

# SEDIMENTOLOGÍA DE LAS CUENCAS NEÓGENAS DE ALMERÍA: GUÍA ILUSTRADA.

José M. Martín, Juan C. Braga, Julio Aguirre, Ángel Puga-Bernabéu y José N. Pérez-Asensio.

Departamento de Estratigrafía y Paleontología. Universidad de Granada

## Cabo de Gata

## Encuadre geológico

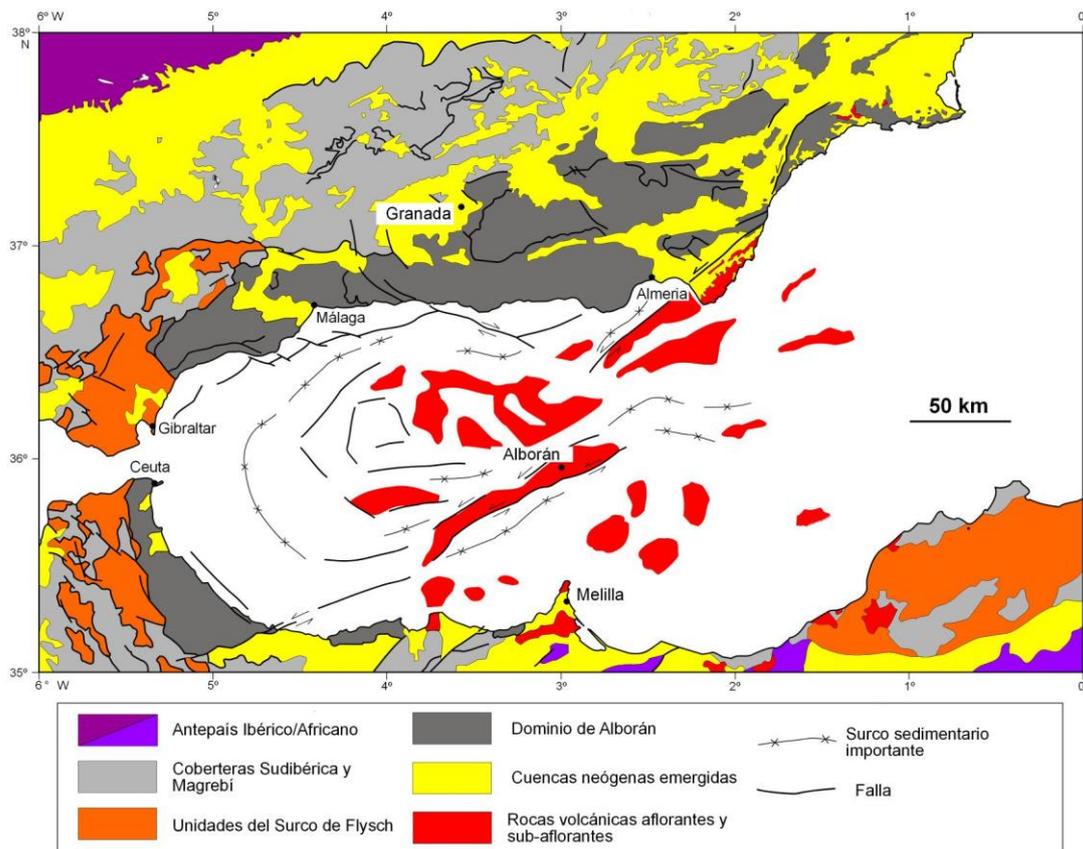


Figura 19. Esquema geológico simplificado de la zona del Mar de Alborán y distribución de las rocas volcánicas neógenas. EAB: Cuenca de Alborán Oriental; SAB: Cuenca de Alborán Sur; WAB: Cuenca de Alborán Occidental; YB: Cuenca de Yusuf (según Comas et al. 1996).

## Las fallas de Carboneras y Palomares

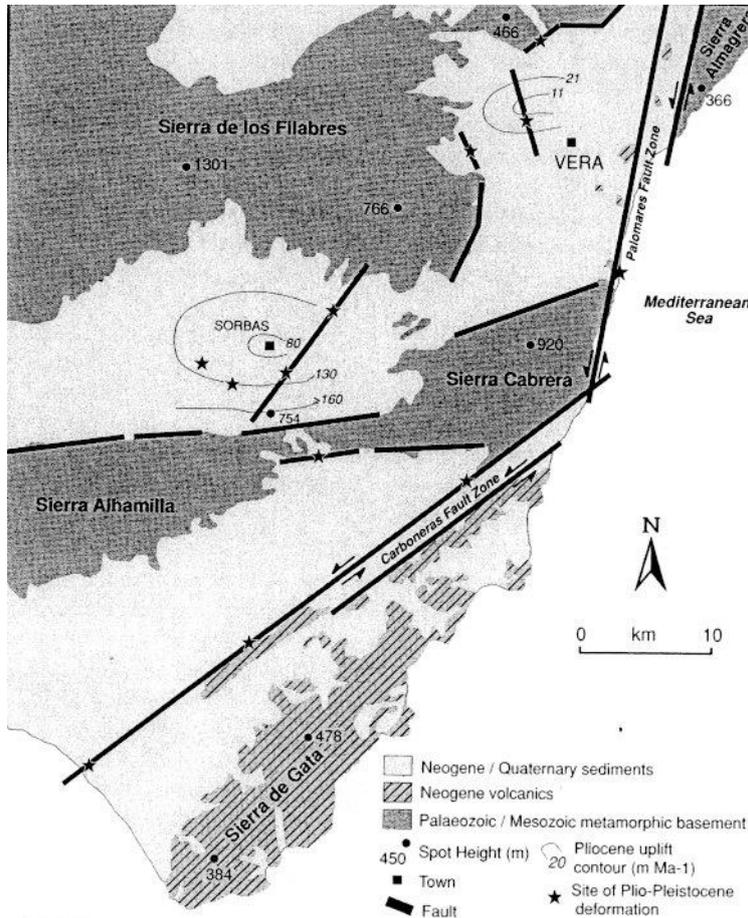
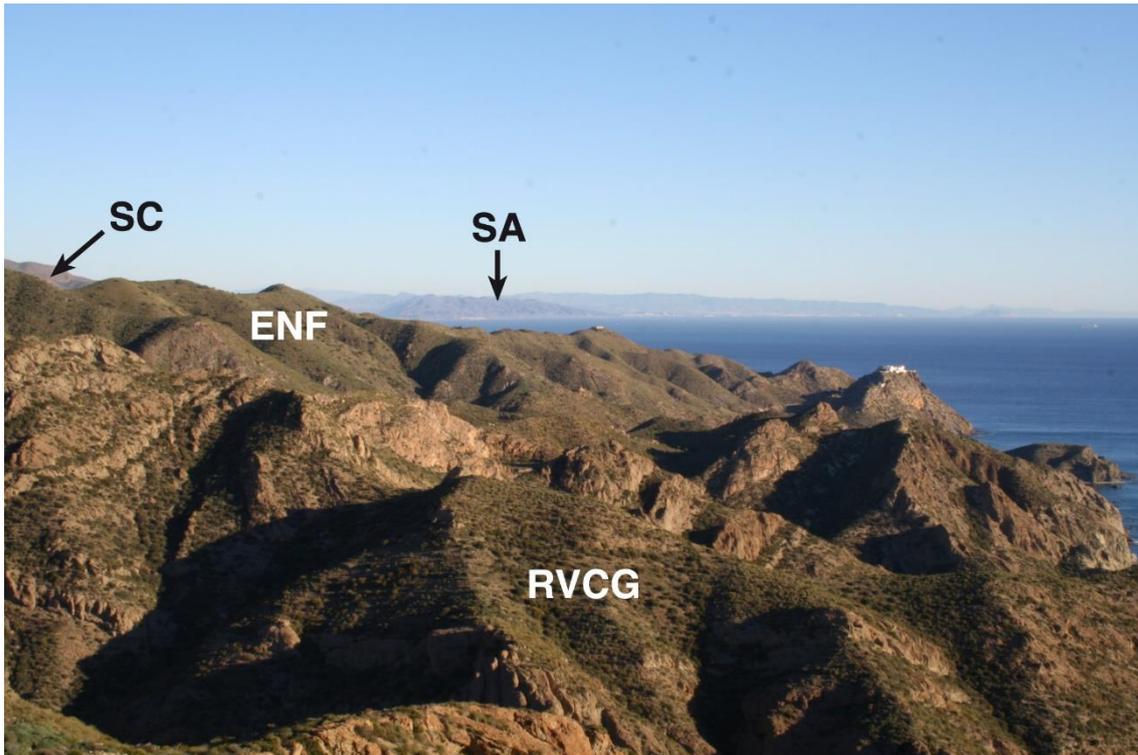


Figura 20. Mapa geológico simplificado en el que se destacan las fallas de desgarre de Carboneras y de Palomares (modificado de Mather, 1991 y Stokes, 1997).

Fotografía 100.- La “falla de Carboneras” limita por el norte el Complejo Volcánico de Cabo de Gata. Dicha falla, de desgarre y sinestrosa, pone en contacto lateral a esquistos del basamento Nevado-Filábride (a la izquierda) (ENF) con rocas volcánicas del Complejo de Cabo de Gata (a la derecha) (RVCG) (Estribaciones de Sierra Cabrera. Rambla de la Granatilla en Sopalmo). →



Fotografía 101.- La zona de falla corresponde a una banda, relativamente amplia, en la que afloran materiales diversos (filitas y carbonatos Alpujárrides, esquistos Nevado-Filábrides, calcarenitas y margas miocenas, etc.), más o menos triturados, dispuestos en franjas subverticales discontinuas (conocidas como “peces”), que muestran colores fuertes, abigarrados. Dichas franjas corresponden a trozos de rocas diversas, dispuestos de un modo caótico, que fueron atravesados por la falla y arrancados y arrastrados por la misma (Estribaciones de Sierra Cabrera. Rambla de la Granatilla en Sopalmo).

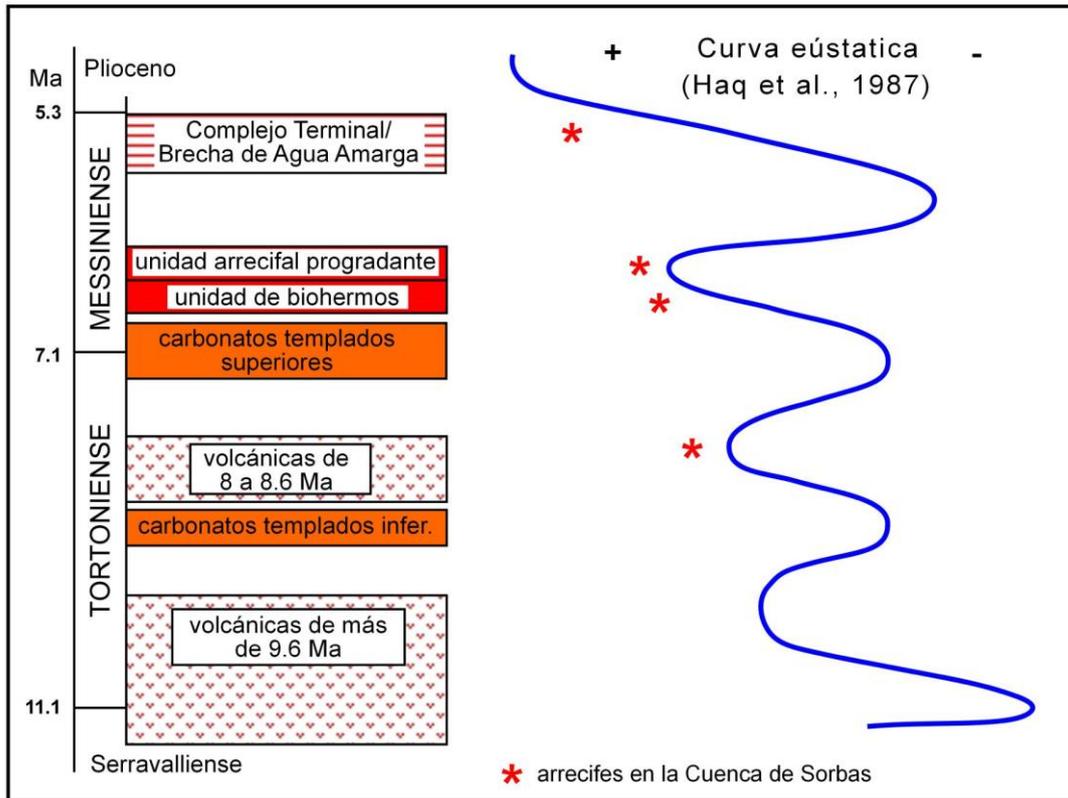


Fotografía 102.- La vista al norte muestra en primer término las rocas volcánicas Neógenas del Complejo de Cabo de Gata (que afloran también en este punto) (RVCG) y, por detrás, las rocas metamórficas (esquistos) (ENF), Paleozoicas o más antiguas, del basamento Nevado-Filábride, que están separados entre sí por la “falla de Carboneras”. Mas a lo lejos se distinguen los carbonatos triásicos de Sierra de Cabrera (SC), a la izquierda, y Sierra Almagrera (SA), a la derecha. Los materiales que forman ambas sierras, inicialmente unidos, han sido separados, desde finales del Mioceno, por la “falla de Palomares” (también sinestrosa y prolongación hacia el norte de la de Carboneras). La distancia que media entre ambas sierras en la actualidad supera los 20 km (Estribaciones de Sierra Cabrera. Cerro de los Santos).

### **Las rocas volcánicas**

Los episodios volcánicos

Figura 21. (a): Estratigrafía Neógena de la Cuenca de Agua Amarga en el norte de la Sierra de Cabo de Gata. Se destaca claramente la posición de los dos episodios volcánicos: el situado a la base y el que aparece intercalado (modificado de Braga et al. 1996a). (b): Cronoestratigrafía de las rocas sedimentarias miocenas que afloran en la Cuenca de Agua Amarga y su correlación con la curva eustática global (Haq et al. 1987). Los carbonatos templados se formaron en los momentos de nivel de mar más bajo de los ciclos de tercer orden, mientras que los arrecifes de coral lo hicieron en los momentos de nivel de mar más alto. Los valores de edad absoluta son de Hilgen (1991) y Bergreen et al. (1995) (según Braga et al. 1996). →



Fotografía 103.- Vista del Complejo Volcánico de Cabo de Gata en la zona de Rodalquilar, donde afloran esencialmente rocas volcánicas pertenecientes al primer episodio de vulcanismo. Sólo las partes sumitales (doble cumbre) de Los Frailes (LF) corresponden a domos volcánicos de la segunda fase de vulcanismo. Por delante de ellos, a la izquierda, aparecen las rocas sedimentarias post-volcánicas (carbonatos del Tortoniense superior-Messiniense) del Cerro de la Molata (CM) (Sierra de Cabo de Gata. Ricardillo).



Fotografía 104.- En Cabo de Gata los edificios volcánicos (volcanes) están bastante desmantelados por la erosión y generalmente sólo se preserva su parte más interna, siendo, por tanto, difíciles de identificar como tales. Destacan los domos volcánicos. Estos son formas volcánicas originadas cuando lava viscosa, rica en sílice, fluye lentamente a la superficie y se acumula en la propia boca de salida, solidificándose y taponándola. Una estructura típica en los domos volcánicos es la disyunción columnar (frecuentemente en abanico) producida por retracción como consecuencia del enfriamiento rápido y consolidación de la lava que asciende y tapona la salida de la chimenea volcánica (Sierra de Cabo de Gata. Punta Baja).



Fotografía 105.- En Cabo de Gata, la composición de las rocas volcánicas varía, en función del carácter más ácido o más básico del antiguo magma, de dacitas a basaltos andesíticos. En la fotografía se muestra una dacita en la que resaltan los fenocristales (grandes cristales) de hornblenda (silicato de aluminio, rico en calcio, magnesio y hierro), de color negro, envueltos en una pasta fina, de tonalidad clara y naturaleza más ácida (rica en sílice) (Estribaciones de Sierra Cabrera. Cerro de los Santos).



Fotografía 106.- Las formas de efusión fueron también variadas, así como los productos resultantes (ignimbritas, coladas de lava, etc.). Una roca muy típica en Cabo de Gata son los aglomerados volcánicos. Estas rocas tienen el aspecto de un conglomerado, pero en él tanto los bloques como la pasta (matriz) son de naturaleza volcánica. Los “pseudoclastos” corresponden presumiblemente a trozos del tapón de la primitiva chimenea volcánica, arrancados y arrastrados por el nuevo magma que rompe a través del mismo (Estribaciones de Sierra Cabrera. Cerro de los Santos).

**El episodio sedimentario intravolcánico: Los carbonatos templados Tortonienses**

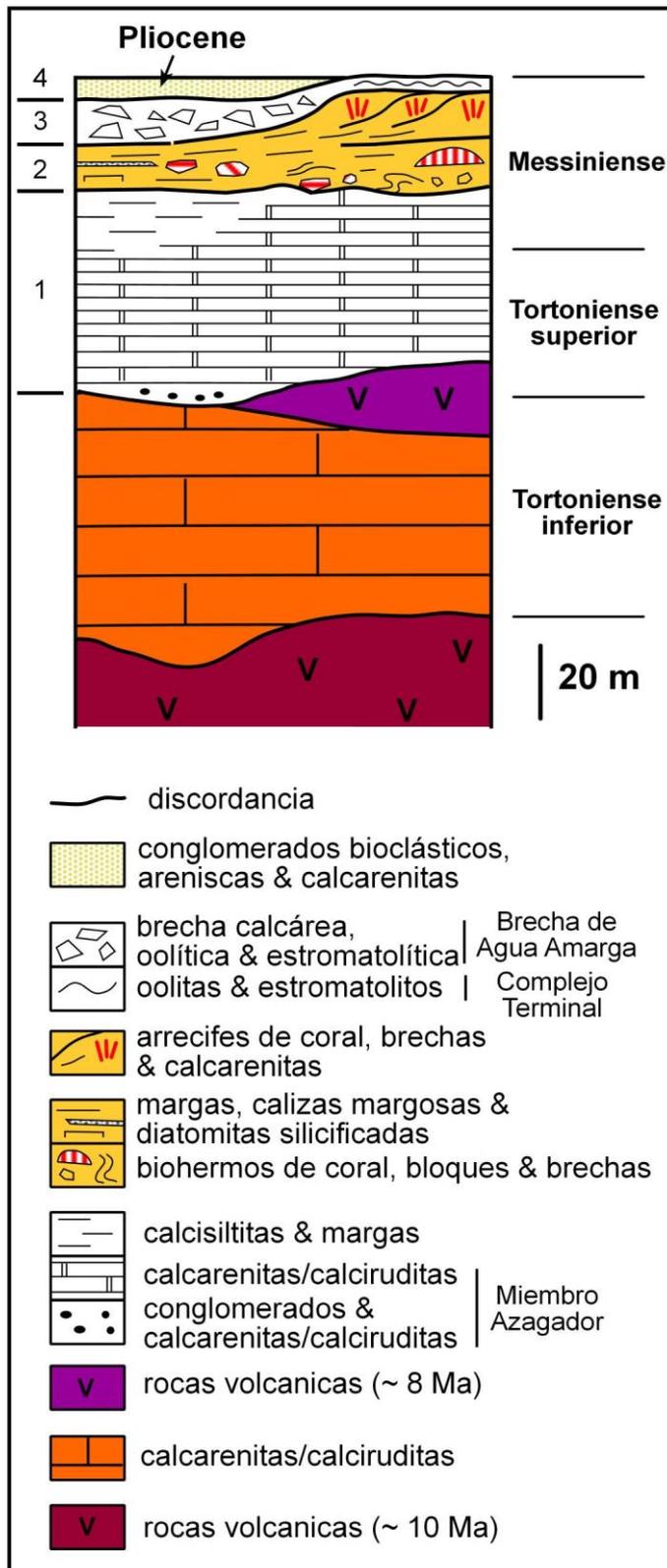


Figura 22. (a): Estratigrafía de la Cuenca de Agua Amarga y del norte de la Sierra de San Pedro.

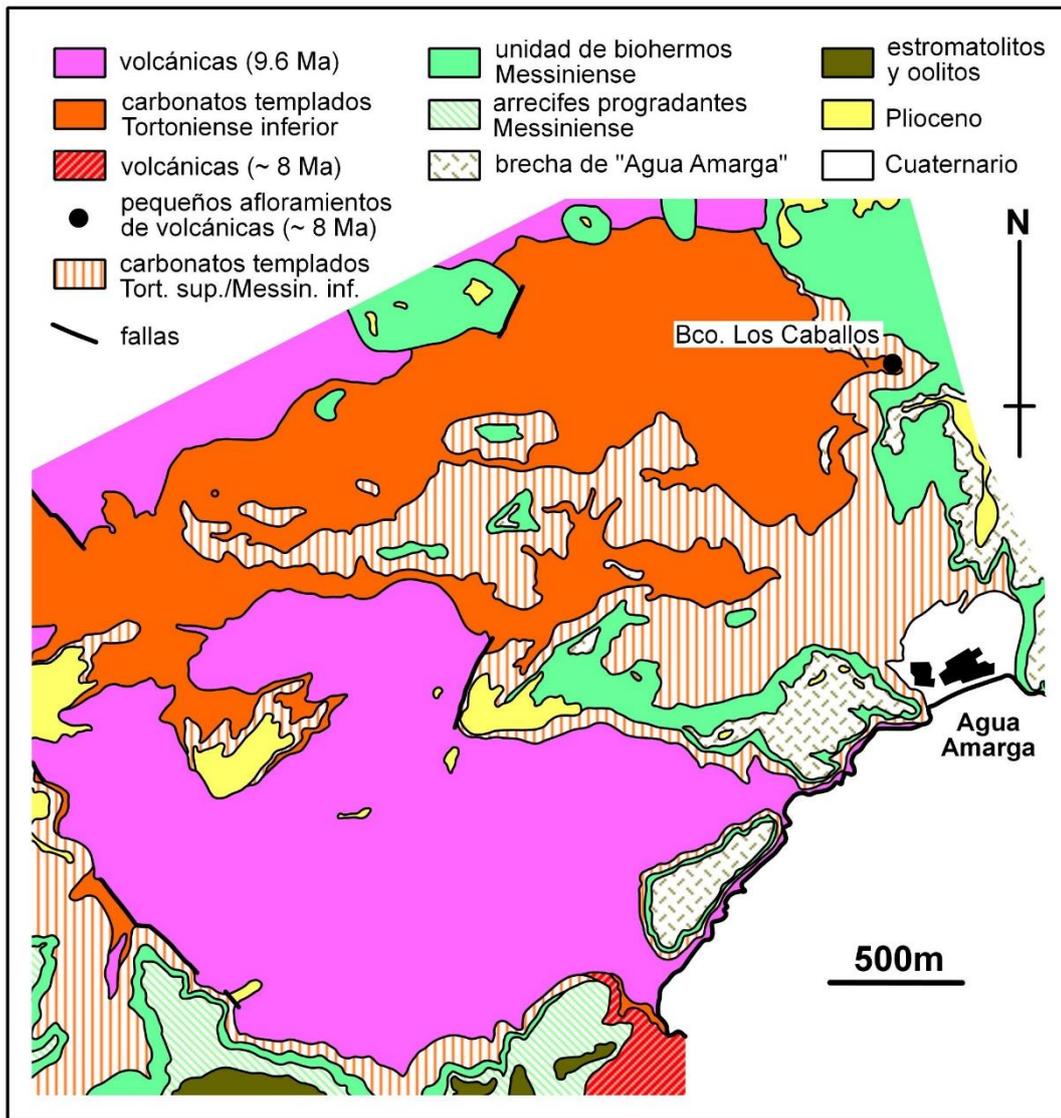
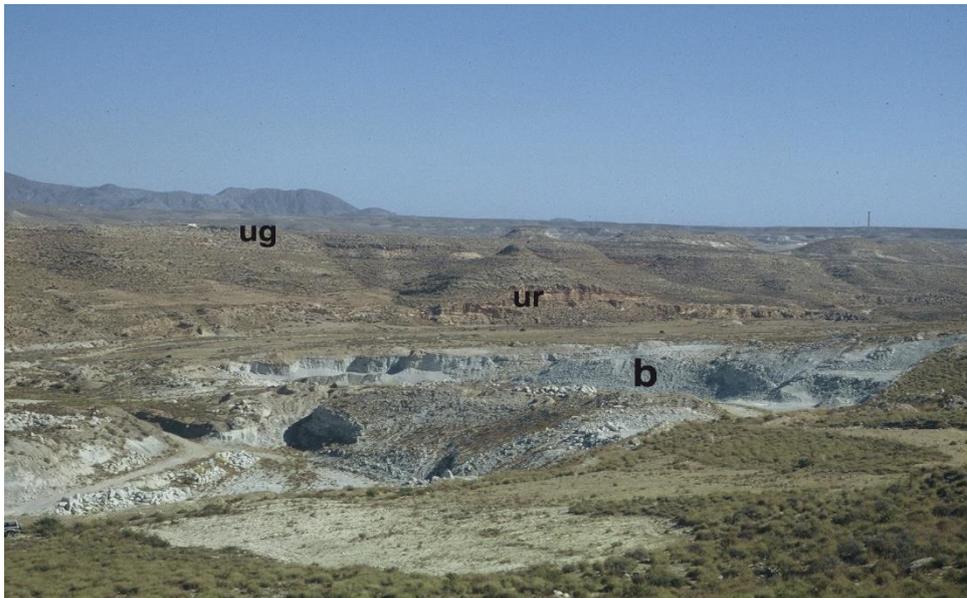


Figura 22 (b): Mapa geológico de detalle de la Cuenca de Agua Amarga y del norte de la Sierra de San Pedro (según Braga et al. 1996a; modificado de Martín et al. 1996).



← Fotografía 107.- En la Cuenca de Agua Amarga (CA), que abre hacia el oeste desde el pueblo del mismo nombre, afloran sobre todo materiales sedimentarios miocenos de la unidad intravolcánica (Mesa de Roldán).



Fotografía 108.- Sobre las rocas volcánicas del primer episodio de vulcanismo, alteradas en su parte alta a bentonitas (b), se apoyan los carbonatos de la unidad sedimentaria intravolcánica, de edad Tortoniense, que muestran tonalidades rojizas (unidad roja) (ur) y son de tipo templado (no contienen corales hermatípicos). Estos últimos están, a su vez, coronados por los carbonatos, también templados, de la unidad sedimentaria postvolcánica, del Tortoniense superior-Messiniense, de color gris (unidad gris) (ug) (Cuenca de Agua Amarga. Cañada de Méndez).

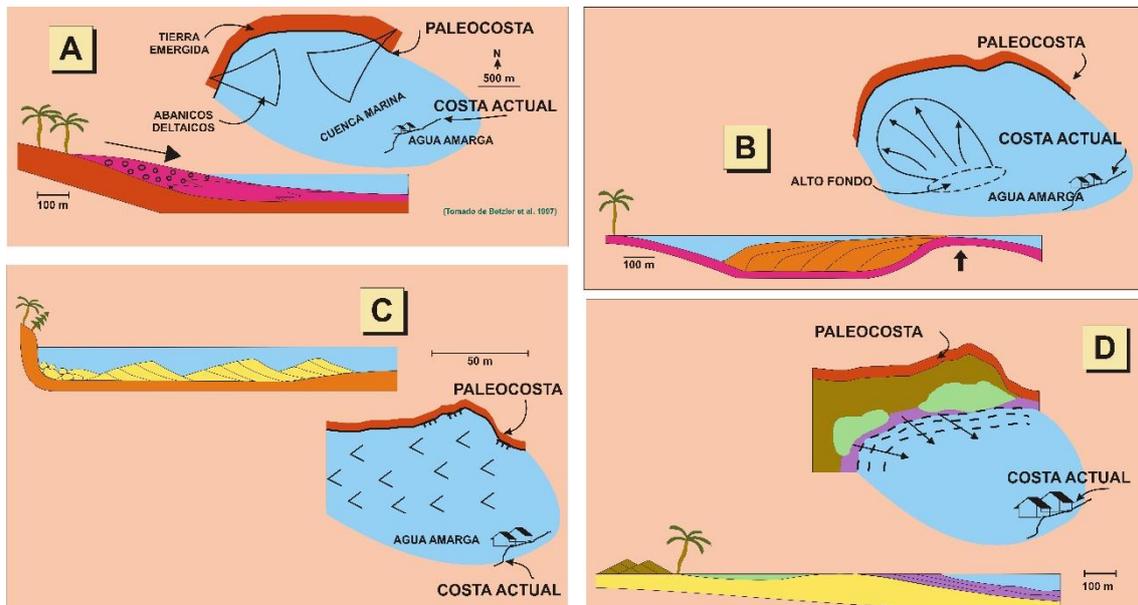


Figura 23. Secuencia de evolución de ambientes deposicionales en la Cuenca de Agua Amarga durante el Tortoniense. (1) abanicos volcanoclásticos; (2) abanicos de tormentas situados por detrás de un alto submarino; (3) campo de dunas submarinas y (4) playas progradantes (modificado de Betzler et al. 1997).



Fotografía 109.- En corte vertical la “unidad roja” muestra varias zonas distintas (a, b, c y d), con sedimentos ligados a facies de ambientes sedimentarios concretos: (a) abanicos de tormentas, (b) dunas submarinas, (c) playas y (d) “lagoon” (Cuenca de Agua Amarga. Cañada de Méndez).



Fotografía 110.- En las facies de los abanicos de tormentas lo más característico es la estratificación cruzada tabular (Cuenca de Agua Amarga. Cañada de Méndez).



Fotografía 111.- Los conjuntos de capas (“sets”) con estratificación cruzada tabular están separados entre sí por superficies planas, muy continuas, generadas por arrasamiento durante las tormentas (Cuenca de Agua Amarga. Cañada de Méndez).



Fotografía 112.- En el interior de algunas de las capas son muy frecuentes las estructuras de bioturbación, tipo *Scolicia*, ligadas a equínidos irregulares (Cuenca de Agua Amarga. Cañada de Méndez).

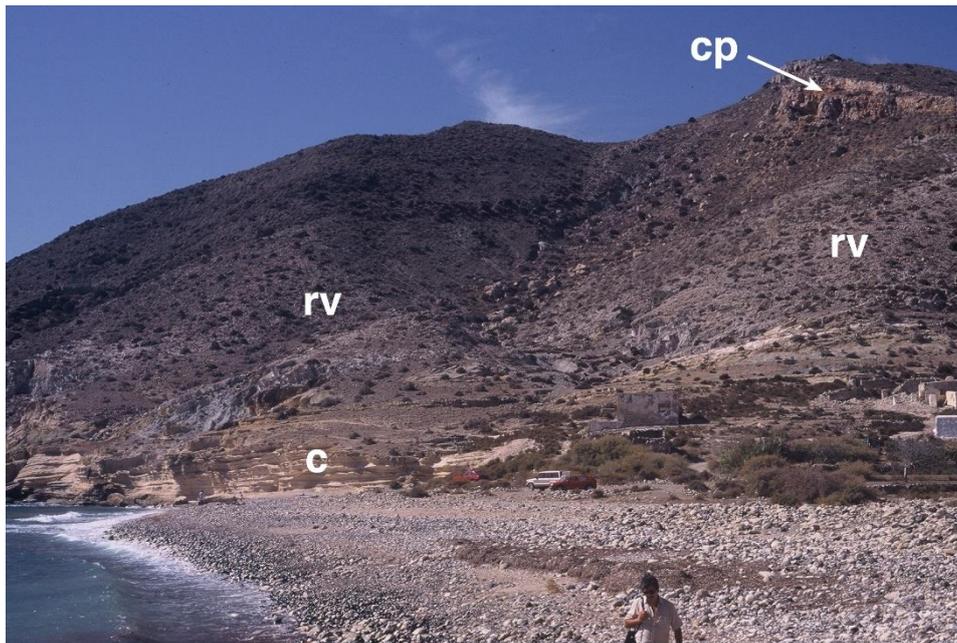


Fotografía 113.- Las facies de dunas submarinas muestran como estructura interna más característica estratificación cruzada en artesa. Las superficies límites entre conjuntos de capas son aquí de traza ondulada (Cuenca de Agua Amarga. Cañada de Méndez).



Fotografía 114.- En las facies de playa lo característico es la existencia de laminación paralela inclinada, de bajo ángulo (Cuenca de Agua Amarga. Cañada de Méndez).

## Los enclaves sedimentarios en las volcánicas



Fotografía 115.- Carbonatos Tortonienses (c) cubiertos por rocas volcánicas (rv) ligadas al segundo episodio de vulcanismo en Cabo de Gata. Sobre estas últimas, a la izquierda, se disponen los carbonatos potsvolcánicos (cp) del Tortoniense superior-Messiniense (Cabo de Gata. Cala del Plomo).



Fotografía 116.- Detalle que muestra a los carbonatos Tortoniense hundiendo por debajo de las rocas volcánicas (Cabo de Gata. Cala del Plomo).



Fotografía 117.- Enclaves sedimentarios (es) en rocas volcánicas (rv) (Cabo de Gata. Cala Carnaje). En algunas localidades grandes bloques del carbonato Tortoniense, de tamaño a veces considerable, fueron arrastrados por el magma en su escape hacia arriba y englobados en el seno de las rocas volcánicas del segundo episodio de vulcanismo.



Fotografía 118.- Detalle que muestra la irregularidad del contacto entre ambos tipos de rocas (Cabo de Gata. Cala Carnaje).



Fotografía 119.- Aglomerados volcánicos recubriendo a los carbonatos del enclave (Cabo de Gata. Cala Carnaje).



Fotografía 120.- Los grandes bloques arrastrados por las volcánicas conservan aún en su interior las estructuras internas del sedimento (en este caso la estratificación cruzada), sin apenas modificar (Cabo de Gata. Cala Carnaje).

**Los sedimentos postvolcánicos: Los carbonatos templados del tránsito Tortonense-Messiniense. La rampa carbonatada de Agua Amarga**

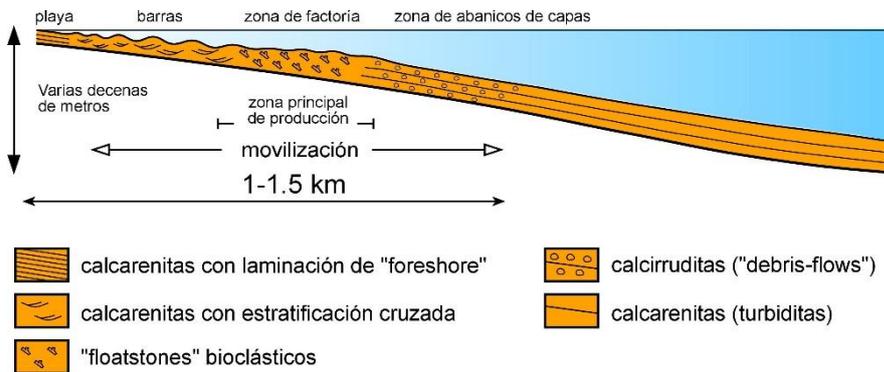


Figura 24. (a): Modelo deposicional de los carbonatos templados del tránsito Tortonense-Messiniense de la Cuenca de Agua Amarga. Estos carbonatos se acumularon en una rampa de pendiente suave, en la que se diferencian una serie de subambientes. En la costa se desarrollaron playas y, por delante, bajíos (“shoals”). Abundantes organismos de esqueleto calcáreo crecieron prolíficamente en una estrecha zona (“factoría”) localizada en el frente de los bajíos. Mas hacia mar abierto se sitúa la denominada zona de “abanicos de capas”, constituida por estratos suavemente inclinados, que engruesan pendiente abajo.

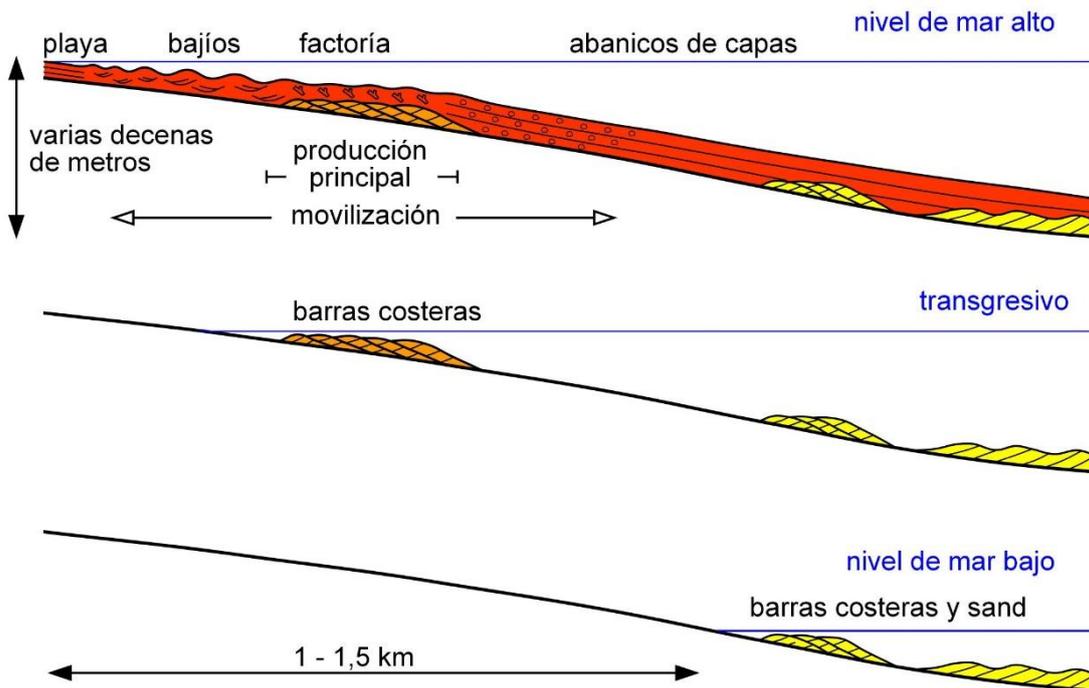


Figura 24. (b): Ciclicidad interna de alta frecuencia de los carbonatos templados del tránsito Tortonense-Messiniense de la Cuenca de Agua Amarga. En los momentos de nivel de mar más bajo (“lowstands”) se forman barras costeras y dunas (“sand waves”), en zonas bajas de la rampa. Con la subida del mar (“transgressive stages”) estas migran hacia posiciones más altas. En los momentos de nivel de mar más alto (“highstand stages”) se desarrolla el modelo descrito en “a” y barras y dunas son cubiertas y enterradas por los depósitos en él referidos (según Martín et al. 1996).



Fotografía 121.- Sedimentos de playa mostrando la estructura típica de laminación paralela de bajo ángulo del “foreshore” (Cuenca de Agua Amarga. Los Murcias).



Fotografía 122.- Zona de “shoals” con estratificación cruzada en artesa de escala decamétrica (Cuenca de Agua Amarga. Las Cordilleras).



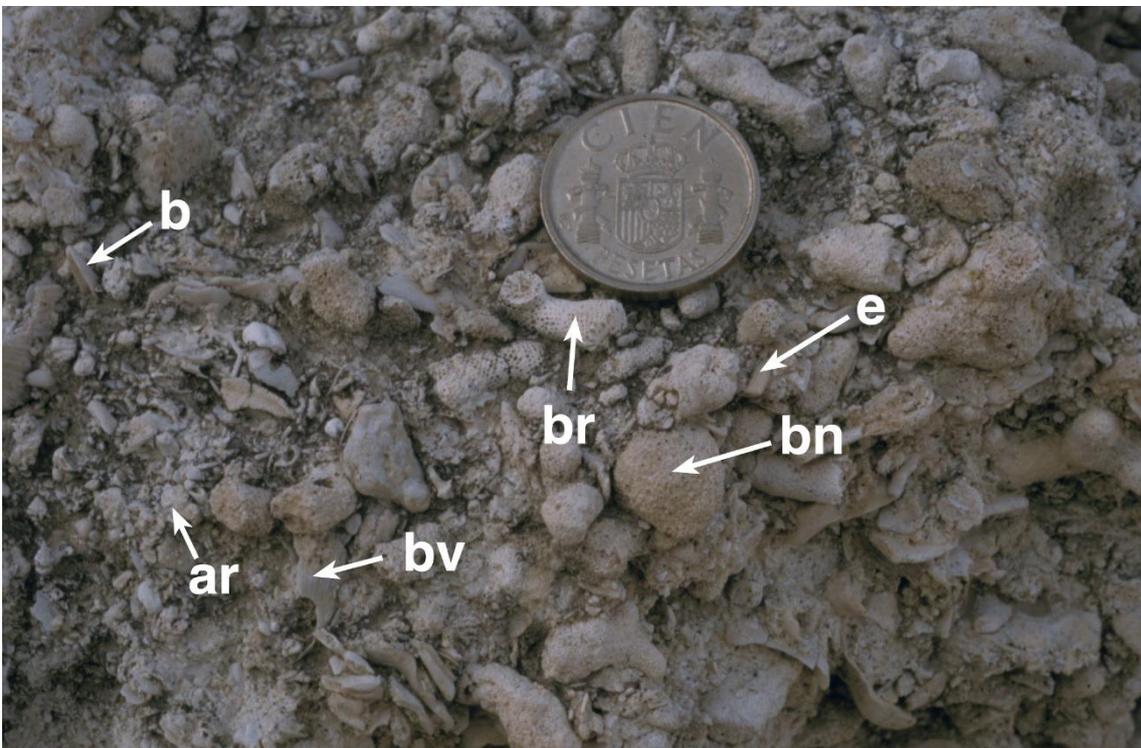
Fotografía 123.- Afloramiento de facies “factoría” de los carbonatos templados del tránsito Tortoniense-Messiniense (de color gris), justo por detrás del pozo que aparece en primer término, que descansan directamente sobre los carbonatos templados Tortonienses de la unidad intravolcánica (de color rojo). Al fondo destaca la Mesa de Roldán, relieve volcánico (del segundo episodio de vulcanismo) que está coronado por arrecifes de coral Messinienses (Cuenca de Agua Amarga. Las Cordilleras).



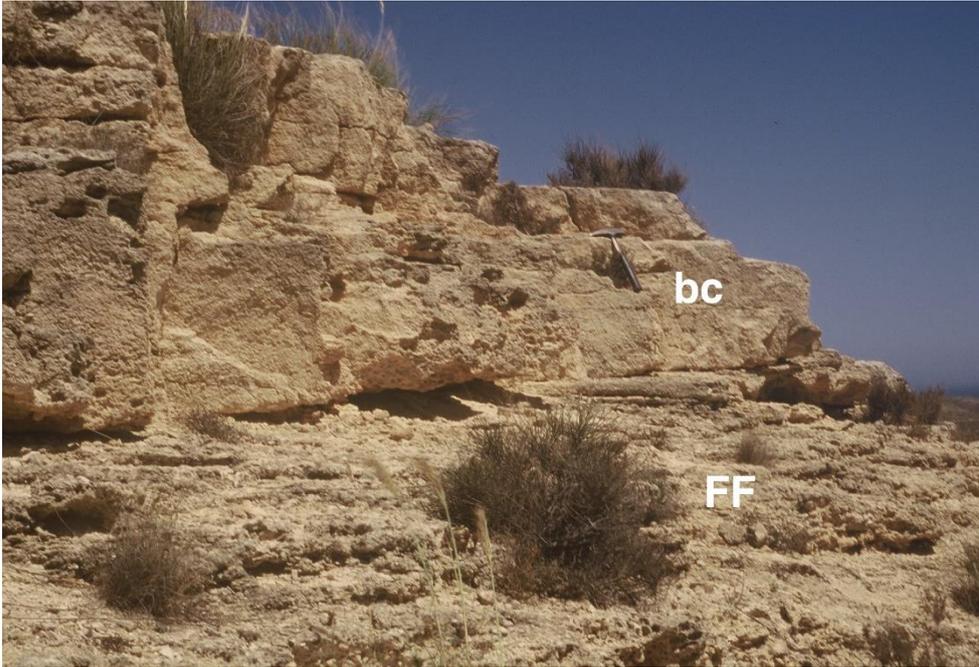
Fotografía 124.- Aspecto de campo de las facies “factoría”. Resaltan los crecimientos subsféricos de los briozoos nodulares (Cuenca de Agua Amarga. Las Cordilleras).



Fotografía 125.- Vista de detalle de las facies “factoría” en las que se aprecian bien los briozoos nodulares (Cuenca de Agua Amarga. Las Cordilleras).



Fotografía 126.- Junto a los briozoos nodulares (bn) aparecen también fragmentos de briozoos ramosos (br), además de restos de balánidos (b), equinodermos (e), bivalvos (bv) y algas rojas (ar) (Cuenca de Agua Amarga. Las Cordilleras).



Fotografía 127.- Las facies “factoría” (FF) se intercalan entre barras de calcarenitas (calciruditas) (bc). La sucesión facies “factoría”/barras calcareníticas (calcirudíticas) está ligada a una ciclicidad de alta frecuencia (Cuenca de Agua Amarga. Las Cordilleras).



Fotografía 128.- Las barras de calcarenitas (calciruditas) están a veces amalgamadas (fusionadas unas a otras) y muestran un “cross-bedding” (estratificación cruzada) difuso (Cuenca de Agua Amarga. Las Cordilleras).



Fotografía 129.- Geometría en abanico de las capas de la rampa distal (Cuenca de Agua Amarga. Rambla de los Viruegas).



Fotografía 130.- Detalle que muestra un par de bancos con “cross-bedding”, intercalados entre los abanicos de capas, desarrollados en momentos de bajo nivel de mar de los ciclos de alta frecuencia (Cuenca de Agua Amarga. Rambla de los Viruegas).



Fotografía 131.- En la parte alta de las capas de la rampa distal las facies, de naturaleza bioclástica, son extraordinariamente ricas en briozoos. Corresponden a depósitos de “debris flows”, removilizados pendiente abajo desde las facies “factoría” (Cuenca de Agua Amarga. Rambla de los Viruegas).

### La paleocubeta de Ricardillo

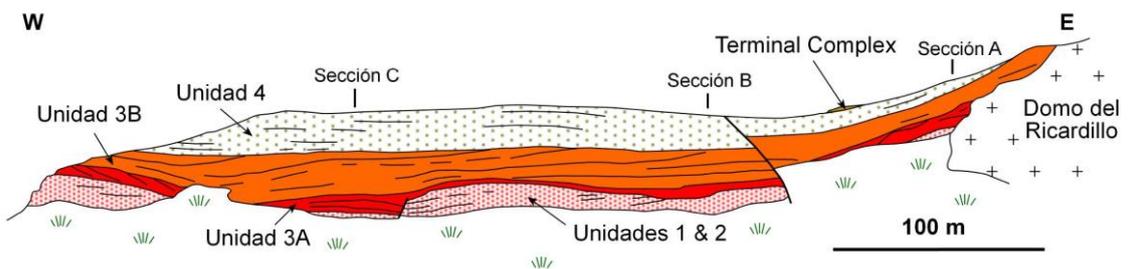


Figura 25. (a): Corte geológico que muestra la disposición actual de los afloramientos de carbonatos templados depositados sobre las rocas volcánicas en el flanco oeste del domo del Monte de Ricardillo. Las unidades inferiores (unidades 1 a 3A) rellenan una pequeña depresión, flanqueada por rocas volcánicas.

## FASE DE ACANTILADO SUBMARINO

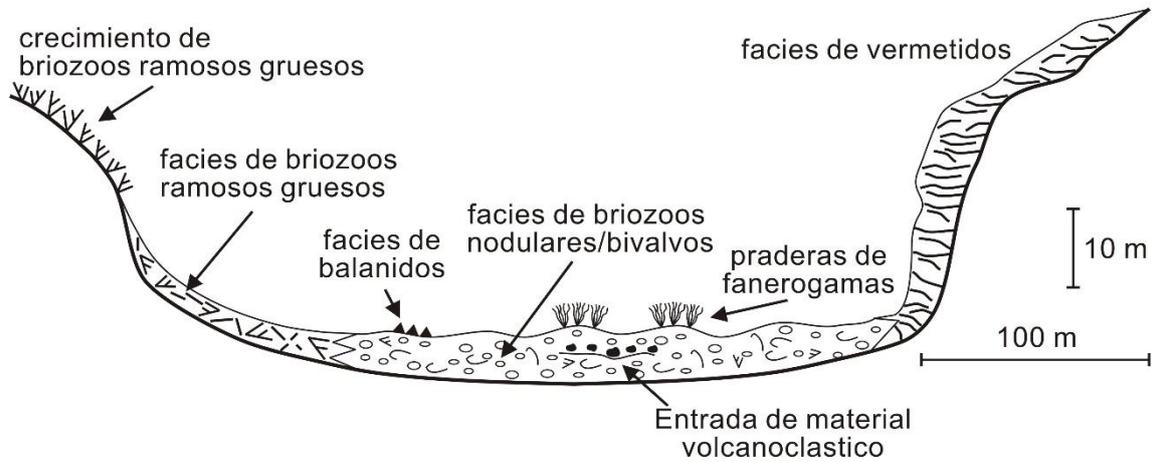


Figura 25. (b): La depresión inicial estuvo limitada por acantilados submarinos, de pendiente pronunciada, que fueron colonizados por verméticos, cuyos restos permanecen in situ, o por briozoos robustos ramosos, cuyos restos se acumularon al pie del acantilado por ellos colonizado. En las zonas centrales de la depresión el depósito sedimentario está constituido mayoritariamente por restos de briozoos nodulares y bivalvos (según Betzler et al. 2000).

## FASE DE RAMPA

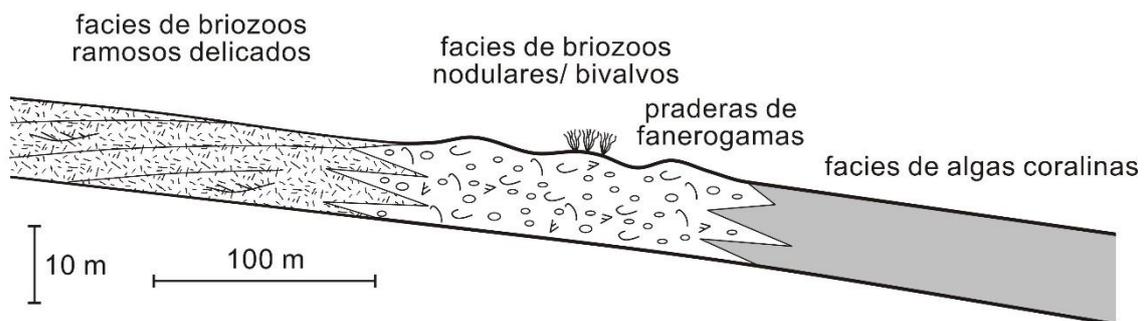


Figura 26. Las unidades superiores de carbonatos templados de Ricardillo (unidades 3B y 4) fosilizan las paleocubetas. El modelo sedimentario es ya el de una rampa carbonatada que hunde hacia el norte (según Betzler et al. 2000).



Fotografía 132.- El Ricardillo es un domo volcánico (generado durante el primer episodio de vulcanismo de Cabo de Gata). Las rocas volcánicas del domo de Ricardillo están flanqueadas por carbonatos. Estos carbonatos son del tránsito Tortoniense-Messiniense y tienen carácter templado (Cabo de Gata. Cortijo del Ricardillo).



Fotografía 133.- Las rocas volcánicas del domo muestran disyunción columnar (Cabo de Gata. Ricardillo).

Fotografía 134.- La secuencia de carbonatos es compleja, con varias unidades (a, b, c y d) superpuestas. Las basales rellenan una antigua cubeta sedimentaria, poco profunda. (Cabo de Gata. Ricardillo). →



Fotografía 135.- Las unidades inferiores del interior de la cubeta son de color rojo. Están atravesadas por fracturas, diques neptúnicos (dn), rellenas por material sedimentario de color gris de igual composición que las capas suprayacentes (Cabo de Gata. Ricardillo).



Fotografía 136.- En los diques neptúnicos abundan los restos de briozoos de gran tamaño (Cabo de Gata. Ricardillo).



Fotografía 137.- En el interior de la cubeta aparecen también grandes balánidos (Cabo de Gata. Ricardillo).



Fotografía 138.- Los balánidos se concentran localmente formando pequeños pavimentos (Cabo de Gata. Ricardillo).



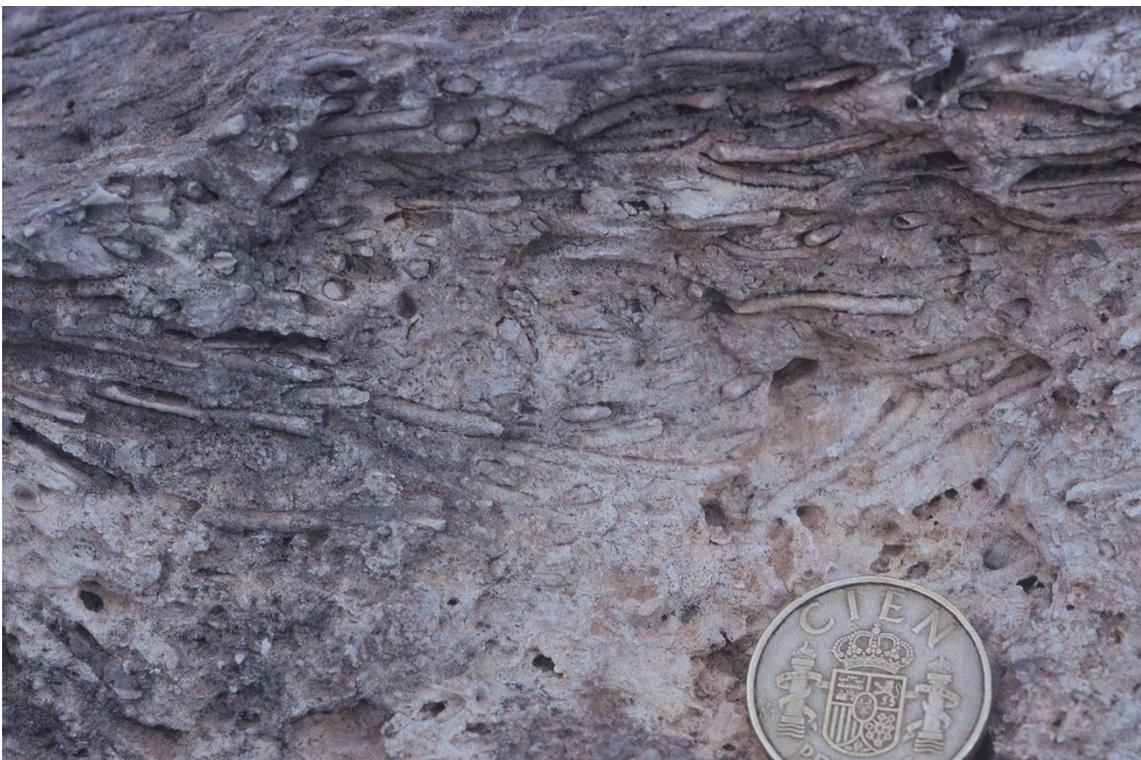
Fotografía 139.- En los bordes de la paleocubeta, las rocas sedimentarias chocan con las volcánicas sin que medie contacto mecánico (falla). En el margen occidental del Ricardillo aflora una antigua bioconstrucción de verméticos (V) que se desarrolló adosada directamente a las paredes de roca volcánica de un antiguo acantilado submarino (Cabo de Gata. Ricardillo).



Fotografía 140.- Los verméticos (organismos tubulares) crecieron perpendicularmente a la pared de rocas volcánicas del paleoacantilado submarino (Cabo de Gata. Ricardillo).



Fotografía 141.- El crecimiento de los verméticos continuó hacia fuera (interior de la cubeta) con la misma disposición (Cabo de Gata. Ricardillo).



Fotografía 142.- Lo que se preserva de los verméticos son los moldes internos, correspondientes al relleno de sedimento del interior de la concha del gasterópodo (Cabo de Gata. Ricardillo).



Fotografía 143.- Los acúmulos de grandes briozoos ramosos constituyen otra de las facies de flanco de cubeta características. En la fotografía se muestran taludes bioclásticos con abundantes restos de briozoos ramosos (en gris) (T), progradantes hacia el interior de la paleocubeta (Cabo de Gata. Ricardillo).



Fotografía 144.- Aspecto de campo de la facies de briozoos ramosos (Cabo de Gata. Ricardillo).



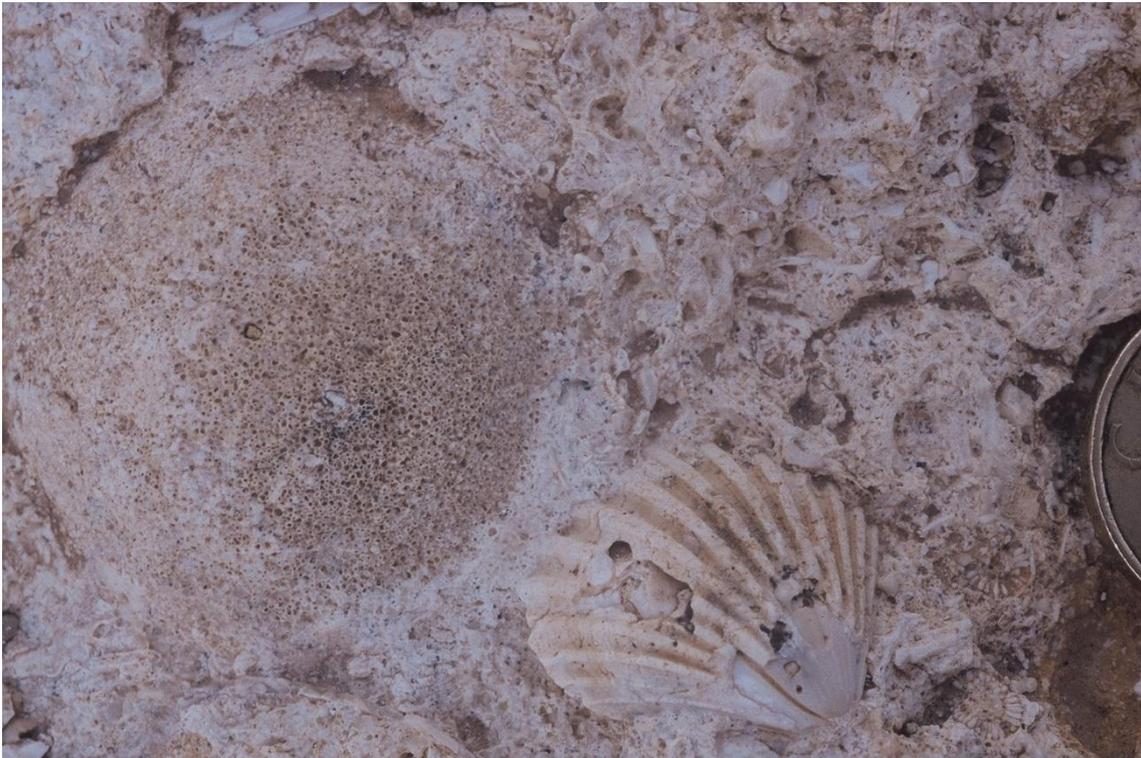
Fotografía 145.- Localmente aparecen también briozoos nodulares de gran tamaño (Cabo de Gata. Ricardillo).



Fotografía 146.- En otras zonas los flancos de la paleocubeta muestran abundantes restos de *Isognomum*, bien preservados (Cabo de Gata. Ricardillo).



← Fotografía 147.- En la base de la unidad superior aparece un conglomerado costero con abundantes cantos de rocas volcánicas embebidos en una pasta de calcarenita bioclástica (Cabo de Gata. Ricardillo).



Fotografía 148.- En la facies factoría de la rampa abundan los grandes briozoos nodulares y los restos de pectínidos bien conservados (Cabo de Gata. Ricardillo).

## Las unidades arrecifales Messinienses

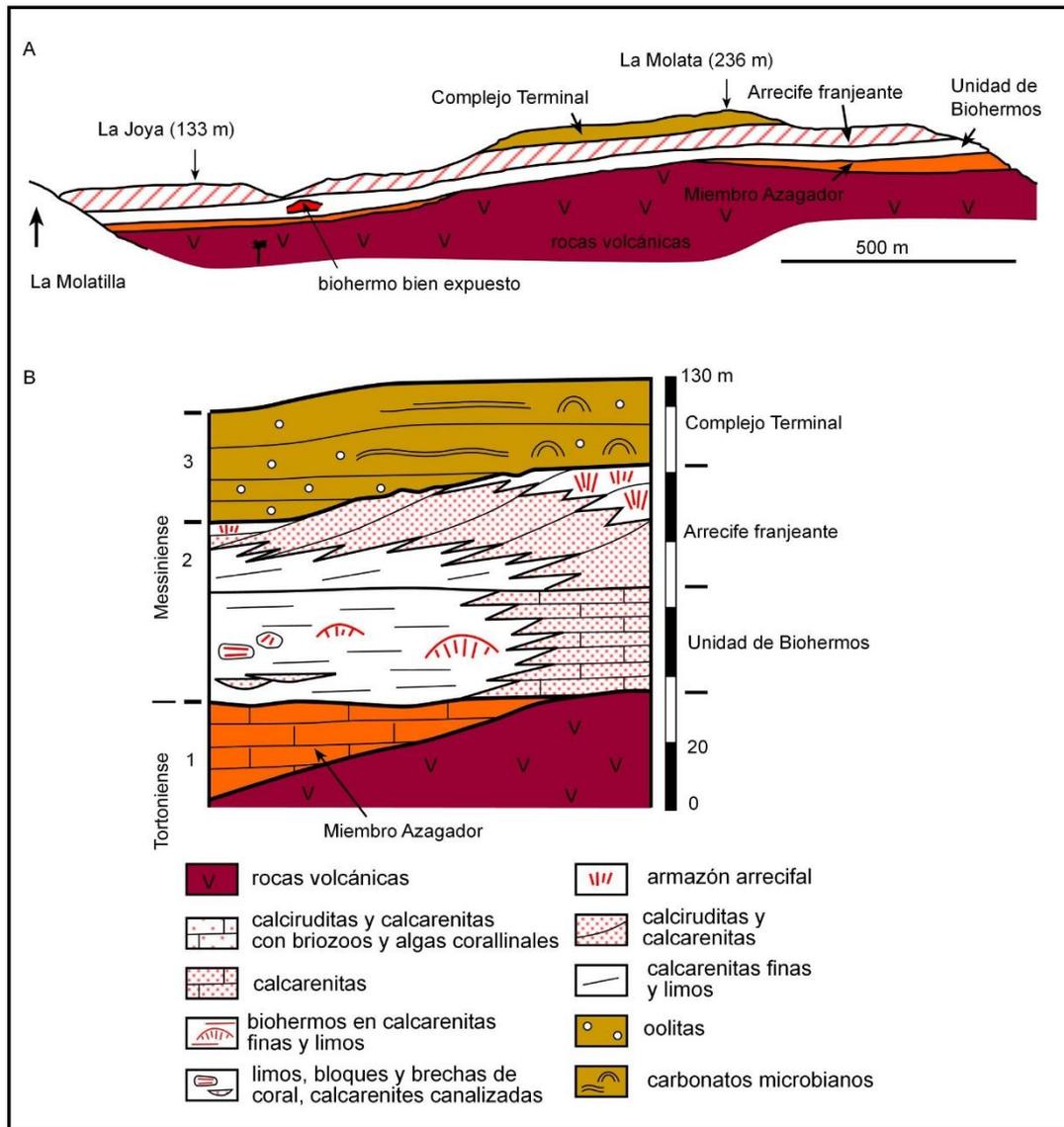
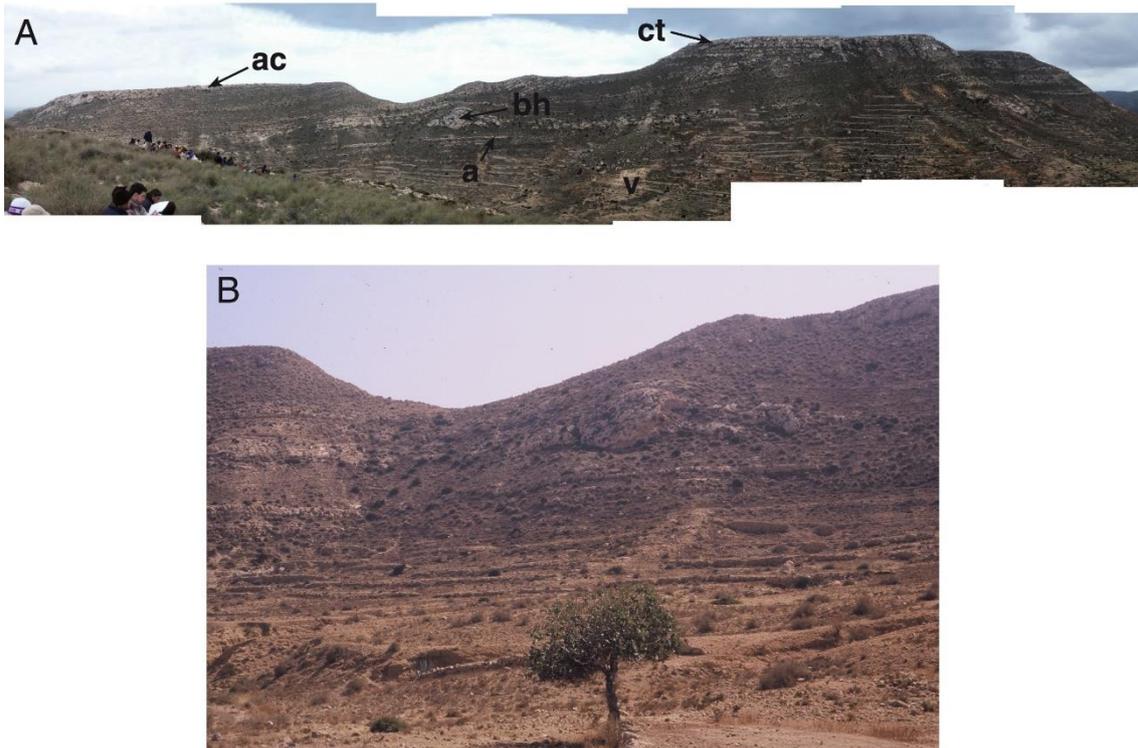


Figura 27. Corte geológico y columna estratigráfica de La Molata en Cabo de Gata (según Martín et al. 2003).

Fotografía 149.- A: Panorámica general del afloramiento de La Molata (v: Rocas volcánicas; a: Carbonatos templados del tránsito Tortonense-Messiniense del Miembro Azagador; bh: Biohermo de coral messiniense; ac: Arrecife costero messiniense; ct: Carbonatos del Complejo Terminal o Miembro Sorbas del Messiniense terminal). B: Biohermo de coral del Messiniense destacando en el paisaje (Cabo de Gata. Rambla del Cuervo. Las Negras). →



La Unidad de los Biohermos

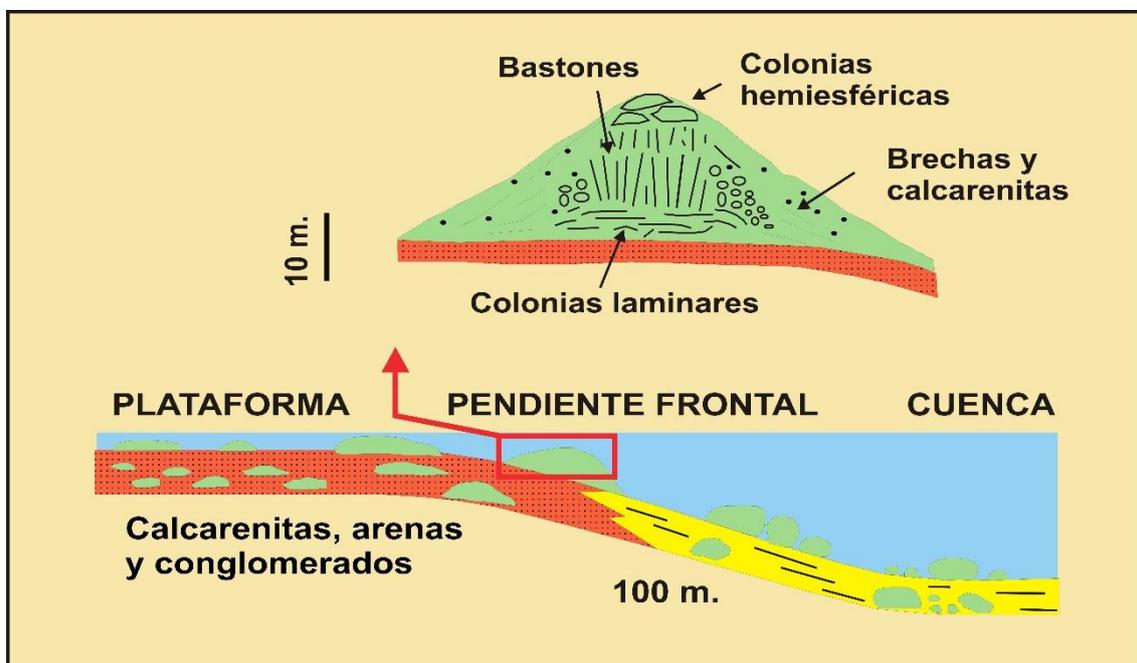


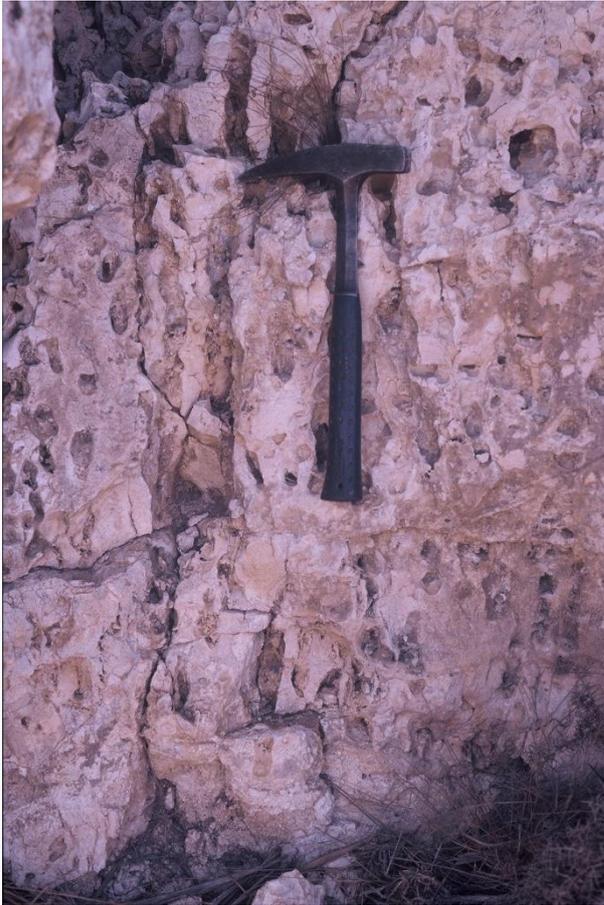
Figura 28. Diagrama esquemático que muestra la estructura interna de un biohermo de coral messiniense típico (según Esteban et al. 1996) y modelo sedimentario (según Martín and Braga, 2010). Los bloques desprendidos de los biohermos de coral se intercalan entre los sedimentos de grano fino del talud y de la cuenca.



Fotografía 150.- Colonias laminares de *Tarbellastraea* acopladas unas encima de otras en la zona basal del biohermo (Cabo de Gata. Rambla del Cuervo. Las Negras).



Fotografía 151.- Vista en detalle de uno de los crecimientos laminares de *Tarbellastraea*. La colonia de coral está localmente bioperforada por *Litophaga* (Cabo de Gata. Rambla del Cuervo. Las Negras).



Fotografía 152.- Colonia ramosa de *Porites* de la parte media del biohermo coralino. La forma de crecimiento dominante en los corales es la de finos bastones alineados verticalmente (Cabo de Gata. Rambla del Cuervo. Las Negras).



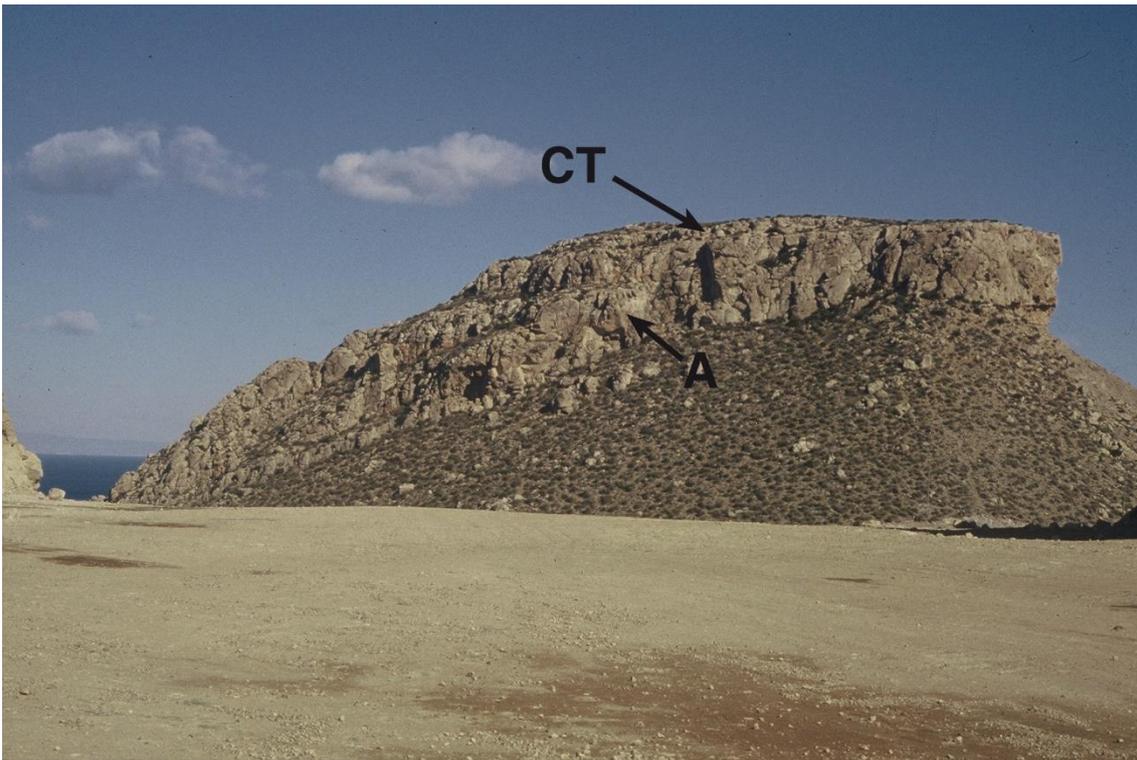
Fotografía 153.- Cabezo semiesférico de *Tarbellastraea* de la parte alta del biohermo, visto en corte vertical (Cabo de Gata. Rambla del Cuervo. Las Negras).

## El arrecife costero



Fotografía 154.- Arrecifes Messinienses bordeando el relieve volcánico de Mesa Roldán (La Chumbera).

## Los carbonatos del Messiniense Terminal



Fotografía 155.- Carbonatos del Complejo Terminal (CT) discordantes sobre arrecifes messinienses (A) (Mesa de Roldán).

Figura 29. (a): Esquema geológico de Mesa de Roldán. Los carbonatos messinienses cubren las rocas volcánicas tortonienses (aflorantes en las partes inferior y media de la ladera). →

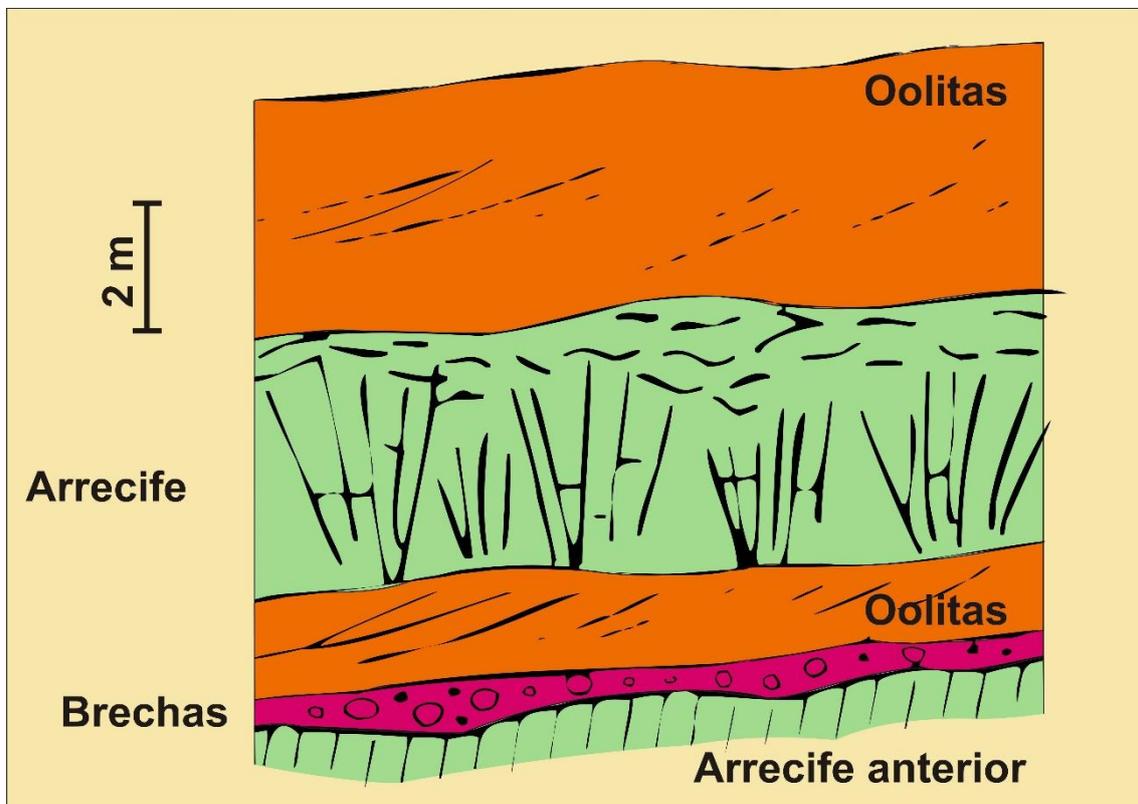
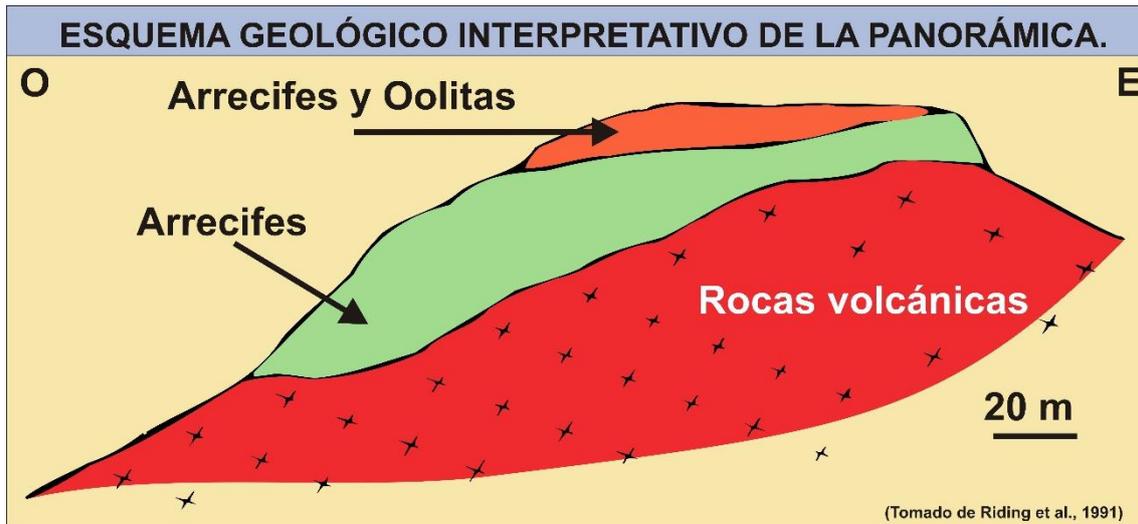
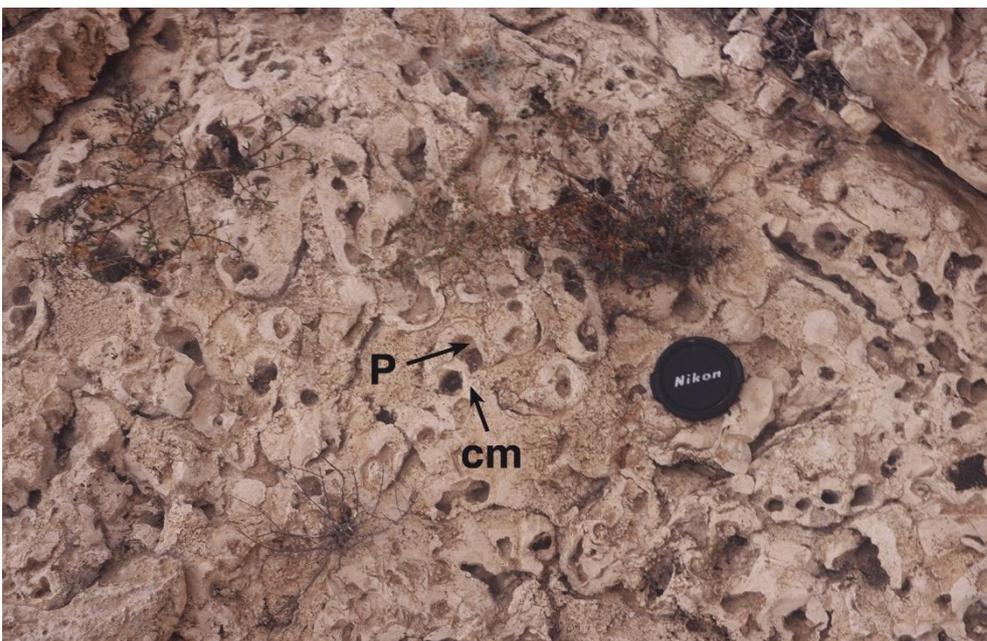


Figura 29. (b): Columna de detalle de los carbonatos superiores que muestra un pequeño parche de *Porites* intercalado entre calizas oolíticas (según Riding et al. 1991).

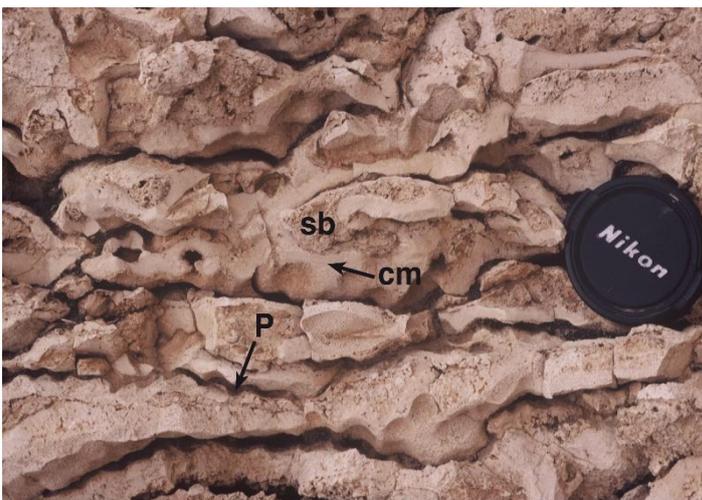
Fotografía 156.- Colonia de *Porites*, de la base de un pequeño parche de coral intercalado entre las oolitas del Complejo Terminal, vista en corte vertical. Dominan las formas en bastón, alineadas verticalmente. El coral (P) está muy lixiviado y “carstificado”. Rodeando el coral aparecen delgadas costras micríticas (cm), de origen estromatolítico. El resto de la bioconstrucción corresponde a sedimento interno bioclástico (sb), litificado (Mesa de Roldán). →



Fotografía 157.- En corte horizontal resaltan las costras de micrítica (cm) alrededor de los tubos de *Porites* (P) (Mesa de Roldán).



Fotografía 158.- La parte alta del parche muestra delgados crecimientos laminares de *Porites*, de trazado subhorizontal, junto a potentes costras micríticas y a bolsadas de sedimento interno bioclástico de tamaño grueso (calcirudita) (Mesa de Roldán).



Fotografía 159.- Vista de detalle de la parte alta del parche arrecifal mostrando claramente los tres elementos que lo integran: las colonias laminares de *Porites* (P), las costras micríticas (cm) y el sedimento interno bioclástico (sb) (Mesa de Roldán).

## Los carbonatos templados del Plioceno de la Cuenca de Carboneras y áreas adyacentes

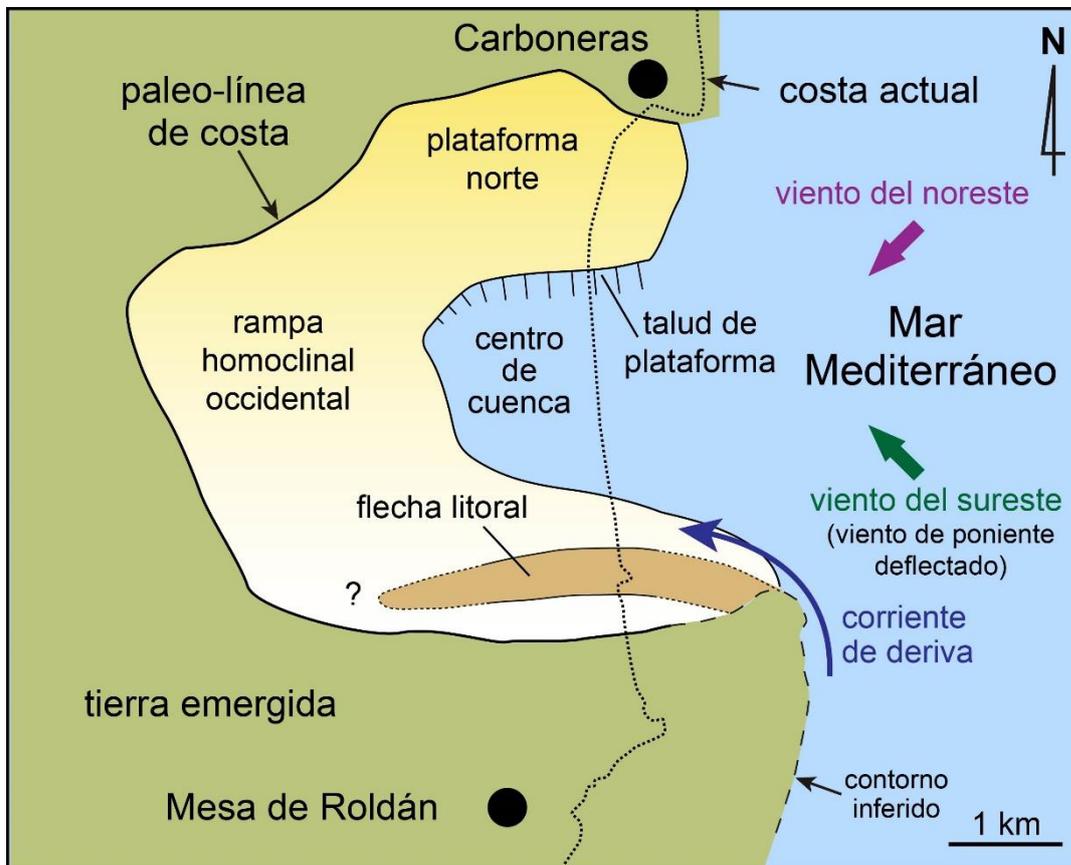


Figura 30. Reconstrucción paleoambiental de la bahía de Carboneras en el Plioceno. En el margen norte se desarrolló una plataforma carbonatada progradante. En el margen sur las corrientes de deriva litoral, impulsadas por vientos del SE, acumularon arenas y gravas carbonatadas formando una flecha litoral, al abrigo de un cabo. En el interior de la bahía protegida (margen occidental) se desarrolló una rampa de carbonatos de pendiente muy suave. Las flechas blancas indican las direcciones de los vientos dominantes en la actualidad en la costa este de Almería, en el SE de España (según Martín et al. 2004; modificado de Braga et al. 2003a).

Figura 31. (a): Modelo deposicional del margen norte de la bahía de Carboneras en el Plioceno Inferior, correspondiente a una estrecha plataforma de carbonatos con pendiente frontal pronunciada. Los bivalvos abundaron en la plataforma externa, por delante de una zona de bajíos. En el borde de la plataforma se desarrolló un pavimento rodolítico. Parte de los sedimentos bioclásticos de la plataforma fueron removilizados por las tormentas y redepositados en el talud. A la base de este último, se desarrollaron montículos de algas rojas, pavimentos rodolíticos y pequeños parches de *Neopycnodonte*. →

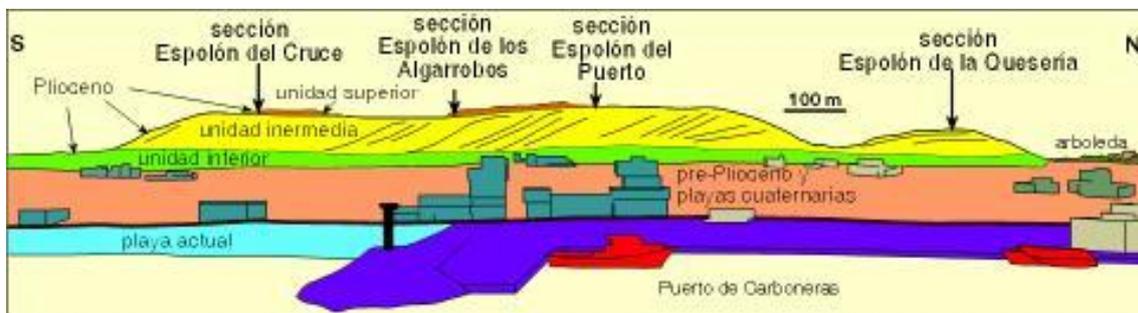
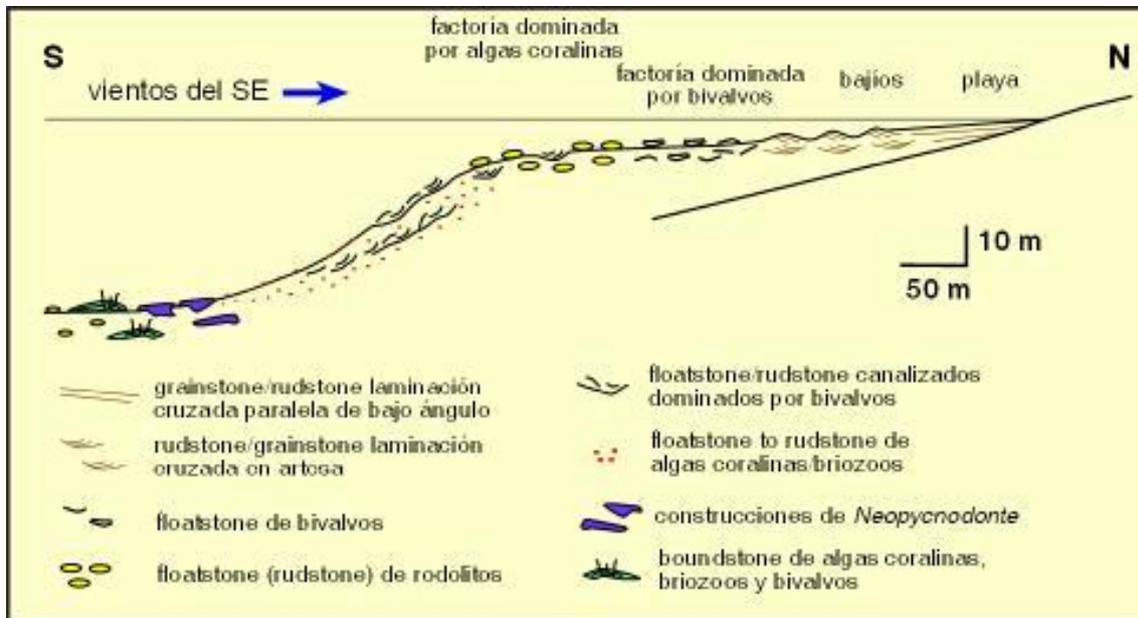


Figura 31 (b): Corte geológico de la Loma del Pinico vista desde el Puerto de Carboneras. Los carbonatos Pliocenos, subdivididos en tres unidades, se sitúan discordantemente sobre margas-carbonatos Messinienses y rocas volcánicas Tortonienses. La unidad intermedia, la más potente, es claramente progradante hacia el SSW (según Martín et al. 2004).

Fotografía 160.- Carbonatos Pliocenos del margen norte de la Cuenca de Carboneras (Carboneras. Loma del Pinico desde el Puerto de Carboneras). →



Fotografía 161.- Zona central de la panorámica anterior en la que destacan y se marcan los depósitos correspondientes a los diferentes cortejos sedimentarios (“systems tracts”) de la unidad carbonatada Pliocena; el de bajo nivel de mar (“lowstand s.t.”) (l), el transgresivo (“transgressive s.t.”) (t) y el de alto nivel de mar (“highstand s.t.”) (h). Las capas del transgresivo buzan con fuerte pendiente hacia el sur, mientras que las de los otros dos son horizontales o subhorizontales (Carboneras. Loma del Pinico desde el Puerto de Carboneras).



Fotografía 162.- Facies factoría de la rampa/plataforma interna con abundantes pectínidos con las valvas relativamente bien preservadas (Carboneras. Loma del Pinico).



Fotografía 163.- Facies factoría de la rampa/plataforma interna rica en ostras (Carboneras. Loma del Pinico).



Fotografía 164.- Pavimentos rodolíticos desarrollados en el borde de la plataforma (Carboneras. Loma del Pinico).



Fotografía 165.- Nivel de tempestita rico en fragmentos de ostras intercalado en las calcarenitas finas del talud (Carboneras. Loma del Pinico).

La rampa suave del interior de la bahía

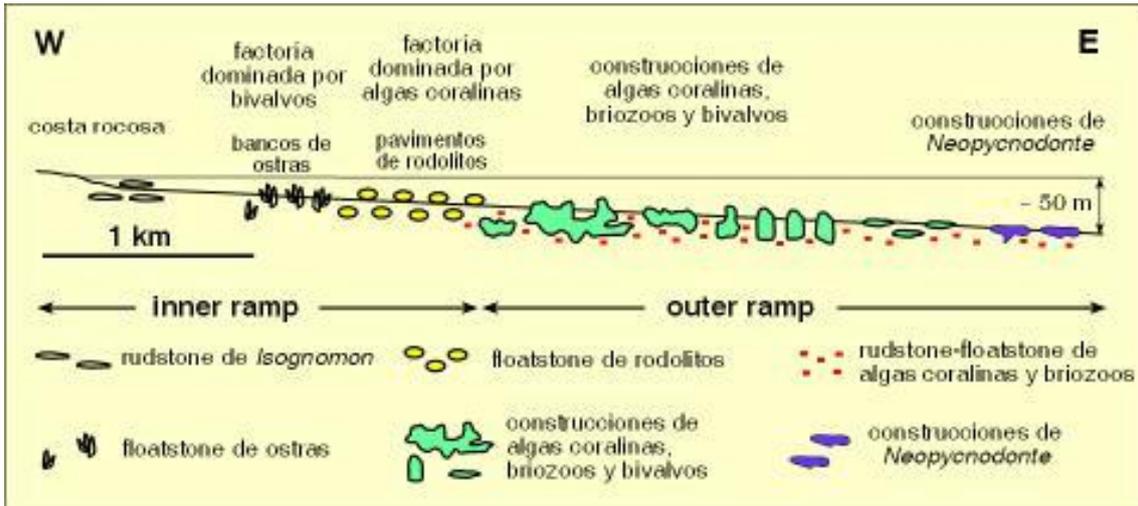
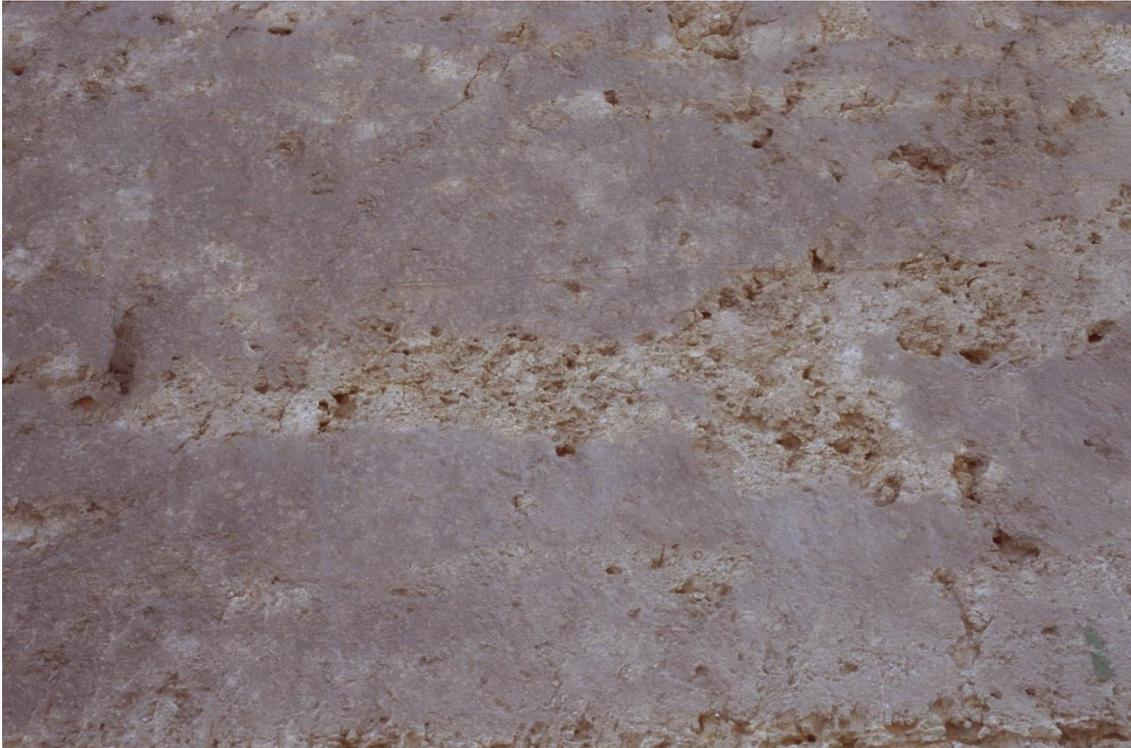


Figura 32. Modelo deposicional del interior de la bahía de Carboneras durante el Plioceno Inferior. En la rampa, de pendiente suave, aparecen diferentes tipos de bioconstrucciones, a distintas profundidades. Los acúmulos de *Isognomon* se concentraron en la zona costera. Los bancos de ostras y los pavimentos rodolíticos se desarrollaron en la zona de rampa interna, y los montículos de algas rojas-briozoos-bivalvos y los pequeños parches de *Neopycnodonte* en la rampa más externa (según Martín et al. 2004).



Fotografía 166.- Biostroma de ostras visto en planta de la zona interna de la bahía (Carboneras. Las Covaticas).



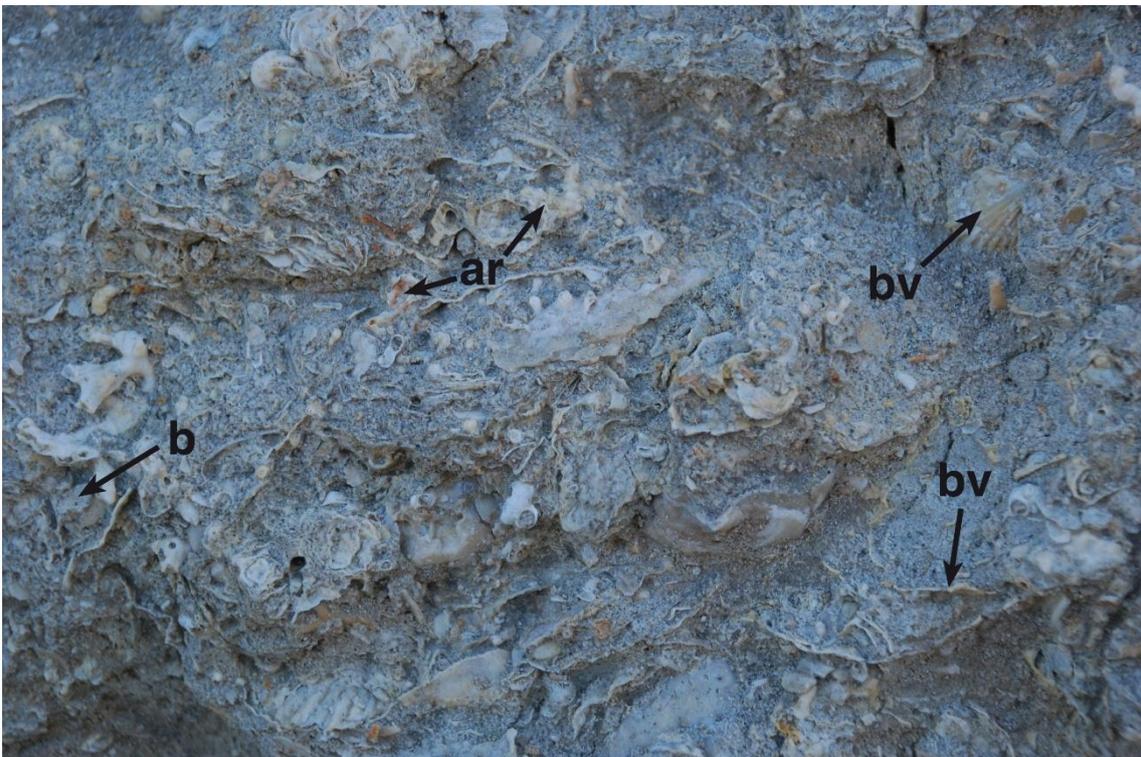
Fotografía 167.- Bioconstrucciones de coralináceas, briozoos y bivalvos de trazado y morfología irregular. Zona de bahía externa (Carboneras. Rellana de las Contraviesas).



Fotografía 168.- Bioconstrucciones de coralináceas, briozoos y bivalvos con morfología de pequeños pináculos o pilares. Zona de bahía externa (Carboneras. Rellana de las Contraviesas).



Fotografía 169.- Vista de detalle de un pequeño pilar (Carboneras. Rellana de las Contraviesas).



Fotografía 170.- Los elementos dominantes en estas bioconstrucciones son las costras de coralinas (algas rojas) (ar). Resaltan también los fragmentos de briozoos (b), ramosos y nodulares, y las conchas de bivalvos (bv) (Carboneras. Rellana de las Contraviesas).



Fotografía 171.- Vista en detalle de los crecimientos de briozoos (ramosos y nodulares) (Carboneras. Rellana de las Contraviesas).



Fotografía 172.- Localmente aparecen también colonias de briozoos laminares de tipo fenestélido (Carboneras. Rellana de las Contraviesas).



Fotografía 173.- Concha de *Spondylus spinosis* muy bien preservada en el interior de una de las bioconstrucciones (Carboneras. Rellana de las Contraviesas).

La flecha litoral del margen sur

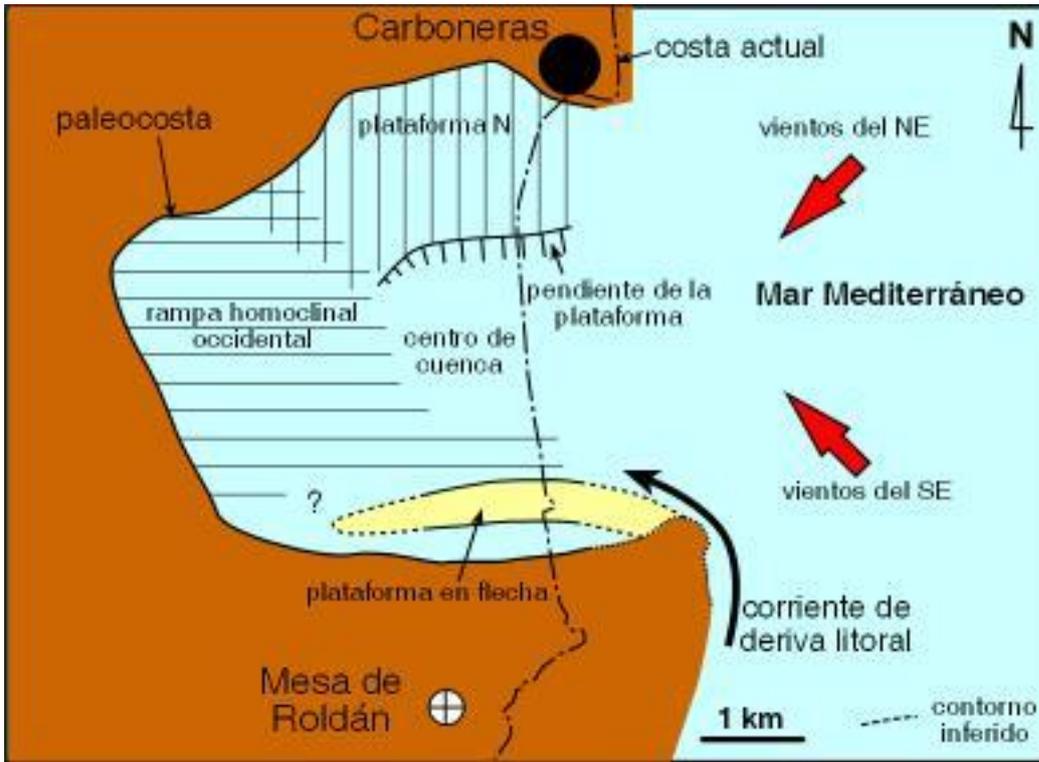


Figura 33. A. Modelo deposicional del margen sur de la bahía de Carboneras durante el Plioceno Inferior en el que resalta la flecha litoral (en amarillo) (según Martín et al. 2004).

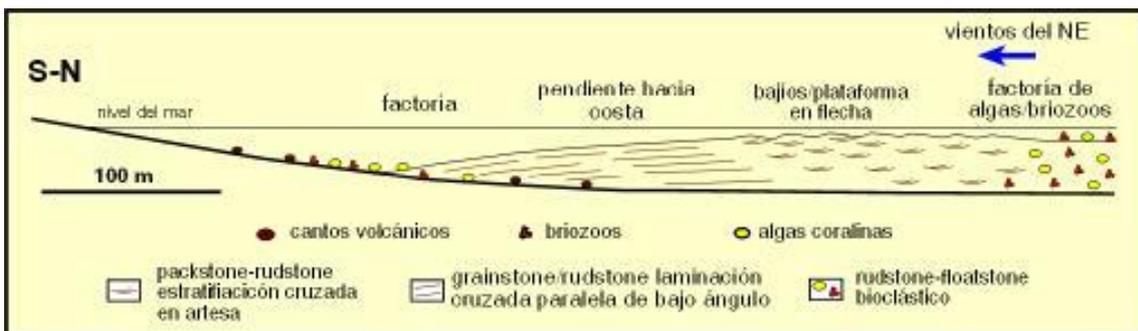


Figura 33. B. Las corrientes de deriva litoral acumularon las partículas de carbonato a unos cientos de metros de la costa en una flecha litoral. Barras submarinas de arena carbonatada (bajíos) se desarrollaron en lo alto de la flecha. Por delante de estos últimos aparece la zona de “factoría” (según Martín et al. 2004).



Fotografía 174.- Capas suavemente inclinadas buzando hacia el sur (hacia la primitiva costa) como resultado de la progradación de una antigua flecha litoral (Carboneras. Playa de los Muertos).



Fotografía 175.- Facies de “shoals” (bajíos), mostrando un “cross bedding” (estratificación cruzada) muy patente, intercaladas entre facies factoría (Carboneras. Torre Vieja).

Los abanicos de “washover” (de tormentas)



Fotografía 176.- Abanicos de “washover” (de tormentas) del “highstand” progradando sobre los limos del “lagoon” (Carboneras. Los Muertos).



Fotografía 177.- Las capas de los abanicos de tormenta son muy ricas en restos de bivalvos, que aparecen muy lixiviados preservándose sólo sus moldes internos (Carboneras. Los Muertos).

Las facies de paleoacantilados y de rellenos de cubeta

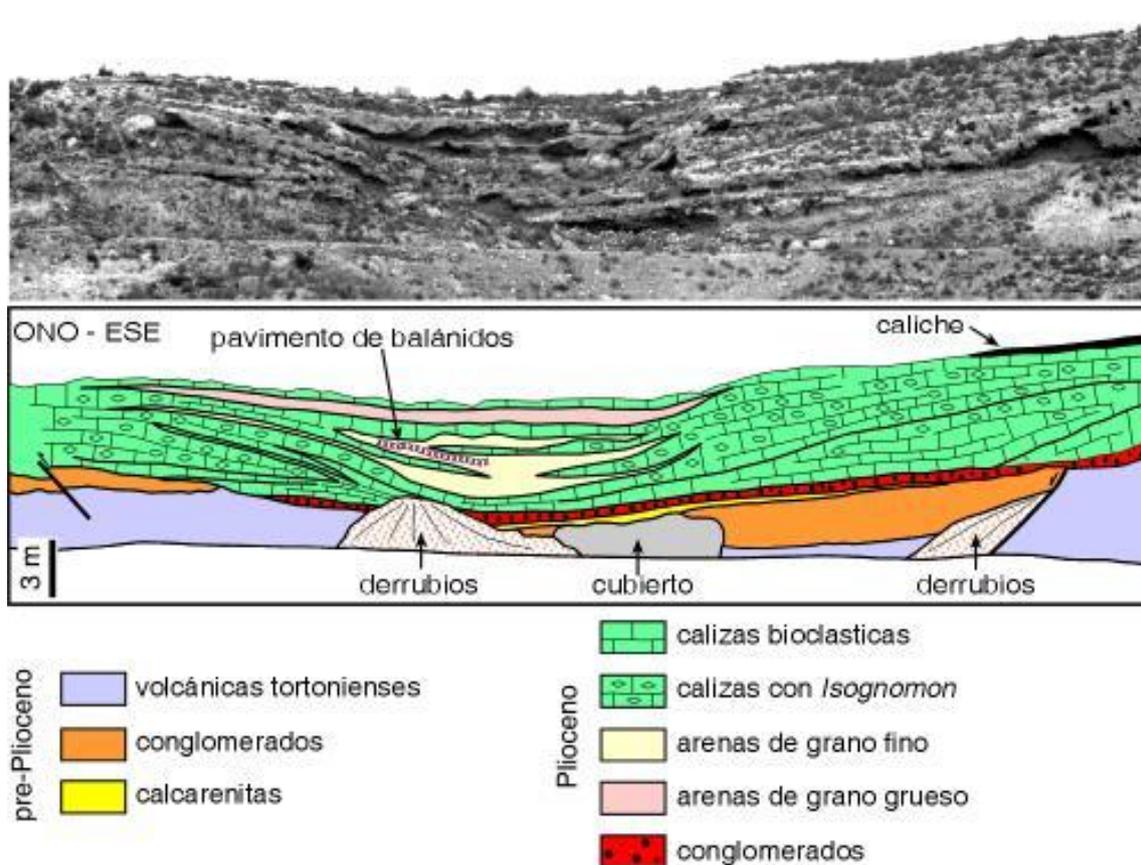


Figura 34. El corte del Castillíco muestra el relleno de una pequeña cubeta protegida. Las calizas de *Isognomon* constituyen los depósitos más típicos del margen, mientras que en el centro de la cubeta aparecen arenas de grano fino. Las geometrías de los estratos calizos son de agradación y progradación hacia el centro de la cubeta. Una capa rica en balánidos corona las arenas (según Aguirre et al. 2008).



Fotografía 178.- Vista del relleno sedimentario de una paleocubeta costera. Las capas inclinadas de los taludes progradan desde ambos márgenes (Carboneras. El Castillíco).



Fotografía 179.- Nivel rico en *Isognomum* en el margen (talud) de la paleocubeta. Los moldes internos han sido removidos por la erosión (Carboneras. El Castillíco).



Fotografía 180.- Aspecto de los *Isognomum* en detalle (Carboneras. El Castillíco).



Fotografía 181.- Acumulaciones de balánidos entre calcarenitas/arenas bioclásticas en el interior de la paleocubeta (Carboneras. El Castillíco).



Fotografía 182.- Colonias de balánidos dispersas en la calcarenita/arena bioclástica (Carboneras. El Castillíco).



Fotografía 183.- Aspecto de detalle de una de las colonias con su placa basal en parte preservada (Carboneras. El Castillíco).

Las bioconstrucciones de balánidos en canales y lóbulos de deltas conglomeráticos

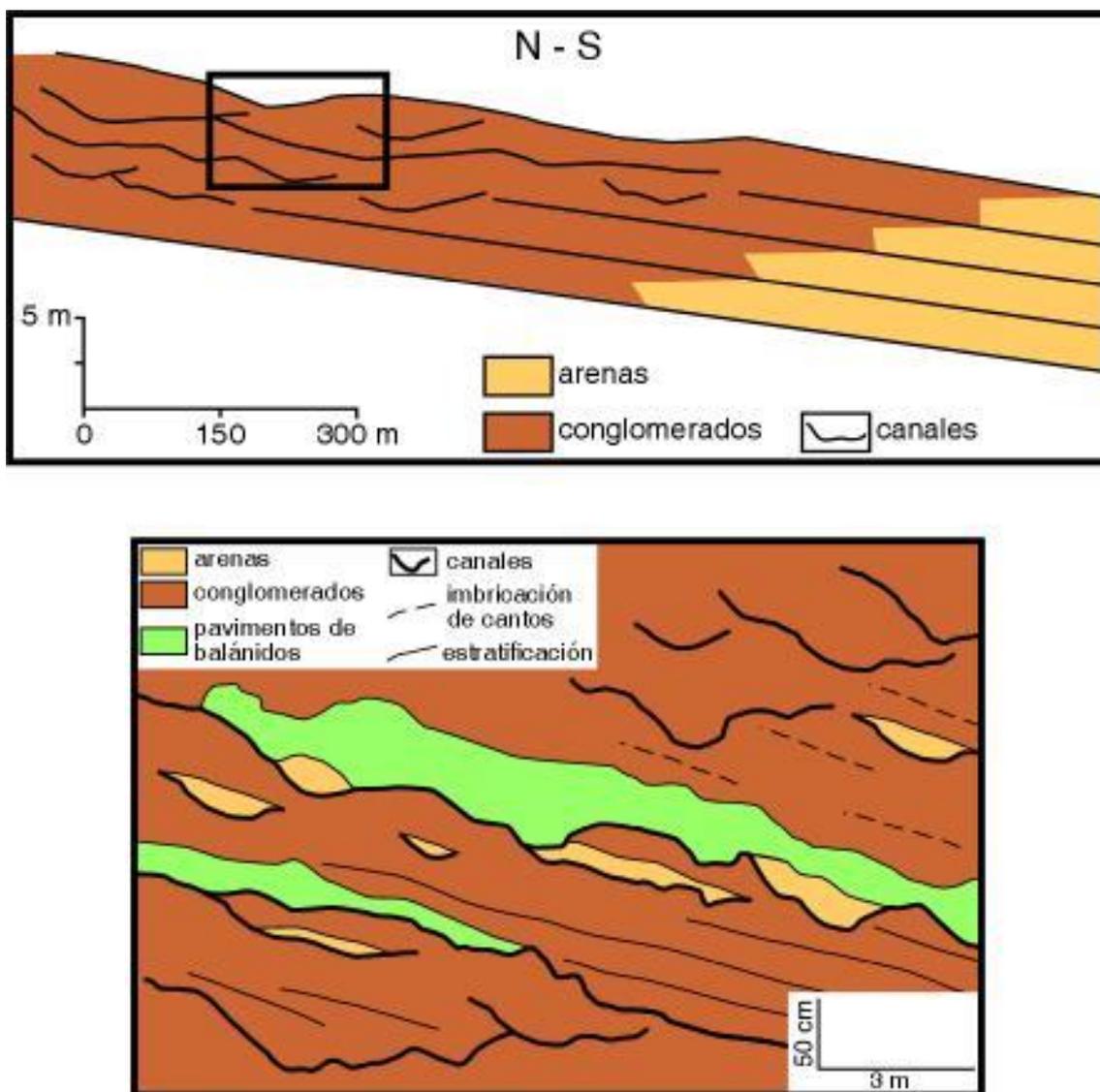


Figura 35. Corte de la Vía del Tren. Modelo de distribución de facies y esquema detallado de la zona de canales. Los pavimentos de balánidos aparecen directamente ligados a estos últimos (según Aguirre et al. 2008).



Fotografía 184.- Nivel de balánidos intercalado entre conglomerados (Carboneras. Las Covaticas).



Fotografía 185.- Nivel de balánidos intercalado entre arenas y conglomerados implantado a la base de un antiguo canal (Carboneras. Trinchera del antiguo ferrocarril a las minas de Lucainena).



Fotografía 186.- Balánidos sobre conglomerados (Carboneras. Trinchera del antiguo ferrocarril a las minas de Lucainena).



Fotografía 187.- Vista en planta de un pavimento de balánidos (Carboneras. Trinchera del antiguo ferrocarril a las minas de Lucainena).



Fotografía 188.- Muchas de las colonias de balánidos colonizan selectivamente los cantos del conglomerado (Carboneras. Trinchera del antiguo ferrocarril a las minas de Lucainena).



Fotografía 189.- Colonia de balánidos en abanico colonizando un canto de cuarzo (Carboneras. Trinchera del antiguo ferrocarril a las minas de Lucainena).



Fotografía 190.- Canto de cuarcita encostrado por una colonia de briozoos (Carboneras. Trinchera del antiguo ferrocarril a las minas de Lucainena).

Las dunas gigantes del estrecho del Río Alías

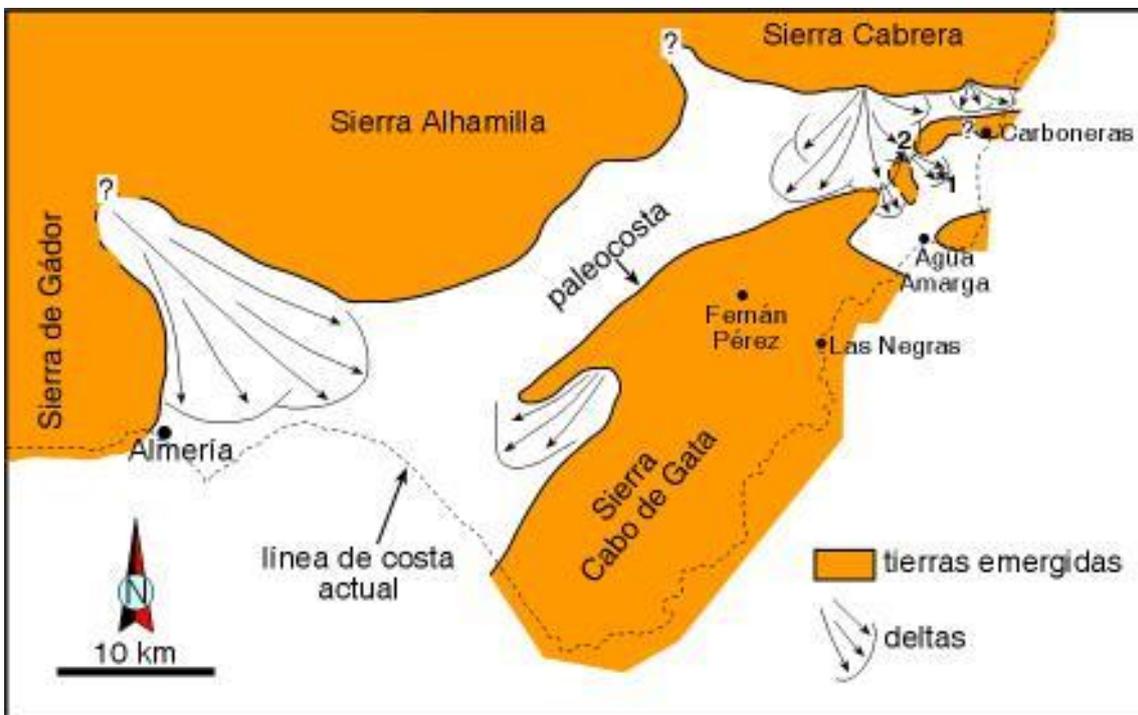


Figura 36. Paleogeografía del sureste de Almería durante el Plioceno inferior. Se resalta la posición del estrecho del Río Alías en relación con las cuencas de Carboneras y de Almería-Níjar (modificado de Aguirre et al. 2008).



Fotografía 191.- “Sets” de “cross-bedding” de hasta 15 m de altura, apuntando hacia el oeste en la boca del antiguo estrecho del Río Alías (Carboneras. El Llano de don Antonio).



Fotografía 192.- “Cross bedding” en artesa de menor escala ligado a migración de dunas submarinas en la zona donde el antiguo estrecho del Río Alías abría ya hacia la Cuenca de Almería-Níjar (Carboneras. El Argamasón).

## Las playas y los “rocky-shores” fósiles Cuaternarios



Fotografía 193.- Niveles de playas fósiles Cuaternarias, situadas a unos 7-8 m por encima del nivel de mar actual, aflorantes sobre calcarenitas finas Pliocenas y progradando hacia el este (Carboneras).



Fotografía 194.- Vista de detalle de los niveles de playas fósiles Cuaternarias en la que resalta, como estructura sedimentaria más evidente, la laminación paralela de bajo ángulo típica del “foreshore” (Carboneras).



Fotografía 195.- Playa de El Lacón en Carboneras. La arena/grava fina de la playa se renueva artificialmente (por procesos no naturales) al comienzo de la temporada estival (Carboneras).



Fotografía 196.- Playa de El Lacón en otoño/invierno. Los temporales de levante barren gran parte de la arena/grava de la playa y dejan al descubierto depósitos costeros Cuaternarios más antiguos, bien cementados, sobre los que descansan algunos grandes bloques sueltos de rocas volcánicas aportados por las ramblas actuales (Carboneras).



Fotografía 197.- Aspecto de detalle que muestra los niveles cementados y los bloques sueltos encima (Carboneras).



Fotografía 198.- Los niveles cementados corresponde a depósitos ligados a un antiguo “rocky shore” (miniacantilado rocoso). La superficie de erosión del primitivo acantilado aparece encostrada por algas rojas y está excavada en niveles de playa cementados más antiguos. Estos encostramientos de algas costeros se conocen con el nombre de “trottoirs” (t). Sobre la superficie de erosión aparece un conglomerado cementado con abundantes cantos de cuarzo muy redondeados (c), que incorpora también bloques (b) de trozos de las playas más antiguas (Carboneras).



Fotografía 199.- Detalle de la costra de algas que aparece en puntos cubierta por el conglomerado con abundantes cantos de cuarzo, muy redondeados (Carboneras).



Fotografía 200.- Las costras de algas incorporan también pequeños granos detríticos (Carboneras).



Fotografía 201.- En el conglomerado de cantos relativamente bien redondeados junto a clastos de cuarzo (c) se encuentran también de esquistos (e) y de rocas volcánicas (rv). En la matriz arenosa hay además oolitos (sólo visibles al microscopio) (Carboneras).



Fotografía 202.- El conglomerado incorpora también restos esqueléticos, bien preservados, de un gasterópodo: *Strombus bubonius* (Carboneras).



Fotografía 203.- El nivel de preservación de algunos ejemplares de *Strombus bubonius* es realmente excepcional (Carboneras).



Fotografía 204.- Algunos cantos del conglomerado y/o fragmentos de gasterópodos (*Strombus*) aparecen también encostrados por algas rojas (Carboneras).



Fotografía 205.- En otros lugares de Cabo de Gata (Rodalquilar y Los Escullos) se encuentran playas fósiles, equivalentes en edad a los “rocky-shores” de Carboneras, con abundantes oolitos. La fotografía muestra “sets” de estratificación cruzada en dunas oolíticas fósiles (Cuaternarias) del “backshore”, de origen eólico (Cabo de Gata. Los Escullos).

← Fotografía 206.- Playa de Los Muertos, de trazado muy lineal, donde se acumula el material arrastrado por la deriva litoral inducida por los vientos de Levante. La roca aflorante en el acantilado es de naturaleza volcánica (aglomerados volcánicos). El sedimento de la playa es, sin embargo, una grava fina con abundantes cantos de cuarzo aportados por ramblas desde Sierra Cabrera, situada unos 10 km al norte (Carboneras).

## Los sedimentos de la costa actual





Fotografía 207.- Playa de San Pedro. El sedimento de la playa (“foreshore”) es una grava (conglomerado fino, con cantos de bordes irregulares). Mar adentro de la playa (en el “shoreface”) lo que se encuentra es ya sólo arena (Cabo de Gata. San Pedro).



Fotografía 208.- Playa conglomerática con sedimento grueso de grandes bloques de roca volcánica transicionando rápidamente a grava, en la misma línea de playa, y esta última a su vez a arena, dentro del mar. Por detrás destaca, entre el relieve volcánico, la duna eólica arenosa rampante (trepadora) de Monsúl (Cabo de Gata).

## ITINERARIOS RECOMENDADOS:

### Itinerario 5.- Sopalmo-Mesa Roldán-Cañada Méndez-El Plomo-Cala Carnaje

Itinerario a pie de carretera/pista, con pequeñas caminatas. Factible en coche.

Temática: Emplazamiento, significado y tipología de las rocas volcánicas del Complejo de Cabo de Gata. Papel de las grandes fallas de desgarre. Relación sedimentos-rocas volcánicas. Secuencia sedimentaria intravolcánica: los carbonatos templados Tortonienses.

Duración: Un día.



#### Parada 1.- Sopalmo (a-b):

Rasgos observables: (a) 100 y 101; (b) 102, 105 y 106.

#### Parada 2.- Mesa de Roldán:

Rasgos observables: 107.

#### Parada 3.- Cañada Méndez (a-b):

Rasgos observables: (a) 108, 109 y 114; (b) 110, 111, 112 y 113.

#### Parada 4.- El Plomo:

Rasgos observables: 115 y 116.

#### Parada 5.- Cala Carnaje:

Rasgos observables: 117, 118, 119 y 120.

## **Itinerario 6.- Agua Amarga (Los Murcias-Las Cordilleras-Rambla de los Viruegas)**

Itinerario a pie de carretera/pista, con pequeñas caminatas. Factible en coche.

Temática: Carbonatos templados del tránsito Tortoniense-Messiniense de la Cuenca de Agua Amarga.

Duración: Medio día.



### **Parada 1.- Los Murcias:**

Rasgos observables: 121.

### **Parada 2.- Las Cordilleras (a-b):**

Rasgos observables: (a) 122; (b) 123, 124, 125, 126, 127 y 128.

### **Parada 3.- Rambla de los Viruegas:**

Rasgos observables: 129, 130 y 131.

### **Itinerario 7.- Ricardillo**

Hasta las proximidades del Cortijo del Ricardillo se puede acceder desde Las Negras por una pista de tierra que lleva hasta la depuradora de aguas residuales del pueblo. Desde allí se continua a pié hasta el Ricardillo. La subida a este último comporta una cierta dificultad y exige además cierto esfuerzo físico.

Temática: Carbonatos templados del tránsito Tortoniense-Messiniense: facies de paleoacantilado y paleocubeta costera.

Duración: Un día.



#### **Parada 1.- Cortijo del Ricardillo:**

Rasgos observables: 132.

#### **Parada 2.- Ricardillo (a-b-c-d-e-f-g):**

Rasgos observables: (a) 134; (b) 103 y 133; (c) 139, 140, 141 y 142; (d) 135 y 136; (e) 137, 138 y 146; (f) 147 y 148; (g) 143, 144 y 145.

### **Itinerario 8.- Las Negras-Mesa Roldán**

Itinerario a pie de carretera/pista, con pequeñas caminatas. Factible en coche.

Temática: Arrecifes Messinienses.

Duración: Medio día.



#### **Parada 1.- Rambla del Cuervo (Las Negras):**

Rasgos observables: (a) 149; (b) 150, 151, 152 y 153.

#### **Parada 2.- La Chumbera:**

Rasgos observables: 154.

#### **Parada 3.- Mesa Roldán:**

Rasgos observables: 155, 156, 157, 158 y 159.

**Itinerario 9.- Carboneras-Rellana de las Contraviesas-El Castillico-Los Muertos**  
Itinerario a pie de carretera/pista, con pequeñas caminatas. Factible en coche normal, excepto el tramo entre El Castillico y Los Muertos, que discurre siguiendo la vía abandonada del antiguo ferrocarril a las Minas de Lucainena, para el que se recomienda un 4X4.

Temática: Los carbonatos templados del Plioceno inferior.

Duración: Un día.



**Parada 1.- Puerto de Carboneras:**

Rasgos observables: 160 y 161.

**Parada 2.- Loma del Pinico (a-b):**

Rasgos observables: (a) 162 y 163; (b) 164 y 165.

**Parada 3.- Rellana de las Contraviesas:**

Rasgos observables: 167, 168, 169, 170, 171, 172 y 173.

**Parada 4.- El Castillico:**

Rasgos observables: 178, 179, 180, 181, 182 y 183.

**Parada 5.- Las Covaticas:**

Rasgos observables: 166 y 184.

**Parada 6.- Trinchera del antiguo ferrocarril a las Minas de Lucainena:**

Rasgos observables: 185, 186, 187, 188, 189 y 190.

**Parada 7.- Los Muertos (a-b-c):**

Rasgos observables: (a) 174; (b) 175; (c) 176 y 177.

## Itinerario 10.- Carboneras

Itinerario a pie de carretera. Factible en coche.

Temática: Playas y “rocky shores” Cuaternarios.

Duración: Un cuarto de día.



### Parada 1.- Central Térmica de Carboneras:

Rasgos observables: 193 y 194.

### Parada 2.- Playa del Lacón:

Rasgos observables: 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203 y 204.