

# Actividad de bivalvos litófagos actuales (*Pholas*) en bloques carbonatados procedentes de la plataforma de abrasión vizcaína: morfología y microestructuras

*Activity of recent endolithic bivalves (Pholas) in carbonated boulders from the Biscay abrasion platform: morphology and microstructures*

Unai Martínez de Lahidalga y Javier Elorza

Departamento de Mineralogía y Petrología. Universidad del País Vasco. Apartado 644; 48080 Bilbao. josejavier.elorza@ehu.es

## ABSTRACT

Along the Biscay (Armitza-Sopelana) abrasion carbonated platform, at least four different marine bioeroders have been identified (sponges, polychaete annelids, endolithic bivalves and sipunculids). The most abundant recent structures (*Gastrochaenolites*), correspond to endolithic bivalves as *Pholas* genera, which in many occasions have preserved their valves in a hard carbonated substrate. There exists a lithologic control (carbonated vs siliciclastic rocks) in the hard substrate. Below the 60%  $\text{CaCO}_3$  it is not possible bioeroder colonization, which can reach high values (70 units/100cm<sup>2</sup>) in appropriate conditions. The aragonite composition and the complex cross foliated and regular simple prismatic microstructures of the *Pholas* valves are characteristic. The dominant drilling mechanism is chemical from dissolution of carbonated hard substrate.

**Key words:** Bioerosion structures, endolithic bivalves, microstructures, *Pholas*, Biscay coast.

Geogaceta, 49 (2010), 63-66  
ISSN: 2173-6545

Fecha de recepción: 15 de julio de 2010  
Fecha de revisión: 3 de noviembre de 2010  
Fecha de aceptación: 26 de noviembre de 2010

## Introducción

Son numerosos los trabajos dedicados a las estructuras bioerosivas fósiles, producidas por la actividad de organismos endolíticos como bivalvos, esponjas, anélidos poliquetos y erizos. Además de su interés paleontológico, son utilizadas como fieles indicadores de la presencia de discontinuidades, paleocantilados rocosos y fondos endurecidos en el registro estratigráfico (Gallois y Goldring, 2007; Santos y Mayoral, 2009; Cachão *et al.*, 2009). La acción erosiva que provocan estos organismos en las actuales rasas/plataformas de abrasión litoral es considerable (Evans, 1968; Trudgill y Crabtree, 1987; Pinn *et al.*, 2005). En la costa vizcaína se menciona su presencia, pero son escasas las investigaciones y solamente bajo un punto de vista biológico se establece la identificación (Rallo *et al.*, 1988; Sainz-Salinas e Isasi, 1994).

Por ello, parece de interés revisar las zonas rocosas intermareales, donde es habitual la aparición de diferentes tipos de organismos litófagos, exclusivamente insertados en fragmentos sueltos de rocas carbonatadas, los cuales fueron arrojados

por efecto de las tormentas desde la zona submareal, o bien, sacados a superficie por el dragado de la Ría de Plentzia. Incidimos más concretamente en los bivalvos litófagos, puesto que, además de las huellas bioerosivas producidas (*Gastrochaenolites lapidicus?*), en muchas ocasiones permanecen ambas valvas en el interior, después de su muerte.

Se han tomado muestras en diferentes puntos de la costa vizcaína, con la intención de caracterizar, tanto la composición litológica ( $\text{CaCO}_3$  %) del sustrato duro, la proveniencia desde la zona submareal cer-

cana, los tipos de organismos presentes, las formas y tamaños, junto con la densidad de la bioerosión ejercida. Posteriormente, comentaremos los mecanismos utilizados (mecánicos y/o químicos), capaces de horadar el sustrato. Además, se han observado mediante microscopio de luz polarizada y electrónico de barrido (MEB), las microestructuras de las conchas.

## Materiales y Metodología

En una revisión de las zonas

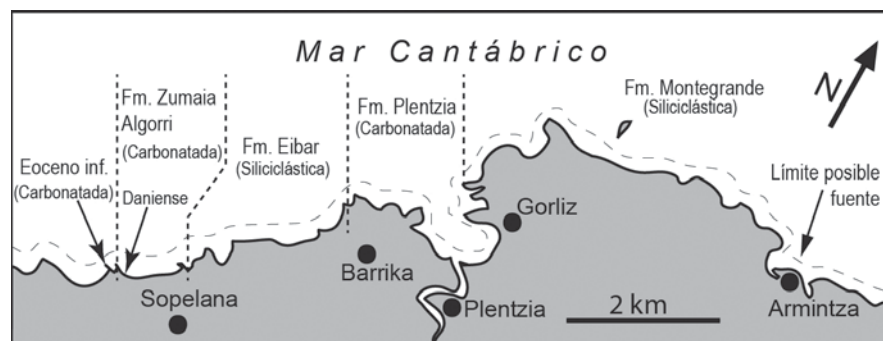


Fig. 1.- Localización zona estudiada.

Fig. 1.- Situation of the studied zone.

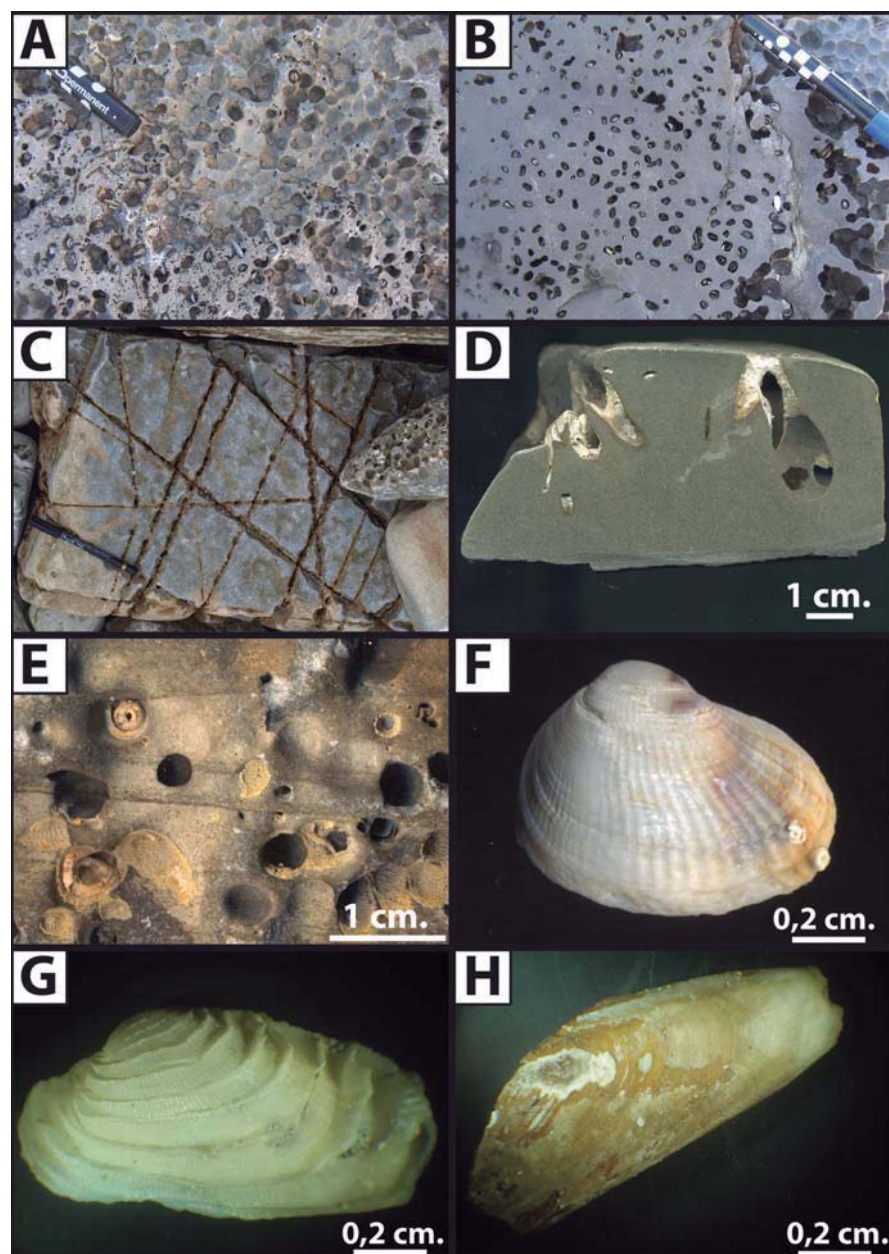


Fig. 2.- Diferentes imágenes de las estructuras bioerosivas y bivalvos. Explicación en el texto.

Fig. 2.- Different views of the bioerosive structures and bivalve remains. See text.

intermareales de Este a Oeste (Armintza-Sopelana) de la costa vizcaína, encontramos las siguientes características: zona de Armintza, perteneciente al llamado «Flysch Negro» (Albiense sup.-Cenomaniense infer.), por su naturaleza siliciclástica no se encuentran ejemplos de bioerosión; zona de Plentzia-Barrika correspondiente a la Formación Plentzia (Cenomaniense medio-Santoniense final), representada por turbiditas carbonatadas y donde se aprecian numerosos ejemplos de bioerosión; zona de Barrika oeste (Formación Eibar, Campaniense), constituida por turbiditas siliciclásticas, sin indicios de estructuras de bioerosión; zona de Sopelana,

donde aflora la Formación Zumaia-Algorri (Maastrichtiense), cuya composición carbonatada propicia una intensa actividad bioerosiva; también afloran las calizas litográficas rosas del Daniense, cuya composición micrítica, permite observar nítidamente las impresiones de las valvas. Por último, en la Punta de Solondotas (zona oeste de Sopelana) se han recogido materiales turbidíticos carbonatados del Eoceno inferior, con una intensa actividad bioerosiva (Fig. 1). En ninguna muestra hemos encontrado los organismos vivos, siempre se presentan con las dos valvas abiertas y con signos de degradación por el tiempo de exposición transcurrido.

Las muestras del sustrato carbonatado con las estructuras bioerosivas han sido cortadas mediante sierra de disco, y tras pulir las secciones con carborundo han sido escaneadas al objeto de estudiar las morfologías y la relación que guardan con las valvas del organismo perforante. Para el estudio microestructural y mineralógico se ha utilizado un microscopio petrográfico, el MEB y DRX. La determinación del contenido en  $\text{CaCO}_3$  (%) se ha realizado, siguiendo los fundamentos del método de Bernard, por medio del «Calcímetro Automático», fabricado por Aquitaine Technique Innovation (Burdeos), con la fiabilidad de un 4%.

#### Control litológico y morfologías

La presencia de estructuras bioerosivas en un sustrato duro parece estar controlada por el contenido de  $\text{CaCO}_3$  (%), dado que las perforaciones, bien por rotación ó disolución necesitan unos valores mínimos, por debajo de los cuales no se inicia la perforación. Se han realizado calcimetrías de todas las litologías presentes en las zonas estudiadas, al objeto de determinar los contenidos en  $\text{CaCO}_3$ , tal como queda reflejado en la Tabla 1.

Centrándonos en los bivalvos litófagos, observamos las estructuras de habitación (domichnia), con una entrada estrecha (<1cm) y una cámara más ancha, en forma de saco con el fondo redondeado, en la cual habitan sin poder salir al exterior (Figs. 2A-E). Esta disposición, constituye una estrategia de defensa ante sus naturales depredadores. Las perforaciones, manifiestan una clara tendencia a ser perpendiculares a la superficie del sustrato duro, tienen unas dimensiones medias de 3-4 cm de profundidad y la parte más ancha alcanza 1 cm. Los tamaños de las valvas están muy próximos a las dimensiones de la perforación realizada, con la anchura justa para que el organismo pueda abrir las valvas y sacar los sifones. En las muestras analizadas, resulta sintomática la cercanía existente entre el borde posterior de la concha y la superficie externa del sustrato, es decir, que son prácticamente iguales la profundidad de la perforación y la longitud máxima de la concha. Las dimensiones de las valvas (<2cm) son sensiblemente menores que las aportadas en bibliografía (7-10cm). Ocasionalmente, se aprecian restos de 4 valvas superpuestas, pertenecientes a dos bivalvos diferentes, con el más reciente y menor aprovechando el espacio previo producido. Posteriormente, cuando se llega a perder las valvas, los espacios vacíos

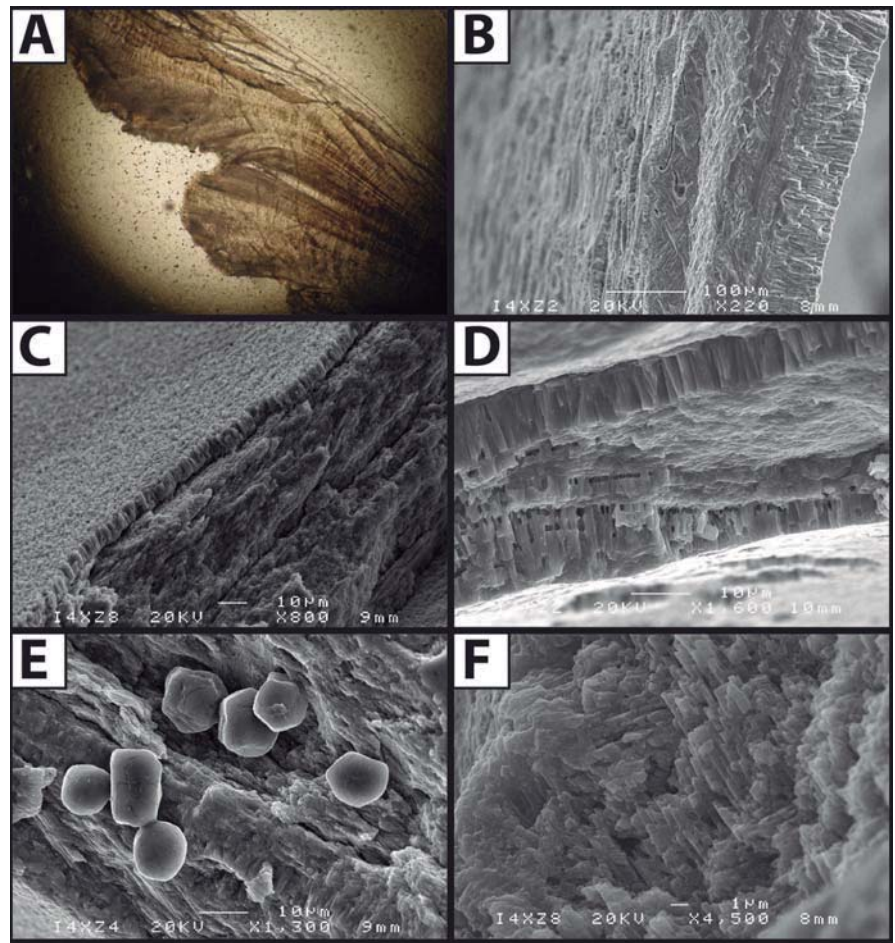


son colonizados por poliquetos serpúlidos y colonias de briozoos. También se han detectado perforaciones pertenecientes a *Caulostrepsis taeniola*? (en relación con pequeños anélidos poliquetos) y otras producidas probablemente por sipuncúlidos (*Trypanites*?) y esponjas (*Cliona celata*) que no tratamos en este trabajo. Sorprendentemente, no hay evidencias de huellas de equinodermos (*Circolites*). Las perforaciones de los poliquetos son estrechas con largos tubos perpendiculares a la superficie de la roca, mientras que los tubos realizados por los sipuncúlidos son algo mayores que los anteriores. Las perforaciones de las esponjas (*Entobia*?), por el contrario, son pequeñas en superficie (0,5–1mm), y se agrandan en el interior de la roca.

**Discusión**

Entendemos que la frontera composicional del ~60% en CaCO<sub>3</sub>, marca el límite por encima del cual se produce la colonización de los organismos litófagos en el sustrato duro. En las Formaciones siliciclásticas (Flysch Negro y Eibar) con valores inferiores (7 a 58%) no presentan ninguna, mientras que en las Formaciones carbonatadas (Plentzia, Zumaia-Algorri) y materiales carbonatados del Daniense (68 a 92%) alcanzan una alta colonización (Tabla 1).

La colonización debe producirse en la zona submareal y por efecto de las tor-



**Fig. 3.- Detalles de las microestructuras Regular simple prismática y Foliada compleja cruzada.**

*Fig. 3- Details of Simple prismatic and Foliated cross complex. See text.*

mentas, los cantos y bloques (< 1m) son arrojados a la zona intermareal. El dragado de la Ría de Plentzia ha permitido sacar bloques (1-2m) a la superficie, con numerosas estructuras bioerosivas.

El grado de ocupación superficial es variable, pasando de una completa ocupación (70 ejemplares/100cm<sup>2</sup>) a otra mediana (36 ejemplares/100cm<sup>2</sup>) (Figs. 2A-B). La existencia de un entramado de diaclasas rellenas de calcita espática produce un fuerte control en el incremento de estructuras bioerosivas (Fig. 2C). Las estructuras bioerosivas tienden a ser perpendiculares a la superficie externa del sustrato duro y la morfología de los *Gastrochaenolites lapidicus*? es en forma de saco (Fig. 2D). Cuando el organismo muere y las valvas se pierden, el espacio puede quedar ocupado por serpúlidos y colonias de briozoos (Figs. 2D-E). Los bivalvos encontrados pertenecen al menos a tres especies diferentes de *Pholas* (Figs. 2E-H). Se aprecia cómo las perforaciones de los anélidos poliquetos (*Caulostrepsis taeniola*?), son mucho

más pequeñas (1mm ancho y 5mm largo en secciones perpendiculares a la superficie del sustrato). Se instalan posteriormente a las *Pholas*, sin interferir ni perforar las cámaras cuando estos organismos viven. Dada la morfología de las pequeñas perforaciones, parece que se ha producido una fuerte erosión del sustrato, por lo que se muestra solamente la parte inferior de la estructura.

Las conchas de las *Pholas* presentan fuertes adaptaciones morfológicas en la parte exterior para facilitar la penetración en el sustrato. Además, la mayoría de las conchas muestran el borde posterior notablemente más engrosado que el resto, puesto que esta parte es la que acumula más desarrolladas las líneas de crecimiento y queda más expuesta al exterior (Fig. 2F-H).

Composición y microestructuras de las valvas

Las conchas de los bivalvos litófagos analizados por DRX confirman su composición aragonítica. En algunos espectros aparecen unos débiles picos corres-

Litología	Formación	CaCO <sub>3</sub> (%)
Caliza	Daniense	89,9
Caliza	Zumaia/Algorri	67,8
Caliza	Zumaia/Algorri	71,8
Turbidita siliciclástica	Eibar	58,5
Turbidita siliciclástica	Eibar	42,3
Turbidita carbonatada	Plentzia	84,4
Turbidita carbonatada	Plentzia	92,2
Turbidita carbonatada	Plentzia	86,9
Turbidita carbonatada	Plentzia	80,7
Turbidita siliciclástica	Flysch Negro	17
Lutita	Flysch Negro	7
Nódulo diagenético	Flysch Negro	50,4

**Tabla I.- % CaCO<sub>3</sub> de los sustratos estudiados.**

*Table I.- % CaCO<sub>3</sub> from substrates studied.*

pondientes a calcita, debido a la presencia de tubos de serpúlidos incrustados en las valvas que también han sido incluidos en la muestra de polvo. En cuanto a las microestructuras de las valvas, se han detectado a través del MEB, la *prismática simple* (PS), dispuesta minoritariamente en la parte interna, la cual contacta directamente con el organismo (Figs. 3A-D) y una dominante que corresponde a la *foliada compleja cruzada* (FCC) (Figs. 3E-F).

#### Mecanismos de perforación

Los bivalvos litófagos pueden utilizar procesos químicos y/o mecánicos con movimientos musculares para perforar el sustrato (Savazzi, 1999). La perforación química se realiza segregando agentes quelantes (secuestradores de iones metálicos) del calcio, y está por lo tanto restringido a sustratos calcáreos, incluidos dolomía y areniscas cementadas con calcita (Kleemann, 1973). La perforación mecánica se lleva a cabo frotando repetidamente las regiones anteriores o anteroventrales de la concha contra el sustrato, y se puede realizar de forma continua o intermitente. En este último mecanismo, el agujero debe mostrar una morfología circular en sección transversal, mientras que las especies que no rotan dibujan un agujero de forma ovalada en el corte transversal (Yonge, 1955). En nuestro caso, las evidencias morfológicas apuntan hacia la actividad química de segregación de agentes quelantes, dado que: a) encontramos en las calizas litográficas (~89% CaCO<sub>3</sub> (Daniense), la

línea de unión de las dos valvas resaltada en la parte de la charnela y dibuja el contorno ovalado de la concha; b) en el microscopio, apreciamos los resaltes de partes inorgánicas más difícilmente de disolver (granos de cuarzo, venillas de calcita); c) en la microestructura de la concha no se aprecian signos de abrasión por rotación.

#### Conclusiones

Se han determinado en la costa vizcaína al menos cuatro tipos de organismos perforadores diferentes, tales como bivalvos, esponjas, sipuncúlidos y poliquetos. Existe un control composicional en los sustratos duros carbonatados frente a los siliciclásticos, por debajo del 60% CaCO<sub>3</sub> no se han detectado perforaciones. Hay una mayor concentración asociada a las diaclasas rellenas de calcita espática. Las estructuras bioerosivas (*Gastrochaenolites lapidicus?*) realizadas por bivalvos litófagos principalmente *Pholas*, presentan una morfología en forma de saco, con una estrecha entrada y una cámara más ancha y redondeada en el fondo. La ocupación superficial puede llegar a 70 ejemplares/100cm<sup>2</sup>. Las distancias a la superficie externa del sustrato son mínimas. Las conchas de los bivalvos tienen composición aragonítica, y las microestructuras presentes son la estructura *foliada compleja cruzada* (FCC) y la estructura *prismática simple* (PS), que les hace altamente resistentes pese a su delgadez. El mecanismo de perforación es fundamentalmente químico, facilitado por agentes quelantes, con disolución del carbonato.

#### Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado gracias a la Beca de Colaboración del Gobierno Vasco concedida a UML durante 2009/2010. Agradecemos a E. Mayoral y C. de Santisteban sus precisiones y recomendaciones para la mejora del manuscrito.

#### Referencias

- Cachão, M., Da Silva, C., Santos, A., Domènech, R., Martinell, J. y Mayoral, E. (2009). *Facies*, 55, 213-225.
- Evans, J.W. (1968). *Ecology*, 49, 156-159.
- Gallois, R.W. y Goldring, R. (2007). *Proceedings of the Geologists' Association*, 118, 265-275.
- Kleemann, K.H. (1973). *Malacologia*, 14, 345-347.
- Pinn, E.H., Richardson, C.A. y Thompson, R.C. (2005). *Marine Biology*, 147, 943-953.
- Rallo, A., Gorostiaga, J.M., Saiz, I., Isasi, I. y Limia, J.M. (1988). *Cahiers de Biologie Marine*, 29, 3-19.
- Saiz-Salinas, J. I. e Isasi, I. (1994). *Marine Ecology*, 105, 105-131.
- Santos, A. y Mayoral, E. (2009). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 22, 13-22.
- Savazzi, E. (1999). *Functional Morphology of the Invertebrate Skeleton*. Wiley, Chichester, 205-237.
- Trudgill, S. T. y Crabtree, R.W. (1987). *Marine Geology*, 72, 99-109.
- Yonge, C.M. (1955). *Quarterly Journal of Microscopical Science*, 96, 383-410.