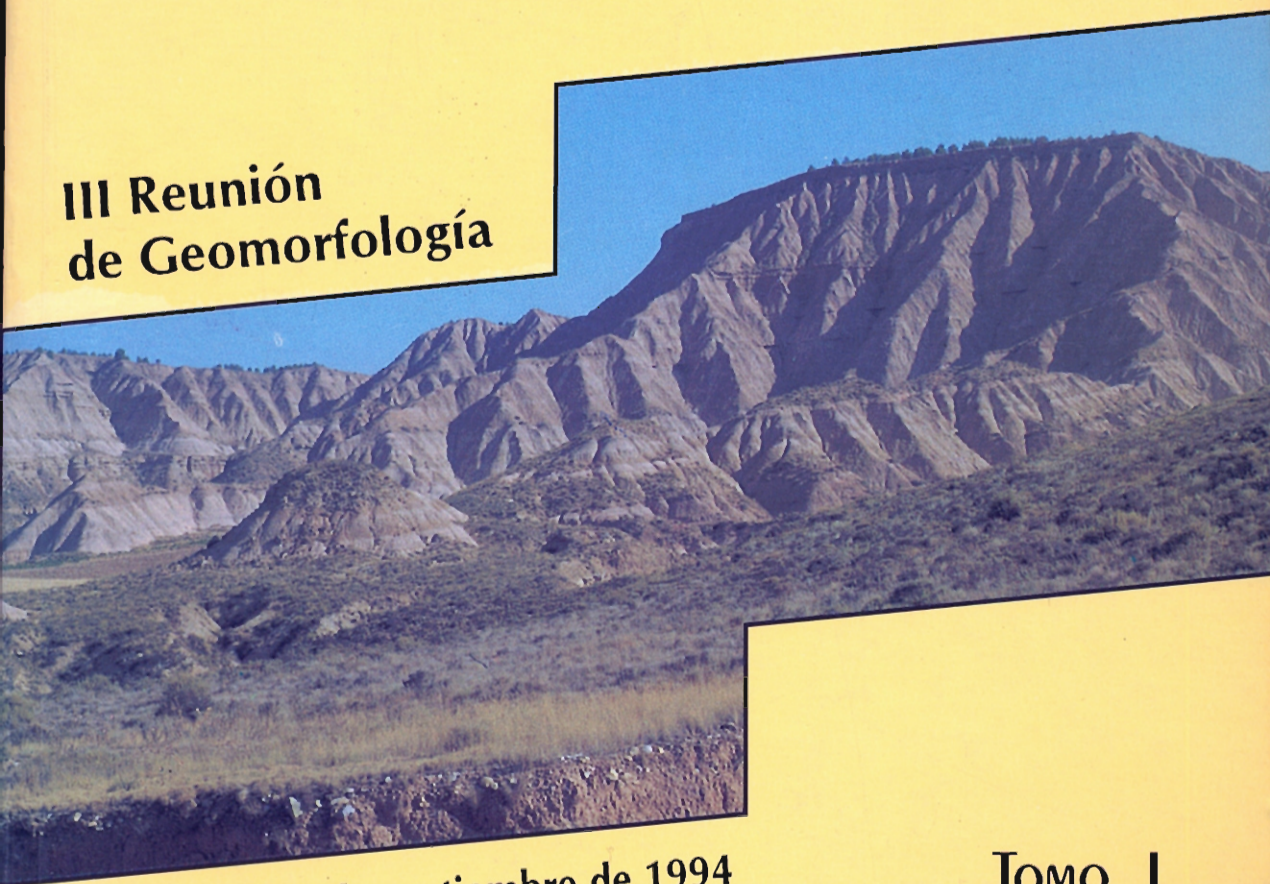


J. ARNÁEZ-VADILLO, J. M. GARCÍA-RUIZ, A. GÓMEZ VILLAR, Edrs.

GEOMORFOLOGÍA EN ESPAÑA

III Reunión
de Geomorfología



Logroño, 14-16 de septiembre de 1994

TOMO I



SOIEDAD ESPAÑOLA
DE GEOMORFOLOGÍA

Sociedad Española de Geomorfología
Universidad de La Rioja
Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC
Instituto de Estudios Riojanos

José Arnáez Vadillo, José M. García Ruiz y Amelia Gómez Villar, Edrs.

GEOMORFOLOGIA EN ESPAÑA

Tomo I

III Reunión Nacional de Geomorfología
Logroño, 14 a 16 de septiembre de 1994

Sociedad Española de Geomorfología
Universidad de La Rioja
Instituto Pirenaico de Ecología, C.S.I.C.
Instituto de Estudios Riojanos

Logroño, 1994

«Cuesta mucho reir,
basta un tren para llorar».

Bob Dylan, Highway 61 Revisited.

Foto de portada: Cárcavas en Autol, La Rioja (José M. García Ruiz).

© Sociedad Española de Geomorfología

Reservados todos los derechos

Ninguna parte de este libro puede ser reproducida, almacenada en un sistema informático o transmitida de cualquier forma o por cualquier medio electrónico, mecánico, fotocopia, grabación y otros medios sin previo y expreso permiso del propietario del copyright.

I.S.B.N.: Obra completa: 84-89054-00-2

Tomo I: 84-89054-01-0

Depósito legal: Z. 2.406 — 1994

Imprime:

Coop. de Artes Gráficas
Librería General
Pedro Cerbuna, 23
50009 Zaragoza

EL PAPEL DEL CONTEXTO ESTRUCTURAL Y LOS PROCESOS DE ALTERACIÓN EN EL MODELADO DE DOS SECTORES DE LA COSTA GALLEGA: VALDOVIÑO Y CARNOTA

R. Blanco Chao, M. Costa Casais & A. Pérez Alberti

Departamento de Xeografía. Universidad de Santiago.

RESUMEN. En la presente comunicación se pone de manifiesto la importancia de los factores estructurales y los procesos de alteración en el modelado del litoral gallego. Se analizan dos sectores: uno, situado en el área de A Frouxeira (Valdoviño, A Coruña), desarrollado sobre materiales esquistosos, en los que la estructura y diferenciación mineralógica han sido determinantes en el modelado y, otro, ubicado en el sector de Carnota (A Coruña), en el que lo han sido los procesos de alteración sobre granodioritas.

Palabras clave: Litología, estructura tectónica, meteorización, litoral, Galicia.

ABSTRACT. In this paper we show the significance of structure and weathering processes in galician coastal landforms. Two sectors are analyzed: the first, in Frouxeira (Valdoviño, A Coruña), developed on schists, where structure and mineralogy controls landforms, and another in the sector of Carnota (A Coruña), in which the weathering of granodiorites are the most important factor.

Key words: lithology, tectonic structure, weathering, shore, Galicia.

INTRODUCCIÓN

Hasta el momento actual la mayor parte de las investigaciones sobre el litoral en Galicia se han centrado, en gran medida, en aspectos generales (Nonn, 1966) o en estudios

sedimentológicos (Asensio & Grajal, 1982; Vilas, 1982; Grajal, 1990 entre otros) prestándole escasa atención a los aspectos morfológicos y estructurales de detalle.

Para la realización de nuestro estudio hemos seleccionado dos áreas representativas del litoral gallego (Figura 1). Por un lado el sector de Punta Frouxeira, situado al norte de Ferrol y, por otro el de Carnota, al sur del Cabo Fisterra, ambos en la provincia de A Coruña. En la primera dominan los esquistos de la serie de Ordes; en el segundo rocas graníticas.

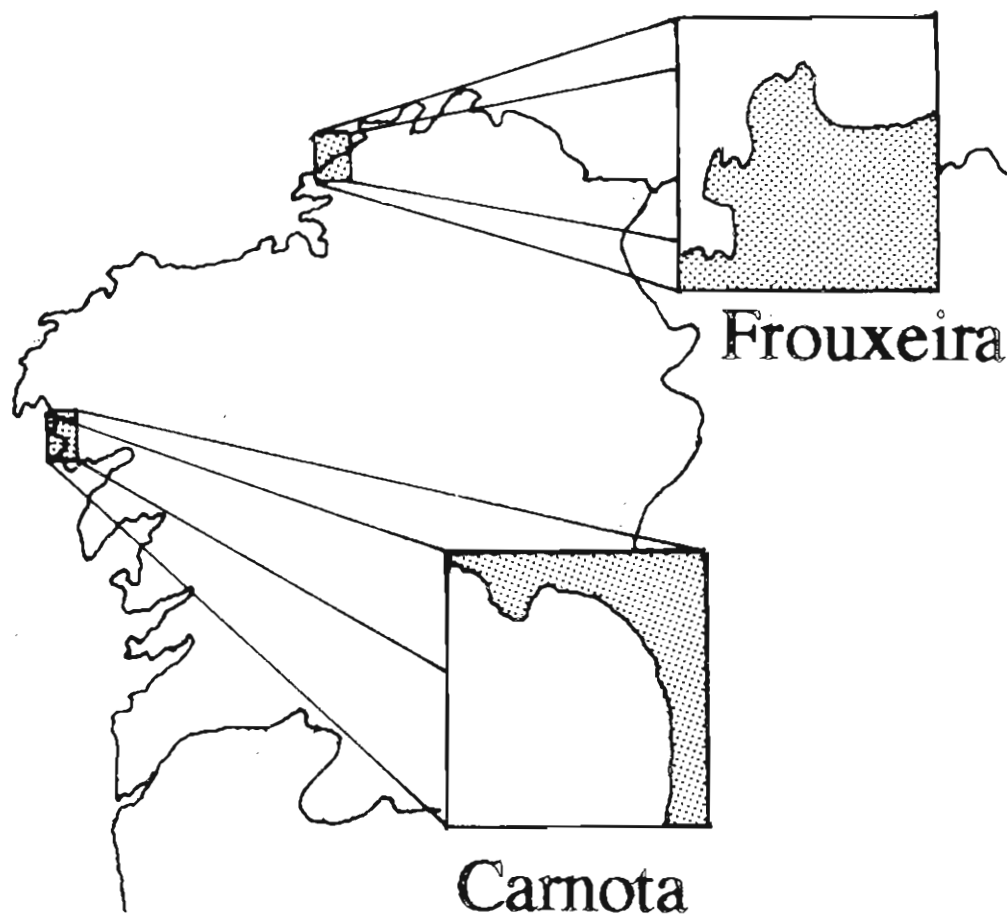


Figura 1. Localización del área de estudio.

En nuestro trabajo ponemos en evidencia que la configuración del litoral gallego está fuertemente condicionado, en primer lugar, por el tipo de roca; en segundo lugar por la estructura tectónica y, en tercer lugar, por el grado de alteración de los materiales. Estos factores han condicionado muy intensamente la acción de la dinámica marina.

Se trata de factores interrelacionados entre sí. Sin embargo hemos podido constatar que en ocasiones ha sido la estratificación o fracturación de los materiales los que han condicionado las formas litorales mientras que, en otras, el factor primordial ha sido la intensa meteorización de los materiales en relación a un intenso juego de bloques tectónicos.

EL PAPEL DE LA ESTRUCTURA EN LA CONFIGURACIÓN DEL LITORAL: EL EJEMPLO DE PUNTA FROUXEIRA (VALDOVIÑO, A CORUÑA)

Punta Frouxeira constituye el extremo occidental que protege un entrante de la línea de costa en la cual se emplaza el complejo lagunar de A Frouxeira, cerrado por una amplia playa tras la que se dispone la laguna y un extenso campo dunar.

Las rocas presentes constituyen el extremo septentrional de la Serie de Ordes, formando un sinclinal de dirección N-S, de manera que en los extremos de la playa la sucesión estratigráfica (Figura 4) determina la diferenciación mineralógica. Según Díaz García (1982) (Citado por Bastida, *et al*, 1984) los materiales que constituyen en este sector la Serie de Ordes serían, de muro a techo, emplazadas actualmente de oeste a este: *metasamitas*, alternancia de *metasamitas* y *metapelitas*, *pelitas negras*, *metasamitas*, *metapelitas* y *niveles de conglomerados*, y *arcosas* y *gneises*. Además del tamaño del grano, las principales diferencias entre los tramos son de orden mineralógico concretamente en el mayor o menor contenido en cuarzo.

Centrándonos en el área de Punta Frouxeira, nos encontramos en el flanco izquierdo del sinclinal, lo que determina la dirección de buzamiento de los estratos. Estos presentan una dirección N-S, buzando 75° al Oeste, direcciones que comparten los planos de esquistosidad, que afectan a los materiales con un grado variable según el tramo. Todo el sector se encuentra intensamente tectonizado, existiendo un complejo patrón de fracturas, cuyas principales direcciones son entre los 20-30° O, 30-40° E, y otras de dirección netamente N-S y E-O (Figura 4). La mayor parte de estas fracturas, especialmente las de dirección E-O, presentan una inclinación de 45° al Norte, existiendo también diferentes grados de desnivelaciones, desde simples diaclasas a saltos de más de 2 metros.

Nos encontramos, pues, que los principales factores estructurales (Figura 2), son los que determinan la distinta respuesta a los procesos marinos, en base fundamentalmente al establecimiento de líneas de debilidad, a favor de los planos de estratificación, de esquistosidad y principalmente de fracturación, así como a la presencia de materiales más o menos blandos según su grado de alteración.

Las diferenciaciones mineralógicas entre los distintos tramos, se evidencian perfectamente en varios hechos. En primer lugar se observa que el sector estudiado constituye una *rasa*, antigua superficie de abrasión marina, basculada a favor de las fracturas en múltiples escalones, ascendentes de Norte a Sur. Esta hipótesis es, a nuestro juicio, más lógica que considerar la presencia de varias superficies de diferente edad labradas a distintas alturas

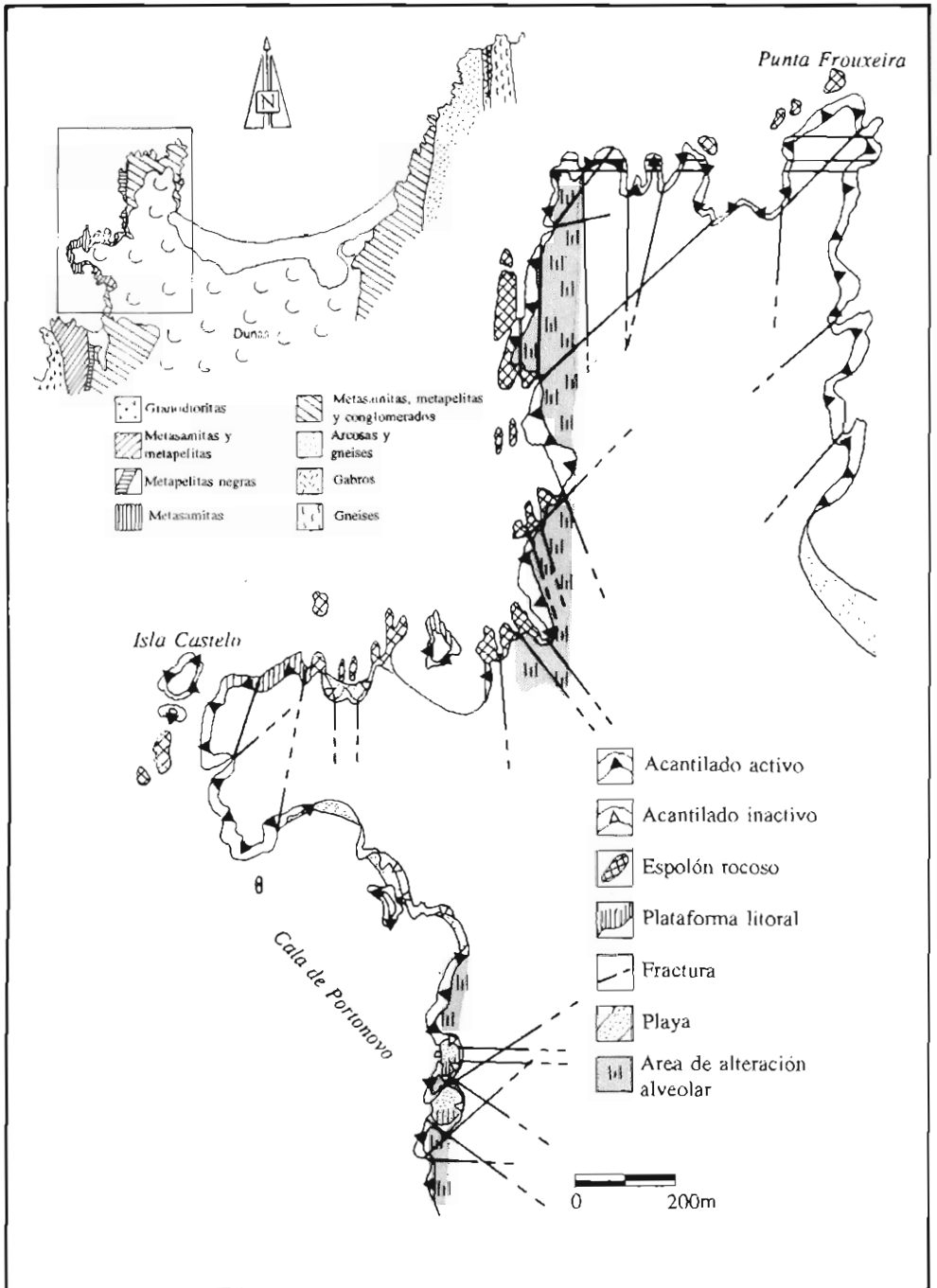


Figura 4. Mapa geomorfológico del área de Punta Frouxeira. Litología según Díaz García (1982).

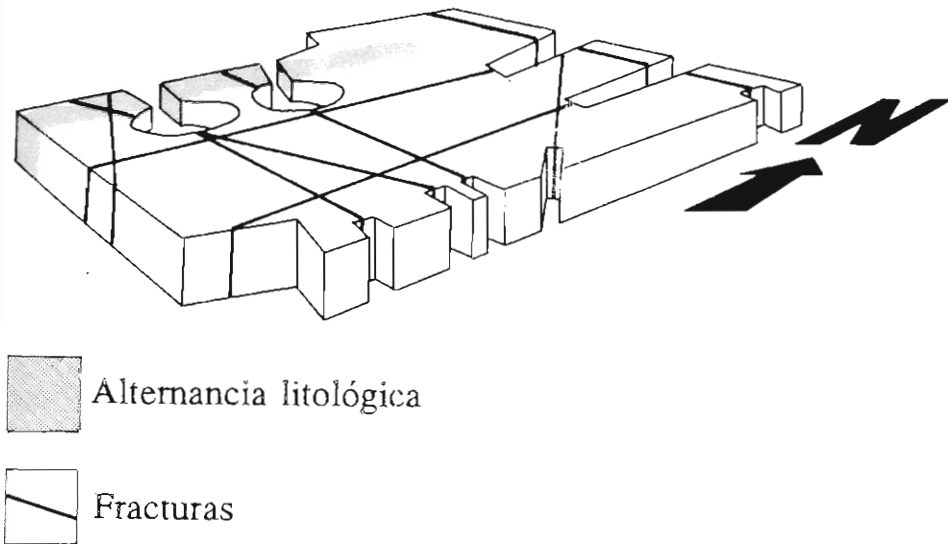


Figura 2. Factores estructurales en el modelado del área de Punta Frouxeira.

(Flor, *et al*, 1983). Frente a la uniformidad de la superficie, en el sector occidental aparece una banda en la que los afloramientos se han visto afectados por una intensa alteración de tipo alveolar, destacándose a más altura que la superficie de abrasión. Los tramos adyacentes a esta banda presentan un grado de alteración muy superior. En otros sectores, como la Cala de Portonovo, la superficie de abrasión mantiene la uniformidad pero un grado de alteración muy desigual. Dado que la rasa no podría haberse uniformizado sobre materiales con diferente resistencia, la alteración ha de ser, necesariamente, subaérea.

El sector de las calas de Portonovo nos da una buena idea de estos procesos (Figura 3). Una vez que la superficie de abrasión queda expuesta a los procesos subaéreos, sea por regresión marina, levantamiento del continente, o ambos, comienza a alterarse de forma diferencial según la mineralogía de cada tramo, de modo que el frente de alteración, que progresa de arriba a abajo, alcanza una mayor profundidad en los materiales menos resistentes. Cuando el mar comienza a atacar, encuentra una respuesta diferente según el grado de alteración, de modo que retroceden más rápidamente los materiales más debilitados, quedando en resalte en planta los menos alterados, en este caso las pelitas negras.

La combinación de todos estos factores y procesos da lugar a las formas actuales. Los acantilados oscilan en altura desde más de 20 metros, hasta apenas 2, siendo más altos en el flanco occidental dado que aquí el buzamiento favorece los procesos de socavación basal, creando acantilados escarpados, a menudo no ya verticales sino inclinados hacia el mar. El complejo patrón de fracturas, controla la localización y desarrollo de los entrantes

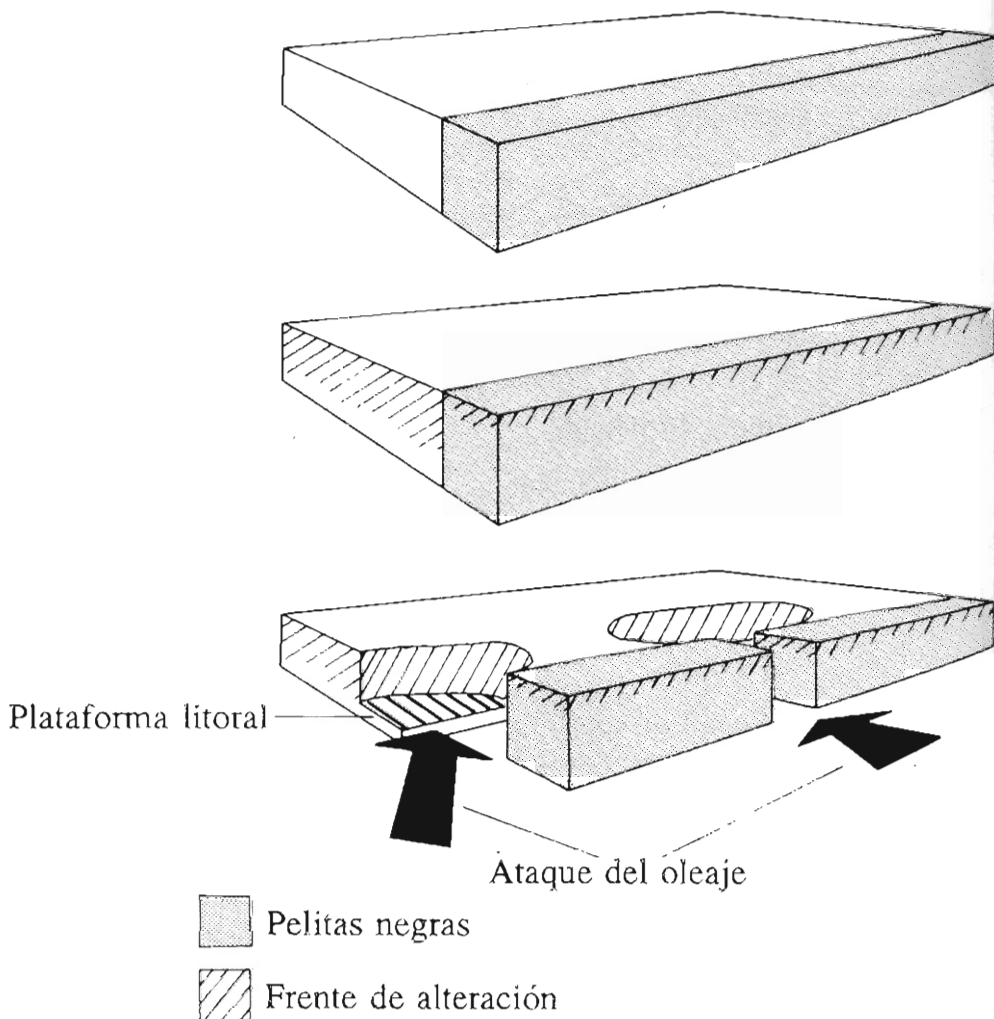


Figura 3. Papel de la diferenciación litológica y la alteración en el modelado. Caja de Portonovo.

de la línea de costa, formándose cuevas y pequeñas calas que siguen las direcciones de estos planos de debilidad, bien a favor de una fractura principal, como predominan en el extremo Norte, o por la combinación de dos líneas de fractura. Así, conforme retrocede la costa, quedan largos espolones rocosos que mantienen la dirección estructural N-S predominante, ofreciendo un aspecto desgarrado tanto en planta como en perfil. Las plataformas litorales existentes parecen responder, frente a lo observado en otros puntos de la costa gallega, a la existencia de diferencias en sentido vertical en el grado de alteración, debido al ya citado carácter subaéreo. Buenos ejemplos de ello aparecen al este de Isla Castelo, donde encontramos una amplia plataforma de carácter estructural

desarrollada sobre materiales casi frescos sobre los cuales se disponen otros intensamente alterados. Igualmente, en la Cala de Portonovo, tras los espolones de roca fresca que cierran las pequeñas calas, se observa una bien desarrollada plataforma, no cabiendo aquí la posibilidad de que fuera la energía del oleaje el principal factor responsable de su formación, sino la presencia de un frente de alteración a una determinada profundidad. Ello demuestra que, pese a que es la abrasión el agente principal en la formación de las plataformas (Trenhaile, 1987), los determinantes estructurales y el grado de alteración juegan un papel fundamental.

EL PAPEL DE LOS PROCESOS DE METEORIZACIÓN EN LA CONFIGURACIÓN DE LA COSTA: EL EJEMPLO DEL ÁREA DE CARNOTA (A CORUÑA)

En el sector de Carnota observamos una amplia área aplanada, rodeada por escarpes que alcanzan los 200-300 m de altitud, sobre el que se emplaza una extensa área hidromorfa afectada por la oscilación mareal, cerrada por una playa con cordón dunar.

Estamos ante granitoides calcoalcalinos tardihercínicos, que a su vez se pueden enmarcar dentro de las granodioritas tardías y granitos de dos micas hercínicos, tipo Barbanza y Dumbria, (IGME, 1978). La diferente composición mineralógica, sobre todo el distinto tamaño de los cristales, así como su disposición y geometría, ha condicionado la alteración diferencial de los materiales que se hallan dispuestos en macizos más o menos alargados en dirección N-S. Superficialmente tienen una mayor extensión los granitos de dos micas que constituyen los escarpes que cierran el espacio estudiado. Este sector se encuentra muy intensamente tectonizado, ofreciendo las fracturas una dirección dominante N-S, E-O, NE-SO y NO-SE. La red de fracturación ha condicionado el avance de la meteorización diferencial de los granitoides de la zona, ayudando a configurar las formas actuales.

La importancia de los movimientos tectónicos es fundamental para entender la alteración posterior de este espacio. Las fracturas, generadas durante la etapa final de la orogenia Hercínica (Parga Peinador, 1969), rejuvenecidas en tiempos pre-eógenos, y vueltas a reactivar en el Neógeno, serán las que marquen el camino al movimiento diferencial de bloques, favoreciendo el levantamiento de unos y el hundimiento de otros, basculando algunos ligeramente, (Pérez Alberti, 1982). Este conjunto de horst y fosas tectónicas, individualizadas en el espacio, fueron claves en la evolución del relieve.

En Carnota nos encontramos con un bloque hundido, afectado por una red de fracturación muy intensa, lo que unido a condiciones climáticas con un mayor grado de humedad y de temperatura más elevada condicionará los rasgos fundamentales de su evolución. Destacaremos especialmente la importancia del ambiente durante el Terciario, momento en el que existieron condiciones tropicales que favorecieron el desarrollo de importantes mantos de alteración (Nonn, 1967), potenciando una intensa edafogénesis.

Estamos, pues, ante una megaforma cóncava, concretamente un alveólo granítico cuya génesis se encuentra en relación con la red de fracturación, la textura y la mineralogía. Sin embargo, si bien es cierto que los movimientos tectónicos generaron el hundimiento del área, una etapa de estabilidad tectónica posterior convertirá las fracturas en el camino a partir del que se canalizarán los procesos de alteración, tanto ascendentes (hidrotermales/termales), como descendentes (iluvación o edáficos). Los procesos de edafogénesis se han generado de manera desigual, siguiéndolo un desgaste intenso y profundo. La meteorización favoreció el desarrollo de una mayor o menor profundidad del frente de alteración, en el cual se produce una transición del material lavado y alterado al substrato fresco. Este es el origen de las superficies grabadas o de corrosión química, reconocibles en la actualidad, y que están en relación con las superficies residuales de la zona. Estas formas serían por tanto horizontes resistentes o potencialmente resistentes desarrollados dentro del saprolito, que más tarde quedaron expuestas a los procesos subaéreos al desmantelarse la capa de alteritas por la acción fluvial, marina, o más probablemente, ambas.

Las oscilaciones del nivel del mar acaecidas durante el Cuaternario debieron jugar un importante papel en la evacuación de la capa de alteritas, combinándose con la acción de las aguas continentales. De lo que no cabe duda es de que en un momento determinado, que en el estado actual de la investigación nos es imposible determinar, se produce un descenso relativo del nivel del mar, que provoca la formación de una playa y un cordón dunar. Suponiendo que tal fenómeno aconteciera durante un episodio frío, el cambio de las condiciones climáticas hace que las aguas continentales vuelvan a circular, pero encontrando ahora problemas de drenaje por la presencia de la playa y el avance hacia el interior de las dunas lo que propiciaría la formación de áreas encharcadas. Actualmente (Figura 5), estas áreas de marisma se encuentran sometidas a la acción de las mareas, que se transmiten a través de la desembocadura de los ríos, en especial en Boca do Río, llegando a alcanzar, en las mareas vivas o durante temporales, una amplia zona de la llanura.

En los extremos norte y sur del sector encontramos una plataforma litoral bien desarrollada sobre los granitos, plataformas que pese a que algunos autores (Twidale *et al.*, 1977) consideran que se encuentran en relación con fenómenos de corrosión química e intensa meteorización, probablemente se vinculen más a los procesos mecánicos.

En síntesis, las formas dominantes se engloban dentro de un largo periodo de alteración y exhumación posterior. Las formas resultantes fueron retrabajadas por el mar, y en muchos casos aún lo son, presentando una morfología en forma de llama o seta, con la base más estrecha por la abrasión ejercida por el oleaje, y una parte superior más ancha, sometida a procesos de alteración subaérea.

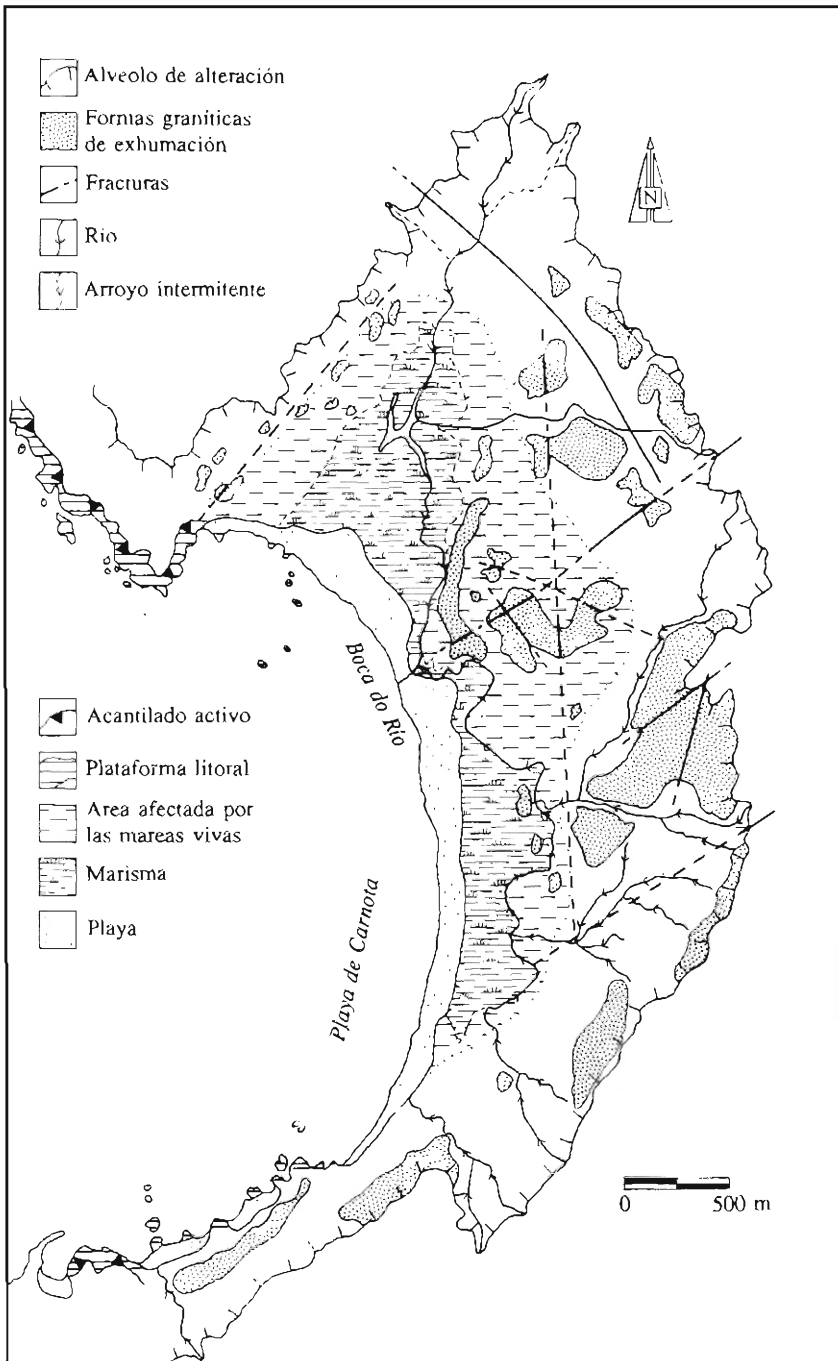


Figura 5. Mapa geomorfológico del área de la playa de Camota.

CONCLUSIONES

El modelado litoral en Galicia presenta unos condicionantes estructurales muy importantes, siendo factores como el tipo de roca y la presencia de planos de debilidad, bien por fracturación, bien por alteración, los que controlan de qué manera actuarán los procesos de la dinámica marina.

En el caso de rocas metamórficas, las direcciones de la estratificación, planos de esquistosidad y la diferenciación litológica son elementos básicos para explicar buena parte de los procesos de modelado del litoral. En otros materiales, como las rocas graníticas, son los procesos de intensa alteración heredados de pasados ambientes, y controlados también por la red de fracturación, los que establecen las directrices básicas de la evolución litoral.

Los factores estructurales resultan fundamentales a la hora de explicar el modelado y los procesos desarrollados en la costa a cualquier escala. No olvidemos que la dinámica litoral es el fruto de la interacción de formas y procesos entre dos ambientes, el marino y el continental, y que buena parte de los procesos litorales marinos (dirección de las corrientes, distribución de la energía del oleaje, tipo de oleaje...) se encuentran condicionados por estos aspectos estructurales.

Referencias bibliográficas

- Asensio Amor, I. & Grajal Blanco, M. (1982): Dynamics littoral and present sedimentation in the "Rías Centrales" of Galicia. *11th International Congress of Sedimentology*. McMaster University, Ontario.
- Bastida, F. *et al* (1984): *Memoria de la Hoja nº 1 del Mapa Geológico de España E. 1:200.000*. IGME.
- Díaz García, F. (1982): Estudio geológico del Complejo de Ordenes y su encajante en el sector comprendido entre Pantín y Cabo Prior (Costa cantábrica, NW de España). Tesis de licenciatura. Universidad de Oviedo.
- Flor, G. *et al* (1983): El complejo de dunas eólicas de la playa de la Frouxeira (Meirás-Valdoviño, La Coruña). *Cadernos do laboratorio Xeolóxico de Laxe*, nº 6.
- Grajal Blanco, M. (1982): *Procesos litorales en las rías de Betanzos y Ares (La Coruña)*. Fundación Barrié de la Maza. A Coruña.
- IGME (1978): *Memoria de la Hoja nº 93 del Mapa Geológico de España E. 1:50.000*. Madrid
- Nonn, H. (1966): *Les régions côtières de la Galice (Espagne). Étude géomorphologique*. Pub. Fac. Lettres. Strasbourg.
- Parga Peinador, J.R. (1969): Sistemas de fracturas tardihercínicas del Macizo Hespérico. *Trabajos del Laboratorio Geológico de Laxe*. 37.
- Pérez Alberti, A. (1982): *Xeografía de Galicia. Tomo I: O medio*. Ed. Salvora. A Coruña.
- Twidale, C.R., Bourne, J.A. & Twidale, N. (1977): Shore platforms and sealevel changes in the Gulfs region of South Australia. *Z. Geomorph.* 20. 228-55
- Trenhaile, A.S. (1987): *The geomorphology of rock coasts*. Clarendon Pres. Oxford.

- Twidale, C.R., (1985): Old land surfaces and their implications for models of landscape evolution. *Revue de Géomorphologie. Tomo XXXIV. n.º4.*
- Vilas Martín, F. (1982): Las zonas intermareales: algunos mecanismos sobre la formación de estructuras intermareales. *Cadernos do Laboratorio Xeolóxico e Laxe, n.º 3.*