

ANUARIO ARQUEOLÓGICO DE ANDALUCÍA 2007

BORRADOR / DOCUMENTO PRE-PRINT

PALEOBIOLOGÍA DE LAS CUENCAS MARINAS PLIOCÉNICAS DE ESTEPONA, MÁLAGA Y VÉLEZ-MÁLAGA

JOSÉ LUIS VERA-PELÁEZ, JULIO AGUIRRE, EDUARDO MAYORAL, M. CARMEN LOZANO-FRANCISCO, JORDI MARTINELL, MARIO CACHAO, JEAN-PIERRE SUC, GONZALO JIMÉNEZ MORENO, ROSA DOMÈNECH, LUIS E. FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, ANA SANTOS, JORDI MARÍA DE GIBERT

Resumen: Se presentan los resultados del Proyecto General de Investigación *Paleobiología de las cuencas marinas Pliocénicas de Estepona, Málaga y Vélez Málaga*, campañas 2002-2007. Los yacimientos paleontológicos del área en estudio constituyen la mayor biodiversidad de moluscos marinos del Mediterráneo. Se han realizado estudios geológicos y tafonómicos; localización y catalogación de nuevos yacimientos paleontológicos; toma de muestras para análisis de polen, nannoplancton y contenido en palinomorfos, en concreto polen y esporas (Punta de la Plata), con óptimos resultados. Se ha realizado un estudio sedimentológico y estratigráfico en detalle. Se puede decir que los depósitos del Plioceno se formaron en un ambiente de abanico deltaico progradante. Se realizó un análisis de estos depósitos en un transecto proximal a distal. A partir del contenido faunístico de estos depósitos, se pudo reconstruir la evolución paleoambiental de las cuencas.

También se han realizado estudios micropaleontológicos para revisar la edad de los yacimientos de la cuenca de Estepona. En este marco se han analizado las asociaciones de foraminíferos planctónicos y de nannoplancton calcáreo y se ha llegado a la conclusión de que se trata de sedimentos formados durante la transgresión del Zanclean Superior (Plioceno Inferior). Este estudio micropaleontológico ha puesto de manifiesto la coexistencia de *Globorrotalia margaritae* y *Gl. crassaformis*, hasta el momento no descrita en el ámbito mediterráneo. Para terminar, se realizó la carta paleontológica de los afloramientos pliocénicos para la correcta tramitación y las medidas cautelares de protección.

Abstract: The conclusions of Research General Project titled *Paleobiology of Pliocene Marine outcrops from Estepona, Málaga and Vélez-Málaga*, between 2002-2007, are presented. These paleontological outcrops have the most biodiversity for marine molluscs in Europe. Geological, taphonomic sedimentological and stratigraphic studies, location and cataloging of new paleontological outcrops, sample collection for pollen, palynomorphs (pollen and spores, in Plata tip outcrop) and nannoplancton analysis, have been performed with optimal results. It can say that Pliocene deposits were constructed in a prograding fan-deltaic environment. We performed an analysis of these deposits in a proximal to distal transect. From the fossil record of these deposits, it was possible to reconstruct the paleoenvironmental evolution of the basins.

Micropaleontological studies have been carried out to review the age of the Estepona basin. In this context, associations of planctonic foraminifera and calcareous nannoplancton have been analyzed, and it has been concluded that these sediment were deposited during the transgression of the Upper Zanclean (Lower Pliocene). These micropaleontological studies have shown the coexistence of *Globorrotalia margaritae* and *Gl. crassaformis* first time in Mediterranean. The paleontological card of pliocenic outcrops was carried out for its processing and the precautionary measures of protection.

Palabras clave: Paleobiología, Paleontología, Plioceno, Málaga, Estepona, Vélez-Málaga

Key words: Paleobiology, Paleontology, Pliocene, Málaga, Estepona, Vélez-Málaga

INTRODUCCIÓN

Las cuencas de Estepona, Málaga y Vélez-Málaga, en conjunto constituyen las de mayor biodiversidad, conservación y abundancia de especies, está considerada como la más rica en fósiles de invertebrados marinos de todo el Plioceno europeo y del Mediterráneo, con una estimación de más de 1.000 especies de invertebrados marinos, de los que aproximadamente el 95% de los restos macroscópicos son moluscos (gasterópodos, bivalvos, escafópodos y poliplacóforos). Además, son frecuentes los

braquiópodos, briozoos, erizos de mar (equinodermos), corales (cnidarios), percebes y cangrejos (crustáceos), plancton (foraminíferos, protozoos), algas (rodofitas) y vertebrados marinos (restos óseos de cetáceos, sirénidos y dientes de tiburones y peces óseos).

La edad de los depósitos abarca desde el Plioceno inferior (Zancleense) hasta la base del Plioceno superior (Piacenziense), comprendido dentro de la biozona de *Globorrotalia margaritae* y *Globorrotalia puncticulata*, aflora en la banda litoral de la costa Oeste de la provincia de Málaga entre los municipios de Marbella y Manilva, si bien, los afloramientos más importantes se encuentran localizados en el Municipio de Estepona. La edad de la cuenca de Estepona es revisada y corregida en este proyecto.

Los afloramientos que hasta el momento han proporcionado más datos sobre la cuenca de Estepona, que en su conjunto presenta unas características geológicas y litológicas uniformes, de este a oeste son: Bizcornil (San Pedro de Alcántara), Parque Antena, Velerín, Velerín-carretera y Padrón (Lozano-Francisco, *et al*, 1993; Vera-Peláez, 1996; Guerra-Merchán *et al.*, 1996; Lozano-Francisco, 1997). Por otro lado, el gran interés de los afloramientos de la cuenca de Estepona radica no sólo en el elevado número de especies de invertebrados marinos, sino también, en la excelente conservación de los mismos, que en algunos yacimientos (Parque Antena, Velerín, Padrón, etc.) llegan a conservar la concha con trazas de la coloración original e incluso con el embrión de la concha (prodisoconchas y protoconchas), lo que permite la perfecta identificación sistemática de los fósiles. Además, se trata de un área geográfica privilegiada por su enclave con clara influencia atlántica y mediterránea, que ha dado lugar a un elevado número de especies endémicas (gasterópodos) de esta región y que coincide a su vez con una corriente rica en nutrientes (upwelling) que produce un giro en el sentido de la agujas del reloj.

MATERIAL Y MÉTODO

El presente comenzó con los aspectos geológicos de todas las cuencas pliocénicas marinas de la provincia de Málaga, implicando estudios sedimentológicos y tafonómicos de campo, y su cartografía.

La prospección paleontológica se realizó mediante muestreos sistemáticos en los yacimientos de la cuenca de Estepona. Los primeros muestreos de búsqueda nos llevarán a valorar el interés de los afloramientos identificados, así como, su correcta localización, catalogación y cartografiado. La metodología para la prospección consistió en el levantamiento de las series estratigráficas y el muestreo nivel a nivel, de base a techo en los yacimientos estudiados, con este objeto se realizó en Parque Antena para la obtención de foraminíferos planctónicos y nannoplancton para la datación del afloramiento.

Una vez realizados los muestreos se procedió al método estándar de levigado (tamizado con batería de tamices con luz de malla mínima de 1 mm para los moluscos e invertebrados para separar las arenas, limos y arcillas del material fósil y posterior secado). Siempre que se pueda se evitará utilizar peróxido de hidrógeno para disgregar el sedimento compacto para no estropear los fósiles más delicados. Para el caso de los microfósiles (foraminíferos planctónicos y bentónicos) se utilizó una batería de tamices con una luz de malla de 0,16 mm.

Posteriormente se procederá al estudio taxonómico del material obtenido, tanto desde el punto de vista de la microfauna como de la macrofauna. En los yacimientos donde fue necesario y donde los estudios tafonómicos lo permitieron, también se realizaron muestreos estadísticos (aleatorios y sistemáticos) para la obtención de macrofósiles. La mayor parte de los fósiles fueron identificados *in situ*. Para el estudio de la fauna y de los yacimientos paleontológicos se realizará macrofotografía [cámara fotográfica réflex con película Kodak 160 ISO (fotografía) y 400 ISO (diapositivas)] y microfotografía al Microscopio Electrónico de Barrido (SEM) para estudios de detalle de la concha, concha embrionaria (protoconcha y prodisoconcha) en el caso de los moluscos y macrofotografía digital.

Para la correcta clasificación e identificación de la fauna y flora fósil, así como la analítica de algas microscópicas y foraminíferos planctónicos, se consultaron trabajos paleontológicos especializados, disponiéndose para ello de las bibliotecas de los distintos miembros del equipo de investigación y con los propios miembros del equipo de investigación, que son especialistas en estos grupos taxonómicos, así como en su interpretación bioestratigráfica, con objeto de resolver la compleja biocronología de la cuencas pliocénicas de la provincia de Málaga.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Los primeros estudios geológicos y paleontológicos de los depósitos marinos de la cuenca de Estepona fueron realizados por Domingo de Orueta (1847) y Domingo de Orueta y Aguirre (1912), pensaron que los materiales neógenos que afloraban al sur de la Serranía de Ronda eran del Mioceno Superior en virtud a las asociaciones de moluscos encontradas. Los trabajos de Bertrand & Kilian (1892) por un lado, y los de Lèvy y Bergeron (1892) por otro, para la Comisión del Mapa Geológico de España, realizaron las primeras dataciones de estos materiales en el Plioceno. Estudios mucho más recientes por miembros de la UMA proponían una edad Plioceno medio y superior para los depósitos marinos del oeste de Málaga [Guerra-Merchán, Serrano & Ramallo (2002)]. Desde la Universidad de Málaga se reinician los estudios de los materiales pliocénicos de la provincia de Málaga con varios trabajos, basados en foraminíferos planctónicos, destacan González-Donoso & De Porta (1977), Palmqvist *et al.* (1989), Lozano-Francisco (1997), Vera-Peláez *et al.* (1993, 1995), Muñiz-Solís & Guerra-Merchán (1994); Guerra-Merchán *et al.* (1996); Muñiz-Solís *et al.* (1994; 1995; 1996); Lozano-Francisco *et al.* (1995a, 1995b, 1998, 2001); Vera-Peláez (1996; 1998); Vera-Peláez & Lozano-Francisco (1998a, 1998b, 2001a, 2001b); Vera-Peláez *et al.* (1993; 1995a; 1995b; 1995c; 1995d; 1996).

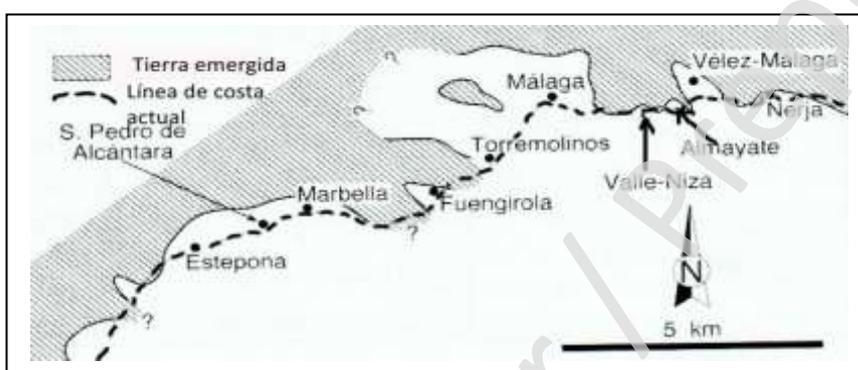


Figura 1. Mapa de las cuencas marinas en el Zancleense Superior, la cuenca de Estepona se divide en tres subcuencas, Estepona, Arroyo Vaquero y Casares que llegaría hasta la Sierra de la Utrera (Aguirre *et al.*, modificado, 2005).

MARCO FÍSICO

Los depósitos marinos del Plioceno en la provincia de Málaga se extienden por todo el litoral, y se pueden separar en cuatro bloques o cuencas principales, la más occidental, la cuenca de Estepona y que se puede separar en tres subcuencas que de oeste a este son la cuenca de Sierra de Utrera (Manilva y Casares), la cuenca de Arroyo Vaquero y la de Estepona *sensu strictu*, que incluiría los municipios de Estepona, Benahavís y Marbella, la característica común es el tipo de sedimento, denominado localmente como bizcorniles, se trata de arenas gruesas, limos y gravas bioclásticas, tipo calcarenitas producidas por la descomposición de la roca peridotita procedente de Sierra Bermeja; a continuación, la cuenca de Mijas (municipios de Mijas y Fuengirola); la cuenca de Málaga (Málaga y valle del Guadalhorce); y en la parte oriental, las cuencas de Almayate, Vélez-Málaga y Nerja (fig. 1).

La cuenca de Estepona aflora en la banda litoral de la costa Oeste de la provincia de Málaga, está limitada al Oeste por los municipios de Manilva y Casares, y al Este por el Municipio de Marbella, hasta los Monteros y el Hospital comarcal (incluido), al Sur está limitada por el Mar Mediterráneo y al Norte, por Sierra Crestellina, Sierra Bermeja y Sierra Blanca (excluidos) hasta cotas no superiores a 300 ms.n.m. La Sierra de la Utrera estuvo sumergida por completo durante el máximo transgresivo (Zancleense Inferior), como indicio de esta transgresión marina quedan aún depósitos de arenas gruesas y limos (bizcorniles) muy fosilíferos así como perforaciones en la roca caliza (bioerosión) en todo el perímetro de la Sierra de la Utrera. En el Zancleense Superior (4 a 3,59 millones de años B.P.) empezaría la regresión del mar. En el Piacenziense y Gelasiense la regresión marina continúa, descendiendo progresivamente el nivel del mar.

MARCO GEOLÓGICO, TAFONÓMICO Y TAXONÓMICO

En la provincia de Málaga, los sedimentos marinos del Plioceno afloran a lo largo de una franja que se extiende por el litoral (fig. 2B). Dichos materiales reposan discordantes sobre el Complejo Alpujárride, Complejo Maláguide, Complejo del Campo de Gibraltar y materiales incluidos en el Grupo Viñuela (Chamón *et al.*, 1978) (fig. 2A) y son, a su vez, cubiertos en discordancia por conglomerados y arenas aluviales del Cuaternario en el curso de los arroyos y ríos. Los sedimentos más detríticos son denominados popularmente bizcorniles, que son biocalcarenitas bioturbadas con una gran cantidad de esqueletos de fósiles marinos.

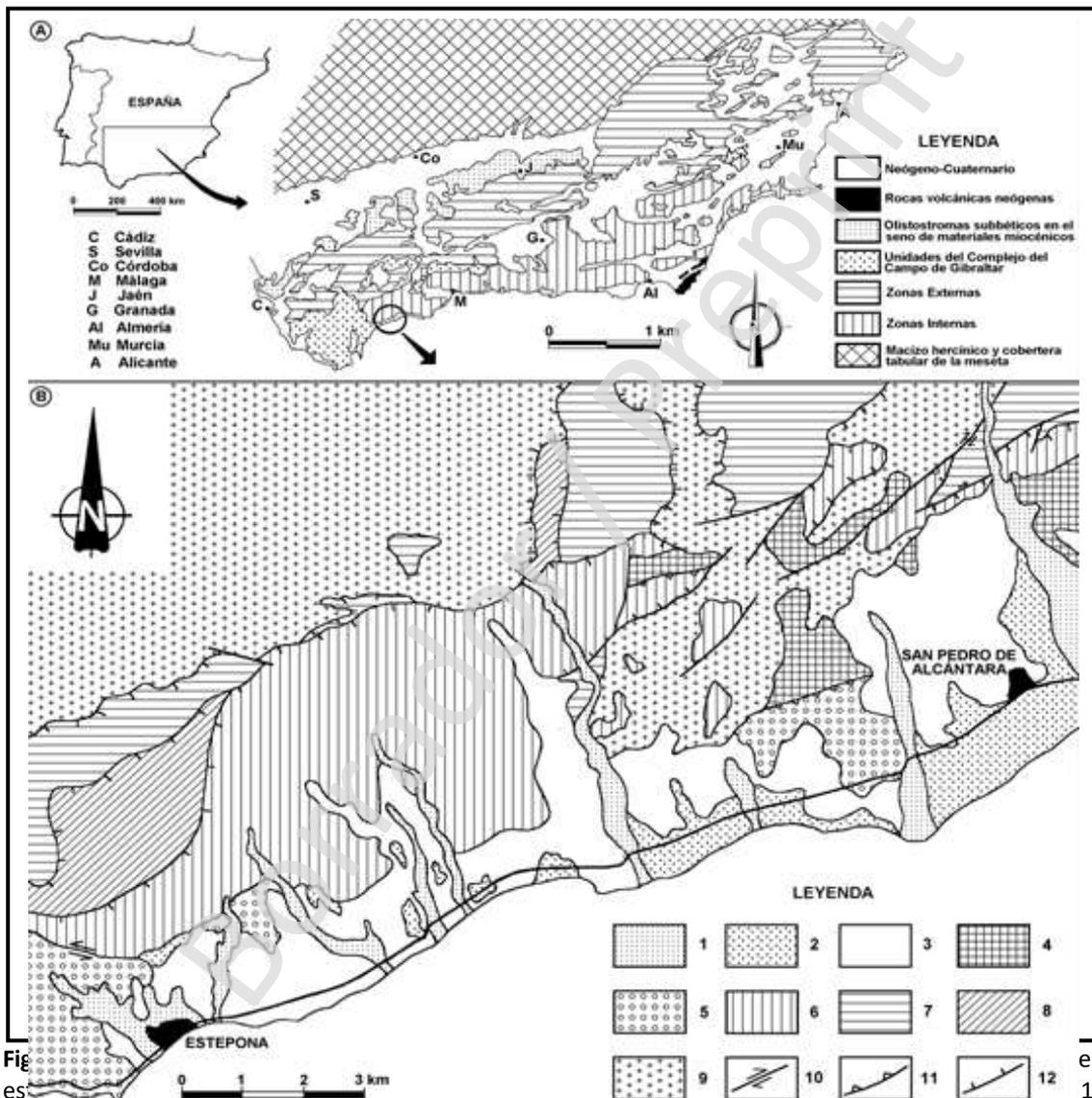
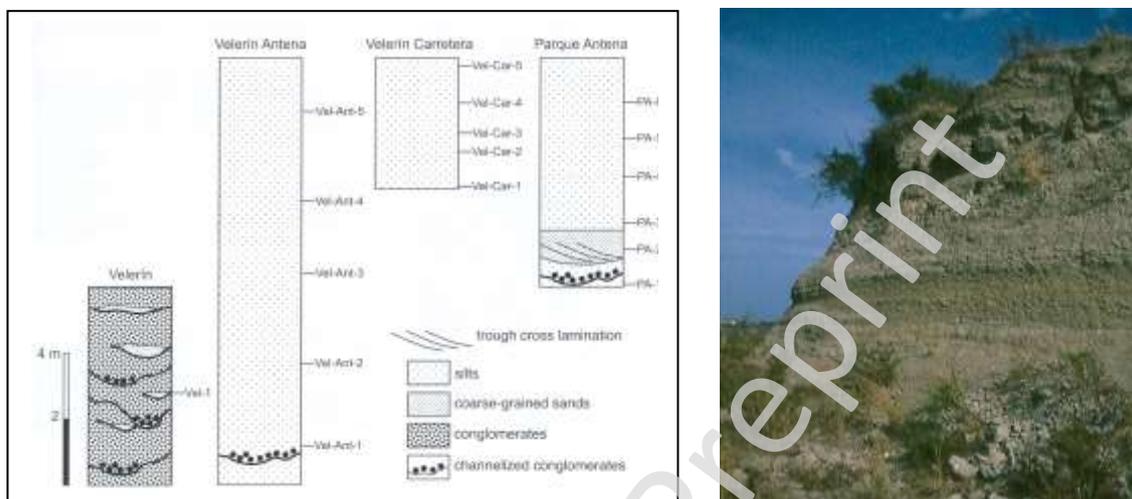


Fig. 2: Marco geológico, tafonómico y taxonómico. 1: Aluvial reciente; 2: Aluvial Pleistoceno; 3: Plioceno (cuenca de Estepona); 4: Formación San Pedro de Alcántara; 5: Complejo del Campo de Gibraltar; 6: Complejo Maláguide; 7: Complejo Alpujárride; 8: Dorsal Bético-Rifeña; 9: Peridotitas. Yacimientos paleontológicos de la cuenca de Estepona de Este a Oeste: a) El Bizcornil, b) McDonalds, c) Guadalmina-carretera (San Pedro de Alcántara, Marbella); d) Flamingos 1, e) Flamingos 2, f) Flamingos 3, g) Hornacinos, h) Guadalmansa, i) Parque Antena, j) Velerín carretera, k) Velerín antena, l) Velerín antena-pista, m) Camino de Nicola, n) Velerín, ñ) Los Rosales, o) El Padrón, p) Punta de la Plata, q) Finca de Franco, r) La Lobilla, s) Iglesia del Carmen, t) Avenida de las Mesas, u) Arroyo Vaquero, v) Manilva, w) Canuto de Utrera (Casares) (modificado de Chamón *et al.*, 1978).

En concreto, Aguirre (1995), Vera-Peláez (1996) y Lozano-Francisco (1997) en sus tesis doctorales reconocieron de forma independiente en la provincia de Málaga y de Este a Oeste las cuencas de Maro, Nerja, Málaga, Mijas y Estepona (Fig. 2A) en el Plioceno inferior (Zancleense). Posteriormente, durante el Plioceno Superior (Piacenziense) la cuenca de Estepona se dividió en tres subcuencas, la de Casares, la más occidental, la de Arroyo Vaquero, en medio y la de Estepona, más oriental, separadas entre sí por materiales del Complejo de Gibraltar y del Paleozoico de los complejos Alpujárride y Maláguide, interconectados entre sí al Sur por el mar de Alborán (fig. 2B).



Figuras 3 y 4. Fig. 3. Columnas estratigráficas sintéticas de la cuenca de Estepona (Aguirre *et al.*, 2005). Fig. 4. Afloramiento de El Padrón (Cuenca de Estepona), "bizcorniles" del Plioceno.

1. Las cuencas occidentales (Estepona, Arroyo Vaquero y La Utrera). Los depósitos marinos pliocénicos de las cuencas occidentales presentan unas características sedimentológicas y estratigráficas comunes, éstos están constituidos por biocalcarenitas bioturbadas y conglomerados de matriz arenosa gruesa se denominan localmente bizcorniles, en toda la cuenca de Estepona y especialmente en la parte más occidental contienen una elevada fauna de invertebrados marinos, sobre todo moluscos (bivalvos, gasterópodos, poliplacóforos y escafópodos), crustáceos cirrípedos de gran talla, braquiópodos, briozoos y corales. A nivel estratigráfico los depósitos de la cuenca de Estepona presentan a su base un conglomerado rojo continental (p.e., El Padrón, fig. 4), sobre éste aparece un conglomerado con grandes bases canalizadas y canales correspondientes a abanicos aluviales procedentes de un gran sistema deltaico, (p.e. Velerín o Hornacinos), y encima de estos grandes conglomerados podemos encontrar depósitos de arenas gruesas, arenas finas, limos y arcillas denominados localmente bizcorniles (p.e. Parque Antena, Velerín, El Padrón, etc.) con un gran contenido paleontológico de conchas de moluscos y esqueletos de invertebrados (Fig. 3).

2. Las cuencas orientales [Valle-Niza (Benjarafe), Almayate, Vélez-Málaga y Nerja] presentan unas características litológicas, sedimentológicas y paleontológicas muy diferentes de las cuencas occidentales, por ello, merece la pena un estudio detallado de estas cuencas, constituidas esencialmente por margas azules y arenas amarillas.

2.1. La cuenca de Vélez-Málaga. Los depósitos pliocenos afloran en una amplia zona triangular que se extiende en dirección N-S, desde el mismo pueblo de Vélez-Málaga hasta los alrededores de Torre del Mar. Aunque la mayor parte de la cuenca ha quedado recubierta por relleno para cultivos y carreteras, no obstante, se pueden hacer observaciones en varias canteras: Cantera N, Cantera Central y Cantera S, distribuidas a lo largo de un transepto N-S.

a) Cantera norte. En el punto septentrional del afloramiento se puede observar el contacto entre los sedimentos pliocenos y el basamento. Está situado al S del castillo de Vélez-Málaga y próximo a la carretera en dirección hacia Arenas. El Plioceno tiene una potencia muy variable, que puede alcanzar hasta 10 m aproximadamente. Se pueden diferenciar dos tramos. 1) Comienza con unas brechas masivas, o con una cierta gradación positiva de bloques y conglomerados con un alto contenido en

matriz de arena fina-media. Presentan un buzamiento entre 20° y 25° con orientaciones distintas, lo que parece indicar que se disponen adaptándose a un paleorrelieve previo. Hacia el S y hacia techo disminuye el buzamiento hasta casi la horizontal. La fauna está dispersa, o con un empaquetamiento poco denso localmente, con menos del 10% de bioclastos por volumen de roca. Los fósiles más representativos son fragmentos de ostreidos, *Aequipecten scabrella* y moldes de gran tamaño de *Glycymeris* sp. 2) En el paso al segundo tramo disminuye progresivamente la proporción de cantos gruesos con un aumento en el contenido en bioclastos, pasándose a unas calcarenitas y calcirruditas bioturbadas. Los bioclastos reconocibles predominantes son de *Chlamys* sp., balánidos y moldes de gasterópodos y corales solitarios. Hay mayor contenido de restos completos, aunque desarticulados, que en los bloques basales. Intercalados entre estos materiales aparecen algunos bancos de conglomerados bioclásticos de poco espesor, con bases canalizadas y con granoselección normal.



Figuras 5 y 6. Fig. 5. Situación de la Cuenca de Vélez-Málaga y localización de los puntos estudiados (Basado en Aguirre, 1995). Fig. 6. Magnífico corte en la cantera de El Prado, en la cuenca pliocena de Vélez-Málaga. Se observan la facie de arenas amarillas en los niveles superiores, y la de margas azules en la base, muy fosilífera.

b) Cantera central. El segundo punto está situado a la mitad del afloramiento. El Plioceno tiene un espesor entre 10 y 15 m. Está constituido por arcillas azules muy monótonas y homogéneas en facies. Los fósiles están muy dispersos. En la parte baja de las arcillas se observa un banco de conglomerados clastosoportados con estructura masiva, geometría lenticular y sin fósiles reconocibles.

c) Cantera S. Está situada en el extremo meridional de la sección. Afloran aproximadamente 20-25 m de materiales pliocenos. Se pueden reconocer tres tramos: 1) En la base hay arcillas de color azul oscuro-grisáceas (“arcillas de Tejares”). Los fósiles están dispersos, con menos del 10% de restos por volumen de roca. Presentan un alto grado de articulación y un excelente grado de preservación. Son, fundamentalmente, bivalvos, gasterópodos y escafópodos. 2) Está formado por limos, en la base, que cambian a arenas finas amarillentas hacia techo. El contacto con el tramo subyacente es gradual. Entre estos materiales se intercalan capas tabulares de areniscas más cementadas que, ocasionalmente se acuñan, dando una estratificación de tipo “hummocky”. En el techo y/o en el muro de dichas capas se observan trazas de bioturbación horizontales. 3) Finalmente, hay arenas medias en las que se intercalan bancos de areniscas más cementadas y de conglomerados con muros erosivos. Estos últimos contienen fósiles dispersos y fragmentados, dando un empaquetamiento disperso y un volumen inferior al 10% de restos por volumen de roca.

2.2. Estación de Valle Niza (Benajárfes). Este afloramiento se encuentra en la actualidad totalmente destruido debido a las obras de urbanización de un complejo turístico. Los registros de las estructuras bioerosivas se localizan muy puntualmente en la superficie del sustrato paleozoico, formado por filitas y esquistos, así como en la superficie de grandes bloques integrados en la base del depósito plioceno. Los icnotaxones dominantes están representados por *Gastrochaenolites* isp. y *Caulostrepsis taeniola*, relacionados con perforaciones de bivalvos litófagos y anélidos poliquetos respectivamente. Su estado

de conservación no es muy bueno, pues los bloques se encuentran aislados y aflorando en la base de un arroyo, sometido a la acción de las aguas de escorrentía. El estado actual del afloramiento es el de su total desaparición por motivos urbanísticos. Cuando en septiembre de 2006 los miembros del proyecto de encontramos el yacimiento, el trabajo de unas excavadoras se habían llevado la paleocosta del Plioceno, motivo por el que no pudimos fotografiar ni estudiar el depósito original de paleocosta "in situ" por ello hubo que interpretarlo a partir de los restos del paleoacantilado desplazados de su lugar original por los operarios de la obra.

2.3. Cuenca de Almayate. Los sedimentos pliocenos, constituidos por una sola unidad de unos 60 m de potencia, presentan una excelente exposición. Aún tratándose de una sección próxima a la anterior, las características litológicas y de facies son notablemente distintas, ya que se trata de cuencas diferentes. Está orientada E-W y se sitúa entre el pueblo de Almayate y las proximidades de la torre de la Atalaya, al W de la desembocadura del río de Vélez. El Plioceno se puede seguir en continuidad de exposición a lo largo de toda la sección, aproximadamente por 1,5 km. Este importante afloramiento del Plioceno es el llamado popularmente "Corte del Toro" debido a que en su parte superior se encuentra un gran toro, símbolo de la bodegas Osborne. Toda la montaña constituye un gran afloramiento en continuidad estratigráfica del Plioceno, motivo por el cual, es el principal afloramiento paleontológico para estudiar la serie estratigráfica por su continuidad estratigráfica y gran potencia (de muro a techo).

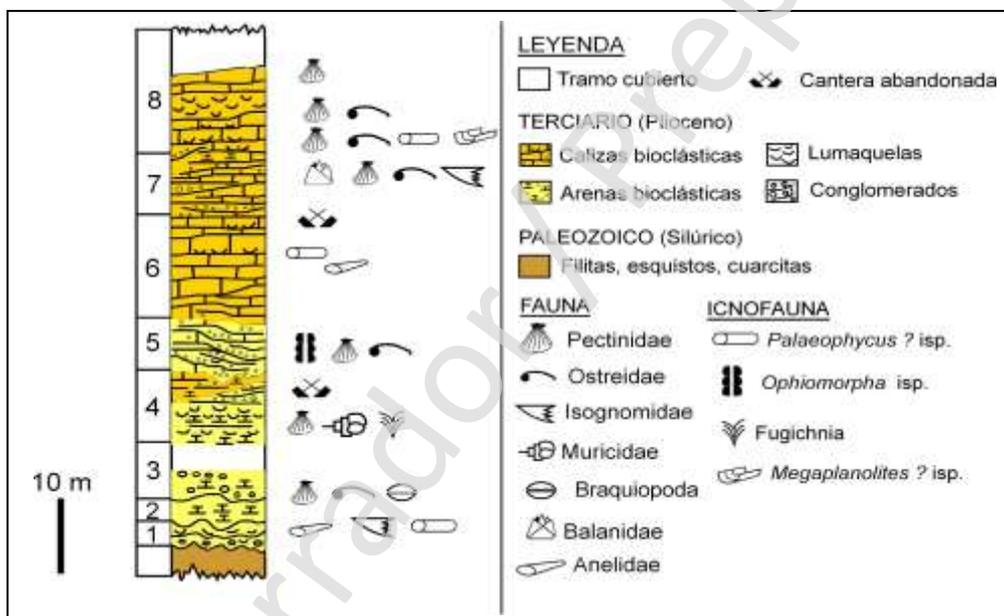


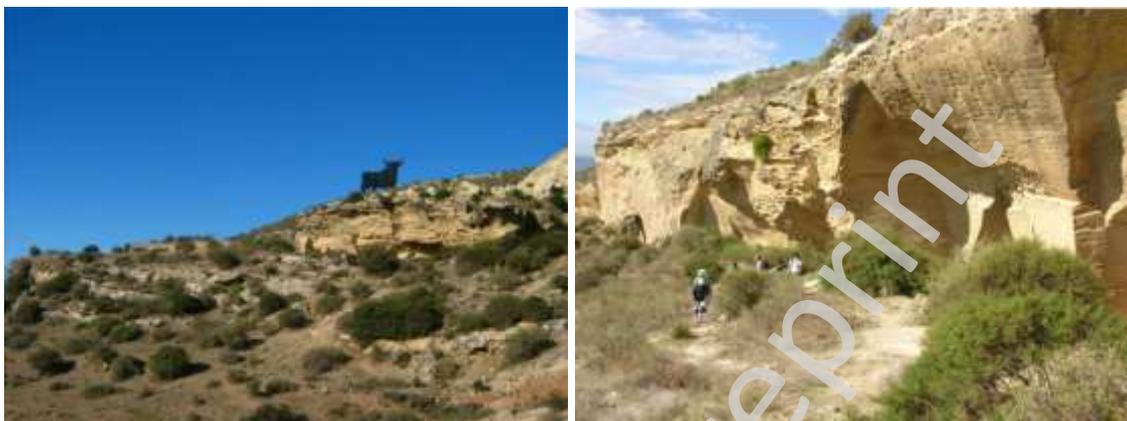
Figura 7. Columna estratigráfica de síntesis de Almayate Bajo. Basado en Mayoral y Rodríguez-Vidal (1994).

Con motivo de que este yacimiento paleontológico es también un singular yacimiento arqueológico, se procedió a trabajar con fotografías para la identificación de los restos paleontológicos, icnofósiles, estructuras sedimentarias y tafonómicas. Dada esta dualidad arqueológica-paleontológica se propone que en el marco de actuación de la protección del yacimiento arqueológico, sea ampliada a toda la montaña para incluir toda el área paleontológica, es decir, nuestra propuesta es que no se edifique sobre ella ni se realicen extracciones de áridos, manteniendo el afloramiento en su forma actual. El basamento, constituido por filitas y esquistos paleozoicos del Complejo Maláguide, aflora en el extremo oriental y occidental de la sección. En el E, la unidad pliocena presenta un buzamiento entre 25° y 30° al W, que disminuye a menos de 10° en las proximidades de Almayate. En el extremo W del afloramiento, tienen un buzamiento de aproximadamente 30° hacia el E, que disminuye en ese sentido. Este dispositivo le confiere una geometría cóncava hacia arriba.

La serie estratigráfica local está representada de muro hacia techo por los siguientes tramos: (Fig. 7)

1) Tramo basal de superficie erosiva, de hasta 5 m de potencia en algunos puntos, que está formado por cantos, arenas y lutitas con frecuentes cambios laterales y verticales. Descansan directamente sobre un paleorrelieve existente en el substrato Maláguide. Tienen coloración rojiza y una granoselección inversa.

Se acuñan hacia el S y el ENE ya que se adaptan a la superficie erosiva. Estos conglomerados enrasan el paleorrelieve. No he encontrado fósiles. Sobre este nivel irregular se sitúan 2 m de gravas y conglomerados de morfología canalizada y base erosiva, compuestos por cantos subangulosos de filitas satinadas y esquistos junto con restos normalmente fragmentados de bivalvos: *Pecten benedictus*, *Pecten* sp. y *Crassostrea gryphoides*. Hacia la mitad del tramo dominan las gravas y arenas conchíferas gruesas que se disponen también en cuerpos de geometría canaliforme y base erosiva sobre el conjunto conglomerático basal. Los pectínidos presentan señales de bioerosión relacionados con *Entobia* isp.



Figuras 8 y 9. Fig. 8. Vista general del afloramiento "El Corte del Toro" (Almayate bajo). Fig. 9. Vista general de las calcarenitas bioclásticas (tramo 4 de la serie) (Cuenca de Almayate).

2) 3 m de arenas finas-medias amarillento-verdosas con un nivel microconglomerático en la base, de carácter erosivo sobre el paquete anterior. Presenta un nivel noduloso hacia la mitad del tramo con abundante bioturbación, aunque las estructuras presentan un estado de conservación bastante deficiente (*Palaeophycus*? isp.), así como acumulaciones importantes de anélidos: *Ditrupa cornea*, junto con restos de *Balanus* (*B.*) *concaucus* y moldes de *Isognomon maxillatus*. Todos ellos se concentran preferentemente en los pequeños canales erosivos de la base. En el tramo noduloso aparecen "parches" de *Crassostrea gryphoides* con *Entobia* isp. y concentraciones masivas de *Ditrupa cornea*.

3) 8 m de conglomerados bioclásticos y arenas amarillentas gruesas que predominan en la mitad superior del tramo y que se encuentran en su mayor parte cubiertas. Los conglomerados en cuerpos canaliformes de base erosiva, presentan cantos gruesos (escala dcm) de pizarras y cuarcitas bastante redondeados. En la base son frecuentes los restos de *Macrochlamys latissima* y *Crassostrea gryphoides*, ambos con *Entobia* isp. y colonias incrustantes de briozoos cheilostomados. También encontramos *Terebratulina sinuosa*. En los conglomerados la fauna aparece dispersa, con un 5% de restos por volumen de roca. La totalidad de los restos conserva concha calcítica. Tan sólo el 1% del total de la fauna está completa y, además, articulada. Hay una fuerte tendencia a la verticalidad y ausencia de selección de tamaños. Predominan los restos dispuestos con la concavidad hacia abajo. Todos los fragmentos presentan las aristas redondeadas. El 45,4% está afectado por endobiontes y el 6,2% por encostrantes. En las arenas se observa el mismo empaquetamiento y porcentaje de restos por volumen de roca que en los conglomerados. El 100% de los restos presenta concha calcítica. El porcentaje de restos completos es del 2,9% y el de articulación algo más bajo, el 1,9% del total de la asociación. Se observa una orientación bipolar, con un máximo de restos orientados perpendicularmente, 49,5%, y oblicuamente, 36,2%. No hay ninguna selección de tamaños. El 36,4% del total de la asociación muestra marcas de endobiontes.

4) 10 m de calcarenitas bioclásticas blanco-amarillentas de carácter lumaquéllico formadas por bivalvos pectínidos: *Pecten jacobaeus*, *P. benedictus*, *Aequipecten opercularis*, *Aequipecten radians*, *Macrochlamys latissima*. Esporádicamente se encuentran también gasterópodos, estando mejor representados los murícidos (*Hexaplex* sp). Las señales de bioerosión están representadas por *Entobia* isp. y *Caulostrepsis taeniola*. También son frecuentes en estos horizontes, la presencia de niveles bioturbados representados por estructuras de escape (Fugichnia), de escala centimétrica (Figs. 7-8). En los dos últimos metros de este tramo son muy frecuentes las intercalaciones conglomeráticas de cuarcitas y pizarras muy redondeadas, de tamaño cm, ya sea en forma de hiladas o como cuerpos conglomeráticos bien definidos y de gran escala. En el techo se encuentran grandes pectínidos representados por *Macrochlamys latissima* y ostreidos. Los

restos mayores de 0,5 cm son escasos y se encuentran dispersos en la matriz, con un porcentaje inferior al 10% de bioclastos por volumen de roca. Tan sólo hay fragmentos con concha calcítica y con las aristas redondeadas. Están dispuestos con una orientación bipolar, dominada por restos orientados vertical y concordantemente. Hay una buena selección de tamaños, con un máximo de restos entre 0,5 y 1,5 cm de diámetro. No se ha detectado ningún encostramiento y el 16% está afectado por bioperforaciones.

5) 7 m de conglomerados bioclásticos y arenas conchíferas amarillentas, microconglomeráticas, dispuestos en bolsadas irregulares y canales de base erosiva con laminación inclinada de gran escala. Contienen *P. benedictus*, *P. jacobaeus* y *Ostrea* sp, todos ellos de gran tamaño. Los interniveles de arenas conchíferas presentan bioturbación representada por el icnofósil *Ophiomorpha* isp. Los conglomerados fosilíferos tienen un empaquetamiento denso, con el 45% de bioclasto por volumen de roca. Al igual que en la matriz circundante, sólo aparecen fragmentos de fósiles calcíticos con las aristas redondeadas y textura pulverulenta debido a la disolución. Hay una clara orientación preferencial vertical y una selección de tamaños de bioclastos relativamente buena. En el total de la asociación predominan los restos planos. Tan sólo un 3,4% del total de la fauna presenta trazas de bioperforaciones.

6) 16 m de calizas bioclásticas blanco-amarillentas, generalmente masivas, con superficies lumaquéllicas integradas por pectínidos muy fragmentados y horizontes más arenosos con acumulaciones de *Ditrupa cornea*. En los niveles es frecuente la presencia de madrigueras horizontales densamente empaquetadas, posiblemente relacionadas con *Palaephycus* ? isp. (Fig. 9). Muestran un empaquetamiento denso, con un 40% de restos por volumen de roca. Dominan los restos conservados como moldes, 90,9%. Los calcíticos con un aspecto pulverulento, conservando sólo algunas capas de la concha. La totalidad de la asociación son fragmentos, de los cuales sólo el 0,6% de los bioclastos calcíticos con las aristas agudas. Hay una orientación preferencial perpendicular y una buena selección de tamaños. Los restos planos son los más abundantes en el total de la asociación, 48,3%. El 1,1% está afectado por bioperforaciones.



Figuras 10 y 11. Fig. 10. Calizas bioclásticas (lumaquela) con una elevada concentración de bivalvos pectínidos (*Pecten jacobaeus* y *Aequipecten opercularis*). (Tramo 8 de la serie). Escala de la barra: 5 cm. (A la izquierda). Fig. 11. Calizas bioclásticas (tramo 6 de la serie) con estructuras de bioturbación a muro, posiblemente relacionadas con *Palaephycus*?

7) 10 m de calcarenitas bioclásticas amarillentas, tabulares, con horizontes bien definidos de *Isognomon maxillatus* en estado de molde (Fig. 10), *Macrochlamys latissima*, *P. jacobaeus* y *Crassostrea* sp. Todos suelen presentar señales de bioerosión en relación con *Caulostrepsis taeniola* y *Entobia* isp. También se hallan balanomorfos, sueltos o cementados sobre pectínidos, representados por *Balanus* (B.) *concaus* y *Balanus* (B.) *crenatus*. Los bancos calcareníticos alternan con horizontes conglomeráticos en hiladas o cuerpos canaliformes de extensión lateral muy reducida y base erosiva. Las concentraciones de *Isognomon* presentan un empaquetamiento denso, con el 30% de restos por volumen de roca. Las propiedades tafonómicas no varían de aquellas medidas para las calcarenítica del tramo previo. Tan sólo es de resaltar la gran dispersión de tamaños de bioclastos hacia las clases de tamaños mayores debido al gran tamaño de los ejemplares de *Isognomon*. También difieren en la presencia de algunos individuos completos (1,4%) y otros articulados (1,1%) en el total de la asociación.

8) 18 m de calizas bioclásticas blancuzcas, de aspecto masivo con fauna de bivalvos muy fragmentada compuesta por *Pecten jacobaeus*, *Aequipecten opercularis*, *Modiolus modiolus*, *Ostrea edulis* y *Dosinia exoleta*, concentrados en un horizonte de un metro de espesor localizado hacia la mitad del tramo. En la base, los horizontes están muy bioturbados (*Palaeophycus* isp. y *Megaplanolites*?). La parte final de este último tramo está cubierta, con fauna de bivalvos muy fragmentada y escasa. La secuencia finaliza con un tramo estratificado formado por una alternancia de conglomerados masivos o con gradación normal, y de acumulaciones densas de fósiles, éstos últimos oscilan entre el 35% y el 40% de restos por volumen de roca. La asociación está dominada por pectínidos: *Chlamys*, *Aequipecten* y *Pecten* sp. Es frecuente encontrar concentraciones de valvas desarticuladas dispuestas unas sobre otras encajadas. La totalidad de los restos son fragmentos con aristas redondeadas de organismos calcícticos, que muestran un cierto grado de disolución ya que tienen un carácter pulverulento y sólo se conservan algunas capas internas de la concha original. Hay una orientación preferencial perpendicular, con un 45,4% de restos orientados con un ángulo superior a 60°. La selección de tamaños es buena. Los fragmentos orientados con la concavidad hacia arriba son los más abundantes. Los porcentajes de restos con bioperforaciones o encostrados son notablemente bajos, 0,8% y 0,4% respectivamente.

2.4. Cuenca de Nerja. Esta Cuenca está limitada por materiales metamórficos pertenecientes al Complejo Alpujárride (Fig. 12).

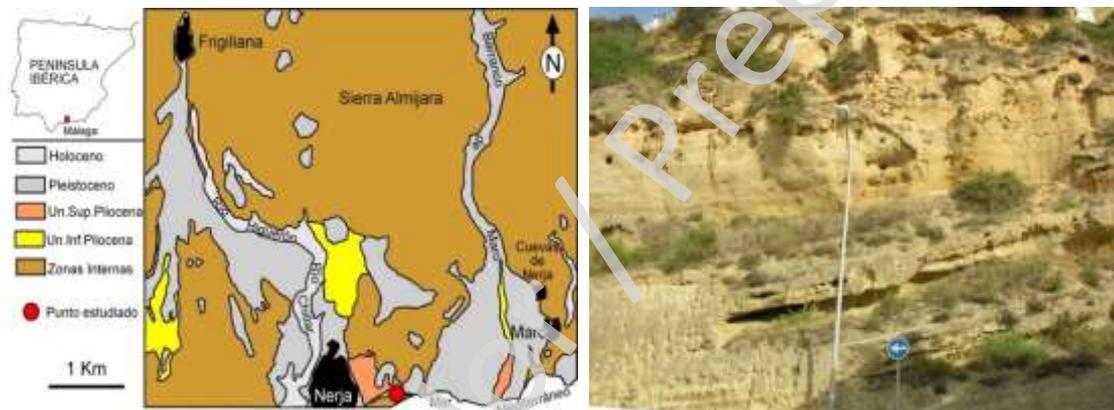


Figura 12. Mapa de situación de la Cuenca de Nerja y localización del punto estudiado (Aguirre, 1995). Los depósitos pliocenos están formados por dos unidades discordantes entre sí, que han sido denominadas, de muro hacia techo, “Unidad inferior pliocena” y “Unidad superior pliocena” (Guerra-Merchán y Serrano, 1993, Fig. 14). **Figura 13.** Vista general del acantilado plioceno de Playa Burriana, estado actual del yacimiento, se observa la discordancia entre los dos estratos pliocénicos.

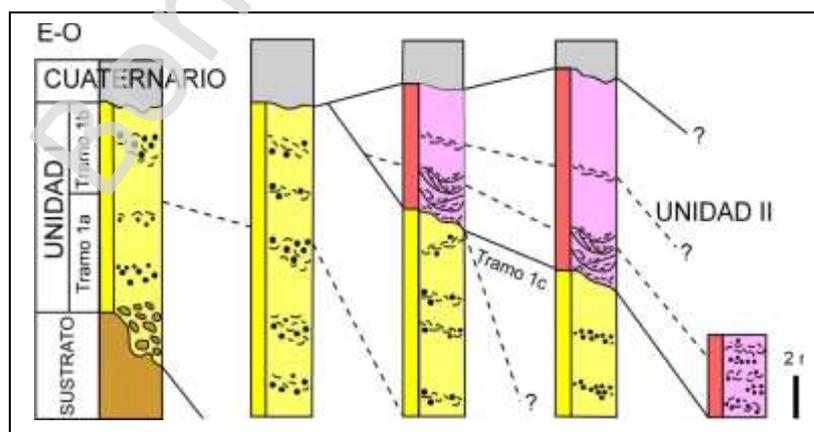


Figura 14. Columnas estratigráficas sintéticas de playa Burriana (Basado en Aguirre, 1995).

Los depósitos pliocenos están formados por dos unidades discordantes entre sí, que han sido denominadas, de muro hacia techo, “Unidad inferior pliocena” y “Unidad superior pliocena” (Guerra-Merchán y Serrano, 1993, Fig. 14). El crecimiento urbanístico ha limitado las posibilidades de observación de cortes naturales, que han quedado restringidas al afloramiento de la playa Burriana.

Afloramiento de playa Burriana (Nerja). Se trata de un relieve acantilado de dirección ENE-OSO, que se extiende a lo largo de la playa Burriana y que actualmente está integrado dentro del crecimiento urbanístico de la población (Fig. 13). Los materiales estudiados corresponden básicamente a la Unidad inferior pliocena, que aquí alcanza un espesor de 30 m. La Unidad superior pliocena también aparece, limitado a los niveles conglomeráticos más inferiores y algunas arenas bioclásticas, presentan una mala exposición, siendo muy pobres en restos fósiles (pectínidos y ostreidos) y carentes de icnofósiles.

En la Unidad inferior se han reconocido tres tramos:

1. Conjunto de brechas y bloques de gran tamaño. Se disponen en discordancia angular y erosiva sobre el sustrato metamórfico. La matriz es muy escasa en fósiles, representados por *Chlamys* sp., *Gigantopecten latissima*, *Ostrea* sp. y balánidos. Los bloques y cantos presentan frecuentes estructuras de bioerosión (*Gastrochaenolites* isp., *Maeandropolydora* isp. *Caulostrepsis* isp. y *Entobia*?) Hacia techo, el depósito pasa a estar dominado por conglomerados y microconglomerados, con bases erosivas y superficies de amalgamación. Los fósiles están representados por *Chlamys* y balánidos. En cuanto a las propiedades tafonómicas observadas, la matriz arenosa presenta un empaquetamiento muy disperso, con menos del 5% de restos fósiles por volumen de roca. Únicamente se encuentran conchas calcíticas. Hay un 52,3% de restos que tienen una orientación preferencial perpendicular y 29,1% concordante y una selección de tamaños buena. El 4,7% de los fragmentos están afectados por bioperforaciones.

En los microconglomerados de la parte superior de este tramo se observa un empaquetamiento que varía entre poco denso a denso y un porcentaje de fósiles por volumen de roca entre el 15% y el 20%. El 100% de los fósiles preserva la concha con aspecto pulverulento, lo que indica que han sufrido un cierto grado de disolución. Tan sólo hay un 1,3% de restos completos, que corresponden a individuos articulados. Domina una orientación bipolar, con un máximo en ángulos de inclinación inferiores a 30° (44,3%) y otro máximo en ángulos superiores a 60° (31,6%). Hay una gran dispersión de tamaños de bioclastos. Los restos dispuestos con la concavidad hacia abajo son los más abundantes. El 100% de los fragmentos con las aristas redondeadas. El 5,1% del total de la asociación constan de bioperforaciones.



Figuras 15 y 16. Fig. 15. Detalle de molde interno completo de *Isognomon maxillatus* (a la derecha de la tapa de la cámara fotográfica). Se aprecia el nivel de *Isognomon* (Corte del Toro, Cuenca de Almayate).

Fig. 16. Cantos con estructuras de bioerosión. M: *Maeandropolydora* isp.; Ct: *Caulostrepsis taeniola*; G: *Gastrochaenolites* isp.; Ent: *Entobia* isp. (Playa Burriana, Cuenca de Nerja).

2. Arenas gruesas y microconglomerados. En los que se intercalan bancos de acumulación de fósiles, con un alto contenido en material siliciclástico grueso, de muros erosivos y granoselección positiva. Los restos fósiles son fragmentos de *Chlamys* sp., ostreidos y balánidos. Las únicas estructuras de bioerosión están ligadas a los sustratos conchíferos, básicamente a los pectínidos, siendo *Entobia* isp. el icnogénero más abundante. En la matriz arenosa la fauna aparece dispersa, con menos del 10% de bioclastos por volumen de roca. El 100% de los restos preservan la concha. Tan sólo un 4,3% del total de la asociación está completo y el 2,2% articulado. Hay una orientación bipolar, con un máximo de restos con una orientación preferencial perpendicular (50%) y otra oblicua (30,4%). Se observa una buena selección por tamaños. Predominan los bioclastos con la concavidad hacia arriba. Todos los fragmentos muestran las aristas redondeadas. El 4,4% del total tienen bioperforaciones y el 2,2% encostrantes. Por su parte, las acumulaciones de fósiles intercalados entre las arenas tienen un empaquetamiento denso, con el 20-

25% de bioclastos por volumen de roca. El 100% de los esqueletos son calcícticos. Los porcentajes de fragmentación y desarticulación son muy altos. No hay orientación preferencial, aunque sí una selección de tamaños. Hay predominio de restos dispuestos con la concavidad hacia arriba. Los fragmentos muestran las aristas redondeadas. Sólo el 0,5 % del total de restos está afectado por bioperforaciones.

BIOCRONOLOGÍA INTEGRADA

No fue posible la realización de dataciones absolutas por no aparecer rocas radioactivas (glaucónita) en las cuencas objeto de este estudio, ni en las occidentales, ni en las orientales (Axarquía). Para resolver la problemática de la datación de las cuencas de Manilva-Sierra de la Utrera, Arroyo Vaquero y Estepona, se procedió a la biocronología integrada, estudios bioestratigráficos basados en las asociaciones de microfósiles (micropaleontológicos) y asociaciones de moluscos.

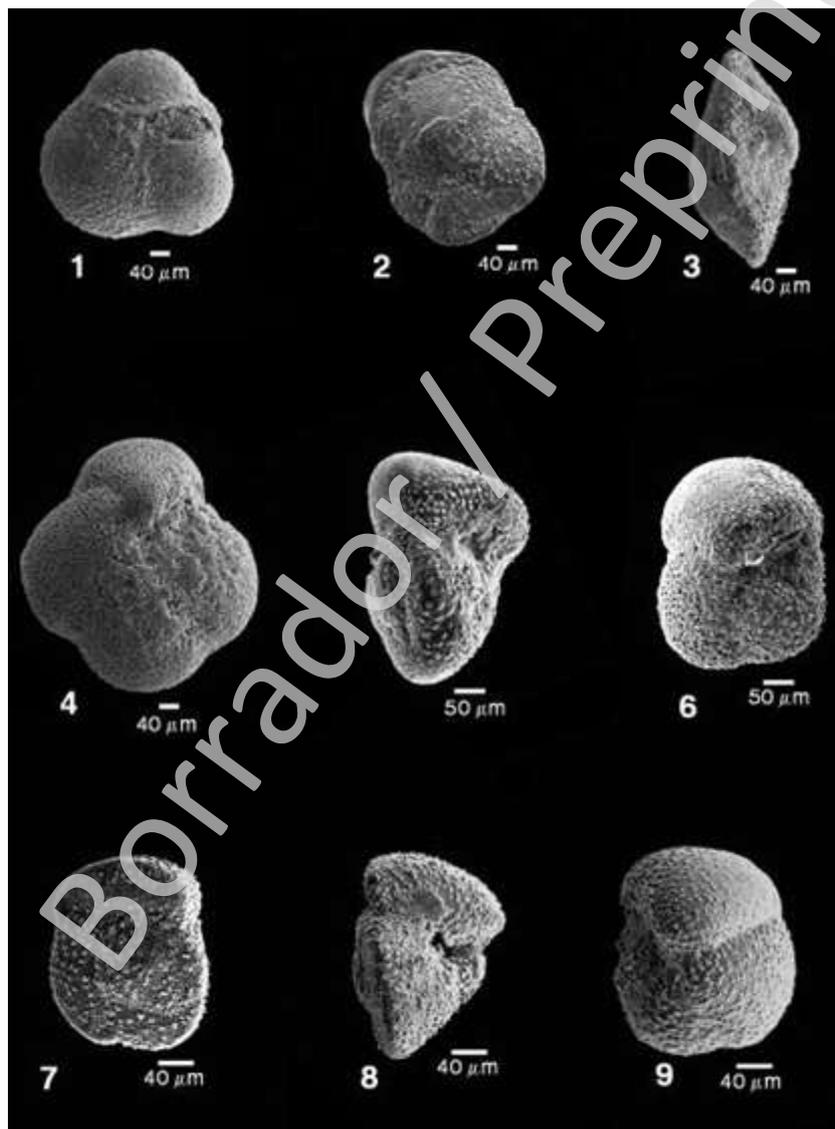


Lámina 1. Foraminíferos planctónicos de interés bioestratigráfico del Plioceno de la cuenca de Estepona. **Figura 1:** *Sphaeroidinellopsis seminulina* (Schwager) (Parque Antena-2). **Figura 2:** *Globorotalia margaritae* Bolli & Bermúdez, 1965, vista umbilical (Parque Antena-6). **Figura 3:** *Globorotalia margaritae*, vista lateral (Parque Antena-6). **Figura 4:** *Globorotalia puncticulata* (Deshayes, 1832), vista umbilical (Parque Antena-5). **Figura 5:** Grupo de *Globorotalia crassaformis* Galloway & Wissler, 1927, vista lateral (Parque Antena). **Figura 6:** Grupo de *Globorotalia crassaformis* Galloway & Wissler, 1927, vista umbilical (Parque Antena). **Figura 7:** *Globorotalia crassaformis* s.s., vista espiral (Velerín-Antena). **Figura 8:** *Globorotalia crassaformis* s.s., vista lateral (Velerín-Antena). **Figura 9:** *Globorotalia crassaformis* s.s., vista umbilical (Velerín-Antena).

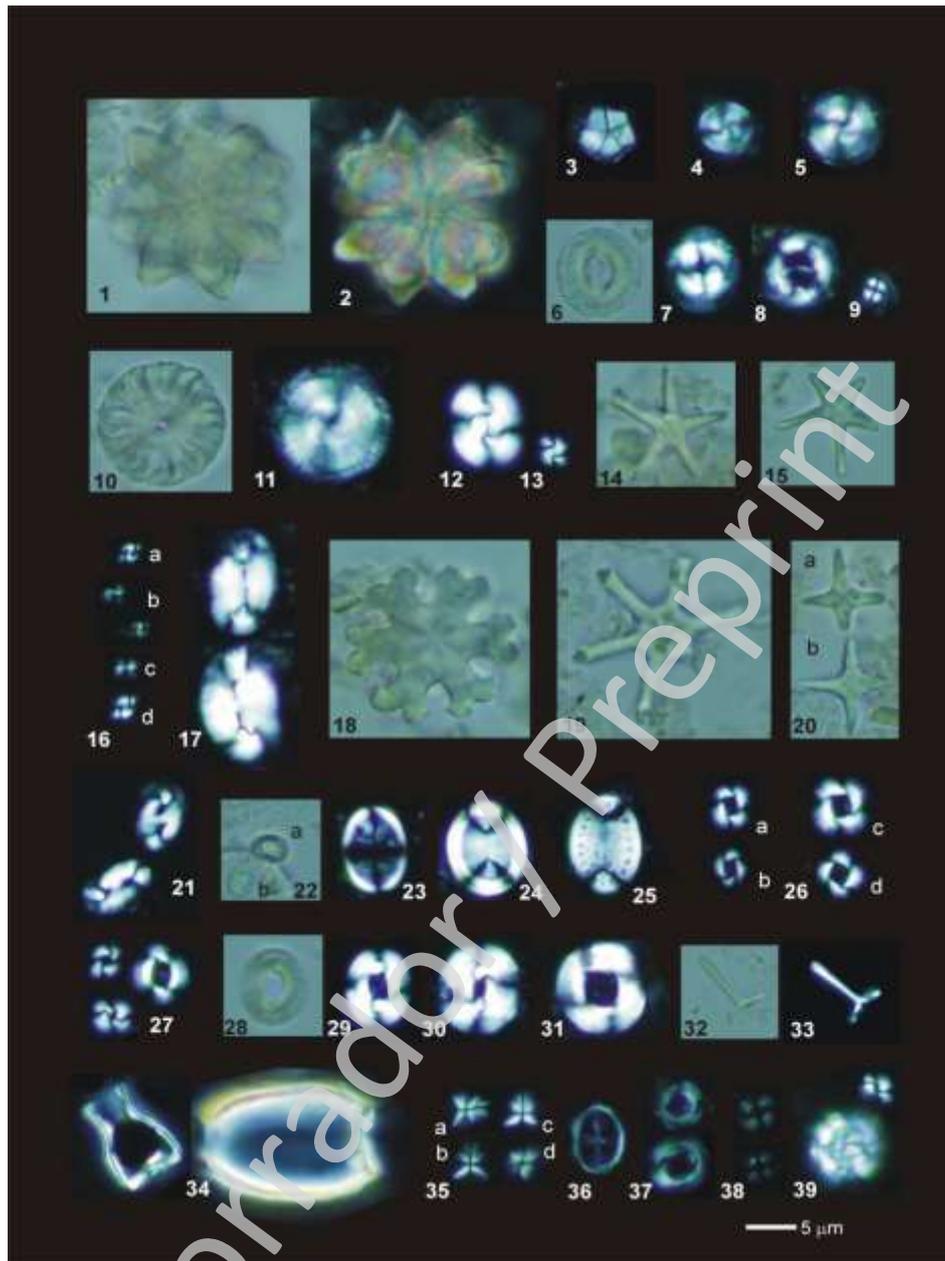


Lámina 2. Nannoplankton calcáreo de los afloramientos estudiados en la Cuenca de Estepona. **Figuras 1, 2.** Espículas de *Ascidea*, (fig. 1, luz transmitida; fig. 2, luz polarizada), Velerín-carretera. **Figura 3.** *Braarudosphaera bigelowi*, Parque Antena. **Figura 4.** *Calcidiscus leptoporus*, Parque Antena. **Figura 5.** *Calcidiscus leptoporus*, Velerín-carretera. **Figuras 6-8.** *Cocolithus pelagicus*, Parque Antena. **Figura 9.** *Cocolithus pelagicus*, Velerín-carretera. **Figuras 10-11.** *Calcidiscus macintyreii*, Parque Antena. **Figura 12.** *Dictyococcites antarcticus*, Parque Antena. **Figura 13.** *Dictyococcites productus*, Parque Antena. **Figuras 14, 15.** *Discoaster asymmetricus*, Parque Antena. **Figura 16.** *Gephyrocapsa* sp., (a, b, c, Parque Antena; d, Velerín-carretera). **Figura 17.** *Helicosphaera carteri*, Parque Antena. **Figura 18.** *Discoaster deflandrei* re TRABAJADO del Eoceno-Mioceno, Parque Antena. **Figura 19.** *Discoaster surculus*, Velerín-carretera. **Figura 20.** *Discoaster tamalis*, a, Parque Antena; b, Velerín-carretera. **Figura 21:** *Helicosphaera sellii*. Parque Antena. **Figura 22.** *Holodiscolithus macrosporus* a, Parque Antena; b, Velerín-carretera. **Figuras 23, 25.** *Pontosphaera discopora*, Parque Antena. **Figura 24.** *Pontosphaera discopora*, Velerín-carretera. **Figura 26.** *Pseudoemiliania ovata*, Parque Antena. *Pseudoemiliania lacunosa*, Velerín-carretera. **Figura 27.** *Reticulofenestra minuta*, Parque Antena. **Figuras 28-31.** *Reticulofenestra pseudoumbilicus*, Parque Antena. **Figuras 32, 33.** *Rhabdosphaera* cf. *stilifera-clavigera*, Parque Antena. **Figura 34.** *Psicosphaera* sp., Velerín-carretera. **Figura 35.** *Sphenolithus abies*, Parque Antena. **Figura 36.** *Syracosphaera* cf. *hystrica-pulchra*, Velerín-carretera. **Figura 37.** *Umbilicosphaera rotula*, Parque Antena. **Figura 38.** *Umbilicosphaera jafari*, Parque Antena. **Figura 39.** Cocosfera y cocolito aislado de *Reticulofenestra minuta*, Velerín-carretera.

1. Estudios Micropaleontológicos. De dos tipos: análisis de nannoplancton calcáreo (realizados en la Universidad de Lisboa) y análisis de foraminíferos planctónicos (realizados en la Universidad de Granada) para datar los principales afloramientos de la Cuenca de Estepona. Los resultados han sido muy positivos y coincidentes (publicados en Aguirre *et al.*, 1995) para los yacimientos de Parque Antena, Velerín-carretera y Velerín-Antena. No se han obtenido microorganismos planctónicos en Velerín, el Padrón ni Hornacinos debido a que se trata de afloramientos muy costeros, de alta energía, lejos de las zonas donde habita el plancton y que suelen dar negativo en este tipo de tests.

Los estudios micropaleontológicos se han realizado sobre dos grandes grupos taxonómicos: nannoplancton calcáreo y foraminíferos planctónicos, cuyo conocimiento nos permite datar los depósitos pliocenos, el nannoplancton calcáreo oscila con un margen de error inferior a 300.000 años.

Se han analizado las asociaciones de foraminíferos plantónicos y de nannoplancton calcáreo y se ha llegado a la conclusión de que se trata de sedimentos formados durante la parte superior del Plioceno Inferior (Zancleense Superior) gracias a la presencia de *Globorotalia margaritae*, *G. punctulata* y *G. crassaformis*, entre los foraminíferos planctónicos y por la aparición de formas pequeñas de nannoplancton de *Gephyrocapsa* y de *Sphenolithus abies/Reticulofenestra pseudumbilica*, entre las asociaciones de nannoplancton calcáreo. En este contexto están los yacimientos de El Padrón, Velerín-Carretera y Parque Antena, y sería extensible a las cuencas de Arroyo Vaquero, Manilva-La Utrera y Estepona. Únicamente, el yacimiento de Velerín-Antena podría atribuirse a la base del Plioceno Superior (Piacenziense Inferior) debido a la ausencia de *G. margaritae* y de *S. abies/R. pseudumbilica*.

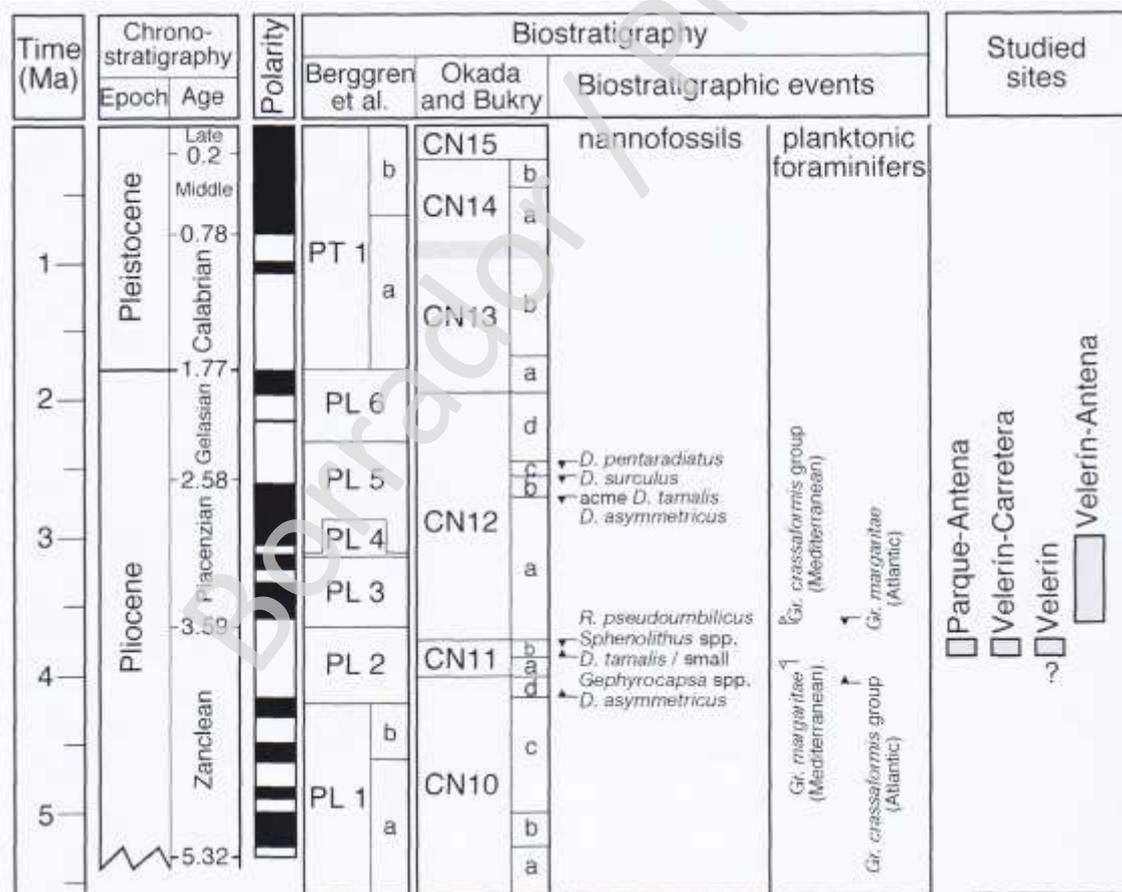


Fig. 17. Biocronología integrada para asociaciones de foraminíferos planctónicos según Berggren *et al.* (1995) y de nannoplancton calcáreo según Okada & Bukry (1980), ambas asociaciones proporcionan una edad para tres yacimientos de biozona de Berggren *et al.* PL2 y biozona de Okada & Bukry CN11b, es decir, Zancleense Superior. En cambio para Velerín-Antena, la parte superior estaría en la biozona CN12a de Okada & Bukry, es decir en el Piacenziense Inferior.

Biocronología basada en asociaciones de bivalvos según Monegatti & Raffi (2001), que determinan la biozona MPMU1, es decir Zancleense para la mayoría de los afloramientos y otras hasta el Piacenziense, pero no llegan nunca al Gelasense (Aguirre *et al.*, 2005). Respecto a los gasterópodos podemos distinguir basándonos en estas mismas unidades bioestratigráficas, dos conjuntos, gasterópodos que se extinguen en el Zancleense Superior y que se encuentran en los afloramientos de Velerín, El Padrón y Hornacinos y que se equivalen a las facies más profundas de Parque Antena y Velerín-carretera, bien datadas por micropaleontología. Y un segundo grupo de gasterópodos que se extinguen durante el Piacenziense (Plioceno Superior).

La asociación de moluscos bivalvos y gasterópodos identificados nos permiten aproximar una biocronología basada en la identificación de los mismos, incluyéndolos en las Unidades Estratigráficas propuestas para bivalvos por Monegatti & Raffi (2001), afinando un poco más con las asociaciones de gasterópodos identificados para cada yacimiento. De este modo hemos podido datar los afloramientos de mayor energía, éstos son Velerín, Hornacinos y El Padrón, de gran interés por presentar una elevada biodiversidad de moluscos y por representar los ecosistemas más costeros de fondos pedregosos y de arenas groseras, y también, en el caso de Hornacinos y Velerín, un sistema deltaico, de la zona nerítica.

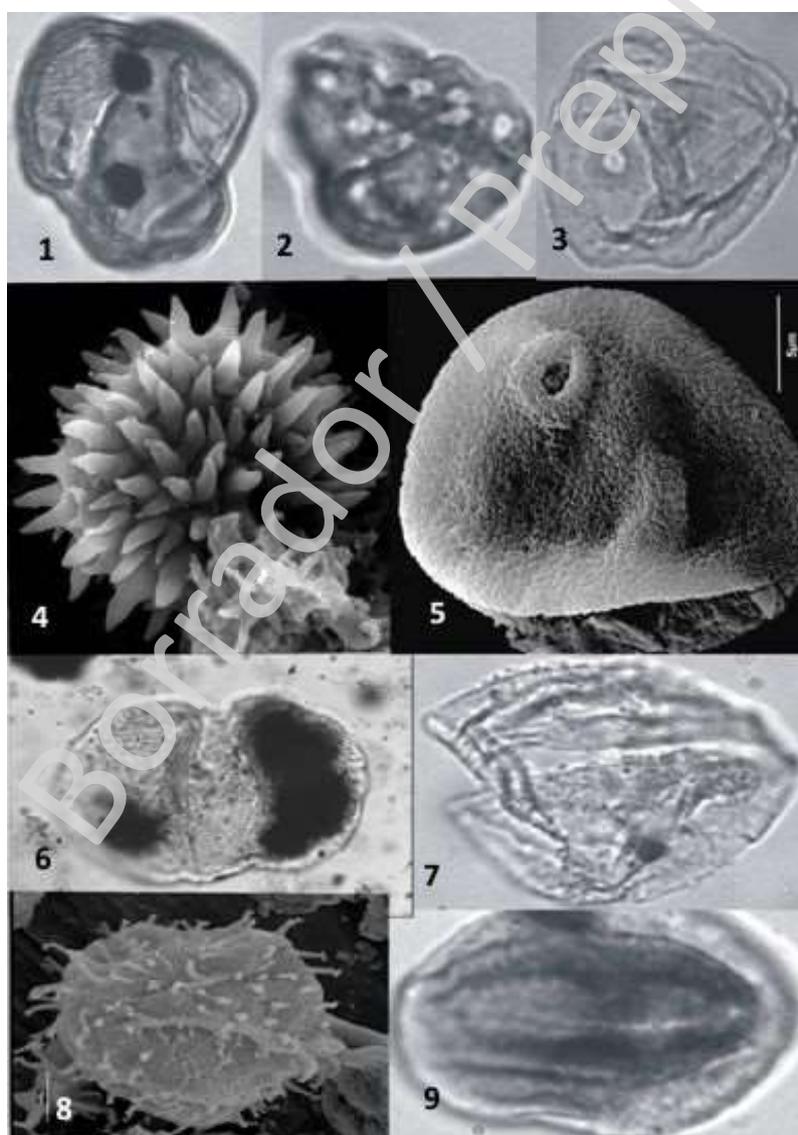


Lámina 3. Polen y palinomorfos de la Punta de la Plata (Estepona). **Figura 1.** *Acer sp.*, **Figura 2.** Amaranthaceae-Chenopodiaceae. **Figura 3.** Poaceae. **Figura 4.** Asteraceae, **Figura 5.** Poaceae. **Figura 6.** *Cathaya*. **Figura 7.** Cupressaceae. **Figura 8.** *Operculidium centrocarpum israelianum*. **Figura 9.** *Quercus sp.* (Fotografías al microscopio electrónico de transmisión y de barrido).

También en la unidad MPMU1, dentro de esta unidad, podemos distinguir dos asociaciones de gasterópodos, los que se extinguen al final del Zancleanse, representado por los afloramientos de mayor energía, éstos son Velerín, El Padrón y Hornacinos; de una segunda asociación, que se extendería hasta el final del Piacenziense, presente en Velerín-Antena. Estos datos cuadran ampliamente con la biocronología resultante del estudio micropaleontológico.

PALEOBOTÁNICA: PALINOMORFOS Y DINOFLAGELADOS

La excelente conservación de los restos orgánicos fósiles incluidos dentro de los bizcorniles de la Cuenca de Estepona ha permitido la excelente conservación de palinomorfos, en concreto polen, esporas y quistes de dinoflagelados. Aquí se presentan los resultados preliminares obtenidos (Lám. 3). En general constituye flora típica del piso termomediterráneo.

1. Spermatophytas. Polen de Gimnospermas: *Pinus* sp., *Cathaya* sp., Cupresaceae, Taxodiaceae? Polen de Angiospermas: *Quercus* tipo *ilex-coccifera*, *Quercus* tipo *caducifolio*, *Acer* sp., *Rhus* sp., *Pistacia* sp., Rosaceae, *Potamogeton* sp., Cyperaceae, Poaceae, *Typha* sp., Amaranthacea-Chenopodiaceae, Astaraceae tipo liguliflorae, Astaraceae tipo tubuliflorae, *Artemisia* sp. y *Plantago* sp.

2. Quistes de Dinoflagelados. *Spiniferites mirabilis*, *Spiniferites ramosus*, *Operculidium centrocarpum*.

ESTUDIOS PALEOICNOLÓGICOS

1. Bioerosión. En este apartado cabe diferenciar el registro de las trazas realizadas sobre sustrato inorgánico (rocas calizas habitualmente), mediante las cuales los organismos perforan la roca para habitar en su interior. En la cuenca de Estepona, esta actividad se detecta sobre: a) acantilados, b) cantos sueltos, y c) conchas de otros organismos (moluscos principalmente). Se han encontrado los siguientes icnofósiles de tipo bioerosión sobre sustratos duros: *Circolites*, *Gastrochaeonlites torpedo*, *Entobia*, la icnoasociación *Gastrochaeonlites-Entobia*, *Maeandropolydora sulcans*, *Caulostrepsis taeniola*, *Umbichnus inopinatus*, *Terebripora*, *Spatipora*, así como microperforaciones atribuibles a algas y marcas de fijación (*Podichnus centrifugalis*).

2. Bioturbación. Se ha realizado un estudio preliminar de las principales estructuras de bioturbación presentes en la zona de estudio y se ha hecho especial hincapié en algunas que presentan un elevado interés icnotaxonómico y cronoestratigráfico. Se han identificado *Asterosoma* aff. *ludwigae* y *Taenidium serpentinum*, los cuales definen a su vez una paleoicnocenosis, en la que también aparece *Ophiomorpha* ichnosp. indet. Estas pistas ponen de manifiesto la presencia de organismos sedimentívoros que tendrían un comportamiento de tipo fodinichnia (búsqueda de alimento en el sustrato).

CATALOGACIÓN Y MEDIDAS CAUTELARES DE PROTECCIÓN DE LOS YACIMIENTOS

Los afloramientos paleontológicos estudiados en la Cuenca de Estepona son de Este a Oeste: El Bizcornil, McDonalds, Guadamina-carretera (San Pedro de Alcántara, Marbella); Flamingos 1, Flamingos 2, Flamingos 3, Hornacinos, Guadalmansa, Parque Antena, Velerín-Carretera, Velerín Antena, Velerín Antena-Pista, Camino de Nicola, Velerín, Los Rosales, El Padrón, Punta de la Plata, Finca de Franco, La Lobilla, Iglesia del Carmen, Avenida de las Mesas, Arroyo Vaquero, Manilva y Canuto de Utrera (Casares). Especial mención tienen los afloramientos del Padrón y Hornacinos, por presentar cortes con series estratigráficas muy completas y abundante fauna fósil. De ellos se ha solicitado la protección de los afloramientos del área del Velerín (Velerín-Pared, Velerín-Antena, Velerín-colina, Velerín-carretera), Parque Antena, El Padrón, Punta de la Plata, La Lobilla y Finca de Franco en el término municipal de Estepona; y Finca de Hornacinos en el término municipal de Benahavís (Mapas 1-3).

Para la catalogación de los yacimientos paleontológicos se siguió el procedimiento de la Junta de Andalucía para yacimientos arqueológicos, modelo basado en DatARQUEOS (Base de Datos del Patrimonio Arqueológico de Andalucía). Debido a la gran extensión de este apartado, no se ha incluido en el presente anuario, pero sí queda reflejado con detalle en la memoria final del Proyecto General de Investigación. Sí se aportan tres mapas con la ubicación de los afloramientos más importantes de la cuenca de Estepona para su protección (mapa 1, mapa 2 y mapa3).

CONCLUSIONES

Se ha realizado un estudio geológico, paleontológico, biogeográfico, tafonómico, estratigráfico y paleogeográfico de las cuencas pliocénicas de la provincia de Málaga (excepto Málaga capital y cuenca del Guadalhorce). Se han enumerado y estudiado el interés paleontológico de estos afloramientos para tomar medidas cautelares de protección. Los resultados han sido muy interesantes.

Se ha revisado igualmente la datación cronoestratigráfica de los afloramientos de la cuenca de Estepona, con un importante descubrimiento, la mayoría de los afloramientos se depositaron durante la parte superior del Plioceno Inferior (Zancleense Superior) en una fase de transgresión marina, por encima estratigráficamente hablando de estos materiales del Zancleense, descansa un paquete de sedimentos marinos del Piacenziense Inferior (Plioceno Superior) en una fase de regresión marina. La bioestratigrafía fue demostrada y revisada por las asociaciones de foraminíferos planctónicos, nannoplancton calcáreo y moluscos. De este modo se corrige la edad de los materiales pliocénicos de la cuenca de Estepona de Plioceno Superior a Plioceno Inferior y parte inferior del Plioceno Superior.

BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE, J. 1995. *Tafonomía y evolución sedimentaria del Plioceno marino del litoral sur de España entre Cádiz y Almería*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada, 419 pp.

AGUIRRE, J., CACHAO, M., DOMÉNECH, R., LOZANO-FRANCISCO, M.C., MARTINELL, J., MAYORAL, E., SANTOS, A., VERA-PELÁEZ, J.L. Y DA SILVA, C. 2005. Integrated biochronology of the Pliocene deposits of the Estepona basin (Málaga, Spain). Palaeobiogeographic and Palaeoceanographic implications. *Revista de la Sociedad Española de Paleontología*, 20 (2), 225-244.

BERGGREN, W. A., KENT, D. V., SWICHER, C. C. & AUDRY, M. P. 1995. A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. In: *Geochronology, time scales and global stratigraphic correlation* (Eds. Berggren, Kent, Audry & Hardenbol). *SEPM (Society for Sedimentary Geology)*, Tulsa. Special Publication 54: 129-212.

BERTRAND, M. & KILIAN, M. 1892. Estudio de los terrenos Secundarios y Terciarios de las provincias de Granada y Málaga. *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España* 18: 257-447.

CHAMON, C., ESTÉVEZ, C. & PILES, E. 1978. Mapa geológico de España, 1:50.000, Magna, hoja nº 1072 (Estepona). *Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía*, Madrid, 34 pp.

DE ORUETA, D. 1874. *Los barros de los Tejares*. Imprenta económica. 35 pp. Málaga.

DE ORUETA y AGUIRRE, D. 1917. Estudio geológico y petrográfico de la Serranía de Ronda. *Memorias del Instituto Geológico de España*. 424 pp.

GONZÁLEZ DONOSO, J. M. y DE PORTA, J. 1977. Datos preliminares sobre un afloramiento de materiales pliocénicos en Estepona (provincia de Málaga). *Studia Geologica*, 13: 313-357.

GUERRA-MERCHÁN, A. y SERRANO, F. 1993. *Análisis estratigráfico de los materiales Neógeno-Cuaternarios de la región de Nerja*. In: *Geología de la Cueva de Nerja*, Patronato de la Cueva de Nerja (Ed. F. Carrasco). *Trabajos sobre la Cueva de Nerja* 3: 55-90.

GUERRA-MERCHÁN, A., PALMQVIST, P., LOZANO-FRANCISCO, M.C., VERA-PELÁEZ, J.L. Y TRIVIÑO RODRÍGUEZ, A. 1996. Análisis sedimentológico y paleoecológico del yacimiento de Parque Antena (Estepona, Málaga). *Revista Española de Paleontología*, 11: 226-234.

GUERRA-MERCHÁN, A., LOZANO-FRANCISCO, M.C., VERA-PELÁEZ, J.L., PALMQVIST, P. Y RAMALLO, D. 2001. Guía de la excursión a los principales afloramientos Paleontológicos (Parque Antena y Velerín) del Plioceno de Estepona (provincia de Málaga). *First International Workshop on the Pliocene*: 47-66. Estepona, Málaga.

GUERRA-MERCHÁN, A., SERRANO, F. & RAMALLO, D. 2002. Evolución sedimentaria y paleogeográfica pliocena del borde septentrional de la cuenca de Estepona (provincia de Málaga, Cordillera Bética). *Pliocénica* 2: 31-43.

HSÚ, K.J. 1977. Tectonic Evolution of the Mediterranean basins. In Nairna EM, Kanes, WH, Stehli FG. *The Ocean Basins and Margins*, 4 A, The Eastern Mediterranean. Plenum, New York, 29-75.

- HSÚ, K.J., CITA, M.B. & RYAN, W.B.F. 1973. The origin of the Mediterranean Evaporites. Initial reports of Deep Sea Drilling Project 13 I, 1203-1232.
- LÉVY y BERGERON, M. 1892. Estudio geológico de la Serranía de Ronda. *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España* 17: 179-352.
- LOZANO-FRANCISCO, M. C., VERA-PELÁEZ, J. L., GUERRA-MERCHÁN, A. 1993. Arcoida (Mollusca, Bivalvia) del Plioceno de la provincia de Málaga, España. *Treballs del Museo de Geologia de Barcelona* 3: 157 - 188.
- LOZANO-FRANCISCO, M. C., VERA-PELÁEZ, J. L., PALMQVIST, P., GUERRA-MERCHÁN, A., MARTINELL, J., DOMÈNECH, R. 1995. Estudio morfométrico multivariante de *Limopsis (Pectunculina) aradassi* (Testa) y *Limopsis (Pectunculina) anomala* (Eichwald) (Limopsidae, Bivalvia, Mollusca) del Plioceno marino de Estepona (Málaga, España). *Revista Española de Paleontología (Homenaje al Dr. Guillermo Colón)*: 94 - 100.
- LOZANO-FRANCISCO, M. C., VERA-PELÁEZ, J. L. 1995. Los pectínidos (Bivalvia, Mollusca) durante el Neógeno en el Mar de Alborán (Málaga, España). *Malakos* 4: 25-41.
- LOZANO-FRANCISCO, M. C. 1997. *Los bivalvos del Plioceno de la provincia de Málaga*. Tesis Doctoral. Universidad de Málaga, 734 pp.
- LOZANO-FRANCISCO, M. C., VERA-PELÁEZ, J. L. 1998. El orden Ostreoida Férussac, 1822 (Mollusca, Bivalvia) en el Plioceno inferior de la provincia de Málaga. Parte 1: Suborden Ostreina Férussac, 1822. *Malakos* 6-7: 59 - 83.
- LOZANO-FRANCISCO, M. C. Y VERA-PELÁEZ, J. L. 2001. Estado actual de la fauna de invertebrados del Plioceno de Estepona (Málaga, España). *First International Workshop on the Pliocene*: 32-34. Estepona, Málaga.
- MAYORAL & E. RODRÍGUEZ-VIDAL, J. 1994. Aspectos morfosedimentarios de la transgresión pliocena en Almayate (Málaga). *Geogaceta*, 16: 110-113.
- MUÑIZ SOLÍS, R. & GUERRA-MERCHÁN, A. 1994. Estudio malacológico del Plioceno de Estepona (Málaga). La familia Muricidae Rafineaque, 1815) (Gastropoda, Prosobranchia). *Iberus* 12 (1): 7-44.
- MUÑIZ SOLÍS, R., VERA-PELÁEZ, J. L., LOZANO-FRANCISCO, M. C., MARTINELL, J., DOMÈNECH, R., GUERRA-MERCHÁN, A. 1995. Estudio sistemático y biogeográfico de la familia Cassidae Latreille, 1825 (Gastropoda, Mollusca) del Plioceno de Málaga. *Coloquios de Paleontología* 48: 101 - 124.
- MUÑIZ SOLÍS, R. 1996. El género *Calliostoma* Swainson, 1840 y *Astele* Swainson, 1855 (Archaeogastropoda, Mollusca) en el Plioceno de Estepona (Málaga, España). *Malakos* 5: 3-19.
- OKADA, H. & BUKRY, D. 1980. Supplementary modification and introduction of code numbers of the low latitude coccolith biostratigraphic zonation. *Marine Microplaeontology* 5: 321-325.
- PALMQVIST, P., GUERRERO, S. & SALVA, M. I. 1989. Estudio paleoecológico de la fauna de moluscos de un afloramiento de materiales pliocénicos de Estepona (Málaga, España). *Revista Española de Paleontología* 4: 29-38.
- RODRÍGUEZ, J. 1982. Oceanografía del mar Mediterráneo. Ed. Pirámide. Madrid. 174 pp.
- VERA-PELÁEZ, J. L., LOZANO-FRANCISCO, M. C., GUERRA-MERCHÁN, A. 1993. Escafópodos (Mollusca, Scaphopoda) del Plioceno de la provincia de Málaga, España. *Treballs del Museo de Geologia de Barcelona* 3: 117 - 156.
- VERA-PELÁEZ, J. L., LOZANO-FRANCISCO, M. C. 1995a. Relación de la clase Scaphopoda (Mollusca) durante el Plioceno Cuaternario en el Mar de Alborán (Málaga, España). *Malakos* 4: 13-23.
- VERA-PELÁEZ, J. L., LOZANO-FRANCISCO, M. C., MUÑIZ SOLÍS, R., GILI, C., MARTINELL, J., DOMÈNECH, R., GUERRA-MERCHÁN, A., PALMQVIST, P. 1995b. Estudio preliminar de la malacofauna del Plioceno de Estepona (Málaga, España). *Iberus* 13 (2): 93 - 117.
- VERA-PELÁEZ, J. L., MUÑIZ-SOLÍS, R., LOZANO-FRANCISCO, M. C., MARTINELL, J., DOMÈNECH, R., GUERRA-MERCHÁN, A. 1995c. Cancellariidae Gray 1853 del Plioceno de la provincia de Málaga (España). *Treballs del Museo de Geologia de Barcelona* 4: 133 - 179.
- VERA-PELÁEZ, J. L. Y MUÑIZ SOLÍS, R. 1995d. Nueva especie de la subfamilia Admetulinae (Cancellariidae, Gastropoda) del Plioceno de Estepona (Málaga, España). *Revista Española de Paleontología* 10 (2): 297 - 331.

VERA-PELÁEZ, J. L. 1996. Turridae (Mollusca, Gastropoda) del Plioceno malacitano. Tesis Doctoral. Universidad de Málaga. 864 pp.

VERA-PELÁEZ, J. L. Y BATLLORI, J. 1996. La subfamilia Crassispirinae Morrison, 1966 (Turridae, Gastropoda) del Neógeno de la Península Ibérica. *Malakos* 5: 35 - 52.

VERA-PELÁEZ, J. L. 1998. *Thatcherina carminis*: nueva especie y nuevo género de la subfamilia Thatcheriinae Charig, 1963 (Gastropoda, Turridae) del Plioceno de Málaga. *Iberus* 16 (2): 59 - 65.

VERA-PELÁEZ, J. L., LOZANO-FRANCISCO, M. C. 1998a. La subfamilia Clathurellinae (Gastropoda, Turridae) en el Plioceno de Estepona (Málaga, España). *Malakos*, 6-7: 96 - 131.

VERA-PELÁEZ, J. L., LOZANO-FRANCISCO, M. C. 1998b. La subfamilia Conorbiinae De Gregorio, 1890 (Turridae, Gastropoda) en el Plioceno inferior de Málaga (España). *Malakos*, 6-7: 133 - 157.

VERA-PELÁEZ, J.L. Y LOZANO-FRANCISCO. 2001. Estudio sistemático, biogeográfico y paleoecológico de la subfamilia Clavatulinae (Turridae, Gastropoda) en el Plioceno andaluz (S España). *First International Workshop on the Pliocene*: pp. 36. Estepona, Málaga.

VERA-PELÁEZ, J.L. Y LOZANO-FRANCISCO, M. C. 2001a. Revisión de la subfamilia Clavatulinae (Gastropoda, Turridae) con ocho especies nuevas del Plioceno andaluz (sur de España). *Pliocénica* 1: 1-67.

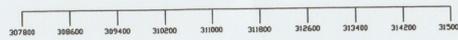
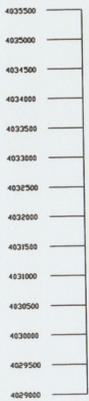
VERA-PELÁEZ, J.L. Y LOZANO-FRANCISCO, M. C. 2001b. Revisión del género *Genota* Adams & Adams, 1853 (Gastropoda, Turridae) en el Plioceno andaluz con tres especies nuevas. *Pliocénica* 1: 68 - 84.

Borrador / Preprint

TÉRMINO MUNICIPAL DE CASARES

TÉRMINO MUNICIPAL DE BENAHAVÍS

TÉRMINO MUNICIPAL DE ESTEPOÑA



YACIMIENTO DE ARROYO VAQUERO

CASCO URBANO DE ESTEPOÑA

YACIMIENTO DE

ESTEPOÑA

ORIENTAL

RELACIÓN DE AFLORAMIENTOS PALEONTOLÓGICOS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ESTEPOÑA

- 1.- Velerín-Pared
- 2.- Velerín-Antena
- 3.- Velerín-Colina
- 4.- Velerín-Carretera
- 5.- Área del Velerín
- 6.- Parque Antena
- 7.- Finca de Hornacino
- 8.- El Padrón
- 9.- Punta de la Plata
- 10.- La Lobilla
- 11.- Finca de Franco