

*Registro sedimentario  
de la transgresión pliocena  
al sur de Sierra Bermeja  
(Cordillera Bética, Mediterráneo Occidental)*

A. GUERRA-MERCHÁN

*Dept. de Geología y Ecología, Facultad de Ciencias,  
Universidad de Málaga, 29071-Málaga.*

RESUMEN

En los materiales del Plioceno localizados al Sur de Sierra Bermeja (Estepona, Málaga), se han diferenciado en cartografía tres conjuntos litológicos. El inferior, constituido por conglomerados y arenas rojas, representa el depósito de pequeños abanicos aluviales. El conjunto intermedio se caracteriza por el predominio de facies detríticas gruesas con abundante fauna que evidencia un medio marino. Representado en su parte basal por facies arenosas litorales y facies lutíticas de plataforma, destaca por el desarrollo de facies conglomeráticas y arenosas relacionadas con depósitos deltaicos. El conjunto superior está constituido por arenas finas y lutitas bioturbadas depositadas en la zona de transición.

Destaca el desarrollo de dos ciclos sedimentarios retrogradantes. El primero estaría constituido por los depósitos aluviales, litorales y de plataforma, mientras que el segundo se compone de los depósitos deltaicos y los de la zona de transición. Los dos ciclos se desarrollaron en un contexto de subida del nivel del mar y se vieron influenciados por pulsos tectónicos que controlaron, en cierta medida, la subsidencia tectónica del fondo de la cuenca y la cantidad de aportes. El carácter transgresivo de ambos ciclos y los datos bioestratigráficos disponibles, que indican una edad Plioceno inferior, permitirían correlacionarlos con la unidad denominada Plioceno I en el dominio de la Cordillera Bética.

**Palabras claves:** Transgresión, Plioceno, Análisis de facies, Mediterráneo occidental, Cordillera Bética.

## ABSTRACT

In the Pliocene materials localized to the South of Sierra Bermeja (Estepona, Malaga), three lithologic units are differentiated in cartography. The lower unit is formed by red conglomerates and sands, and it represents the alluvial fan deposits. The middle unit is originated in marine environments. It is made up by a beach facies-unit, comprising gravels and sands, a shelf facies-unit consisting of shales with benthonic and planktonic fauna and a fan delta facies-unit, comprising conglomerates and sands. The upper unit is dominated by borrowed fine sands and shales deposited in the transition zone.

Two retrograding sedimentary cycles are recognized. The first is constituted by alluvial, beach and shelf deposits. The second is composed of the fan delta and transition zone deposits. Both cycles were developed in a transgressive context during the Pliocene, while the tectonic activity controlled the subsidence and the sediment supply. The biostratigraphic data indicate a lower Pliocene age for these materials, which can be correlated with Pliocene I unit in the Cordillera Betic area.

**Keywords:** Transgression, Pliocene, Facies analysis, Western Mediterranean, Betic Cordillera.

## INTRODUCCIÓN

En la provincia de Málaga (Fig. 1A), los depósitos neógeno-cuaternarios se localizan en la región de Ronda, Antequera y a lo largo de la zona costera, donde predominan los del Plioceno y Cuaternario. Los materiales pliocenos marinos afloran a lo largo de una franja que se extiende por el litoral, a excepción de dos sectores. Uno, al Oeste de Málaga, coincide con el bajo valle del Guadalhorce, donde estos materiales, junto con algunos afloramientos del Mioceno y Cuaternario representan el relleno de la llamada Cuenca de Málaga (Sanz de Galdeano y López Garrido, 1991; López Garrido y Sanz de Galdeano, 1994). El otro sector se localiza en las inmediaciones de Vélez-Málaga, donde materiales del Mioceno han sido detectados en sondeos (Carrasco *et al.*, 1978) y el Plioceno se adentra hacia tierra unos 10 Km (Fig. 1A). En los afloramientos del Plioceno distribuidos a lo largo del litoral, destaca el gran desarrollo de facies detríticas de conglomerados y arenas (Guerra-Merchán y Serrano, 1993; Lozano Francisco, Vera Peláez y Guerra-Merchán, 1993; Mayoral Alfaro y Rodríguez Vidal, 1994; Muñoz Solís y Guerra-Merchán, 1994), mientras que en los dos sectores indicados, las facies gruesas quedan restringidas a los bordes de las cuencas, desarrollándose *ampliamente hacia el interior facies finas de decantación, como son arcillas y*

margas grises y amarillas (Sanz de Galdeano y López Garrido, 1991; López Garrido y Sanz de Galdeano, 1994).

En la franja litoral situada al E de Estepona, los sedimentos pliocenos se disponen discordantes sobre materiales de los Complejos Alpujárride, Maláguide y Campo de Gibraltar, y localmente sobre materiales de la Formación San Pedro de Alcántara (Aguado *et al.*, 1990), incluida en el Grupo Viñuela, de edad Mioceno inferior (Sanz de Galdeano *et al.*, 1993). A su vez son cubiertos en discordancia por depósitos continentales de origen aluvial de edad Pleistoceno, sedimentos recientes de los cursos fluviales y las playas actuales (Fig. 1B).

Trabajos previos sobre este sector se han centrado fundamentalmente en las características de los materiales del basamento pre-plioceno y ofrecen descripciones muy generales sobre los depósitos pliocenos (Michel-Levy y Bergeron, 1890-1892; Blumenthal, 1934; Didon, 1969; Mauthe, 1971). Otros más recientes se centran en el estudio de la abundante y variada fauna que muestran los diferentes yacimientos localizados en los materiales pliocenos (González Donoso y De Porta, 1977; Palmqvist, Guerrero y Salva 1989; Lozano Francisco *et al.*, 1993; Vera Peláez, Lozano Francisco y Guerra-Merchán, 1993; Muñiz Solís y Guerra-Merchán, 1994; Vera Peláez *et al.*, 1995; entre otros). El mapa a escala 1:50.000 del Plan MAGNA (Chamón, Estévez & Piles, 1978) proporciona una considerable información cartográfica y estratigráfica sobre los materiales de esta región. Estos autores interpretan que los depósitos pliocenos se depositaron en un medio marino, poco profundo y cercano a costa. Por otro lado, Hernández (1993) llevó a cabo un análisis de la evolución de la plataforma continental adyacente a este sector durante el Cuaternario.

Este trabajo se centra en el análisis sedimentológico de los materiales del Plioceno, en los cuales se ha podido diferenciar en cartografía varios conjuntos litológicos, constituidos a su vez por diferentes tipos de facies y secuencias de facies, relacionadas con diferentes ambientes sedimentarios. La interpretación de los mismos permite establecer la evolución sedimentaria y la reconstrucción paleogeográfica de este sector marginal del Mediterráneo occidental durante el Plioceno.

## DESCRIPCIÓN DE LOS CONJUNTOS LITOLÓGICOS Y ANÁLISIS DE FACIES

En los materiales pliocenos aflorantes al Sur de Sierra Bermeja se diferencian en cartografía tres conjuntos litológicos (Fig. 2). Los criterios que permiten dicha diferenciación se centran en aspectos relacionados tanto con las litofacies (textura, estructura, tipos de estratificación), como con las biofacies (fundamentalmente contenido faunístico y grado de bioturbación). A tales

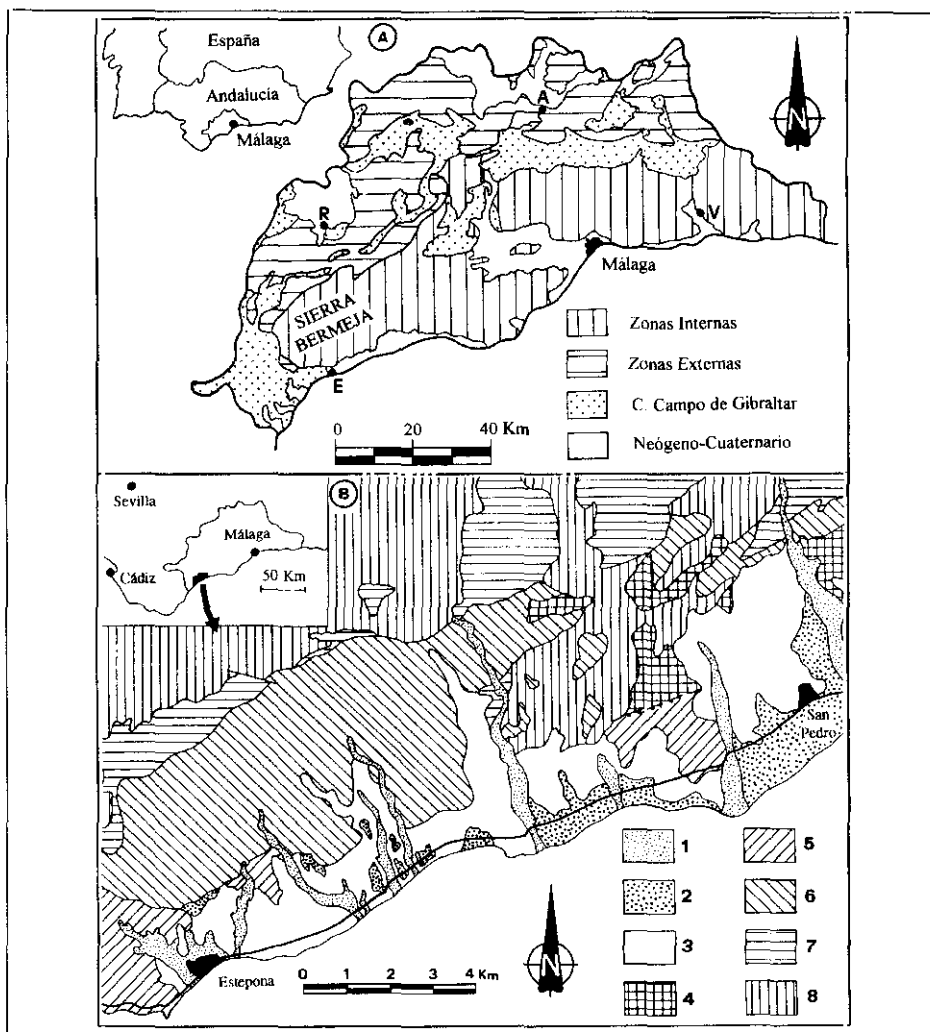


Fig. 1. A.—Mapa geológico de la provincia de Málaga mostrando la localización de las grandes unidades estructurales de la Cordillera Bética (E: Estepona; R: Ronda; A: Antequera; V: Vélez-Málaga). B.- Mapa geológico del área al Sur de Sierra Bermeja: 1. Aluvial reciente; 2. Aluvial Pleistoceno; 3. Plioceno; 4. Formación San Pedro de Alcántara; 5.- Complejo del Campo de Gibraltar; 6. Complejo Maláguide; 7. Complejo Alpujárride; 8. Peridotitas. (Modificado de Chamón *et al.*, 1978 y Aguado *et al.*, 1990).

Fig. 1. A.—Geological map of the Malaga province showing the location of the structural units from Betic Cordillera (E: Estepona; R: Ronda; A: Antequera; V: Vélez-Málaga). B.- Geological map of the area to the South of Sierra Bermeja: 1. Recent alluvial; 2. Pleistocene alluvial; 3. Pliocene; 4. San Pedro de Alcántara Formation; 5. Campo de Gibraltar Complex; 6. Malaguide Complex; 7. Alpujárride Complex; 8. Peridotites. (Modificated from Chamón *et al.*, 1978 and Aguado *et al.*, 1990).

conjuntos, que se superponen o se relacionan mediante cambios de facies, haremos alusión como: «Conjunto conglomerático inferior», «Conjunto conglomerático-arenoso intermedio» y «Conjunto arenoso-lutítico superior». La figura 3 muestra varias secciones estratigráficas que caracterizan el Plioceno de esta región. La posición exacta de las mismas se muestra en la figura 2.

#### CONJUNTO CONGLOMERÁTICO INFERIOR

Se dispone discordante sobre el basamento pre-plioceno, aunque localmente se relacionan mediante contactos tectónicos. Sus afloramientos, escasos y reducidos, se localizan en la parte más septentrional de todo el afloramiento plioceno (Fig. 2), destacando el situado en el sector del río Velerín, donde este conjunto alcanza los 30-40 m de espesor.

En este conjunto predominan los niveles de brechas y conglomerados rojos. En el afloramiento al N de Estepona, dominan los cantos de esquistos oscuros procedentes del Complejo Maláguide, que aflora algo más al N. En este sector, las cuencas de drenaje actuales, probablemente parecidas a las del Plioceno, son relativamente pequeñas, lo que explicaría la escasa madurez textural de estos materiales. En los afloramientos localizados hacia el E, los cantos están más redondeados y su naturaleza es más variada (peridotitas, esquistos, neises, mármoles, conglomerados y arcillas), lo que se explica en relación con el depósito de sistemas de aportes con cuencas de drenajes mucho más amplias y afectando a materiales de diferente naturaleza (rocas del macizo peridotítico y de los Complejos Alpujárride, Maláguide y Campo de Gibraltar).

Las facies más características y abundantes consisten en conglomerados heterométricos soportados por la matriz, con grandes bloques aislados, imbricaciones de cantos y granoclasificación inversa, que se corresponden con el litotipo Gms de Miall (1978) y Viseras (1991). Las características de estas facies, similares a las descritas por Nemeč y Steel (1984), permiten relacionarlas con el depósito de *debris flow*. En estas facies se intercalan ocasionalmente, niveles de conglomerados con gradación normal, imbricaciones de cantos y bases canalizadas (litotipo Gm), que a techo pueden pasar a arenas gruesas con laminación horizontal (litotipo Sh). También se reconocen lentes de conglomerados con estratificación cruzada planar (litotipo Gp), que se relacionan con el desarrollo de barras. Estos últimos tipos de facies se depositaron ligados a flujos tractivos canalizados.

Las facies descritas se ordenan en secuencias grano y estratocrecientes de uno a varios metros de espesor, y por lo general, tanto en posición distal, como hacia la parte alta de este conjunto, se observa una disminución en el tamaño de los cantos, pasando a dominar facies arenosas y microconglomeráticas con marcada estratificación horizontal y gradación normal, que se in-

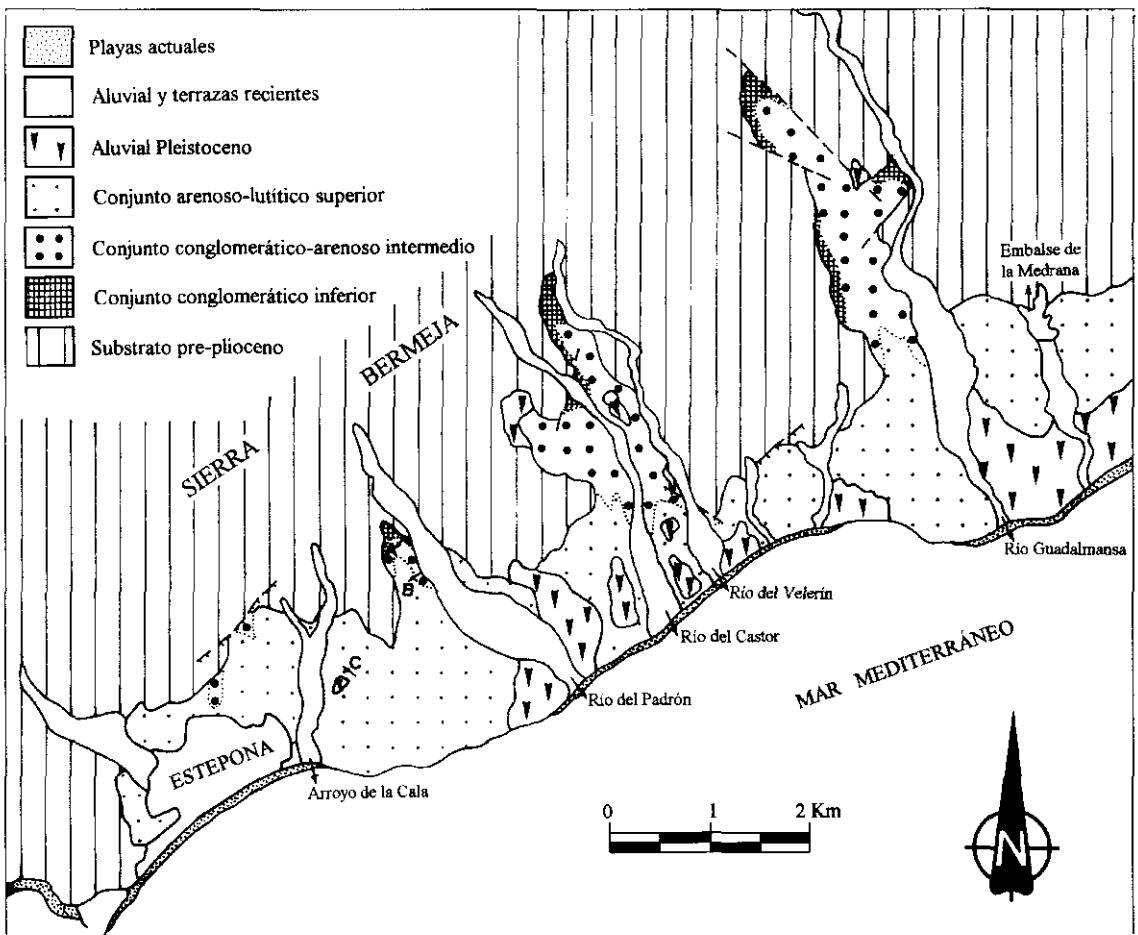


Fig. 2.—Mapa litológico del Plioceno-Quaternario al Sur de Sierra Bermeja. Las flechas con las letras A, B y C marcan la posición de las secciones estratigráficas levantadas.  
Fig. 2.—Lithologic map of the Pliocene-Quaternary in the study area. The arrow with letters A, B and C correspond to measured stratigraphic sections.

terpretan depositadas por flujos laminares. De esta forma, este conjunto litológico muestra una megasecuencia estrato y granodecreciente hacia arriba (Fig. 3, sección A).

#### CONJUNTO CONGLOMERÁTICO-ARENOSO INTERMEDIO

Sus afloramientos se localizan al Sur de los del conjunto anterior, coincidiendo con los actuales cursos fluviales (Fig. 2). Se dispone sobre el conjunto anterior, o incluso, allí donde lo cubre, directamente sobre el basamento de la cuenca pliocena. Su espesor varía de unos sectores a otros, pudiendo alcanzar los 50-60 m. Desde un punto de vista litológico, al igual que el «Conjunto conglomerático inferior», presenta una cierta variación en la naturaleza de los cantos, en relación con el área fuente.

Dentro de este conjunto, de abajo a arriba se reconocen tres unidades de facies: «Unidad arenosa», «Unidad lutítica» y «Unidad conglomerática» (Fig. 3, secciones A y B). La «Unidad arenosa» consiste en varios niveles decimétricos de arena media con buena selección y laminación cruzada de bajo ángulo inclinada hacia el mar, sobre las que se desarrolla un nivel de 15 cm de arena muy fina-lutita con laminación ondulada originada por *ripples* de oscilación. En posición lateral (Fig. 3, sección B), se reconocen varios niveles de arena gruesa y microconglomerado con abundante fauna marina e imbricaciones de cantos que indican la existencia de un flujo bimodal (hacia mar y hacia tierra). Gradualmente se pasa a facies de arenas media a gruesa con laminación cruzada de bajo ángulo inclinada hacia el mar.

La «Unidad lutítica» se superpone a la anterior mediante contactos netos. Consiste en varios metros de lutitas blancas más o menos bioturbadas con algunas intercalaciones de niveles de arenas masivas, tabulares o con bases erosivas (Fig. 3, secciones A y B). Esta unidad contiene escasa fauna de bivalvos y gasterópodos, pero abundante microfauna bentónica y planctónica.

La «Unidad conglomerática» se superpone a la anterior mediante una superficie erosiva, por lo que, en algunos afloramientos, ha podido eliminarla parcial o totalmente. Esta unidad comienza con niveles de conglomerados con gradación inversa e imbricaciones de cantos, relacionados con procesos de *debris flow*, entre los que se intercalan niveles de arena gruesa con cantos pequeños de gravas y gradación normal. Hacia arriba pasan a predominar los niveles de conglomerados con bases canalizadas y gradación normal, entre los que se intercalan arenas gruesas con cantos de gravas, masivas o con tenue laminación horizontal. Normalmente presentan abundante fauna de moluscos marinos, por lo que se relacionan con flujos subacuosos tractivos y generalmente canalizados. Ocasionalmente se reconocen facies de arenas con estratificación cruzada y con morfología lenticular, formando pequeños lóbulos relacionados probablemente con la formación de barras en la desemboca-

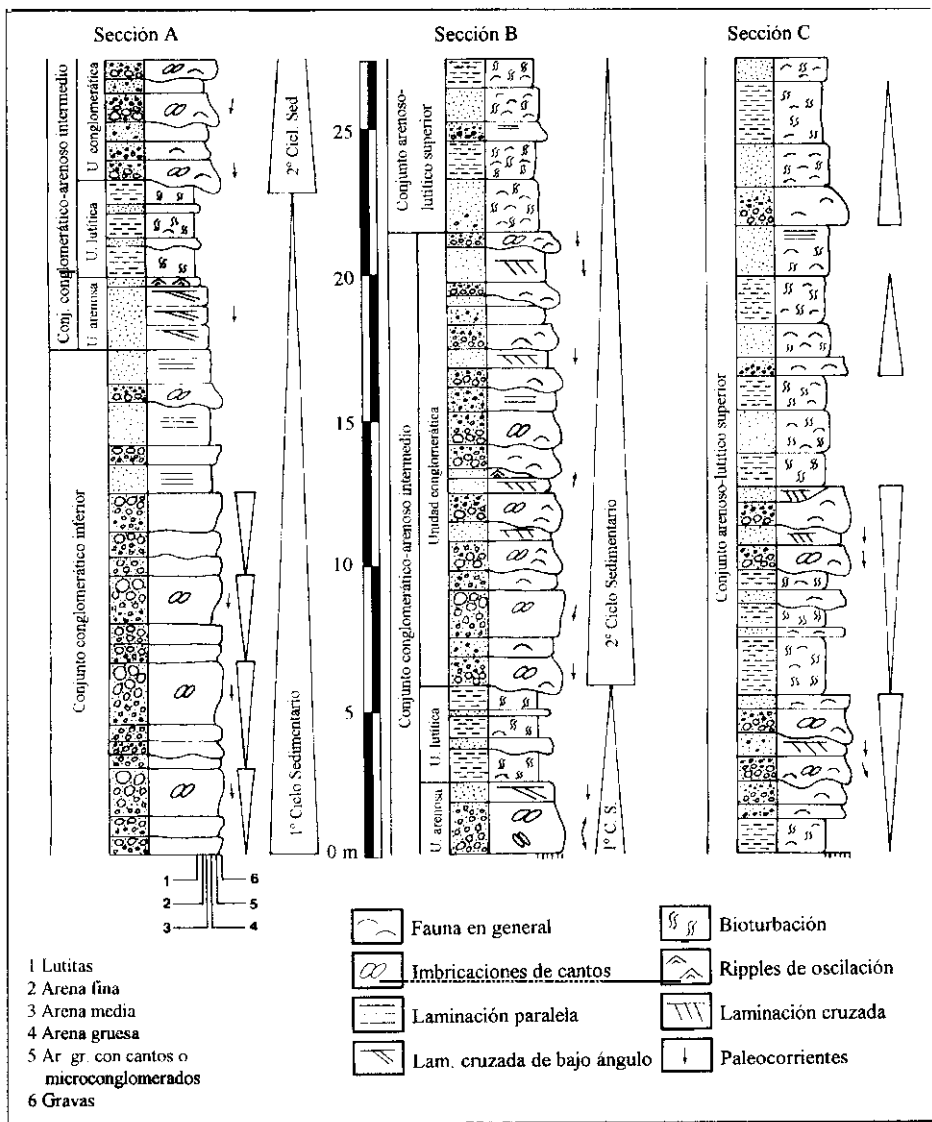


Fig. 3.—Columnas estratigráficas representativas del Plioceno al Sur de Sierra Bermeja. La posición exacta de cada una se muestra en la Fig. 2.

Fig. 3.—Stratigraphic sections representative of the Pliocene to the South of Sierra Bermeja. The exact position of each section is shown in Fig. 2.



dura o terminación de los canales. En otros casos, intercalados entre estas facies aparecen lentes de arenas con desarrollo de varios *sets* de estratificación cruzada planar inclinada hacia tierra, las cuales se originaron por la migración de *megaripples* o pequeñas dunas, probablemente bajo la acción del oleaje.

En esta unidad se ubican los yacimientos fosilíferos de Velerín y Guadalmanza, en los que la fauna, que por lo general presenta gran tamaño, se encuentra muy fragmentada y deteriorada. Destaca el elevado contenido en ostréidos y pectínidos. También son frecuentes un elevado grupo de gasterópodos, escafópodos y otros bivalvos (Vera Peláez *et al.*, 1995).

#### CONJUNTO ARENOSO-LUTÍTICO SUPERIOR

Este conjunto aflora ampliamente por toda la región estudiada (Fig. 2) y se relaciona con la «Unidad conglomerática» del conjunto anterior mediante un cambio de facies. Su espesor en superficie puede alcanzar los 50-75 m, aunque datos de sondeos indican que puede superar la centena de metros. Localmente se identifican superficies de pequeñas discordancias angulares ligadas al basculamiento de los materiales infrayacentes, en relación con una actividad tectónica intrapliocena.

En este conjunto predominan dos tipos de facies. Uno consiste en arenas finas con cierto contenido en fracción lutítica (15-30%), generalmente bioturbadas, en las que no se observan estructuras internas, salvo ocasionalmente restos de laminación horizontal. También son frecuentes restos de vegetales carbonizados. El otro tipo corresponde a facies algo más finas, con mayor predominio de lutitas y contenido variable de arena fina (10-45%). En general son masivas y están muy bioturbadas, aunque localmente se aprecia laminación horizontal muy poco marcada.

Intercaladas en las anteriores se pueden localizar niveles de facies más gruesas (Fig. 3, sección C). Por una parte, se trata de conglomerados con gradación normal, imbricaciones de cantos y bases canalizadas, a los que se asocian facies de arenas con estratificación cruzada y configuración externa lenticular, que se relacionan con el depósito de barras o lóbulos en la terminación de los canales. En otras ocasiones, las facies que se intercalan consisten en arenas gruesas con morfología tabular y gradación normal, que se interpretan depositadas por flujos laminares. Estas facies se intercalan en las anteriores formando secuencias negativas de varios metros de espesor. Por otra parte, también son frecuentes en este conjunto las intercalaciones de niveles de conglomerados o microconglomerados con cantos redondeados, abundante fauna y gradación normal. Estas facies tienen morfología tabular con suaves acuñamientos laterales. Se interpretan en relación con episodios de tormenta, de tal forma que al retornar las condiciones de buen tiempo, estas fa-

cies en ocasiones pasan gradualmente en la vertical, a facies de arenas finas o lutitas bioturbadas.

Por último, en posición más distal, se identifican delgadas intercalaciones de facies arcillosas y margosas. Estas facies, depositadas fuera de la influencia de los aportes terrígenos de los relieves emergidos, afloran ampliamente en la Cuenca de Málaga y en el sector de Vélez-Málaga y representan las facies de cuenca. En el sector analizado en este trabajo, su representación es muy escasa.

Dentro de este conjunto, igual que en el anterior, son frecuentes los niveles con elevado contenido malacológico, constituyendo importantes yacimientos fosilíferos como los de Padrón, Velerín-carretera y Parque Antena. En éstos, la fauna por lo general, es de menor tamaño y muestra mejor estado de conservación. Al contrario que el conjunto anterior, son muy escasos los ostreidos y los pectínidos, pasando a dominar otros grupos de gasterópodos, escafópodos y bivalvos (Vera Peláez *et al.*, 1995), además de una abundante microfauna bentónica y planctónica.

## INTERPRETACIÓN SEDIMENTARIA

Los diferentes tipos de facies y sus asociaciones, así como el contenido y grado de conservación de la fauna en los tres conjuntos litológicos, permiten interpretar que corresponden al depósito en diferentes ambientes sedimentarios (Fig. 4).

Dentro del «Conjunto conglomerático inferior», destaca por una parte, el gran desarrollo de facies conglomeráticas originadas por *debris flow*. Hacia su parte alta son más frecuentes las intercalaciones de niveles conglomeráticos canalizados y niveles de arenas con morfología tabular que representan flujos laminares. Además, el color rojo de los materiales, la ausencia de fauna marina y la ubicación de los afloramientos al pie de relieves montañosos (en este caso los de Sierra Bermeja), son algunas de las características señaladas por Nemec y Steel (1984) y Blair y McPherson (1994), que permiten interpretarlo como correspondiente a un sistema de abanicos aluviales que se desarrollarían en la zona de cambio de pendiente entre los relieves emergidos y la cuenca marina pliocena.

La «Unidad arenosa» (base del «Conjunto conglomerático-arenoso intermedio»), está constituida por diferentes tipos de facies características de ambientes litorales. La secuencia positiva constituida por arenas bien seleccionadas con laminación cruzada de bajo ángulo inclinada hacia el mar, a las que se superponen facies de arenas finas y lutitas con laminación ondulada originada por *ripples* de oscilación (Fig. 3, sección A), se interpreta en un contexto transgresivo, en el que facies de *shoreface* se superponen a facies de *foreshore*. La secuencia compuesta por conglomerados y/o microconglomerados

con abundante fauna sobre los que se depositan arenas con laminación cruzada de bajo ángulo (Fig. 3, sección B) caracterizan respectivamente, a la parte baja del *foreshore*, representado en este caso por un nivel de acumulación de las facies más gruesas (escalón), y a la parte alta del mismo. Esta secuencia, aunque incompleta, es en parte similar a la descrita por Dabrio, Goy y Zazo (1985). Así pues, la «Unidad arenosa» localizada en la base del conjunto conglomerático-arenoso intermedio, representa las facies de playa (*nears-hore*), desarrolladas sobre las facies aluviales del conjunto anterior.

La «Unidad lutítica» se interpreta depositada en un medio de plataforma. Se trata de facies finas de decantación, con escasa macrofauna (gasterópodos y bivalvos) y abundante microfauna bentónica y planctónica, que evidencia un medio aunque no muy profundo, pero si relativamente alejado de costa (Serrano, com. pers.).

La «Unidad conglomerática» supone un importante incremento en los aportes y en la energía del medio. El elevado contenido en fauna de moluscos (lamelibranquios, ostreidos, gasterópodos, escafópodos, balánidos) indica un medio marino somero. Los conglomerados originados por *debris flows* y por corrientes canalizadas muestran paleocorrientes con clara componente hacia el S. Pero ocasionalmente algunos niveles de gravas con imbricaciones de cantos y niveles de arenas con estratificación cruzada indican un paleoflujo hacia tierra, lo que evidenciaría una cierta participación del oleaje. De esta forma, esta unidad representa la zona litoral y sublitoral, y su depósito estuvo relacionado con las corrientes fluviales, que procedentes de los relieves emergidos más al N, penetraban en el medio marino. En épocas de menor alimentación terrígena desde las áreas emergidas, la acción del oleaje actuaba sobre la superficie del fondo generando depósitos característicos del litoral, los cuales en parte serían erosionados una vez eran reactivadas las corrientes fluviales que llegaban al mar. Se podría, en este caso, hablar de *fan deltas* dominados por corrientes subacuosas e influenciados por el oleaje (Fig. 4).

El «Conjunto arenoso-lutítico superior», localizado en posición más distal (Fig. 4), presenta un predominio de facies de arenas finas algo bioturbadas, con abundante fauna y lutitas muy bioturbadas. Estas facies muestran una granulometría intermedia entre las arenas más gruesas y gravas características de la zona litoral (*nearshore*), y las facies más finas, limoso-arcillosa o margosa de la zona de plataforma (*offshore*). Por otra parte, la ausencia de estructuras sedimentarias relacionadas con el oleaje, y el grado y diversidad de bioturbación, hacen que estas facies sean muy similares a las descritas por Reineck y Singh (1971) para la zona de transición. Las dos secuencias (una negativa y otra positiva) mencionadas anteriormente y desarrolladas dentro de este conjunto en relación con las intercalaciones de facies más gruesas (arenas y gravas), evidencian que esta zona de transición estaría afectada por flujos subacuosos canalizados, procedentes de áreas más proximales, y por tormentas (*storm surge ebb*).

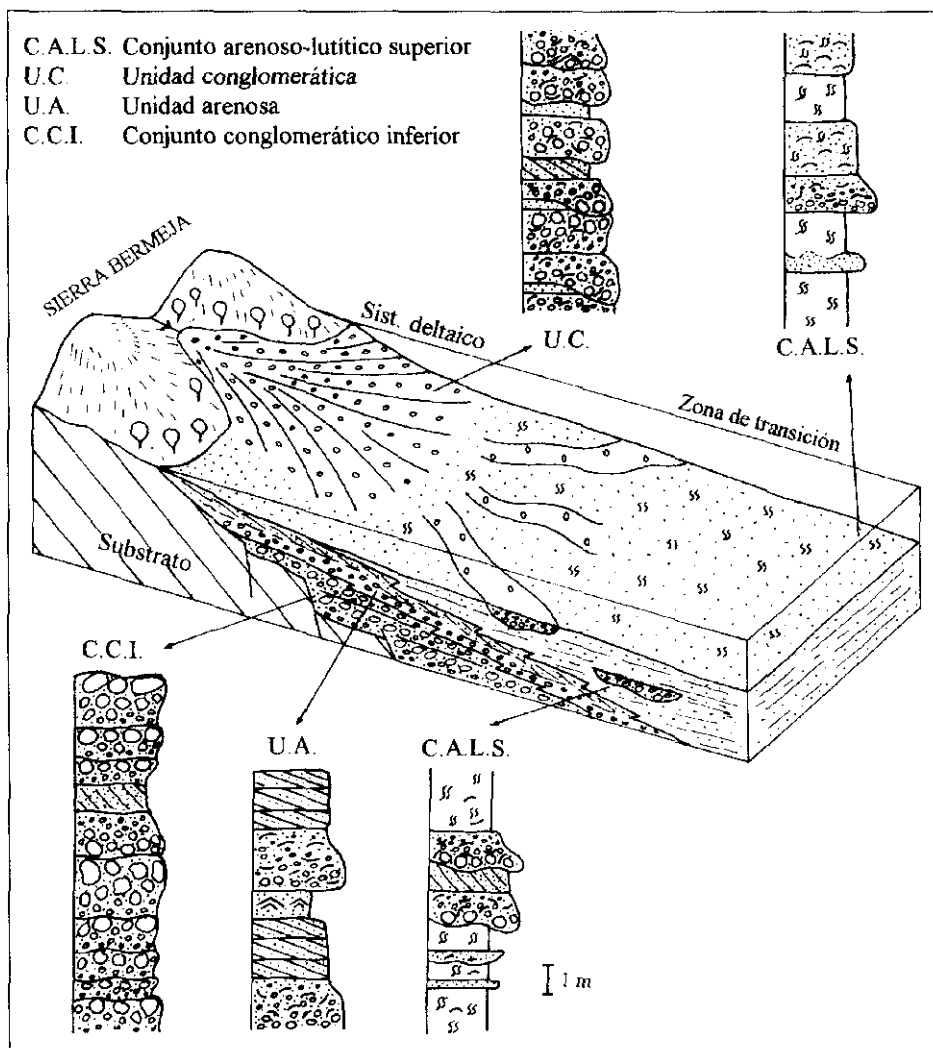


Fig. 4.—Modelo sedimentario generalizado para el Plioceno de la región de Estepona, con desarrollo de sistemas deltaicos y una amplia zona de transición.

Fig. 4.—Generalized sedimentary model for the Pliocene to the South of Sierra Bermeja, with development of deltaic systems and extensive transition zone.

## DISCUSIÓN

Los depósitos pre-pliocenos más recientes que afloran en la franja litoral de la provincia de Málaga corresponden al Tortonense superior y al límite Tortonense-Messiniense. La falta de materiales más recientes y la existencia de materiales del Plioceno inferior en las proximidades de los afloramientos miocenos, parecen señalar que esta región estuvo sometida a una considerable etapa erosiva durante el Messiniense superior, probablemente relacionada con los eventos de la crisis de salinidad (Carrasco *et al.*, 1977). Este mismo hecho también ha sido puesto de manifiesto en otros sectores del litoral malagueño (Guerra-Merchán y Serrano, 1993; Mayoral Alfaro y Rodríguez Vidal, 1994) y en otras cuencas neógenas de la Cordillera Bética (Viseras, 1991; Guerra-Merchán, 1993). Así pues, en la región estudiada, la base del Plioceno consiste en una discordancia erosiva que se podría correlacionar en un principio, con el reflector u horizonte M detectado mediante sondeo y perfiles sísmicos en el Mar del Alborán (Ryan *et al.*, 1973; Campillo, Maldonado y Mauffret, 1992).

El relleno sedimentario plioceno de esta región comprende dos ciclos sedimentarios retrogradantes. El primer ciclo está representado por el «Conjunto conglomerático inferior» y la parte baja del «Conjunto conglomerático-arenoso intermedio» (Fig. 3, sección A). Comienza con depósitos aluviales (Fig. 5A), que están más desarrollados en afloramientos localizados más hacia el E, probablemente en relación con el mayor tamaño de las cuencas de drenaje, de igual forma que ha sido observado en otras zonas (Colombo, 1989). Sobre los depósitos aluviales se superponen facies litorales y de plataforma (Fig. 5B), lo que puede relacionarse con un evento transgresivo en la primera etapa del relleno sedimentario de la cuenca pliocena. Dicha transgresión condicionó la invasión de los valles fluviales por el mar, convirtiéndose estas áreas en zonas de estuarios de grano grueso en los que las facies aluviales se desarrollarían poco. Distalmente y en las áreas localizadas entre los valles fluviales, la cuenca pliocena se caracterizaría por una plataforma conectada a tierra por medio de playas arenosas y conglomeráticas. La existencia de fallas sinsedimentarias que afectan a materiales de este ciclo, indica que la subsidencia tectónica del fondo de la cuenca, contribuiría en parte, a la subida relativa del nivel del mar.

El segundo ciclo estaría representado por la «Unidad conglomerática» y el «Conjunto arenoso-lutítico superior» (Fig. 3, sección B). El amplio desarrollo de facies conglomeráticas representando cuerpos deltaicos que se instalan sobre los depósitos de plataforma (Fig. 5C), implica un importante incremento en la cantidad de aportes, por lo que se supone una actividad tectónica continuada. Por otra parte, el contexto transgresivo implicaría que los materiales de este ciclo se superpongan a los del ciclo anterior según un dispositivo geométrico de solapamiento expansivo proximal, y que allí donde no se localicen

puntos de entrada de aportes terrígenos a la cuenca, sea el «Conjunto arenoso-lutítico superior» el que esté ampliamente representado.

El estudio bioestratigráfico de los materiales que constituyen los dos ciclos sedimentarios diferenciados (Guerra-Merchán y Serrano, en preparación) indica que el depósito de los mismos tuvo lugar durante el Plioceno inferior. Dentro de la provincia de Málaga, se reconocen igualmente materiales de la misma edad, afectados también por una actividad tectónica intrapliocena (Sanz de Galdeano y López Garrido, 1991; Guerra-Merchán y Serrano, 1993). En el ámbito de la Cordillera Bética, la edad y el carácter transgresi-

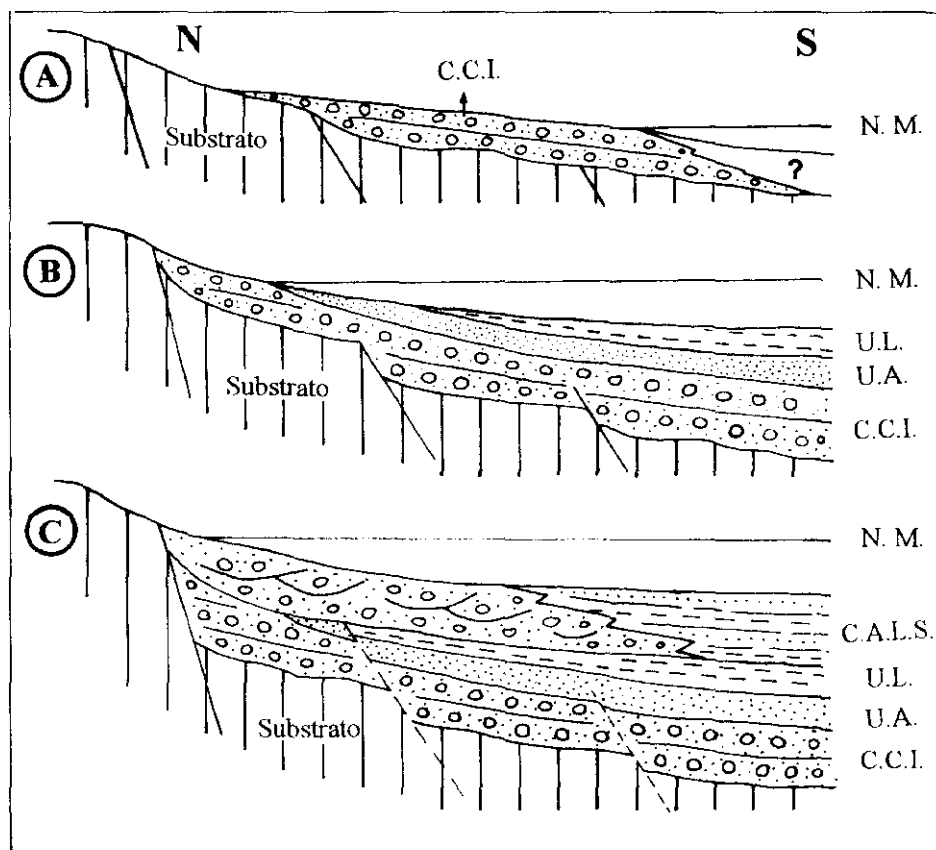


Fig. 5.—Evolución sedimentaria y paleogeográfica del Plioceno en el área de estudio. C.C.I.: «Conjunto conglomerático inferior»; U.A.: «Unidad arenosa»; U.L.: «Unidad lutítica»; C.A.L.S.: «Conjunto arenoso-lutítico superior»; N. M.: Nivel del mar.

Fig. 5.—Sedimentary and paleogeographic evolution of the Pliocene in the study area. C.C.I.: «Lower conglomeratic Unit»; U.A.: «Sandy units»; U.L.: «Lutitic unit»; U.C.: «Conglomeratic units»; C.A.L.S.: «Upper sandy-lutitic unit»; N. M.: Sea level.

vo de los depósitos, permiten su correlación con la unidad Plioceno I, ampliamente representada en las cuencas neógenas (Montenat, 1990). Por otra parte, en relación con la cuenca occidental del Mar de Alborán, donde Campillo *et al.* (1992) diferencian un total de siete secuencias sísmicas, estos materiales serían equivalentes a los de la Secuencia 4, de edad Plioceno inferior y localizada sobre el reflector M (Techo del Messiniense).

La relación vertical y horizontal existente entre los tres conjuntos litológicos pone de manifiesto el contexto transgresivo en el que se depositaron. No obstante, el desarrollo de los mismos, estuvo también condicionado por una actividad tectónica continuada. Dicha actividad tectónica, puesta de manifiesto por la existencia de fallas normales sinsedimentarias y basculamientos que originaron pequeñas discordancias angulares internas, contribuiría a través de la subsidencia tectónica del fondo de la cuenca, a la acentuación de la subida relativa del nivel del mar, y controlaría también el aumento de la cantidad de aportes para el desarrollo de las facies deltaicas. De esta forma, la evolución geodinámica de la región estudiada estaría condicionada por una subida del nivel del mar y un régimen tectónico extensivo que controlaría la subsidencia del fondo de la cuenca. Dicha evolución se muestra coherente con la establecida para el Plioceno inferior en otras áreas de la Cordillera Bética (Sanz de Galdeano y Vera, 1992) y el Mediterráneo occidental (Dillon *et al.*, 1980; Campillo *et al.*, 1992; Comas, García-Dueñas y Jurado, 1992).

## CONCLUSIONES

Los sedimentos pliocenos aflorantes al Sur de Sierra Bermeja reposan de modo discordante sobre un substrato pre-plioceno fuertemente estructurado y afectado por una importante etapa erosiva durante el Messiniense superior, que condicionó la implantación de la red fluvial que ha evolucionado para dar lugar a la actual.

Durante el ascenso eustático del Plioceno, el mar avanzó transgresivamente por los valles fluviales, donde se localizaban los principales puntos de aportes, reiniciándose la sedimentación en este área.

La sedimentación pliocena se caracterizó en primer lugar, por el desarrollo de abanicos aluviales en los puntos de conexión de los principales valles fluviales con el mar, sobre los que se superponen depósitos de playa y de plataforma. Estos materiales constituyen un ciclo sedimentario depositado en un contexto transgresivo. El carácter retrogradante del mismo se ve acentuado por la importante subsidencia tectónica del fondo de la cuenca. En este momento, la cuenca pliocena se caracterizaría por una plataforma conectada al continente por medio de playas arenosas y conglomeráticas.

Un segundo ciclo sedimentario, constituido en su parte baja y proximal

por depósitos deltaicos, evidencia un importante aumento en la cantidad de aportes. La parte alta se caracteriza por la existencia de facies arenosas y lutíticas bioturbadas depositadas en la zona de transición, que era ocasionalmente atravesada por canales y afectada por tormentas. La cuenca pliocena se caracterizaría entonces, por el desarrollo de cuerpos deltaicos localizados en los principales puntos de aportes y distalmente se pasaría a una zona de transición, que a juzgar por la extensión de los afloramientos, se adentraría al menos 1,5-2 km mar a dentro, lo que supondría que la plataforma continental de la cuenca pliocena en este sector del Mediterráneo sería relativamente suave.

Los materiales estudiados se atribuyen al Plioceno inferior y reflejan una evolución geodinámica controlada por una subida del nivel del mar y un contexto tectónico extensional que condiciona la subsidencia del fondo de la cuenca, todo ello en coherencia con la evolución que caracteriza al Mediterráneo occidental durante esa época.

## AGRADECIMIENTOS

El autor agradece al Dr. C. Dabrio y al Dr. C. Viseras la revisión crítica del manuscrito y las interesantes sugerencias que han contribuido a mejorarlo. Trabajo financiado por el proyecto PB 93-1000 de la DGICYT de España y por el Grupo de Investigación nº 1350 de la Junta de Andalucía.

## REFERENCIAS

- AGUADO, R., FEINBERG, H., DURAND-DELGA, M., MARTÍN-ALGARRA, A., ESTERAS, M. y DIDON, J. (1990): «Nuevos datos sobre la edad de las formaciones miocénicas transgresivas sobre las Zonas Internas béticas: la formación de San Pedro de Alcántara (Provincia de Málaga)», *Rev. Soc. Geol. España*, 3, 79-85.
- BLAIR, T. C. y MCPHERSON, J. G. (1994): «Alluvial fans and their natural distinction from rivers based on morphology, hydraulic processes, sedimentary processes and facies assemblages», *Jour. Sedim. Research*, 64 (3), 450-489.
- BLUMENTHAL, M. (1934): «Remarques sur la stratigraphie des abords du Recoin de Flysch d'Estepona», *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, 15, 226-228.
- CAMPILLO, A. C., MALDONADO, A. y MAUFFRET, A. (1992): «Evolución de la cuenca occidental del Mar de Alborán: Mioceno superior-Actualidad», *III Congr. Geol. de España y VIII Congr. Latinoamericano de Geología*, Simposios tomo 2, 487-495.
- CARRASCO, F., GONZÁLEZ DONOSO, J. M., LINARES, D., RODRÍGUEZ, P. y SERRANO, F. (1977): «Sobre la presencia de materiales del Mioceno superior en la desembocadura del Río Vélez (Provincia de Málaga)», *Cuad. Geol. Univ. Granada*, 8, 268-273.
- COLOMBO, F. (1989): «Abanicos aluviales», en *Sedimentología*, A. Arche (coord.), Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, vol. 1, 143-218.
- COMAS, M. C., GARCÍA-DUEÑAS, V. y JURADO, M. J. (1992): «La Cuenca de Alborán: es-



- estructura y evolución neógena», *III Congr. Geol. de España y VIII Congr. Latinoamericano de Geología*, Simposios tomo 2, 496-505.
- CHAMÓN, C., ESTÉVEZ, C. y PILES, E. (1978): *Mapa geológico de España, E. 1:50.000. MAGNA, Hoja núm. 1072 (Estepona)*, Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía, Madrid, 34 pp.
- DABRIO, C. J., GOY, J. L. y ZAZO, C. (1985): «A model of conglomeratic beaches in tectonically active areas (Late Pleistocene-actual, Almería, Spain)», *6th. European Regional Meeting, I.A.S.-Lleida*, Field Guidebook, Excursion, 8, 269-305.
- DIDON, J. (1969): «Étude géologique du Campo de Gibraltar (Espagne méridionale)», *Thésis, Univ. Paris*, 539 pp.
- DILLON, W. P., ROBB, J. M., GREENE, H. G. y LUCENA, J. C. (1980), «Evolution of the continental margin of southern Spain and the Alboran Sea», *Mar. Geol.*, 36, 205-226.
- GONZÁLEZ DONOSO, J. M. y DE PORTA, J. (1977): «Datos preliminares sobre un afloramiento de materiales pliocénicos en Estepona (Prov. de Málaga)», *Stud. Geol. Salamant. Univ. Salamanca*, 13, 31-57.
- GUERRA-MERCHÁN, A. y SERRANO, F. (1993): «Análisis estratigráfico de los materiales Neógeno-Cuaternarios de la región de Nerja», en F. Carrasco (ed.), *Geología de la Cueva de Nerja*, Trabajos sobre la Cueva de Nerja, 3, 55-90.
- HERNÁNDEZ MOLINA, J. (1993): «Dinámica sedimentaria y evolución durante el Pleistoceno terminal-Holoceno del margen noroccidental del mar de Alboran. Modelo de estratigrafía secuencial de muy alta resolución en plataformas continentales», *Tesis, Univ. Granada* (inérita).
- LÓPEZ GARRIDO, A. C. y SANZ DE GALDEANO, C. (1994): «Neogene sedimentary infilling and tectonic/eustatic control of the Malaga basin», RCMNS Interim Colloquium Neogene Basin Evolution and Tectonics of the Mediterranean Area, Rabat, Abstracts, 48-50.
- LOZANO FRANCISCO, M. C., VERA PELÁEZ, J. L. y GUERRA-MERCHÁN, A. (1993), «Arcoïda (Mollusca, Bivalvia) del Plioceno de la Provincia de Málaga», *Treballs del Museu de Geologia de Barcelona*, 3, 157-188.
- MAUTHE, F. (1971), «La Geología de la Serranía de Ronda (cordillera bética occidental)», *Bol., Inst. Geol. y Min. de España*, 82 (1), 1-36.
- MAYORAL ALFARO, E. J. y RODRÍGUEZ VIDAL, J. (1994): «Aspectos morfosedimentarios de la transgresión pliocena en Almayate (Málaga)», *Geogaceta*, 16, 110-113.
- MIALL, A. D. (1978): «Lithofacies types and vertical profile in braided river deposits: a summary», en *Fluvial Sedimentology*, A. D. Miall (ed.), Mem. Can. Soc. Petrol. Geol., Calgary, 5, 597-604.
- MICHEL-LEVY, A. y BERGERON, M. (1890-1892): «Estudio Geológico de la Serranía de Ronda», *Bol. de la Com. del Mapa Geol. de España*, 17, 179-352.
- MONTENAT, C. (Ed.) (1990): «Les Bassins Néogènes du Domaine Bétique Oriental (Espagne)», *Doc. et Trav. IGAL*, 12-13, 392 pp.
- MUNIZ SOLIS, R. y GUERRA-MERCHÁN, A. (1994): «Estudio malacológico del Plioceno de Estepona (Málaga). La familia Muricidae, Rafinesque, 1815 (Gastropoda, Prosobranchia)», *Iberus*, 12 (1), 7-44.
- NEMEC, W. y STEEL, R. J. (1984): «Alluvial and coastal conglomerates: Their significant features and some comments on gravelly mass-flow deposits», en *Sedimentology of Gravels and Conglomerates*, E. H. Koster y R. J. Steel (eds.), Mem. Can. Soc. Petrol. Geol., 10, 1-31.

- PALMQVIST, P., GUERRERO, S. y SALVA M. I. (1989): «Estudio paleoecológico de la fauna de moluscos de un afloramiento de materiales pliocénicos en Estepona (Málaga, España)», *Rev. Esp. de Paleont.*, 4, 29-38.
- REINECK, H. E. y SINGH, I. B. (1971): «Der Golf von Gaeta (Tyrrhenisches Meer) III. Die Gefuge von Vorstrand und Schelfsedimenten», *Senckenberg Mar.*, 3, 185-201.
- RYAN, W. B. F., HSÜ, K. J., CITA, M. B., DUMITRICA, P., LÖRT, J., MAYNC, W., NESTEROFF, W. D., PAUTOT, G., STRADNER, H. y WEZEL, F. C. (1973): «Western Alboran Basin-Site 121», *Init. Repts. D.S.D.P., U. S. Govt. Print. Of. Washington, D. C.*, 13 (1), 43-89.
- SANZ DE GALDEANO, C. y LÓPEZ GARRIDO, A. C. (1991): «Tectonic evolution of the Málaga Basin (Betic Cordillera). Regional implications», *Geodinámica Acta*, 5, 3, 173-186.
- SERRANO, F. y MARTÍN PÉREZ, J. A. (1993): «Palaeogeography of the Late Aquitanian-Early Burdigalian Basin in the Western Betic Internal Zone», *Geobios*, 26, 1, 43-55.
- y VERA, J. A. (1992): «Stratigraphic record and palaeogeographical context of the Neogene basins in the Betic Cordillera, Spain», *Basin Research*, 4, 21-36.
- VERA PELÁEZ, J. L., LOZANO FRANCISCO, M. C. y GUERRA-MERCHÁN, A. (1993): «Escarfopodos (Mollusca, Scaphopoda) del Plioceno de la Provincia de Málaga», *Treballs del Museu de Geologia de Barcelona*, 3, 117-156.
- LOZANO FRANCISCO, M. C., MUÑÍZ-SOLÍS, R., GIL, C. MARTINELL, J., DOMÈNECH, R., y PALMQVIST, P. y GUERRA-MERCHÁN, A. (1995): «Estudio preliminar de la Malacofauna del Plioceno de Estepona (Málaga, España)», *Iberus*, 13 (2), 93-117.
- VISERAS, C. (1991): «Estratigrafía y sedimentología del relleno aluvial de la Cuenca de Guadix (Cordilleras Béticas)», *Tesis Univ. Granada*, 327 pp.

*Manuscrito recibido: 29 de junio 1995*

*Manuscrito aceptado: 22 diciembre 1995*