

# 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

## Cuenca de Sorbas

**Estratigrafía. Unidades que constituyen el relleno de la cuenca Neógena de Sorbas y relaciones geométricas entre las mismas.**

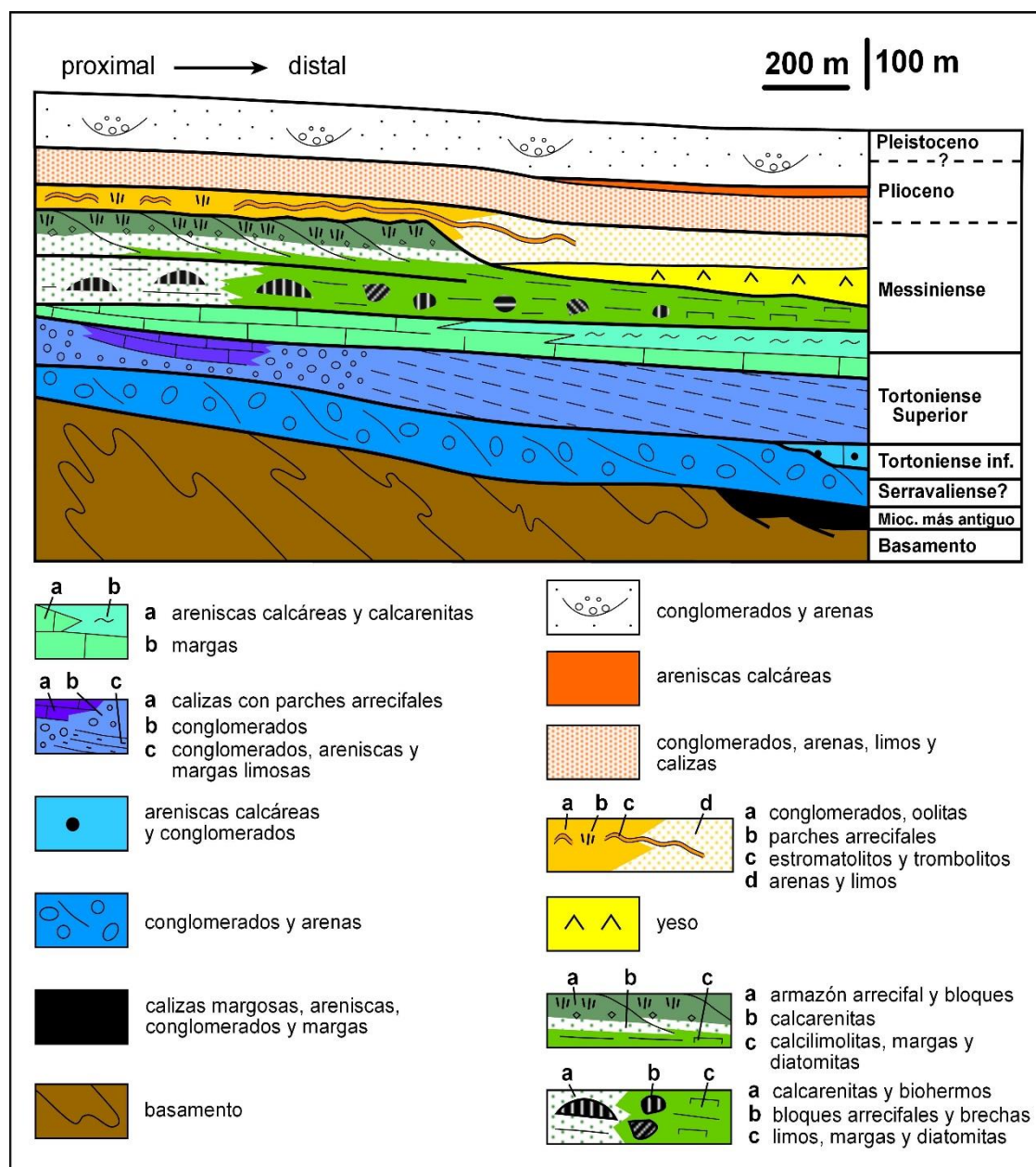


Figura 1. Estratigrafía de la Cuenca de Sorbas (modificada de Martín y Braga, 1994).

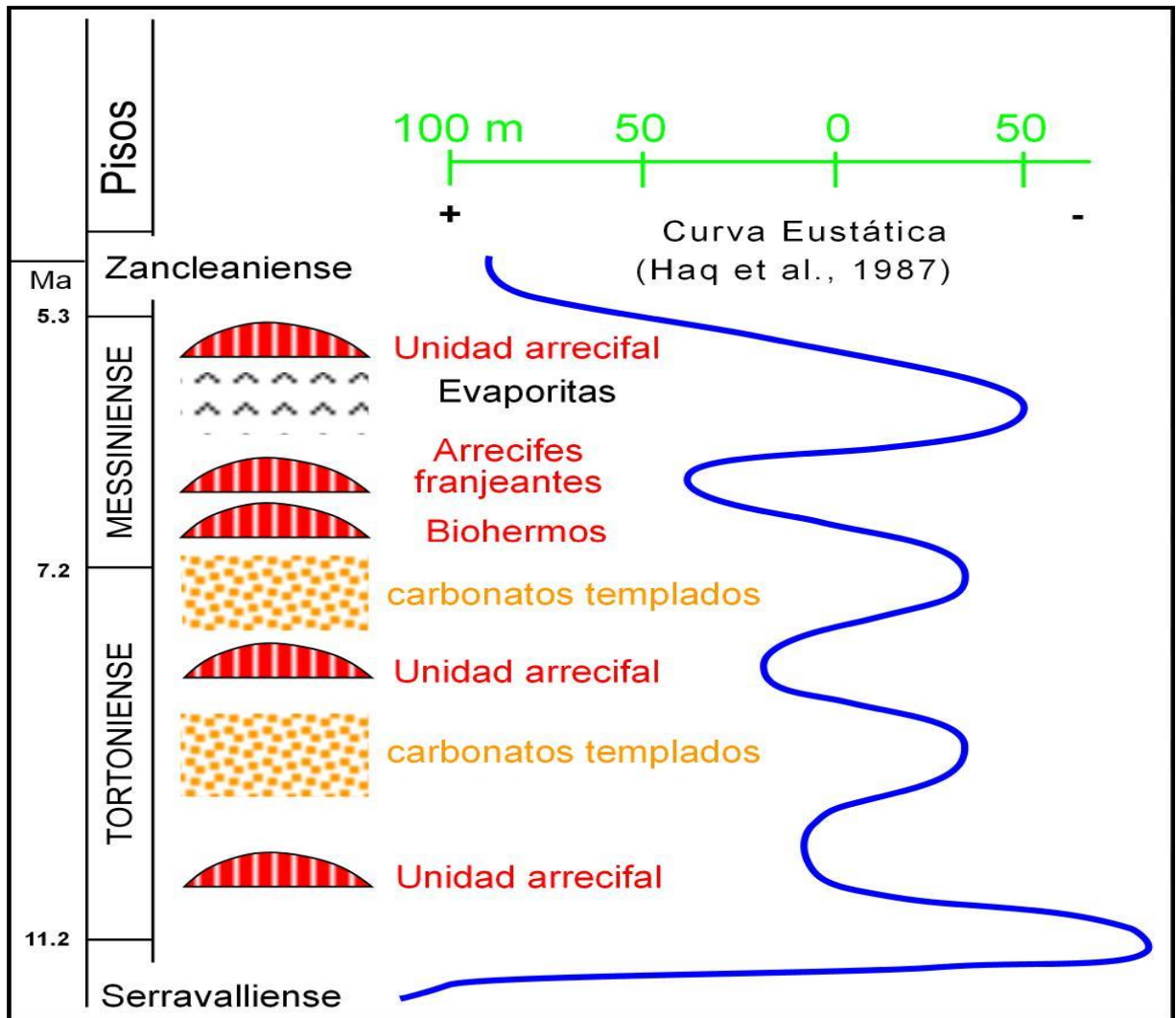


Figura 2. Distribución temporal de los carbonatos templados y tropicales (arrecifales) neógenos en el sur de España (modificado de Brachert et al. 1996 y Braga et al. 1996a). Los carbonatos templados se formaron en las épocas de bajo nivel de mar de los ciclos de tercer orden y los tropicales en las de alto nivel del mar. Nótese como el momento de depósito de las evaporitas messinienses es durante la fase fría (de bajo nivel de mar) de uno de los ciclos de tercer orden.



Fotografía 1.- El valle en primer término está excavado en las margas (a) del Tortoniense superior. Los pequeños cerros que en él aparecen corresponden a intercalaciones de arenas (conglomerados) (b). En los cerros del fondo destaca, a media altura, la barra de carbonatos (c), del tránsito Tortoniense-Messiniense. Por encima de ella se sitúan las margas Messinienses (d), coronadas por yesos (e) y estos últimos, a su vez, por carbonatos (f), del Messiniense terminal, en el Cerrón de Hueli (Cuenca de Sorbas. Peñas Negras).



Fotografía 2.- Corte de uno de los cerros en los que abundan los bancos de arena turbidíticos intercalados entre las margas del Tortoniense superior (Cuenca de Sorbas. Peñas Negras).

Fotografía 3.- En primer término aparecen los carbonatos (a) del Miembro Azagador (del tránsito Tortoniense-Messiniense). Encima de ellos descansan las margas del Miembro Abad (Messinienses), que primero son grises (b) y luego amarillas (c). Sobre ellas se sitúan los yesos Messinienses (d) del Miembro Yesares. En el valle de justo por detrás afloran sedimentos blandos, de tonos claros, pertenecientes al Miembro Sorbas (e) (del Messiniense terminal), coronados por sedimentos de color rojo (f) del Miembro Zorreras (Messiniense terminal-Plioceno). Todos los materiales buzcan hacia el norte (Cuenca de Sorbas. Los Molinos del Río Aguas). →



Fotografía 4.- Cañón del río Aguas excavado en los yesos Messinienses. Algunos de los bancos de yeso alcanzan los 20 m de potencia. La base del yeso es irregular (erosiva). Nótese como el banco inferior se acuña y desaparece lateralmente hacia el oeste (Cuenca de Sorbas. Los Molinos del Río Aguas).



Fotografía 5.- La vista al noreste muestra una estratigrafía similar. El puente de la autovía descansa sobre los carbonatos de Azagador. La plataforma de en medio corresponde al afloramiento de yesos Messinienses. El fondo lo marca la Sierra de los Filabres donde afloran materiales del basamento, sobre todo rocas metamórficas pertenecientes al Complejo Nevado-Filábride de las Zonas Internas Béticas (Cuenca de Sorbas. Barranco del Tesoro).



Fotografía 6.- Detalle de la base del yeso. Se aprecia claramente como el banco basal rellena un relieve fuertemente incidido, excavado en las margas, y se engruesa y adelgaza sucesivamente siguiendo las irregularidades del mismo (la línea gruesa negra marca la base del mismo) (Cuenca de Sorbas. Barranco del Tesoro).



Fotografía 7.- En la fotografía se aprecia muy bien la base irregular (erosiva) del yeso y las margas amarillas y grises que afloran inmediatamente por debajo (Cuenca de Sorbas. Los Molinos del Río Aguas).



Fotografía 8.- El doblote margas amarillas/margas grises destapa por debajo del yeso messiniense en primer término (Cuenca de Sorbas. Cerrón de Hueli).

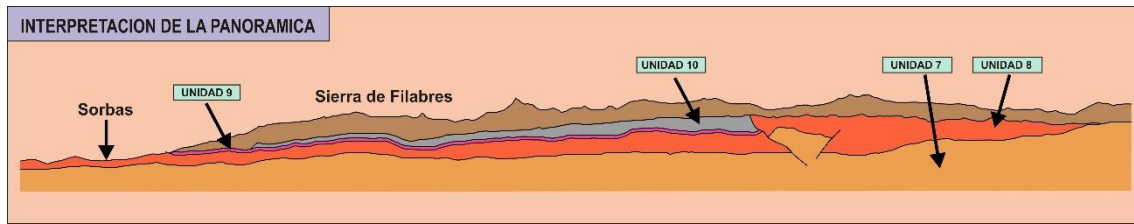
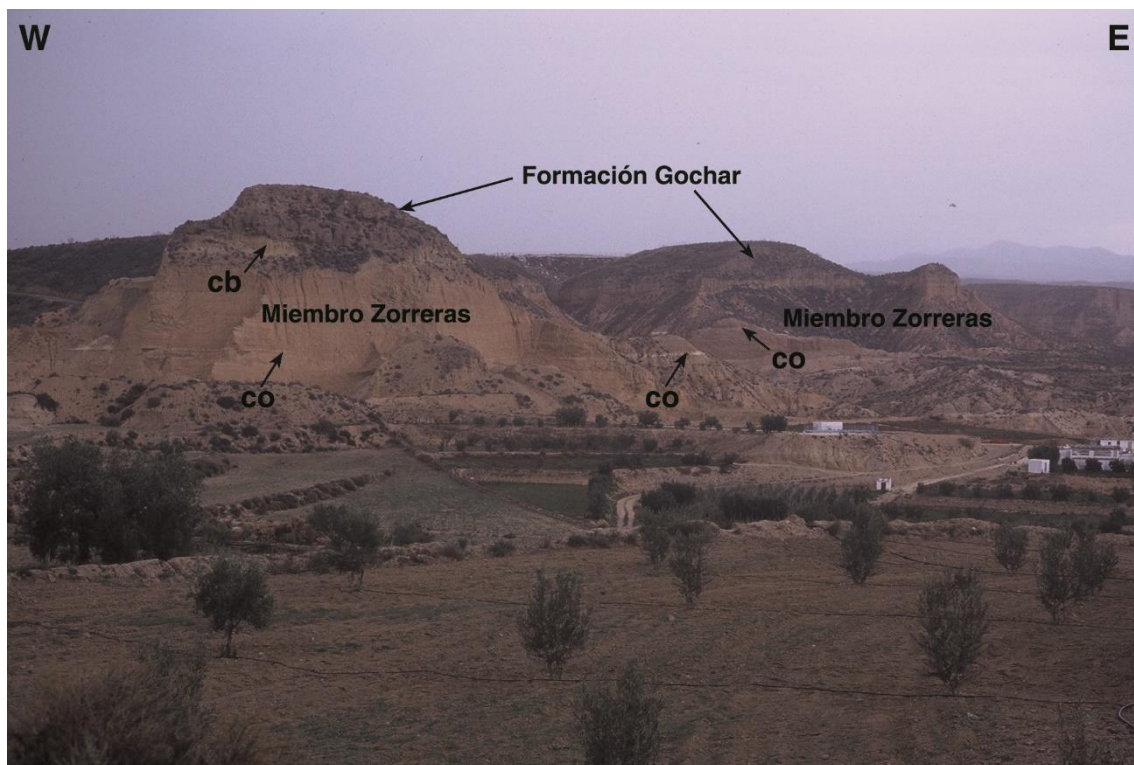


Figura 3.- Vista hacia el norte desde el Mirador de Urra. 1: Basamento Nevado-Filábride de la Sierra de los Filabres; 2: arenas, limos y arcillas del Miembro Sorbas; 3: arcillas, limos, arenas y calizas del Miembro Zorreras; 4: areniscas bioclásticas de origen marino del Plioceno inferior; 5: Conglomerados Plio-Pleistocenos de la Formación Góchar. La escala vertical está aumentada a 1.5.



Fotografía 9.- Miembro Zorreras. La secuencia que se observa pertenece, esencialmente, al Messiniense terminal. En esta zona son especialmente abundantes las arcillas, de color rojo y origen fluvial, que se explotan en pequeñas canteras y se utilizan en la fabricación de ladrillos y en la elaboración de piezas cerámicas. Destacan además dos finas intercalaciones de calizas de ostrácodos (co), de color blanco, de origen lacustre. El cerro alto que aparece en primer término está coronado por las calizas bioclásticas marinas del Plioceno inferior, de tonalidades marrones oscuras. Sobre ellas se sitúan, visibles en los cerros más a la derecha, los conglomerados (arenas) continentales del Miembro Góchar, del Plioceno-Pleistoceno (Cuenca de Sorbas).



Fotografía 10.- La barra de los sedimentos mixtos detrítico-carbonatados del Miembro Azagador (b) se aprecia en primer término. Por debajo afloran las margas del Tortonense superior (a). Encima aparecen las margas Messinienses (c), coronadas por las unidades arrecifales: la Unidad de los Biohermos (d) y la Unidad del Arrecife Costero (e). Las relaciones geométricas de detalle entre gran parte de las unidades son de discordancia. Nótese como las margas Messinienses se acuñan y desaparecen lateralmente hacia el este (Cuenca de Sorbas. Lucainena).



Fotografía 11.- Taludes de las unidades arrecifales indentándose con las margas Messinienses (Cuenca de Sorbas. Lucainena)





Fotografía 12.- Panorámica en la que se aprecia muy bien el acuñaamiento hacia el oeste de las margas grises Messinienses (b) entre las calizas bioclásticas del Miembro Azagador (a), del tránsito Tortoniense-Messiniense, y las calizas arrecifales Messinienses de la Unidad de los Biohermos (c). Los biohermos que aparecen en la distancia (BH1 y BH2) son biohermos mixtos de corales y algas (*Halimeda*). El que se aprecia en primer término (BH3), intercalado entre margas amarillas, está formado exclusivamente por acúmulos de *Halimeda* (Cuenca de Sorbas, Cerrón de Hueli).

### Los carbonatos templados del tránsito Tortoniense-Messiniense

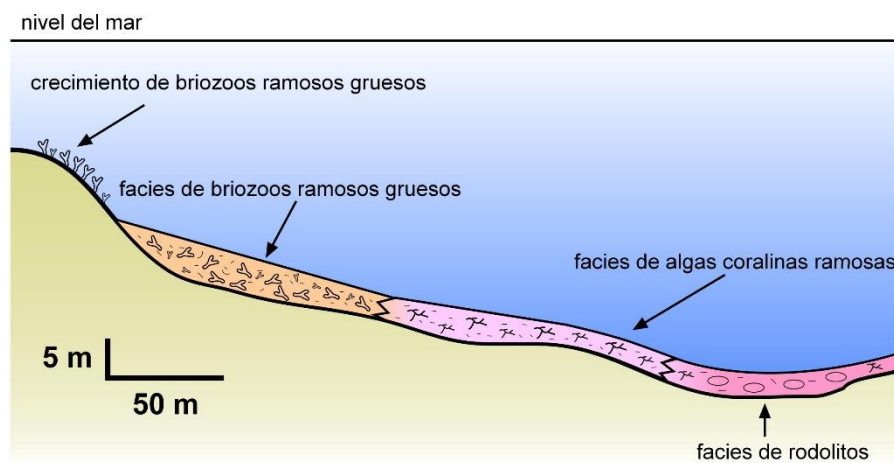


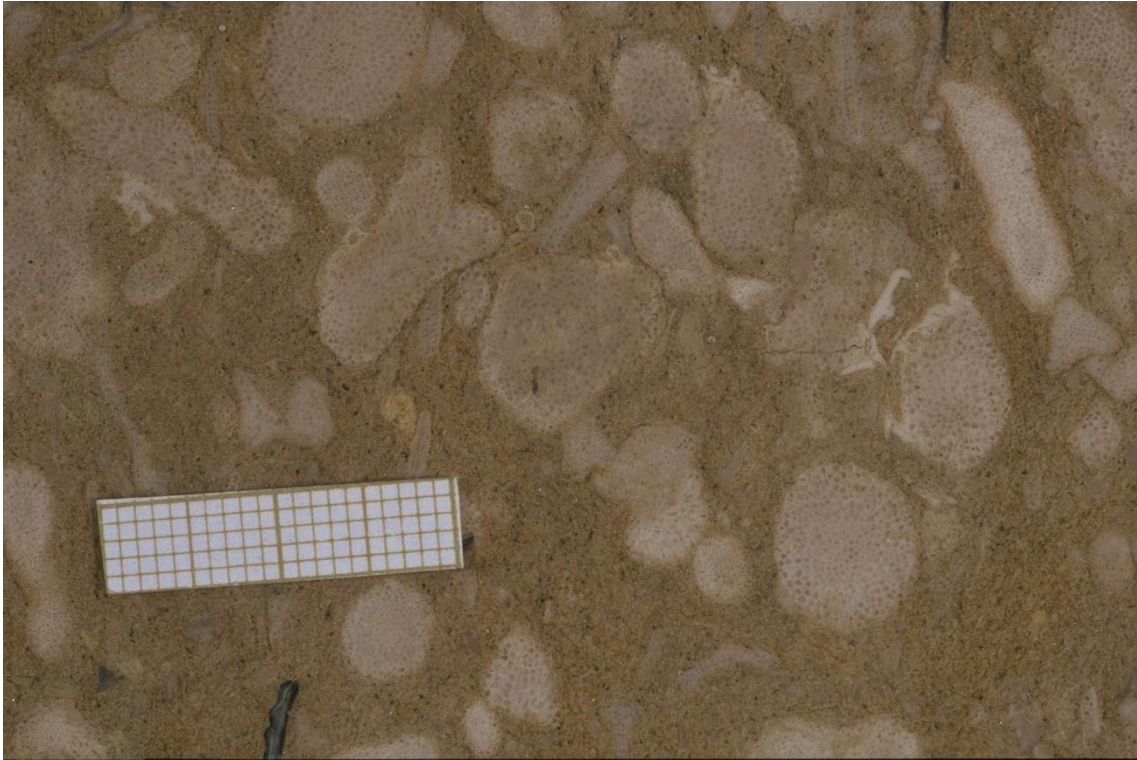
Figura 4. A: Modelo deposicional de la rampa carbonatada templada del margen norte de la Cuenca de Sorbas. Los briozoos ramosos gruesos crecen profusamente adosados a las paredes de los acantilados submarinos y sus restos se acumulan en la base de los mismos. En zonas más profundas de la rampa dominan las algas coralínáceas con formas ramosas, mientras que los rodolitos se concentran en el centro de pequeñas depresiones.



Fotografía 13.- En el margen norte de la cuenca los carbonatos bioclásticos de plataforma del Miembro Azagador del tránsito Tortoniense-Messiniense afloran extensamente y aparecen regularmente estratificados (Cuenca de Sorbas. Bar “Lemon”).



Fotografía 14.- Destacan las facies de briozoos ramosos gruesos. Estos depósitos se formaron al pie de antiguos acantilados submarinos (Cuenca de Sorbas. Bar “Lemon”).



Fotografía 15.- En muestra pulida se aprecia claramente la estructura interna de los briozoos (Cuenca de Sorbas. Bar “Lemon”). (La escala está en milímetros).

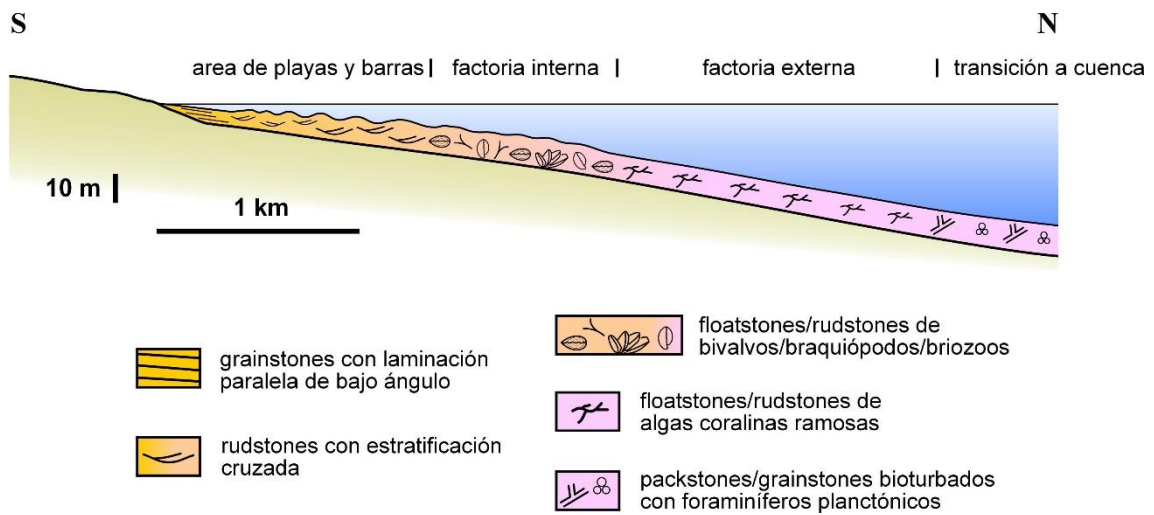


Figura 4. B: Modelo deposicional de la rampa carbonatada templada del margen sur de la Cuenca de Sorbas. La producción de carbonato *in-situ* ocupa las zonas de rampa media (factoría interna) y rampa externa (factoría externa) (según Puga-Bernabéu et al. 2007).



Fotografía 16.- Otra facies muy significativa, en este caso bien ejemplificada en el margen sur en las proximidades del vértice Cantona, son los bancos de ostreidos, típicos de zonas de plataforma interna protegida (Cuenca de Sorbas. Collado de los Molinos).



Fotografía 17.- Los acúmulos de algas rojas ramosas, desarrollados en zonas de la plataforma externa, son otras de las facies características del Miembro Azagador (Cuenca de Sorbas. Los Molinos del Río Aguas).



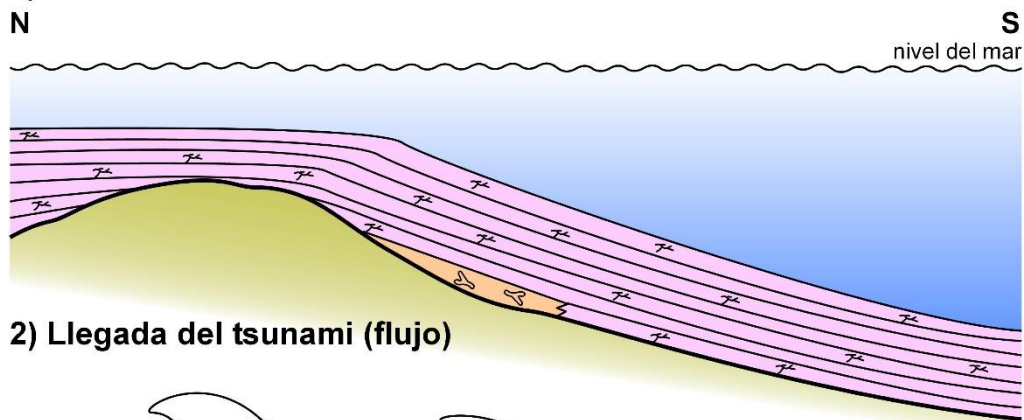
Fotografía 18.- A las formas ramosas acompañan también, localmente, crecimientos nodulares de tipo rodolítico (Cuenca de Sorbas. Los Molinos del Río Aguas).



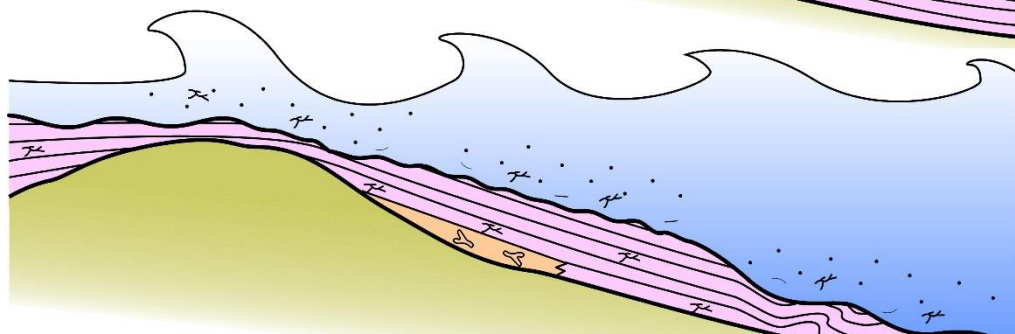
Fotografía 19.- En las facies de calcarenitas finas de la transición plataforma-cuenca son frecuentes las estructuras de bioturbación, en este caso de tipo *Thalassinoides* (Cuenca de Sorbas. Los Molinos del Río Aguas).

## Las tsunamitas: las “megahummockitas” y la megabrecha bioclástica:

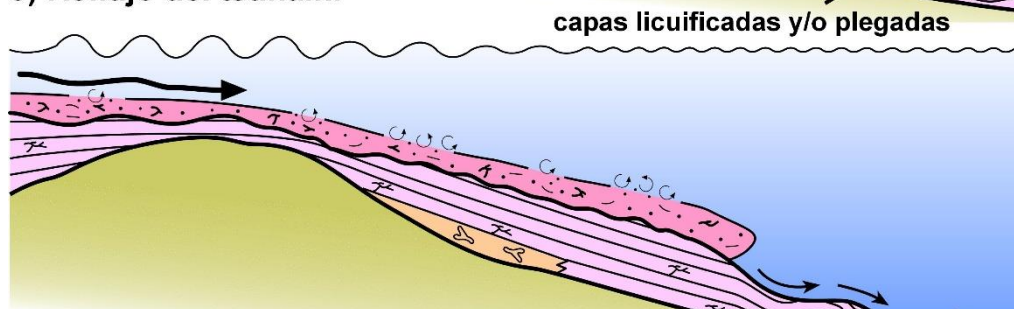
### 1) Antes del tsunami



### 2) Llegada del tsunami (flujo)



### 3) Reflujo del tsunami



### 4) Después del tsunami

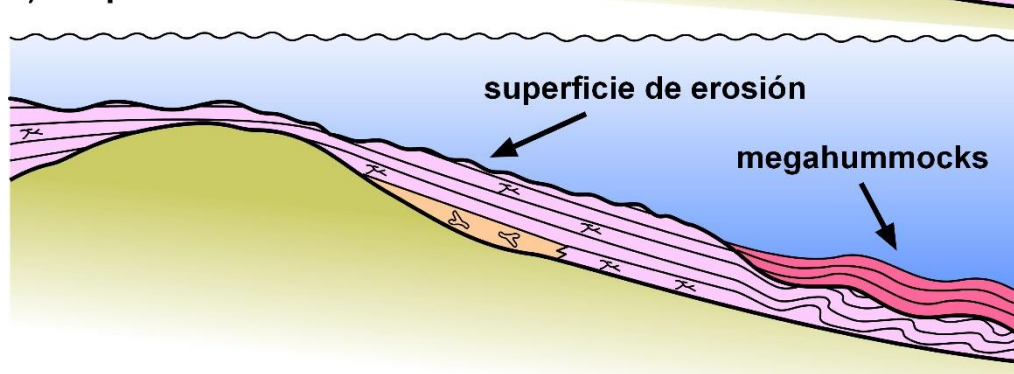


Figura 5. A: Efectos del tsunami en la rampa norte de la Cuenca de Sorbas. Las pendientes submarinas, de fuerte inclinación, fueron intensamente erosionadas por las olas de tsunami conforme se acercaban a la costa desde mar abierto. El sedimento arrastrado por la corriente de retorno del tsunami se acumuló en la rampa medio-distal, sobre una superficie erosiva de trazado irregular, generándose los “megahummocks”.



Fotografía 20.- Intercalados en la secuencia estratigráfica se encuentran depositos sedimentarios que reflejan la acción de tsunamis. En el margen norte se trata de “megahummockitas” (Cuenca de Sorbas. Bar “Lemon”).



Fotografía 21.- En detalle muestran ondulaciones de escala métrica y presentan base irregular y erosiva, descansando sobre sedimentos a su vez deformados por procesos de licuefacción (Cuenca de Sorbas. Bar “Lemon”).



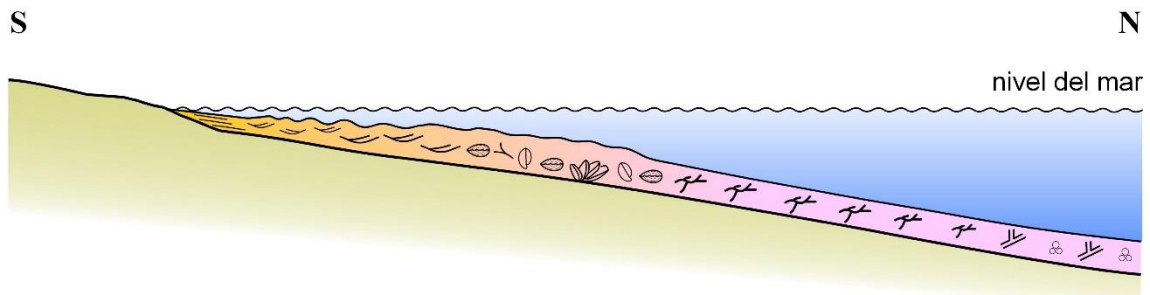
Fotografía 22.- La superficie de erosión situada a la base de las “megahummockitas” se muestra pendiente arriba como una superficie de “toplap” que corta transversalmente a los estratos de la calcarenita de algas infrayacente (Cuenca de Sorbas. Bar “Lemon”).



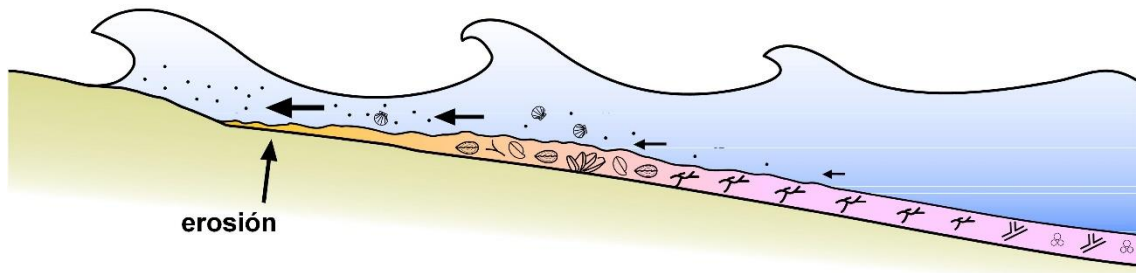
Fotografía 23.- La “megahummockita” localmente incorpora grandes bloques de la caliza de algas (Cuenca de Sorbas. Bar “Lemon”).



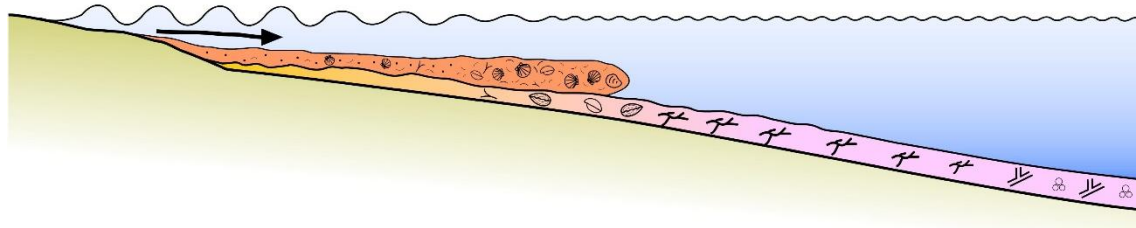
### 1) Antes del tsunami



### 2) Llegada del tsunami (flujo)



### 3) Reflujo del tsunami



### 4) Después del tsunami

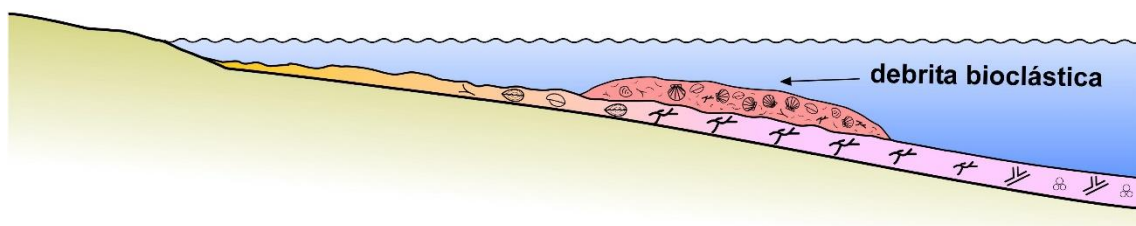


Figura 5. B: Efectos del tsunami en la rampa sur de la Cuenca de Sorbas. Las olas de tsunami atraviesan y erosionan, en su camino hacia la costa, la rampa de pendiente suave. Bioclastos de gran tamaño, procedentes en su mayoría de la factoría más interna, son removidos y mezclados con el sedimento carbonatado de grano más fino (tamaño arena) de la rampa interna (de los bajíos y de las playas), generándose una debrita. La corriente de retorno del tsunami arrastra los sedimentos de la debrita bioclástica de nuevo hacia el mar depositando una gruesa capa bioclástica, con abundantes fragmentos de conchas, en la rampa más externa (según Puga-Bernabéu et al. 2007a).



Fotografía 24.- En el margen sur el resultado de la acción del tsunami es una megabrecha bioclástica en la que abundan los restos de pectínidos (Cuenca de Sorbas. La Molata).



Fotografía 25.- A los pectínidos acompañan otros bioclastos tales como algas rojas (fragmentos de formas ramosas y de rodolitos) y braquiópodos (Cuenca de Sorbas. Los Molinos del Río Aguas).

## Los carbonatos tropicales messinienses: La Unidad de los Biohermos

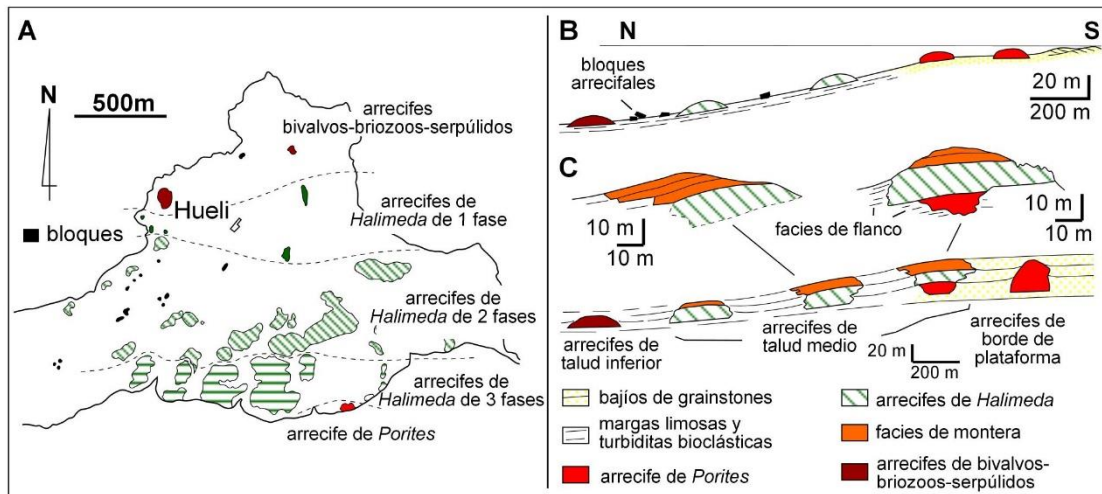
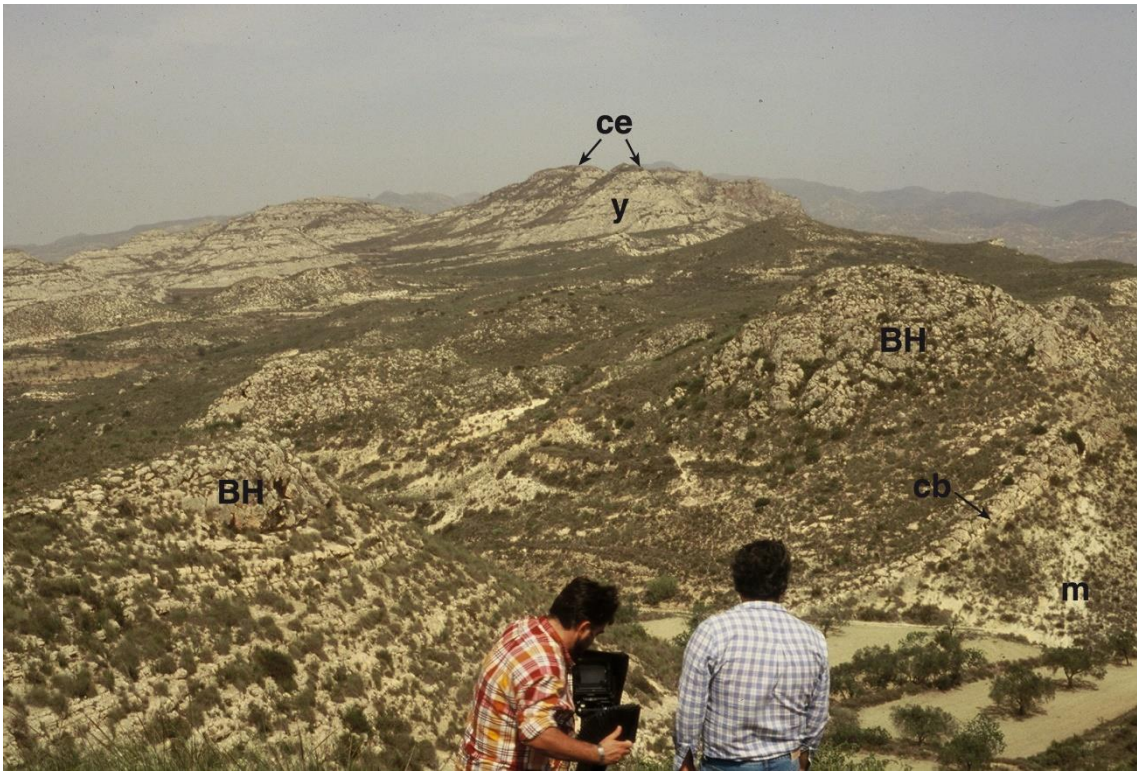


Figura 6. (a) Mapa de detalle que muestra la distribución espacial de los diferentes tipos de biohermos en los alrededores de Hueli (Cuenca de Sorbas). (b) Interpretación paleoambiental. Los biohermos de *Halimeda* se formaron en la zona media de la pendiente frontal de la plataforma, a profundidades entre los 20 y 65 m. (c) Tipos de biohermos y su distribución lateral. (1) Borde de la plataforma: biohermos de *Porites*. (2) Zona media de la pendiente frontal: biohermos de *Halimeda* subdivididos en: (a) parte superior (tres fases): biohermos de *Halimeda* con base de coral y montera bioclástico-microbiana; (b) parte media (dos fases): biohermos de *Halimeda* coronados por una gruesa montera bioclástica-microbiana; (c) parte inferior (una fase): biohermos de *Halimeda* que localmente muestran una delgada montera de naturaleza bioclástica-microbiana. (3) Pendiente distal: biohermos de bivalvos-bryozoos-serpúlidos. Los esquemas situados inmediatamente encima son de dos ejemplos reales, de campo, de biohermos de *Halimeda*. Las líneas de acreción (líneas tiempo) del diagrama inferior separan los depósitos asociados a los cortejos de bajo nivel de mar, transgresivo y alto nivel de mar respectivamente (según Martín et al. 1997).

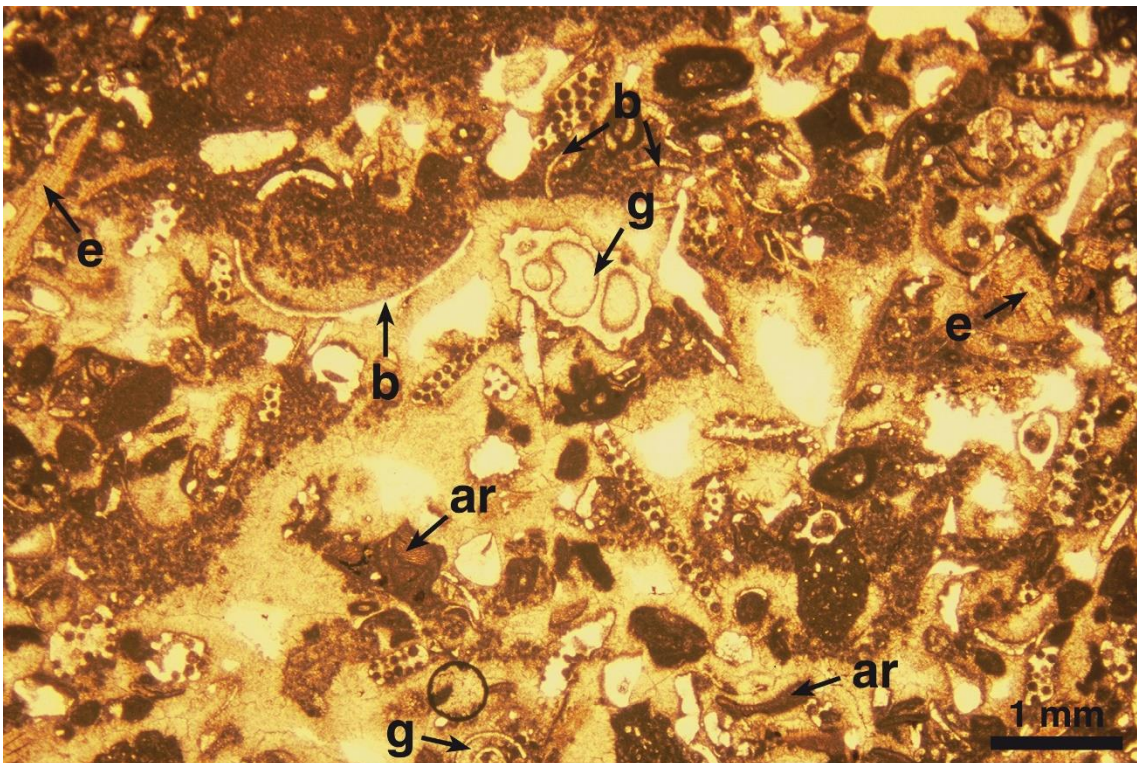
Fotografía 26.- En las proximidades de Hueli la Unidad de los Biohermos se encuentra especialmente bien representada. En la panorámica se aprecian en primer término los materiales de dicha unidad que incorpora los biohermos o montículos arrecifales (BH). Al fondo destaca el Cerrón de Hueli, donde afloran los yesos Messinienses (y), coronados por carbonatos estromatolíticos (ce) pertenecientes al Miembro Sorbas del Messiniense terminal. Por debajo de la Unidad de los Biohermos aparecen los carbonatos bioclásticos (cb) del Miembro Azagador del tránsito Tortoniense-Messiniense, descansando sobre margas (m) del Tortoniense superior (Cuenca de Sorbas. Hueli). →



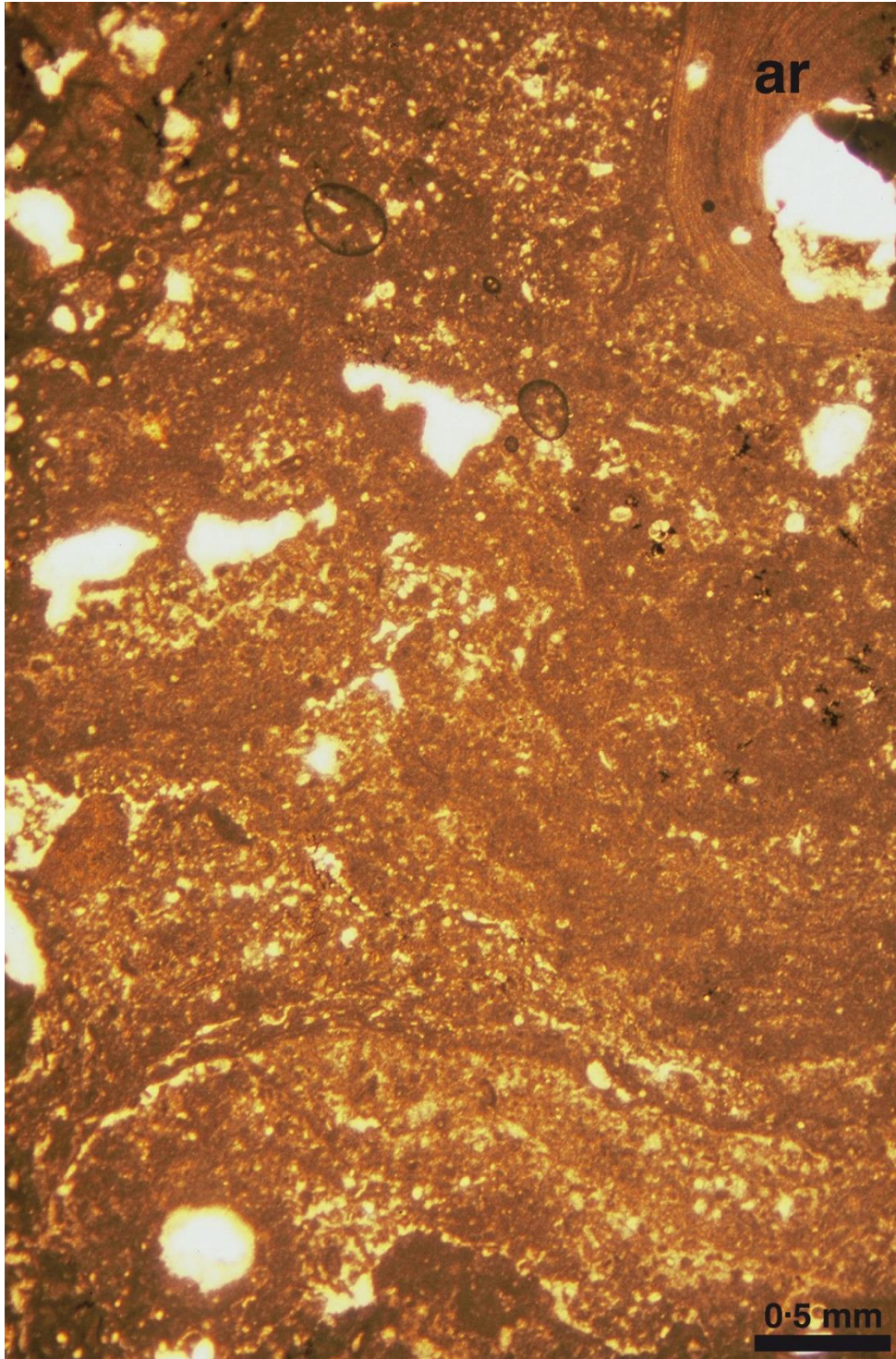
Fotografía 27.- Los biohermos situados en la parte más interna de la antigua plataforma están contruidos exclusivamente por corales (esencialmente *Porites*) y se intercalan entre calcarenitas (Cuenca de Sorbas. Hueli).



Fotografía 28.- Mas hacia el norte (borde de la plataforma-inicio del talud en el modelo sedimentario) presentan un carácter mixto y muestran una base (a) en la que abundan los restos de corales, una zona intermedia (b) rica en fragmentos de algas (*Halimeda*) y una zona superior (c), relativamente bien estratificada, de naturaleza bioclástico-estromatolítica. Aquí se intercalan ya entre calizas de grano fino y margas (Cuenca de Sorbas. Hueli).



← Fotografía 29.- Aspecto al microscopio de la facies bioclástica del techo del montículo en la que abundan los restos de bivalvos (b), algas rojas (ar), gasterópodos (g) y equinodermos (e) (Cuenca de Sorbas. Hueli).



Fotografía 30.- Facies estromatolítica del techo del montículo vista al microscopio en la que resaltan la laminación y estructura peletoidal típicas y en la que quedan atrapados algunos fragmentos de algas rojas (ar) (Cuenca de Sorbas. Hueli).



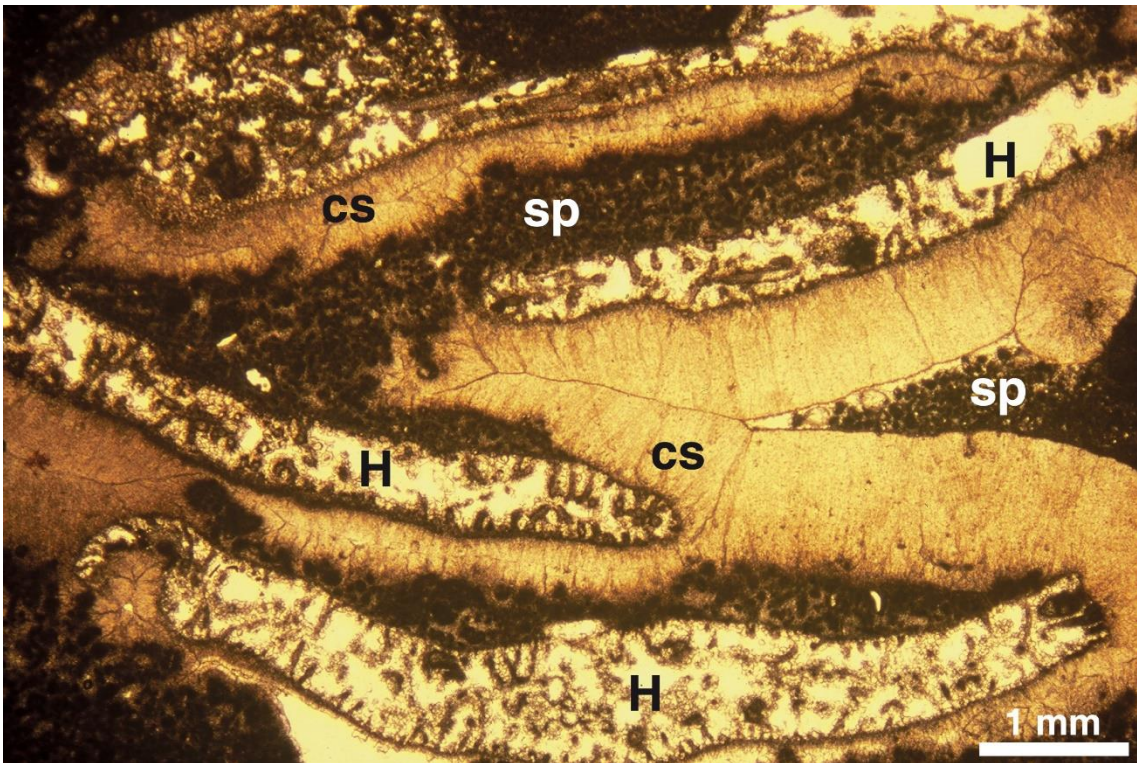
Fotografía 31.- En posiciones todavía más al norte (posiciones más frontales de la antigua rampa submarina) la zona intermedia, rica en restos de *Halimeda*, se hace más significativa. Los biohermos son aún de carácter mixto pero la banda de *Halimeda* (zona de la cueva-redil) es mucho más amplia (Cuenca de Sorbas. Hueli).



Fotografía 32.- El sedimento está constituido localmente por una mezcla de restos de corales ramosos (*Porites*) y de plaquitas de *Halimeda* (Cuenca de Sorbas. Hueli).



Fotografía 33.- En otros muchos puntos las placas de *Halimeda* son el elemento dominante y casi exclusivo (Cuenca de Sorbas. Hueli).



Fotografía 34.- Al microscopio las facies de *Halimeda* (H) muestran abundantes cementos sinsedimentarios (cs) y sedimento peletoidal (sp) de naturaleza estromatolítica (Cuenca de Sorbas. Hueli).



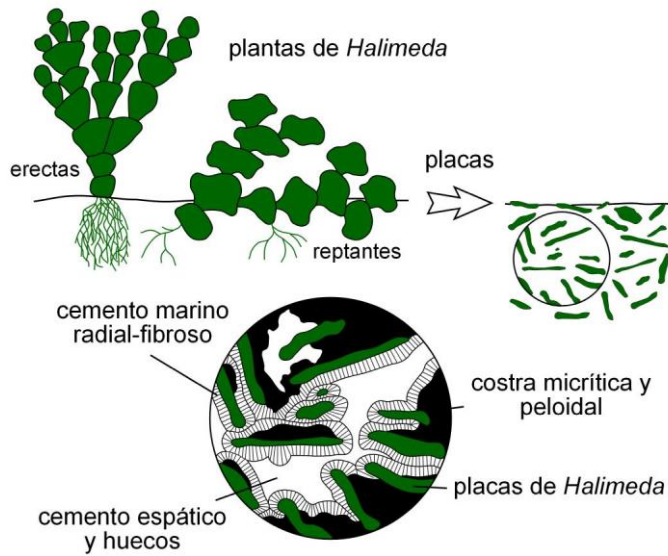
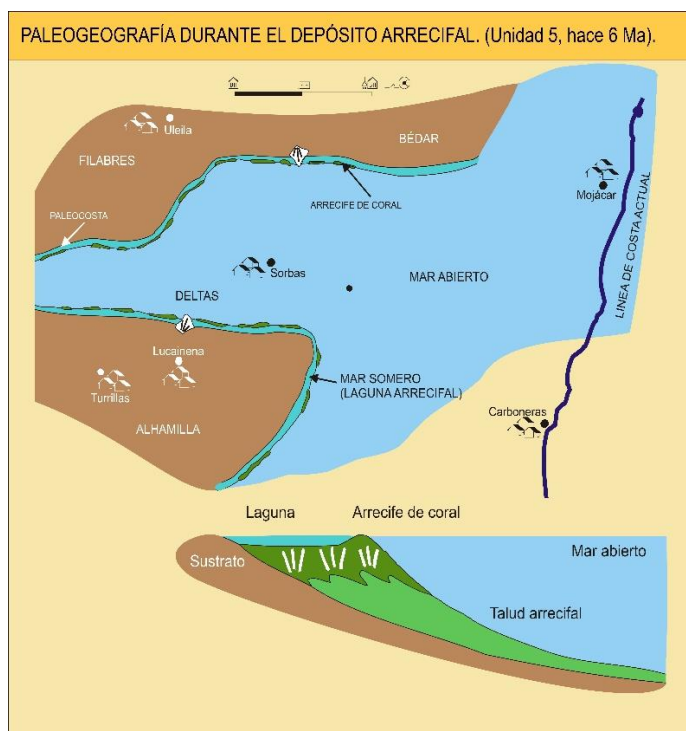


Figura 7. Estructura interna (facies) de los biohermos de *Halimeda*. Las placas calcificadas de *Halimeda* se liberan, aún en vida o inmediatamente después de la muerte de la planta, y se acumulan como sedimento en el fondo marino. Una vez desprendidas son cubiertas por tapices microbianos que generan costras de carbonato, micríticas y peloidales, que contribuyen a su litificación junto con los cementos submarinos precipitados sinsedimentariamente. La longitud media de las placas de *Halimeda* es de aproximadamente 1 cm (según Braga et al., 1996b y Martín et al. 1997).

### El arrecife costero



← Figura 8. A: Paleogeografía de la Cuenca de Sorbas al tiempo del desarrollo del arrecife costero, hace aproximadamente unos 6 Ma (según Braga y Martín, 1997). Los arrecifes bordeaban la Sierra de los Filábres en el margen norte de la cuenca y la Sierra Alhamilla en el margen sur. B: Modelo simplificado del arrecife costero. Se diferencian el almacén arrecifal (o arrecife s. strc), el talud arrecifal o antearrecife y el “lagoon”, situado al abrigo del arrecife entre este último y la costa (según Braga y Martín, 1996).



Fotografía 35.- En el margen norte de la Cuenca de Sorbas los arrecifes fósiles de tipo costero de edad Messiniense, con continuidad kilométrica, se disponen a modo de orlas bordeando la Sierra de los Filabres (Cuenca de Sorbas. Cariatiz).



Fotografía 36.- En las proximidades de Cariatiz, la construcción arrecifal (arrecife s.strc) aparece expuesta en lo alto de los cerros y colinas más prominentes y tiene aspecto masivo (Cuenca de Sorbas. Cariatiz).



Fotografía 37.- En corte transversal, la construcción arrecifal o arrecife (a) se dispone sobre los sedimentos del talud del arrecife (ta), que se muestran bien estratificados y presentan un fuerte buzamiento hacia el sur (Cuenca de Sorbas. Cariatiz).

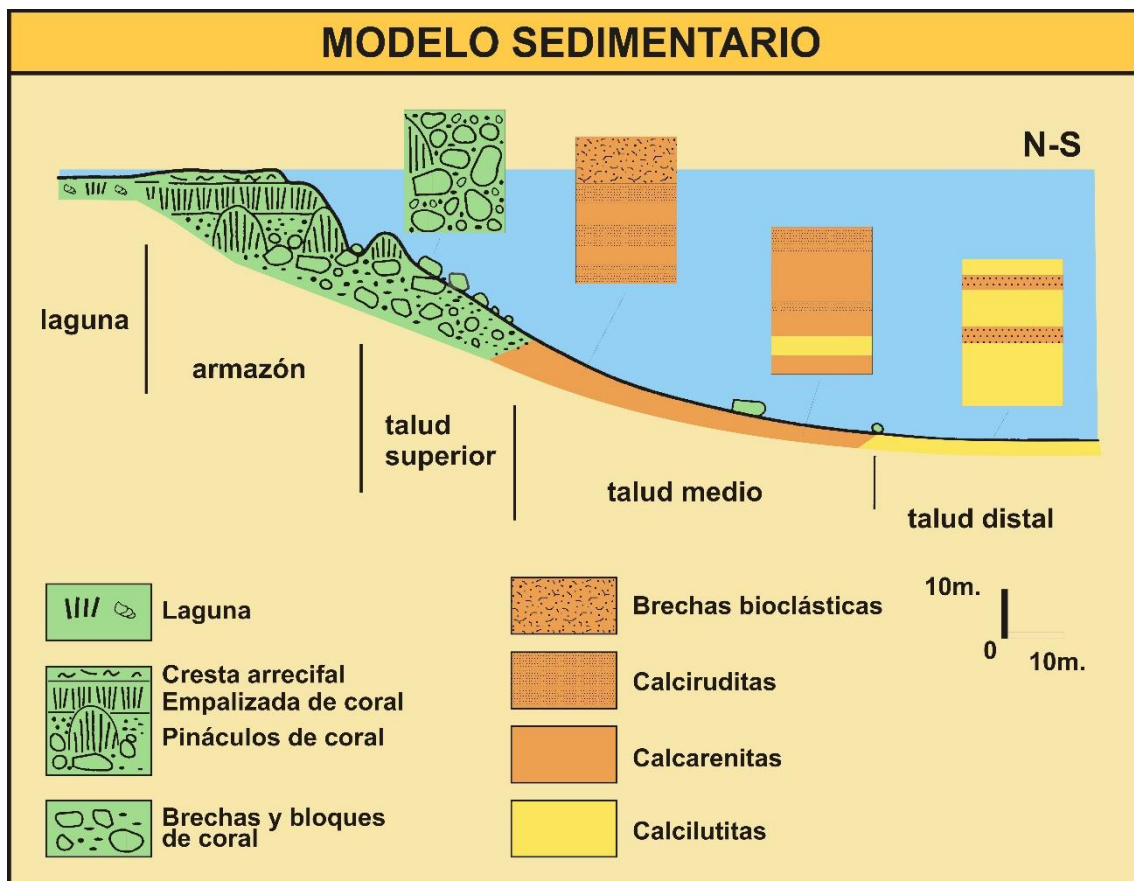
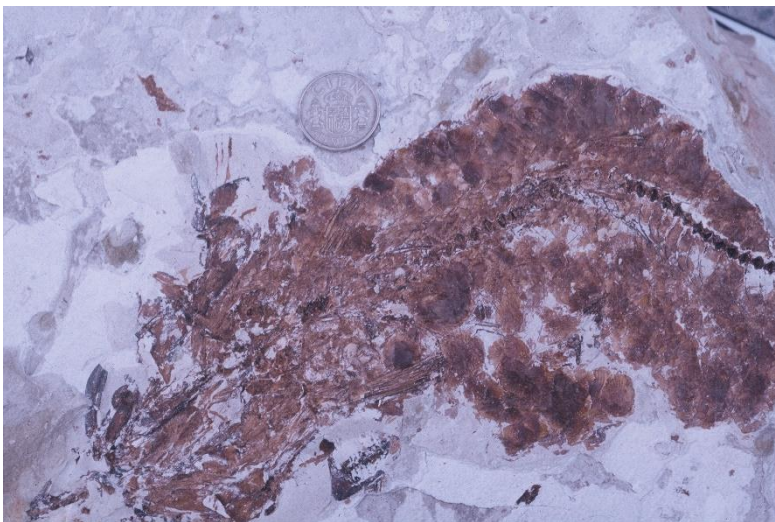


Figura 9. Modelo de facies del arrecife costero. Facies del talud: (1) Talud distal: Margas limosas y calcisiltitas (calcarenitas) intercaladas con margas de cuenca y diatomitas. (2) Talud medio: Calcarenitas bioclásticas (calciruditas). Los bioclastos más comunes son algas rojas, serpúlidos, moluscos y *Halimeda*. (3) Talud superior: Bloques del arrecife y brechas de coral mezclados con calciruditas (calcarenitas) bioclásticas (según Braga y Martín, 1996).



El talud arrecifal: Fotografía 38.- En la base de los cerros afloran las margas de cuenca (mc) que hacia arriba se intercalan con las facies de talud del arrecife más distales (td), que corresponden a calcarenitas de grano fino a muy fino. La secuencia en este punto está coronada por los carbonatos, de tonalidades blancas y grisáceas, pertenecientes al Miembro Sorbas (MS) y los sedimentos detríticos, de fuerte color rojo, del Miembro Zorreras (MZ). Ambos miembros son de edad Messiniense Terminal (Cuenca de Sorbas. Cariatiz).



Fotografía 39.- Entre las margas de cuenca aparecen intercalados finos niveles diatomíticos en los que se preservan restos de peces (Cuenca de Sorbas. Cariatiz).



Fotografía 40.- Pendiente arriba afloran las calcarenitas/calciruditas del talud medio, en las que abundan las placas de *Halimeda* (Cuenca de Sorbas. Cariatiz).



Fotografía 41.- Continuando el ascenso se penetra en la zona de brechas y bloques, que corresponde a los sedimentos de talud proximal. Se trata de antiguos trozos del arrecife desgajados del mismo y acumulados en su frente. Su estructura interna es totalmente caótica. (Cuenca de Sorbas. Cariatiz).

El almacón arrecifal →

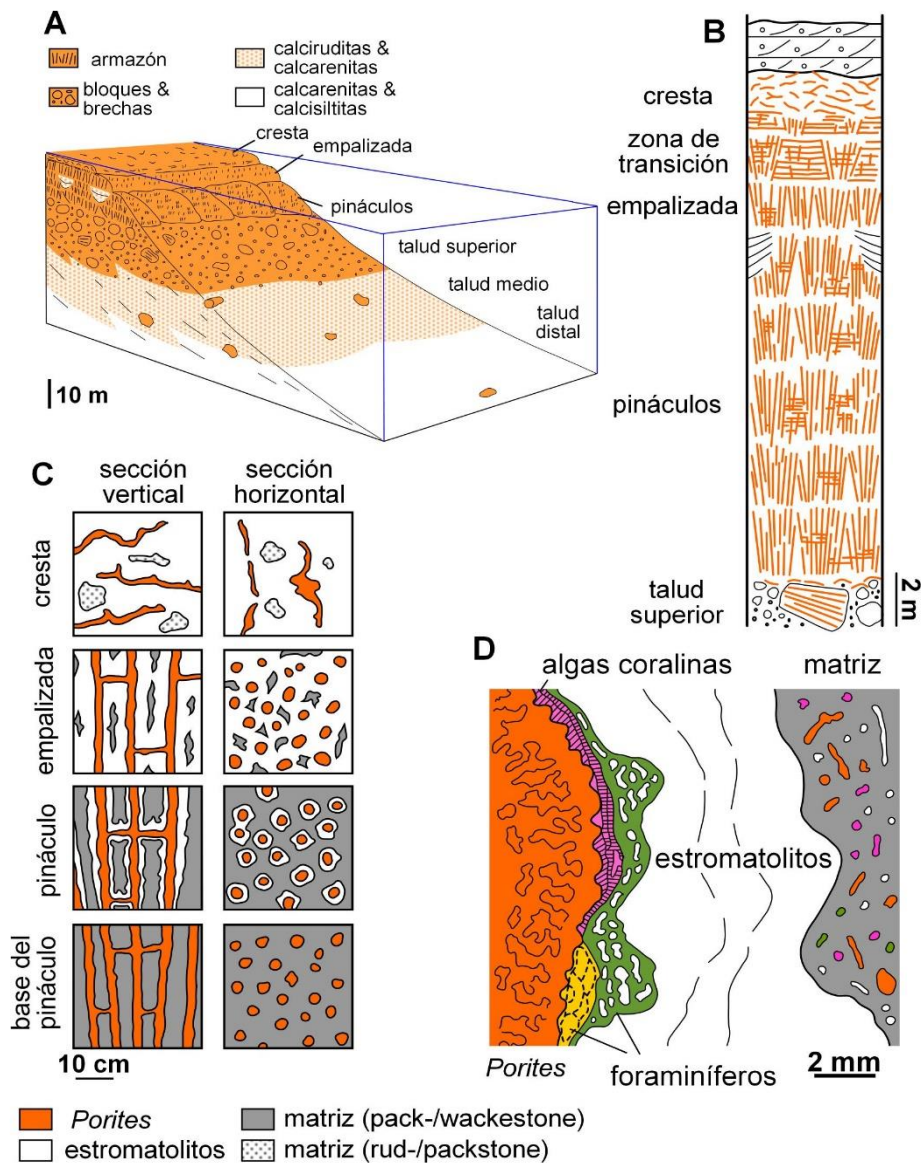


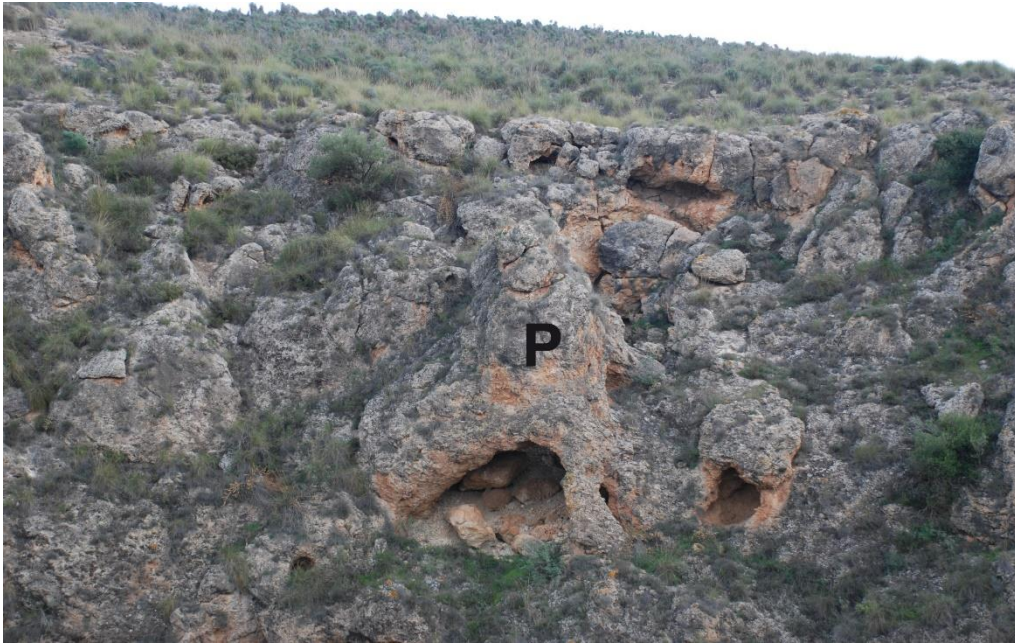
Figura 10. (a) Reconstrucción tridimensional del arrecife costero (de corales-estromatolitos) en la que se muestran las zonas de pináculos, “thicket” y cresta arrecifal, así como los bloques desprendidos de la construcción y acumulados en el talud. (b) Secuencia del arrecife costero. El pináculo muestra una mayor potencia y aparece coronado por un crecimiento biostromal, el “thicket”, más delgado. En ambos predominan los crecimientos verticales de *Porites*, encostrados por estromatolitos. En la parte más alta del arrecife, la cresta, dominan las formas laminares de *Porites*, de traza algo irregular (c) Diagramas que muestran los cambios en la forma de los corales y el incremento en el desarrollo de las costras desde la base del pináculo a la cresta del arrecife. (d) Estructura de detalle de la bioconstrucción. Finas capas de algas rojas y foraminíferos encostrantes cubren el coral (*Porites*) y preceden a las costras estromatolíticas. La matriz bioclástica completa la secuencia de sedimentación, rellenando los huecos de la bioconstrucción (según Riding et al. 1991).



Fotografía 42.- Sobre las brechas y bloques se sitúa la bioconstrucción (Cuenca de Sorbas. Cariatiz).



Fotografía 43.- Inicialmente se trata de acúmulos puntuales desconectados unos de otros que constituyen pináculos (P). Entre ellos aparecen rellenos calcareníticos y/o de brechas y bloques (Cuenca de Sorbas. Cariatiz).

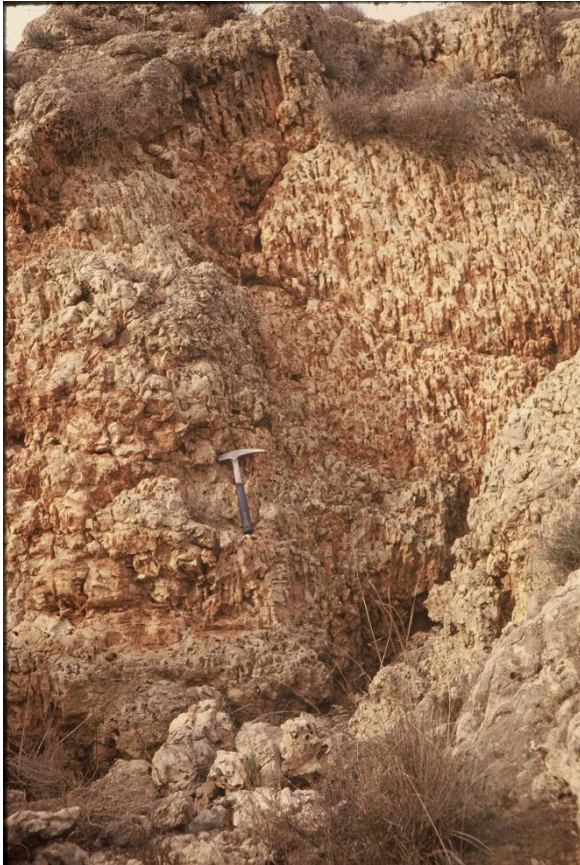


Fotografía 44.- Pináculo arrecifal (P) (Cuenca de Sorbas. Rambla de Góchar).

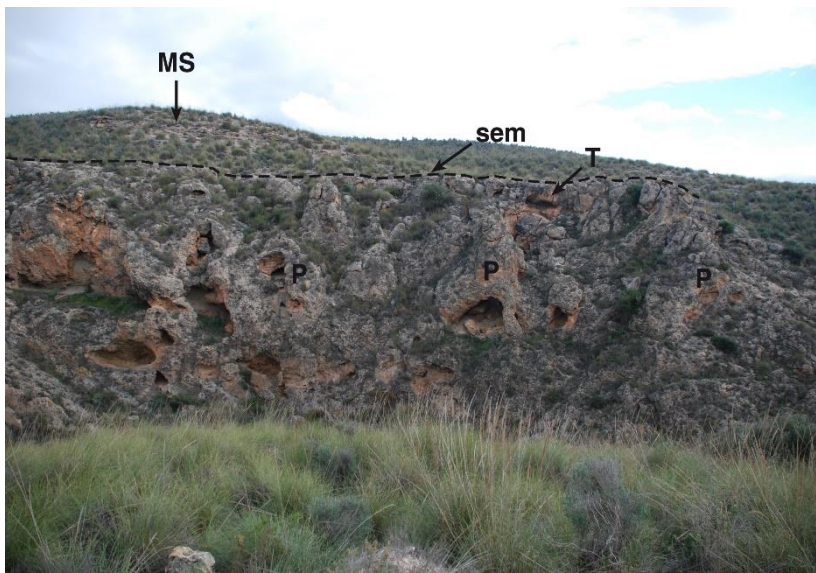


Fotografía 45.- Los crecimientos coralinos de los pináculos están constituidos casi exclusivamente por *Porites* (zonas de color marrón oscuro parcialmente lixiviadas que resaltan como “huecos”). Predominan las morfologías verticales de finos bastones, conectados entre sí por delgados puentes formados por colonias laminares subhorizontales (Cuenca de Sorbas. Cariatiz).

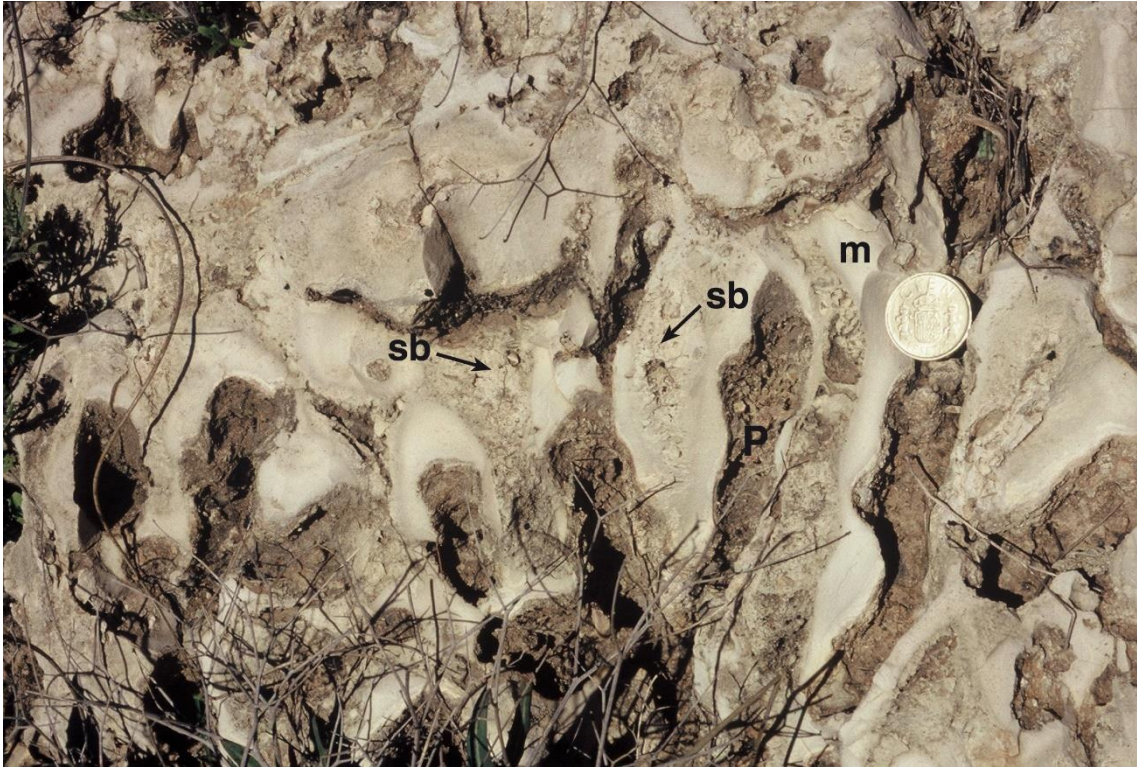




Fotografía 46.- Por encima aparecen crecimientos de *Porites* que forman densas empalizadas, con predominio de las morfologías verticales (bastones). Constituyen el denominado “thicket”, de trazado horizontal (estratiforme) (Cuenca de Sorbas. Cariatiz).



Fotografía 47.- Pináculos arrecifales (P) recubiertos por el “thicket” (T). Por encima de la superficie de erosión intramessiniense (sem) afloran conglomerados, arenas y oolitas del Miembro Sorbas (MS). La erosión intramessiniense (ligada a la desecación del Mediterráneo) eliminó, en este caso, la cresta del arrecife (Cuenca de Sorbas. Rambla de Góchar).



Fotografía 48.- En detalle, los corales (*Porites*) (P) aparecen envueltos por costras micríticas (m). El resto de la facies corresponde a sedimento bioclástico (sb), más o menos triturado, infiltrado entre las ramas de coral (Cuenca de Sorbas. Cariatiz).



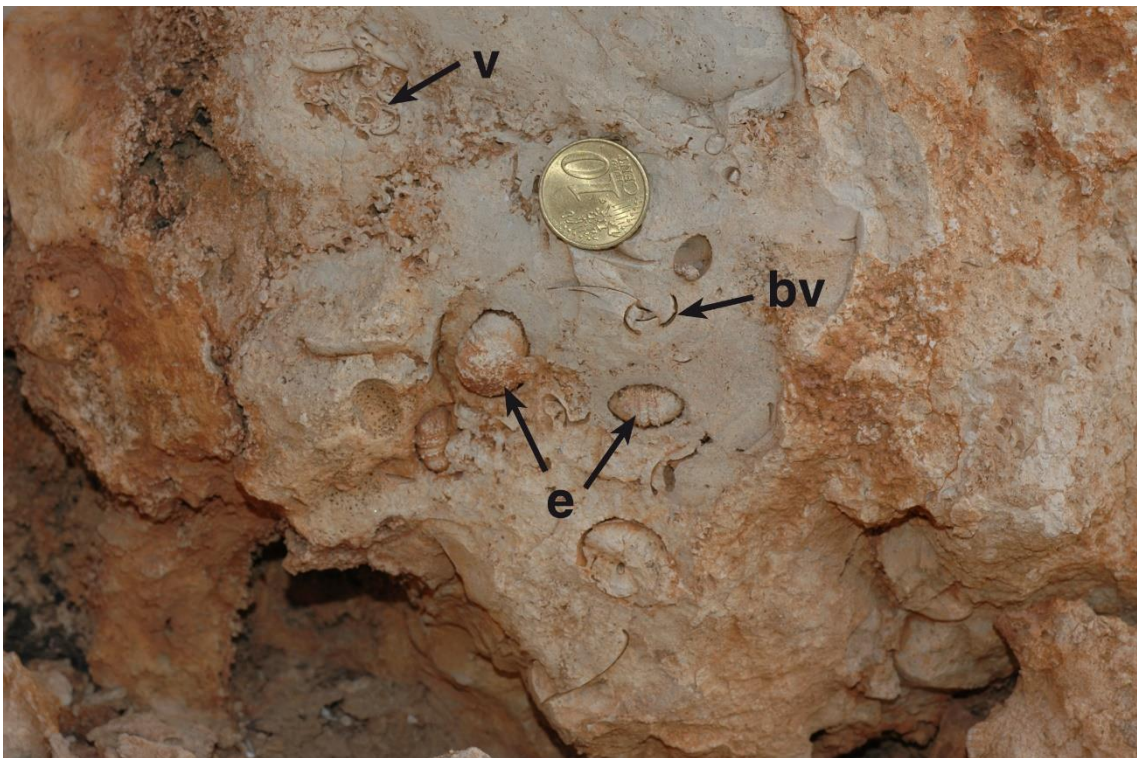
Fotografía 49.- Las costras micríticas (m) son de naturaleza estromatolítica. En algunos casos, como en el del ejemplo mostrado sobre crecimientos laminares de *Porites* (LP), la laminación interna y las morfologías en domo de las costras estromatolíticas son muy evidentes (Cuenca de Sorbas. Cariatiz).



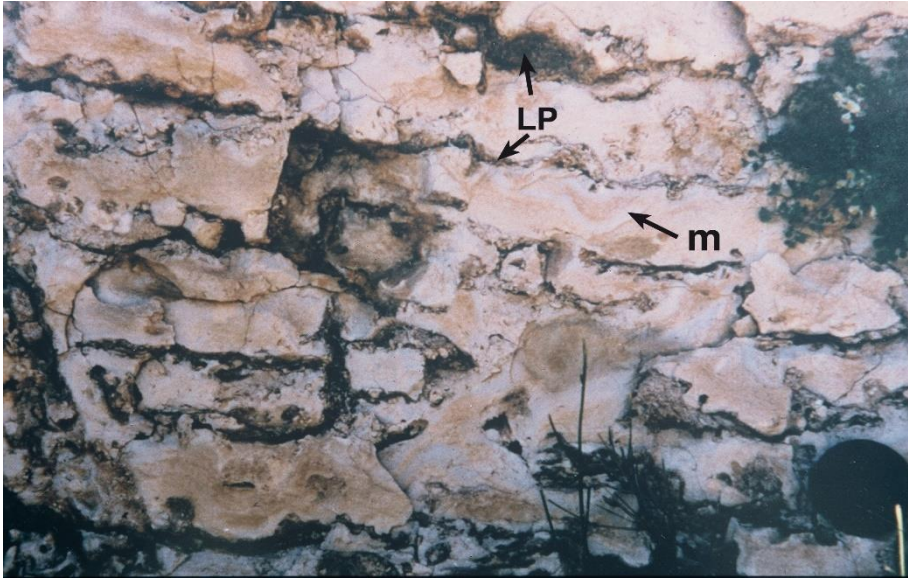
Fotografía 50.- En la parte alta del “thicket” las costras micríticas (estromatolíticas) que rodean los bastones de Porites son muy potentes (Cuenca de Sorbas. Cariatiz).



Fotografía 51.- En los corales (*Porites*) las perforaciones de *Clionia* son conspicuas y notorias (Cuenca de Sorbas. Cariatiz).



Fotografía 52.- En el sedimento interno infiltrado entre las ramas de coral se identifican entre otros restos bien conservados de erizos (del género *Arbacia*) (e), pequeños bivalvos (bv) y vermétidos (v) (Cuenca de Sorbas. Cariatiz).



Fotografía 53.- En la parte más alta de la bioconstrucción aparece la facies de cresta, caracterizada por finos crecimientos laminares de Porites (LP) entre gruesas costras micríticas (estromatolíticas) (m), de trazado subhorizontal (Cuenca de Sorbas. Cariatiz).

### La progradación y ciclicidad del arrecife costero

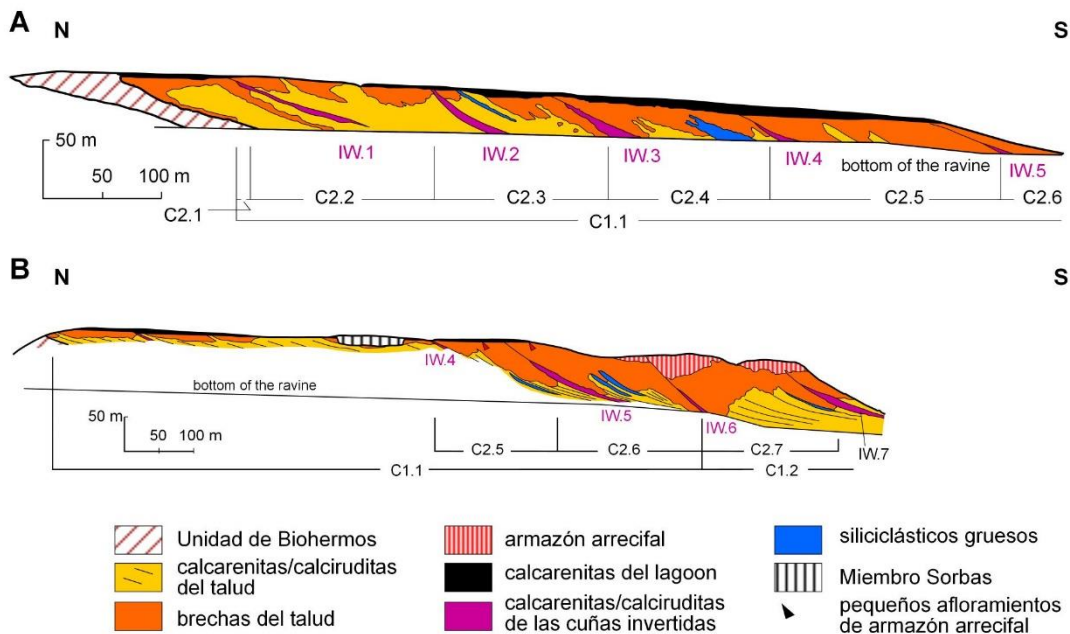
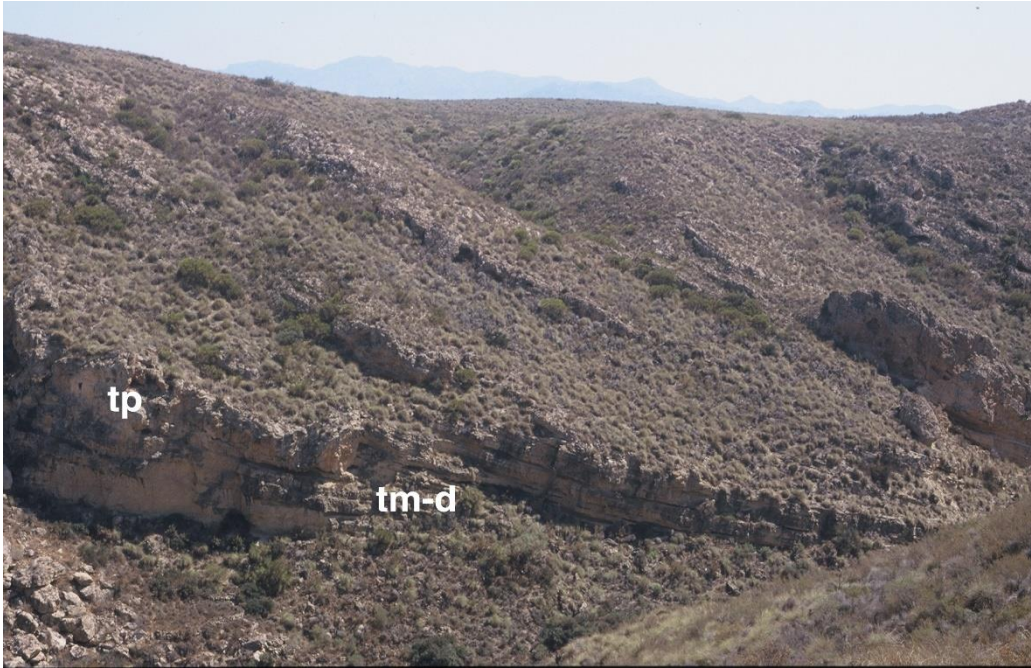


Figura 11. (a) Corte del Barranco de los Castaños. Los cambios relativos cíclicos de nivel de mar (ciclos C1 y C2), coetáneos con el desarrollo del arrecife hacia mar abierto, son los responsables de las oscilaciones que muestran, en la vertical, las diferentes facies del arrecife. (b) Corte del Barranco de la Mora.



Fotografía 54.- Dispositivo progradante en el arrecife costero. Resaltan las facies de brechas y bloques del talud proximal (tp), de fuerte inclinación (buzamiento) y aspecto masivo. Pendiente abajo transicionan a las calcarenitas del talud medio-distal (tm-d), que aparecen regularmente estratificadas. Se aprecia bien el paso lateral de una a otra facies a lo largo de una misma capa (Cuenca de Sorbas. Barranco de los Castaños).

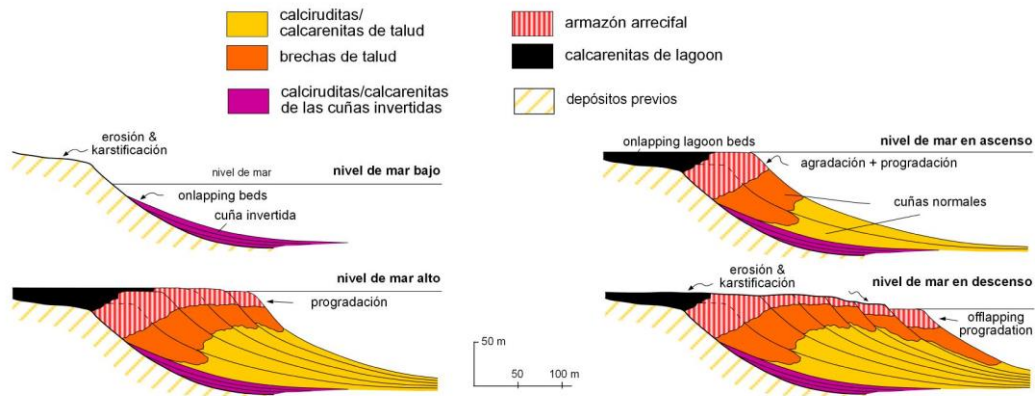


Figura 11. (c) Geometrías ligadas a los ciclos C2. Las cuñas invertidas (IW) marcan el comienzo de los ciclos y son los depósitos formados con nivel de mar más bajo. Agradación, combinada con progradación tiene lugar durante el ascenso de nivel de mar. Las capas del “lagoon” solapan expansivamente depósitos arrecifales más antiguos, carstificados y erosionados. Los arrecifes progradan con nivel de mar alto y desarrollan geometrías en “offlap” durante la caída del nivel de mar, momento en el que los depósitos arrecifales inmediatamente anteriores comienzan a ser erosionados (según Braga y Martín, 1996).



Fotografía 55.- Estadios finales de progradación del arrecife costero Messiniense de Cariatiz. Destacan los cuerpos sigmoidales que reflejan las sucesivas fases de crecimiento del sistema arrecifal, con la bioconstrucción (arrecife s. strc.) (a), en su parte más alta, y el talud arrecifal (t), por delante. Nótese como las capas del talud adelgazan y suavizan rápidamente en buzamiento pendiente abajo. En su extrema base se interdigitan con margas amarillas (m) (facies de cuenca). Las canteras en las que se explota el yeso Messiniense aparecen en un segundo plano en la distancia (Cuenca de Sorbas. Barranco de los Castaños).



Fotografía 56.- Cuña de “lowstand” (cl) solapando en “onlap” facies de talud del arrecife (ta). Estas cuñas, constituidas por carbonatos no arrecifales, marcan los momentos de nivel de mar bajo de los ciclos de alta frecuencia (Cuenca de Sorbas. Barranco de la Mora).

## Los yesos Messinienses

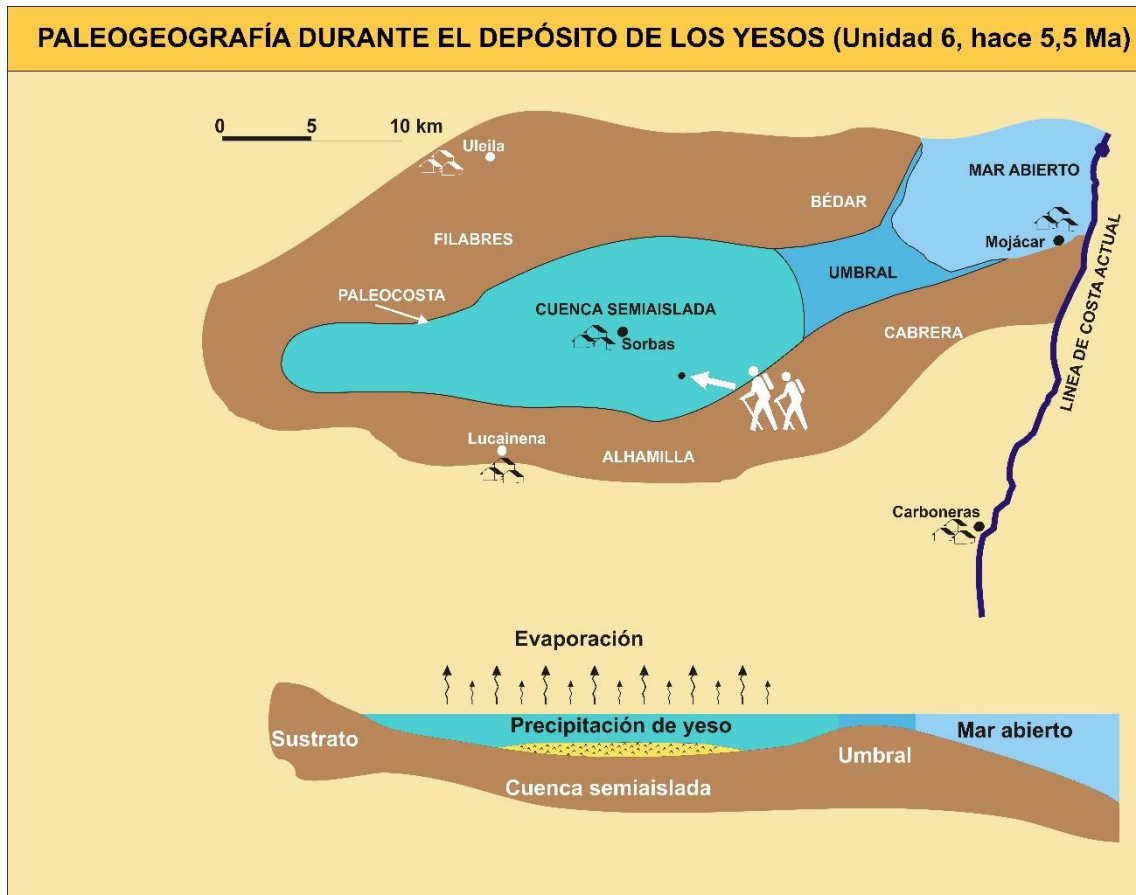


Figura 12. A: Paleogeografía de la Cuenca de Sorbas al tiempo del depósito de los yesos messinienses, hace aproximadamente 5,5 Ma (según Braga y Martín, 1997). B: Modelo de sedimentación de los yesos messinienses en la Cuenca de Sorbas. El umbral somero, situado a la entrada de la cuenca, fue el responsable de su confinamiento y aislamiento respecto al resto del Mediterráneo.





← Fotografía 57.- Bancos de yeso, de hasta 20 m de potencia, a la entrada del cañón del Río Aguas. El desplome de parte del yeso por sobre-excavación de los sedimentos blandos (margas) infrayacentes ha dado lugar al “caos de bloques” situado justo por delante (Cuenca de Sorbas. Los Molinos del Río Aguas).



Fotografía 58.- Empalizadas de selenita que constituyen los grandes bancos de yeso (Cuenca de Sorbas. Los Molinos del Río Aguas).



Fotografía 59.- Detalle de los crecimientos seleníticos que muestra las maclas típicas de “cola de golondrina”, en forma de V y de trazado subvertical (Cuenca de Sorbas. Los Molinos del Río Aguas).

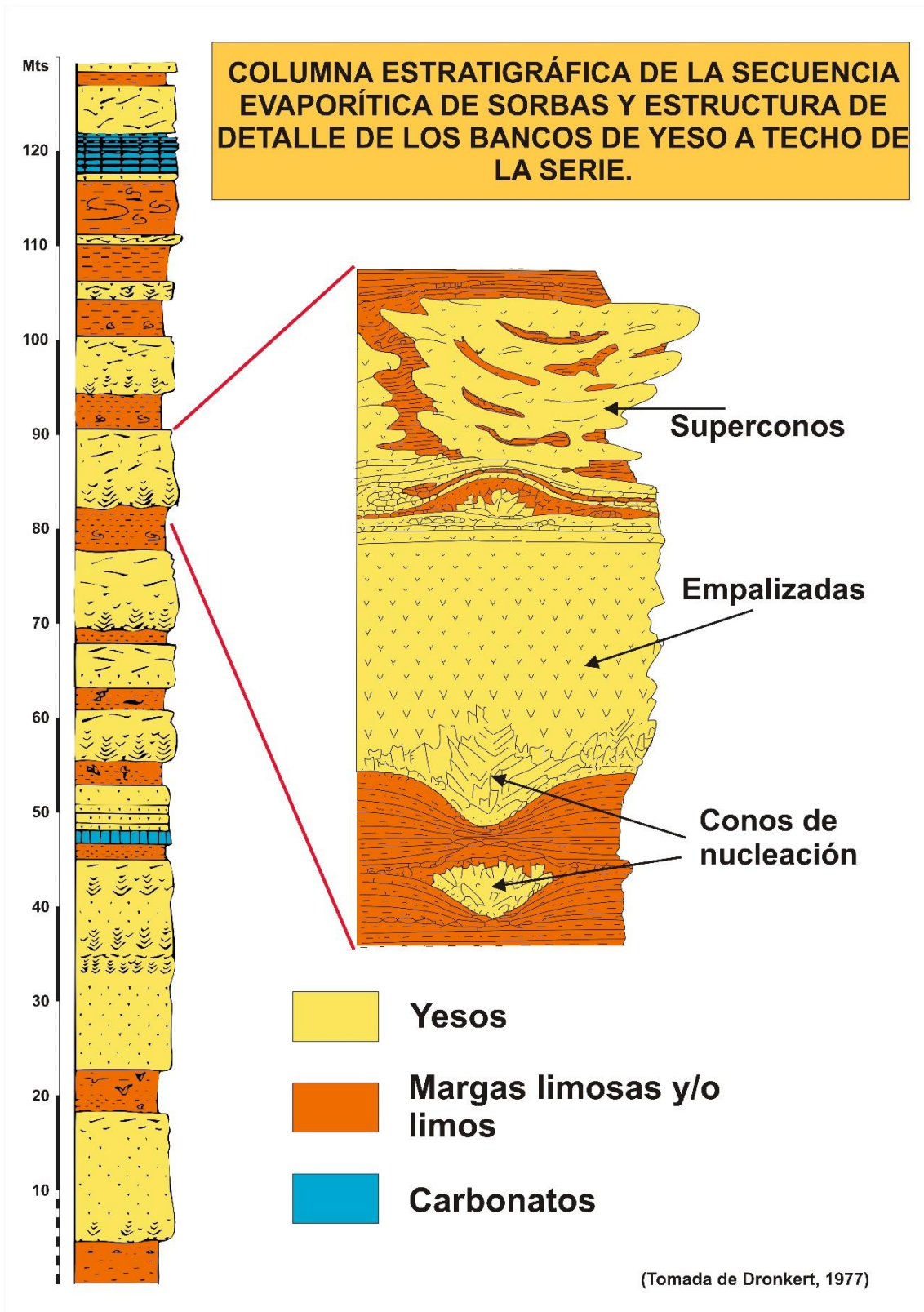


Figura 13. Columna estratigráfica de la secuencia evaporítica de Sorbas y estructura de detalle de una de las capas de yeso mostrando los conos de nucleación en la base, las empalizadas de selenita en medio y los superconos a techo, estos últimos con “bolsadas” de limo en su interior o adyacentes lateralmente (según Dronkert, 1977).



Fotografía 60.- Vista de conjunto del afloramiento de los superconos de yeso (Cuenca de Sorbas. Rambla del Río Aguas).



Fotografía 61.- Los superconos se desarrollan a techo de bancos de yeso muy continuos (Cuenca de Sorbas. Rambla del Río Aguas).



Fotografía 62.- Los superconos (también denominados coliflores) tienen aspecto arborescente (Cuenca de Sorbas. Rambla del Río Aguas).



Fotografía 63.- Las ramas de los superconos corresponden a grandes cristales de yeso selenítico que abren hacia arriba y que tienen forma de espada árabe (cimitarra) (Cuenca de Sorbas. Rambla del Río Aguas).



Fotografía 64.- En lo alto del afloramiento de yeso son frecuentes las estructuras en "igloo" producidas por descompresión, parcialmente desmoronadas (Cuenca de Sorbas. Marchalico-Viñicas).

# El Messiniense Terminal post-evaporítico (Miembro Sorbas).

## Las playas del Messiniense terminal



Figura 14. A: Paleogeografía de la Cuenca de Sorbas durante la formación de las playas messinienses, hace aproximadamente 5'5 Ma (según Braga y Martín, 1997).

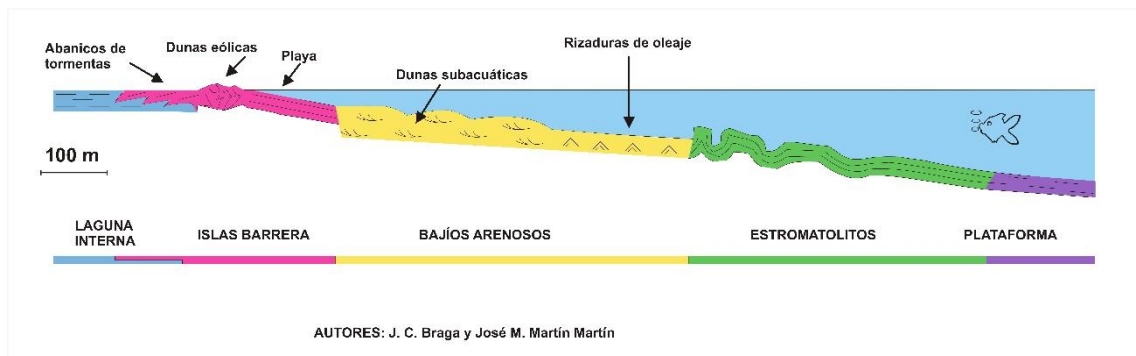


Figura 14. B: Modelo sedimentario y cinturones de facies que se distinguen desde el "lagoon" a la plataforma abierta (según Braga y Martín, 2000).

Fotografía 65.- Sedimentos de playa progradantes hacia el este, rellenando la antigua bahía de Sorbas. Cada banco representa un episodio de playa. La secuencia lateral de facies, que se observa dentro de un mismo banco, es idéntica a la que aparece en un corte vertical, a través de varios bancos ("Ley de facies o Ley de Walther") (Cuenca de Sorbas. Sorbas). →



Fotografía 66.- Arenas blancas finas débilmente cementadas y bioturbadas del “backshore” coronadas por limos lagunares. Estos últimos se interdigitan lateralmente con, y están cubiertos por, arenas muy cementadas correspondientes a depósitos de abanicos de “washover over” (abanicos de tormentas) (Cuenca de Sorbas. Sorbas).



Fotografía 67.- Areniscas muy bioturbadas del “backshore” (Cuenca de Sorbas. Sorbas).



Fotografía 68.- Vista en detalle de la bioturbación, posiblemente ligada raíces (Cuenca de Sorbas. Sorbas).





Fotografía 69.- Facies típicas del “foreshore” mostrando laminación paralela de bajo ángulo y niveles de brechas de playa (“beach rocks”) intercalados (Cuenca de Sorbas. Sorbas).



Fotografía 70.- Laminación paralela de bajo ángulo del “foreshore” (playa s. strc.) en areniscas (Cuenca de Sorbas. Sorbas).



Fotografía 71.- Brecha de “beach rock”, con cantos de playa cementados (Cuenca de Sorbas. Sorbas).



Fotografía 72.- Zona con abundantes estratificaciones cruzadas en artesa típicas del “shoreface” (Cuenca de Sorbas. Sorbas).



Fotografía 73.- Estratificación cruzada en artesa en areniscas (Cuenca de Sorbas. Sorbas).

Los abanicos deltaicos

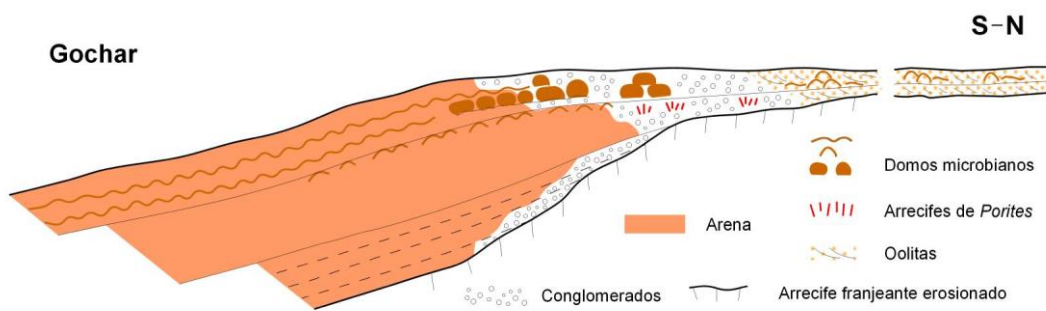
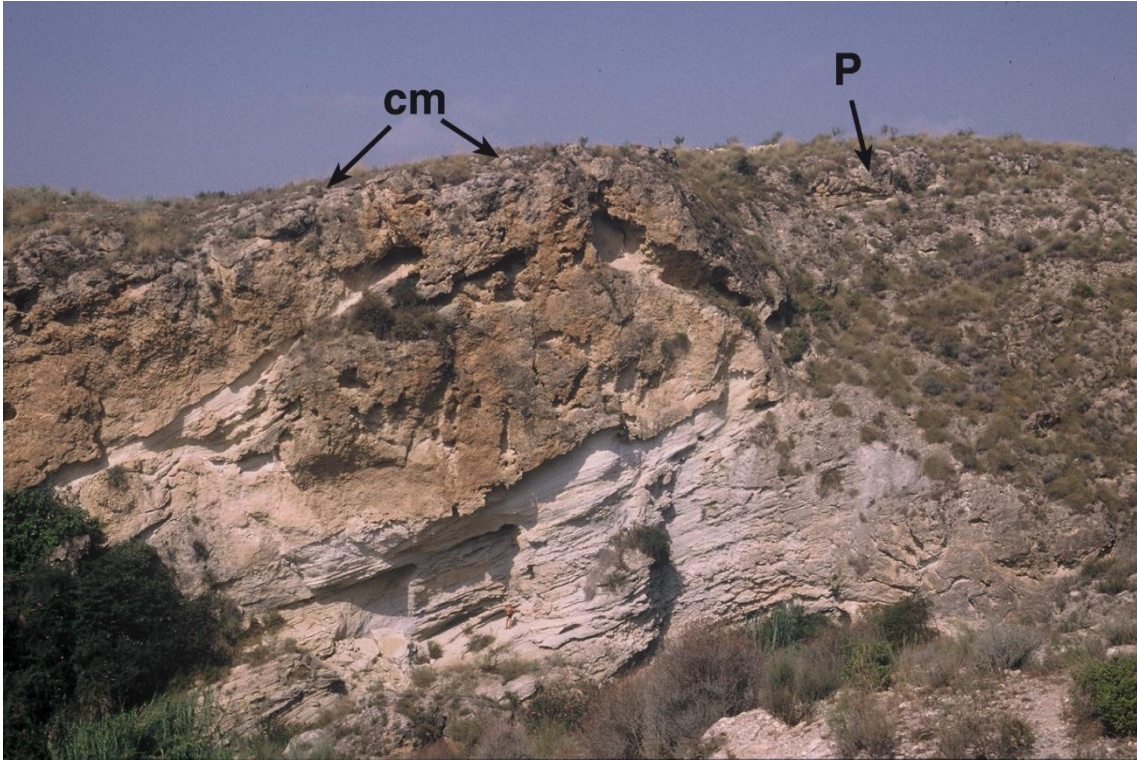


Figura 15. Corte de Góchar que muestra la secuencia de abanico deltaico, con calizas oolíticas y parches arrecifales intercalados, depositada sobre el arrecife costero parcialmente erosionado. Los carbonatos microbianos (estromatolitos y trombolitos) se extienden pendiente abajo desde la zona de plataforma hasta la cuenca más de medio kilómetro (modificado de Martín et al. 1993).



Fotografía 74.- En ciertos puntos del margen norte de la cuenca el Miembro Sorbas es esencialmente detrítico y está constituido por conglomerados/arenas, acumulados en abanicos deltaicos, entre los que se intercalan pequeños parches arrecifales (de *Porites*) (P) y carbonatos microbianos (cm) (estromatolitos y trombolitos) (Cuenca de Sorbas. Rambla de Góchar).



Fotografía 75.- Gran parte de los materiales de la pared de la vista anterior se han desprendido muy recientemente (Cuenca de Sorbas. Rambla de Góchar).



Fotografía 76.- Los niveles de carbonatos microbianos son muy continuos y se extienden pendiente abajo a ambos lados de la rambla (Cuenca de Sorbas. Rambla de Góchar).



Fotografía 77.- En detalle están constituidos por grandes domos, tanto estromatolíticos como trombolíticos, o mixtos, que se alinean siguiendo un determinado nivel (Cuenca de Sorbas. Rambla de Góchar).

## Los carbonatos microbianos

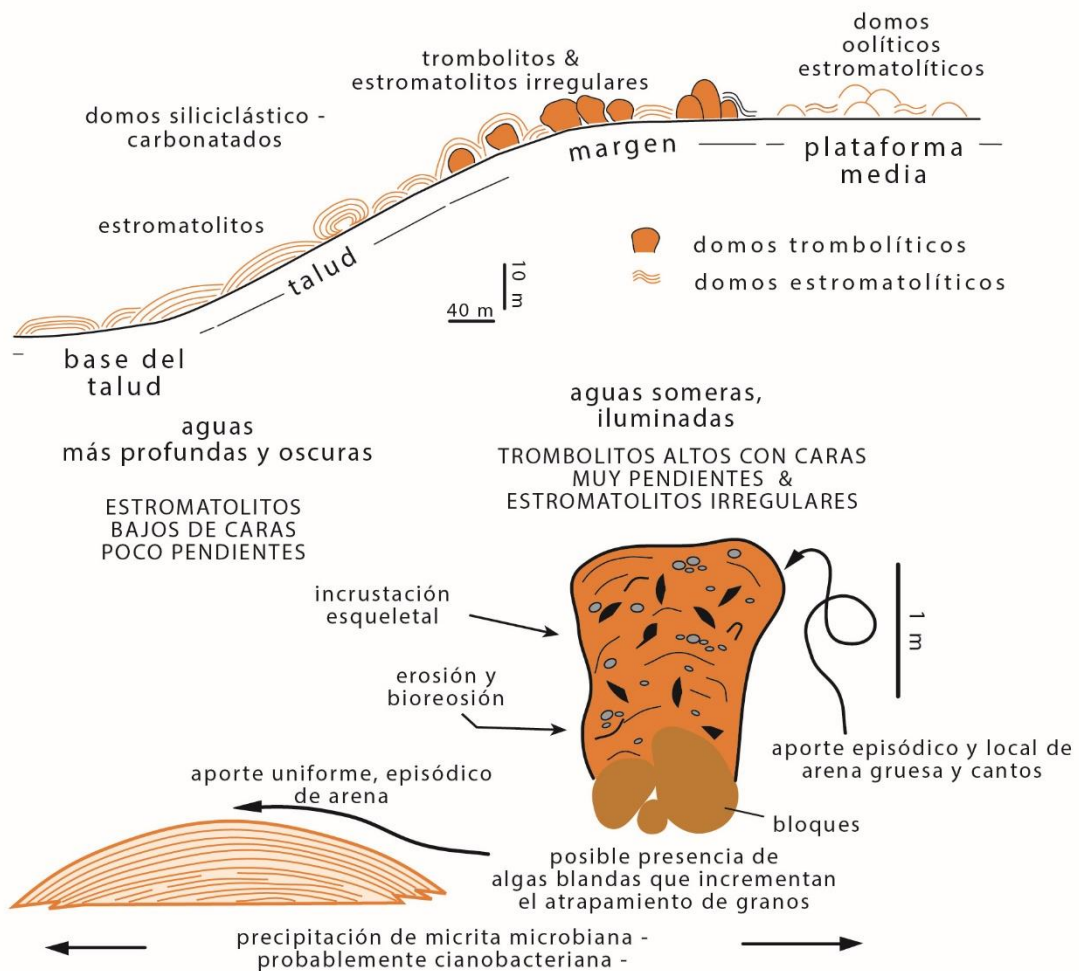


Figura 16. (a): Corte que muestra los diferentes tipos de domos desarrollados a lo largo de la pendiente. (b): Domos estromatolíticos profundos y estromatolíticos-trombolíticos someros contrastados (según Braga et al. 1995).



Fotografía 78.- Domo mixto, mayoritariamente trombolítico (es estromatolítico sólo en su parte superior) instalado sobre bloques del conglomerado (Cuenca de Sorbas. Rambla de Góchar).



Fotografía 79.- Domos estromatolíticos (Cuenca de Sorbas. Barranco de los Castaños).



Fotografía 80.- Domo estromatolítico con núcleo trombolítico bioperforado (Cuenca de Sorbas. Rambla de Góchar).



Fotografía 81.- Domo estromatolítico encostrando grandes bloques del conglomerado (Cuenca de Sorbas. Rambla de Góchar).





Fotografía 82.- Estromatolito en detalle. Las láminas de sedimento incorporan pequeños clastos tamaño arena (Cuenca de Sorbas. Rambla de Góchar).



Fotografía 83.- “Ripples” (rizaduras) de oscilación simétricos de tamaño relativamente grande en las arenas del abanico deltaico (Cuenca de Sorbas. Rambla de Góchar).

## ITINERARIOS RECOMENDADOS:

### Itinerario 1.- Transversal Peñas Negras-Sorbas

Itinerario a pie de carretera, con sólo pequeñas caminatas, totalmente factible en coche.

Temática: Secuencia de relleno de la cuenca (estratigrafía), carbonatos templados del tránsito Tortoniense-Messiniense y evaporitas (yesos) Messinienses.

Duración: Medio día.



**Parada 1.- Peñas Negras:** Rasgos observables: 1 y 2.

**Parada 2.- La Molata:** Rasgos observables: 24.

**Parada 3.- Mirador de Los Molinos del Río Aguas:** Rasgos observables: 3, 4, 5, 6 y 7.

**Parada 4.- Los Molinos del Río Aguas (a-b):** Rasgos observables: (a) 17, 18, 19 y 25; (b) 57, 58 y 59.

**Parada 5.- Mirador de Urra:** Rasgos observables: 3.

**Parada 6.- Rambla del Río Aguas:** Rasgos observables: 60, 61, 62 y 63.

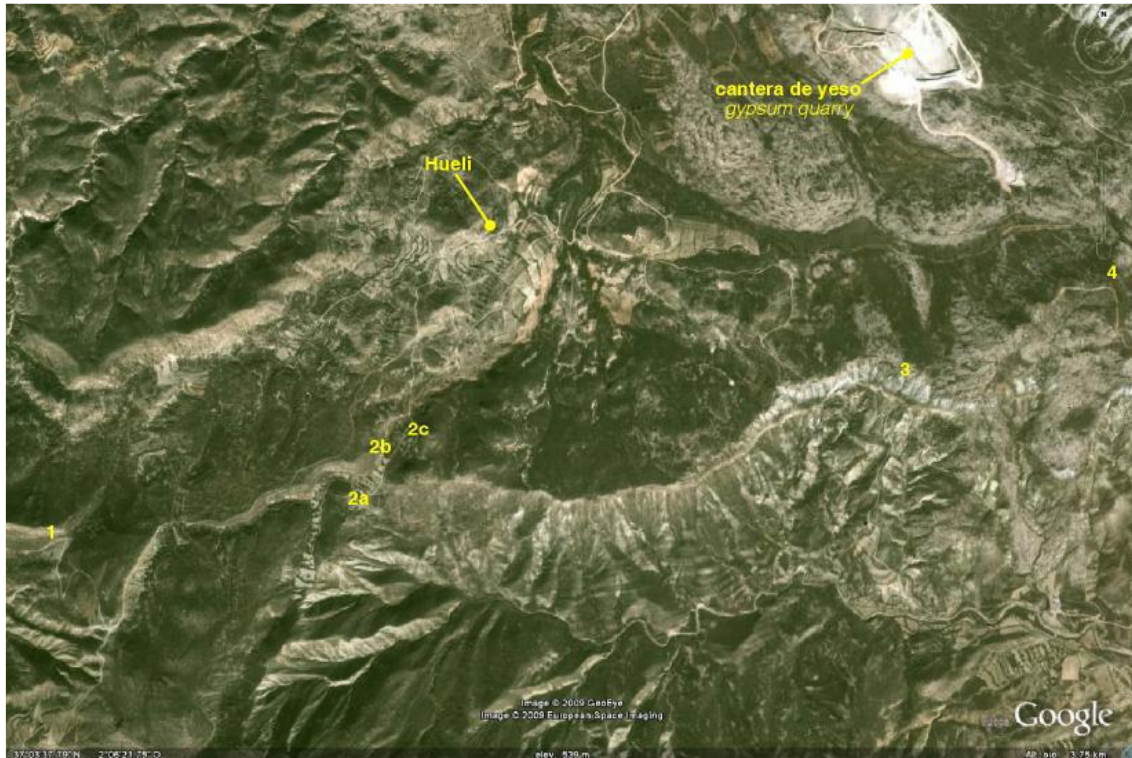
**Parada 7.- Sorbas:** Rasgos observables: 9.

## **Itinerario 2.- Margen Sur: Cantona-Cerrón de Hueli**

Itinerario accesible por pistas con vehículos todo terreno, con pequeñas caminatas a pie.

Temática: Secuencia de relleno de la cuenca (estratigrafía), carbonatos templados del tránsito Tortoniense-Messiniense y Unidad de los Biohermos (Messiniense).

Duración: Medio día/Un día.



### **Parada 1.- Collado de Los Molinos:**

Rasgos observables: 16.

### **Parada 2.- Hueli (a-b-c):**

Rasgos observables: (a) 26 y 27; (b) 28 y 31; (c) 32 y 33.

### **Parada 3. Collado del Cerrón de Hueli:**

Rasgos observables: 12.

### **Parada 4. Cerrón de Hueli:**

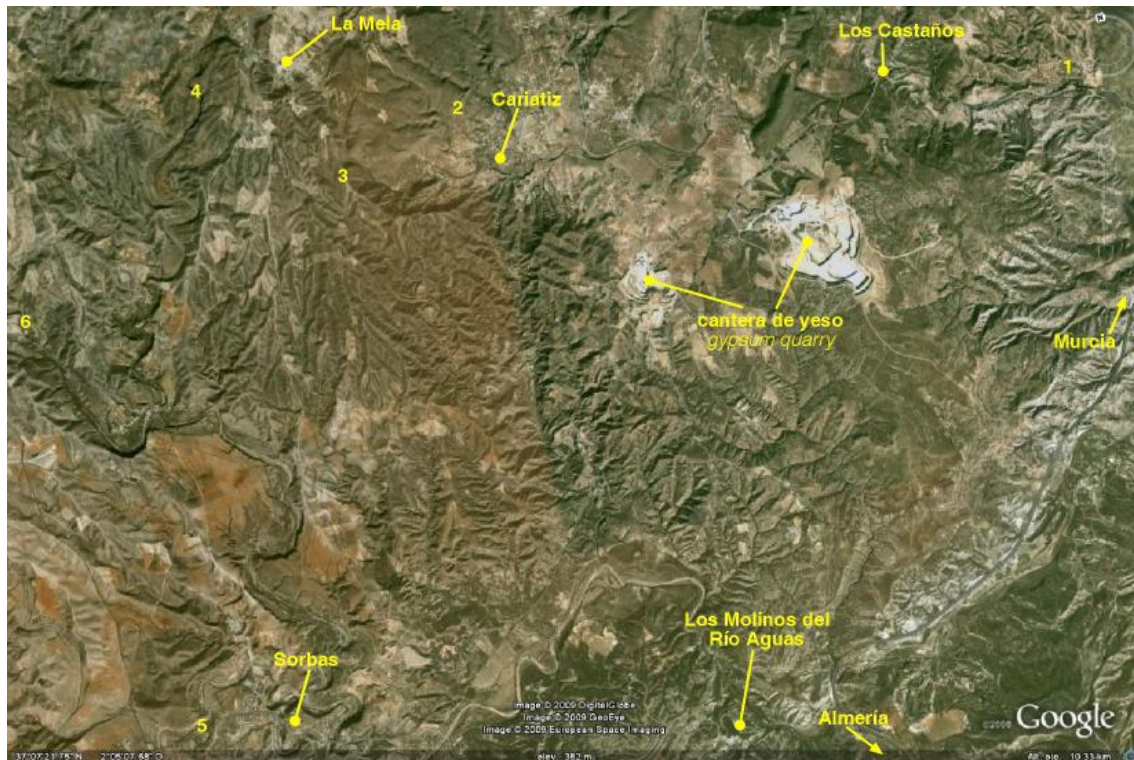
Rasgos observables: 8.

### **Itinerario 3.- Margen Norte: Almocaizar-Cariatiz-Sorbas-Rambla de Góchar**

Itinerario a pié de carretera, con pequeñas caminatas.

Temática: Carbonatos templados del tránsito Tortoniense-Messiniense, arrecifes costeros Messinienses, playas Messinienses y carbonatos microbianos (estromatolitos y trombolitos) Messinienses.

Duración: Un día.



#### **Parada 1.- “Bar Lemon” (Almocaizar):**

Rasgos observables: 13, 14, 15, 20, 21, 22 y 23.

#### **Parada 2.- Cariatiz:**

Rasgos observables: 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52 y 53.

#### **Parada 3.- Barranco de los Castaños:**

Rasgos observables: 54, 55 y 79.

#### **Parada 4.- Barranco de La Mora:**

Rasgos observables: 56.

#### **Parada 5.- Sorbas:**

Rasgos observables: 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72 y 73.

#### **Parada 6.- Rambla de Góchar:**

Rasgos observables: 44, 47, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 82 y 83.