ESTUDIO DE LOS CONTENIDOS EN CALCIO Y MAGNESIO (CARBONATOS) DE LOS SEDIMENTOS DEL EOCENO DE VIC (BARCELONA)

POR

SALVADOR REGUANT* y RAMON PORTELL*

En una monografía presentada por uno de nosotros como Tesis para obtener el grado de Doctor, se ha estudiado detalladamente la Estratigrafía del Eoceno marino de Vic (Barcelona). En este trabajo se han hecho diversos análisis de 4 series de muestras (denominadas de Sur a Norte de la zona estudiada, serie O, 1, 2 y 3), con lo que se obtuvieron datos de indudable interés en la caracterización geológica de los sedimentos marinos en estudio.

En el presente trabajo, resumiendo los datos referentes a los contenidos en carbonato cálcico, los hemos aumentado con posteriores análisis a fin de tener un conocimiento más amplio tanto de las posibilidades del análisis de las rocas carbonatadas en general como de las condiciones y características de los carbonatos en la Región de Vic.

El mapa adjunto muestra tanto la extensión de la región estudiada como la situación aproximada de las cuatro series, cuyas muestras han sido objeto de los análisis que aquí se presentan y discuten.

* Laboratorio de Ciencias. Seminario Conciliar. Vic (Barcelona).

COMPARACION DE METODOS ANALITICOS

El primer método, para el análisis de carbonatos, empleado en las muestras, fue el llamado Método Bernard que fundamentalmen-

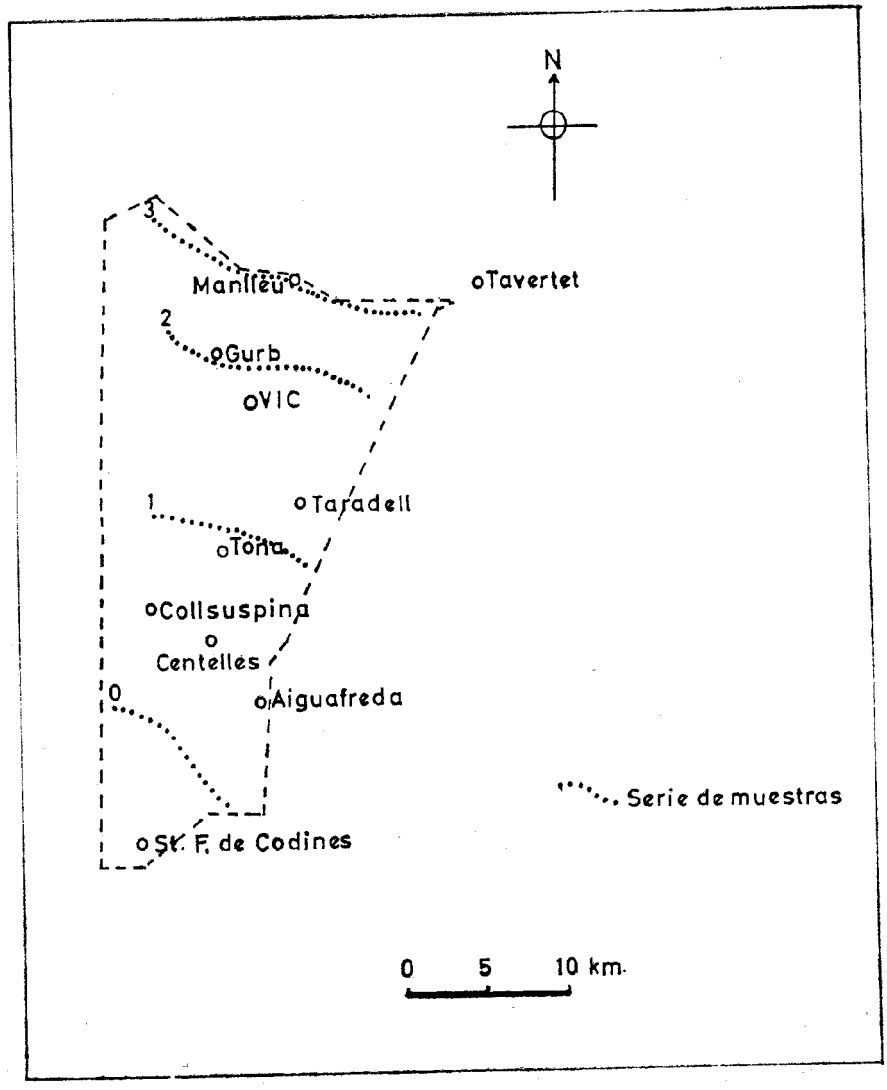


Fig. 1.—Mapa esquemático en el que se indican los límites de la zona estudiada (línea de trazo discontinuo), algunas poblaciones y la situación las series de muestras analizadas (líneas de puntos).

te consiste en calcular el contenido en carbonatos a través del volumen de CO_2 producido al atacar la roca con ClH.

Este método, de singular interés para el geólogo de campo por

su facilidad y rapidez, adolece de imprecisión. Para hacer una estimación de la misma se analizaron las mismas muestras (un número determinado de ellas) por el método Bernard y por el método de las complexonas.

El método complexonométrico consiste fundamentalmente en lo siguiente (cfr. PORTELL BUSQUETS).

El versenato tiene la propiedad de dar complejos solubles con los iones Ca++ y Mg++. Se hace pues una determinación volumétrica, primero de Ca y Mg reunidos y posteriormente de Ca solo. Los indicadores usados son el Negro de Eriocromo y la Murexida.

El proceso se compone de un ataque con ClH, eliminación de la fracción insoluble, destrucción de la materia orgánica y eliminación de Fe y Al. Los hidróxidos solubles de Ca y Mg obtenidos sirven para la volumetría indicada.

Los resultados, sobre las mismas muestras se han puesto en las gráficas que acompañan (figs. 2 y 3). El estudio de estas gráficas así como de los resultados numéricos sobre los que se han construido permite hacer las siguientes afirmaciones:

1.ª) En números las diferencias entre los resultados obtenidos por los dos diversos métodos son notables. En general se sitúan entre más y menos 10 (en tantos por cientos). Por tanto, *el método Bernard carece de precisión analítica.*

2.ª) *El método Bernard se demuestra perfectamente válido para el estudio comparativo* (variación dentro de una misma serie y correlaciones) ya que los máximos y mínimos y la variabilidad coinciden plenamente en los dos métodos.

3.ª) La falta de precisión del *Método Bernard* lo hace *inadecuado para el estudio del carbonato magnésico,* excepto en rocas con un alto contenido de este compuesto. En efecto, en nuestro caso, tenemos para la serie 2 valores inferiores al 5%, número más bajo que el límite de error admitido para este método.

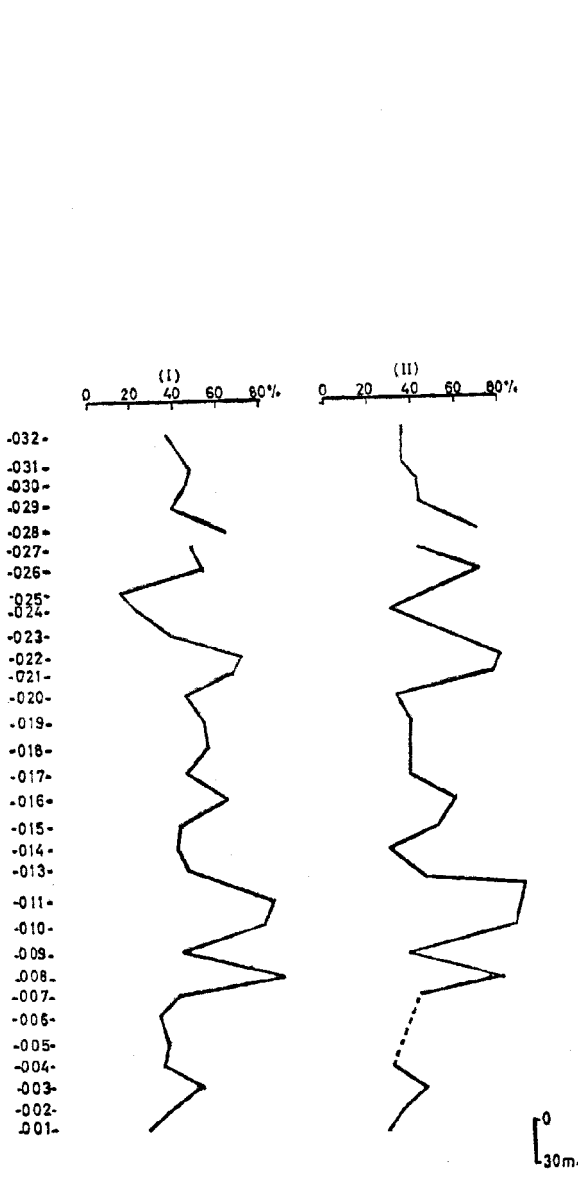


Fig. 2

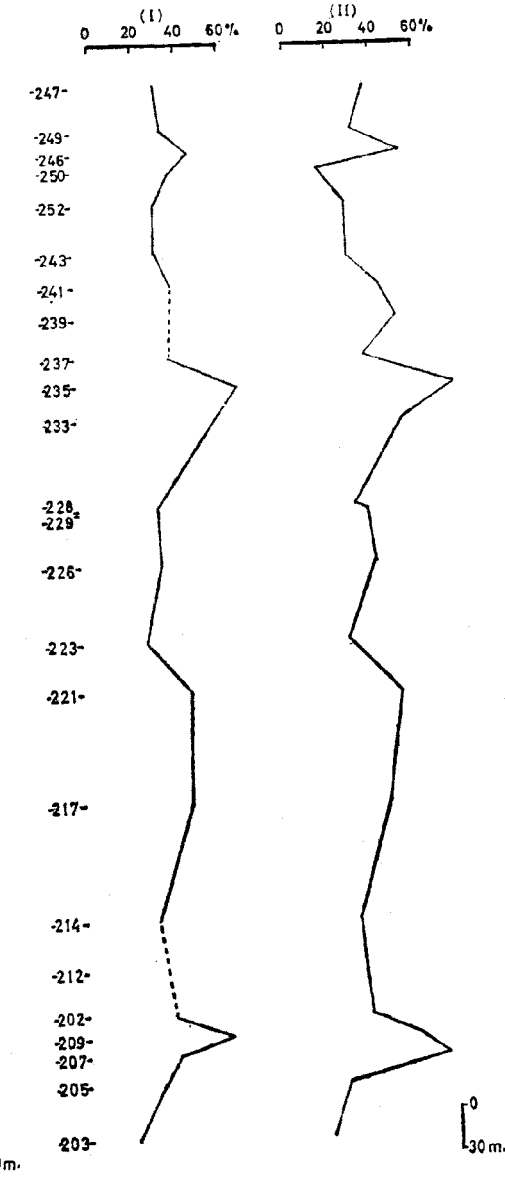


Fig. 3

Fig. 2.—Serie O: Curvas de los contenidos en carbonato cálcico: (I) Método Bernard; (II) Método complexonas. (Los números de tres cifras significan las muestras con su posición en la escala vertical. Las líneas de trazos discontinuos indican valores no calculados).

Fig. 3.—Serie 2: Curvas de los contenidos en carbonato cálcico. (Todas las indicaciones iguales que en la fig. 2).

ESTUDIO DE LOS CONTENIDOS EN CARBONATO CALCICO

Una vez estudiado el valor que puede concederse al método Bernard, por medio del cual se han analizado alrededor de 200 muestras entre las cuatro series, se ha podido obtener el siguiente gráfico (fig. 4) en el cual se han señalado los valores en contenido de carbonato cálcico en las cuatro series, indicando, a la vez, la posición relativa tanto horizontal como vertical de las mismas. También se han rayado las zonas en las que los contenidos en carbonato cálcico rebasan el 50%. Una roca de tal tipo debe ser llamada propiamente caliza (DUNBAR & RODGERS 1963). Los nombres de formaciones que acompañan, son los que han sido dados en la monografía a la que nos hemos referido (REGUANT).

Puede observarse fácilmente que en los extremos de la región la abundancia en caliza es mayor, mientras que en el Centro, sobre todo en la zona de Tona (serie 1) es prácticamente inexistente.

Algunas de estas calizas deben principalmente su alto contenido en carbonato cálcico a la presencia de restos fósiles, resultando ser lumaquelas con predominancia de algún tipo de animales que las caracterizan.

Todas las calizas analizadas presentan cantidades mayores o menores de aportes detríticos con presencia de cuarzo y otros minerales entre los que frecuentemente se encuentran algunos granos de calcita, sin que haya podido hallarse, no obstante, una calcarenita típica. Por lo demás, todas las muestras son micríticas, dándose raramente y aún no de una manera total ni predominante las esparitas.

Un análisis más detallado de cada una de las rocas calizas halladas confirmará estas observaciones de tipo general.

En contraposición a lo que sucede, particularmente en el Centro, así como también, en parte, en el Norte, en el extremo meridional de la Región estudiada, los contenidos arcillosos son bajos con lo que tenemos, principalmente, areniscas o limolitas de cemento calizo, o bien, calizas más o menos detríticas.

En el campo se puede individualizar la "caliza de el Cerdá"

que forma el cantil del Pla de la Garga sobre Aiguafreda (Oeste). Este cantil desaparece al Sur de Centelles y tiene una potencia muy grande en las inmediaciones de Sant Miquel del Fai. El contenido en carbonato cálcico es debido, en gran parte, a la presencia de abundantes Macroforaminíferos, Lamelibranquios, Equínidos y Algas.

Un cantil superior al del Pla de la Garga es el que forma la "caliza de Más Blanc". Esta caliza, localmente muy pura, es lumaquélica con Foraminíferos, Algas, Corales, etc... (tiene algún tramo de caliza numulítica).

La "arenisca de Centelles", llamada así por su alto contenido detrítico, es, en realidad, una micrita arenosa, lumaquélica en su parte superior con abundancia de Briozoos.

Los tramos más altos, en este extremo meridional de la región estudiada, se caracterizan por una formación que contiene lechos de Corales, *Nummulites* y otra fauna. Esta formación recibe el nombre de "caliza de Collsuspina" aunque su contenido en carbonato cálcico no es siempre muy elevado. Con frecuencia es una limolita con tramos lumaquélicos.

Todas estas formaciones son exclusivamente del extremo meridional de la zona estudiada, extremo que tiene la participación de representar el borde de la cuenca durante todo el período en que existió el mar eocénico en la región de Vic. A ello se deben interrupciones en la sedimentación, depósitos lacustres intercalados y la potencia menor de la serie sedimentaria.

Como excepción de lo anteriormente dicho puede considerarse la "arenisca de Tona" como una indentación en las margas del Centro de la Plana de Vic de los tramos inferiores de la "arenisca de Centelles". Se trata de una marga arenosa lumaquélica (particularmente Esponjas y Briozoos). Su consistencia notable le da un interés geomorfológico en la zona de Tona.

Aparte de este nivel existe en la serie 1 un par de niveles calizos de interés local. Uno de ellos (nivel A) puede quizá relacionarse con la "caliza de el Cerdá", aunque aquí es sólo un delgado lecho de micrita muy arenosa, estéril. Inferiormente existe otro

nivel calizo en forma de uno o varios lentejones que, localmente, tiene interés tanto paleontológico como morfológico (permite un ligero desarrollo del carst).

La serie 2 se encuentra aun en la zona central de la Plana de Vich con una predominancia de margas. Solamente dos niveles calizos pueden señalarse en ella. Uno en los tramos inferiores que es una caliza de *Alveolina,* de valor cronostratigráfico, permitiendo datar estos tramos como pertenecientes al Biarritzense inferior (REGUANT). El otro nivel calizo mucho más potente constituye la formación denominada "margas de Gurb", nivel fosilífero (Foraminíferos, Briozoos, Equínidos, Moluscos...) conocido en la literatura geológica desde antiguo. Esta formación se sigue bien hacia el Norte. En realidad, se trata de una marga calcárea en la que los restos de los organismos, que son abundantísimos, forman una trama que endurece la roca dándole una consistencia que no tendría por el tipo de cemento que la constituye. No obstante, su dureza no es considerable y aparece como una marga algo más resistente.

En el extremo septentrional esta formación se continúa. Por sobre la misma (serie 3) aparecen más calizas con un contenido arenoso mucho mayor. Se trata de la "caliza de Sant Marti Xic" que forma cantiles muy importantes desde el punto de vista geomorfológico. En su parte inferior y media contiene abundantes lumaquelas entre las que destacan las formadas por *Nummulites biedai* y *Nummulites* aff. *fabianii.*

Con mayor contenido calizo, aunque con características parecidas, la base de la serie 3 está formada por la "caliza de Tavertet". Se trata, en gran parte de una lumaquela numulítica. Esta formación no existe en la parte central y meridional de la zona estudiada, aunque se continúa hacia el Norte y Nordeste (cfr. GICH, ROSELL, REGUANT & CLAVELL).

El hecho de que los niveles calizos sean más abundantes en los bordes de la cuenca (tanto vertical como horizontalmente) indica que, a pesar del aporte detrítico abundante, estamos en un clima de tipo biostásico, es decir, un clima cálido y húmedo en que predomina la vida y los suelos fijados por la vegetación.

EL CONTENIDO EN CO_3Mg Y EL INDICE CO_3Mg/CO_3Ca

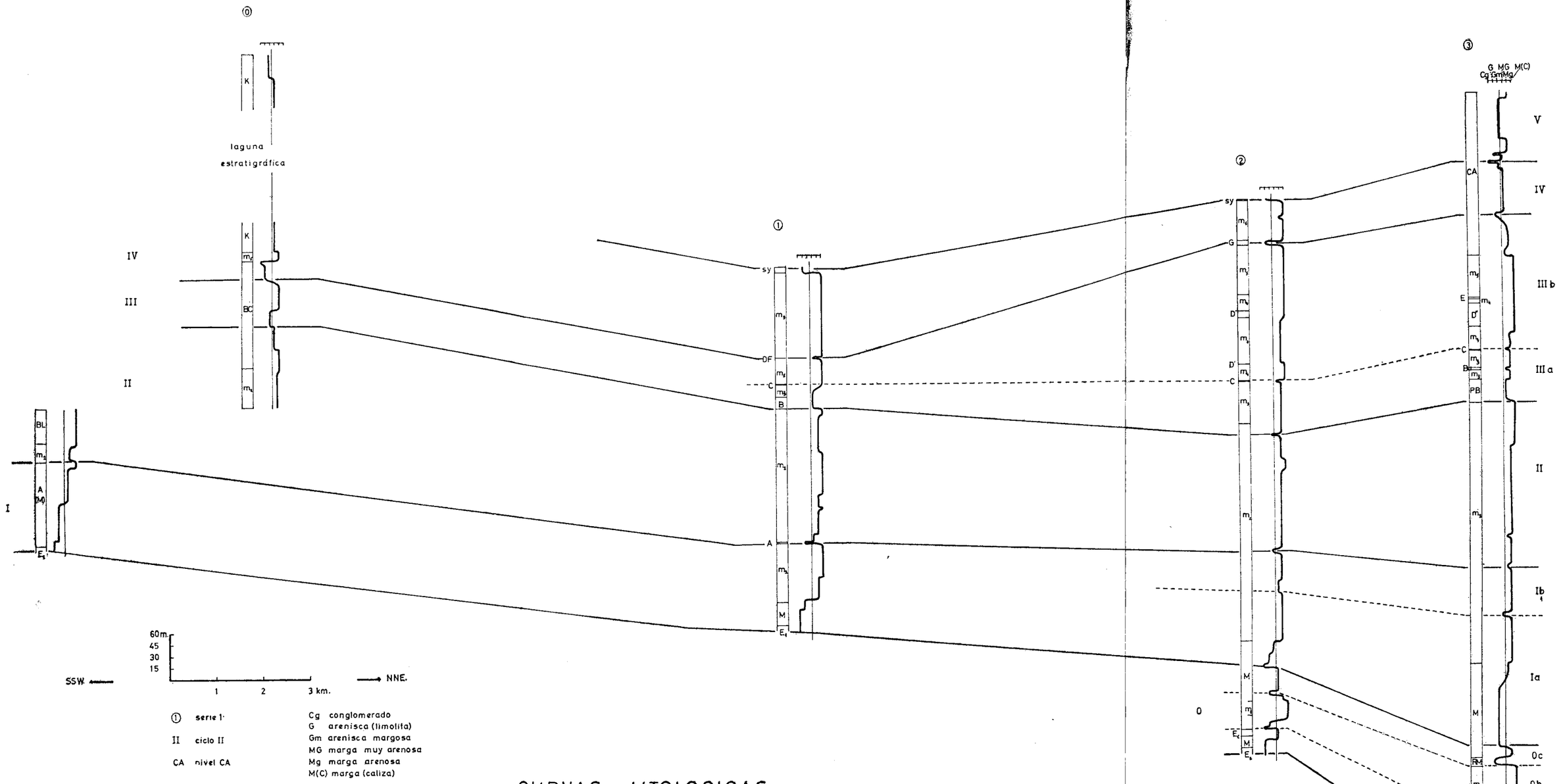
Por el método de las complexonas podemos calcular con precisión, no sólo el contenido en carbonato cálcico por muestra, sino también el carbonato magnésico. Una vez obtenidos ambos datos podemos calcular un índice de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$I = \frac{CO_3\,Mg}{CO_3\,Ca} \cdot 100$$

Este índice sigue sensiblemente la variabilidad del contenido en carbonato magnésico, acentuando los máximos.

Comparando la variabilidad de este índice con la curva litológica y mejor aun con los ciclos sedimentarios, que se deducen principalmente a través de ella, podemos observar que a cada ciclo sedimentario le corresponde una evolución análoga en el índice propuesto. En efecto (figs. 5 y 6), todos los ciclos se inician con un valor bajo del índice Mg/Ca que sube rápidamente a valores altos, descendiendo posteriormente. Esta operación se sucede, en algunos casos, dos veces consecutivas dentro del mismo ciclo. Esto supone en realidad una correlación entre este índice y la fracción detrítica. Además es evidente que el contenido en Mg y, por tanto el índice calculado, tiene valores mucho más altos en la serie O que en la serie 2 (tabla I). El hecho de que la serie O sea mucho más litoral que la serie 2 confirma la correlación señalada entre el índice calculado y el ciclo sedimentario.

La curva del índice, como se ha indicado tiene una mayor complejidad. Se puede, pues, aventurar la hipótesis de que el estudio de una serie sedimentaria pueda hacerse con mayor precisión a través del índice Mg/Ca que a través de la curva litológica. Para comprobar el valor de esta hipótesis convendría aumentar el número de ejemplos.



CURVAS LITOLOGICAS

Fig. 2

Eoceno de Vic. Curvas litológicas basadas en el estudio de cuatro series completas (O, 1, 2 y 3), con indicación de los ciclos sedimentarios.

CONCLUSIONES

De la discusión de los datos presentados pueden extraerse por lo menos a título de pistas de trabajo, las siguientes conclusiones.

1.ª) El método Bernard, aunque bastante impreciso (contiene

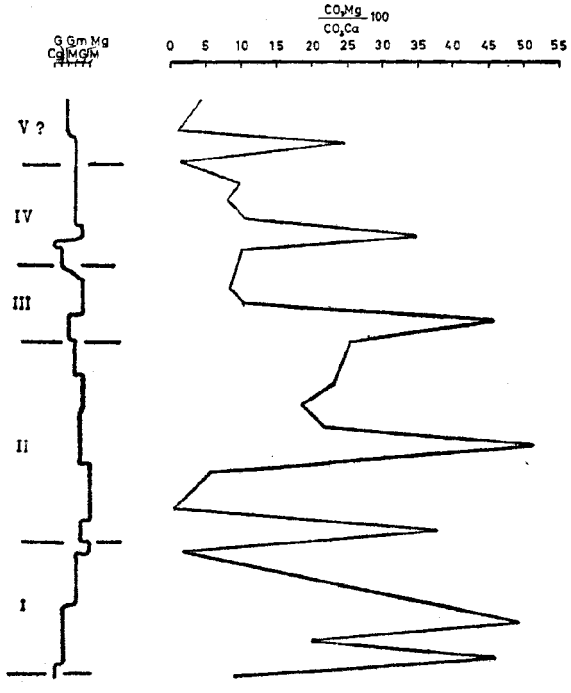


Fig. 5

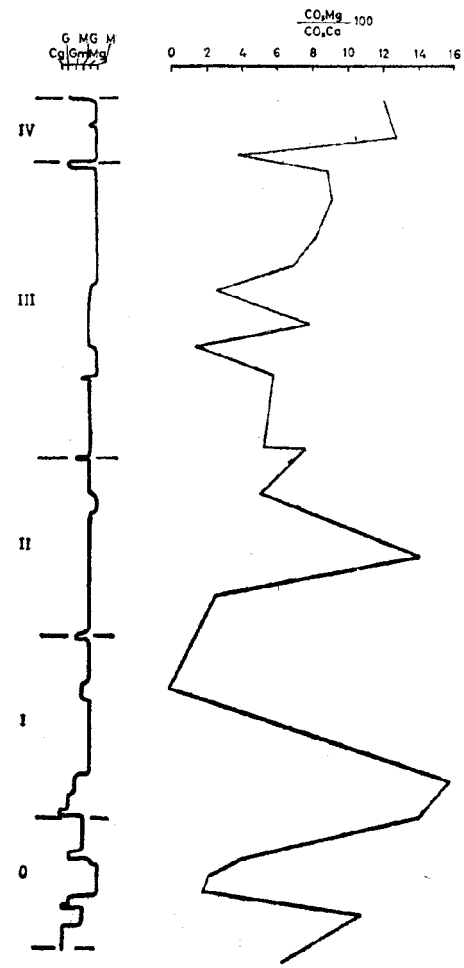


Fig. 6

Fig. 5.—Serie 0: Comparación entre el Indice Mg/Ca (I=100. Co_3Mg/Co_3Ca) y las curvas litológicas y ciclos sedimentarios. [I, II, III, IV, V son los ciclos sedimentarios distinguidos en REGUANT (tesis). Las abreviaturas significan: Cg=conglomerado; G=arenisca; Gm=arenisca margosa; MG=marga muy arenosa; Mg=marga arenosa; M=marga o caliza].

Fig. 6.—Serie 2: Comparación entre el Indice Mg/Ca y las curvas litológicas y ciclos sedimentarios. (Signos iguales que en la fig. 5).

errores del orden del 10% con frecuencia), es válido para el análisis comparativo de los contenidos en carbonato cálcico en el estudio de series de muestras en rocas sedimentarias.

2.ª) En el Eoceno marino de Vich existen varios tramos de calizas de interés geomorfológico. Algunas de ellas son lumaquelas y todas son de tipo micrítico. Son más abundantes en las zonas de mayor contenido detrítico correspondientes a los extremos de la región estudiada. Permiten afirmar la existencia de un clima biostásico durante la sedimentación.

3.ª) Los ciclos sedimentarios tienen un paralelismo con respecto a un índice obtenido dividiendo el contenido en carbonato magnésico por el contenido en carbonato cálcico. Las gráficas de este índice son algo más complejas que las de las curvas litológicas y, quizá, puedan ser un instrumento de mayor precisión en el estudio de las series sedimentarias.

4.ª) El contenido en carbonato magnésico es mucho mayor en la serie O que representa durante todo el período de sedimentación una zona de borde de cuenca.

BIBLIOGRAFIA

DUNBAR, C. O. & RODGERS, J.—Principios de Estratigrafía. *Comp. Ed. Const. S. A.* México, 1963.

REGUANT SERRA, S.—El Eoceno marino de Vic (Barcelona). Tesis presentada para la obtención del grado de Doctor.

GICH, M., ROSELL, J., REGUANT, S., y CLAVELL, E.—Estratigrafía del Paleogeno en la zona de tránsito entre la Cordillera prelitoral catalana y el Prepirineo (*en prensa*).

PORTELL, R. y BUSQUETS, P.—Sobre el método de las complexonas en el análisis químico de las rocas carbonatadas (trabajo publicado en este mismo volumen).

TABLA I

Contenido en CO_3Mg de las muestras de las series O y 2 (las muestras están puestas en orden estratigráfico).

muestras serie O	% CO_3Mg	muestras serie 2	% CO_3Mg
032	1,52	247	4,56
031	0,48	249	3,97
030	10,38	246	1,97
029	0,62	250	3,45
028	6,35	252	2,55
027	3,52	243	2,38
026	7,38	241	2,66
025	16,21	239	1,34
024	2,90	237	2,80
022	6,69	235	1,10
021	7,94	233	3,11
020	13,83	228	1,69
019	9,52	229	2,76
017	8,36	226	2,03
016	10,63	223	3,76
015	10,76	221	1,31
014	13,69	217	0,00
013	8,97	214	4,03
011	3,35	212	4,42
010	0,62	202	1,38
009	12,73	209	1,24
008	1,52	207	1,41
004	12,59	205	2,59
003	8,29	203	1,03
002	13,56		
001	3,17		