Cuaternario Ibérico. 178-183, 1997

Depósitos litorales y variaciones del nivel del mar durante el Holoceno en la Costa Brava (NE de Cataluña)

C. Roque Pau y L. Pallí Buxó

Area de Geodinámica. Dept. de Ciències Ambientals. Universitat de Girona. Hospital, 6.17071 Girona.

RESUMEN

Se describe un conjunto de depósitos litorales localizados en la Costa Brava, que aparecen unos pocos metros por encima y por debajo del nivel del mar actual. En base a su génesis se han agrupado en niveles de conglomerados de pie de acantilado, playas levantabas sin cementar y playas sumergidas cementadas (beachrock). *Su edad se ha establecido a partir de los fragmentos de cerámica que contienen y de dataciones absolutas de 14C. Estos depósitos permiten detectar oscilaciones recientes del nivel del mar que se enmarcan en los últimos estadios de la transgresión Flandriense.*

Palabras clave: *Playas fósiles. Holoceno. Costa Brava.*

INTRODUCCIÓN

La Cosca Brava, denominación genérica del litoral de la provincia de Girona, comprende el sector de costa que, de norte a sur, se extiende desde ios Pirineos hasta el delta de! río Tordera. Desde un punto de vista geomoríológico pueden diferenciarse en ella tres grandes sectores (Roqué y Pallí, 1995): el septentrional, que corresponde a lá terminación oriental de los Pirineos; el central, que comprende ios goitos de Roses y de País; y e! meridional, enclavado en los macizos litorales de ia Cadena Costera Catalana. Tanto el sector septentrional como el meridional, en lo; que afloran rocas ígneas y metamórficas del paleozoico, presentan fuertes acantilados, recortados por numerosas calas generalmente de pequeñas dimensiones. El sector central, desarrollado en ías depresiones del Alt v Baix Emporda, ambas rellenas ae sedimentos del Terciario v Cuaternario, muestra un modelado más suave, caracterizado por la presencia de largas playas de poca amplitud, limitadas por un sistema de cordones de dunas litorales que las separa de una zona de marismas. En medio de este sector central, se encuentra el macizo del Montgrí, que presenta una costa escarpada y poco recortada, esculpida en calizas del Mesozoico (Fig. 1).

La presencia de depósitos litorales antiguos en la Costa Brava, tanto emergidos como sumergidos, es conocida desde hace tiempo, y han sido citados en diversos trabajos (Solé Sabarís, 1961; Barbaza, 1970; Pallí, 1976; Riba, 1981). No obstante, hasta hace poco no se han empezado a estudiar en detalle las características geomorfológicas y sedimentológicas y la edad de estos materiales (Roqué y Pallí, 1995, 1996a y b).

TIPOS DE DEPÓSITOS

Los afloramientos de materiales marinos que han sido localizados se encuentran en su mayor parte en el sector meridional de 1a Costa Brava (Fig. 2). Se han

Fig. 1 . Situación geográfica de ¡a zona de estudio.

ordenado en tres conjuntos siguiendo un criterio sedimentológico y geomorfológico: conglomerados de pie de acantilado, playas emergidas sin cementar y playas sumergidas cementadas.

a) Conglomerados de pie de acantilado

Localizados en numerosos lugares del sector meridional de la Costa Brava, en afloramientos puntuales y discontinuos, sólo llegan a alcanzar un desarrollo longitudinal decamétrico bajo los acantilados del Cap de Begur a Platja Fonda (Begur), y en los de la zona comprendida entre Cala Vigatá (Sant Feliu de Guíxols) y Vallpresona (Santa Cristina d'Aro).

Se trata de niveles bien cementados compuestos por bloques y gravas con matriz arenosa. Se disponen en forma de cordones discontinuos paralelos a la línea de costa, al pie de los acantilados. Su extensión lateral es decamétrica, mientras que su anchura y espesor son de orden métrico. Se sitúan entre +1 y 1,5 m sobre el nivel del mar (Fig. 3).

Estos materiales han sido interpretados como depósitos de fragmentos de rocas caídos por inestabilidades gravitatorias y acumulados al pie del talud de los acantilados. Lógicamente, la composición de los clastos es la misma que la de las rocas añorantes en el escarpe. Una parte de los bloques han sido retrabajados por las olas y han adquirido un elevado grado de redondez, mientras que los que ocupan una posición más elevada permanecen con la angulosidad original.

La altura a la que se encuentran estos depósitos hoy en día y la fauna que aparece adherida a los clastos (cirrípedos y serpúlidos), atestiguan que el nivel del mar en el momento de su sedimentación se situaba en una posición cercana a la actual.

En Fenals (Lloret de Mar) uno de estos afloramientos conglomeráticos presenta en su parte alta una playa

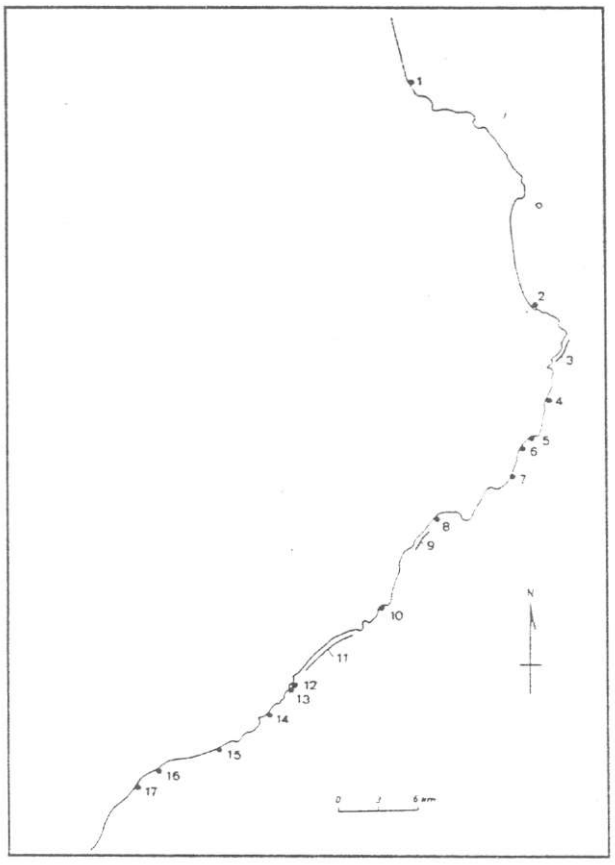

Figura 2. Localización de los afloramientos estudiacios.

1, Empúries. 2, Sa Riera. Cap de Begur Platja Fonda. 4, Tamariu. 5, Llafranc. 6, Punta deis Burricaires. 7, Cap de Planes. 8, Platja d'es Monestri. 9, Cala de ia Roca del Paller Platja d'en Piíerré Platja de ses Torretes Cao Roig Platja de la Belladona Cala del Pi. 10, Sant Pol. 11, Cala Vigatà Valipresona. 12, Cala Futadera 13, Cala Giveroia. 14, Mar Menuda. 15, Canyelles. 16, Fenals. 17, Santa Cristina.

cementada levantada a +1,5 m, compuesta de gravas con matriz arenosa y con abundantes fragmentos de conchas de gasterópodos, que se relaciona con un nivel del mar ligeramente más alto que el actual.

La eaad de estos materiales no ha sido establecida con seguridad. Se han atribuido a! Holoceno por la escasa distancia a la que se encuentran de la base de los acantilados y per el hecho de situarse justo por debajo de ¿os bloques que actualmente se acumulan en su base (Roque y Pallí, 1995, 199óa y b).

b) Playas emergidas

Se han localizado en Empúries (La Escala); Sa Riera (Begur); Planí. d'en Piíerré y Platja de ses 'Ferretes (Calonge); Mar Menuda (Tossa de Mar); y en Canyelles y Santa Cristina (Lloret de Mar). En algunos de estos lugares han desaparecido por la construcción de paseos marítimos, como es el caso de Sa Riera.

Son, en su mayor parte, depósitos de arenas y gravas sin cementar situados a +2 m sobre el nivel del mar. Aparecen en el interior de algunas calas, constituyendo terrazas que limitan, mediante un pequeño escarpe, con la playa actual. Por sus características composicionales y texturales han sido interpretados como depósitos de antiguas playas que se formaron con el nivel del mar situado unos 2 m por encima del actual.

En Empúries, junto a las ruinas de una importante ciudad greco-romana, se ha localizado un nivel de gravas y arenas ligeramente cementado a +1,5 m, correspondiente a una playa levantada que fue citada anteriormente por Solé Sabarís (1961). Este depósito tiene algunas características peculiares que lo diferencian de las otras playas localizadas. Por un lado, presenta gran cantidad de fragmentos rodados de cerámica, la clasificación de los cuales permite establecer que la edad de su sedimentación es posterior a los siglos III-II a.C. (Tabla 1). Por otro, está cortado por varias edificaciones posiblemente relacionadas con la construcción del puerto romano, que data de los siglos II-I a.C. Además, contiene abundantes fragmentos de conchas de moluscos, entre los que figuran como especies dominantes los bivalvos *Sponaylus* (S.) *gaederopus, Anomia ephippium, Chiamys (Ch.)* sp. y M*ytilus* (M.) sp., y los gasterópodos M*onodonta turbinata, Ocenebra erinacea, Gibbula* sp., *Patella* sp. y *Astraea (Bolma) rugosa.* Esta fauna es propia de un medio litoral rocoso, y no arenoso como el que hoy en día existe en este sector de costa. De hecho, Marqués y Julia (1983) ya constataron, en base a criterios arqueológicos y geomorfológicos, que el medio costero en el que se desarrollaron las poblaciones griega y romana de Empúries era de tipo rocoso, y que el nivel del mar se encontraba unos 2 m por encima del actual.

La edad del nivel de Empúries, que ya fue atribuido al Flananense reciente por Solé Sabarís (1961), es posterior a 250 a.C. y probablemente anterior a la construcción del puerto romano (siglos II-1 a.C.). Aunque no existen datos concretos sobre la edad de las restantes piavas levantadas, han sido relacionadas con las últimas pulsaciones de la transgresión Flandriense (Roqué y Pallí, 1995, 1996a y b).

c) Piavas sumergidas cementadas

Han sido localizadas en distintos lugares de la Costa Brava meridional, pero no se tiene constancia de su

existencia en ios sectores central v septentrional. Hasta la fecha han sido identificadas en Platja Fonda (Begur); Tamariu, L'tarranc y Punca deis Burricaires (.Paiafrugell); Cap de Planes (Palamós); Platja d'es Monestri, Cala de la Roca del Paller, Cap Roig y Platja de la Belladona (Calonge); Cala del Pi (Platja d'Aro); Sant Pol (Sant Feliu de Guixols); Cala Fucadera, Cala Giverola y Mar Menuda (Tossa de Mar); y Canvelles (Lloret de Mar).

Se trata de depósitos de gravas y arenas cementadas que constituyen plataformas paralelas a la línea de costa, dispuestas con una Ligera inclinación hacia mar abierco. En general se sitúan entre +0,5 y -2 m sobre el nivel del mar actual, aunque llegan a aparecer hasta -5 m. Su extensión lateral es decamétrica y su anchura métrica. Su espesor no supera los 2 m. La composición y la textura de los sedimentos que las componen es muy parecida a la de las playas actuales de las zonas en las que aparecen. Suelen presentar estratificación cruzada planar, invariablemente inclinada hacia mar abierto. Algunas de estas plataformas están parcial o totalmente recubiertas por los sedimentos actuales durante la mayor parte del año, aflorando sólo después de fuertes temporales. Este hecho impide a menudo determinar el espesor de estos niveles y la naturaleza de los materiales sobre ios que se apoyan. No obstante, en algunos de los depósitos localizados se ha constatado que bajo ellos existe una plataforma de abrasión ligeramente inclinada hacia mar abierto, excavada en las rocas del sustrato (Fig. 4).

Por sus características sedimentológicas y geomorfológicas, estos materiales han sido interpretados como playas cementadas (Roqué y Pata, 1995, 1996a y b). Se trata de *beachrock* desarrolladas en sedimentos que contienen una baja proporción de carbonados (entre el 3% y el 20% de su peso), los cuales corresponden casi en su totalidad a bioclastos (en su mayor parte f.ragmentos de algas coralináceas). El cemento, identificado como calcita magnesiana, deriva de ios bioclastos. En Sane Pol se ha podido observar, en eÍ interior de la plava actual, una lámina cementada de 3 cm de espesor situada a 4-0,5 m sobre el nivel del mar, y que contiene una proporción de elementos carbonáucos (exclusivamente bioclastos) del 24,6% de su peso. Cabe señalar que el porcencage de carbonatos de la playa de Sant Pol no supera ei 1,5% en peso.

En la superficie de estas playas cementadas sumergidas se han desarrollado formas de erosión de tipo pilancón, a menudo parcialmente rellenas de arena y grava. Suelen presentar también una erosión diferencial muy marcada entre los niveles de gravas, menos

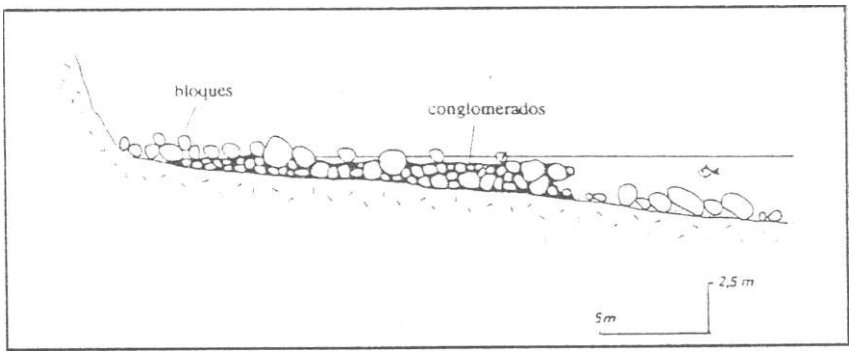

Fig. 3. Corte esquemático del depósito de conglomerados en Ses Olleres (Sant Feliu de Guixols).

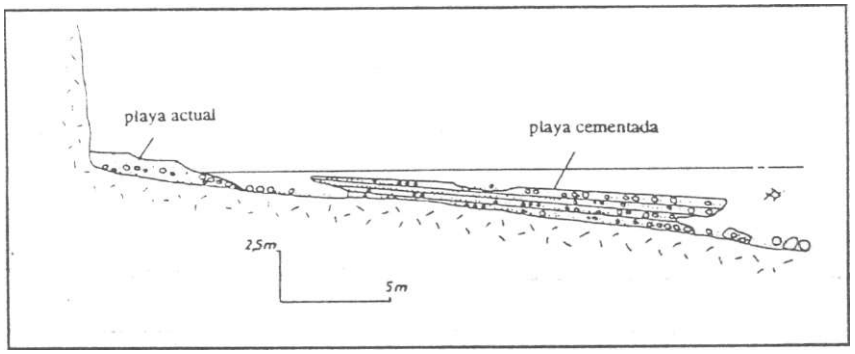

Fig. 4. Corte esquemático de la playa sumergida cementada del Cap de Planes (Palamós).

resistentes, y los de arenas cementadas, más resistentes, lo que confiere al depósito un aspecto parecido a pequeñas cuestas. No son raras las formas de aspecto fungiforme, más o menos aisladas, que sobresalen por encima de estos niveles, o bien, sobre la plataforma de erosión infrayacente. A menudo, se han desprendido bloques a lo largo de fracturas que cortan transversal y longitudinalmente estos materiales.

Las playas sumergidas localizadas se han subdividido en dos grupos siguiendo un criterio altimétrico. El *superficial,* que comprende las situadas entre 0 y -2,5 m, son las más abundantes. El *profundo* integra las que se hallan entre -2 y -5 m. Estas últimas han sido localizadas en el Cap Roig, Sant Pol, Cala Futadera y Mar Menuda.

La playa fósil sumergida de la cala de Sant Pol es la que hasta el momento ha podido ser estudiada con mayor detalle. Si bien suele estar parcialmente recubierta por sedimentos actuales, cuando estos son barridos por los temporales aflora sin ningún recubrimiento de algas ni otros organismos, lo que permite una observación directa de los materiales que la componen. En ella se han identificado tres niveles superpuestos (Roqué y Pallí, 1995), que de más alto a más bajo son los siguientes:

1) *Nivel superior.* Su techo se sitúa entre 0 y -1,5 m. Corresponde a una playa cementada compuesta de arena y grava, de 0,8 a 1 m de espesor. Contiene fragmentos de cerámica muy rodados y algunos trozos de conchas de moluscos, entre los que dominan los *Spondylus* (S.) *gaederopus.* Este nivel pertenece al conjunto de las playas superficiales.

2) Nivel *medio.* Se sitúa entre -1,75 y -2 m. Su espesor es de 0,3 a 0,5 m y está formado por crecimientos incrustantes de algas coralináceas que envuelven detríticos. En este nivel aparecen fragmentos muy poco rodados de cerámica. Contiene hasta un 17% de elementos detríticos. Este aepósito calizo se sitúa justo en e límite entre las playas superficiales y las profundas.

3) *Nivel inferior.* Se ha observado a una profundidad de entre -2 y -2,5 m. Su esp
su base no es visible. Está c

meediana, fuertemente cementada. Consideramos este nivel como relacionado con las plataformas profundas.

De la cota en la que se encuentran hoy en día estas playas, se puede extrapolar que el nivel del mar en el momento de su deposición se encontraba ligeramente por debajo del actual. En el caso concreto de las playas superficiales, la cota sería de unos -0,5 m, mientras que en el de las profundas de -2,5 m. El nivel medio de Sant Pol se relaciona probablemente con un nivel del mar más alto que el actual, que permitió el crecimiento de las algas incrustantes en un medio de baja energía.

La edad de las playas superficiales y del nivel medio de Sant Pol ha podido establecerse en base a los materiales arqueológicos recogidos (Tablas 2 y 3) y a las dataciones de 14C realizadas (Tabla 4). La cerámica incluida en el nivel superior de Sant Pol, muy rodada, permite establecer que el depósito es posterior a los siglos I-II d.C. De este nivel y de la playa superficial de Platja Fonda se han realizado varias dataciones de 14C a partir de conchas de *Spondylus* (S.) *gaederopus.* Los valores obtenidos dan una edad no calibrada de alrededor de 1000 BP para las playas superficiales. Una de las dataciones (SP2) es de 2171±50 BP, y corresponde a una muestra recogida en la parte baja del nivel superior de Sant Pol, cerca del límite con el nivel medio. La edad del nivel medio de Sant Pol, en base a su contenido cerámico, poco rodado, debe situarse entre el cambio de era y el siglo I d.C. A partir de una muestra del material calizo se ha obtenido una datación radiocarbónica no calibrada de 2011±49 BP.

CONCLUSIONES

Los depósitos litorales emergidos estudiados en la Costa Brava corresponden a acumulaciones de bloques cementados al pie de acantilados y a antiguas playas levantadas. La sedimentación de estos materiales, en particular de las playas, se relaciona con un nivel del mar situado unos 2 m por encima del actual. En Empúries se ha establecido que una playa levantada +1,5 m es posterior al 250 a.C., y probablemente anterior a los siglos II-I a.C. Si bien no existen datos precisos sobre la edad de los otros depósitos emergidos, se atribuyen a las últimas pulsaciones de la transgresión Flandriense.

Los depósitos sumergidos, por su parte, corresponden a antiguas playas cementadas (*beachrock*) con un nivel calizo intercalado.Se distribuyen en dos grupos en función de su cota. Las playas profundas, situadas entre -2 y -5 m, corresponden a un nivel del mar situado alrededor de -2,5 m. Hasta el momento no ha podido establecerse su edad. El nivel de algas coralináceas que separa los dos conjuntos de playas, actualmente sólo identificado en Sant Pol, tiene una edad radiocarbónica no calibrada de 2011±49 BP, y su contenido en cerámica permite datarlo entre el cambio de era y el siglo I d.C. Esta capa se formó en un estadio de nivel del mar más alto que el actual, posiblemente relacionado con los depósitos emergidos. Las playas superficiales, comprendidas entre 0 y -2,5 m, son las más

Tabla 1. Materiales cerámicos del nivel de playa +,5 m de Empúries.

Muestra	Descripción	Cronología
EPF 1	Ánfora ibérica de boca plana	600 a.C. a 5 a.C.
EPF 2	Posible ánfora ibérica	Indeterminable
EPF 3	Cerámica de cocina de época romana	Siglos III-II a.C. en adelante
EPF 4	Cerámica de cocina de época romana	Siglos III-II a.C. en adelante

Laboratori d'Arqueologia, Universitat de Girona.

Tabla 2. Materiales cerámicos del nivel superior de Sant Pol.

Muestra	Descripción	Cronología
SPS 3	*Tegula* plana	Época romana
SPS 4	*Tegula* plana	Época romana
SPS 5	*Tegula* plana	Época romana
SPS 6	Cerámica de cocina de época romana	Siglos I-II d.C.
SPS 7	Posible Tegula plana	Época romana
SPS 8	Posible Tegula plana	Época romana

Laboratori d'Arqueologia, Universitat de Girona.

Tabla 3. Materiales cerámicos del nivel medio de Sant Pol.

Muestra	Descripción	Cronología
SPI 2	*Ánfora romana*	Siglos I-II d.C.
SPI 3	Cerámica de cocina de época romana	Posiblemente siglos I-II d.C.
SPI 4	Ánfora romana Tarrasconesa	40 a.C. a 5 d.C.

Laboratori d'Arqueologia, Universitat de Girona.

Tabla 4. Dataciones de ^{14}C de las playas sumergidas de la Costa Brava.

Localización	Muestra	Datación radiocarbónica ^{14}C (BP)
Sant Pol (nivel medio)	SP 1	2011±49
Sant Pol (nivel superior)	SP 2	2171±50
Sant Pol (nivel superior)	SP 3	938±49
Sant Pol (nivel superior)	SP 4	1000±48
Platja Fonda (playa superficial)	PF 1	1127±48

Servei de datació de Triti i Carboni14, Departament de Geologia, Universitat Autònoma de Barcelona. Bellatera, (Barcelona), Spain.

abundantes. Se depositaron con el nivel del mar situado alrededor de -0,5 m respecto del actual. Su contenido cerámico permite establecer que se formaron con posterioridad a los siglos I-II d.C. Las dataciones realizadas de 14C dan una edad no calibrada para estas playas de alrededor de 1.000 BP.

Agradecimientos

Los autores quieren expresar su agradecimiento a los miembros del Laboratori d'Arqueologia de la Universitat de Girona por la clasificación y datación de los fragmentos cerámicos. Este trabajo ha sido financiado por el proyecto de Investigación 9196010 de la UdG.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Barbaza, Y. (1970): *Morphologie des secteurs rocheux du litoral catalan septentrional.* Ed. Centre National de la Recherche Scientifique, 11, 150 p.

Marqués, M.A. y Julià, R. (1983): Características geomorfológicas y evolución del medio litoral de la zona de Empúries (Girona). *Cuadernos Laboratorio Xeolóxico de Laxe,* 5, 155-165.

Pallí, L. (1976): Morfología del sector sur de la Costa Brava. *Ancora,* 1440, 6

Riba, O. (1981): Canvis de nivell i de salinitat de la Mediterrània occidental durant el neogen i el quaternari. *Treb. Inst. Cat. Hist. Nat.,* 9, 45-62.

Roqué, **C.** y Pallí, L. (1995): Playas fósiles sumergidas en la Costa Brava Meridional (Girona). En Aleixandre, T. y Pérez, A. (ed.). *Reconstrucción de paleoambientes y cambios climáticos durante el Cuaternario.* Centro de Estudios Medioambientales. Monografías, 3, 15-25.

Roqué, **C.** i Pallí, L. (1996a): Oscillacions del nivell del mar i sediments associats durant l'holocè a la Costa Brava meridional (Girona). *Scientia Gerundensis,* 22, 61-69.

Roqué, **C.** i Pallí, L. (1996b): Sediments antics del litoral del Baix Empordà entre Es Forn (Begur) i Vallpresona (Santa Cristina d'Aro). *Estudis sobre el Baix Empordà,* 15, 5-33.

Solé Sabarís, L. (1961): Algunes precisions sobre les oscillacions climàtiques quaternàries a les costes catalanes i balears. *Miscellània Fontserè,* 399-427.