

Cuadernos Geología Ibérica	Vol. 8	Págs. 579-595	Madrid 1982
----------------------------	--------	---------------	-------------

CAMBIOS EUSTATICOS EN EL CRETACICO
DE LA CORDILLERA BETICA: COMPARACION DE LA EVOLUCION
SEDIMENTARIA EN UN DOMINIO DE PLATAFORMA
(ZONA PREBETICA) Y OTRO DE UMBRAL PELAGICO
(PENIBETICO)¹

POR
M. GARCÍA-HERNÁNDEZ *, A. C. LÓPEZ-GARRIDO *,
A. MARTÍN-ALGARRA * y J. A. VERA *

RESUMEN

Las sucesiones estratigráficas cretácicas de la Zona Prebética y del Penibético corresponden a dos dominios paleogeográficos bien diferentes.

En ellos se han distinguido conjuntos sedimentarios delimitados por eventos coetáneos. En la Zona Prebética se manifiestan por: discontinuidades estratigráficas, rupturas en las secuencias de facies y, más raramente, por *hard-grounds* y superficies ferruginosas. En el Penibético se caracterizan por: *hard-grounds*, la implantación y evolución de un paleokarst, las lagunas estratigráficas y los cambios litológicos.

Estos acontecimientos, relacionados con cambios eustáticos, acaecieron en: a) Intraivalangiense, b) Intrahauteriviense, c) Intraaptenense, d) Intraalbense, e) Entre Cenomanense y Turonense, f) Base del Senonense, g) En el Campanense y h) Finicretácico.

ABSTRACT

The Cretaceous stratigraphic series of the Prebetic Zone and the Penibetic belongs to rather different palaeogeographic realms. In both of them stratigraphic units have been distinguished by means

* Departamento de Estratigrafía y Departamento de Investigaciones Geológicas. CSIC. Facultad de Ciencias, Universidad de Granada.

¹ Trabajo realizado dentro del proyecto «El Mesozoico de las Cordilleras Béticas», financiados por la C. A. I. C. Y. T. a través del C. S. I. C.

of coetaneous events. In the Prebetic zone they are recorded by: stratigraphic discontinuities, breaks in the facies sequences, and less often by hard-grounds and ferruginous surfaces. In the Penibetic are characterized by: hard-grounds, developpment of a palaeokarsts, stratigraphical gaps and lithological changes.

These events are related with eustatic changes and can be recorded in the: *a)* Valanginian, *b)* Hauterivian, *c)* Aptian, *d)* Albian, *e)* Between Cenomanian and Turonian, *f)* Lowermost part of Senonian, *g)* Campanian and *h)* the Cretaceous/Tertiary Boundary.

I. INTRODUCCION

Se estudian los acontecimientos acaecidos durante el Cretácico que han podido afectar, en su conjunto, a las Zonas Externas de la Cortillera Bética. Durante este período constituían un margen continental pasivo, con características análogas a los de otras cordilleras alpinas (VERA, 1981). Dentro de él se han seleccionado dos áreas (Zona Prebética y dominio Penibético) por considerar que en ellas quedan más claramente reflejados dichos acontecimientos en las series estratigráficas.

La Zona Prebética es el área más externa de la Cordillera y paleogeográficamente estaba adosada al borde sureste del relieve emergido de la Meseta. En ella los materiales mesozoicos y paleógenos son esencialmente autóctonos y paraautóctonos y entre ellos predominan los de facies marinas someras y continentales.

Las características estratigráficas y paleogeográficas de la Zona Prebética han sido recientemente sintetizadas por RODRIGUEZ-ESTRELLA (1978), AZEMA *et al.* (1979), GARCIA-HERNANDEZ *et al.* (1980, 1982) y JEREZ (1981). Diferentes autores establecen, dentro de la Zona Prebética, subdivisiones en dominios paleogeográficos; en este trabajo se va a utilizar la división en Prebético externo y Prebético interno, en el sentido de AZEMA *et al.* (1979) y GARCIA-HERNANDEZ *et al.* (1980).

La noción de «dominio paleogeográfico Penibético» ha sido recientemente definida por GONZALEZ-DONOSO *et al.* (1982), quienes agrupan en él a varias unidades tectónicas del sector SW de la Zona Subbética que se sitúan en posición tectónica más interna que las restantes unidades subbéticas y que son cabalgadas tanto por las Unidades del Campo de Gibraltar como por las Zonas Internas. El término había sido introducido en la nomenclatura geológica bética por BLUMENTHAL (1927) y utilizado posteriormente con acepciones diferentes según los autores y escuelas (FALLOT, 1948; HOEPPENER *et al.*, 1964; BOURGOIS *et al.*, 1970).

La secuencia estratigráfica mesozoica y terciaria del Penibético presenta rasgos característicos que permiten su individualización paleogeográfica ya durante el Jurásico (cf. AZEMA *et al.*, 1979), aunque es durante el Cretácico (CHAUVE *et al.*, 1968) cuando se manifiestan de modo más acusado sus peculiaridades.

En este trabajo se describe someramente la historia sedimentaria comparada de estos dos dominios (Zona Prebética y Penibético), durante el Cretácico. Lógicamente los materiales representados muestran características muy diferentes dadas las distintas condiciones paleogeográficas existentes en cada dominio, uno de ellos (Zona Prebética) correspondiente a una plataforma adyacente a un continente, y el otro (Penibético) con rasgos de elevación submarina (*plateau*) o umbral pelágico.

Se pretende con esta historia sedimentaria comparada deducir los principales acontecimientos que han podido afectar a la cuenca en su conjunto a partir del análisis estratigráfico de la misma, aplicando la metodología de HALLAM (1981, capítulo 6), que se basa especialmente en el concepto de secuencia deposicional de MITCHUM *et al.*, 1977). Para ello se estudian las rupturas sedimentarias (MEGIAS, 1981) coetáneas en la cuenca y se analiza la posible relación con los cambios eustáticos. Con este fin se comparan los resultados del estudio con los datos de otras cuencas cretácicas (de cordilleras alpinas o de márgenes continentales no deformados), así como con las curvas de cambios globales de nivel del mar.

2. LOS ACONTECIMIENTOS SEDIMENTARIOS CRETACICOS EN LOS DOMINIOS PALEOGEOGRAFICOS CONSIDERADOS

La sedimentación en la Zona Prebética estuvo condicionada por un conjunto de factores (proximidad a la Meseta, inestabilidad tectónica, clima, variaciones en el desarrollo de la vida bentónica, etc.) cuya interacción dio lugar a una serie de episodios sedimentarios de índole mayor (ciclos sedimentarios) caracterizados por:

a) La existencia de rupturas sedimentarias y lagunas estratigráficas generalizadas, que quedan constatadas hacia el borde de la cuenca (Prebético externo) por discontinuidades estratigráficas jaloadas por superficies ferruginosas y/o conglomerados basales, mientras que hacia el interior de la cuenca (Prebético interno) se detectan mediante cambios bruscos en las secuencias de facies y/o litología.

b) El frecuente desarrollo de los aportes terrígenos en relación con las rupturas sedimentarias genéticamente ligadas a etapas regresivas, a veces debidas a la progradación de sistemas fluviodeltaicos en la plataforma.

c) La existencia de materiales carbonatados de plataforma entre los intervalos anteriores, que responde a un modelo de tipo bahamiano, aunque existen variaciones según los episodios considerados. Estos materiales carbonatados hacia el interior de la cuenca pueden llegar a ser casi exclusivos.

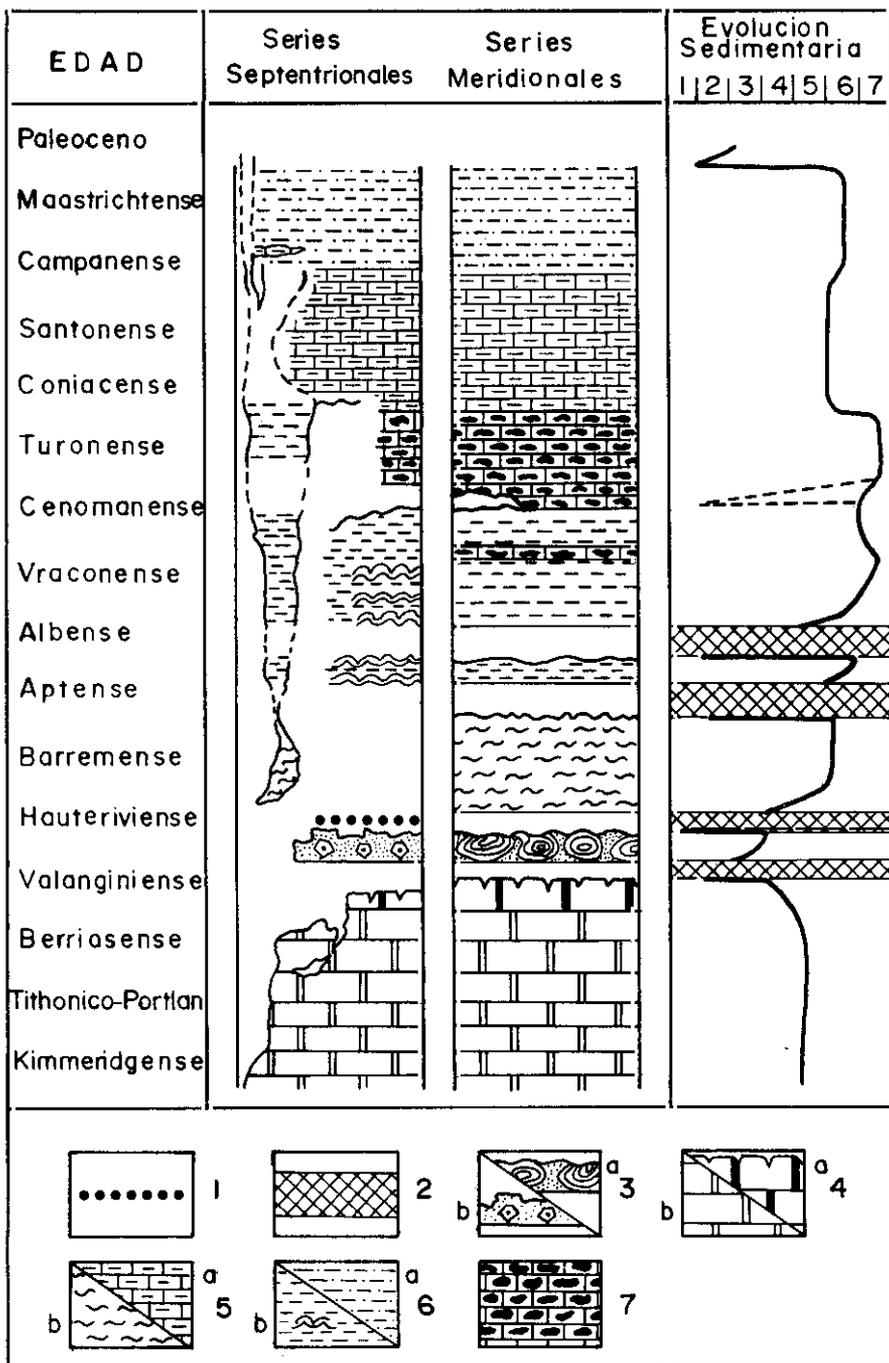
En el Penibético las condiciones sedimentarias durante el Cretácico fueron pelágicas y muestran interrupciones sedimentarias que afectan, con diferente intensidad y duración a la totalidad del dominio, especialmente durante el Cretácico inferior. Las interrupciones quedan registradas en los sedimentos mediante superficies de cementación submarina, mineralización, erosión, disolución y colonización orgánica, así como por depósitos condensados. Estos hechos, sistematizados por GONZALEZ-DONOSO *et al.* (1982) y COMPANYY *et al.* (1982) son los que sirven de base para la diferenciación de etapas sucesivas marcadas por eventos de gran envergadura.

En las figuras 1 y 2 se representa la evolución de las facies y de los medios sedimentarios a lo largo del Cretácico para cada uno de los dominios. Los medios sedimentarios en cada caso son notablemente diferentes, habida cuenta de la distinta situación paleogeográfica general. Dentro de cada gráfico (Figs. 1 y 2) se elabora una curva de evolución de medios y de posición estratigráfica de las interrupciones sedimentarias. A partir de estos datos se elaborará la curva de cambios relativos del nivel del mar (Fig. 3). Previamente se describen los diferentes acontecimientos comunes deducidos de la historia sedimentaria comparada.

2.1. Acontecimiento intravalanginiense

En la Zona Prebética tuvo lugar una interrupción sedimentaria generalizada, que quedó marcada por un *hard-ground* de edad Valanginiense inferior, que pone fin a la sedimentación carbonatada de tipo Purbeck. Sobre él se depositaron los sedimentos terrígenos,

FIG. 1.—Evolución sedimentaria durante el Cretácico en el dominio paleogeográfico Penibético: 1) Emersión.—2) Interrupción sedimentaria.—3) Facies de umbral (depósitos condensados).—3 a) Crinoiditas.—3 b) Calizas margosas con oncolitos pelágicos.—4) Facies de umbral (depósitos estratificados).—4 a) Calizas pelágicas pardas.—4 b) Calizas nodulosas y en bancos.—5) Facies de umbral profundo o elevación submarina (*plateau*).—5 a) Capas rojas calcáreas.—5 b) Margas y margocalizas blancas.—6) Facies de cuenca.—6 a) Depósitos en condiciones oxigenadas (capas rojas calcáreas).—6 b) Depósitos en condiciones anóxicas (margas y margocalizas grises, a veces con estromatolitos pelágicos).—7) Calizas tableadas oscuras con abundantes sílex.



bien sean de carácter fluviodeltaico (facies Weald), bien marinos de plataforma (margas arenosas con *Exogyras* y ammonites). Esta interrupción, reconocida en otros dominios mesogeos, es posterior a la aparición de *Calpionellites darderi* (COLOM).

En el Penibético se constata una discontinuidad estratigráfica de la misma edad; en efecto, la sedimentación del comienzo del Cretácico, constituida por calizas pelágicas y nodulosas, tiende a ser más reducida a partir del Berriasense superior. Durante la interrupción sedimentaria intravalanginense el fondo marino se litificó, mineralizó y colonizó por organismos epibentónicos (GONZALEZ-DONOSO *et al.*, 1982).

2.2. Acontecimiento intrahauteriviense

En la Zona Prebética no se detecta fácilmente este acontecimiento. Sin embargo, se puede deducir a partir de algunos criterios. Llama la atención en primer lugar el desarrollo en el Prebético interno de un esquema paleogeográfico atípico en el que se pasa bruscamente de las facies fluviodeltaicas (facies Weald) a las facies hemipelágicas, mediante una barra arrecifal (GARCIA-HERNANDEZ *et al.*, 1982).

El hecho se detecta en las áreas más septentrionales del Prebético interno por el depósito de materiales terrígenos procedentes de la Meseta, que constituyen las facies Weald (Fig. 2). Por su parte en los sectores más meridionales del Prebético interno se reconoce por la existencia de una laguna estratigráfica que afecta irregularmente al Hauteriviense medio y superior, en las facies marinas hemipelágicas. El Prebético externo durante el Hauteriviense permaneció emergido (Fig. 2).

En el Penibético tuvo lugar una rápida emersión intrahauteriviense (GONZALEZ-DONOSO *et al.*, 1982) que originó un karst, ampliamente desarrollado en los sectores septentrionales del dominio, donde pueden crearse cavidades de hasta varias decenas de metros de extensión y profundidad, así como un intrincado sistema de fisuras y microcuevas; hacia el Sur el karst pierde importancia y pasa lateralmente a un *hard-ground*.

2.3. Acontecimiento intraaptense

En numerosos sectores de la Zona Prebética tiene lugar una interrupción sedimentaria en la base del Aptense superior, que viene a delimitar dos ciclos sedimentarios urgonianos (GARCIA-HERNANDEZ, 1979). Ambos son de carácter expansivo hacia el borde septen-

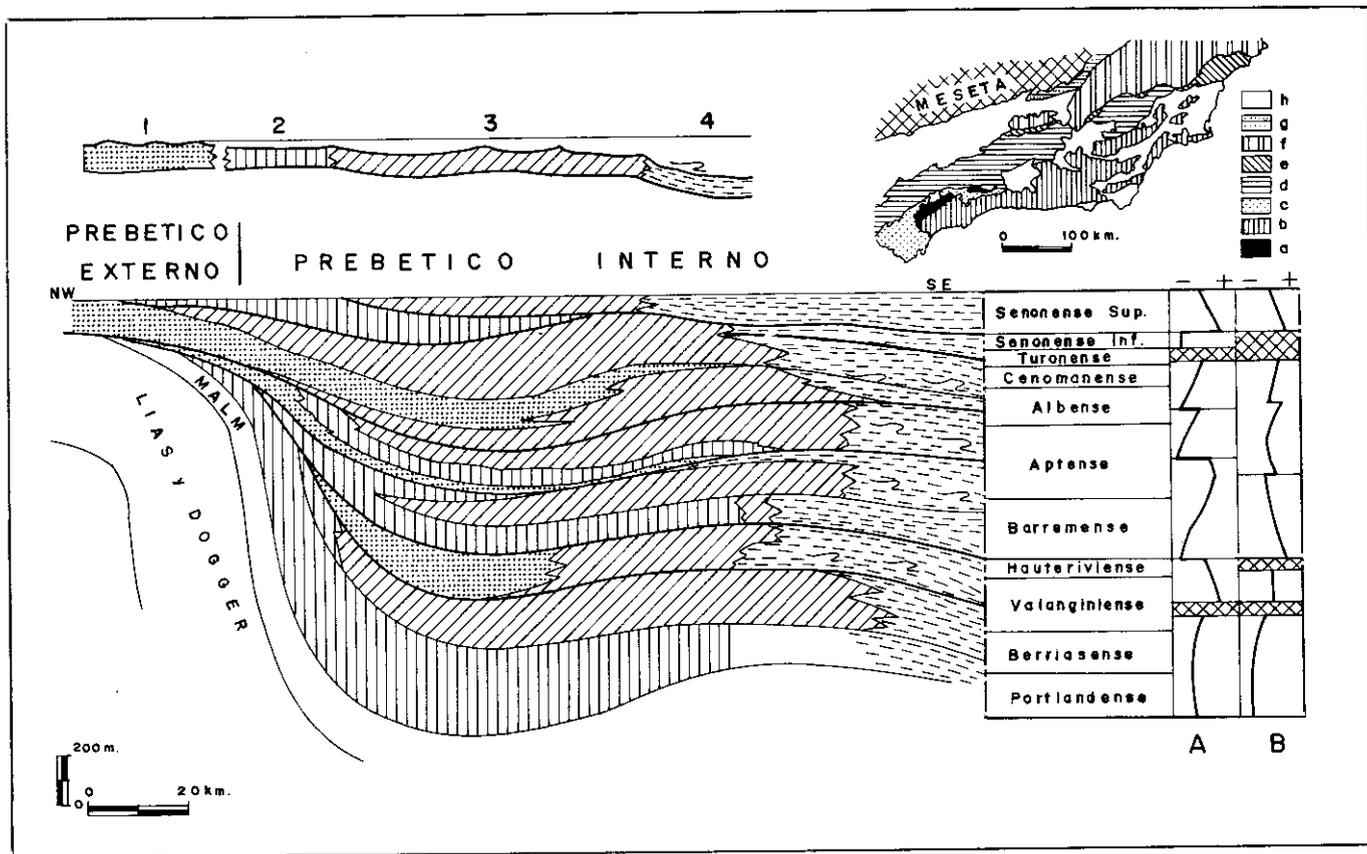


FIG. 2.—Esquema geológico de las Cordilleras Béticas y evolución sedimentaria durante el Cretácico en la Zona Prebética (A. sector central y occidental; B. sector oriental): a) Penibético.—b) Zonas internas.—c) Unidades del Campo de Gibraltar.—d) Zona Subbética.—e) Unidades Intermedias.—f) Zona Prebética.—g) Cobertura Tabular.—h) Neógeno y Cuaternario.—1) Facies fluviodeltaicas o continentales.—2) Facies de borde interno de plataforma.—3) Facies de plataforma abierta.—4) Facies hemipelágicas.

trional de la cuenca. La base del segundo ciclo viene marcada por la aparición de niveles lateríticos (arcillas rojas con pisolitos ferruginosos) y arenas y lutitas, que en el Prebético externo recubren términos más antiguos de distintas edades (Fig. 2).

En el Penibético hacia el Hauteriviense superior el relieve karstificado queda sumergido y comienza el relleno de sus cavidades con material pelágico; mientras que en el sector meridional se depositan margas y margocalizas con *Nannoconus* y ammonites. Sobre estos materiales una nueva interrupción sedimentaria da lugar a un *hard-ground* por encima del cual se depositan margas oscuras del Aptense superior, faltando la mayor parte del Aptense inferior, tanto en los rellenos de grietas como en los niveles estratiformes.

2.4. Acontecimiento intraalbense

La megasecuencia de carácter transgresivo, que caracteriza el segundo ciclo urgoniano en gran parte de la Zona Prebética, queda interrumpida al comienzo del Albense superior por la llegada brusca de los depósitos fluviodeltaicos expansivos de la Fm. Utrillas que comienzan a progradar desde el borde septentrional de la cuenca hacia el interior.

En el Penibético el acontecimiento intraalbense se detecta gracias a una laguna estratigráfica que afecta al Albense inferior. En rellenos de grietas y cavidades se encuentran mezclas de faunas del Aptense superior y Albense superior y en ningún caso aparecen asociaciones del Albense inferior. En algunos cortes los materiales del Albense superior descansan directamente sobre los del Aptense superior, separados por un *hard-ground*. Después de este acontecimiento comienza la fosilización y relleno generalizado de las cavidades del karst, y la nivelación de gran parte de las irregularidades preexistentes en el fondo marino.

2.5. Acontecimiento cenomanense-turonense

En la Zona Prebética queda reflejado por un máximo transgresivo. En efecto, se marca un cambio en el paso de las calizas de plataforma abierta que rápidamente son sustituidas por margocalizas de carácter hemipelágico en el Cenomanense superior-Turonense inferior (MARTIN, 1980). Posteriormente a este evento se vuelve a una situación regresiva, en la que de nuevo se depositan materiales de plataforma abierta sobre las margocalizas de carácter hemipelágico. Es muy posible que falten sedimentos en una parte del Turonense,

intervalo durante el que acontece la principal fase de dolomitización en la Zona Prebética (MARTIN, 1980).

En el Penibético tan sólo localmente en las áreas más septentrionales se ha puesto de manifiesto una laguna estratigráfica (LINARES, 1977, y GONZALEZ-DONOSO *et al.*, 1982). En las áreas meridionales del Penibético este acontecimiento queda marcado por la existencia de un nivel bituminoso (DÜRR, 1967) y la aparición de calizas tableadas con sílex.

2.6. Acontecimiento del Senonense basal

En la Zona Prebética queda señalado por una ruptura sedimentaria jalonada por un conglomerado en la base de las calizas senonenses, depositadas en medios restringidos.

En los sectores meridionales el Penibético puede coincidir con la aparición de las «capas rojas» coniacenses, sobre las calizas con sílex turonenses. En los sectores septentrionales las capas rojas del Coniacense se depositan directamente sobre el paleokarst o sobre materiales del Vraconense-Cenomanense inferior.

2.7. Acontecimiento intracampanense

En la Zona Prebética durante el Campanense tiene lugar un importante episodio transgresivo que implica el rápido reemplazamiento de las facies de plataforma restringida por facies de plataforma abierta que gradualmente pasan a ser pelágicas. El Campanense superior puede encontrarse discordante sobre los términos del Santonense o, lo que es más frecuente, sobre materiales más antiguos.

En el Penibético, donde el registro sedimentario es continuo, puede detectarse, aunque de manera dudosa, por una acentuación progresiva pero muy rápida del carácter margoso de las capas rojas, dentro del Campanense. Otro argumento podría ser la existencia de una importante etapa de relleno de diques y de fosilización del paleokarst, con la que prácticamente quedaron igualados todos los desniveles preexistentes.

2.8. Acontecimiento finicretácico

Una evolución regresiva se detecta en numerosos sectores del Prebético en el límite Cretácico-Paleoceno. En efecto, en el Prebético externo y en áreas septentrionales del Prebético interno es frecuente

la ausencia de términos paleocenos; en otros sectores, sobre materiales de facies hemipelágicas maastrichtenses se depositan otros paleocenos de facies de plataforma. Por último, en áreas del Prebético de Alicante el límite Maastrichtense-Paleoceno viene marcado por un *hard-ground*, dentro de facies pelágicas.

En el Penibético se detecta una laguna que afecta a las últimas biozonas del Cretácico y/o las primeras del Paleógeno con diferentes desarrollo.

3. COMPARACION CON OTRAS REGIONES

Merece destacarse que acontecimientos de edad similar, pero que originan efectos diferentes, se reconocen también en otros dominios de la Cordillera Bética. Así, durante el Valanginiense y, sobre todo, el Hauteriviense (que a veces falta por laguna estratigráfica) acontecen importantes vertidas olistostrómicas (Fm. Carretero: COMAS *et al.*, 1982; «Complejo de aptychus»: BOURGOIS, 1978; MARTIN-ALGARRA y VERA, 1982). También diversos autores (FOUCAULT, 1971; KUHRY, 1975; LINARES, 1977; COMAS, 1978) detectan en el Subbético lagunas estratigráficas que afectan, con diferente desarrollo, al Barremense-Aptense, Cenomanense superior-Turonense o incluso, localmente, a la mayor parte del Cretácico; episodios de reanudación local de la sedimentación se registran en el Albense superior, Coniacense inferior, Santonense y Campanense medio. Igualmente, vertidos olistostrómicos importantes acontecen en el Cenomanense superior y Santonense (COMAS, 1978).

En el Complejo Maláguide AZEMA (1961) reconoció dos delgadísimos episodios sedimentarios de edad Albense superior y Senonense medio, el primero de ellos rellenando cavidades de una superficie kárstica excavada sobre calizas del Tithónico-Berriasense. ROEP (1980) compara diversas series estratigráficas cretácicas del Maláguide y señala el carácter extremadamente condensado de las secuencias, que contienen interrupciones sedimentarias locales de edad prevalanginiense, prealbense superior, Cenomanense-Turonense y presenonense superior, con formación de olistostromas durante el Valanginiense-Barremense, Albense-Cenomanense y base del Senonense superior.

En otros dominios alpinos, fuera de la Cordillera Bética pueden constatarse evoluciones sedimentarias parecidas dentro del Cretácico, como ya ponen de manifiesto al comparar las facies BERNOULLI y JENKYNS (1974) y JENKYNS (1980), entre otros autores. Un estudio comparado, para el Cretácico inferior, entre la Zona Prebética, y otras regiones se encuentra en este volumen (CANEROT *et al.*, 1982). BUTT (1982) estudia la evolución del oeste de Marruecos y

detecta fases regresivas (intra-hauteriviense, Aptense inferior, inicio del Albense superior y Coniacense-Senonense) y fases transgresivas (Valanginiense, Barremense, Aptense superior, Turonense y Campanense).

4. DEDUCCION DE LOS CAMBIOS RELATIVOS DEL NIVEL DEL MAR

En los últimos años han sido muy numerosos los trabajos que tratan sobre cambios relativos del nivel de mar de gran envergadura. Diversos autores han ido elaborando, a partir de datos de geología de superficie y en especial de perfiles sísmicos (completados con datos de sondeos), análisis de cuencas y han propuesto curvas de cambios de nivel del mar, de carácter local y con todas ellas a escala continental y mundial.

A partir de la evolución de los medios sedimentarios y sucesión de acontecimientos anteriormente descritos se ha elaborado la curva hipotética que refleja los cambios de nivel del mar para el Cretácico de la Cordillera Bética (Fig. 3). Junto a esta curva se representan dos curvas propuestas a nivel mundial por HANCOCK (1975) y VAIL *et al.* (1977). Se pretende, al comparar estas curvas, deducir cuáles de los acontecimientos descritos corresponden a cambios eustáticos y cuáles pueden deberse a factores más locales.

Parte de los ciclos eustáticos establecidos por COOPER (1977), así como las grandes transgresiones y regresiones del Cretácico superior delimitadas por HANCOCK y KAUFMANN (1979) se ajustan bien a los episodios sedimentarios anteriormente descritos.

HANCOCK (1975) considera como momentos de máxima bajada del nivel del mar el Albense medio, Cenomanense superior, base del Senonense, límite Santonense-Campanense y final del Cretácico.

VAIL *et al.* (1977) establecen, de forma incompleta, los cambios globales del nivel del mar durante el Cretácico y detectan situaciones de caída global del nivel del mar de edad finiberriasense, intraap-tense, intracenomanense, intrasantonense (de poca importancia) y finicretácica. Los máximos relativos de subida del nivel del mar durante el Turonense superior, Coniacense y Campanense.

Estos datos nos permiten pensar que gran parte de los acontecimientos descritos que afectaron a amplias zonas de la corteza y que fueron los responsables de los cambios del nivel del mar pueden también haber quedado registrados en la Cordillera Bética.

Si se analiza la curva propuesta (Fig. 3) y se compara con las de otros sectores se pueden hacer las siguientes consideraciones:

Los acontecimientos intravalanginiense e intrahauteriviense no tiene coincidencia con la curva de VAIL *et al.* (1977) en la que existen dos episodios inmediatamente anteriores (finiberriasense y finivalanginiense). En el oeste de Marruecos BUTT (1982) detecta una bajada brusca del nivel del mar intrahauteriviense, que produce incluso emersiones; sin embargo, no hay coincidencia en el Valanginiense. Se puede tratar de una de estas posibilidades: *a*) que estos dos acontecimientos sean reflejo de los establecidos por VAIL *et al.* (1977), algo desfasados en el tiempo, y *b*) que uno de ellos (intrahauteriviense) afectó a áreas de Marruecos, mientras que *el otro* afectó a todos los bordes de la Meseta (CANEROT *et al.*, 1982).

El acontecimiento intraaptense coincide con el marcado por VAIL *et al.* (1977) como una fase regresiva que da lugar a sedimentación continental muy patente al oeste de Marruecos (BUTT, 1982). El acontecimiento intraalbense no es reconocido por VAIL *et al.* (1977), pero sí lo es por HANCOCK (1975) como una importante bajada del nivel del mar.

Dentro del Cretácico superior hay un mayor grado de coincidencia. Así en el límite Cenomanense-Turonense se tiene un máximo de subida del nivel del mar, con un importante acontecimiento anóxico (ARTHUR y SCHLANGER, 1979; JENKYNS, 1980). El inicio del Senonense coincide con una bajada del nivel del mar en las tres curvas (Fig. 3). Por su parte el acontecimiento intracampanense queda igualmente marcado como episodio de bajada de nivel del mar, seguido de una subida progresiva. Por último, el acontecimiento finicretácico coincide también con una bajada en el nivel del mar en todas las curvas.

Las semejanzas en el comportamiento con respecto a la posición relativa del nivel del mar en los dominios considerados y la buena correspondencia con los cambios globales del nivel del mar (Fig. 3) nos ha inducido a considerar los episodios sedimentarios reconocidos como debidos a ciclos eustáticos que estarían delimitados por acontecimientos importantes que fueron coetáneos en amplias zonas de la corteza terrestre.

Numerosos trabajos recientes versan sobre las variaciones de carácter cíclico que pueden detectarse a lo largo de la historia de la tierra (FISCHER Y ARTHUR, 1977; AGER, 1980), incluidas las ligadas a los cambios eustáticos, sus causas y sus efectos (HALLAM, 1977, 1978, 1981; HALLAM y BRADSHAW, 1979; HAYS y PITMAN, 1973; PITMAN, 1978; DONOVAN y JONES, 1979; JENKYNS, 1980, etcétera). Evidentemente en las distintas áreas de la corteza terrestre las mismas causas pueden producir diferentes efectos debidos a la gran cantidad de factores locales que pueden condicionar la sedi-

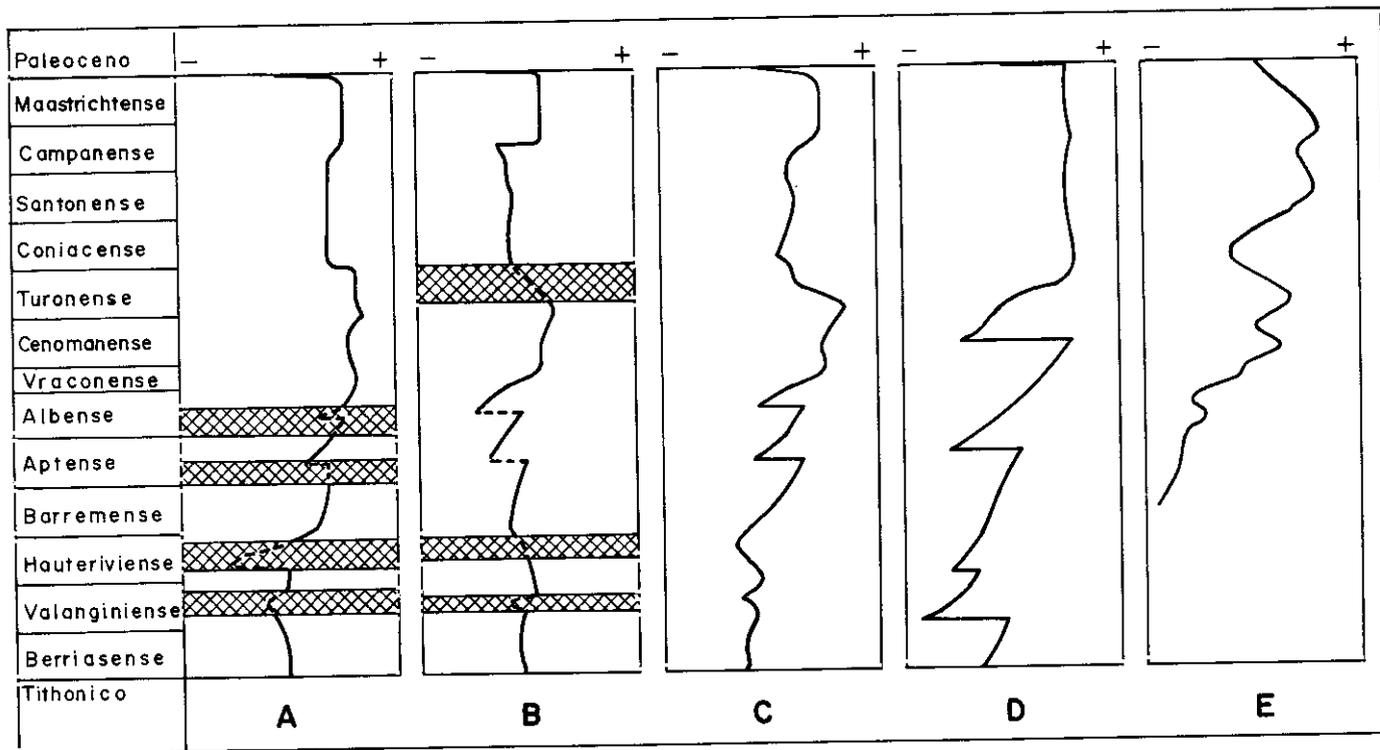


FIG. 3.—Curvas de evolución de medios sedimentarios (A. Penibético, y B. Prebético). La curva C representa los cambios de nivel del mar en el margen continental, de la Cordillera Bética. Se añaden para su comparación las curvas de VAIL *et al.* (1977) y HANCOCK (1975) (D y E, respectivamente).

mentación en cada cuenca sedimentaria, pero siempre se observará una relativa coetaneidad en los efectos originados. La causa responsable de tales acontecimientos que da lugar a los ciclos eustáticos globales, es un tema controvertido (DONOVAN y JONES, 1979). Sin embargo, una buena parte de los estudios realizados se inclinan por considerar un motor interno (FISCHER y ARTHUR, 1977) posiblemente conectado con variaciones en la velocidad de expansión del fondo oceánico (HAYS y PITMAN, 1973; PITMAN, 1978; AGER, 1980), al menos para los eventos que delimitan los ciclos principales (superciclos de VAIL *et al.*, 1977). Resulta más problemático ligar los ciclos eustáticos de segundo orden, como los aquí considerados, con los cambios en la expansión oceánica debido, entre otras razones, a la relativa escasez de datos sobre el fondo oceánico cretácico. Sin embargo, la reactivación de relieves en las áreas continentales, que da lugar a invasiones por materiales terrígenos de grandes áreas de la plataforma, así como la existencia de discordancias locales coincidentes con estos acontecimientos, hace pensar en un motor tectónico, de naturaleza compresiva o distensiva, según la edad y la región consideradas y, por tanto, permite sospechar una relación más o menos directa con la expansión del fondo oceánico, causa última de la tectogénesis en la corteza terrestre. De ser cierta tal hipótesis, la noción de unidad tectosedimentaria (UTS de MEGIAS, 1981) se ajustaría bien a las secuencias deposicionales establecidas.

5. CONCLUSIONES

En este trabajo se puede constatar la existencia de diversos rasgos estratigráficos (discontinuidades, rupturas sedimentarias, cambios litológicos) que se observan en las series de la Zona Prebética y el dominio Penibético, que muestran una gran coincidencia temporal. Fenómenos similares han sido descritos en otras áreas de esta cordillera y en otras regiones fuera de la misma.

Se elabora una curva de cambios de nivel del mar durante el Cretácico para la Cordillera Bética y se compara con las establecidas a nivel mundial por diferentes autores. Al comprobar la coincidencia de bastantes de los acontecimientos se interpretan éstos como debidos a cambios eustáticos que afectaron a regiones bastante extensas de la corteza terrestre.

Las caídas más importantes del nivel del mar que se constatan son de edad Hauteriviense, Aptense medio, Albense medio, Turonense y límite Cretácico-terciario. Caídas menores se detectan durante el Valanginiense, Barremense, Cenomanense medio, base del Senonense y Campanense inferior.

Momentos de máxima subida del nivel del mar acontecen durante el Vraconense, límite Cenomanense-Turonense y Campanense-Maastrichtense, con pulsaciones transgresivas menores durante el límite Valanginiense-Hauterviense, Aptense inferior y Santonense.

BIBLIOGRAFIA

- AGER, D. V. (1980): Major marine cycles in the Mesozoic. *J. Geol. Soc. London*, 138, 159-166.
- ARTHUR, M. A., y SCHLANGER, S. O. (1979): Cretaceous «Oceanic Anoxic Events» as causal factors in Development of Reef-Reservoired Giant Oil Fields. *Bull. Am. Ass. Petr. Geol.*, 63, 870-885.
- AZEMA, J. (1961): Etude géologique des abords de Málaga. *Estudios Geológicos*, 17, 131-160.
- AZEMA, J.; FOUCAULT, A.; FOURCADE, E.; GARCÍA-HERNÁNDEZ, M.; GONZÁLEZ-DONOSO, J. M.; LINARES, D.; LÓPEZ-GARRIDO, A. C.; RIVAS, P., y VERA, J. A. (1979): Las microfácies del Jurásico y Cretácico de las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas. *Secr. Publ. Univ. Granada*, 83 pp.
- BERNOULLI, D., y JENKYN, H. A. (1974): Alpine Mediterranean and Central Atlantic Mesozoic facies in relation to the early evolution of the Tethys. In DOTT, R. H. Jr., y SHAVER, R. H. (eds.): *Modern and ancient geosynclinal sedimentation, Spec. Publ. S. E. P. M.*, 19, 129-160.
- BLUMENTHAL, M. (1927): Versuch einer tektonischen Gliederung der bethischen Cordilleren von Central un Südwest Andalousien. *Eclogae. Geol. Helv.*, 20, 487-532.
- BOURGOIS, J. (1978): Le transversale de Ronda. Données géologiques pour une moldele d'évolution de l'arc de Gibraltar. *Tesis*, Univ. Besançon, 455 pp.
- BOURGOIS, J.; CHAUVE, P.; DIDON, J., y PEYRE, Y. (1970): Le Pénibétique, Unité de Ronda-Torcal. *Annales. Soc. Geol. Nord.*, 4, 380-382.
- BUTT, A. (1982): Micropaleontological bathymetry of the Cretaceous of western Morocco. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaecol.*, 37, 235-275.
- CANEROT, J.; CUGNY, P.; GARCÍA-HERNÁNDEZ, M.; LÓPEZ-GARRIDO, A. C.; PEYBERNES, B.; REY, J., y VERA, J. A. (1982): Les événements majeurs sur les plate-formes eocretacées de la Mesogée occidentale (en este volumen).
- CHAUVE, P.; DIDON, J., y PEYRE, Y. (1968): Le Crétacé inférieur du Pénibétique (Zone de Ronda-Torcal), Cordillères Bétiques, Espagne. *Bull. Soc. Geol. France* (7), X, 56-64.
- COMAS, M. C. (1978): Sobre la geología de los Montes Orientales: Sedimentación y evolución paleogeográfica desde el Jurásico al Mioceno inferior (Zona Subbética, Andalucía). *Tesis*, Univ. Bilbao, 323 pp.
- COMAS, M. C.; RUIZ-ORTIZ, P. A., y VERA, J. A. (1982): El Cretácico de las Unidades Intermedias y la Zona Subbética. In: *El Cretácico de España*, Univ. Complutense Madrid, pp. 570-603.
- COMPANY, M.; GONZÁLEZ-DONOSO, J. M.; LINARES, D.; MARTÍN-ALGARRA, A.; REBOLLO, M.; SERRANO, F.; TAVERA, J. M., y VERA, J. A. (1982): Diques

- neptúnicos en el Cretácico Penibético: Aspectos genéticos y etapas de relleno (en este volumen).
- COOPER, M. R. (1977): Eustacy during the Cretaceous: Its implications and importance. *Paleogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 22, 1-60.
- DONOVAN, D. T., y JONES, E. J. W. (1979): Causes of worldwide changes in sea level. *J. Geol. Soc. London*, 136, 187-192.
- DÜRR, St. (1967): Geologie der Serranía de Ronda und ihrer südwestlichen Ausläufer (Andalousien). *Geologica Romana*, 6, 1-73.
- FALLOT, P. (1948): Les Cordillères Bétiques. *Estudios Geológicos*, 9, 83-172.
- FISCHER, A. G., & ARTHUR, M. A. (1977): Secular variations in the pelagic realm. In: COOK, H. E., & ENOS, P. (eds.): *Deep-water Carbonate Environments*. Spec. Publ. Soc. Econ. Paleont. Miner., 25, 19-50.
- FOUCAULT, A. (1971): Etude géologique des environs des sources du Guadalquivir (Prov. de Jaén et de Grenade). *Tesis*, Univ. París, 633 pp.
- GARCÍA-HERNÁNDEZ, M. (1979): Les faciès urgoniens pendant la sédimentation Barrémo-Albienne dans les sierras de Cazorla et du Segura (Zone Prébétique, SE, de l'Espagne). *Geobios*, Mem. esp., 3, 57-69.
- GARCÍA-HERNÁNDEZ, M.; LÓPEZ-GARRIDO, A. C.; RIVAS, P.; SANZ DE GALDEANO, C., y VERA, J. A. (1980): Mesozoic Paleogeographic evolution of the External Zones of the Betic Cordillera. *Geol. Mijnbouw*, 59, 155-168.
- GARCÍA-HERNÁNDEZ, M.; LÓPEZ GARRIDO, A. C., y VERA, J. A. (1982): El Cretácico de la Zona Prebética. In: *El Cretácico de España*, Univ. Complutense Madrid, pp. 326-570.
- GONZÁLEZ-DONOSO, J. M.; LINARES, D.; MARTÍN-ALGARRA, A.; REBOLLO, M.; SERRANO, F., y VERA, J. A. (1982): Discontinuidades estratigráficas durante el Cretácico en el Penibético (Cordillera Bética). *Estudios Geológicos* (en prensa).
- HALLAM, A. (1977): Secular changes in marine inundation of USSR and North America through the Phanerozoic. *Nature*, 269, 769-772.
- (1978): Eustatic cycles in the Jurassic. *Palaeogeog. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 28, 1-32.
- (1981): *Facies interpretation and the stratigraphic record*. Ed. Freeman & Comp., Oxford, 291 pp.
- HALLAM, A., & BRADSHAW, M. J. (1979): Bituminous shales and oolitic ironstones as indicators of transgressions and regression. *J. Geol. Soc. London*, 136, 157-164.
- HANCOCK, J. M. (1975): The sequence of facies in the Upper Cretaceous of northern Europe compared with that in the Western Interior. *Geol. Assoc. Canada*, Spec. Paper, 13, 84-118.
- HANCOCK, J. M., y KAUFMANN, E. G. (1979): The great transgression of the Late Cretaceous. *J. Geol. Soc. London*, 136, 175-186.
- HAYS, J. D., & PITMANN, W. C. III (1973): Lithospheric plate motions, sea-level changes and climatic and ecologic consequences. *Nature*, 264, 18-22.
- HOEPPENER, R.; HOPPE, P.; DÜRR, St., et MOLLAT, H. (1964): Ein Querschnitt durch die Betischen Kordilleren bei Ronda (SW Spanien). *Geol. Mijn.*, 43, 282-298.
- JENKYN, H. A. (1980): Cretaceous anoxic events: from continents to oceans. *J. Geol. Soc. London*, 137, 171-188.

- JEREZ, L. (1981): Estudio geológico, geotectónico y tectosedimentario de la Zona Prebética en relación con las demás Cordilleras Béticas e Ibérica. Informe *I. G. M. E.*, 160 pp. (en prensa).
- KUHRY, B. (1975): Stratigraphy of the Lower Cretaceous in the Subbetic north of Velez Blanco (Province of Almeria, SE Spain) with special reference to oolitic turbidites. *GUA Paps. Geol. Amsterdam, Ser, 1*, n.º 7, pp. 41-74.
- LINARES, D. (1977): Estudio de los foraminíferos planctónicos del Cretácico superior de las Cordilleras Béticas (Sector Central). *Tesis*, Univ. Granada, 410 pp.
- MARTÍN, J. M. (1980): Las dolomías de las Cordilleras Béticas. *Tesis*, Univ. Granada, 201 pp.
- MARTÍN-ALGARRA, A., y VERA, J. A. (1982): El Penibético, las Unidades del Campo de Gibraltar, las Zonas Internas y las unidades implicadas en el contacto entre Zonas Internas y Zonas Externas. In: *El Cretácico de España*, Univ. Complutense Madrid, pp. 603-630.
- MEGÍAS, A. G. (1981): Cuencas sedimentarias: Análisis tectosedimentario. *Curso Expl. Hidr.*, S. I. G. U. E., Madrid, 1981, 26 pp. mecanografiadas.
- MITCHUM, R. M. Jr.; VAIL, P. R., y THOMPSON, S. III (1977): Seismic stratigraphy and global changes of Sea Level. Part, 2: The depositional sequence as a basic unit of stratigraphic analysis. In: PAYTON, C. E. (ed.), *Seismic Stratigraphy A. A. P. G.*, mem, 26, pp. 53-62.
- PITMAN, W. C. III (1978): Relationship between eustacy and stratigraphic sequences of passive margins, *Bull. Geol. Soc. Am.*, 89, 1389-403.
- RODRÍGUEZ-ESTRELLA, T. (1978): Geología e Hidrogeología del sector de Alcazar-Liétor-Yeste (Prov. de Albacete). Síntesis geológica de la Zona Prebética. *Tesis*, Univ. Granada, 758 pp. Publicada en *Mem. Inst. Geol. Min.*, España, 1979.
- ROEP, Th. B. (1980): Condensed Cretaceous limestones in a section near Xiquena Betic of Málaga, SE Spain, *Proc. Kon. Ned. Akad. Wet.*, B, 83, 183-200.
- VAIL, P. R.; MITCHUM, R. M. Jr., y THOMPSON, S. III (1977): Seismic stratigraphy and global changes of sea level, part, 4: Global cycles of relative changes of sea level. In: PAYTON, C. E. (ed.). *Seismic stratigraphy A. A. P. G.*, mem. 26, 83-97.
- VERA, J. A. (1981): Correlación entre las Cordilleras Béticas y otras cordilleras alpinas durante el Mesozoico. In: *Programa Internacional de la Correlación Geológica P. I. C. G.*, Real Acad. Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Madrid, 2, 129-168.