

Apuntes de Sedimentología  
Dr. José M. Martín (Universidad de Granada)

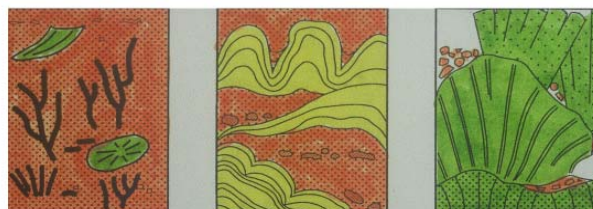
Tema 21.- **Arrecifes**. Componentes. Estructura interna. Tipos: (A) **montículos micríticos**; (B) **pináculos**; (C) **arrecifes de pared**. Facies y secuencias características. Modelos. Geometrías en relación con las variaciones relativas de nivel del mar. Ejemplos.

Desde el punto de vista biológico, un arrecife se puede definir como un ecosistema marino en el que una parte significativa de sus componentes son organismos sésiles, de esqueleto calcáreo, que fosilizan in situ. La particularidad es que es uno de los escasos ejemplos en la naturaleza (si no el único) en los que lo que fosiliza es el ecosistema en conjunto y no los restos esqueléticos, más o menos retrabajados y fragmentados, de un organismo concreto (como es el caso en la gran mayoría de los fósiles que encontramos en el “campo”).

Desde el punto de vista geológico, la situación no es a veces simple a la hora de definir la “roca arrecifal”. Afectando al armazón bioconstruido acontecen simultáneamente una serie de procesos que lo modifican (pueden modificar) sensiblemente. Aunque la función principal es la “construcción”, en los arrecifes hay también una importante “cementación” sinsedimentaria, bien “inorgánica”, por precipitación química directa en el medio marino de cemento carbonatado (generalmente en forma de aragonito fibroso), o bien “biológica”, ejercida por organismos diversos que generan costras (estromatolitos, costras de algas rojas, etc.) que recubren los esqueletos de los bioconstructores y contribuyen notoriamente a la litificación temprana de la estructura arrecifal.

También son importantes los procesos que generan sedimento suelto particulado (con tamaño de clastos muy diferentes). Estos corresponden en parte a los acúmulos de los restos esqueléticos de los organismos que medran “libres” en el arrecife (gasterópodos, erizos, bivalvos, etc.) y que, una vez muertos, caen y se acumulan en el fondo en los huecos entre los bioconstructores. Una parte muy significativa, sin embargo, de “sedimento suelto” se genera por destrucción de la propia estructura arrecifal, bien mecánica (en épocas de oleaje fuerte, por huracanes, etc.), bien biológica (“bioerosión”), ejercida, en este último caso, por organismos tales como “Peces Loro”, esponjas perforantes (Clionia, etc.), algas endolíticas, etc.

TIPOS DE CALIZAS ARRECIFALES  
(Embry & Klovan, 1971)



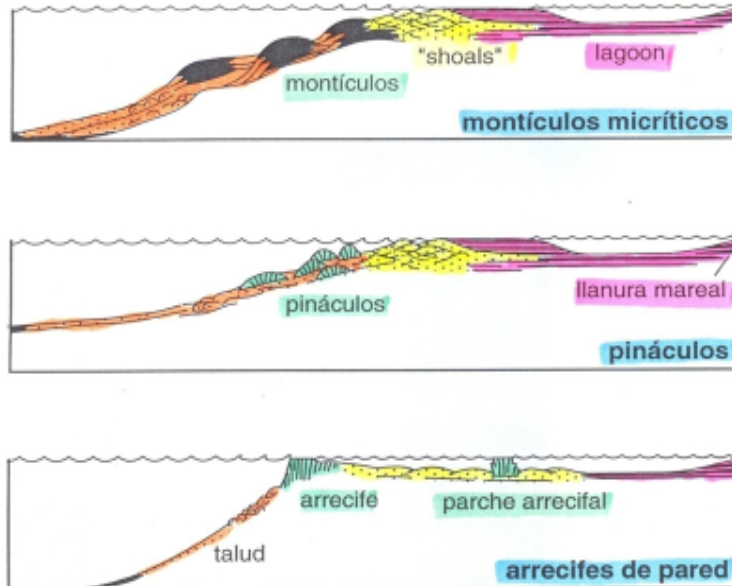
Así pues, la roca arrecifal va a presentar aspectos muy diferentes según domine uno u otro proceso siendo generalmente resultado final de la actuación de todos ellos. Las

estructuras internas dominantes que vamos a encontrar en las bioconstrucciones (arrecifes) y que podríamos calificar como ejemplos “extremos” de lo anteriormente expuesto son las siguientes: en los “bafflestones” (izquierda arriba) los esqueletos de los bioconstructores (in situ y/o volcados) aparecen embebidos entre sedimento particulado fino (muchas veces micrítico), que se interpreta como atrapado por efecto “pantalla”; en los “bindstones” (centro) dominan los organismos encostrantes y en los “framestones” (derecha) la estructura arrecifal es por acúmulo directo in situ de los esqueletos calcáreos de los organismos constructores en posición de vida (ver fotos abajo).



Tanto en la actualidad, como en el registro fósil, se diferencian tres grandes tipos de bioconstrucciones: los “montículos micríticos”, los “pináculos” y los “arrecifes de pared” (o “amurallados”) (Wilson (1975).

# TIPOS DE ARRECIFES



Los dos primeros tienen forma amonticulada, semilenticular más o menos aplastada. Se califican como “biohermos” y suelen tener una extensión limitada (hasta unas pocas decenas de metros en altura y de decenas de metros a escasos cientos de metros en longitud). Se localizan en pendientes submarinas, normalmente a profundidades de decenas a cientos de metros.



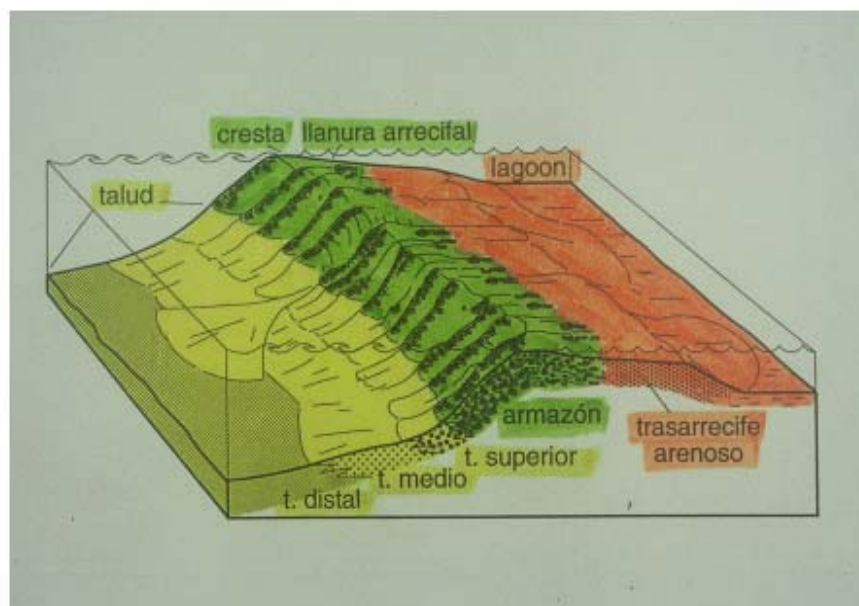
*“Montículo micrítico” y facies asociadas (modificado de James, 1979)*

En los “arrecifes de pared”, la construcción es continua, muy somera (llega a ras de superficie) y se extiende por kilómetros o decenas de kilómetros. En su parte frontal presenta un relieve acusado (de hasta decenas de metros), a veces muy verticalizado, de ahí su nombre en inglés (“wall-reef complexes”). Se localizan preferentemente en los

bordes de las plataformas (“arrecifes barrera”), aunque también se pueden desarrollar cerca o muy cerca de la costa y directamente adosados a ella (“arrecifes costeros”), o presentar forma de anillo con una pequeña laguna (“lagoon”) en su interior en antiguas islas volcánicas sumergidas (“atolones”).

Las construcciones arrecifales más importantes son los “arrecifes de pared”. En ellas se diferencian una serie de cinturones de facies que son los que se esquematizan en la figura inferior (modificada de Longman, 1981). El “trasarrecife” se conoce en inglés como “back-reef” y transiciona lateralmente hacia el “lagoon”. El “antearrecife” se denomina también “talud arrecifal” o “fore-reef” (en inglés). En este último cabe distinguir un talud superior a la base de la bioconstrucción (el arrecife o “armazón arrecifal”) con importantes acúmulos de brechas de coral y/o bloques de la bioconstrucción, un talud medio con acúmulos esencialmente bioclásticos (calcareníticos) de restos esqueléticos de organismos que colonizan el propio talud (Halimedes, algas rojas, etc.), y un talud distal en transición a la cuenca marina adyacente.

## LOS ARRECIFES DE PARED

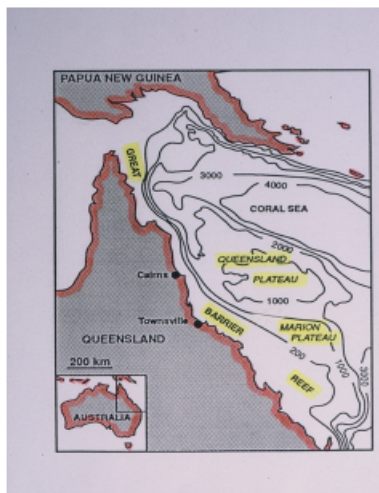


Los tres tipos de bioconstrucciones están bien representadas a lo largo de todo el registro geológico del Fanerozoico (últimos ~ 600 Ma). En la actualidad, desde el inicio del Terciario, son los corales (hexacorarios) hermatípicos (coloniales, zooxantelados), junto con las algas rojas, los constructores principales en los “arrecifes de pared” y “pináculos”. Las texturas dominantes son los “framestone” y, en mucha menor medida, los “bindstone”. En lo que a los “montículos micríticos” respecta las texturas son “bafflestones” y los constructores principales en la actualidad son los crinoideos, las esponjas de esqueleto silíceo y los corales ahermatípicos (no zooxantelados).

En el pasado, sin embargo, los estromatopóridos (en el Devónico y el Cretácico) y las esponjas de esqueleto calcáreo (en el Pérmico y en el Triásico) fueron los organismos constructores más importantes en “arrecifes de pared” y “pináculos”. En lo que a los “montículos micríticos” respecta, los constructores fueron los rudistas (en el Cretácico), las algas filoides en el Carbonífero, los arqueociátidos en el Cámbrico y los briozoos y crinoideos, a lo largo de todo el Paleozoico desde el Ordovícico hasta el Pérmico.

Los “arrecifes de pared”, en particular los costeros, se revelan como herramientas muy útiles a la hora de trazar antiguas líneas de costa (en las reconstrucciones paleogeográficas). La Gran Barrera de Arrecifes de Australia, que se extiende más de 2.000 km paralela a la costa nororiental de Australia y muy cerca de ella (esquema inferior izquierdo), representa un ejemplo actual. Los afloramientos, excepcionalmente bien preservados, de arrecifes de coral del Tortonense superior (de hace ~ unos 8 Ma) (esquema superior derecho) y del Messiniense (de hace ~ unos 6 Ma) (esquema inferior derecho) permiten delimitar la antigua línea de costas y reconstruir la paleogeografía para esos dos momentos en particular del Mediterráneo Occidental, así como calibrar los cambios allí acontecidos durante ese intervalo temporal.

## LAS RECONSTRUCCIONES PALEOGEOGRÁFICAS

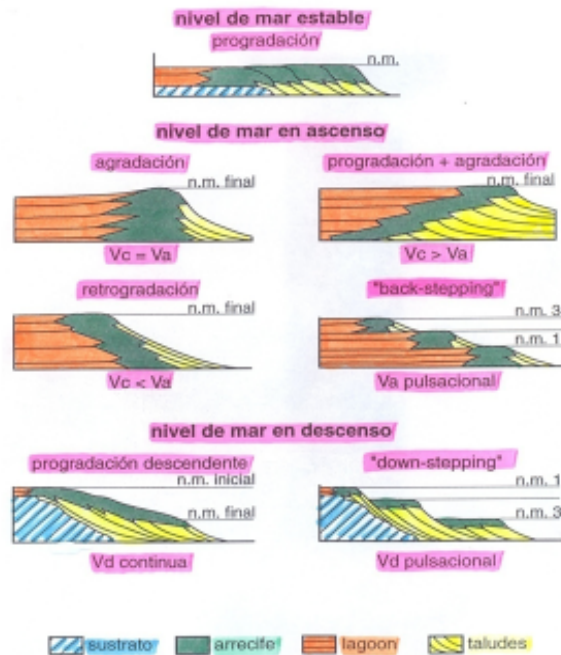


En los “arrecifes de pared” las variaciones relativas de nivel del mar en el curso del tiempo condicionan la geometría del arrecife y la disposición espacial de los diferentes cinturones de facies asociados (ver figura inferior: modificada de Playford, 1980 y Longman, 1981).

En situación de nivel del mar “estable” el arrecife progresa hacia el interior de la cuenca (donde se sitúa el espacio de acomodación). En condiciones de “nivel del mar en ascenso”, si la velocidad de ascenso iguala a la de crecimiento de la bioconstrucción, el arrecife agrada verticalmente. Si la velocidad de crecimiento supera a la de ascenso el resultado es de progradación con agradación. Finalmente, si la velocidad de ascenso supera a la de crecimiento, el arrecife retrograda (retrocede hacia la costa); si el ascenso

es pulsacional, lo hace a intervalos regulares, en posiciones cada vez más internas (“back-stepping”). Cuando el crecimiento es con “nivel del mar en descenso” si este último es continuo el resultado es la progradación descendente; si es pulsacional, el crecimiento del arrecife es en terrazas, a cotas cada vez más bajas (“down-stepping”).

## LOS ARRECIFES Y LAS VARIACIONES RELATIVAS DE NIVEL DEL MAR



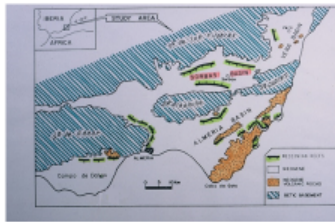
En la naturaleza las oscilaciones de nivel del mar (“eustáticas” en particular) tienen carácter cíclico. En general, en cada uno de los ciclos, inicialmente dominan las geometrías de progradación más agradación, luego las de progradación y finalmente las de progradación descendente.

### Ejemplo seleccionado

El ejemplo seleccionado es el de los arrecifes del Mioceno superior (Messiniense) de Almería (SE de España). En el messiniense pre-evaporítico de la región se diferencian dos unidades arrecifales: la “Unidad de los Biohermos” (cuya edad aproximada es 6’5 Ma) y la del “Arrecife Costero” (cuya edad aproximada es de 6 Ma).

# LOS ARRECIFES MESSINIENSES

Unidad de los Biohermos y Arrecife Costero



BIOHERMOS: Bioconstrucciones aisladas, amonticuladas

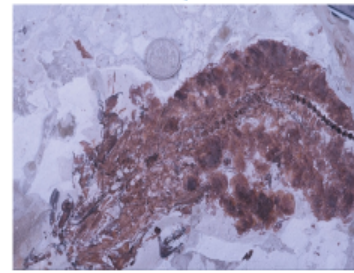
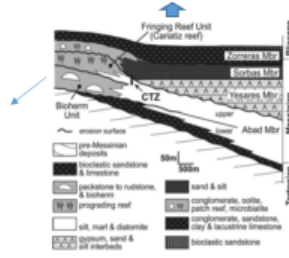
ARRECIFES COSTEROS: Construcciones lineales muy continuas, desarrolladas a lo largo de las antiguas líneas de costa, bordeando los relieves emergidos



Las unidades arrecifales cambian lateralmente a margas amarillas que intercalan diatomitas con restos de peces

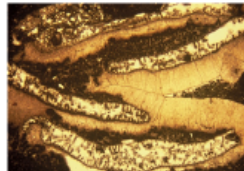
Biohermo de coral

Biohermos de Halimeda

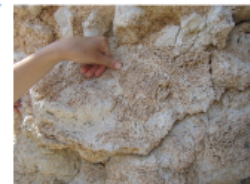
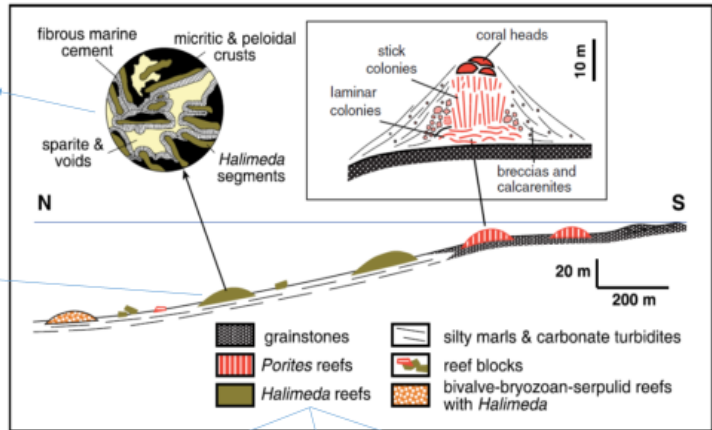


En la “Unidad de los Biohermos” el modelo sedimentario es el que se recoge en el diagrama superior derecho. Existen diferentes tipos de biohermos en función de la profundidad. Los más someros son de coral; los intermedios, desarrollados a profundidades entre 30 y 60 m, son de Halimeda; los profundos son de briozoos, serpúlidos y bivalvos. En los de Halimeda, las placas de dicha alga fueron trabadas sinsedimentariamente por costras micríticas y peletoidales (microbianas) y cementos submarinos.

## BIOHERMOS DE HALIMEDA

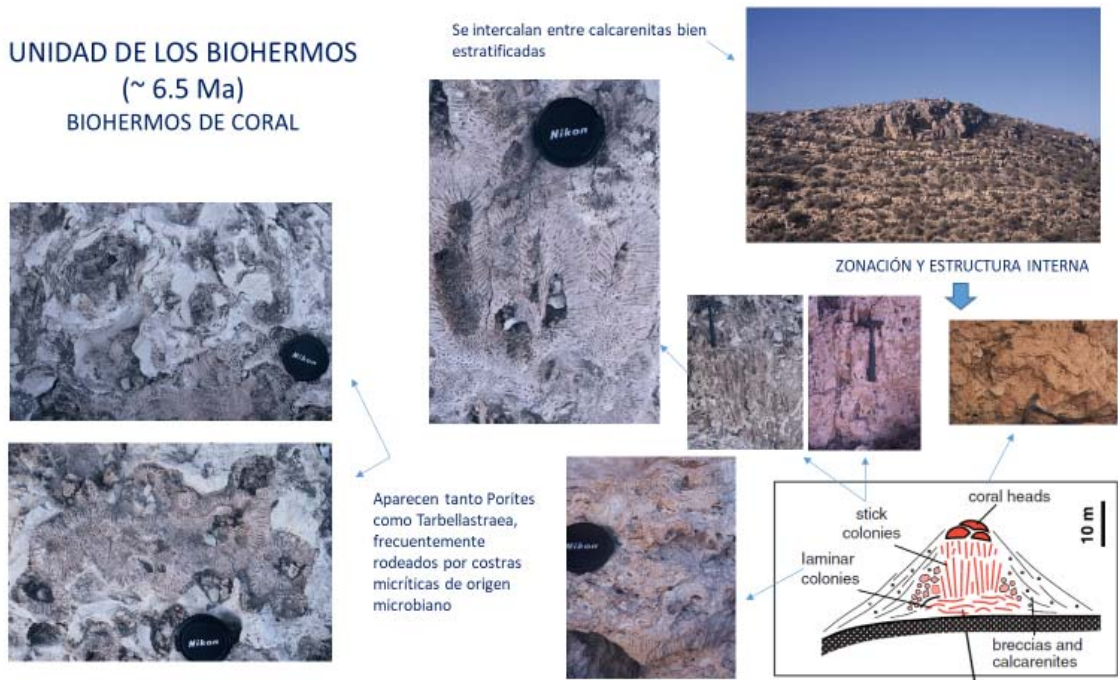


Los biohermos de Halimeda se desarrollaron a profundidades entre los 30-60 m, colonizando un substrato margoso



En los biohermos de coral son también frecuentes las costras microbianas. Los corales (Porites y Tarbellastraea) muestran formas de crecimiento diversas, en función de la

profundidad. En la parte basal de la bioconstrucción dominan las formas en plato; en medio los crecimientos verticales y, arriba del todo, los cabezos semiesféricos.

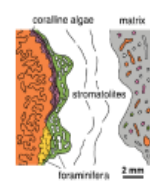
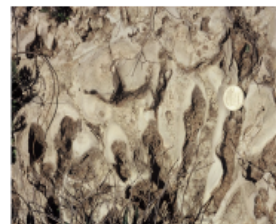


En lo que respecta al “Arrecife Costero” el modelo de sedimentación es el que se recoge en el esquema inferior, en su parte derecha superior. En la construcción (arrecife en sentido estricto) se diferencian tres partes: los pináculos, a la base, el “thicket” en medio y la cresta, en la parte alta. Porites es el coral dominante y casi exclusivo. En algunos de los arrecifes, caso del de Níjar (izquierda arriba), muy bien preservados, se puede llegar a reconstruir su morfología tridimensional.



Porites es el coral dominante y casi exclusivo

Los corales están encastrados por estromatolitos





En el afloramiento de Cariatiz (Cuenca de Sorbas) el “Arrecife Costero” se desarrolló, perpendicularmente a la costa, algo más de 1 km. Dicho arrecife muestra un crecimiento cíclico, con dos órdenes de ciclicidad. Los ciclos de alta frecuencia (muy posiblemente de precesión) (diagrama superior derecho) muestran geometrías de progradación más agradación, en la fase de nivel del mar en ascenso; progradación, en la fase de alto nivel del mar y, progradación descendente en “offlap”, en la fase de caída del nivel del mar. Son particularmente llamativas las “cuñas de lowstand” (“cuñas invertidas”), en la base de los ciclos (foto inferior derecha), y los “cuerpos sigmoidales” (foto central, abajo) correspondientes a las distintas fases de crecimiento.

## CICLICIDAD EN EL ARRECIFE COSTERO

El arrecife costero muestra dos órdenes de ciclicidad relacionadas con fluctuaciones del nivel del mar

Ciclos de alta frecuencia: geometrías resultantes, rasgos sedimentarios y factores de control

