

Estudio de la Roca Soporte de las Pinturas Rupestres de la Cueva de Altamira

F. J. VALLE¹ - J. S. MOYA¹ - A. CENDRERO²

RESUMEN: Se describen las características geológicas principales del nivel de calcarenitas donde se encuentra la Cueva de Altamira, así como ciertos caracteres de la superficie de la roca soporte de las pinturas. Se presentan los resultados de los análisis químico, difractométrico y petrográfico de dicha roca, que ponen de manifiesto la presencia de concentraciones de montmorillonita irregularmente distribuidas en la misma. Se señala que las variaciones de volumen de dicho mineral como resultado de los cambios de humedad relativa de la Cueva (producidos por la presencia de visitantes) han podido ser la causa de la desescamación de la misma, con el consiguiente desprendimiento de la pintura.

ABSTRACT: The main geological features of the site in which the Cave of Altamira is located are described, as well as certain features of the rock surface on which the Palaeolithic paintings were applied. The results of the chemical, X-ray and petrographic analyses of the rock are given. These analysis show the presence of small, irregularly distributed concentrations of montmorillonite in the rock. It is proposed that the volume changes experienced by the montmorillonite as a result of the variations of relative humidity in the cave, produced by the presence of visitors, have caused certain parts of the rock (and the paint over it) to flake off.

I. INTRODUCCIÓN

El objetivo fundamental de este trabajo consiste en el estudio de la roca caliza que constituye el soporte de las pinturas magdalanienses (Paleolítico Superior) de la Sala de Polícromos de la Cueva de Altamira, en orden a aportar nuevos datos que contribuyan a definir las causas del deterioro que sufren en la actualidad dichas pinturas y, en su caso, a señalar posibles soluciones tendentes a reducir o a eliminar el mismo.

El estudio, de carácter parcial y preliminar, se ha enfocado hacia el análisis textural, químico y mineralógico de la roca que constituye el techo de la Sala de Polícromos.

I.1. Rasgos Geológicos

La Cueva de Altamira se halla enclavada en un nivel de calizas del Cenomanense medio-superior, situado en la zona occidental del sinclinal de Santillana del Mar (figura 1). Las capas presentan en este punto una dirección N. 10° E. y un buzamiento de 10°-12° E. La sucesión estratigráfica del Cenomanense existente en esta zona, que ha sido descrita, entre otros, por MENGAUD (1920), M.O.P. (1971) e I.G.M.E. (1976), es la siguiente:

Muro: calizas y calcarenitas albenses.

1. 150 m. de arcillas pizarrosas, limolitas y areniscas delgadas.

¹ Instituto de Cerámica y Vidrio, C.S.I.C.

² Departamento de Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de Santander.

2. 25 m. de calizas tableadas.
3. 35 m. de areniscas finas y limolitas con intercalaciones arcillosas (Este nivel, debido a la presencia de materiales arcillosos, constituye un lecho bastante impermeable).
4. 60 m. de calizas tableadas.

cavidades de unos milímetros (ocasionalmente centímetros) de diámetro cubiertas por un pequeño depósito de arcillas y óxidos de hierro. Los tramos calizos están separados por niveles arcillosos o limolíticos de 3 a 10 cm. de espesor, de color pardo amarillento y en algunos casos por niveles margoso-

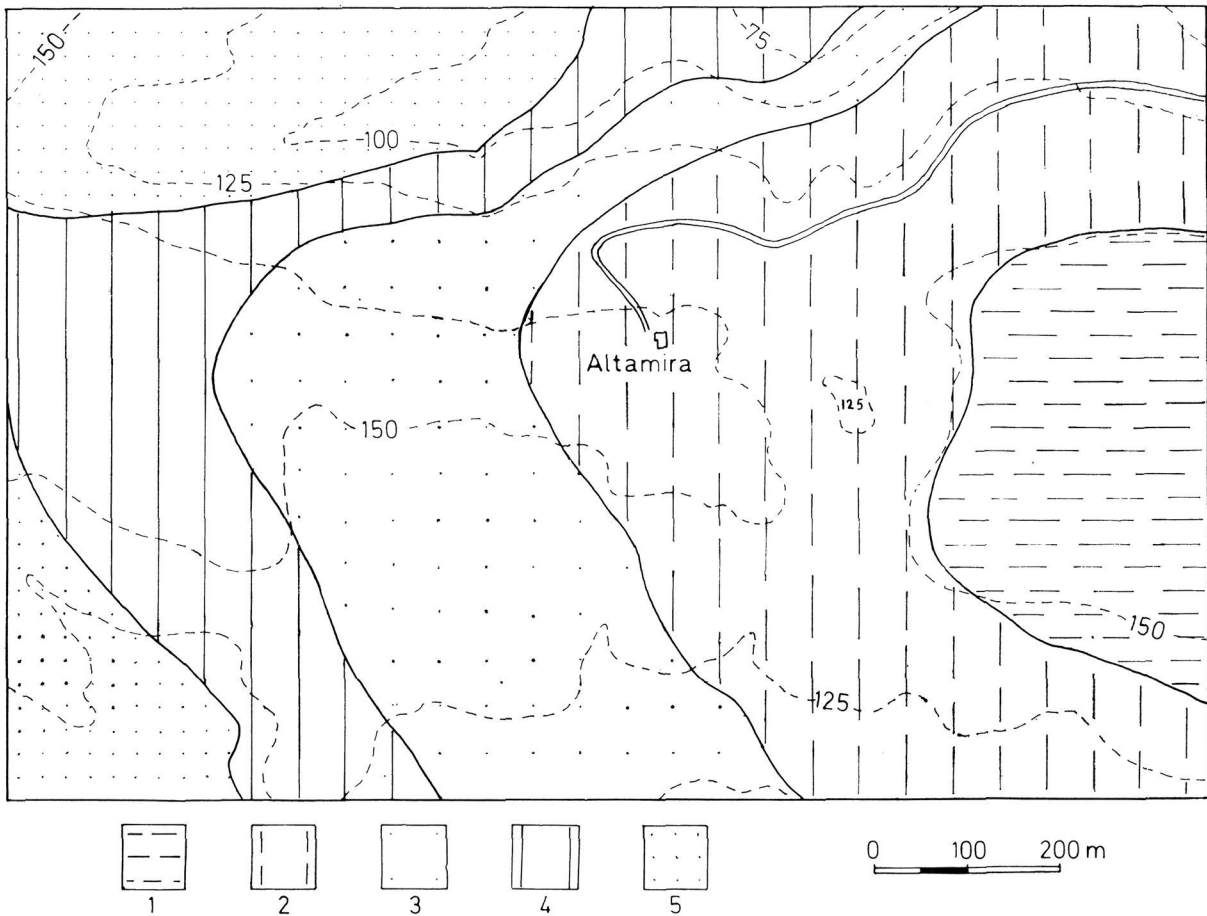


FIG. 1. Esquema geológico de la zona de Altamira. 1) margas y calizas margosas turoneses; 2) calcarenitas tableadas; 3) areniscas finas y limolitas con intercalaciones arcillosas; 4) calizas tableadas; 5) arcillas pizarrosas, limolitas y areniscas.

Techo: margas y calizas margosas grises, turoneses.

El tramo de caliza en el cual se hallan enclavadas las cuevas, presenta un espesor de unos 60 m. y está formado por capas de calcarenitas compactas, de color pardo claro o beige, de 20 a 100 cm de espesor (generalmente 30-50 cm). Algunas capas son ligeramente cavernosas y presentan pequeñas

arenosos groseramente nodulosos. Este tramo está muy carstificado y su nivel de base local se sitúa en el nivel (3) de areniscas, limolitas y arcillas.

La cavidad que constituye la Sala de Polícromos de la Cueva de Altamira es una cavidad de desplome, formada por el hundimiento de grandes lajas de los estratos calizos descritos más arriba, de tal modo que el techo sobre el que se encuentran las pin-

turas corresponde a la cara inferior de uno de dichos estratos. Dicha superficie de estratificación presenta estructuras de deformación por carga, que constituyen las protuberancias de las cuales se sirvió el hombre paleolítico para conseguir esa magnífica impresión de relieve y de vida que muestran las pinturas adaptando sus contornos a aquéllas. El nivel que se sitúa inmediatamente bajo este estrato, observable en la pared N. de la Sala, es una capa de 3-20 cm de espesor, deformada por las estructuras reseñadas y de naturaleza margoso-limolítica.

I.2. *Carácter de la superficie pintada*

Un examen de la superficie de estratificación sobre la que se hallan las pinturas pone de manifiesto que ésta presenta numerosas irregularidades de pequeño tamaño, especialmente pequeñas cavidades de unos milímetros o, más comúnmente, de unas fracciones de milímetro, en ocasiones limpias pero a veces con un pequeño depósito de arcillas en el fondo de las mismas. Aunque la superficie de la roca está en general limpia, hay zonas en las que se encuentra cubierta de una ligera película de arcillas, probablemente, como las anteriormente mencionadas, procedentes de la disolución de las calizas, de las que quedan como residuo insoluble. Otro tipo de irregularidad de pequeña escala que se observa en la superficie de la roca es la producida por la presencia de pequeños cristales de calcita depositados en distintas épocas desde la formación de la cueva. Aunque la mayoría de esos depósitos de calcita son anteriores a las pinturas, en algunos casos son posteriores a éstas, asentándose sobre ellas, e incluso se han observado depósitos relativamente importantes sobre superficies artificiales construidas en 1960.

La pintura aplicada sobre esta superficie rugosa e irregular, presenta muy diversos grados de conservación según las zonas, dependiendo —entre otras cosas— de que éstas tengan mayor o menor número de pequeñas protuberancias o cavidades, del mayor o menor desarrollo de los depósitos de calcita y del mayor o menor grado de humedad existente en la superficie de la roca. En ciertas zonas que presentan un grado de humedad elevado que da lugar a que se produzca un cierto flujo y goteo de agua, la pintura ha desaparecido por efecto de lavado.

De especial interés en relación con los datos que se presentan más adelante en este trabajo es la constatación de que en ciertas zonas la pintura ha desaparecido de la superficie por un proceso de desescamación, bien por la caída de escamillas del pigmento aplicado sobre la roca, bien por desprendimiento de escamas algo mayores de la roca misma. Estas escamas pueden alcanzar dimensiones de varios centímetros y en algunos casos se observa en la «cicatriz» dejada por ellas la presencia de pequeñas manchas parduzcas, de unas fracciones de milímetro, formadas por concentraciones de material arcilloso (figura 2).

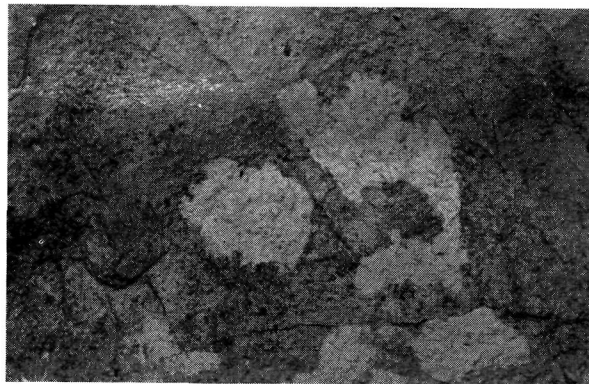


FIG. 2. *Fotografía de una de las zonas del techo donde se observa la desescamación de la roca. Nótese la presencia de pequeñas concentraciones (aproximadamente 1 mm. de diámetro) de arcillas.*

II. DATOS EXPERIMENTALES

Con el fin de dilucidar los factores texturales o composicionales de la roca que pudieran influir en el deterioro de las pinturas se tomó una muestra de la cara inferior del estrato sobre el que se asientan éstas, el cual se siguió lateralmente hasta una sala contigua, de modo que el muestreo pudiera efectuarse en un punto que no presentase ningún riesgo para la conservación de la cueva. Hemos de advertir, en relación con los resultados que presentamos, que una muestra no permite caracterizar de forma suficientemente representativa la composición del estrato, especialmente si se tiene en cuenta que las variaciones laterales dentro del mismo pueden dar lugar a que la composición de la roca en la zona cubierta por las pinturas sea diferente de la

que aquí se describe. No obstante, pensamos que los datos obtenidos son suficientemente ilustrativos y que proporcionan ya indicaciones importantes sobre una de las posibles causas del deterioro de las pinturas de Altamira.

Sobre la muestra recogida se han hecho las siguientes determinaciones:

Calcita como componente mayoritario y cuarzo como componente minoritario. Se ha observado la presencia del pico correspondiente al espaciado $d = 3,24 \text{ \AA}$ que puede corresponder con el de máxima intensidad de la microclina (figura 3).

El cuarzo libre que se encuentra en la roca se determinó cuantitativamente, previa obtención de

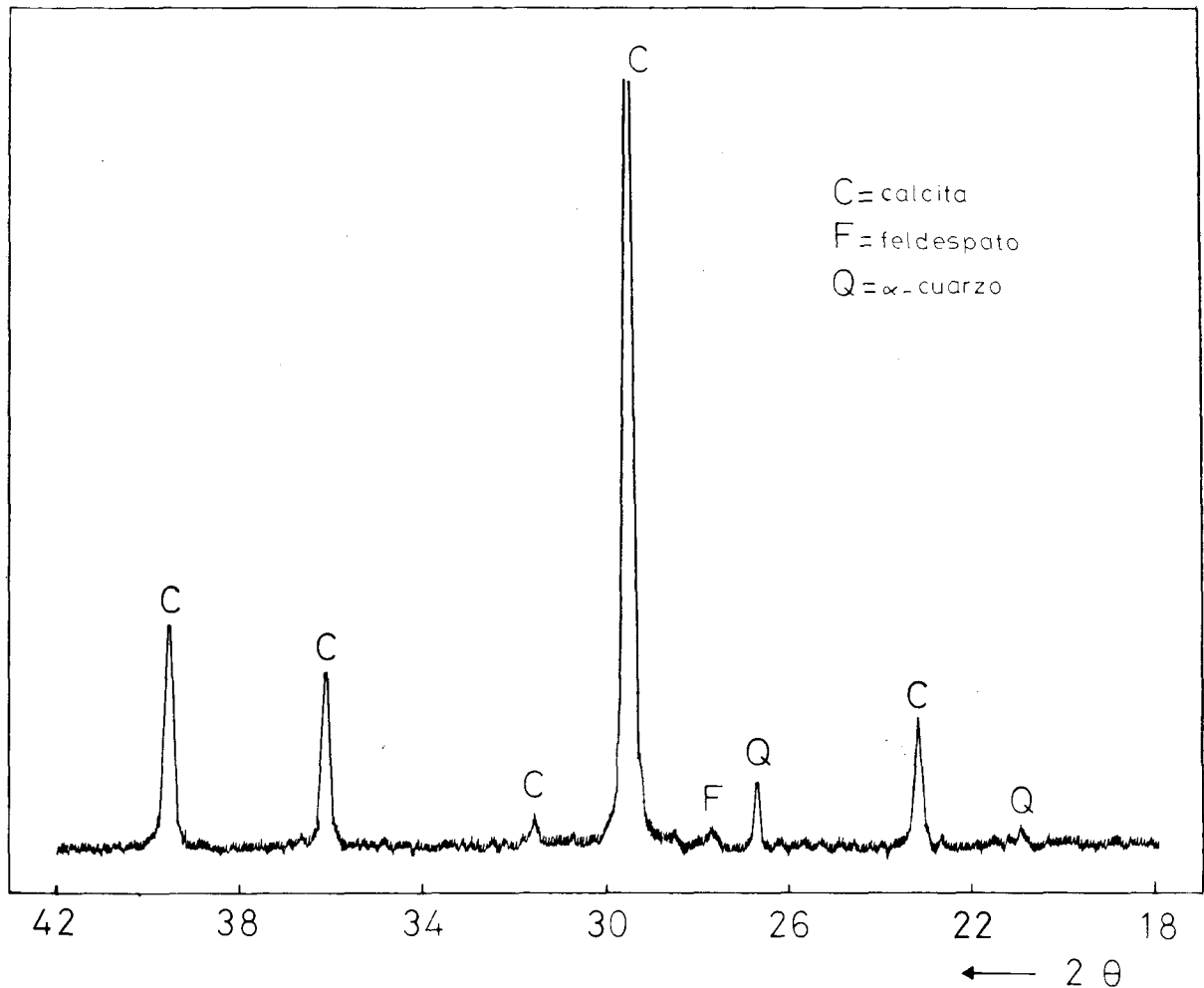


FIG. 3. Espectro de difracción de la roca.

II.1 Análisis por difracción de Rayos X

Por medio de un equipo Philips de difracción, con radiación $K\alpha$ del cobre, se ha obtenido el espectro de difracción de la roca y se han podido identificar los siguientes componentes mineralógicos:

una recta de calibrado a partir de mezclas de CO_3Ca puro y cuarzo α en distintos porcentajes, tomando como base la línea (101) del cuarzo. El resultado obtenido fue el siguiente: contenido en cuarzo $\alpha = 2,1 \% \pm 0,2 \%$.

II.2 Análisis químico

Los resultados del análisis químico de la roca soporte se expresan a continuación en forma de óxidos.

Contenido en humedad a 110°C	0,22 %
Pérdida por calcinación 110°-1100°C...	41,26 %
Sílice (SiO ₂)	3,59 %
Oxido de hierro (Fe ₂ O ₃)	1,51 %
Oxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	0,62 %
Oxido de calcio (CaO)	51,81 %
Oxido de magnesio (MgO)	0,77 %
Oxido de sodio (Na ₂ O)	0,09 %
Oxido de potasio (K ₂ O)	0,13 %

Los óxidos alcalinos se han determinado por fotometría de llama; el óxido de hierro por espectrometría de absorción atómica y fotocolorimetría con ácido sulfosalicílico; el óxido de magnesio por espectrometría de absorción atómica y por complexometría. Finalmente, la sílice se ha determinado por gravimetría, previa una doble insolubilización clorhídrica y posteriormente purificación fluorhídrica.

II.3 Obtención del residuo

Con objeto de poder identificar y analizar con más detalle los minerales minoritarios que constituyen la roca se procedió a obtener un concentrado de

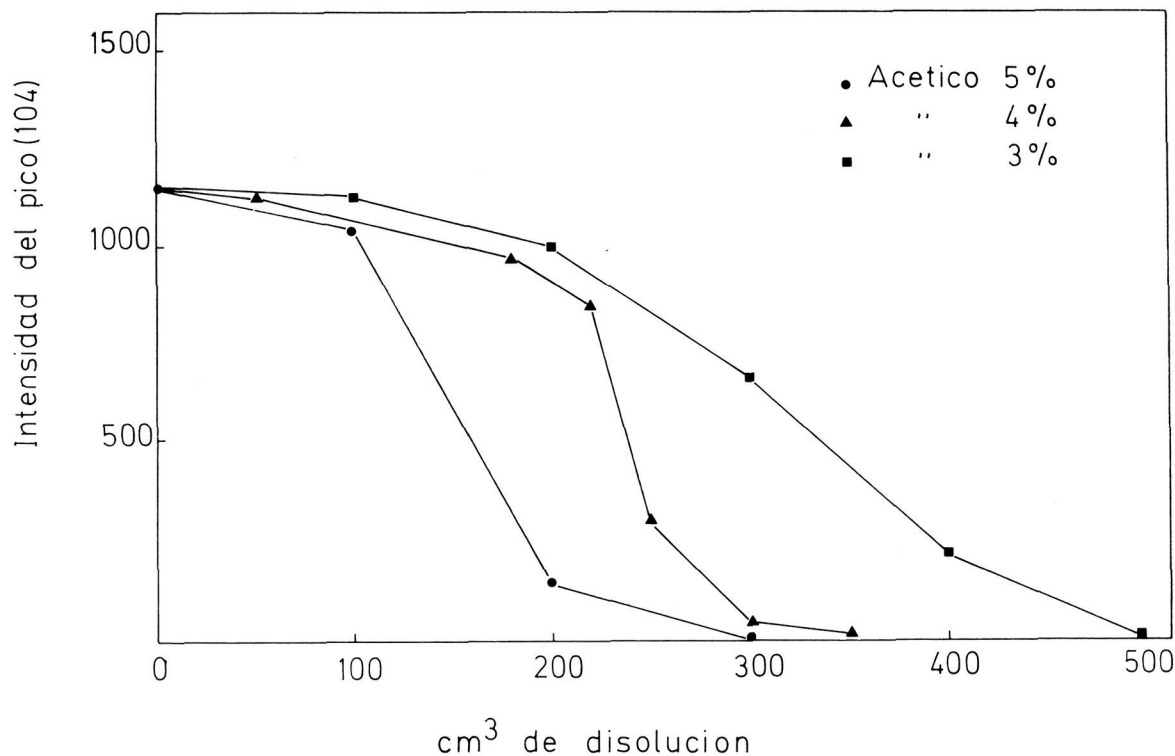


FIG. 4. Respuesta de la muestra ante distintos tipos de tratamiento con ácido acético

La muestra fue preparada para el análisis, calcinándola previamente, para así convertir el cuarzo libre y el pequeño porcentaje de fracción arcillosa en silicato cálcico, más fácilmente atacable por los ácidos. El ataque se llevó a cabo con ácido clorhídrico diluido 1:1.

los mismos por eliminación del mineral mayoritario calcita.

Se han seguido dos procedimientos para eliminar la calcita. El primero, con ácido clorhídrico diluido 0,2N, no da buenos resultados debido a que, aunque en efecto el ácido clorhídrico elimina totalmente la

calcita se ha comprobado mediante R-X que distorsiona las redes de los restantes componentes, llegando incluso a destruir prácticamente la fracción arcillosa.

El segundo procedimiento consiste en someter la muestra a una serie de tratamientos con ácido acético diluido. Se han empleado concentraciones de este ácido del 3,4 y 5 % y diferentes porciones del mismo. Los resultados obtenidos se representan gráficamente en la figura 4. De la observación de la mencionada gráfica se deduce que el volumen ideal para la eliminación del CO_3Ca es el de 300 cc. para una muestra de 5 g. y una concentración de ácido del 5 %. La temperatura a la que se llevó a cabo el ataque fue de $85 \pm 2^\circ\text{C}$.

Es de hacer notar, por ser de importancia en todo el trabajo, que en la solución obtenida del ataque acético se observó la presencia de hierro por espectrofotometría. Tiene explicación esta presencia, ya que la mayor parte del hierro se encuentra en la muestra en forma de geles amorfos de hidróxido férrico, fácilmente atacables y solubles incluso para el ácido acético a 5 % de concentración.

Los residuos así obtenidos se analizaron por difracción de rayos X, y el correspondiente al ataque con solución de acético al 5 % se eligió para realizar el estudio de determinación de los componentes minoritarios, por ser el de más corto tiempo de tratamiento.

II.4 Análisis químico del residuo

Se indican a continuación los resultados obtenidos del análisis químico del mencionado residuo expresados en óxidos:

Pérdida por calcinación a 1100°C	8,55 %
Sílice (SiO_2)	58,69 %
Oxido de hierro (Fe_2O_3)	9,80 %
Oxido de titanio (TiO_2)	0,58 %
Oxido de aluminio (Al_2O_3)	15,49 %
Oxido de calcio (CaO)	1,51 %
Oxido de magnesio (MgO)	1,43 %
Oxido de sodio (Na_2O)	0,06 %
Oxido de potasio (K_2O)	3,12 %

La muestra en este caso fue disgregada con CO_3Na_2 y los métodos para determinar los correspondientes óxidos fueron los mismos que en el caso

de la roca original, teniendo en cuenta que el óxido de titanio (no apreciado en la roca madre) fue determinado por fotocolorimetría con agua oxigenada.

II.5 Análisis por difracción de R-X del residuo

En la figura 5 se exponen los difractogramas correspondientes al residuo sin tratar, al de su agregado orientado con agua y al del agregado con glicerina.

En el difractograma del residuo sin tratar se observa un pico a $7,13 \text{ \AA}$, que en principio puede corresponder con una caolinita o con una clorita, un pico a $4,98 \text{ \AA}$ que puede pertenecer a una mica y dos picos anchos mal definidos que por su forma deben corresponder con un mineral desordenado de baja cristalinidad. Estos picos se pueden asignar a los espaciados $4,48 \text{ \AA}$ y $2,56 \text{ \AA}$ que se corresponden estrechamente con las bandas (h k O) de una montmorillonita.

En el agregado orientado con agua se observa un claro crecimiento de los picos basales, y aparece el pico basal de la illita correspondiente a $10,2 \text{ \AA}$, así como una banda cuyo máximo se sitúa en los $15,9 \text{ \AA}$. El plano correspondiente a esta banda en el agregado con glicerina se ha expandido, el pico se agudiza y se sitúa en los $17,7 \text{ \AA}$, típico de un mineral de la serie de la montmorillonita, tratado en estas condiciones. Por tanto, se pone de manifiesto la presencia de illita y montmorillonita en la muestra.

Hemos de destacar que el hierro que contiene la muestra ha de encontrarse en formas poco cristalizadas (lo que ya suponíamos al realizar el ataque con AcH al 5 %). En alguno de los residuos se ha podido apreciar bandas muy mal definidas que se pueden asignar al mineral hematites ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$). Tampoco se descarta que parte de este hierro se encuentre en forma de hidróxido tipo goetita. Esto confirmaría el relativamente bajo porcentaje de hierro en el residuo y la aparición del mismo en los estratos acéticos de los tratamientos de la roca madre original.

La duda que puede existir en torno a la asignación del pico de $7,13 \text{ \AA}$, se ha resuelto mediante la observación directa del residuo por medio de un microscopio electrónico de barrido. En la micrografía

que se muestra en la figura 6 se puede observar un cristal hexagonal con hábito cristalino propio de la caolinita.

Cuarzo α	32,5 %
Feldespato	5-10 %
Fe_2O_3	10 %
Fracción arcilla	45 %

II.6 Consideraciones sobre los datos analíticos

En definitiva, este residuo está constituido de la siguiente forma:

Estos datos están obtenidos a partir del análisis químico, análisis racional, difracción de R-X y porcentaje del residuo, que es de 6,46 %.

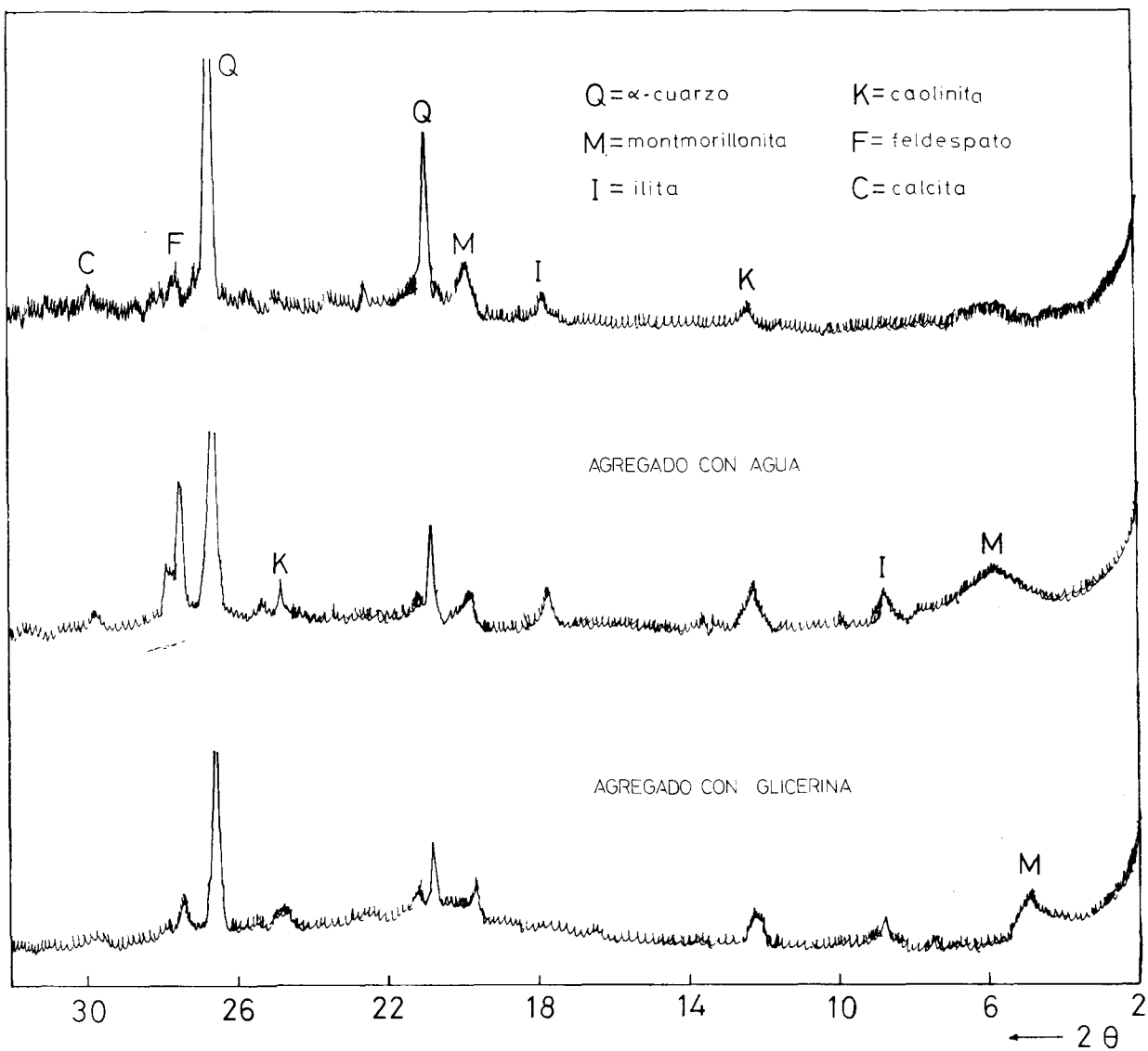


FIG. 5. Difractogramas del residuo sin tratar, de su agregado orientado con agua y del agregado orientado con glicerina.

Estos valores llevados a la roca original nos dan los siguientes porcentajes:

CO ₃ Ca	93 %
Cuarzo α	2 %
Fe ₂ O ₃	1,5 %
Feldespato	0,5 %
Arcilla	3 %

La fracción arcilla estará constituida por los siguientes minerales:

Montmorillonita (como mayoritario)
Illitas
Caolinita

II.7 Análisis petrográfico

El estudio de la caliza por medio de sección delgada pone de manifiesto que se trata de una intra-biosparita (Folk, 1959) o una «packstone» (Dunham, 1962) en la cual aparecen como componentes aloquímicos restos de fósiles subredondeados (braquiópodos, pelecípodos, espículas de equínidos, foraminíferos, etc.) e intraclastos micríticos o de biomicrita, también subredondeados. Aunque predomina el cemento esparítico, existe una cantidad apreciable de matriz micrítica (15-35 %), la cual parece haberse depositado en los intersticios entre las partículas aloquímicas después de la sedimentación de éstas en un medio agitado. El depósito de este fango micrítico representaría el paso a una etapa de menor energía en el medio.

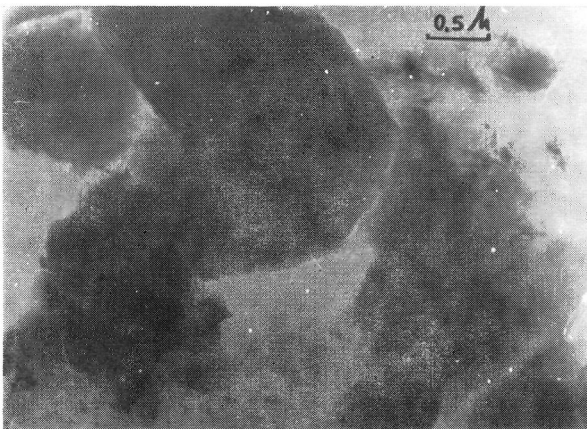


FIG. 6. Microfotografía de cristal de caolinita por medio de microscopio electrónico.

Los intraclastos son en muchos casos de micrita con un porcentaje elevado de elementos terrígenos, especialmente cuarzo subanguloso-subredondeado, con bordes corroídos, y también arcillas (figura 7). Se ven igualmente laminillas de moscovita alteradas (probablemente illita), pero no hemos encontrado granos de feldespato potásico, lo cual no es de extrañar dado el pequeño porcentaje obtenido en el análisis por Rayos X. Con frecuencia los elementos terrígenos presentan una laminación o microestratificación muy bien definida, con alineación de los granos de cuarzo. En algunos de los intraclastos observados el contenido de elementos terrígenos alcanza el 20 %.

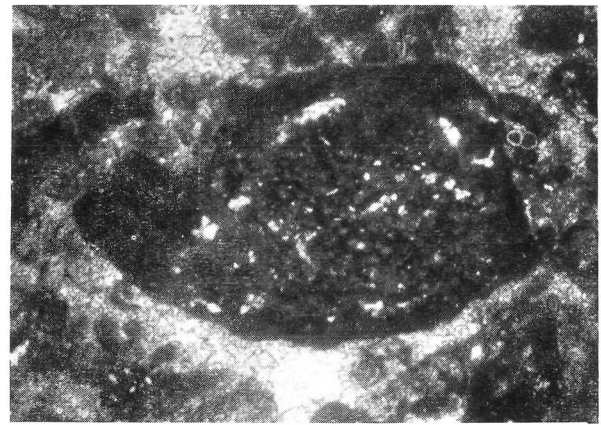


FIG. 7. Microfotografía de una sección delgada de la roca, en la que se observa, en el centro, un intraclasto micrítico con material arcilloso y granos de cuarzo detrítico. Otros intraclastos menores y restos de fósiles rodean al anterior. El conjunto está unido por cemento esparítico limpio.

También se observan óxidos e hidróxidos de hierro, que se presentan, al parecer, en forma amorfa o criptocristalina, aunque ocasionalmente se ven algunos granos con contornos geométricos bien definidos. Los óxidos e hidróxidos de hierro se presentan sobre todo en los bordes de intraclastos micríticos recristalizados o en los límites intergranulares dentro de los mismos, lo que sugiere una expulsión y concentración producida durante el proceso de recristalización.

En resumen, parece que la deposición inicial de limos calizos junto con arcillas y limos terrígenos dio lugar a un material que, sin llegar a consolidarse, fue posteriormente removido y arrastrado a otro lugar de la cuenca en donde se depositó junto con

restos fósiles, en un medio de más alta energía. Con posterioridad, en condiciones de más tranquilidad, se depositó en los intersticios el fango micrítico, esta vez limpio y sin elementos terrígenos.

Los materiales terrígenos (entre ellos la arcilla montmorillonítica) se encuentran por tanto concentrados en algunos de los intraclastos, donde pueden alcanzar proporciones relativamente elevadas.

Como se ve, los datos petrográficos coinciden con los obtenidos por medio de análisis químico y difractométrico y ponen de manifiesto que la roca estudiada se depositó en un medio marino de poca profundidad y de energía relativamente alta (lo cual está también de acuerdo con los rasgos geológicos descritos), en el cual existía un cierto aporte de material detrítico de grano fino representado por el cuarzo y (en menor grado) mica observados así como, probablemente, por parte de las arcillas, principalmente la montmorillonita. La montmorillonita no se forma en general por la alteración de micas o feldspato en medio marino (DEER, HOWIE y ZUSSMAN, 1962) si bien un medio alcalino, rico en Ca, como el que nos ocupa sería en principio adecuado para la aparición de dicho tipo de arcilla. El origen más frecuente de las montmorillonitas es por alteración de rocas ígneas básicas. Dichas rocas aparecen en el Triás y el Paleozoico de zonas próximas, pero con los datos actuales no podemos afirmar si constituían o no parte del área fuente de los materiales depositados en la cuenca cenomanense, aunque es muy probable que así fuera.

La caolinita y la illita seguramente proceden de la alteración de feldspatos y moscovita. Las laminillas de mica alterada descritas están casi con certeza constituidas por illita. Parte de este mineral pudiera proceder también de la transformación de la montmorillonita en el medio marino por absorción de K.

III. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Antes de su descubrimiento, el recinto donde se encuentran ubicadas las pinturas constituía, con toda probabilidad, un sistema en equilibrio desde el punto de vista termodinámico. El buen estado de conservación de las pinturas en el momento de ser descubiertas, pone de manifiesto que durante aproximadamente 20.000 años las variaciones que tuvieron lugar en este sistema debieron ser mínimas. Es decir, nos encontramos con un aparato kárstico prác-

ticamente inactivo (en la zona de la Sala de Policromos) en el cual la variación de los distintos parámetros que controlan el equilibrio en el sistema $\text{CO}_2\text{-CaO-H}_2\text{O}$ (temperatura, grado de humedad, presión parcial de CO_2) fue seguramente muy ligera.

El deterioro experimentado por las pinturas con posterioridad a su descubrimiento, puesto de manifiesto sin lugar a dudas por los testimonios fotográficos existentes y que ha dado lugar a una justificada alarma, es debido a la aparición de nuevos agentes, ajenos al sistema original en equilibrio, los cuales han incidido sobre algunos de los parámetros mencionados, dando lugar a oscilaciones en los mismos que de alguna forma han afectado a la estabilidad física de las pinturas o del soporte de las mismas.

Los resultados obtenidos en el presente estudio ponen de manifiesto la existencia de una cierta cantidad de montmorillonita en la caliza sobre la que se encuentran las pinturas. Aunque la cantidad total no es grande (menos de 3 %) la irregular distribución de esta montmorillonita en la roca hace que existan zonas de la misma que contienen proporciones superiores al 10 % y posiblemente bastante más en algunos puntos.

La montmorillonita es un silicato de estructura laminar, del grupo de las llamadas «arcillas hinchables». La separación entre las capas laminares, es decir, la posición de las reflexiones (001), está influenciada por los siguientes factores:

1. Iones de cambio presentes
2. Naturaleza del líquido absorbido por el mineral
3. Cantidad de líquido presente
4. Naturaleza de la propia montmorillonita
5. Reacciones químicas a las cuales pueda haber estado sometido el mineral.

En el sistema de la cueva el agua es sin duda el factor que puede desempeñar un papel primordial en la expansión y contracción de las láminas de montmorillonita. Las moléculas de agua son absorbidas en forma de capas monomoleculares entre las láminas de la montmorillonita (BRADLEY et al., 1937; DEER, HOWIE y ZUSSMAN, 1962) pudiendo llegar a absorber hasta cuatro capas de agua interlaminar.

La absorción y pérdida de agua interlaminar puede originar variaciones del espaciado basal

(001) de 0 a 16 Å dando lugar a expansiones y concentraciones considerables. Las montmorillonitas cálcicas (como deben ser las que nos ocupan) son precisamente más altamente hidratables que las sódicas.

Las variaciones de la humedad relativa, según han puesto de manifiesto MOONEY et al, (1952) pueden dar lugar a cambios de volumen como los descritos.

Las medidas de humedad relativa realizadas en el interior de la cueva (GARCÍA LORENZO, 1970), han puesto de manifiesto que en el régimen natural de la misma, es decir, sin la presencia de visitantes, la atmósfera de la cueva se encuentra saturada de vapor de agua; esto es, con una humedad relativa del 100 %. Medidas efectuadas en el año 1969, dentro de un régimen restringido de visitas, pusieron de manifiesto una variación diaria en la humedad relativa del 6 %. No parece arriesgado suponer que, durante el período en el que no hubo limitación alguna en el número de visitantes, estas oscilaciones pudieron llegar a ser dos o tres veces superiores.

Estas variaciones en el grado de humedad relativa del interior de la cueva, someten a la superficie de la roca a ciclos de evaporación-condensación que afectan sobre todo a una delgada «epidermis» sobre la que se asientan las pinturas y de forma más acusada a la fracción arcillosa que a la caliza. La evaporación-condensación producirá en la montmorillonita variaciones de volumen cuya magnitud no es posible estimar por el momento, pero que pueden llegar a ser considerables. Estas variaciones de volumen someterán a la caliza circundante, especialmente alrededor de las zonas de mayor concentración de montmorillonita, a tensiones que, dada la poca plasticidad de la caliza, pueden originar pequeñas fracturas y descascarillamiento de la misma. Esta es, muy probablemente, la causa del «desescamado» descrito al comienzo de este trabajo.

Es indudable que, independientemente de la influencia que puedan tener otros factores, el efecto descrito no se produciría si se tomaran medidas para mantener constante la humedad relativa en el interior de la cueva, lo que eliminaría, al menos, una de las causas del deterioro de las pinturas.

Según se ha mencionado en la introducción, este estudio es parcial y sus conclusiones provisionales. Para conocer a fondo los distintos parámetros que influyen en la conservación de la cueva y las relaciones que existen entre los mismos, sería necesario realizar un amplio programa de investigación interdisciplinar, ya iniciado en cierto modo con la creación de una Comisión Técnica, que durante 1976 comenzó a llevar a cabo los trabajos encaminados a dictaminar el estado actual de las pinturas y proponer las medidas oportunas para la salvaguardia de las mismas. Dicha comisión, a la que pertenecemos, ha dejado de reunirse durante el presente año y tiene paralizados sus estudios por falta de apoyo económico por parte de los organismos competentes. Si verdaderamente se desea afrontar con seriedad el problema de la conservación de Altamira, es imprescindible que se pongan en marcha programas de investigación que cuenten con la necesaria garantía de continuidad y que abarquen todo el complejo conjunto de factores que pueden incidir en la estabilidad y pervivencia de este excepcional tesoro cultural.

Por último, creemos conveniente señalar que, aunque sin duda es el más conocido y espectacular, el caso de Altamira no es, ni mucho menos, único y que otras cuevas con pinturas prehistóricas presentan problemas de conservación similares. Los frutos que se obtuvieran de un estudio profundo del caso de Altamira serían probablemente de gran utilidad para la conservación del arte prehistórico en general.

BIBLIOGRAFIA

- BRADLEY, G. W.; GRIM, R. E. y CLARK, G. L.: 1937. *Behaviour of montmorillonite on wetting*. Z. Kristallog. 97, 216-222.
- BROWN, G. (ed.): 1961. *The X-ray identification and crystal structures of clay minerals*. Londres. 191 pp.
- DEER, W. A.; HOWIE, R. A. y ZUSSMAN, J.: 1962. *Rock-forming minerals*. Vol. III. Longman, Londres, 270 pp.
- DUNHAM, R. J.: 1962. *Classification of carbonate rocks according to depositional texture*; en *Classification of carbonate rocks* (Ham, E. ed.); Tulsa, Okla. Amer. Assoc. Petrol. Geol., pp. 108-121.
- FOLK, R. L.: 1959. *Practical petrographic classification of limestones*. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., V. 43, pp. 1-38.

- GARCÍA LORENZO, R. y ENDÉRIZ GARCÍA, J.: (1972). *La conservación de las cuevas prehistóricas y las pinturas ubicadas en ellas*. En «Symposium Internacional de Arte Rupestre; Santander 1970. Union Int. des Sci. Préhistoriques et Protohistoriques y Patronato de las Cuevas prehistóricas de Santander, pp. 525-555.
- I. G. M. E.: 1976. *Mapa geológico de España 1:50.000, Hoja 34, Torrelavega*, segunda serie, 1.^a edición.
- MENGAUD, L.: 1920. *Recherches géologiques dans la région Cantabrique*. Imp. Vve.-Bonnet, Toulouse. 374 pp.
- MOONEY, R. W.; KEENAM, A. G. y WOOD, L. A.: 1952. *Absorption of water vapour by montmorillonite*. J. Amer., Chem. Soc., 74, 1367-1374.
- M. O. P.: 1971. *Estudio previo de terrenos. Autopista del Cantábrico. Tramo: Unquera-Santander*. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Carreteras. 85 pp.