

ESTUDIO MINERALOGICO Y NEONTOLOGICO DE SEDIMENTOS ACTUALES DEL MAR MENOR (MURCIA)

Por

F. López Aguayo⁽¹⁾; E. Molina⁽²⁾;
M. Ortega Huertas⁽¹⁾ y J.A. Pina⁽³⁾

(1) Departamento de Cristalografía y Mineralogía.
Facultad de Ciencias. Universidad de Granada.
Departamento de Investigaciones Geológicas del C.S.I.C.

(2) Departamento de Paleontología.
Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza

(3) Departamento de Geología.
Facultad de Ciencias. Alicante

RESUMEN

La sedimentación actual en el Mar Menor (Murcia) se aborda desde los puntos de vista mineralógico y neontológico, con objeto de conocer algunos de los aspectos fundamentales de los mecanismos de depósito y diagénesis precoz de estos materiales.

Las muestras estudiadas se recogieron con una draga Van Veen y corresponden a la interfase sedimento-líquido; de ellas, cuatro son arenas y las restantes limos ricos en materia orgánica.

El estudio neontológico realizado permite reconocer, en relación con la flora, las siguientes asociaciones: *Ulvetum Lactucae*, y *Zoosteretum Nanae*. Por su parte, la fauna está constituida por foraminíferos bentónicos, siendo los más abundantes los Miliólidos, Ostrácodos, lamelibranchios y gasterópodos con *Cytheropteron* sp., *Cerastoderma Edule* y *Bittium Reticulatum* respectivamente como las especies mejor representadas.

Los minerales encontrados son: calcita, aragonito, cuarzo, illita, clorita, caolinita, celestina, dolomita, yeso, halita, montmorillonita y paligorskita. Los carbonatos están ligados a la existencia de la fauna indicada; mientras que la celestina, montmorillonita y paligorskita representan la existencia de precipitación química en un medio definido por SIMONNEAU (1973) como hiperhalino.

ABSTRACT

Contemporary sedimentation in the Mar Menor (Murcia), from the mineralogic and neontologic points of view, is considered to know some aspects about the mechanisms of deposit and early diagenesis of these materials.

Samples have been recolected with a Van Veen's dredge and they correspond to sediment-water interphase. Four are sands and the remainder, muds rich in organic matter. The results of the neontologic study are the following:

Flora.— We have found two assemblages, *Ulvetum Lactucae* and *Zoosteretum Nanae*.

Faune.— Benthonic Foraminifera, with the Miliolids as the most abundant family. Ostracods with *Cytheropteron* sp., mollusks with *Cerastoderma Edule* and gastropods with *Bittium Reticulatum* respectively, as the most frequent species.

The minerals present are: calcite, aragonite, quartz, illite, chlorite, kaolinita, celestite, dolomite, gypsum, halite, montmorillonite and paligorskite. Carbonates are bounded to the faune already described, while celestite, montmorillonite and palygorskite are consequence of the chemical precipitation in an hyperhaline environment according to SIMONNEAU (1973).

1.— INTRODUCCION

El Mar Menor de Murcia es, sin duda, el lagoon más cualificado de todo el litoral español. En la última década ha sido objeto de estudios sistemáticos sobre sedimentación y geoquímica (SIMONNEAU, 1973) y en la actualidad el Laboratorio Oceanográfico del Mar Menor está realizando una campaña que incluye los diferentes aspectos de la sedimentación en este tipo de medios.

En todos estos casos no se han abordado los estudios mineralógicos de tales sedimentos, de manera que no existe ningún antecedente al respecto en toda la bibliografía. Por otra parte, al observar la naturaleza de los sedimentos se hace también evidente la necesidad de estudiar la fauna y flora que aparece. Como consecuencia de estos dos hechos se plantea la conveniencia de aportar datos acerca de estos dos aspectos, para comprender los mecanismos químicos y orgánicos de la sedimentación.

Así pues, como objetivos básicos de este trabajo se plantean los estudios mineralógico y neontológico de sedimentos actuales del Mar Menor.

2.— DESCRIPCION DE LAS MUESTRAS

Las muestras estudiadas corresponden a una recogida seriada realizada por un barco oceanográfico, localizada en la zona sur del lagoon, entre Punta Galán y Los Urrutias, excepto la número 12 que corresponde a la zona norte, cerca de las Salinas de Cotorrillo. En todos los casos se utilizó una draga "Van Been", por lo que se trata de muestras del sedimento superficial. La situación y cota de cada una de ellas se representa en la figura núm. 1. En total se han estudiado doce muestras de las que cuatro corresponden a arenas de las playas —interna y de la barra— y el resto a materiales limosos, de la zona central del lagoon, ricos en materia orgánica.

La descripción de "visu" y con lupa binocular se resume a continuación.

Arenas

MM-1. Arena fina de tamaño medio 0,2 a 0,4 mm. con escasa cementación y granos muy redondeados. Color gris. Gran abundancia de foraminíferos.

MM-8. Arena, de color gris, muy rica en foraminíferos y en restos de serpúlidos, lamelibranquios y ostrácodos.

MM-10. Arena de tamaño fino con granos angulosos a subredondeados, de color blanco. Abundante fauna (braquiópodos, esencialmente).

MM-11. Muestra similar a la MM-10. Escasos restos de fauna.

Limos

El resto de las muestras (MM-2, -3, -4, -5, -6, -7, -9, -12) corresponden a limos de color gris con abundantes pistas de serpúlidos, lamelibranquios y ostrácodos; escasos foraminíferos y una buena representación de algas.

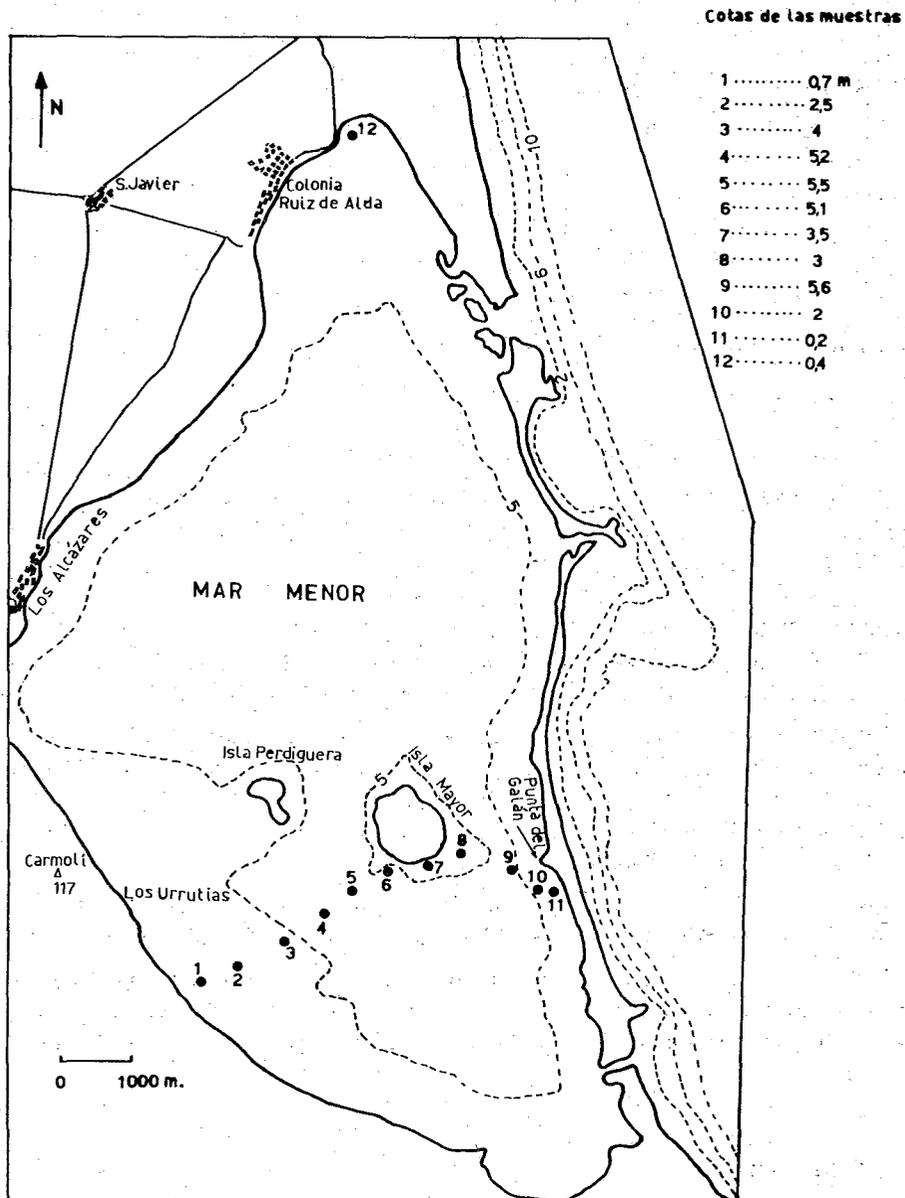


Fig. 1.— Situación geográfica y localización de las muestras estudiadas.

3.— ESTUDIO NEONTOLOGICO

3.1.— Flora

La asociación encontrada es la siguiente:

- MM—2. *Caulerpa prolifera*, *Zoostera marina*
- MM—3. *Caulerpa prolifera*,
- MM—4. *Caulerpa prolifera*, *Zoostera marina*
- MM—5. *Zoostera marina*
- MM—6. *Caulerpa prolifera*,

- MM-7. *Caulerpa prolifera*,
- MM-8. *Caulerpa prolifera*,
- MM-9. *Caulerpa prolifera*,
- MM-11. *Zoostera marina*.

Se reconocen, pues, dos asociaciones: *Ulvetum lactucaë* Berner 1939 con la facies diferencial *Caulerpa prolifera* Lamouroux en aquellas muestras que corresponden a depósitos limosos. Esta asociación deriva a la de *Zoosteretum nanae* Molinier 1958 en los casos en que se deposita un limo más rico en materia orgánica.

3.2.— Fauna

3.2.1.— Foraminíferos

Es el grupo de organismos mejor representado (Lámina 1).

Es importante resaltar que los foraminíferos encontrados son bentónicos.

Los más abundantes son los Miliólidos, que presentan un caparazón de tipo carbonático aporcelanado. Se han reconocido: *Spirolina arietina* (BATSH), *Peneroplis pertusus* (FORKAL), *Peneroplis planatus* (FICHEL y MOLL), *Dendritina elegans* D'ORBIGNY, *Ventebalina striata* D'ORBIGNY, *Quinqueloculina (Adelosina) striata* (D'ORBIGNY), *Quinqueloculina seminula* (LINNAEUS), *Quinqueloculina agglutinans* D'ORBIGNY, *Miliolinella sidebottoni* (MARTI-NOTTI), *Triloculina trigonula* (LAMARCK) y *Spirolina eximia* CUSHMAN.

Entre los caracterizados por tener caparazón de tipo carbonático hialino, se encuentran los siguientes: *Elphidium crispum* (LINNAEUS), *Elphidium coplanatum* (D'ORBIGNY), *Ammonia beccarii* (LINNAEUS), *Ammonia beccarii ammoniformis* (D'ORBIGNY), *Ammonia beccarii inflata* (SEGUENZA), *Neoconorbina williamsoni* (CHAPMAN y PARR), *Discorbinella globularis* (D'ORBIGNY) y *Planorbulina mediterraneensis* D'ORBIGNY.

Menos frecuentes son los de caparazón de tipo aglutinado "arenáceo": *Tritaxia capitosa* (CUSHMAN), *Tritaxia trilatera* (CUSHMAN) y *Miliammina earlandi* LOEBLICH y TAPPAN.

Esta asociación tan rica en Miliólidos, así como en los géneros *Ammonia* y *Elphidium*, es típica de mares poco profundos y de aguas templadas. La escasa variedad en el número de especies, está ciertamente condicionada por las características particulares de este medio marino restringido.

3.2.2.— Ostrácodos

Este grupo de organismos, tan importante desde el punto de vista ecológico, no es muy frecuente cuantitativamente, aunque presenta una gran variedad. El más abundante de todos es *Cytheropteron* sp., ostrácodo marino de cualquier profundidad. También aparece *Xestoleberis* sp., que presenta un amplio espectro ecológico, si bien suele ser más frecuente en medios litorales a epinerfíticos.

Con menor frecuencia aparecen: *Cytheridea (Cytheridea)* sp. que habita en medios salobres a epinerfíticos, *Loxoconcha* sp. que es mesohalino a litoral y *Urocythereis* sp. que es propio de medios epinerfíticos, viviendo en profundidades comprendidas entre 1 y 40 m.

Conviene reseñar que se ha encontrado un caparazón de *Physocypria deformis* KLIE, especie nadadora de agua dulce que posiblemente proceda de algún riachuelo que desemboca en el Mar Menor.

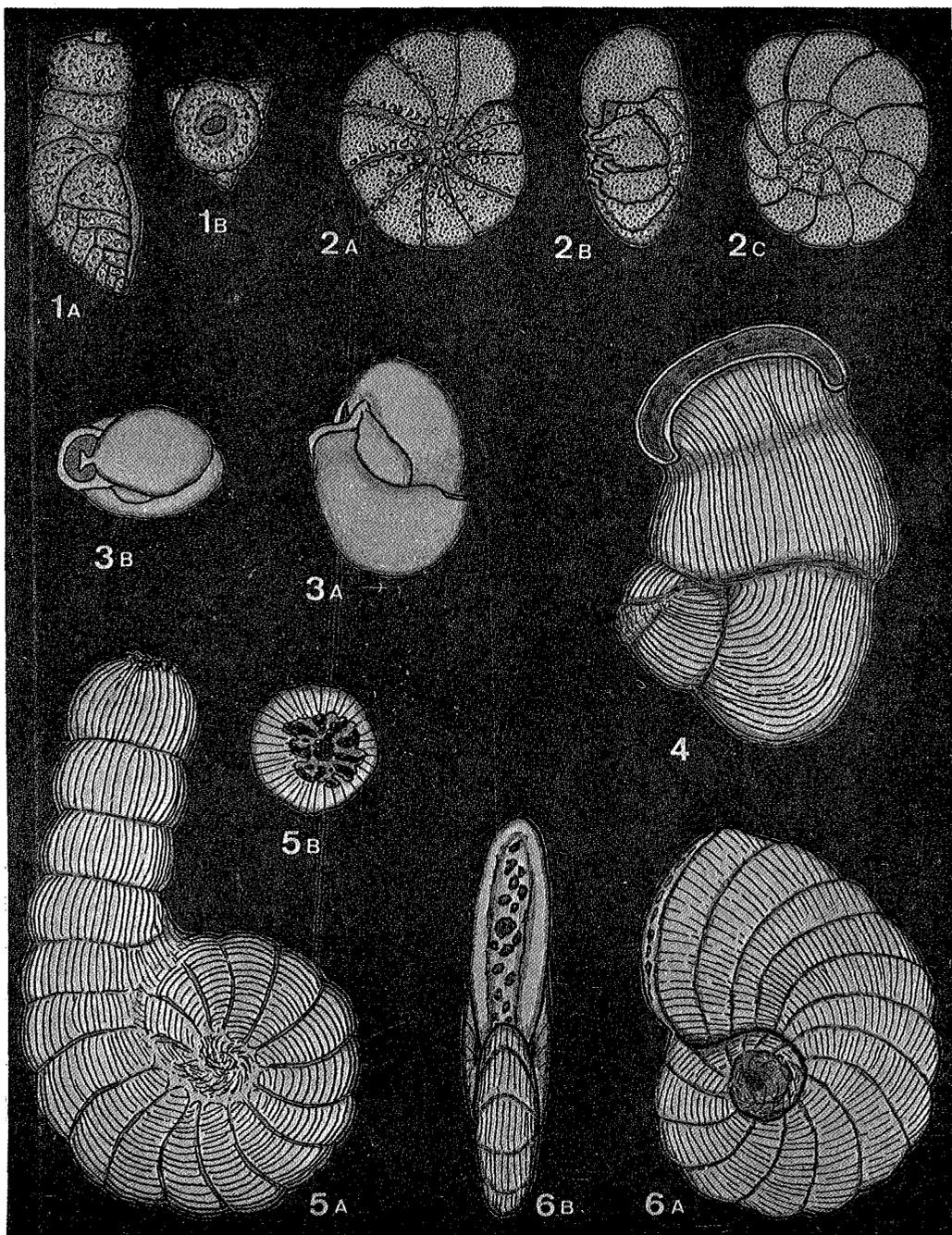


Lámina 1.— Foraminíferos en la muestra MM-8.

- Fig. 1.— *Tritaxia capitosa* (CUSHMAN) x 50
 Fig. 2.— *Ammonia beccarii* (LINNAEUS) x 50
 Fig. 3.— *Miliolinella sidebottoni* (MARTINOTTI) x 50
 Fig. 4.— *Vertebralina striata* D'ORBIGNY x 100
 Fig. 5.— *Spirolina arietina* (BATSCH) x 50
 Fig. 6.— *Peneroplis pertusus* (FORKAL) x 50

3.2.3.— *Lamelibranquios*

El más abundante de todos los lamelibranquios es *Cerastoderma edule* (LINNE) que vive enterrado en el fondo arenoso de la zona de mareas. Aparece prácticamente en todas las muestras. También son frecuentes *Tapes texturatus* (LAMK.), *Gastrana fragilis* (LINNE) y *Lucinella divaricata* (LINNE). Son especies raras *Tellina* (*Peronaea*) *planata* LINNE y *Lucina spinifera* (MONT.).

3.2.4.— *Gasterópodos*

Las formas que aparecen son de tamaño muy pequeño (casi microscópico), presentando poca variedad en cuanto al número de especies; si bien, algunas están muy bien representadas, como ocurre con *Bittium reticulatum* (DA COSTA).

Los siguientes gasterópodos son menos frecuentes: *Cyclope* (*Panormella*) *pellucida* (RISSO), propio de aguas poco profundas, cuyo tamaño no sobrepasa los 8 mm y *Haminoea hydatis* (LINNE) de tamaño próximo al centímetro.

En la Tabla núm. 1 se indica la frecuencia con que aparecen las distintas especies de lamelibranquios y gasterópodos, en las muestras estudiadas.

TABLA Nº 1. Frecuencia de aparición de lamelibranquios y gasterópodos.

	MM-1	MM-3	MM-4	MM-5	MM-6	MM-7	MM-8	MM-9	MM-10	MM-11	MM-12
<i>Cerastoderma edule</i> (LINNE)	A	A	F	A	A	A	A	F	A	A	
<i>Tapes testuratus</i> (LAMK.)	F	A	F	F	F	A	A	F	A	A	
<i>Tellina</i> (P.) <i>planata</i> LINNE	R								F		
<i>Gastrana fragilis</i> (LINNE)	R				F	A	F	F	F		
<i>Lucina spinifera</i> (MONT.)		R				F					
<i>Lucinella divaricata</i> (LINNE)	R					F	F		F		R
<i>Haminoea hydatis</i> (LINNE)		R						R	R		
<i>Bittium reticulatum</i> (Da Costa)		A	A			A	A	F	A	A	F
<i>Cyclope</i> (P.) <i>pellucida</i> (RISSO)						F	A		F	F	

A: abundante

F: Frecuente

R: raro

3.2.5.— *Gusanos*

Es interesante destacar que aparecen gran cantidad de Serpúlidos también de pequeño tamaño, que —en muchos casos— se encuentran adosados a las conchas de los lamelibranquios y gasterópodos.

4.— ESTUDIO MINERALOGICO

La mineralogía de las muestras se ha establecido mediante Difracción de Rayos X.

En el análisis cuantitativo se han empleado los poderes reflectantes habituales en la bibliografía para este tipo de asociación mineralógica (BARAHONA, 1974):

Cuarzo (1, 5),	Calcita (1)	Dolomita (1)	Feldespatos (1)
Yeso (1, 5)	Minerales laminares (0, 10)		Aragonito (0, 25)
Mica (1)	Caolinita (2)	Clorita (2)	Montmorillonita (4)

El poder reflectante de la celestina se ha calculado experimentalmente asignándosele un valor de 0,75.

La tabla núm. 2 resume los análisis cualitativo y cuantitativo de la muestra global.

**TABLA N° 2. Resultados del análisis cuantitativo por Difracción de Rayos X.
Muestra total.**

Muestra	Calc.	Q	Celest.	Dol.	Yeso	Fd.	Arag.	Halita	M. La.
MM-1	9	12	5	4	—	—	70	n.c.	t
MM-2	24	6	t	t	4	—	14	n.c.	52
MM-3	33	10	5	2	4	—	9	n.c.	47
MM-4	34	12	6	3	—	3	t	n.c.	42
MM-5	30	8	t	t	—	3	16	n.c.	43
MM-6	32	14	t	—	4	t	t	n.c.	50
MM-7	25	8	6	3	—	t	8	n.c.	50
MM-8	21	24	22	4	—	t	29	n.c.	t
MM-9	34	8	11	3	t	t	t	n.c.	44
MM-10	29	34	10	3	—	—	24	n.c.	t
MM-11	35	32	10	8	—	—	15	n.c.	t
MM-12	34	11	t	8	t	t	9	n.c.	38

Cal.: Calcita

Q: Cuarzo

Celest.: celestina

Dol: dolomita

Fd: feldespatos

Arag.: aragonito

M: Laminas: minerales laminares

n.c.: no cuantizable

f: trazas

En las muestras limosas se ha extraído la fracción menor de 20 micras, cuyo estudio se recoge en la Tabla núm. 3.

TABLA Nº 3. Resultados del análisis cuantitativo por Difracción de Rayos X. Fracciones de 20 micras.

Muestra	Mica	Clorita	Caolinita	Montmorillonita	Otros
MM-2	37	33	24	6	Q, paly., I (Cl-Mo)
MM-3	50	44	6	t	Q, paly.
MM-4	34	42	10	14	Q, paly., I (Cl-I)
MM-5	57	23	20	t	Q, paly.
MM-6	64	17	13	6	Q, paly., I (Cl-Mo)
MM-10	77	9	14	t	Q, paly., I (I-Mo)

Q: Cuarzo

Paly: Palygorskita

I(Cl-Mo): interestratificados clorita-montmorillonita

I(Cl-I): interestratificados clorita-ilita

I(I-Mo): interestratificados ilita-montmorillonita

No se han podido cuantizar los interestratificados ni la palygorskita por presentarse ambos en porcentajes muy pequeños.

La existencia de palygorskita se confirmó mediante estudios de Microscopía Electrónica (Lámina núm. 2.).

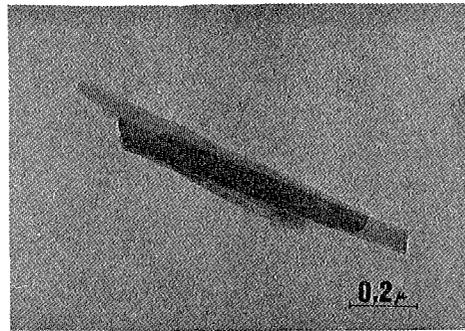
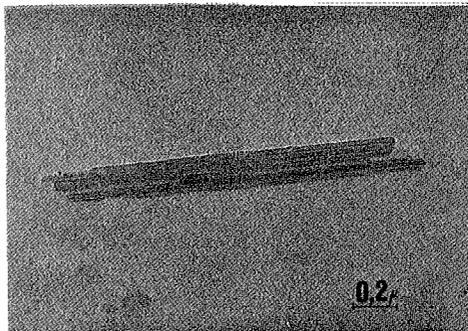


Lámina 2.— Cristales de palygorskita.

Foto izquierda: muestra MM-4

Foto derecha: muestra MM-6

5.— DISCUSION

A partir de los resultados obtenidos se propone la existencia de dos mecanismos de precipitación química. Uno, de carácter orgánico constituido por carbonatos (aragonito, calcita) y representado por la presencia de caparzones de Foraminíferos y otros organismos. El otro, de carácter inorgánico, en el que los minerales fundamentales son celestina, yeso, halita, palygorskita y algo de montmorillonita.

Se constata también la existencia de minerales heredados como son: cuarzo, mica, clorita, caolinita y montmorillonita (en parte).

Adicionalmente la presencia de dolomita, en pequeñas cantidades, indica la existencia del comienzo de un proceso diagenético que es más significativo en aquellas muestras próximas a la barra.

La mayor abundancia de aragonito en las muestras que contienen una proporción más elevada de Foraminíferos parece indicar que las conchas de estos organismos están constituidas básicamente por este mineral. Este hecho se ha puesto de manifiesto mediante Difracción de Rayos X realizada a conchas de *Ammonia beccarii*, *Spirolina* y *Peneroplis*, constatándose que la razón aragonito/calcita es 6,50; asimismo se pone de manifiesto la existencia de celestina (10 por ciento), (Figura núm. 2).

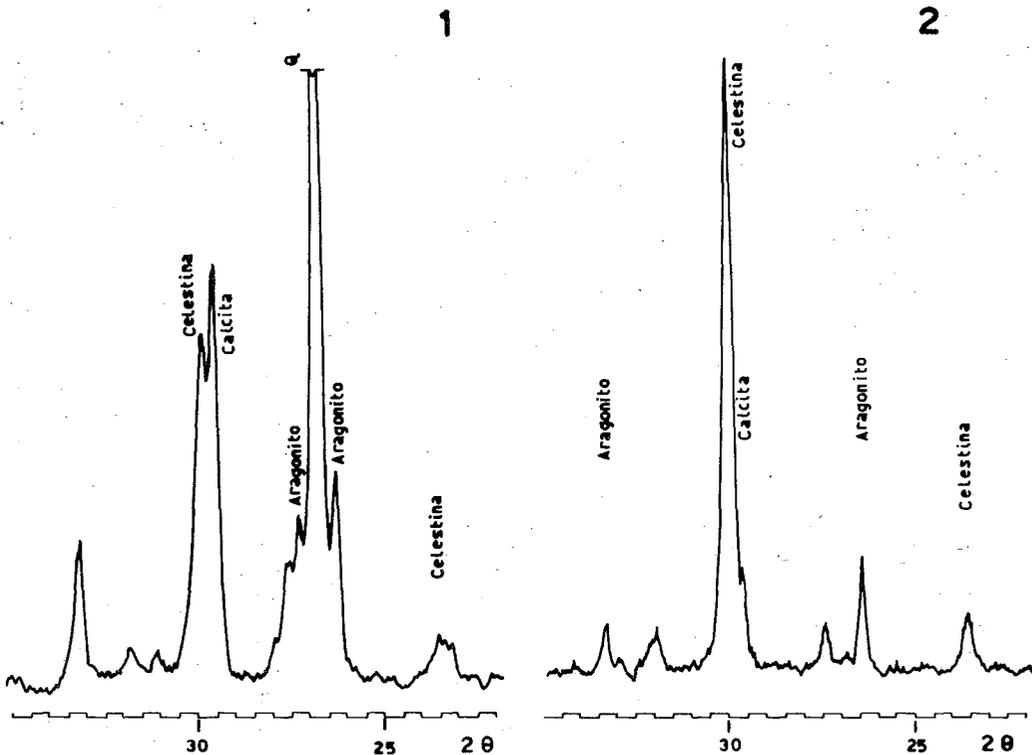


Fig. 2.— Diagramas de difracción de rayos X. (Muestra MM-8)

1. Muestra global
2. Caparazones de Foraminíferos.

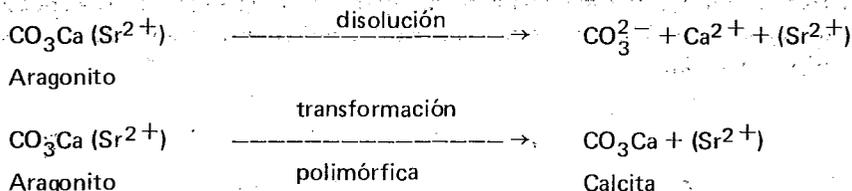
La calcita aparece como constituyente primario en conchas de algunos organismos (Lamelibranquios, Gasterópodos, Foraminíferos) y como el resultado de la transformación aragonito-calcita.

La presencia de celestina, ligada a la existencia de aragonito, puede justificarse genéticamente mediante los siguientes mecanismos:

- 1.— Transformación aragonito-calcita por procesos de disolución que implicarían la ruptura de la red y no por cambios polimórficos (FIGUEIRO GOMES, 1972).
- 2.— Transformación polimórfica aragonito-calcita con liberación del estroncio de la red del aragonito.
- 3.— Transformación diagenética del aragonito de los caparazones por acción de aguas circulantes que contienen O_2 , CO_2 y SO_4^{2-} según el siguiente esquema: disolución de los

carbonatos y transporte en forma de Sr $(\text{CO}_3\text{H})_2$ y Ca $(\text{CO}_3\text{H})_2$. Posterior precipitación de celestina y calcita por reacción del Sr $(\text{CO}_3\text{H})_2$ y SO_4Ca (IMREH e IMREH, 1961).

Se plantean, pues, dos cuestiones a resolver. La primera, sobre la procedencia de los iones estroncio. En este sentido, nuestra opinión es que tales iones proceden —en su mayor parte— de los caparazones aragoníticos de los organismos (Foraminíferos, esencialmente). El proceso por el que dichos iones pasan al medio puede ser el resultado combinado de una disolución parcial y de una posible transformación polimórfica aragonito-calcita:



El segundo interrogante es la aparición de celestina y no de estroncianita, cuyos productos de solubilidad son —respectivamente—: $3,8 \times 10^{-7}$ y $1,6 \times 10^{-9}$.

Según los análisis de SIMONNEAU (1973) en las aguas del Mar Menor, los carbonatos aparecen como fase CO_3H , en una concentración no superior a 2,9 meq/litro. Por su parte, el estroncio está disuelto con valores inferiores a 0,223 meq/litro.

Dado que el producto de solubilidad del $(\text{HCO}_3)_2\text{Sr}$ es muy elevado ($8,7 \times 10^{-1}$), las concentraciones encontradas no permiten la precipitación de esta fase y —en consecuencia— de la estroncianita.

Por el contrario, las concentraciones de sulfatos y de estroncio sobrepasan el producto de solubilidad de la celestina ($3,8 \times 10^{-7}$) por lo que es el mineral que precipita.

A la vista de los condicionantes químicos del medio, el esquema genético de IMREH e IMREH (1961) resultaría complejo y no aplicable en el proceso final de precipitación de la celestina.

La escasa presencia de yeso, en el conjunto de las muestras, frente a la existencia sistemática de celestina se justifica por la concentración relativa de los diferentes iones constituyentes de ambos minerales. Teniendo en consideración los datos de SIMONNEAU (1973) las concentraciones de calcio, estroncio y sulfatos son las siguientes: $1,4 \times 10^{-2}$; $1,12 \times 10^{-4}$ y $2,8 \times 10^{-2}$, por lo que se alcanza rápidamente el producto de solubilidad de la celestina consumiéndose la mayor parte de iones sulfato con lo que se impide la precipitación sistemática de yeso.

Además, conviene señalar en todo este proceso de precipitación la existencia de palygorskita y —parcialmente— de montmorillonita. El pH (8) encontrado por SIMONNEAU (1973) en el Mar Menor coincide con el valor más idóneo para la precipitación de palygorskita según indica LA IGLESIA (1978). Sin embargo, no debe descartarse la idea de WEAVER y BECK (1977) según la cual en medios perimarineros la aparición de palygorskita es el resultado de la transformación de un mineral previo, posiblemente la montmorillonita. Finalmente, la presencia de interestratificados irregulares y dolomita avalan la idea de un inicio de transformaciones químicas en el sedimento.

6.— BIBLIOGRAFIA

BARAHONA FERNANDEZ, E. (1974).— *Arcillas de ladrillería de la provincia de Granada: evaluación de algunos ensayos de materias primas*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. Secret. de Publicaciones. 398 pp.

- COLOM, G. (1974).— Foraminíferos ibéricos. Introducción al estudio de las especies bentónicas recientes. *Inv. Pesque. C.S.I.C.* **38** (1).
- IGLESIA, A. La (1977).— Precipitación por disolución homogénea de silicatos de aluminio y magnesio a temperatura ambiente. Síntesis de la paligorskita. *Estud. Geol.* **33**, 535—544.
- LINDNER, G. (1977).— Muscheln und Schnecken der weltmeere. *BLV Verlagsgesellschaft mbH*, Munich.
- MASSUTI, M. y MARGALEFF, R. (1950).— *Introducción al estudio del plancton marino*. Patronato Juan de la Cierva, C.S.I.C. Sección Biología Marina
- MOORE, R.C. (1959—75).— *Treatise on Invertebrate Paleontology*. Geol. Soc. of Am., Inc. Kansas, New York.
- SANCHEZ ARIZA, M.C. (1979).— *Estudio sistemático-ecológico de los foraminíferos recientes de la zona litoral Motril—Nerja*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. Núm. 211.
- SEOANE—CAMBA, J. (1965).— Estudio sobre algas bentónicas en la costa Sur de la Península Ibérica (Litoral de Cádiz). *Inv. Pesq.* **29**, 3—216.
- SIMONNEAU, J. (1973).— *Evolution sédimentologique et géochimique récente du remplissage*. These Univ. Paul Sabatier. Toulouse.
- VAN MORKHOVEN, F.P.C.M. (1963).— *Post-Paleozoic Ostracoda*. Elsevier Publishing Company, vol. I y II. Amsterdam.
- WEAVER, CH.E. and BECK, K.C. (1977).— Miocene of the SE United States: a model for chemical sedimentation in a peri-marine environment. *Sed. Geol.* **17**, p. 1—234.
- WHATLEY, R.C. and MASSON, D.G. (1979).— The Ostracod genus *Cytheropteron* from the Quaternary and Recent for Great Britain. *Rev. Española de Micropaleontología*. **XI**, 2, 223—277.