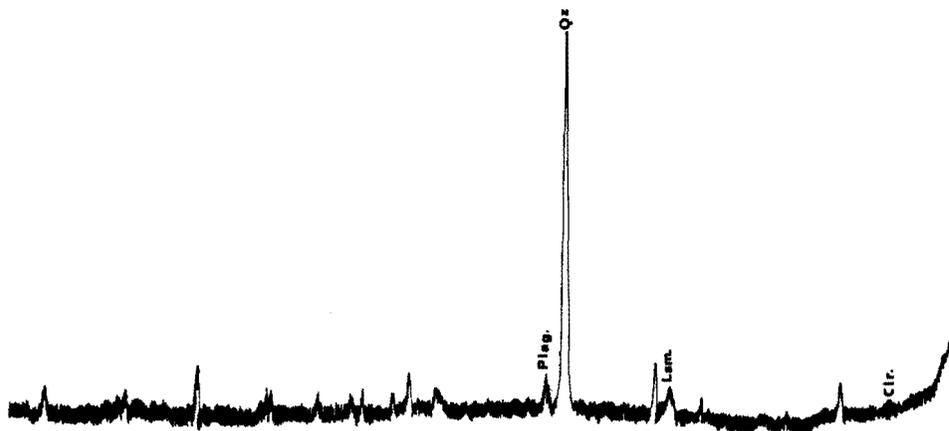


En todas las representaciones gráficas que incluimos, el subíndice A) señala el diagrama resultante de la muestra original y el B) es el diagrama de la misma cerámica tras haber sido sometida a una temperatura superior a 850° C.

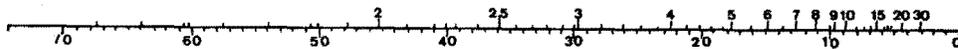
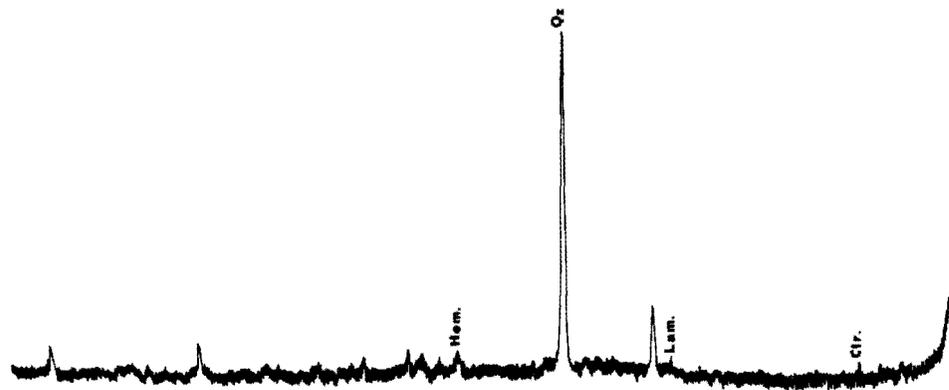


M-3

A)

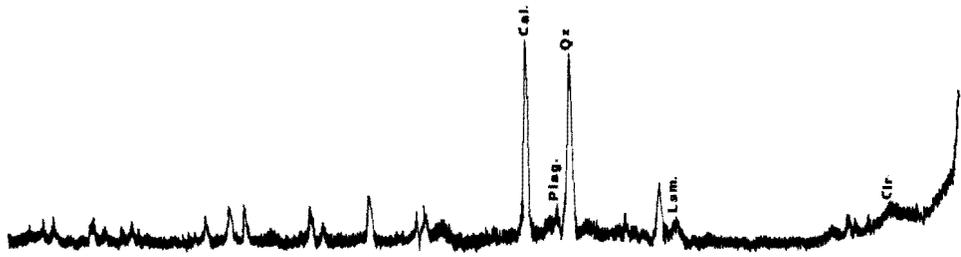


B)

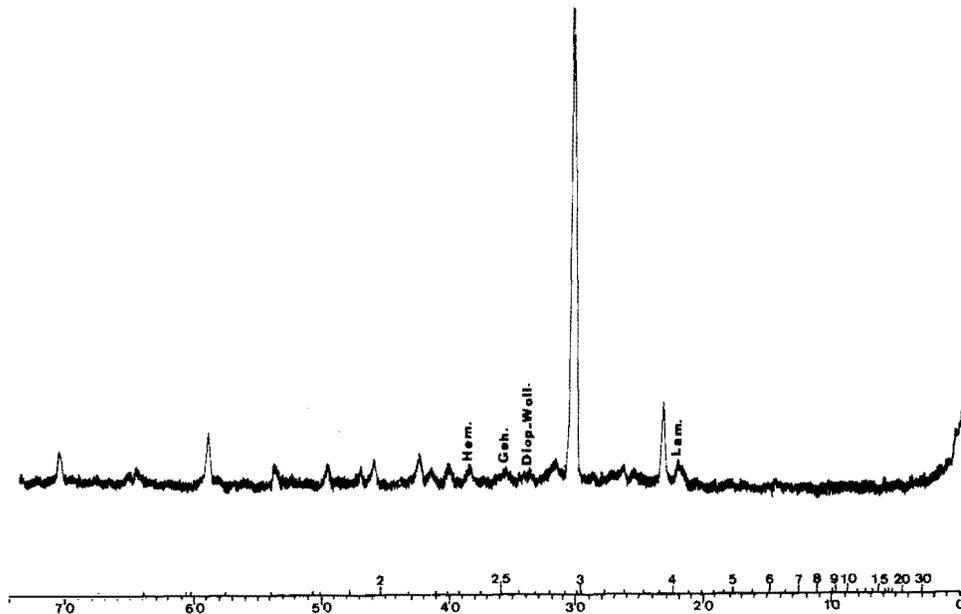


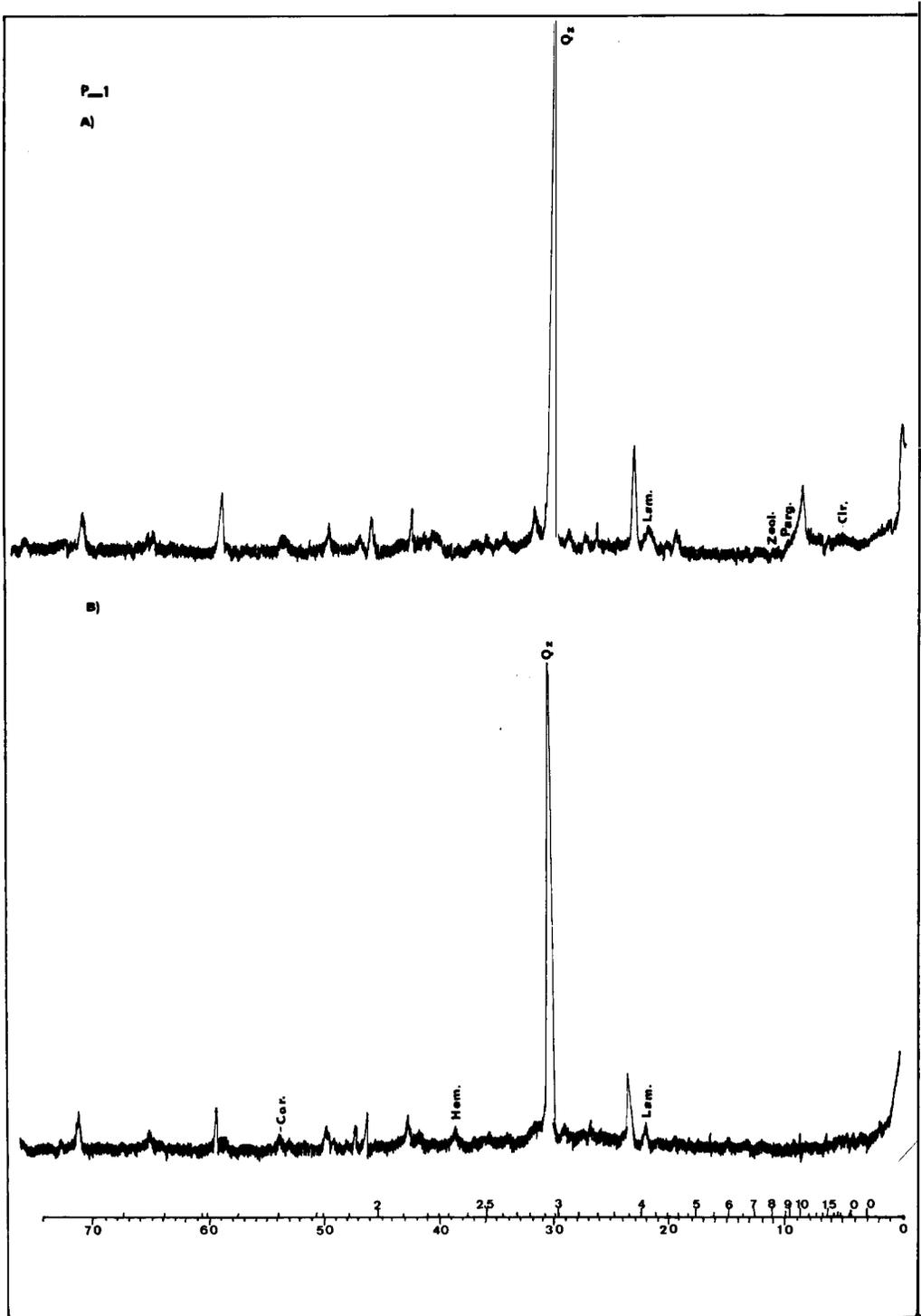
M-4

A)



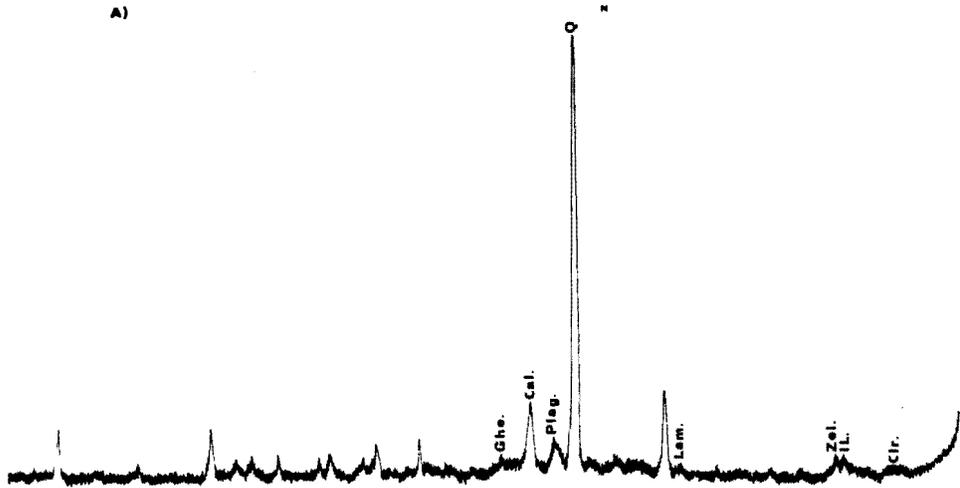
B)



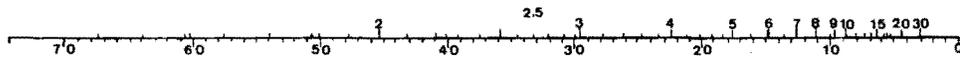
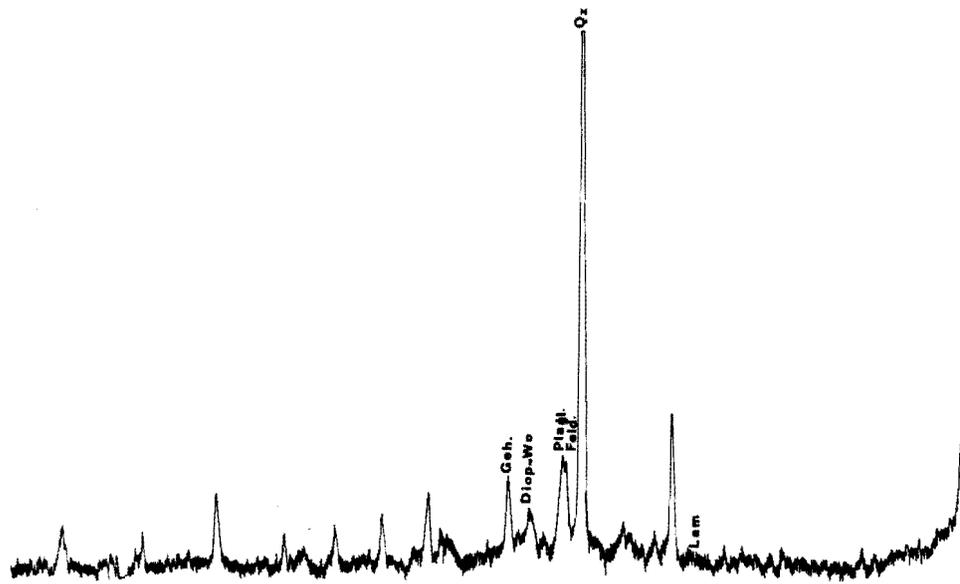


P-2

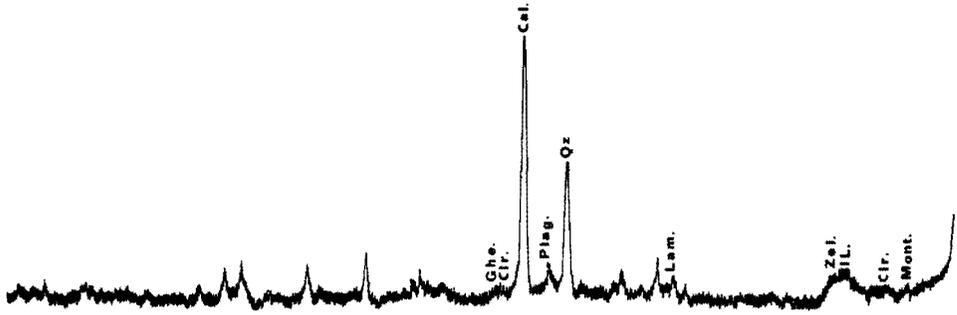
A)



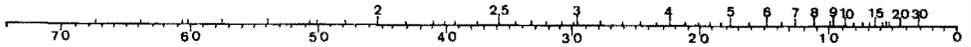
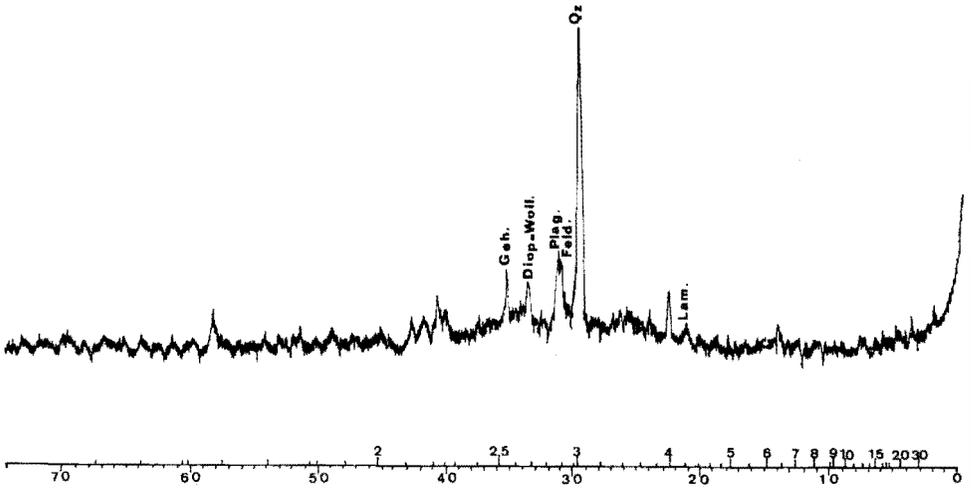
B)



P-3  
A)

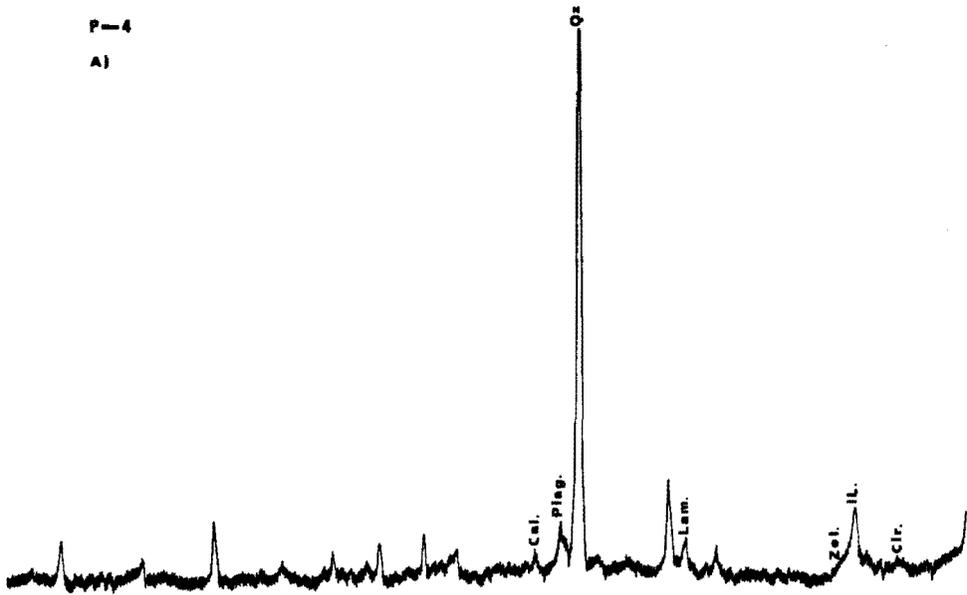


B)

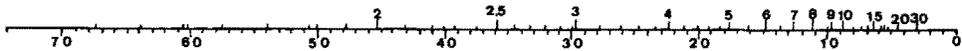
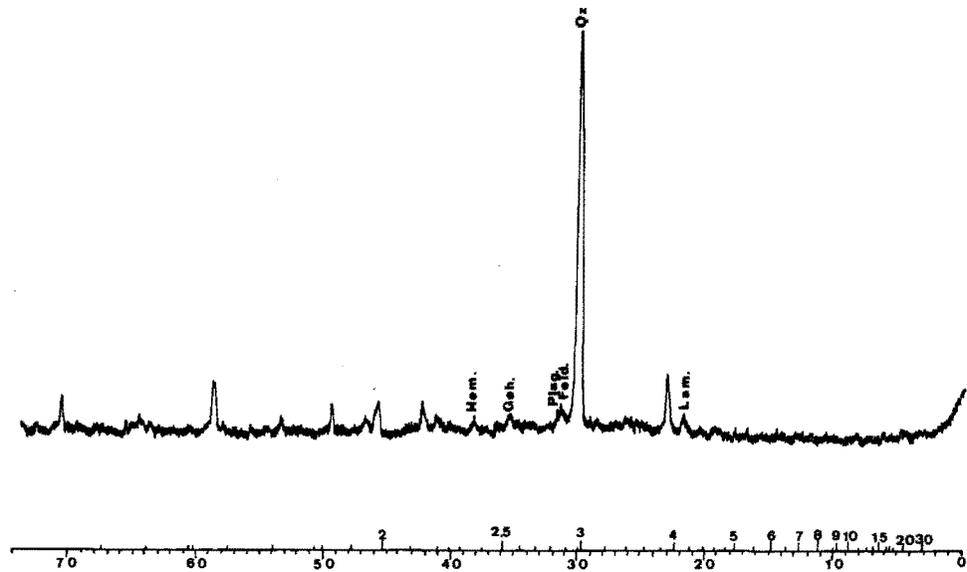


P-4

A)



B)



NOTAS:

- 1.-Para el encuadre geográfico y geológico de los yacimientos del Cerro de la Encina y Cuesta del Negro, véanse los siguientes trabajos: **Bosque Maurel, J.:** Granada, la tierra y sus hombres, Consejo Económico Sindical Provincial, Organización Sindical, Granada 1971. **González Donoso, J.M.:** Estudio geológico de la Depresión de Granada, "Cuadernos de Geología", Univ. Granada, 1, 1970. **Sanz de Galdeano, J.M.:** Conclusiones estratigráficas y paleogeográficas sobre los terrenos miocénicos de la Depresión de Granada, "Act. Geol. Hisp.", T. III, 3, 1968. **Vera, J.A.:** Estudio estratigráfico de la Depresión de Guadix-Baza, "Bol. Inst. Geol. Min. España", LXXXI-V, 1970. El Mioceno del borde SW. de la Depresión de Guadix, "Act. Geol. Hisp.", III, 6. Asimismo, el estudio cultural de los yacimientos mencionados se encuentra recogido en: **Arribas Palau y otros:** Excavaciones en el poblado de la edad del Bronce "Cerro de la Encina". Monachil, Granada (Corte 3), "Exc. Arq. en España", 81, 1974. **Molina González F. y Pareja López, E.:** Excavaciones en la cuesta del Negro (Purullena, Granada). Campaña de 1971, "Exc. Arq. en España", 86, 1975.
- 2.-Una descripción completa y detallada de las muestras estudiadas aparece recogida en: **Capel Martínez, J y Delgado Calvo-Flores, R.:** Aplicación de métodos ópticos al estudio de cerámicas arqueológicas, "C.P.Gr.", 3, 1978.
- 3.-En ocasiones, una parte de la calcita puede ser neoformada. **Barahona Fernández y Linares G., J.:** "Changes in clay mineral composition in sedimenta from southern Spain", Reunión Hispano-Belga de minerales de la arcilla, Madrid 1970.
- 4.-**Bradley, W.F. y Grim, R.E.:** High temperature thermal effects of clay and related materials, "American Mineralogist", 36, 1951. **Cole, W.F. y Segnit, E.R.:** High temperature phases developed in some Kaolinite-Mica-Quartz clays, "Trans. Brit. Ceram. Soc.", 62, 1963. **Grim, R.E. y Kulbicki, G.:** X-Ray study of clay-mineral reactions at elevated temperature, "Bull. Soc. Franc. Ceram.", 36, 1957. **Slaughter, M. y Keller, W.D.:** High temperature phases from impure clays, "Am. Ceram. Soc. Bull.", 38, 1959.
- 5.-Estación Experimental del Zaidin, (C.S.I.C.): Métodos Analíticos, Granada, 1969. **Huertas García, F. y Linares González, J.:** Análisis Químico de minerales silicatados. En prensa.
- 6.-**Capel Martínez, J. y Delgado Calvo-Flores, R.:** Aplicación de métodos..., op. cit. nota 2.
- 7.-**Brown, G.:** The X-Ray identification and crystal structures of clay minerals, Mineralogical Society, London, 1961. **Caillere, S. y Henin, S.:** Mineralogie des argiles, Masson et Cie., Paris, 1963. **Cullity, B.D.:** Elements of X-ray diffraction, Adison-Wesley Pub. Co., London, 1964. **Schultz, L.G.:** Quantitative interpretation of mineralogical composition from X-Ray and chemical data for the Pierre shale, "Geolog. Surv. Prof. Paper", 391-C, 1964.
- 8.-**Eugster, H.P. y Yoder, H.S.:** The join muscovite-paragonite, "Carnegie Institute Washington", Ann. Rep. Dir. Geodys. Lab., 1954-55.
- 9.-**Barahona F., E.:** Arcillas de ladrillería de la provincia de Granada, Granada, 1974.
- 10.-**Capel Martínez, J. y Delgado Calvo-Flores, R.:** Aplicación de métodos..., op. cit. nota 2.
- 11.-**Capel Martínez, J.:** Aplicación de Métodos Analíticos al estudio de los sedimentos del yacimiento del "Cerro de la Encina" (Monachil, Granada), "C.P.Gr.", 3, 1978.
- 12.-**González, J., Fenoll, P. y Martín Vivaldi, J.L.:** Estudio mineralógico de los niveles arcillosos del trias Alpujarride. "Bol. Inst. Geol. Min. España", 81, 1970.