



1110

**BANCOS DE ARENA CUBIERTOS
PERMANENTEMENTE POR
AGUA MARINA POCO PROFUNDA
(BANCALES SUBLITORALES)**

AUTORES

Juan Antonio Morales, José Borrego, Germán Flor y Francisco Javier Gracia

Esta ficha forma parte de la publicación **Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España**, promovida por la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino).

Dirección técnica del proyecto

Rafael Hidalgo.

Realización y producción



Coordinación general

Elena Bermejo Bermejo y Francisco Melado Morillo.

Coordinación técnica

Juan Carlos Simón Zarzoso.

Colaboradores

Presentación general: Roberto Matellanes Ferreras y Ramón Martínez Torres. Edición: Cristina Hidalgo Romero, Juan Párbole Montes, Sara Mora Vicente, Rut Sánchez de Dios, Juan García Montero, Patricia Vera Bravo, Antonio José Gil Martínez y Patricia Navarro Huercio. Asesores: Íñigo Vázquez-Dodero Estevan y Ricardo García Moral.

Diseño y maquetación

Diseño y confección de la maqueta: Marta Munguía.
Maquetación: Do-It, Soluciones Creativas.

Agradecimientos

A todos los participantes en la elaboración de las fichas por su esfuerzo, y especialmente a Antonio Camacho, Javier Gracia, Antonio Martínez Cortizas, Augusto Pérez Alberti y Fernando Valladares, por su especial dedicación y apoyo a la dirección y a la coordinación general y técnica del proyecto.

Las opiniones que se expresan en esta obra son responsabilidad de los autores y no necesariamente de la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino).

Coordinador: F.J. Gracia¹.

Autores: J.A. Morales², J. Borrego², G. Flor³ y F.J. Gracia.

¹Univ. de Cádiz, ²Univ. de Huelva, ³Univ. de Oviedo.

Colaboraciones específicas relacionadas con los grupos de especies:

Peces: Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN-CSIC). Ignacio Doadrio Villarejo y Claudia Patricia Ornelas.

Mamíferos: Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos (SECEM). Francisco José García, Luis Javier Palomo (coordinadores-revisores), Roque Belenguer, Ernesto Díaz, Javier Morales y Carmen Yuste (colaboradores-autores).

Plantas: Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP). Jaime Güemes Heras, Álvaro Bueno Sánchez (directores), Reyes Álvarez Vergel (coordinadora general, Sara Mora Vicente (coordinadora regional), Macarena García Silva, Rut Sánchez de Dios y Sara Mora Vicente (colaboradores-autores).

A efectos bibliográficos la obra completa debe citarse como sigue:

VV.AA., 2009. *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

A efectos bibliográficos esta ficha debe citarse como sigue:

MORALES, J. A., BORREGO, J., FLOR, G. & GRACÍA, F. J., 2009. 1110 Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina poco profunda (*Bancales Sublitorales*). En: VV.AA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 57 p.

Primera edición, 2009.

Edita: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Secretaría General Técnica.
Centro de Publicaciones.

NIPO: 770-09-093-X

ISBN: 978-84-491-0911-9

Depósito legal: M-22417-2009

1. PRESENTACIÓN GENERAL	7
1.1. Código y nombre	7
1.2. Definición	7
1.3. Relaciones con otras clasificaciones de hábitat	8
1.4. Descripción	8
1.5. Problemas de interpretación	18
1.6. Esquema sintaxonómico	19
1.7. Distribución geográfica	19
2. CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA	25
2.1. Regiones naturales	25
2.2. Demarcaciones hidrográficas	26
2.3. Identificación de masas de agua	26
2.4. Factores biofísicos de control	29
2.5. Subtipos	48
2.6. Exigencias ecológicas	48
2.7. Especies características y diagnósticas	48
2.8. Especies de los Anexos II, IV y V	51
3. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN	53
3.1. Identificación y evaluación de las especies típicas	53
4. BIBLIOGRAFÍA CIENTÍFICA DE REFERENCIA	55



1. PRESENTACIÓN GENERAL

1.1 CÓDIGO Y NOMBRE

1110 Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina poco profunda
(*Bancales sublitorales*)

1.2 DEFINICIÓN

La definición propuesta en el *Manual de interpretación de los hábitat de la Unión Europea* corresponde al concepto de bancales submareales. Esta descripción está realizada desde un punto de vista geomorfológico y biológico, aunque desde un punto de vista genético y sedimentológico incluye formaciones de distinto origen. En la vertiente atlántica de España, en su mayoría, se encuentran asociados a deltas mareales de flujo y reflujo localizados en la desembocadura de estuarios y lagunas costeras conectadas a mar abierto. Estos medios fueron caracterizados por Oertel en 1975 como “cuerpos de arena someros depositados por las corrientes mareales en los dos extremos de los canales de comunicación entre la costa abierta y zonas costeras confinadas”. Esta definición los caracteriza como elementos que constituyen los sistemas de islas-barrera y se sitúan en conexión con los caños mareales (*tidal inlets*) en ambos sentidos de la corriente mareal. De este modo los bancales externos o deltas de reflujo (*ebb-tidal deltas*) se localizan en el frente de las isla-barreras o los estuarios, en contacto con la zona de *nearshore*, mientras que los bancales internos o deltas de flujo (*flood-tidal deltas*) se sitúan en la parte trasera de las barreras y en contacto con la laguna litoral (*lagoon*) o la zona interior del estuario. A través de los medios citados se realiza el mecanismo de circulación mareal entre el medio marino abierto y los medios protegidos por la barrera.

Hay que destacar que en el caso de los bancales de la vertiente atlántica española, el carácter submareal marcado por la definición de la Directiva Europea no se cumple, ya que parte de los bancales queda expuesta durante las bajamareas.

Código y nombre del tipo de hábitat en el anexo 1 de la Directiva 92/43/CEE

1110 Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda.

Definición del tipo de hábitat según el *Manual de interpretación de los hábitat de la Unión Europea* (EUR25, abril 2003)

Bancos de arena sublitorales permanentemente sumergidos. La profundidad del agua casi nunca es superior a los 20m, como se refleja en las Cartas Náuticas. Incluyen bancos de arena sin vegetación y colonizados con vegetación perteneciente a [*Zosteretum marinae*] y [*Cymodoceion nodosae*].

Relaciones con otras clasificaciones de hábitat

EUNIS Hábitat Classification 200410

A5 Sublittoral sediment
A5.2 Sublittoral sand
A5.4 Sublittoral mixed sediments
A5.5 Sublittoral macrophyte-dominated sediment
A5.53 Sublittoral seagrass beds
A5.54 Angiosperm communities in reduced salinity

Palaeartic Hábitat Classification 1996

11.125 Shoals
11.31 SIN DEFINIR

En la vertiente mediterránea, la vertiente cantábrica y las Islas Canarias, los bancales tienen un origen distinto, desarrollándose en zonas de acumulación de sedimentos arenosos localizadas frente a ramblas o en los cañones rocosos situados en las plataformas de abrasión frente a costas acantiladas. En este caso, su origen está más relacionado con la acción oscilatoria de los trenes de olas en las zonas sublitorales. La única excepción en la vertiente mediterránea la constituyen las barras de frente deltaico desarrolladas en la desembocadura del Delta del Ebro.

En la zona sublitoral de ambas vertientes también se desarrollan bajos arenosos en los frentes de playa, relacionados exclusivamente con la acción del oleaje, en este caso y debido a su alta movilidad, están desprovistos de vegetación.

Definición mejorada propuesta:

*“Fondos costeros someros consistentes en bancos de carácter arenoso dominados por la acción de la marea y el oleaje, con carácter sub e intermareal, desprovistos de plantas vasculares y colonizados habitualmente por diatomeas e invertebrados y ocasionalmente por fanerógamas del género *Zostera*”.*

Las características enumeradas en esta definición englobarían a los deltas mareales, las barras de playa y los bancales arenosos desarrollados sobre plataformas rocosas.

1.3 RELACIONES CON OTRAS CLASIFICACIONES DE HÁBITAT

La lista de la directiva 92/43 CEE incluye tipos de hábitat de muy diferente magnitud y jerarquía, así por ejemplo, puede considerarse que el tipo de hábitat 1140 Llanuras mareales forma parte como submedio de otros tipos de hábitat de mayor magnitud como el 1130 Estuarios y el 1160 Grandes calas y bahías poco profundas. También se encuentran muy relacionados con las playas, ya que en el caso de los bancales externos presentan una continuidad lateral hacia las barras de oleaje que migran en la zona frontal de las playas.

1.4 DESCRIPCIÓN

Se trata de acumulaciones arenosas someras ligadas al ámbito costero abierto o desarrolladas en el interior de ambientes intermedios, preferentemente estuarios, rías y algún tipo de lagunas mareales. Dependiendo de esta ubicación, sus características son muy distintas.

Aunque a nivel global, este tipo de ambientes están descritos como parte de los sistemas de islas-barrera (ver figura 1.1), para el caso de las costas españolas, éstos quedan estrechamente vinculados a medios estuarinos y deltaicos activos (ver figura 1.2).

En los litorales españoles, los que se desarrollan en áreas externas están relacionados con costas bajas, como es el sector costero comprendido entre las desembocaduras del Guadiana y Guadalquivir, pero también a buena parte de los estuarios externos en su transición al prisma costero arenoso de la plataforma continental interna, concretamente interdigitándose con las barras de la zona intermareal inferior de la playa (terrazza de bajamar, en playas disipativas) y en las áreas correspondientes a playas sumergidas muy someras.

Son el resultado de las rompientes de ola sobre estos fondos (oleajes de parámetros medios en términos estadísticos) y bajo condiciones de mareas medias, motivo por el cual se les ha denominado plataformas de batida, pero suelen estar asociadas también a las descargas fluviales o ubicadas donde se abre algún paso de desembocadura (*inlet*).

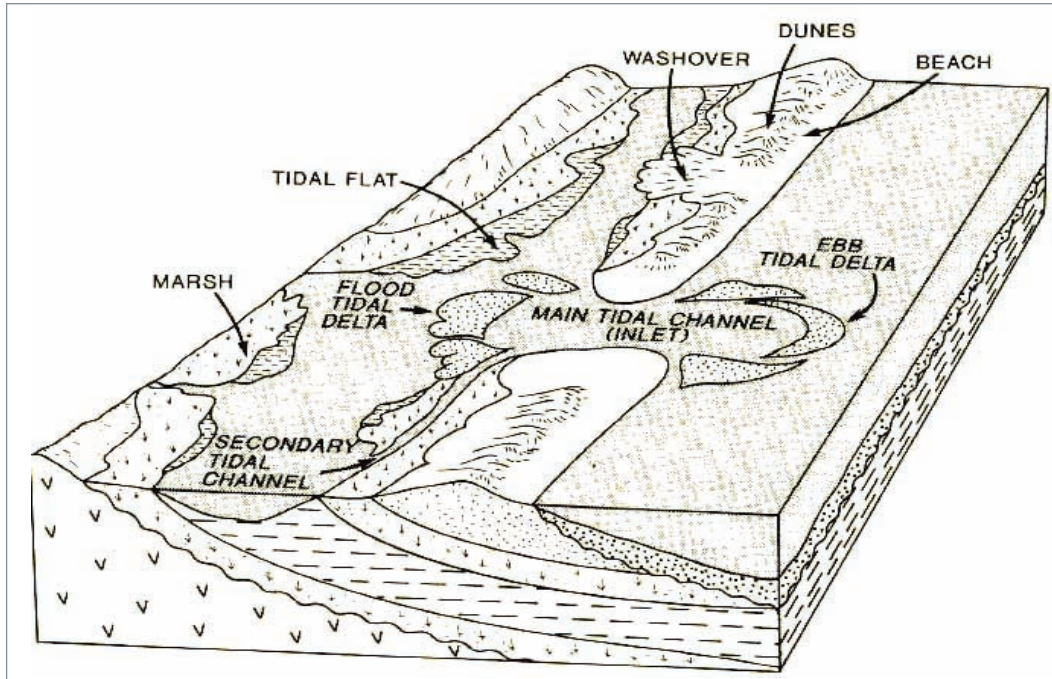


Figura 1.1

Localización de los deltas de marea en el contexto de los sistemas de islas-barrera.

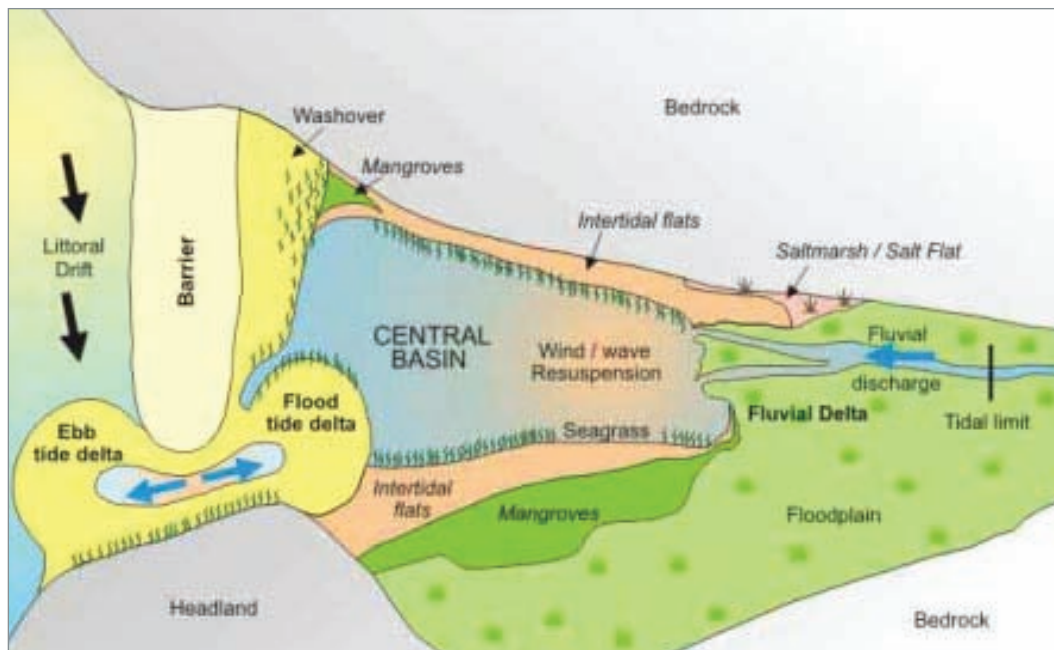


Figura 1.2

Localización de los deltas de marea en el contexto del complejo de desembocadura de estuarios dominados por el oleaje.

Bancales internos (deltas de flujo)

En el interior de estuarios, los bancos permanentemente sumergidos quedan a profundidades muy escasas (métricas y decimétricas). Geomorfológicamente, se distinguen dos tipos característicos:

- Barras horquilladas (*spill-over lobes*) son muy numerosas en la mayor parte de los estuarios. Tienen una geometría alargada paralelamente al flujo reproduciendo geometrías en planta asimilables a dunas parabólicas, pero con desniveles decimétricos en altura. Si bien se desarrollan para condiciones de flujo y reflujo, las primeras son de mayores dimensiones.
- Barras de flujo y reflujo cuyo cuerpo principal es alargado y suele resolverse en los extremos por barras horquilladas menores o secundarias. Se generan en entornos de alto flujo, siendo las del estuario interno del Eo (Galicia-Asturias) las más significativas.

Sobre los deltas mareales de flujo, que suelen emerger durante las bajamares, y más aún si se trata de mareas equinocciales, pueden existir franjas perimetrales que quedan permanentemente sumergidas y aparecen tanto colonizadas por *Zostera marina* como por superficies desprovistas de vegetación, que ocupan los fondos arenosos más amplios.

Bancales externos lobulados (deltas de reflujo)

Se desarrollan en áreas de desembocaduras, vinculadas estrechamente a canales simples (*inlets*) de estuarios o distributarios de deltas en su transición al prisma costero arenoso de la plataforma continental interna, concretamente interdigitándose con las playas sumergidas. En estuarios confinados, bien sea afectados por mareas micro o mesomareales, se

desarrollan asociados al ámbito zonal del complejo de desembocadura. Los bancos situados frente al delta del Ebro pertenecen a esta categoría.

El hecho de que se generen en las áreas externas de estuarios y deltas determina que estén afectados dinámicamente, en su costado mar afuera, por la incidencia de los oleajes abiertos, que experimentan una refracción acusada al llegar a sus dominios e, incluso, romper directamente sobre la estructura. En el costado hacia tierra, predominan los procesos de vaciante por lo que, dadas las características canaliformes de los pasos de desembocadura, son los flujos en chorro los que tienen un mayor protagonismo.

El resultado de esta dinámica dual es que, morfológicamente, representan geometrías positivas con desniveles variables desde unos pocos decímetros a algún metro y contornos generalmente no demasiado netos, que se extienden sobre superficies comparativamente mucho más amplias. Se alargan paralelamente al perfil costero, en el caso de desarrollarse en áreas expuestas al oleaje incidente de aguas abiertas, o bien perpendicularmente, en este caso alineándose mejor en función de los flujos y reflujos mareales y, en consecuencia, adaptadas al eje fluvial, estuarino o de la ría en particular. Un buen ejemplo de una barra de desembocadura perfectamente cartografiada batimétricamente es la del estuario del Navia (occidente de Asturias), que adquiere una planta paralela a la playa, tendiendo a envolver a la proyección del paso de desembocadura, un canal libre de alto flujo. En el costado occidental tiende a arquearse para conformar un ala perpendicular.

No obstante, son mucho más habituales aquellas que toman una planta algo más aguda y cuya planta exhibe una convexidad neta mar afuera, así como con dimensiones mucho menores. En estos casos, adoptan una geometría en herradura en que las alas

son las porciones mejor representadas, con una tendencia a alargarse paralelamente entre sí y en consonancia con los reflujos mareales.

Estas barras expuestas, al tratarse de unidades morfo-sedimentarias de alta energía, apenas si son hábitat idóneos para algún tipo de infauna, salvo anélidos. Constituyen un grave problema para la navegación, particularmente en estuarios donde se ubican puertos de cierta entidad, hasta el punto de que algunos han optado por eliminar esta estructura dragando hasta la isóbata de 15 m en todo el ámbito exterior y la mayor parte del paso de desembocadura, como los estuarios de Santander y Avilés. En otros, se mantienen calados de 2 a 5 m, lo que requiere labores más frecuentes de dragado.

En el caso del estuario del Piedras, en la costa de Huelva, se construyen como consecuencia del proceso migratorio de la barrera confinante, siempre paralelamente al perfil costero en sentido hacia el Este, hasta configurar una geometría que se asemeja a las islas-barrera de la costa vecina del Algarve (Portugal). Por esto, se alargan paralelamente al perfil costero a la espera de evolucionar a estructuras emergidas, sobre las cuales se pueden generar campos dunares culminantes para condiciones de mayor grado evolutivo. Entre ellas, se abren otras barras del tipo de desembocadura que tienen dimensiones menores y su geometría apunta hacia la plataforma, ya que predominan los procesos de reflujo (vaciante mareal).

Bancales externos lineales (barras de batida de oleaje)

En los litorales de costas bajas, además de las barras detalladas, se pueden desarrollar otros modelos de bancales arenosos diferentes, como es el caso del sector costero comprendido entre las desembocaduras del Guadiana y Guadalquivir. En este caso se trata de bancales lineales desarrollados en paralelo a la línea de costa por la acción del oleaje. Este tipo de bancales se conocen como *barras de batida* o *barras de playa* y se desarrollan en playas de tipo disipativo como sistemas de barras y surcos de dimensiones variables, pero que no suelen sobrepasar los 60-70 cm de altura y los 20 m de longitud de onda. Estas barras se generan en el frente de playa (*shoreface*) entre el nivel de base del oleaje y la marea baja extrema, aunque suelen migrar hacia tierra durante la actuación del oleaje de buen tiempo hasta entrar en la zona intermareal, donde contribuyen al crecimiento de la playa.

Bancales externos transversales (parches arenosos de resaca)

En las costas rocosas de la costa cantábrica, la franja mediterránea peninsular y las costas insulares, tanto de las Baleares como de las Canarias, suelen presentar, frente a los sistemas acantilados, extensas plataformas de abrasión surcadas por depresiones alargadas en dirección transversal a la línea de costa. En estas depresiones el oleaje suele desarrollar depósitos arenosos en forma de parches. Estos parches de escaso espesor sedimentario suelen estar tapizados de formas de fondo, de tipo *ripple* o *megaripple*, que marcan la dirección de las corrientes dominantes, que suelen corresponder a las corrientes de resaca. Estos parches suelen estar tapizados por vegetación fanerógama.

1.4.1. Distribución global de los banales

Los banales pueden, teóricamente, desarrollarse en cualquier costa deposicional donde el aporte arenoso sea el adecuado y donde la fisiografía del sustrato y las fluctuaciones relativas del nivel del mar permitan que se desarrollen cuerpos con esta geometría (Davies, 1980); sin embargo, también pueden desarrollarse estas formas en los lugares de menor energía de costas rocosas predominantemente erosivas.

En el caso de los deltas mareales (banales internos y externos lobulados) la acción de las corrientes mareales es el principal proceso físico actuante sobre los deltas: la amplitud mareal y, por tanto, el volumen de agua que drena la parte protegida del sistema de barreras (prisma de marea), que depende de la misma, condiciona de un modo importante las dimensiones, la forma, la dinámica y la distribución de los deltas mareales (Hayes, 1975; ver figura 1.3).

De este modo, la abundancia de deltas de marea es máxima en costas con rangos de marea de entre 2 y 2,5 m decreciendo bruscamente hacia rangos superiores de forma que no aparecen en costas con rangos de marea media superiores a 5 m. Distribución idéntica tienen las barras de playa. Esta probabilidad también decrece hacia rangos inferiores, aunque no tan bruscamente, apareciendo, aunque con menor frecuencia, incluso en costas con rangos mareales casi nulos.

Existe un tipo de banales en forma de arras lineales transversales a la línea de costa que se desarrollan en costas macromareales, aunque no se da en las costas españolas. La distribución en las costas del mundo de los hábitat relacionados viene, pues, marcada por el rango mareal (ver figura 1.4), aunque factores como la energía del oleaje, el aporte y la pendiente inicial de la costa condicionan de un modo importante las dimensiones de los banales y las condiciones tectónicas y eustáticas pueden incluso inhibir su formación (Boothroyd, 1985).

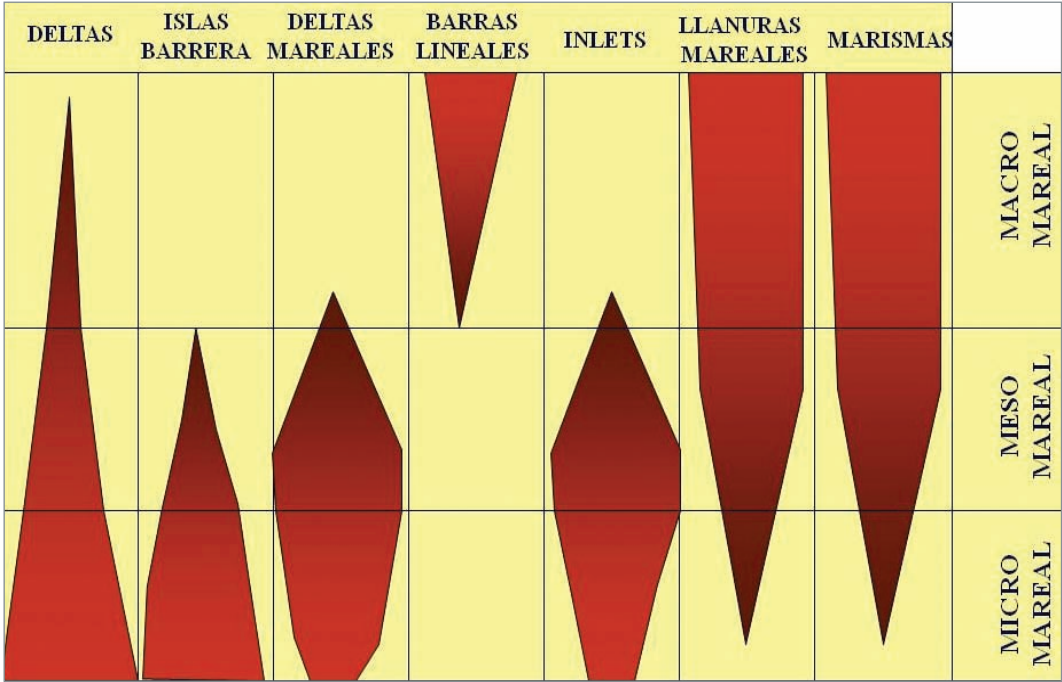


Figura 1.3
Distribución de medios sedimentarios en los diferentes tipos de costas deposicionales (modificado de Hayes, 1979).

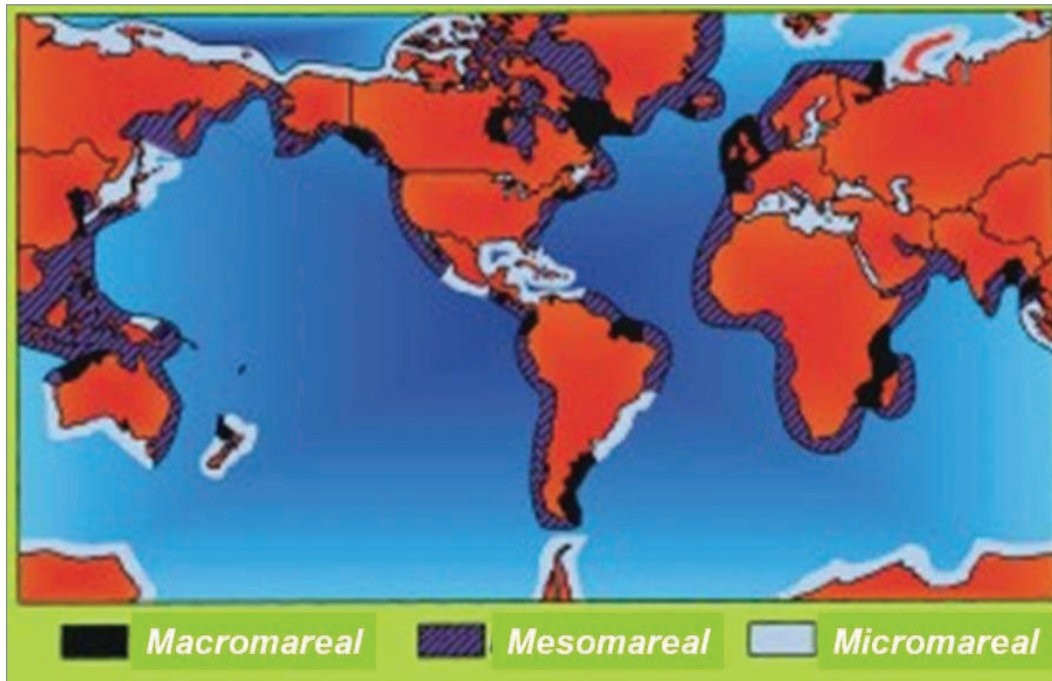


Figura 1.4

Distribución mundial de las costas según su rango mareal durante las mareas vivas. (Davies, 1980).

1.4.2. Morfología y zonación de los bancales

Mientras que los deltas de flujo están sometidos sólo a las corrientes mareales de entrada y salida a la laguna, los deltas de reflujo están influenciados además por las corrientes mareales que circulan por la zona costera

abierta paralelamente a la línea de costa y, sobre todo, al oleaje. El balance energético entre las mareas y el oleaje influye no sólo en la abundancia de los deltas de marea en las costas, sino también en la tipología de los deltas de reflujo y de los rompidos asociados a éstos (Davis & Gibeaut, 1990; ver figura 1.5).

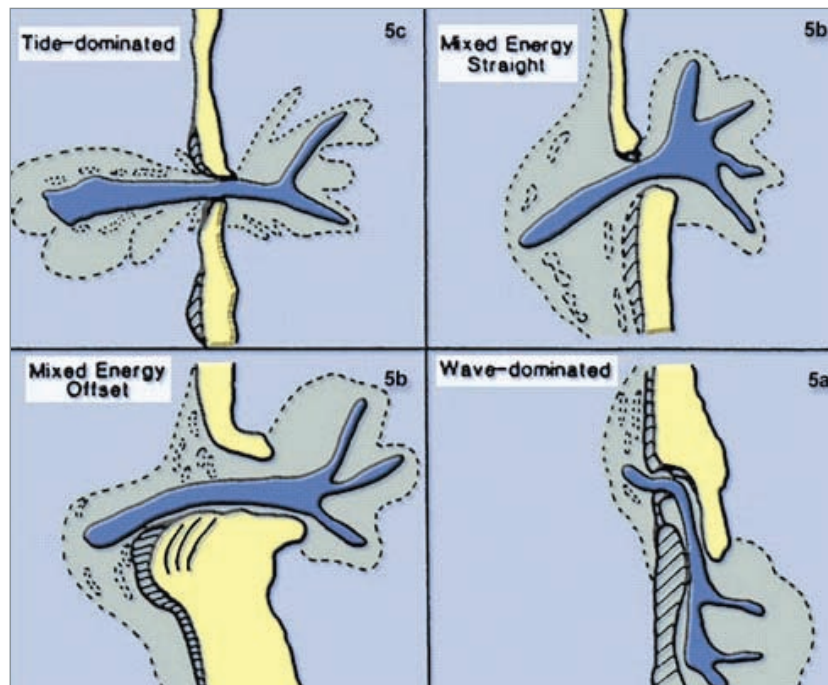


Figura 1.5

Dibujo de los tipos de rompido mareal (Davis y Gibeaut, 1990). El océano está a la izquierda y la laguna a la derecha.

Existen pues, varios tipos de deltas de reflujo:

- 1) Los deltas dominados por la marea, que se caracterizan por poseer una disposición perpendicular a la costa del cuerpo sedimentario arenoso, que tendrán entonces mayor longitud que anchura.
- 2) Los deltas de reflujo dominados por el oleaje suelen ser, por el contrario, de menores dimensiones en longitud y son, en cambio, más anchos, dominando las formas paralelas a la costa.
- 3) El tercer tipo de deltas de reflujo es el tipo mixto, que presenta una morfología suave y redondeada, como respuesta a la acción combinada de mareas y oleaje; de los tres es el que presenta una dinámica y una estratigrafía más complejas.

Los deltas de flujo y de reflujo presentan diferencias en cuanto a la distribución de los procesos y productos y también desde el punto de vista morfológico,

por lo que se considerarán por separado para su estudio.

Bancales internos o deltas de flujo mareal

La forma y las dimensiones de los deltas de flujo no están relacionadas con el balance entre mareas y olas, ya que el oleaje no actúa sobre este medio. Sí que existe una variación en su forma en función de la amplitud mareal. A grandes rasgos puede decirse que, en costas donde el rango mareal es igual o inferior a 1 m, los deltas de flujo tienden a ser multilobados ya que el retrabajo por parte del reflujo es mínimo; son los deltas menos potentes, alcanzando raramente los 3 m de potencia. En cambio, en áreas donde el rango mareal es superior a los 1,5 m la velocidad de las corrientes de flujo es lo suficientemente alta como para transportar una gran cantidad de material, las corrientes de flujo retrabajan el sedimento creando sus propias morfologías y el delta suele adquirir forma de herradura (ver figura 1.6).

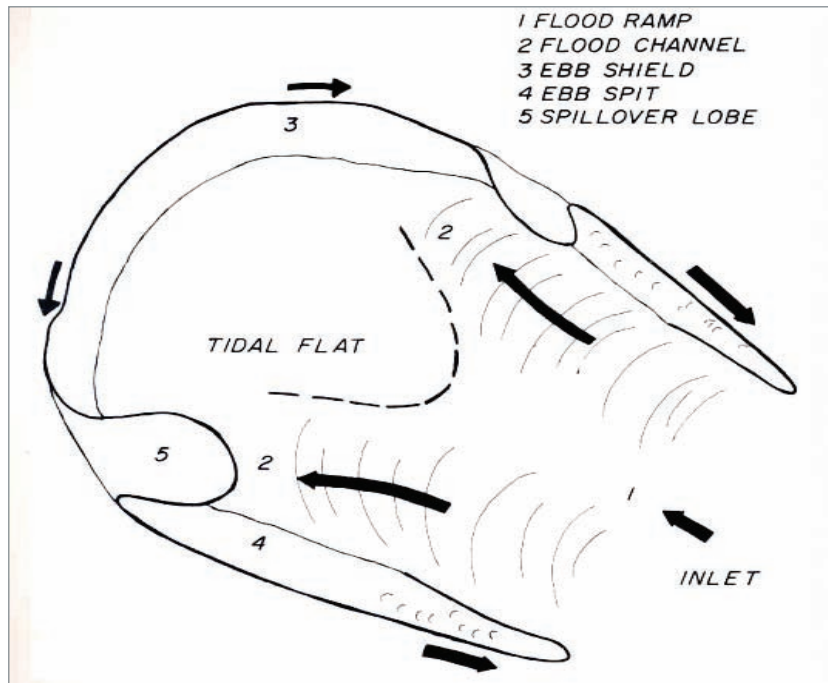


Figura 1.6

Modelo general para un delta de flujo mostrando sus principales elementos morfológicos. (Hayes, 1975).

El modelo general refleja esta segunda situación (ver figura 1.6) y consiste en una rampa de flujo (*flood ramp*) conectada con el rompido mareal, que pierde profundidad rápidamente y por la que migran formas de fondo en el sentido del flujo. Esta rampa de flujo finaliza en una llanura de marea con forma de herradura rodeada por canales de flujo conectados a su vez con la rampa. El límite de la llanura de marea semicircular es su parte topográficamente más elevada y la protege parcialmente de la acción del reflujo (*ebb shield*), el cual preferentemente la rodea formando lóbulos semicirculares de desborde o barras horquilladas (*spillover lobes*) y barras longitudinales de reflujo (*ebb spits*).

Bancales externos lobulados o deltas de reflujo mareal

El modelo morfológico de un delta de reflujo mareal (ver figura 1.7) consiste en un canal ancho y profundo dominado por las corrientes de reflujo conocido como canal principal de reflujo (*main ebb channel*). Este canal se encuentra flanqueado por dos canales secundarios de flujo (*marginal flood channels*), ambos relativamente más someros y separados del anterior por barras de borde de canal alargadas en dirección perpendicular u oblicua a la costa (*channel margin linear bars*). Hacia el mar, el canal de reflujo conecta con un lóbulo frontal que es la parte más distal del delta y el cuerpo sedimentario más importante (*terminal lobe*).

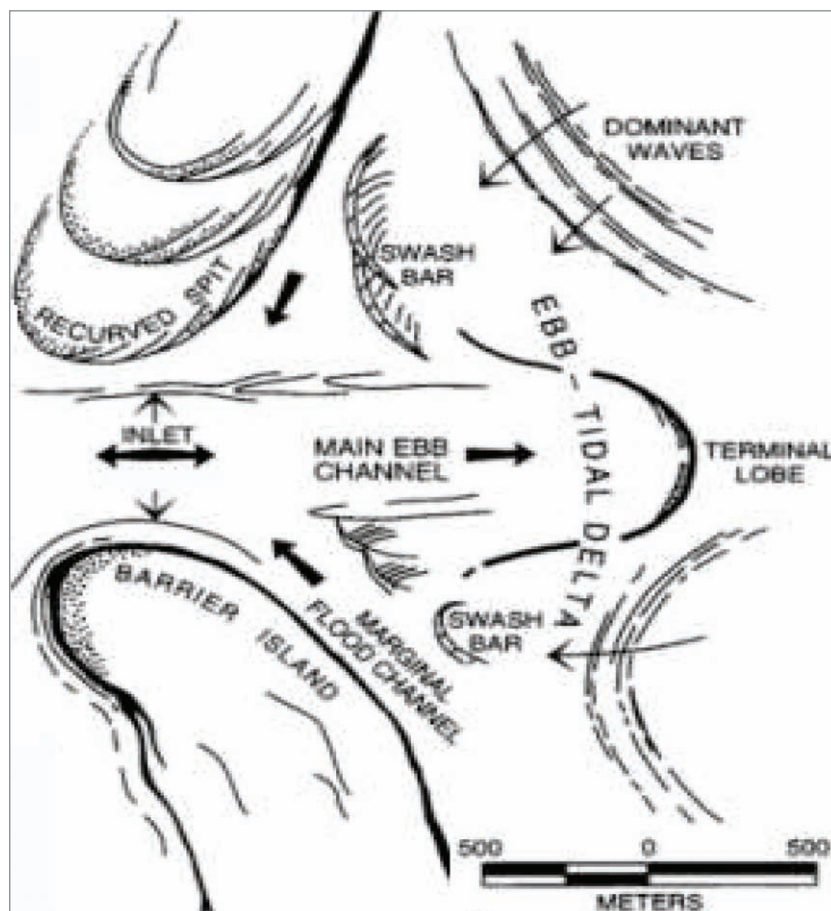


Figura 1.7

Modelo morfológico general para un delta de reflujo mareal de energía mixta. (Hayes, 1975).

El lóbulo frontal se origina debido a la pérdida de velocidad del reflujo mareal al encontrarse con el oleaje y depositar su carga sedimentaria, principalmente arenosa, la cual es retrabajada por el oleaje, que construye barras de batida transversas que migran hacia la costa (*swash bars*) (King, 1972). Ese último efecto es menor en los deltas dominados por la marea, en los cuales el lóbulo frontal tiene menos envergadura; por el contrario en los deltas dominados por olas es donde este elemento adquiere su mayor desarrollo, incluso agrandando hasta la zona intermareal (Boothroyd, 1985).

Tanto los deltas dominados por el oleaje como los de energía mixta suelen ser asimétricos. Las causas de esta asimetría se basan en el balance de fuerzas entre las corrientes mareales de salida y entrada por el canal mareal y: a) la deriva litoral (Oertel, 1975; ver figura 1.8A) y b) el sentido de las corrientes de reflujo que circulan en la zona litoral abierta y que desvían el reflujo que sale por el canal principal del delta (Sha, 1989; ver figura 1.8B). Esta asimetría de los deltas de reflujo induce además una inestabilidad y migración del rompiente mareal asociado.

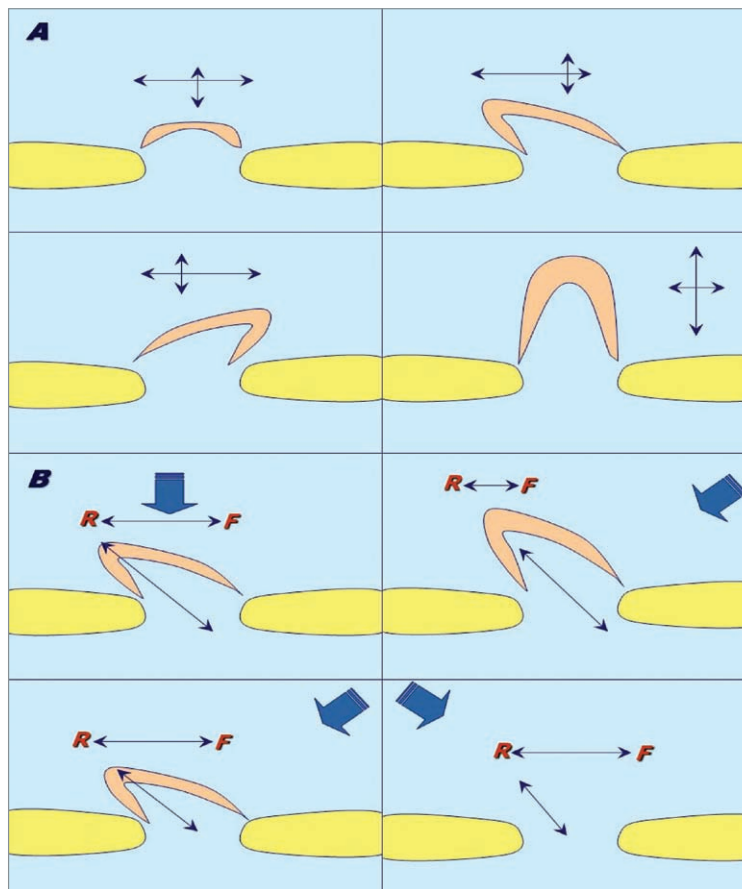


Figura 1.8

Clasificación de los deltas de refluo mareal en función de las causas de su asimetría (A: Oertel, 1975; B: Sha, 1989).

Bancales externos lineales o barras de batida del oleaje

Al entrar el oleaje en las playas de baja pendiente pierde fuerza y la energía se disipa de un modo gradual. Se llaman playas disipativas y son playas acumulativas con ciclos erosivos. La zonación dinámica de estas zonas se produce a partir del rompiente del oleaje (ver figura 1.9), que es la franja en la cual tiene lugar la transición de olas de oscilación a olas de traslación, responsables del movimiento de sedimentos hacia la orilla.

El lugar donde se produce el rompiente (*breaker zone*) es una zona que generalmente suele coincidir con un

cambio de pendiente y la presencia de la primera barra. A partir de aquí existe toda una franja en la que se producen olas de traslación que se denomina zona de agitación o de *surf*, donde hay transporte más o menos uniforme hacia la orilla. Al final se produce una última batida, donde se va a situar una dinámica laminar representada por procesos de vaivén (*swash* y *backswash*). La zona de agitación (*surf*) puede no existir en playas con pendiente excesiva donde la ola rompe prácticamente en la playa; se pasa de la zona de rompiente a la de playa.

Estas tres zonas quedan comprendidas en una zona de orden mayor conocida como frente de playa o *shoreface*.

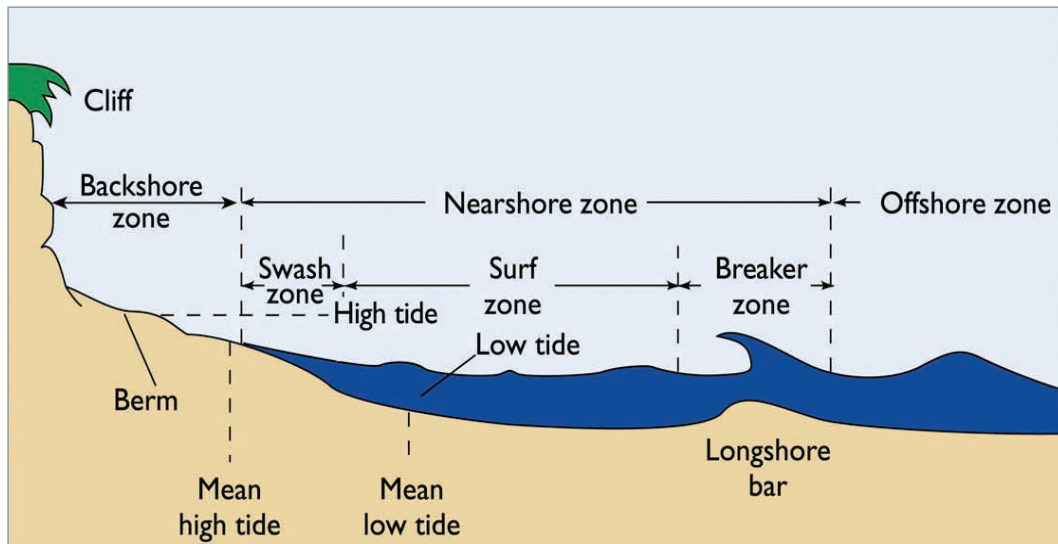


Figura 1.9

Zonación de la franja de playa respecto al rompiente del oleaje.

La morfología del perfil de playa presenta variaciones cíclicas de distinta duración. Las de menor duración son las diarias y las de mayor interés son las estacionales, que pueden extrapolarse a variaciones a más largo plazo. Este tipo de procesos fueron descritos por Shepard en los años 30 a través de registros en perfiles topográficos transversales a la línea de playa, llegando a establecer una alternancia estacional de los dos procesos característicos de erosión y sedimentación. El perfil de la playa en los períodos de calma es diferente de la morfología posterior a las tormentas. Consiste en la presencia de barras que al comienzo del proceso se sitúan en la parte más baja del perfil y progresivamente van migrando hacia la parte más alta.

Estas barras tienen un perfil convexo, cuyo punto más elevado está situado más cerca del rente de la forma (ver figura 1.9). El oleaje es el único responsable de la migración de estas formas hacia tierra, aunque, una vez que la barra entra en la zona intermareal, las mareas contribuyen a establecer ciclos en las migraciones de las formas.

Bancales externos transversales o parches arenosos de resaca

Tal como han sido descritos en el apartado anterior, los parches arenosos se presentan en costas rocosas desarrollándose con poco espesor sedimentario sobre plataformas rocosas. Al tener pequeñas dimensiones no tienen zonación y su morfología se adapta a las depresiones que las limitan. Se trata de medios poco estudiados desde el punto de vista sedimentario.

1.5 PROBLEMAS DE INTERPRETACIÓN

Posibles problemas de interpretación pueden venir del hecho de que la descripción del hábitat es muy abierta e incluye medios diferentes, con diferentes orígenes y funcionamientos dinámicos. Por ello, este tipo de hábitat de interés comunitario puede presentar una gran variedad de comunidades de fauna y flora de acuerdo con los agentes actuantes y la movilidad del sedimento del fondo.

1.6. ESQUEMA SINTAXONÓMICO

Código del tipo de hábitat de interés comunitario	Hábitat del Atlas y Manual de los Hábitat de España	
	Código	Nombre Científico
1110-1150	115010	<i>Zosterion</i> Christiansen, 1934
1110-1150	111011-115011	<i>Zosteretum marinae</i> (Borgesen, 1905) Harmsen, 1936
1110	111020	<i>Syringodio-Thalassion testudinum</i> Borhidi, 1996
1110	111021	<i>Cymodoceetum nodosae</i> Feldmann, 1937
1110	111022	<i>Halophiletum decipientis</i> Wildpret & M.C. Gil in. Rivas-Martínez, T.E. Díaz, Fernández González, Izco, Loidi, Lousã & Penas, 2002

En color se han señalado los hábitat del *Atlas y Manual de los Hábitat de España* que, aunque no están relacionados directamente con el tipo de hábitat de interés comunitario 1110, presentan alguna asociación que sí lo está. Datos del *Atlas y Manual de los Hábitat de España* (inédito).

Tabla 1.1

Clasificación del tipo de hábitat de interés comunitario 1110.
Datos del *Atlas y Manual de los Hábitat de España* (inédito).

1.7. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

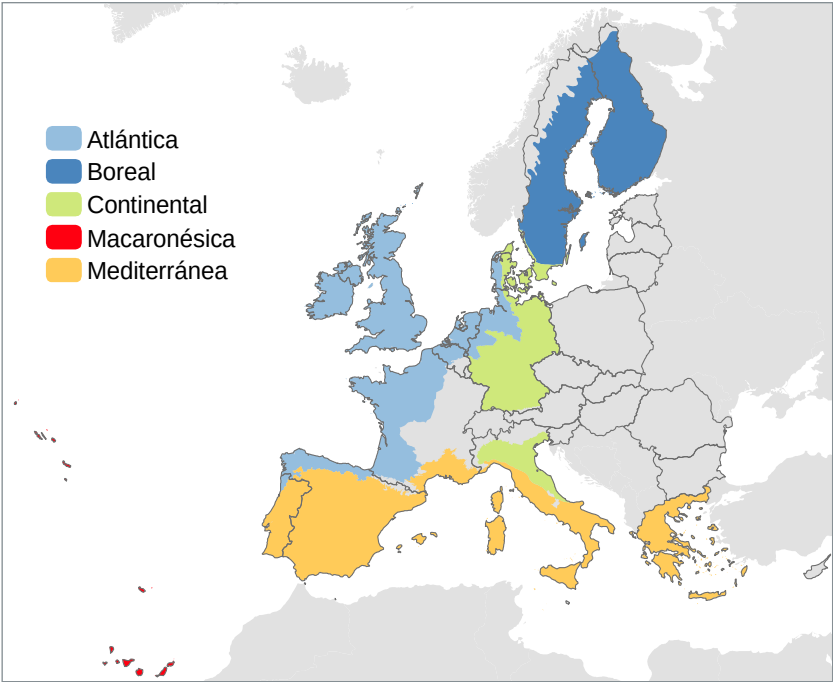


Figura 1.10

Mapa de distribución del tipo de hábitat 1110 por regiones biogeográficas en la Unión Europea. Datos de las listas de referencia de la Agencia Europea de Medio Ambiente



Figura 1.11
Mapa de distribución estimada del tipo de hábitat 1110.
Datos del *Atlas de los Hábitat de España*, marzo de 2005.

Región biogeográfica	Superficie ocupada por el hábitat (ha)	Superficie incluida en LIC	
		(ha)	(%)
Alpina	-	-	-
Atlántica	197,77	156,81	79,29
Macaronésica	165,77	140,02	84,46
Mediterránea	6.094,33	3.209,27	52,66
TOTAL	6.457,87	3.506,09	54,29

Datos del *Atlas de los Hábitat de España*, marzo de 2005.

Tabla 1.2
Superficie ocupada por el tipo de hábitat 1110 por región biogeográfica, dentro de la red Natura 2000 y para todo el territorio nacional.

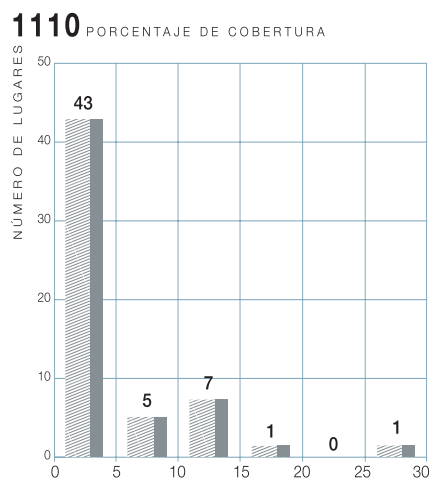


Figura 1.12
Lugares de Interés Comunitario en que está presente el tipo de hábitat 1110.
Datos de los formularios normalizados de datos de la red Natura 2000, enero de 2006.

Región biogeográfica	Evaluación de LIC (número de LIC)				Superficie incluida en LIC (ha)
	A	B	C	In	
Alpina	-	-	-	-	-
Atlántica	4	7	5	-	2.544,43
Macaronésica	2	8	2	-	1.309,48
Mediterránea	13	9	6	1	6.022,06
TOTAL	19	24	13	1	9.875,97

A: excelente; B: bueno; C: significativo; In: no clasificado.
Datos provenientes de los formularios normalizados de datos de la red Natura 2000, enero de 2006.
Nota: en esta tabla no se han considerado aquéllos LIC que están presentes en dos o más regiones biogeográficas, por lo que los totales no reflejan el número real de LIC en los que está representado el tipo de hábitat 1110.

Tabla 1.3
Número de LIC en los que está presente el tipo de hábitat 1110, y evaluación global de los mismos respecto al tipo de hábitat. La evaluación global tiene en cuenta los criterios de representatividad, superficie relativa y grado de conservación.


Figura 1.13
Frecuencia de cobertura del tipo de hábitat 1110 en LIC.

La variable denominada porcentaje de cobertura expresa la superficie que ocupa un tipo de hábitat con respecto a la superficie total de un determinado LIC.

Tabla 1.4

Distribución del tipo de hábitat 1110 en España por comunidades autónomas en cada región biogeográfica.

Sup.: porcentaje de la superficie ocupada por el tipo de hábitat de interés comunitario en cada comunidad autónoma respecto a la superficie total de su área de distribución a nivel nacional, por región biogeográfica.

LIC: porcentaje del número de LIC con presencia significativa del tipo de hábitat de interés comunitario en cada comunidad autónoma respecto al total de LIC propuestos por la comunidad en la región biogeográfica. Se considera presencia significativa cuando el grado de representatividad del tipo de hábitat natural en relación con el LIC es significativo, bueno o excelente, según los criterios de los formularios normalizados de datos de la red Natura 2000.

Datos del *Atlas de los Hábitat de España*, marzo de 2005, y de los formularios normalizados de datos de la red Natura 2000, enero de 2006.

Nota: en esta tabla no se han considerado aquellos LIC que están presentes en dos o más regiones biogeográficas.

		ALP	ATL	MED	MAC
Andalucía	Sup.	-	-	12,29%	-
	LIC	-	-	39,28%	-
Asturias	Sup.	-	12,56%	-	-
	LIC	-	37,5%	-	-
Canarias	Sup.	-	-	-	100%
	LIC	-	-	-	100%
Cantabria	Sup.	-	67,87%	-	-
	LIC	-	18,75%	-	-
Castilla- La Mancha	Sup.	-	-	<0,01%	-
	LIC	-	-	-	-
Castilla y León	Sup.	-	-	0,08%	-
	LIC	-	-	-	-
Cataluña	Sup.	-	-	14,05%	-
	LIC	-	-	17,85%	-
Comunidad Valenciana	Sup.	-	-	18%	-
	LIC	-	-	32%	-
Extremadura	Sup.	-	-	<0,01%	-
	LIC	-	-	-	-
Galicia	Sup.	-	19,55%	-	-
	LIC	-	12,5%	-	-
Islas Baleares	Sup.	-	-	0,05%	-
	LIC	-	-	3,57%	-
País Vasco	Sup.	-	-	-	-
	LIC	-	31,25%	-	-
Región de Murcia	Sup.	-	-	55,10%	-
	LIC	-	-	7,14%	-

2. CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA

El objetivo de este apartado es caracterizar los principales factores abióticos y bióticos que determinan la estructura y la funcionalidad de los bancales que se pueden identificar en España. Para ello se ha realizado un análisis bibliográfico, basado fundamentalmente en la amplia literatura científica sobre estos sistemas que existe, principalmente debido a la labor investigadora de numerosos grupos.

2.1. REGIONES NATURALES

De las regiones biogeográficas propuestas por la EEA (Agencia Europea de Medioambiente) sólo cuatro están presentes en el territorio español (alpina, atlántica, mediterránea y macaronésica) y de ellas, sólo la región alpina falta por razones obvias.

El hecho de que en la región mediterránea, donde no actúan las mareas, existan bancales sublitorales

puede dar lugar a cierta confusión. Sin embargo, hay que entender que en los diferentes tipos de bancales descritos hay algunos en los que no necesariamente interviene la acción de las mareas. Por otra parte, tal como indican las fichas de otros tipos de hábitat, las regiones están definidas desde un plano estrictamente botánico, y el mapa de regiones naturales generado a partir de esta clasificación (ver figura 2.1) sirve para delimitar regiones de igual distribución botánica y facilita la localización de los tipos de hábitat. Tomando como ejemplo los bancales de Andalucía, éstos se encuentran en la región biogeográfica mediterránea y, sin embargo, se localizan en la costa atlántica y, por ello, expuestas a un régimen mareal atlántico. Este tipo de contradicciones ha sido ya puesto de manifiesto en la ficha del tipo de hábitat 1130 Estuarios y en el 1140 Llanuras mareales.

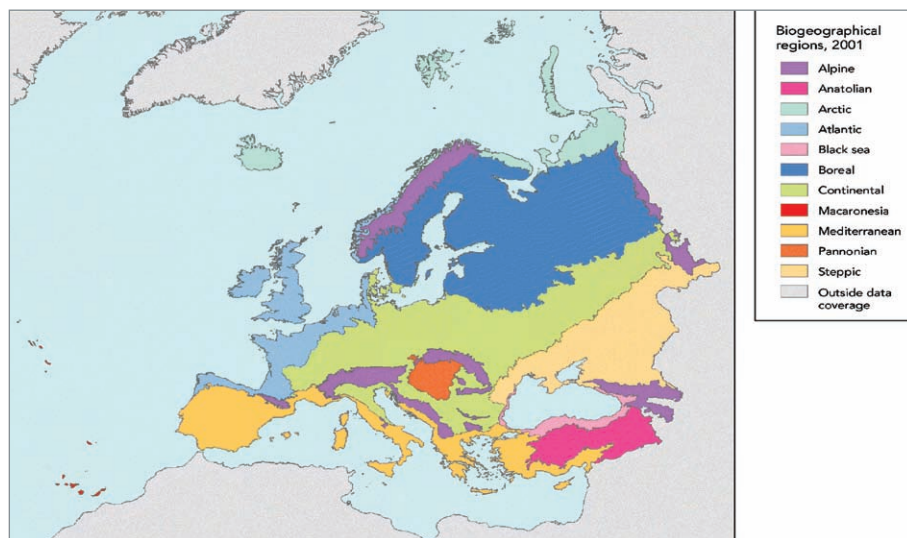


Figura 2.1

Regiones biogeográficas de Europa definidas por la EEA en base a la distribución natural de las comunidades de vegetación terrestre.

2.2. DEMARCACIONES
HIDROGRÁFICAS

Empezando por la costa cantábrica y siguiendo la costa en dirección contraria a las agujas del reloj, las demarcaciones o confederaciones hidrográficas que contienen el tipo de hábitat 1110 son las siguientes:

- 1 Cuencas internas del País Vasco.
- 2 Confederación hidrográfica Norte II.
- 3 Confederación hidrográfica Norte I.
- 4 Cuencas internas de Galicia.
- 5 Confederación hidrográfica del Guadiana.
- 6 Confederación hidrográfica del Guadalquivir.
- 7 Confederación hidrográfica del Sur.
- 8 Confederación hidrográfica del Segura.
- 9 Confederación hidrográfica del Júcar.
- 10 Confederación hidrográfica del Ebro.

Tabla 2.1
Masas de agua que presentan asociados hábitat de bancos externos o internos.

PAIS VASCO
Bahía de San Sebastián
Ensenada de Zarautz
Ensenada de Deba
Ensenada de Ondarroa
Ensenada de Lekeitio
Ensenada de Ispaster
Ensenada de Laga
Ría de Mundaka
Ensenada de Bakio
Ensenada de Gorliz
Ensenada de Playa la Salvaje
Ensenada de la Arena
Ría de Bilbao

2.3. IDENTIFICACIÓN
DE MASAS DE AGUA

Hay que tener en cuenta que el tipo de hábitat 1110 se encuentra en la mayoría de los casos asociado al tipo de hábitat 1130 Estuarios, por lo tanto su distribución va a ser muy parecida, aunque muchos de los sistemas de rías no han desarrollado este tipo de hábitat debido a su profundidad. De este modo, la distribución conocida del tipo de hábitat 1110 se encuentra en las masas de agua que se recogen en la tabla 2.1. Esta información ha sido obtenida en su mayor parte de la ficha del tipo de hábitat 1130 Estuarios, que a su vez fue obtenida de los diferentes estudios realizados para la aplicación de la Directiva Marco del Agua (DMA) por las confederaciones hidrográficas antes enumeradas.

CANTABRIA
Ensenada de Brazomar
Ensenada de Ostende
Ensenada de Oriñón
Ensenada de San Julián
Bahía de Santoña y ría de Treto
Ensenadas de Berria y Tregandín
Ensenada de Isla
Ensenadas de Cuberris y Antuerta
Ensenada de Galizano
Bahía de Santander
Ensenadas del Sardinero y Mataleñas
Bajos de Arnia
Ría de Mogro y ens. de Valdearena
Ensenada de Usgo
Ensenada de la Concha (Suances)
Ensenada de Cabrera
Ensenada de Luaña
Ría de Oyambre y ens. de la Rabia
Ensenada del Cabo
Ría de San Vicente de la Barquera
Ría de Tina Menor
Ría de Tina Mayor

► Continuación Tabla 2.1

ASTURIAS
Ensenada de la Franca
Ensenada de Novales
Ensenada de Purón
Ensenada de Castro de Toro
Ensenadas de Celorio-Barro
Ensenada de San Antolín
Ría de Ribadesella y ens. Sta. Marina
Ensenada de Vega
Arenal de Moris
Ensenada de la Espasa
Ensenada de la Griega
Ría de Villaviciosa y ens. de Rodiles
Ensenada de la Flecha
Ensenada de Merón
Ensenada del río España
Ensenada de San Lorenzo
Ensenadas de Xago y el Espartal
Ría de Nalón y Playón de Bayas
Concha de Arredo
Ensenadas de Canedo y L'Arbosa
Ría de Ribadeo

GALICIA
Ría de Foz-Masma
Ría de Viveiro
Ría do Barqueiro
Ría de Ortigueira-Mera
Ría de Cedeira-Cabo
Enseada de Frouxeira
Enseadas de Covas-Pedreira
Ría de Ferrol
Ría de Ares
Ría de Betanzos
Ría da Coruña
Enseada de Orzán
Enseada de Barrañán
Ría de Corme e Laxe

GALICIA
Ensenada de Traba
Ría de Camariñas
Seno de Nemiña
Enseada do Rostro
Enseada de Lagosterra
Ría de Corcubión
Enseada de Ézaro
Enseada de Caldebarcos-Carnota
Ría de Noia e Muros
Ría de Arousa
Ría de Pontevedra

ANDALUCÍA
Delta del Guadiana
Playas de Isla Cristina y Lepe
Playa de Nueva Umbría
Estuario del río Piedras
Playa de Punta Umbría
Ría de Punta Umbría
Playa de Mazagón
Playa de Castilla
Delta del Guadalquivir
Bahía de Cádiz
Playa de la Barrosa
Ensenada de Conil
Bajos de Barbate-Zahara
Ensenada de Bolonia
Ensenada de Valdevaqueros
Playa de Tarifa
Bahía de Algeciras
Bajos del Guadiaro
Bahía Dorada
Ensenada de Fuengirola
Bahía de Málaga
Caleta de Vélez
Bajos de La Herradura
Ensenada de Salobreña

► Continuación Tabla 2.1

ANDALUCÍA
Bahía de Adra
Bahía de Almería

REGIÓN DE MURCIA
Golfo de Mazarrón
Cala Cortina
Bahía de Portman
Calas Negrete-Los Caños-Calblanque
Bahía de las Amoladeras-Calnegre
Ensenada de Snipes
Ensenada del Esparto
Ensenada de la Llana-El Mojón
Bajos del Mar Menor
Ría de Vigo

COMUNIDAD VALENCIANA
Bajos de las calas de Torrevieja
Bajos de las calas de Guardamar
Ensenada de La Marina
Bahía de Alicante
Playa Sant Joan
Cala Lanuza
Ensenada de Benidorm
Ensenada de Altea
Ensenada de Ifach
Ensenada de Jávea
Bajos de Gandía
Bajos de la Costa del Azahar
Delta del río Palancia
Dela del río Millars

CATALUÑA
Delta del Ebro
Bajos de Calafat-L'Almadrava
Ensenada de El Torn
Ensenada de El Arenal
Desembocadura del Río Llastres
Ensenada de Salou
Cala Romana
Ensenada de Torredembarra
Playa de Castelldefels
Ensenada de la Gola del Ter
Ensenada de Roses

ISLAS BALEARES
Bahía de Palma
Bahía de Pollensa
Ensenada de Can Picafort
Bajos de la Costa NW de Mallorca

ISLAS CANARIAS
Bajos de la Costa W de Tenerife
Bajos del SW de Gran Canaria
Ensenada de Sotavento (Ftventura.)
Ens. de Playaquemada (Lanzarote)
Ensenada de Arrecife (Lanzarote)
Bajos de Isla Aleganza
Bajos de Isla Graciosa

2.4. FACTORES BIOFÍSICOS DE CONTROL

2.4.1 Factores generales de control.

La sedimentación en los bancales o deltas mareales está influida por una serie de procesos que a su vez están controlados por una serie de factores abióticos (físicos y químicos) y bióticos que son:

- a) la dinámica mareal
(amplitud de mareas y corrientes mareales)
- b) la dinámica de oleaje,
- c) la pendiente y extensión del fondo,
- d) la físico-química del agua
(salinidad, temperatura y nutrientes)
- e) el aporte de sedimentos
(tipo de fondo y turbidez) y
- f) la actividad orgánica.

■ Factores abióticos

a) Dinámica mareal

El régimen de mareas es uno de los principales factores de control de la dinámica sedimentaria costera y, en concreto, en la evolución de los estuarios, deltas y llanuras mareales, ya que el número de horas de exposición y sumersión de la franja intermareal controla directamente la zonación bio-sedimentaria existente en la misma (Swinkbanks & Murray, 1981) y tiene una marcada influencia el resto de los factores, pero cada uno de estos factores, a su vez, proporciona características propias a cada llanura mareal.

La amplitud de las mareas se define como la diferencia entre los niveles de pleamar y bajamar;

ésta varía desde menos de un metro hasta más de seis metros. Siguiendo la clasificación de Davies (1964), si esta diferencia va desde cero a dos metros hablamos de un *régimen micromareal*, de dos a cuatro metros sería *régimen mesomareal*, y si supera los cuatro metros se hablaría de un *régimen macromareal*, si supera los seis metros sería *régimen macromareal*. Dentro de la región natural ibérico-macaronésica y más concretamente en las regiones atlántica y mediterránea se pueden encontrar rangos mareales que van desde micromareal caso del Mediterráneo a mesomareal casos del Atlántico y el Cantábrico. La marcada diferencia en el rango mareal de estas dos vertientes hace que el hábitat esté presente sólo en la vertiente atlántica.

Es bien conocido que el origen de las mareas está relacionado con la posición relativa entre la Luna y el Sol respecto a la Tierra. Al variar en el tiempo la posición relativa entre estos tres astros, se produce una variación en la amplitud de cada marea, dando lugar a la existencia de lo que se conoce como ciclos mareales. De este modo, a lo largo de un registro mareal se caracterizan ciclos de diferente duración. Los ciclos de menor duración son los semidiurnos que se manifiestan en la desigualdad de las dos mareas diarias. Existen también ciclos de carácter bisemanal que consisten en la alternancia de mareas vivas y mareas muertas, de manera que cada mes existen dos mareas vivas y dos muertas (ver figura 2.2A) de acuerdo con el alineamiento o la cuadratura de la Luna y el Sol respecto a la Tierra. Finalmente, existen ciclos semestrales cuya consecuencia es la alternancia de mareas de equinoccio (grandes diferencias entre mareas vivas y muertas) y solsticios (pequeñas diferencias entre las mareas vivas y muertas) (Borrego, 1992; Morales, 1993).

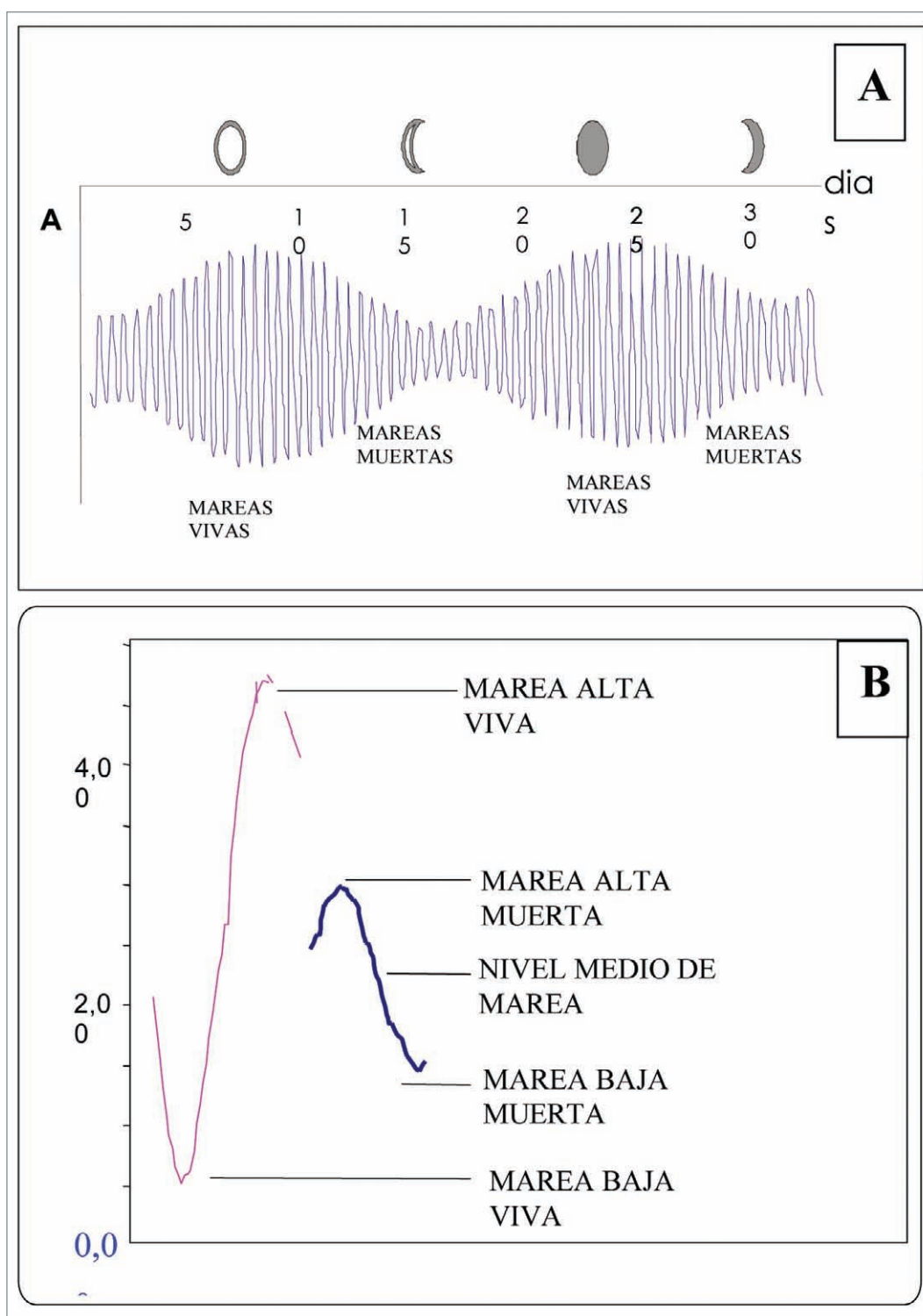


Figura 2.2

Ciclos mareales de período bisemanal y su relación con los Niveles Críticos de Marea.

Las variaciones cíclicas sufridas por la marea origina una zonación en la franja intermareal, cuyas zonas se separan por lo que se ha llamado Niveles Críticos de Marea (Doty, 1946) y que son los niveles topográficos medios alcanzados por las pleamares y bajamares durante las mareas vivas y muertas (ver figura 2.2B). De estos niveles críticos, tienen especial importancia los niveles de Marea Baja Viva Media (MBVM), Marea Alta Muerta Media (MAMM) y Marea Alta Viva Media (MAVM), por separar las zonas submareal, intermareal y supramareal.

El desplazamiento de la onda de marea genera movimientos en la masa de agua, de una forma semejante al desplazamiento circular que se produce en el fenómeno del oleaje, es decir, las partículas de agua se desplazan en órbitas. Cuando al desplazarse esta onda interfiere con el fondo, las órbitas seguidas por las partículas se convierten en elipses elongadas en su eje horizontal; estas elipses serán tanto más elongadas en la dirección paralela a la costa cuanto menos profundo sea el fondo. Así pues, en zonas costeras, especialmente en zonas intermareales, la fricción es tal que los movimientos verticales son despreciables frente a los movimientos horizontales. Estos movimientos horizontales de la masa de agua son conocidos como corrientes de marea.

Según lo expuesto, parece ser que la magnitud de las corrientes mareales está directamente relacionada con la amplitud mareal, sin embargo esto no siempre es así, pues también intervienen otro tipo de factores como la morfología y la naturaleza del fondo, la densidad del agua y la presencia de corrientes no mareales.

En zonas costeras someras como las llanuras de marea, debido a la fricción con el fondo y a la inducción de las mareas desde las zonas abiertas, la inversión en las corrientes se produce de forma más o menos simultánea con la pleamar o bajamar (Grant, 1987). En estos casos la velocidad de las corrientes

mareales está relacionada con el volumen de agua mareal que intercambia la costa abierta con el sistema restringido (estuario, laguna costera o bahía), conocido como prisma de marea.

Es muy interesante el estudio de los modelos de interacción de corrientes mareales en la zona de contacto entre sistemas canalizados, donde las corrientes de entrada y salida son perpendiculares a la línea de costa y las corrientes mareales de la costa abierta adyacente. Estos modelos de interacción, junto con los patrones de oleaje, condicionan la morfología de los cuerpos arenosos costeros existentes en las desembocaduras de estos canales en el tipo de hábitat 1110.

b) Dinámica de oleaje.

Aunque existan diferentes modelos genéticos, es bien conocido que la mayor parte de las olas se generan debido a la fricción del aire en movimiento sobre la superficie de una masa de agua. Cuando la intensidad del viento sobrepasa un mínimo de energía, comienzan a aparecer las primeras olas (Tricker, 1964). Estas olas primarias suelen tener una superficie abrupta y presentan gran fricción a la acción del viento, sin que se produzca un movimiento del agua más que a nivel superficial (ver figura 2.3A). Se conocen como olas en zona de generación de viento o por el nombre inglés de *sea*. Las olas así generadas comienzan a desplazarse, ordenándose en trenes de olas, y continúan haciéndose mayores en función de la velocidad del viento y el Fetch (superficie de agua sobre la que actúa el viento sin modificar su dirección). A medida que las olas se desplazan hacia áreas distantes de la zona de generación las características del viento reinante pueden ser diferentes a las del viento generador o incluso puede no existir viento. En este momento, sus crestas se van suavizando disminuyendo así la superficie de fricción (ver figura 2.3B); son conocidas entonces como olas de fondo o de *swell*.

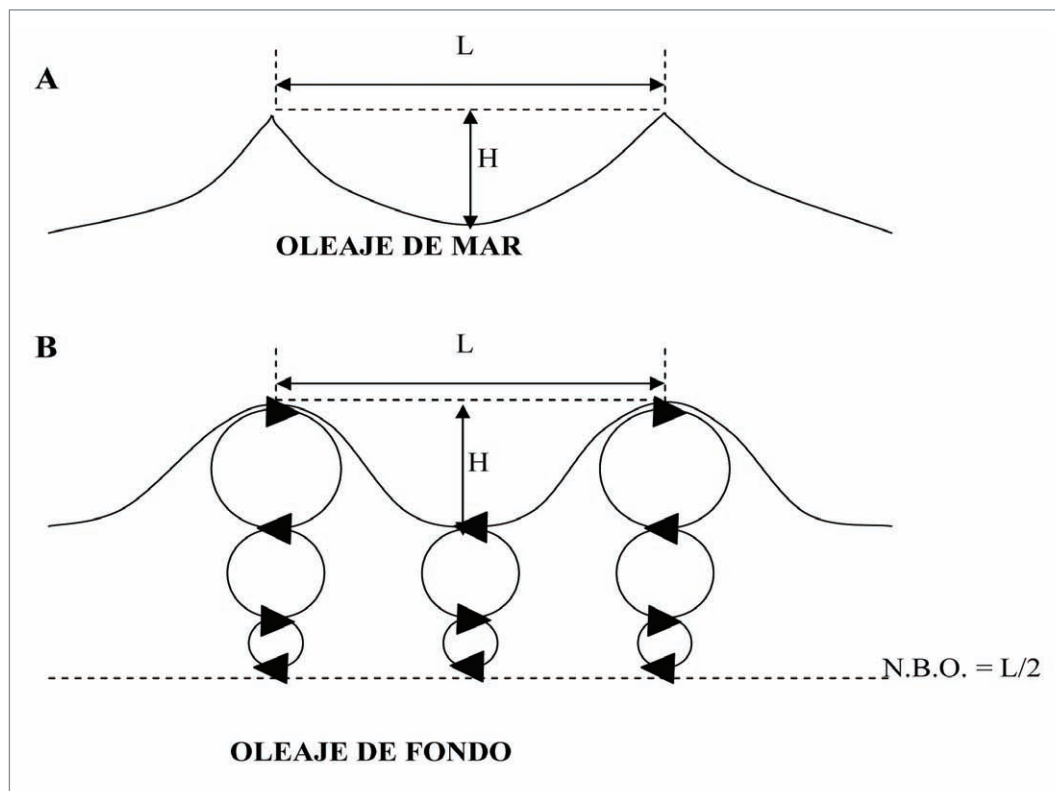


Figura 2.3

Morfología de las olas de mar y fondo y principales parámetros característicos del oleaje.

Los parámetros que caracterizan a estas olas son los mismos que se ven implicados en cualquier fenómeno ondulatorio (ver figura 2.3): Amplitud de onda o altura de ola (H), Longitud de onda (L) y Período (T).

De cara al movimiento de sedimento, la principal diferencia entre estos dos tipos de olas es que el oleaje de fondo implica un movimiento de las partículas en órbitas circulares y hasta una profundidad igual a la mitad de la longitud de onda, profundidad que es conocida como Nivel de Base de las Olas (NBO). Cualquier área costera puede verse afectada en distintos momentos por los dos tipos de oleaje, pudiendo dominar frecuentemente uno de ellos sobre el otro. Es interesante, entonces, conocer la relación entre

ambos tipos de oleaje en un área costera determinada.

También es interesante resaltar que las dimensiones del oleaje no dependen sólo de la energía del viento, sino que además dependen de la longitud de superficie marina sobre la que sopla un viento de la misma dirección. Este es el concepto de Fetch. Entroncando con este concepto, un **campo de olas** será la superficie del mar sobre las que se propaga un conjunto de olas generadas por un mismo viento. Este conjunto de olas se conoce como **tren de olas** y puede ser analizado estadísticamente.

Las olas de volumen poseen **energía**, ya que desplazan un volumen de agua en un movimiento

orbital que posee energía cinética debido a su velocidad y energía potencial debido a los movimientos de ascenso y descenso de las partículas. La suma de ambas energías es proporcional a la altura de la ola y la densidad del agua de acuerdo con la ecuación:

$$E_t = 1/8 (\rho g H^2).$$

Esta energía aplicada a la superficie del fondo costero da lugar a la **potencia** de la ola que es la cantidad de energía aplicada por cm^2 de fondo: $P = C E / S$.

En aguas profundas, donde el nivel de base de las olas se encuentra por encima de la batimetría, el oleaje no interactúa con el fondo y los trenes de olas se desplazan a velocidad constante siempre que la ola mantenga sus dimensiones (Airy, 1845; Tricker, 1964). Sin embargo, en aguas someras la velocidad es función directa de la profundidad según la siguiente fórmula:

$$C = \frac{L}{T} = \sqrt{g \cdot d} \quad \Rightarrow \quad L = T \cdot \sqrt{g \cdot d}$$

Donde: C = velocidad de la ola, L = longitud de onda, T = período, g = fuerza de gravedad y d = profundidad

Esto significa una disminución progresiva de la velocidad de aproximación a la línea de costa, traducida en un decrecimiento de la longitud de onda (Airy, 1845). Cuando la dirección de aproximación del tren de oleaje a la costa tiene lugar en una dirección oblicua a la misma,

las crestas comienzan a sufrir una incurvación por la zona menos profunda, conociéndose este fenómeno como **refracción del oleaje**. De tal forma que la variación en la orientación de las crestas de olas en relación con las isóbatas cumplen la ley de Snell (ver figura 2.4).

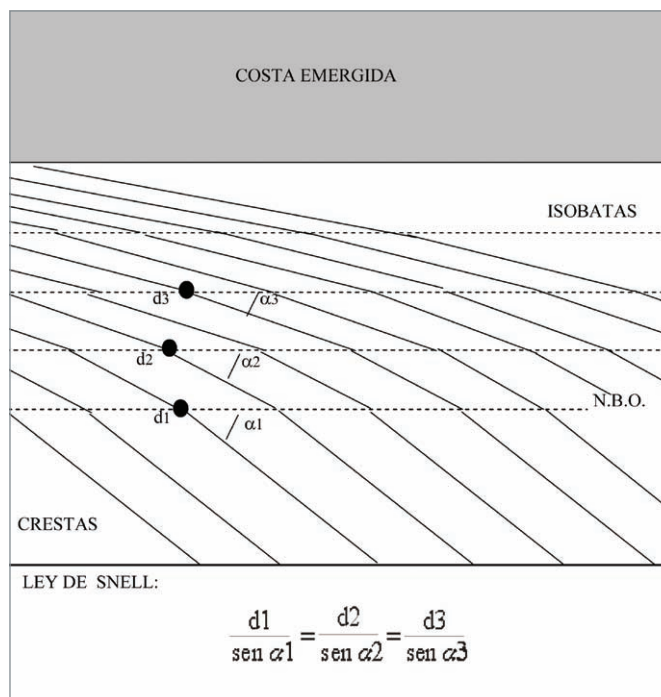


Figura 2.4

Refracción del oleaje al entrar en contacto con el fondo en batimetrías inferiores al N.B.O.

Esta oblicuidad tiene como consecuencia un movimiento de zig-zag en las partículas de sedimento del fondo a lo largo de la franja costera que se encuentra topográficamente por encima de Nivel de Base del Oleaje, que se traduce en

una componente de transporte paralela a la costa, fenómeno conocido como **deriva litoral**, y que adquirirá una importancia relativa más o menos grande en función de la magnitud del oleaje y de la frecuencia con la que éste actúe (ver figura 2.5).

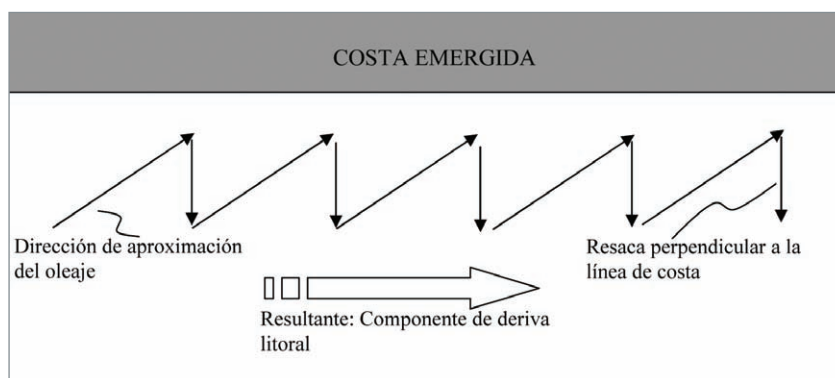


Figura 2.5

Generación de la componente de deriva litoral por llegada del oleaje oblicuo a la costa.

c) Pendiente y extensión del fondo.

La orografía del terreno, junto con la amplitud mareal, determina la profundidad con la que cada franja de la zona intermareal se ve sumergida y los tiempos de exposición y submersión y, con ello, la importancia que las corrientes mareales ejercen sobre ese fondo. En general, fondos de baja pendiente desarrollarán extensas llanuras intermareales donde se observa muy bien la zonación biosedimentaria descrita en los capítulos anteriores y donde el transporte de sedimentos tiene lugar verticalmente, desde las zonas más profundas hacia las más someras. Por el contrario, en las zonas de pendiente más alta, generalmente asociadas a canales mareales de estuarios o deltas, se desarrollan bordes de canal activo muy influenciados desde el canal submareal. En este caso, no se presenta una zonación

tan clara y el transporte suele ser más longitudinal en relación con las corrientes mareales desarrolladas en el canal cuando la zona intermareal está cubierta de agua.

La pendiente es también un factor de suma importancia a la hora de estudiar la relación interactiva del oleaje con la costa, pues la pendiente condiciona la proximidad en horizontal de la primera interacción de la ola sobre el fondo y el gradiente de pérdida de energía de la ola en su rompiente. Esto se traduce en un cambio de forma de la ola y tiene consecuencias directas sobre el sentido de la descarga de energía sobre el sedimento de la playa. En este sentido, Galvin (1972) propone la utilización de un índice de batida (B), relacionado con la altura, el período de la ola y la pendiente de la playa según la ecuación:

$$B = \frac{H}{g m T^2}$$

Donde B= índice de batida, g= fuerza de gravedad, H= altura de ola, m=pendiente de la playa y T= periodo.

De tal modo, para valores de B superiores a 0,068 se formará un rompiente suave conocido como rompiente en derrame o *spilling* en el que predomina el transporte de sedimento hacia tierra y, por tanto, la acumulación; para valores comprendidos entre 0,003 y 0,068 se produce un rompiente más

energético conocido como envolvente o *plunging*, en el que predomina la componente de resaca y la erosión; finalmente, para valores de B inferiores a 0,003 se producirá un rompiente muy energético llamado frontal o *surging*, también de características muy erosivas (ver figura 2.6).

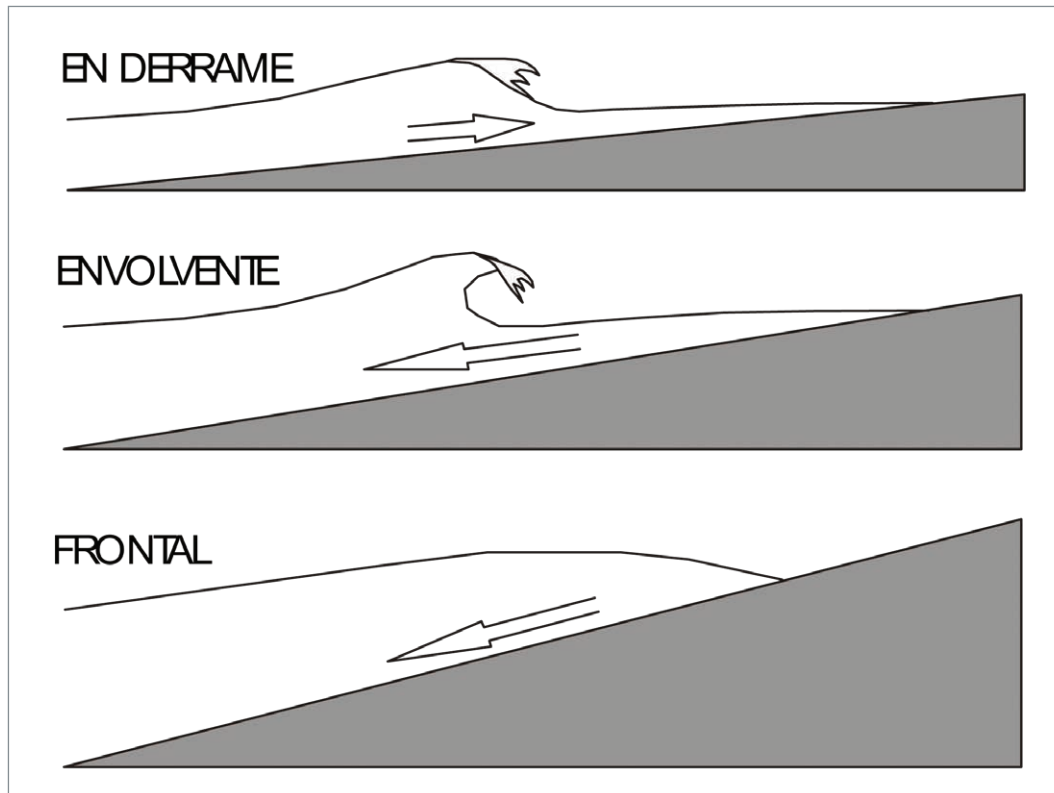


Figura 2.6
Diferentes tipos de rompientes de olas de acuerdo con el índice de batida.

d) Físico-química del agua

En los bancales costeros o deltas de marea, las condiciones de **salinidad** son las condiciones típicas del agua marina, ya que son zonas que se encuentran en sectores costeros abiertos y donde las masas de agua que interactúan con el sedimento son las propias aguas marinas con una buena circulación. Estas condiciones de salinidad hacen que las especies colonizadoras del hábitat sean las características mesohalinas, estando controlada su distribución por otros factores.

En cuanto a la **temperatura**, su efecto puede ser doble, ya que por una parte puede estimular la producción primaria y el crecimiento de los organismos, pero al mismo tiempo las temperaturas elevadas aumentan más los procesos de respiración que los de fotosíntesis. Al igual que en las llanuras mareales, la parte superior de los bancales puede quedar expuesta durante los momentos de bajamar y provocarse evaporación.

Los valores de **nutrientes** (disueltos y particulados) en el agua que drena los bancales suelen ser elevados

y aportados desde las zonas internas conectadas a los mismos (estuarios y lagunas costeras), que además han sufrido procesos significativos de eutrofización en las últimas décadas. En estos medios no suele existir limitación en nutrientes ni procesos de eutrofización, al ser medios bien comunicados y con aguas bien oxigenadas debido a la acción conjunta del oleaje y las mareas.

e) Aporte de sedimentos

El **tipo de fondo** de los deltas de marea estará en función de la competencia de las corrientes mareales y la influencia del oleaje. En general, presentan sedimentos arenosos, aunque con un aumento de sedimentos finos hacia las zonas más profundas. Los banales externos presentan un sedimento rico en materia orgánica hacia el lóbulo frontal, mientras que los banales internos presentan el sedimento más fino en el contacto con los sedimentos estuarinos o lagunares.

En cuanto a la **turbidez**, ésta se define como la falta de transparencia de un líquido debido a la presencia de partículas en suspensión, que provocan que la luz se disperse y sea absorbida. La turbidez es producida por la abundancia de partículas de sedimento, coloides, zoo y fitoplancton. El efecto más notable de la turbidez en un ecosistema acuático es la limitación de la producción primaria y por consiguiente de la disponibilidad de oxígeno disuelto. En general el agua que drenan los deltas mareales españoles presenta valores altos de turbidez, aunque estos valores son más bajos que en el caso de las llanuras mareales. Esta turbidez es disipada, sobre todo hacia las zonas frontales de los banales externos, debido a la acción del oleaje.

■ Factores bióticos

Los factores biológicos que controlan la estructura y funcionalidad de los ecosistemas mareales están controlados por el equilibrio de la cadena trófica. En el caso de las llanuras mareales, existe una estrecha interrelación entre los factores bióticos y los factores abióticos, de tal modo que los factores como la litología y la composición de los fondos o los niveles de exposición/submersión controlan la distribución de especies en la franja intermareal y éstas, a su vez, ejercen un importante control sobre la sedimentación y los tipos de fondo. De este modo, cualquier

cambio en los factores bióticos o abióticos es susceptible de crear un efecto en cascada en el resto de los factores, conllevando cambios en la distribución de las comunidades biológicas.

A continuación se van a analizar estos factores de control biótico en función de las comunidades biológicas. Estos factores se utilizarán también como criterio para establecer los indicadores de estado ecológico o estado de conservación.

a) Fitoplancton y fitobentos

El fitoplancton es un factor biótico de control muy importante en sistemas mareales debido a que suele ser el principal componente de la producción primaria. En las llanuras mareales el fitobentos ejerce también un papel importante, con producciones primarias incluso superiores al fitoplancton. Hay que tener en cuenta, además, que la presencia de comunidades fitobentónicas confieren al fondo cohesividad debido a la emisión de geles orgánicos con el fin de generar un sustrato estable para la vida. Los cambios de fitoplancton y fitobentos en cuanto a composición y abundancia afectan a toda la cadena trófica, desde el zooplancton hasta los predadores. Al mismo tiempo la abundancia de fitoplancton determina la cantidad de luz disponible en las comunidades bentónicas durante los períodos de submersión, lo cual determina en gran parte la abundancia de macrófitos y microalgas presentes en este componente del ecosistema. La cuantificación de composición y abundancia en fitoplancton y fitobentos da una idea de la capacidad productiva del sistema así como de posibles problemas de eutrofización y otros impactos por actividades humanas.

b) Macrófitos y macroalgas

Las comunidades biológicas de flora intermareal de evaluación obligatoria para la aplicación de la DMA en las aguas de transición son las macroalgas y las fanerógamas. Estas comunidades pueden representar una parte importante de la producción primaria, especialmente en los estuarios y llanuras mareales. Estos productores primarios son importantes tanto como fuente de alimento como de refugio para los productores secundarios (invertebrados y peces). Su presencia, además, ayuda a fijar los sedimentos y disminuye la turbidez del agua. La cuantificación de su presencia y abundancia se puede utilizar para evaluar diversos impactos sobre

el medio (eutrofización o cambios en los balances sedimentarios).

c) Macroinvertebrados bentónicos

El estudio de las comunidades de invertebrados bentónicos puede proporcionar información del estado de conservación del ecosistema y de su estructura y productividad. Al tratarse de comunidades fijas (como los macrófitos) suelen reflejar los impactos integrados a lo largo del tiempo, ya sea en la calidad del agua como en la estabilidad y calidad del sedimento. La comunidad de macroinvertebrados bentónicos es sensible a los cambios de oxígeno, salinidad y nutrientes, por lo que su cuantificación (composición y abundancia) es un parámetro fundamental para evaluar los impactos sobre el ecosistema, además son precisamente estas comunidades las que ejercen bioturbación sobre el fondo, dando lugar a procesos de aireación y oxigenación del sustrato sedimentario. De entre los invertebrados bentónicos susceptibles de evaluación en las llanuras de marea son fundamentales los anélidos, los moluscos y los crustáceos.

d) Fauna ictiológica

Las comunidades piscícolas no habitan directamente sobre las llanuras de marea, ya que son medios que se exponen periódicamente a las condiciones subaéreas, aunque sí están condicionadas por el estado del ecosistema intermareal ya que suelen alimentarse de los niveles inferiores de la cadena trófica de este tipo de hábitat durante los períodos de submersión.

La presencia de especies ictiológicas sobre las llanuras de marea está totalmente condicionada por su distribución en el medio submareal que sustenta a la llanura (estuarios, lagunas costeras y bahías). Su alteración por diversos impactos (pesca, contaminación, introducción de especies alóctonas) son factores fundamentales para explicar el estado de conservación de estos medios, ya que sus efectos se pueden extender sobre el conjunto del ecosistema (comunidades planctónicas y bentónicas). Para conocer el estado de conservación es necesario estudiarlo en el conjunto del sistema (estuarino lagunar o de bahía), así se pueden cuantificar diferentes aspectos de la fauna ictiológica ya descritos en la ficha de estuarios, como su estructura y funcionalidad:

estructura taxonómica de comunidades (proporción relativa de especies); estructura funcional de comunidades, evaluando la proporción relativa de grupos biológicos relativamente al tipo de alimentación (planctívoros, invertívoros, piscívoros, detritívoros, etc.), hábitat reproductivo (litófilos, fitófilos, etc.), tipo de migración (anádromos, catádromos, anfídromos); estado sanitario de los peces (proporción de individuos con parásitos, malformaciones, heridas, etc.); estructura de poblaciones (clases de tallas, estructura de cohortes, etc.).

2.4.2 Procesos

I. Bancales internos o deltas de flujo mareal

Se desarrollan grandes diferencias entre las distintas partes del delta en cuanto a la asimetría de las velocidades y el tiempo de actuación de las corrientes mareales, del mismo modo que en los deltas de reflujo mareal. Así, se considerarán tres zonas diferentes para entender mejor el funcionamiento dinámico del delta de flujo (ver figura 2.7: 1) el sistema rampa-canales de flujo-llanura mareal, que posee patrones similares de corrientes mareales y desplazamiento de formas de fondo, 2) los canales de reflujo que flanquean este sistema y 3) el frente de la llanura mareal (*ebb shield*).

En la rampa y en los canales de flujo la curva de tiempo-velocidad muestra una clara asimetría en el sentido del flujo (ver figura 2.7B) de tal modo que una vez comenzado el flujo la velocidad mínima requerida para el comienzo de la migración de *ripples* se alcanza casi inmediatamente y una hora después ya comienzan a migrar los *megaripples* y las olas de arena. Estas condiciones permanecen durante al menos 4 horas. Por el contrario, durante el reflujo apenas se alcanza la velocidad necesaria para que comience el movimiento de las partículas de arena media y fina, que son las que más frecuentemente están presentes en este medio, en el cual dominan, entonces, las estructuras sedimentarias correspondientes a la migración de *megaripples* y olas de arena orientados en el sentido del flujo.

Una situación muy diferente es la que ocurre en el frente de la llanura mareal (*ebb shield*), ya que al tratarse de una zona menos profunda se alcanzan velocidades mayores, pero existe una clara simetría de las corrientes mareales (ver figura 2.7C). En esta

zona se desarrollan preferentemente *megaripples* y olas de arena, tanto de flujo como de reflujo.

Una situación totalmente contraria a la primera es la que se produce en los canales de reflujo que flanquean el delta y en los lóbulos de desborde (*spilllover*), en los cuales dominan las corrientes de reflujo, aunque éstas sólo son capaces de hacer migrar *ripples* (ver figura 2.7D). Las estructuras típicas de estos medios serán, entonces, estratificaciones cruzadas complejas de pequeña escala inclinadas en el sentido del reflujo, aunque también están presentes las mismas estructuras inclinadas en el sentido contrario formando las típicas estructuras en raspa de pescado (*herringbone*). En todos los sectores suelen aparecer láminas más o menos gruesas de material fino intercaladas con las arenas. Estas láminas co-

rresponden a la caída de material transportado en suspensión durante los momentos de inversión de las corrientes y dan lugar a la presencia de estructuras *flaser*, *wavy* o *linsen* según la energía media del lugar donde aparecen.

Frecuentemente, las llanuras mareales de la zona central del delta se agrandan rápidamente hasta verse colonizadas por vegetación halófila y transformarse en marismas. En estos momentos, el flujo deja de sobrepasar esta zona y se ciñe a los canales de flujo que la rodean, aumentando su profundidad al incrementarse las corrientes. A partir de entonces todo el intercambio acuoso entre la laguna y el mar se lleva a cabo a través de estos canales y el delta de flujo deja de funcionar como tal, aunque también es posible que se construyan nuevos deltas en su finalización.

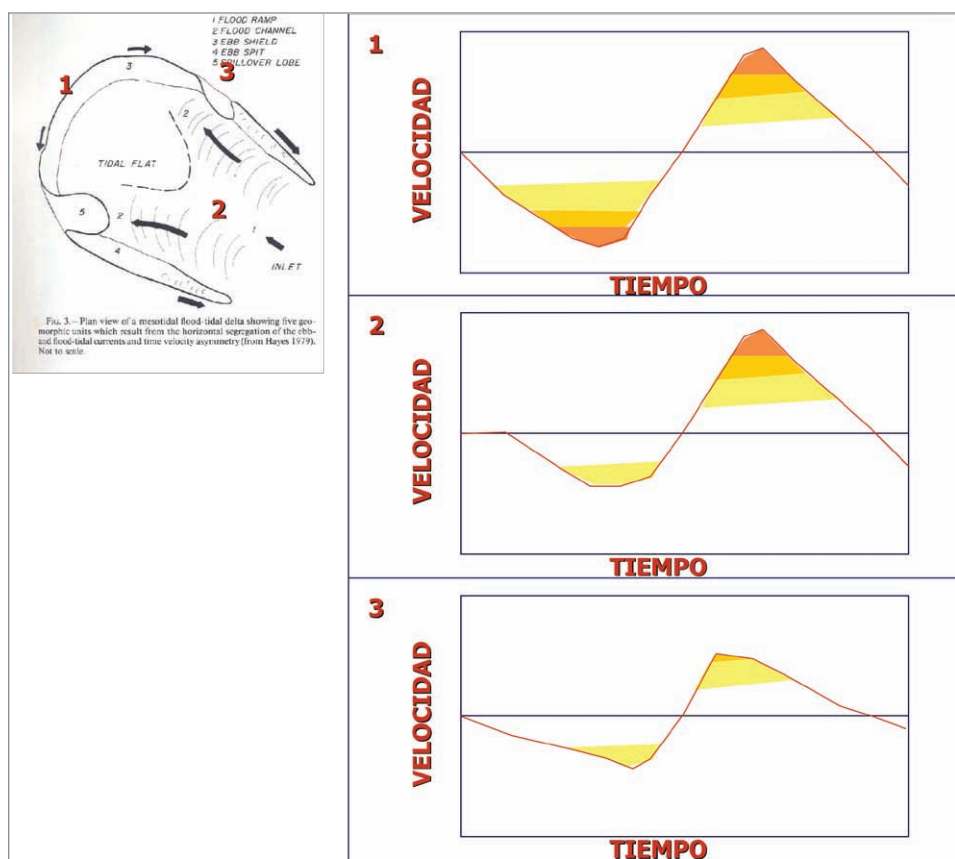


Figura 2.7

Morfología y patrones de flujo en un delta de flujo mesomareal.

(A) componentes, (B) curva de tiempo/velocidad en la rampa y canales de flujo, (C) curva de tiempo/velocidad en el frente de la llanura mareal, (D) curva de tiempo/velocidad en los canales laterales de reflujo. En todas las curvas se indican los mínimos necesarios para la migración de formas de fondo.

Todas las características descritas en cada submedio de los deltas de flujo quedan resumidas en la tabla 2.2:

Submedio	Procesos	Formas de fondo	Estructura sedimentaria	Granulometría
Canal principal y rampa de flujo	Flujo mareal y retoque del reflujo	<i>Ripples</i> y <i>megaripples</i> en el sentido del flujo	Estratificaciones cruzadas de escala decimétrica y métrica inclinadas hacia la tierra	Arena fina y media. <i>Lags</i> de conchas
Llanura mareal	Flujo mareal y retoque del flujo	<i>Ripples</i> en el sentido del flujo	Estratificación cruzada de base curva y escala decimétrica hacia tierra	Arena fina y media. Limo
Canales de reflujo	Reflujo mareal y retoque del flujo	<i>Flasers</i> , <i>wavy</i> y <i>linsen</i> . <i>Ripples</i> en el sentido del reflujo	Estratificación cruzada de base curva y escala decimétrica inclinada hacia el mar	Arena fina y media. Limo
<i>Ebb shield</i>	Flujo y reflujo mareal	<i>Herringbone</i> . <i>Flasers</i> . <i>Ripples</i> en el sentido del flujo retocados por el reflujo hacia los laterales	Estratificación cruzada de escala decimétrica. <i>Herringbone</i>	Arena fina

Tabla 2.2

Resumen de las características sedimentarias de los submedios asociados a los deltas de flujo mareal.

II. Bancales externos lobulados o deltas de reflujo mareal

Los deltas de reflujo mareal desarrollan grandes diferencias entre el canal principal de reflujo y los canales secundarios de flujo en cuanto a la asimetría de las velocidades y el tiempo de actuación de las corrientes mareales. De este modo el canal principal de reflujo desarrolla una curva de tiempo/velocidad en la que se observa una clara asimetría en el sentido del reflujo,

tanto de las velocidades desarrolladas como del tiempo de actuación de estas corrientes. En cambio, en los canales secundarios de flujo se presenta equilibrado el tiempo de actuación de las corrientes de flujo y reflujo mareal, sin embargo se desarrollan velocidades de flujo más importantes (ver figura 2.8). Este hecho permite que en los últimos momentos del reflujo, el flujo empiece a penetrar en la laguna por los canales secundarios, mientras que aún se mantienen las condiciones de reflujo en el canal principal (ver figura 2.9B).

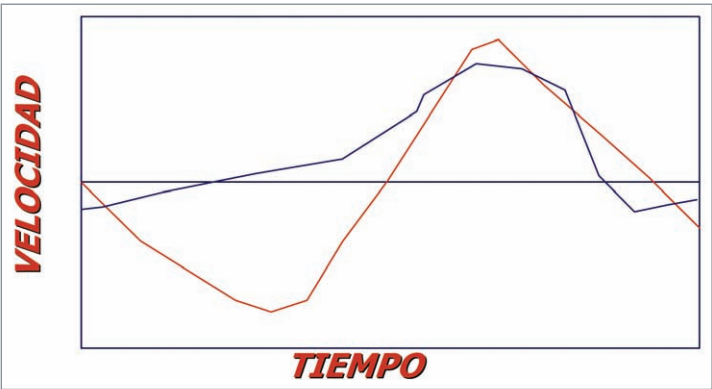
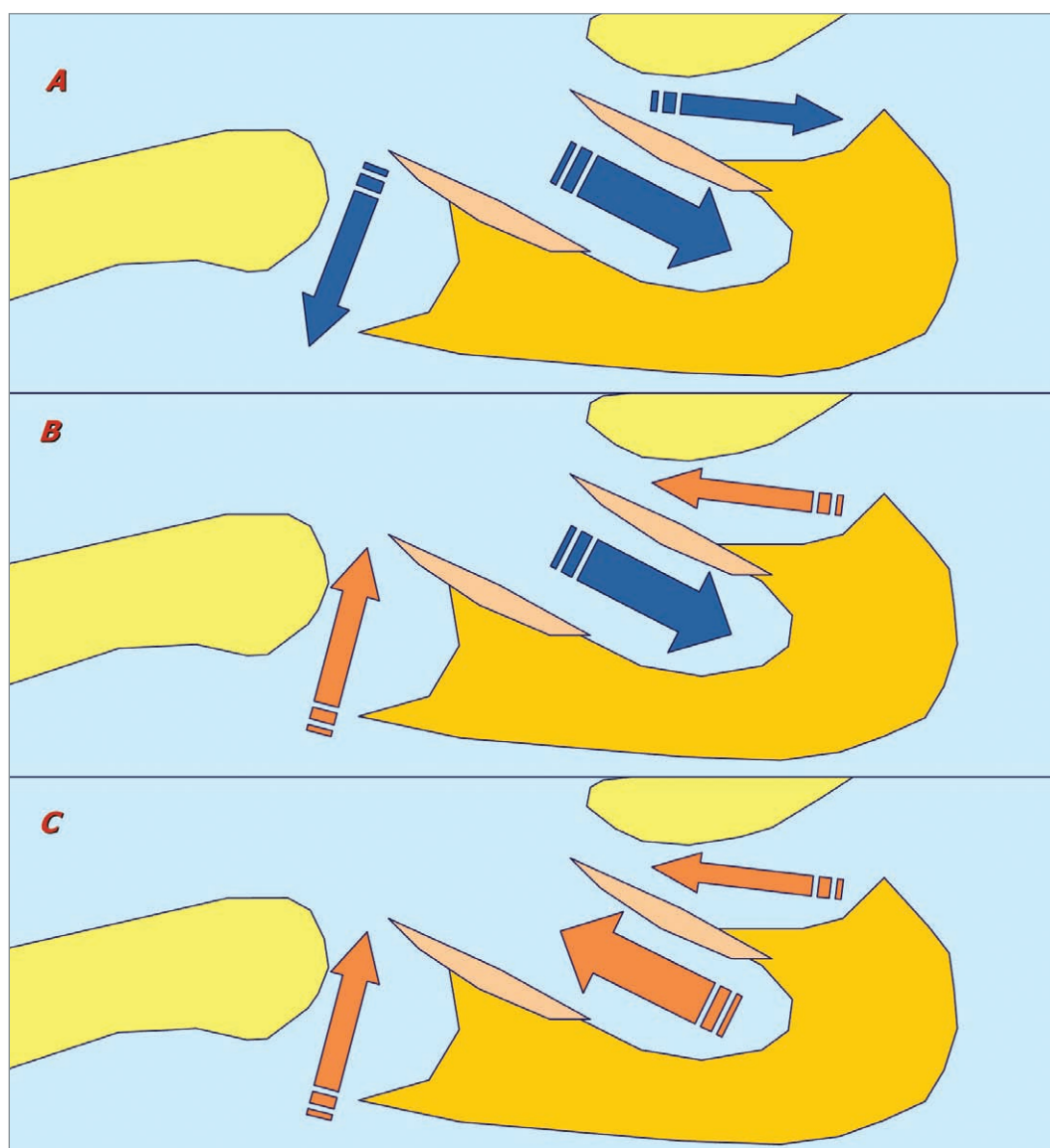


Figura 2.8

Curvas de tiempo/velocidad en un canal principal de reflujo (rojo) y un canal secundario de flujo (azul) de un delta de reflujo mareal para un rango de marea de 2,5 m. (Hubbard & Barwis, 1976).

**Figura 2.9**

Modelo general de circulación mareal en deltas de reflujo de energía mixta, durante el reflujo (A), momento de inversión del flujo (B) y flujo (C). (Hubbard & Barwis, 1976).

La consecuencia de este fenómeno es que en el canal principal de reflujo se alcanzan sólo media hora después del comienzo del reflujo las condiciones de velocidad necesarias para la migración de *ripples* y alrededor de otra media hora después las condiciones necesarias para la migración de *megaripples* y olas de arena. Estas condiciones se mantienen durante alrededor de seis horas (ver figura 2.10A). Por el contrario, durante los semiciclos de flujo, la velocidad requerida para el movimiento de *ripples* se mantiene sólo unas tres horas y algo menos de dos horas la velocidad mínima para la migración de *megaripples*. De este modo, en el canal principal de reflujo suelen preservarse mayoritariamente estratificaciones cruzadas correspondientes a la migración de *ripples* y *megaripples* en el sentido del reflujo. Estos cálculos están realizados para los tamaños de arena fina y media, que son los que circulan preferentemente

por estos canales, aunque también pueden presentarse niveles de arenas de mayor tamaño y fragmentos de conchas de tamaño grava también con estratificación cruzada tipo olas de arena (Hubbard & Barwis, 1976).

En los canales secundarios ocurre todo lo contrario: durante el flujo las condiciones de velocidad son muy parecidas a las que se alcanzan en el canal principal, correspondiendo sobre todo a la migración de *ripples* (ver figura 2.10B), mientras que durante el reflujo apenas se alcanzan las condiciones necesarias para que se inicie el movimiento de las partículas de arena. Debido a este hecho, en los canales secundarios de flujo se preservan sobre todo estratificaciones cruzadas de pequeña escala correspondientes a la migración de *ripples* en el sentido del flujo (Boothroyd, 1985).

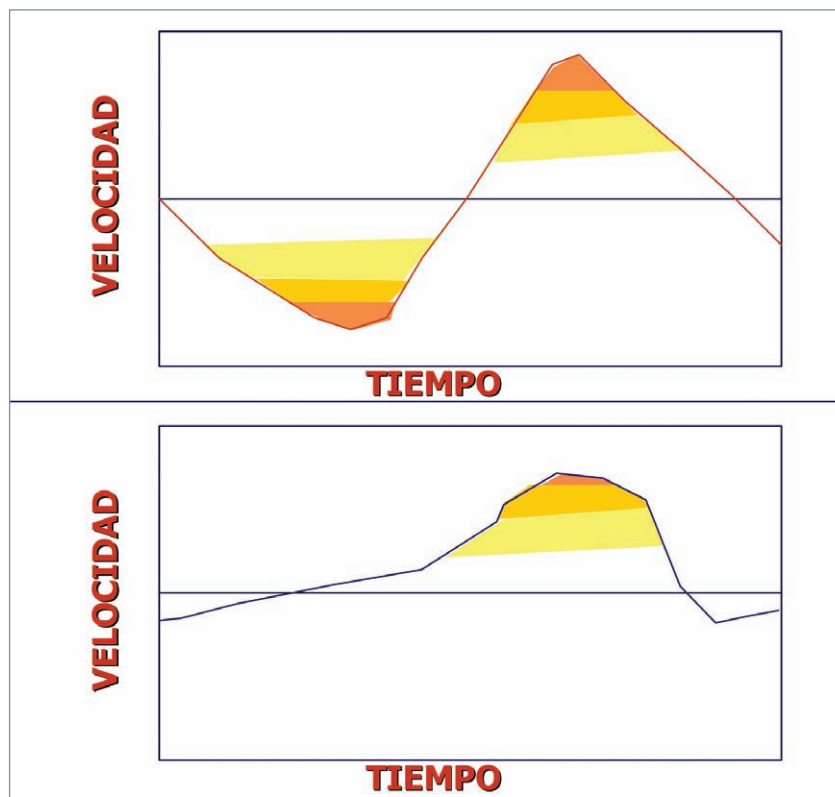


Figura 2.10

Curvas de tiempo/velocidad donde se marcan los mínimos necesarios para la migración de formas de fondo en un canal de reflujo (A) y uno de flujo (B) de un delta de reflujo mareal para un rango de marea de 2,5 m. (Hubbard & Barwis, 1976).

En las barras de borde de canal el modelo de corrientes es mucho más complicado, ya que éstas no se ciñen a un canal y presentan patrones rotacionales en lugar de bidireccionales, además, hay que tener en cuenta que estas barras se encuentran emergidas durante los últimos momentos del reflujo y primeros del flujo. Dominan las corrientes de reflujo, aunque tienen también su importancia las corrientes de flujo que circulan desde el canal secundario hacia el canal principal en sentido perpendicular a las anteriores (Hubbard & Barwis, 1976).

En el lóbulo frontal se presenta un patrón de corrientes similar al canal principal de reflujo, aunque con velocidades menores, ya que la sección es mayor. Por tanto dominan las formas y estructuras de reflujo aunque la granulometría es más fina.

La acción del oleaje se refleja, sobre todo, en estos dos últimos medios, ya que debido a su escasa profundidad se produce en ellos la batida durante bastante tiempo. Esta batida que se produce en las barras de borde de canal y en el lóbulo frontal tiene un carácter especial, ya que, por un lado el oleaje

es refractado cambiando de dirección, perdiendo energía y depositando el material que transporta. Por otra parte, se trata de una batida sin resaca, de tal modo que también produce migración de formas de fondo hacia el continente, sobre todo durante los momentos de flujo. Estas formas de fondo suelen ser barras de batida y olas de arena, así como *ripples* y *megaripples* linguoides (*linguoid cusate*) y no suelen preservarse en los lóbulos frontales aunque sí en las barras de borde de canal (Hine, 1975).

En las áreas más someras del delta y, sobre todo, en aquellos lugares protegidos de la acción del oleaje (como son las zonas menos energéticas del canal principal, adyacentes a las barras de borde de canal y los canales secundarios de flujo) suelen presentarse también láminas intercaladas de fango que corresponden a la caída del material transportado en suspensión que tiene lugar durante los momentos de inversión de las corrientes, cuando éstas se paran totalmente.

Todas las características descritas en cada sub-medio de los deltas de reflujo quedan resumidas en la tabla 2.3.

Submedio	Procesos	Formas de fondo	Estructura sedimentaria	Granulometría
Canal principal de reflujo	Reflujo mareal y retoque del flujo	<i>Ripples</i> y <i>megaripples</i> en el sentido del flujo	Estratificaciones cruzadas de escala decimétrica y métrica, conchas inclinadas hacia el mar	Arena fina y media. <i>Lags</i> de conchas
Canal secundario de flujo	Flujo mareal y retoque del reflujo	<i>Ripples</i> en el sentido del flujo	Estratificación cruzada de base curva y escala decimétrica hacia tierra. <i>Flasers</i>	Arena fina y media. Limo
Barras de borde de canal	Corrientes mareales con patrones rotacionales. Batida del oleaje	<i>Ripples</i> con dispersión direccional. Barras de batida	Estratificación cruzada de escala decimétrica Estratificación cruzada de escala métrica inclinada hacia la tierra	Arena media. Fragmentos de conchas
Lóbulo frontal	Reflujo mareal. Oscilación del oleaje	<i>Ripples</i> en el sentido del reflujo retocados por el oleaje	Estratificación cruzada de escala decimétrica. <i>Flasers</i>	Arena muy fina. Limo

Tabla 2.3
Resumen de las características sedimentarias de los submedios asociados a los deltas de reflujo mareal.

III. Bancales externos lineales o barras de batida de oleaje

El principal proceso que actúa sobre estos bancales está relacionado con la acción de las olas sobre los fondos someros. Al llegar a la costa, el oleaje puede descomponerse en un vector perpendicular a la misma, responsable de que en la zona de batida se produzca una puesta en suspensión del sedimento para luego transportarlo a la orilla. Estas corrientes actúan uniformemente provocando una acumulación momentánea de la masa de agua sobre la orilla y para mantener el equilibrio dinámico de compensación se genera otra corriente en sentido contrario denominada resaca.

Estas corrientes representan movimientos orbitales de las partículas, dando lugar al concepto de velocidad orbital que en mar abierto responde a la fórmula:

$$W_m = \pi D_o / T,$$

Donde **W_m** es la velocidad orbital, **D_o** es el diámetro de las órbitas y **T** es el período de la ola.

Y que sin embargo en zonas de batida se rige por la ecuación:

$$W_m = H/2 \sqrt{(g/d)}$$

Donde **H** es la altura de la ola, **g** es la gravedad y **d** es la profundidad.

Esta velocidad orbital es la que hay que tener en cuenta para determinar el umbral de movimiento de las partículas en la zona de batida.

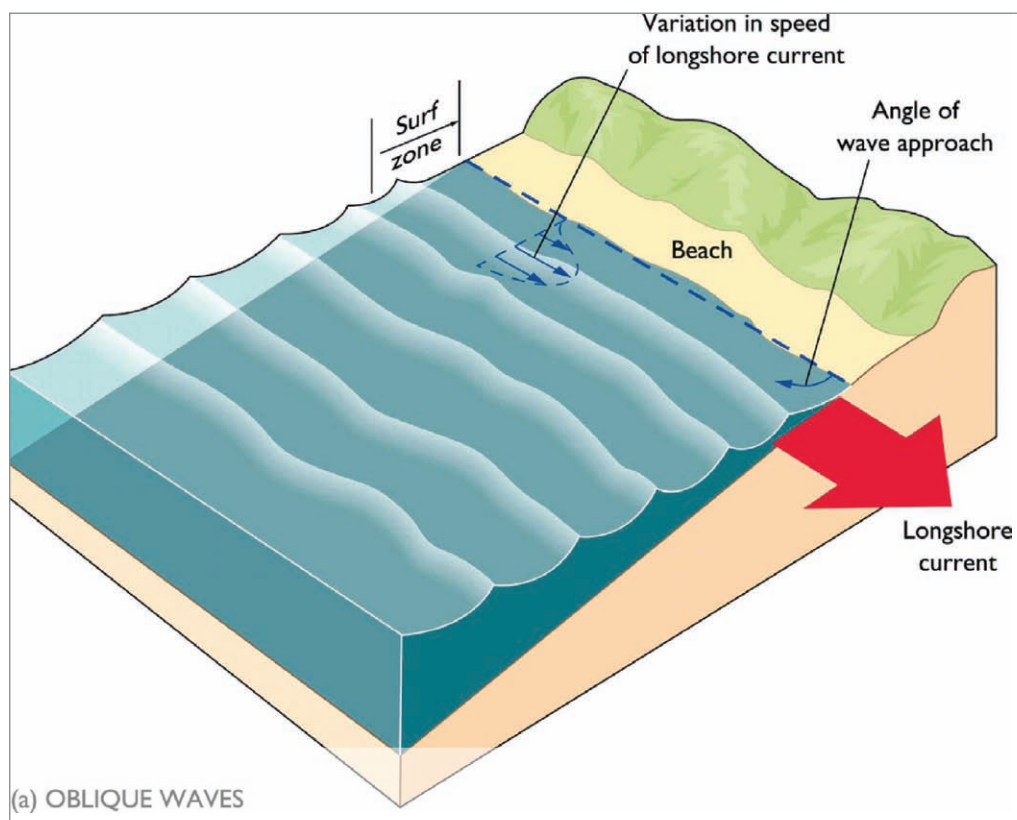
Un concepto dinámico de mayor aplicación sedimentaria que el nivel de base del oleaje es el de **profundidad de cierre**, que es la profundidad a partir de la cual comienzan a producirse los movimientos de las partículas de arena (en relación con el umbral de extracción de las partículas). Esta franja se puede determinar a partir de perfiles batimétricos, y representaría el área donde tiene lugar de forma compleja los procesos de erosión y sedimentación.

Teniendo en cuenta estos conceptos, desde el punto de vista de la dinámica sedimentaria, en la playa podrían definirse:

1 Zona de alimentación: Sobre la que actúan corrientes centrípetas y se concentra la energía que es conducida hacia el exterior de la playa, cortando el rompiente.

2 Zona de depósito: En la que la corriente de resaca se compensa con la batida de la ola siguiente depositando la carga. En esta zona es en la que se desarrollan preferentemente las barras de batida.

Con oleajes oblicuos a la costa se generan corrientes de resaca oblicuas a la entrada de la ola, las corrientes transversales no se compensan y se forma una corriente de deriva que es importante en el transporte longitudinal de sedimentos (ver figura 2.11).


Figura 2.11

Generación de corrientes de deriva con el oleaje oblicuo a la costa.

Una vez formadas, estas barras experimentan una migración hacia zonas más someras durante los períodos de buen tiempo, mientras que durante los temporales, la zona más alta de las pla-

yas se erosiona para volver a transportar la arena a las zonas sublitorales formando barras nuevas, que de nuevo comenzarán su movimiento hacia tierra de forma cíclica (ver figura 2.12).

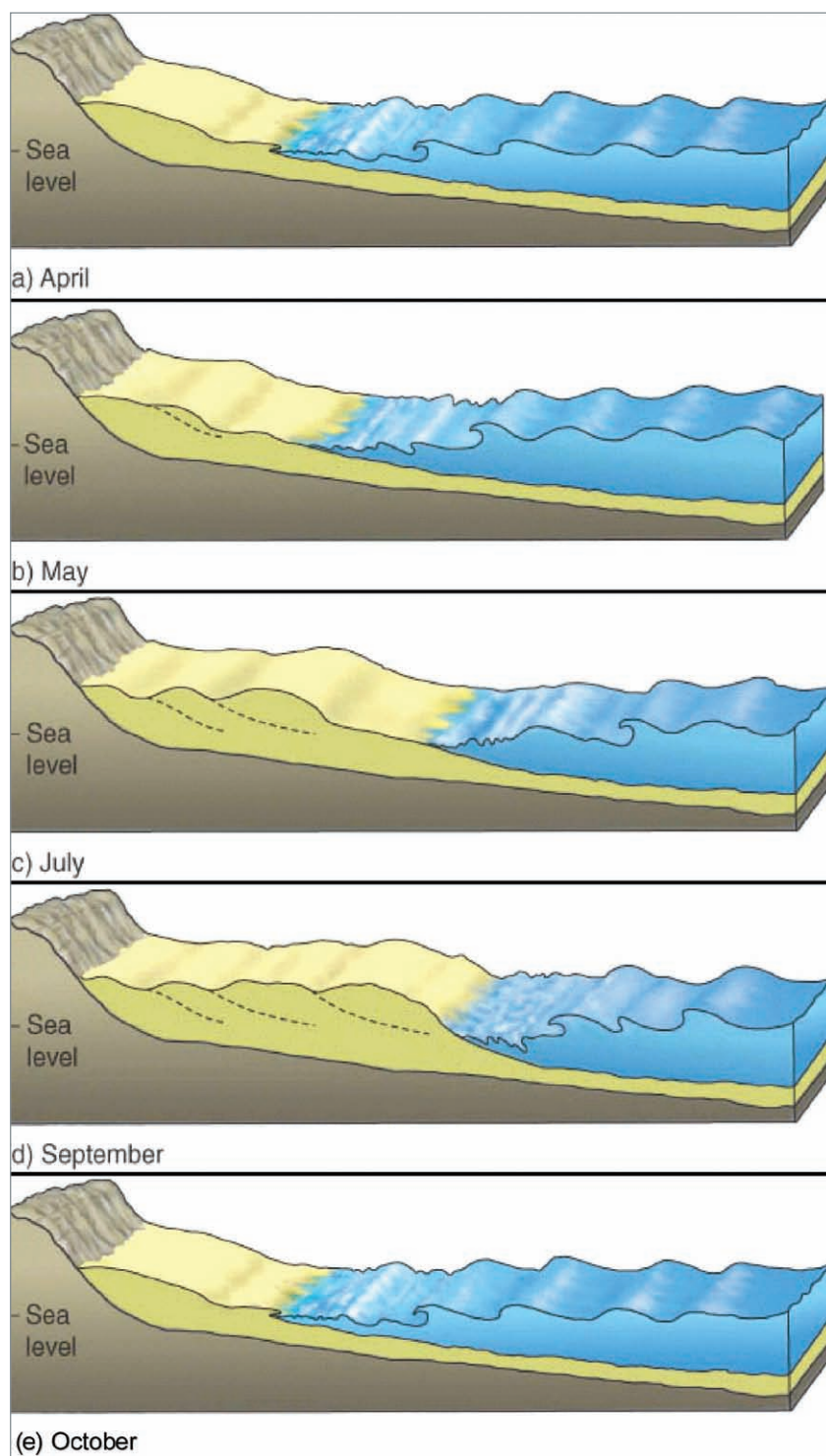


Figura 2.12

Esquema que muestra el proceso completo de migración hacia tierra de bancales y crecimiento de la playa durante un período de calma entre dos temporales sucesivos.

IV. Bancales externos transversales o parches arenosos de resaca

En costas de alta pendiente, como respuesta a la batida, en la compensación se originan una serie de

olas de carácter estacionario (olas laterales) que no son visibles y que se mueven perpendicularmente al oleaje incidente. La convergencia lateral de estas corrientes hace que la resaca se encauce en las zonas más deprimidas (ver figura 2.13).

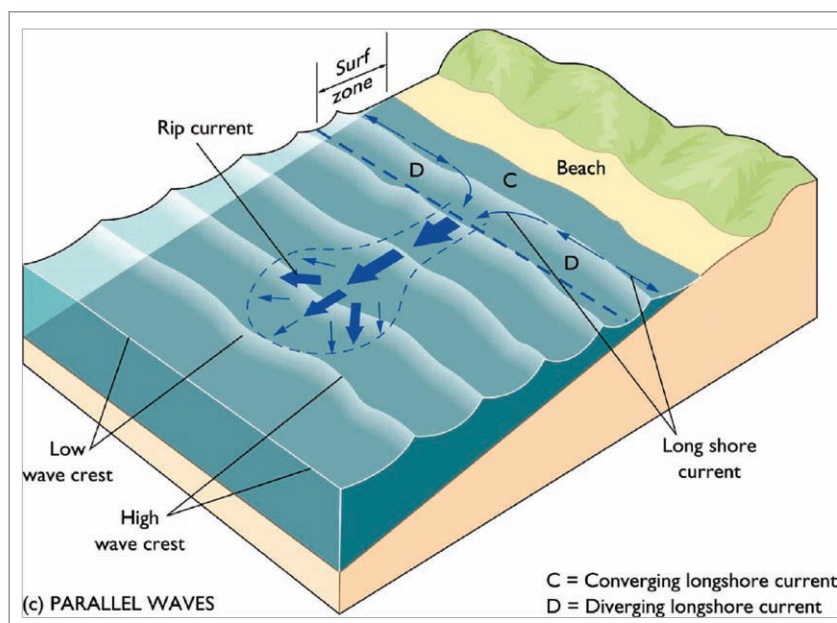


Figura 2.13

Generación de corrientes de resaca por oleaje paralelo a la costa.

En costas rocosas, estas corrientes de resaca se encauzan en las depresiones transversales resultantes del relieve continuado desde tierra o en zonas de erosión preferente (por ejemplo marcadas por la litología, debilidades geológicas, etc.). A lo largo de estas zonas se desarrollan bancales sedimentarios de muy poco espesor, en los cuales la sedimentación está dominada por las corrientes de resaca o por el

vaivén del oleaje dependiendo de las dimensiones de las olas, de tal forma que también se producen cambios cíclicos estacionales en la dinámica. Característicamente, durante oleajes fuertes, la resaca desarrolla *megaripples* orientados hacia el mar (ver figura 2.14), mientras que durante el buen tiempo se desarrollan formas simétricas de tamaño menor (ver figura 2.15).

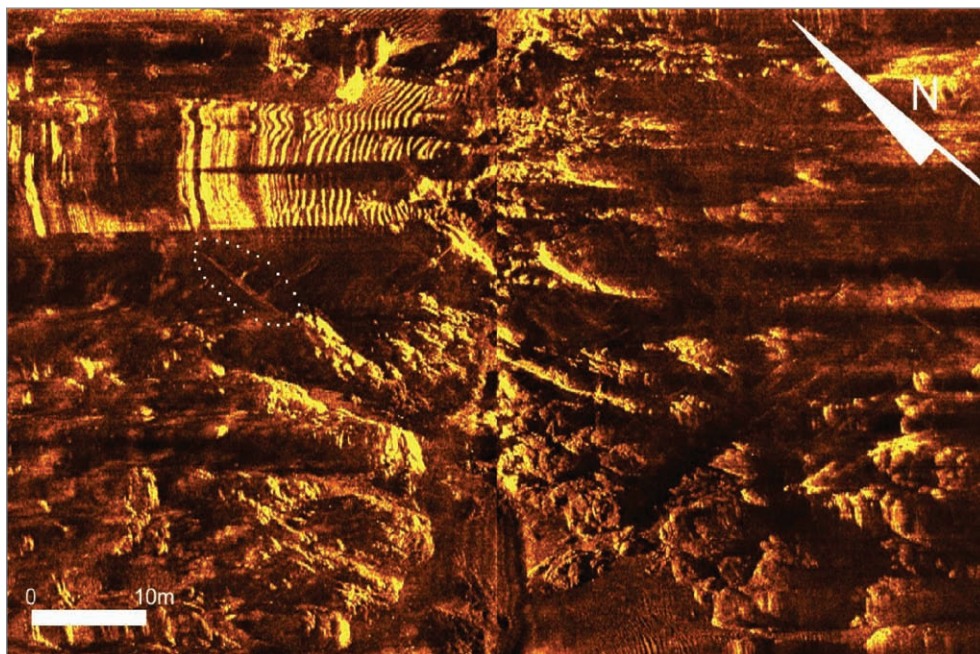


Figura 2.14

Imagen de Sónar de Barrido Lateral de Punta de Santa Catalina (Ceuta) que muestra un fondo rocoso con cañones perpendiculares a la línea de costa que desarrollan *megaripples* de resaca. La costa se encuentra a la derecha.

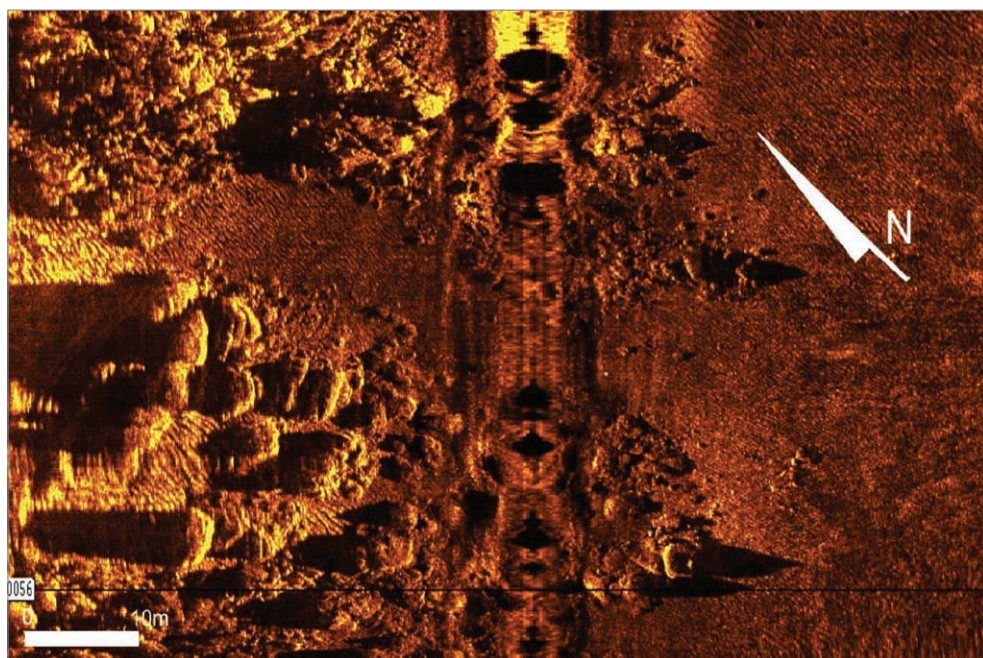


Figura 2.15

Imagen de Sónar de Barrido Lateral de la Ensenada de Tarajal (Ceuta) que muestra un fondo rocoso con cañones perpendiculares a la línea de costa que desarrollan *ripples* simétricos de oscilación. La costa se encuentra a la izquierda.

2.5 SUBTIPOS

Dentro del tipo de hábitat 1110 en España pueden distinguirse diferentes subtipos en función de los procesos genéticos y la dinámica sedimentaria:

- I. Bancales internos o deltas de flujo mareal.
- II. Bancales externos lobulados o deltas de reflujo mareal.
- III. Bancales externos lineales o barras de batida del oleaje.
- IV. Bancales externos transversales o parches arenosos de resaca.

Sus diferencias se basan sobre todo en la localización, la morfología de los bancales, el espesor del sedimento y la combinación de procesos que contribuyen a su dinámica.

2.6 EXIGENCIAS ECOLÓGICAS

- I. Bancales internos o deltas de flujo mareal

 - **Clima:** atlántico
 - **Vertiente:** atlántica
 - **Régimen mareal:** elevado (mesomareal)
 - **Régimen de corrientes:** elevado
 - **Sustrato:** arenoso- arena fangosa
 - **Estratificación de la columna de agua:** nula
 - **Temperatura:** elevada
 - **Salinidad media:** elevada
 - **Variación de la salinidad:** baja
- II. Bancales externos lobulados o deltas de reflujo mareal.

 - **Clima:** atlántico
 - **Vertiente:** atlántica
 - **Régimen mareal:** elevado (mesomareal)
 - **Régimen de corrientes:** elevado
 - **Sustrato:** arenoso

- **Estratificación de la columna de agua:** nula
- **Temperatura:** elevada
- **Salinidad media:** elevada
- **Variación de la salinidad:** baja

III. Bancales externos lineales o barras de batida del oleaje

- **Clima:** mediterráneo
- **Vertiente:** atlántica, mediterránea y macaronésica
- **Régimen mareal:** variable (mesomareal a micromareal)
- **Régimen de corrientes:** moderado a bajo
- **Sustrato:** arenas
- **Estratificación de la columna de agua:** nula
- **Temperatura:** elevada
- **Salinidad media:** elevada
- **Variación de la salinidad:** baja

IV. Bancales externos transversales o parches arenosos de resaca

- **Clima:** mediterráneo
- **Vertiente:** atlántica, mediterránea y macaronésica
- **Régimen mareal:** elevado (mesomareal)
- **Régimen de corrientes:** moderado a bajo
- **Sustrato:** microgravas, arenas y arenas fangosas
- **Estratificación de la columna de agua:** nula
- **Temperatura:** elevada
- **Salinidad media:** elevada
- **Variación de la salinidad:** baja

2.7 ESPECIES CARACTERÍSTICAS Y DIAGNÓSTICAS

En la siguiente tabla 2.4 se ofrece un listado con las especies que, según la aportación de la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP) y del Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC), pueden considerarse como características y/o diagnósticas del tipo de hábitat de interés comunitario 1110.

Tabla 2.4

Taxones que, según las aportaciones de la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP) y del Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC), pueden considerarse como característicos y/o diagnósticos del tipo de hábitat de interés comunitario 1110.

* **Presencia:** Habitual: planta característica, en el sentido de que suele encontrarse habitualmente en el tipo de hábitat; Diagnóstica: entendida como diferencial del tipo/subtipo de hábitat frente a otras; Exclusiva: planta que sólo vive en ese tipo/subtipo de hábitat.

Taxón	Subtipo	Especificaciones regionales	Presencia*	Abundancia/Afinidad**	Ciclo vital/presencia estacional/Biología	Comentarios
PLANTAS						
<i>Zostera marina</i>	1		Diagnóstica	Dominante	Perenne	
<i>Zostera noltii</i>			Diagnóstica	Muy abundante	Perenne	

Datos aportados por la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP).

Subtipo 1: Praderas de fanerógamas del atlántico norte peninsular

Comentarios:

- *Zostera marina* permite el crecimiento de algas epífitas sobre ella. Constituye la fanerógama más común del Atlántico Norte.
- *Zostera noltii* suele coincidir con *Z. marina* pero siempre ocupando niveles más superficiales.

Referencias bibliográficas:

Bartolomé *et al.*, 2005; Oceana, 2006, 2007a; Bellot, 1968.

<i>Cymodocea nodosa</i>	2		Diagnóstica	Moderada	Perenne	
<i>Zostera noltii</i>			Diagnóstica	Moderada	Perenne	
<i>Zostera marina</i>			Habitual	Moderada	Perenne	

Datos aportados por la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP).

Subtipo 2: Praderas de fanerógamas del atlántico sur peninsular

Comentarios:

- *Zostera marina* y *Cymodocea nodosa* permiten el crecimiento de algas epífitas sobre ellas. En muchos lugares llegan a formar praderas mixtas.
- *Zostera marina*, sólo penetra de forma puntual hasta la zona del cabo de Gata, a menudo en la proximidad o en contacto con praderas de *Cymodocea nodosa* y *Posidonia oceanica*.
- *Zostera noltii* se concentra principalmente en las marismas de Odiel (Huelva) y en la bahía de Cádiz.

Referencias bibliográficas:

Bartolomé *et al.*, 2005; Oceana, 2006, 2007a; Luque & Templado, 2004.

<i>Cymodocea nodosa</i>	3		Diagnóstica	Dominante	Perenne	
<i>Zostera noltii</i>			Habitual	Escasa	Perenne	
<i>Zostera marina</i>			Habitual	Moderada	Perenne	

Datos aportados por la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP).

Sigue ►

Subtipo 3: Praderas de fanerógamas del mediterráneo

Comentarios:

- *Zostera marina* y *Cymodocea nodosa* permiten el crecimiento de algas epífitas sobre ellas. En muchos lugares llegan a formar praderas mixtas.
- *Zostera marina*, forma praderas de extensión considerable desde Málaga a Almería. En el resto del Mediterráneo es bastante rara, restringida a pequeños enclaves como la cala Jonquet en Cataluña.
- *Zostera noltii* aparece en fondos fangosos muy someros, generalmente asociada a *Cymodocea nodosa*, sobre todo en zonas de Almería. También tiene presencia en la Región de Murcia formando praderas mixtas con *Zostera marina*.

Referencias bibliográficas:

Bartolomé *et al.*, 2005; Oceana, 2006, 2007a y b; Luque & Templado, 2004.

► Continuación Tabla 2.4

Taxón	Subtipo	Especificaciones regionales	Presencia*	Abundancia/Afinidad**	Ciclo vital/presencia estacional/Biología	Comentarios
PLANTAS						
<i>Cymodocea nodosa</i>	4		Diagnóstica	Dominante	Perenne	
<i>Zostera noltii</i>			Diagnóstica	Escasa	Perenne	
<i>Halophila decipiens</i>			Exclusiva	Muy abundante	Perenne	

Datos aportados por la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP).

Subtipo 4: Praderas de fanerógamas y algas canarias

Comentarios:

- *Halophila decipiens* es una especie tropical introducida. Especie propia de las costas africanas.
- *Cymodocea nodosa* permite el crecimiento de algas epifitas sobre ella. En las Islas Canarias se encuentra la mejor representación de praderas de *Cymodocea nodosa*, constituyendo uno de los hábitat más característicos.
- *Zostera noltii* sólo se localiza en la isla de Lanzarote y se conocen tres rodales o subpoblaciones que han sufrido un importante retroceso en los últimos años. Está incluida en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas, protegida por el Convenio OSPAR y presente en el Anexo II del Convenio de Barcelona. Catalogada como especie en Peligro de extinción en las Islas Canarias.

Referencias bibliográficas:

Arco Aguilar *et al.*, 2006; Bartolomé *et al.*, 2005; Espino Rodríguez, 2001; Oceana, 2007a; Harouna *et al.*, 2002; *Catálogo Nacional de Especies Amenazadas*.

ICTIOFAUNA

Datos aportados por el Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC).

Comentarios:

Taxones característicos. Taxones marinos, esporádicamente *Aphanius iberus* en bancos de arena en el Delta del Ebro y en el Mar Menor. Conservación. En estas áreas la contaminación y el desarrollo urbanístico del Mar Menor son las principales amenazas. Depuración y limitación del crecimiento urbano son medidas adecuadas en estas áreas para la conservación. Grupos sistemáticos. Ciprinodóntidos en peces de agua dulce. Muchos otros grupos marinos.

2.8 ESPECIES DE LOS ANEXOS II, IV Y V

En la siguiente tabla 2.5 se citan especies incluidas en los anexos II, IV y V de la Directiva de Hábitats (92/43/CEE) y en el anexo I de la Directiva de Aves

(79/409/CEE) que, según las aportaciones del Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC) y de la Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos (SECEM), se encuentran común o localmente presentes en el tipo de hábitat de interés comunitario 1110.

Taxón	Anexos Directiva	Afinidad* hábitat	Afinidad* subtipo	Comentarios
ICTIOFAUNA				
<i>Aphanius iberus</i> (Fartet)	II			Aunque este tipo de hábitat es típico de especies marinas el Fartet, puede encontrarse tanto en el Delta del Ebro como en el Mar Menor de forma esporádica

Datos aportados por el Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC).

Comentarios:

	CNEA	DH	CB	UICN	LR
<i>Cyprinodontidae</i>					
<i>Aphanius iberus</i>	PE	II	II	EN	EN

CNEA = Catálogo Nacional de Especies Amenazadas (Real Decreto 439/1990).

PE= EN Peligro de Extinción.

DH: Directiva 92/43/CEE, del Consejo, de 21 de mayo relativa a la conservación de los hábitat naturales y de la fauna y flora silvestres. (Directiva de hábitat) II: Taxones de interés comunitario para cuya conservación es necesario designar zonas especiales de conservación (Anexo II).

CB: Convenio de 19 de septiembre de 1978 relativo a la conservación de la vida silvestre y del medio natural en Europa. (Convenio de Berna): II: Especies de fauna estrictamente protegida (Anexo II).

UICN: Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

LR.- Libro Rojo de los Peces continentales españoles (Doadrio, 2002) En Peligro (EN).

MAMÍFEROS				
<i>Tursiops truncatus</i> ¹	II, IV.	No Preferencial		
<i>Delphinus delphis</i> ¹	IV	No Preferencial		
<i>Stenella coeruleoalba</i> ¹	IV	No Preferencial		
<i>Balaenoptera physalus</i> ¹	IV	No Preferencial		

Datos correspondientes al informe realizado por la Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos (SECEM) en el área sur de la Península Ibérica.

Referencias bibliográficas:

¹ Belenguer *et al.*, 2005; Blanco, 1998.

Tabla 2.5

Taxones incluidos en los anexos II, IV y V de la Directiva Hábitat (92/43/CEE) que se encuentran común o localmente presentes en el tipo de hábitat de interés comunitario 1110.

* **Afinidad:** Obligatoria: taxón que se encuentra prácticamente en el 100% de sus localizaciones en el hábitat considerado; Especialista: taxón que se encuentra en más del 75% de sus localizaciones en el hábitat considerado; Preferencial: taxón que se encuentra en más del 50% de sus localizaciones en el hábitat considerado; No preferencial: taxón que se encuentra en menos del 50% de sus localizaciones en el hábitat considerado.



3. EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN

3.1. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS ESPECIES TÍPICAS

En la siguiente tabla 2.6 se ofrece un listado con las especies que, según las aportaciones de la SEBCP, pueden considerarse como típicas del tipo de hábitat de interés comunitario 1110. Se consideran especies típicas a aquellos taxones relevantes para mantener el tipo de hábitat en un estado de conservación fa-

vorable, ya sea por su dominancia-frecuencia (valor estructural) y/o por la influencia clave de su actividad en el funcionamiento ecológico (valor de función). Con el objeto de ofrecer la mayor precisión, siempre que ha sido posible la información se ha referido a los subtipos definidos en el apartado 2.3.

Tabla 2.6

Identificación y evaluación de los taxones que, según las aportaciones de las sociedades científicas de especies (SEBCP), pueden considerarse como típicos del tipo de hábitat de interés comunitario 1110.

* **Nivel de referencia:** indica si la información se refiere al tipo de hábitat en su conjunto, a alguno de sus subtipos y/o a determinados LIC.
** **Opciones de referencia:** 1: taxón en el que se funda la identificación del tipo de hábitat; 2: taxón inseparable del tipo de hábitat; 3: taxón presente regularmente pero no restringido a ese tipo de hábitat; 4: taxón característico de ese tipo de hábitat; 5: taxón que constituye parte integral de la estructura del tipo de hábitat; 6: taxón clave con influencia significativa en la estructura y función del tipo de hábitat.
*** **CNEA** = *Catálogo Nacional de Especies Amenazadas*.

Taxón	Nivel* y Opciones de referencia**	Directrices Estado Conservación					Comentarios	
		Área distribución	Extensión y calidad del tipo de hábitat	Dinámica poblaciones	Categoría de Amenaza UICN			CNEA ***
					España	Mundial		
PLANTAS								
<i>Zostera marina</i> L. ¹	Subtipos 1, 2, 3 (1,2,4,5,6)	Costas mediterráneas y atlánticas (no está presente en las Islas Canarias)		Desconocida	Vulnerable		<i>Zostera marina</i> está incluida en el Anexo II del Protocolo sobre las Zonas Especialmente Protegidas y la Diversidad Biológica en el Mediterráneo (Barcelona, 1995)	

► Continuación Tabla 2.6

Taxón	Nivel* y Opciones de referencia**	Directrices Estado Conservación						Comentarios
		Área distribución	Extensión y calidad del tipo de hábitat	Dinámica poblaciones	Categoría de Amenaza UICN		CNEA ***	
					España	Mundial		
<i>Cymodocea nodosa</i> (Ucria) Aschers ²	Subtipos 3 y 4 (1,2,4,5,6)	Costas mediterráneas y las Islas Canarias		Desconocida				El Convenio de Berna, relativo a la conservación de la vida silvestre y del medio natural de Europa (1979), que no contaba con ninguna especie florística marina, fue modificado en 1996 para incluir en sus anexos las especies de fanerógamas: <i>Cymodocea nodosa</i> y <i>Zostera marina</i>
PLANTAS								
<i>Posidonia oceanica</i> (L.) Delile ³	Subtipo 3 (2,3,4,5,6)	Costas mediterráneas, encontrándose las mejores formaciones en las Islas Baleares (Estanyet d'Addaia y Sa Nitja en Menorca; en el Estany des Peix y en Sa Torre, en Formentera) y en el litoral almeriense. Ocupan extensas áreas desde el litoral levantino como el cabo de San Antonio (Alicante) hasta el cabo de Gata (Almería)	En las costas españolas se estima que las praderas de esta fanerógama ocupan unos 3.100 Km², lo que supondría algo menos del 10% de la totalidad del Mediterráneo	Desconocida	Casi Amenazada			Constituyen el ecosistema más emblemático y característico de las costas mediterráneas. En distintas localizaciones forma praderas mixtas con otras fanerógamas como <i>Cymodocea nodosa</i> y <i>Zostera</i> sp

Aportación realizada por la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP).

Referencias bibliográficas:

¹ Ibarra Obando & Aguilar Rosas, 1985; Lorient, 1974; Solana-Arellano, 2001; VV. AA., 2007.

² Manent Sintes *et al.*, 2005 y 2007; VV. AA., 2007.

³ Luque & Templado, 2004; Oceana, 2007a.



4. BIBLIOGRAFÍA CIENTÍFICA DE REFERENCIA

- ARCO AGUILAR, M.J., WILPRET DE LA TORRE, W., PÉREZ DE PAZ, P.L., RODRÍGUEZ DELGADO, O., ACEBES GINOVÉS, J.R., GARCÍA GALLO, A., MARTÍN OSORIO, V.E., REYES BETANCORT, J. A., SALAS PASCUAL, M., DÍAZ, M.A., BERMEJO DOMÍNGUEZ, J.A., GONZÁLEZ GONZÁLEZ, R., CABRERA LACALZADA, M.V. & GARCÍA ÁVILA, S., 2006. *Mapa de vegetación de Canarias*. Santa Cruz de Tenerife: GRAFCAN.
- BANARESCU, P., 1973. Origin and Affinities of the Freshwater Fish Fauna of Europe. *Ichthyologia* 5 (1): 1-8.
- BANARESCU, P., 1989. Zoogeography and History of the Freshwater Fish Fauna of Europe. En: Holcik, J. (ed.) *The Freshwater Fishes of Europe* 1. Wiesbaden: AULA-Verlag. pp 80-107.
- BARTOLOMÉ, C., ÁLVAREZ JIMÉNEZ, J., VAQUERO, J., COSTA, M., CASERMEIRO, M.Á., GIRALDO, J. & ZAMORA, J., 2005. *Los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Guía Básica*. Ministerio de Medio Ambiente, Dirección General para la Biodiversidad.
- BELENGUER ET AL., 2005. Los cetáceos en la Reserva Marina de las Islas Columbretes: 10 años de avistamientos (1996-2005). *Resúmenes VII Jornadas SECEM*. Valencia. 22 p.
- BELLOT, F., 1968. La vegetación de Galicia. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles*. Nº 24: pp 3-306.
- BIANCO, P. G., 1990. Potential Role of the Palaeohistory of the Mediterranean and Paratethis Basins on the Early Dispersal of Euro-Mediterranean Freshwater Fishes. *Ichthyol Explor Freshwaters* 1: 167-184.
- BLANCO, 1998. *Guía de campo de los mamíferos de España*. Tomo II. Geoplaneta.
- BURGMEYER, T., HILLEBRAND, H. & PFENNINGER, M., 2007. Effects of Climate-Driven Temperature Changes on the Diversity of Freshwater Macroinvertebrates. *Oecologia* 151 (1): 93.
- CALVO, J.P., DAAMS, R., MORALES, J., LOPEZ-MARTINEZ, N., AGUSTI, J., ANADON, P. et al., 1993. Up-to-date Spanish Continental Neogene Synthesis and Paleoclimatic Interpretation. *Rev. Soc. Geol. España* 6: 29-40.
- CAVENDER, T.M., 1991. The fossil Record of the *Cyprinidae*. En: Winfield, I.J. & Nelson, J.S. (eds.). *Cyprinid Fishes, Systematics, Biology and Exploitation*. London: Chapman & Hall. pp 1-33.
- CHUST, G., CHAVE, J., CONDIT, R., AGUILAR, S., LAO, S. & PÉREZ, R., 2006. Determinants and Spatial Modeling of Tree-Diversity in a Tropical Forest Landscape in Panama. *J. Veg. Sci.* 17: 83-92.
- DE LA PEÑA, A., 1995. Los peces terciarios de las cuencas continentales ibéricas: Marco histórico y registro fósil conocido. *Coloquios en Paleontología* 47: 25-46.
- DOADRIO, I., 2002. *Atlas y Libro Rojo de los Peces de España*. MIMAN-CSIC. Madrid. 384 p.
- DOADRIO, I., KOTTELAT, M. & SOSTOA, A., 2007a. *Squalius laietanus*, A New Species of Cyprinid Fish from North-Eastern Spain and Southern France (Teleostei: *Cyprinidae*). *Ichthyological Exploration of Freshwater*: 19-88.
- DOADRIO, I. & CARMONA, J.A., 2006. Phylogenetic Overview of the Genus *Squalius* (*Actinopterygii*, *Cyprinidae*) in the Iberian Peninsula, with Description of Two New Species. *Cybium* 30 (3): 199-214.
- DOADRIO, I., PEREA, S. & ALONSO, F., 2007b. A New Species of the Genus *Squalius* Bonaparte, 1837 (*Osteichthyes*, *Cyprinidae*) from the Tagus River Basin (Central Spain). *Graellsia* 63 (1): 89-100.
- DOADRIO, I., & CARMONA, J.A., 2003a. A New Species of the Genus *Chondrostoma* (*Actinopterygii*, *Cyprinidae*) from the Iberian Peninsula. *Graellsia* 59(1): 29-36.

- DOADRIO, I. & CARMONA, J.A., 2003b. Testing Freshwater Lago Mare Dispersal Theory on the Phylogeny Relationships of Iberian Cyprinid Genera *Squalius* & *Chondrostoma* (Cypriniformes, Cyprinidae). *Graellsia* 59 (2-3): 457-473.
- ENCINAR, M.V. & FLOR, G., 1983. Aportaciones para el conocimiento de la dinámica y sedimentación de la ría del Eo. *Cuadernos del CRINAS* 5: 51 p.
- ESPINO, F., 2001. Las praderas de fanerógamas marinas canarias y su diversidad. *Medio Ambiente Canarias*. nº 21. *Revista de la Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente*. Gobierno de Canarias.
- FLOR, G. & FLOR, G., 2004. Aspectos morfológicos de los estuarios de Tina Mayor y Tina Menor (oriente de Asturias-occidente de Cantabria). *Actas de la VIII Reunión Nacional de Geomorfología (V. I)*. Benito, G. y Díez Herrero, A. (eds.). pp 329-336.
- FLOR, G. & CAMBLOR, C., 1990. Dinámica y sedimentación en el estuario de Ribadesella (Asturias, N de España). *Trabajos de Geología* nº 17. Universidad de Oviedo. pp 16-36.
- FLOR, G. & FERNÁNDEZ, L.A., 1999. Manejos y evolución en el estuario del Eo (Galicia-Asturias, NO de España). En: Pallí Buxó, L & Roqué Pau, C. (eds.). *Avances en el estudio del Cuaternario español. Aportaciones a la X Reunión Nacional del Cuaternario*. Girona. pp 37-42.
- FLOR, G., FERNÁNDEZ, L. A. & CABRERA CEÑAL, R., 1992. Aspectos morfológicos del estuario del Eo. *Trabajos de Geología*. Nº 19. Universidad de Oviedo. pp 75-95.
- FLOR, G., FERNÁNDEZ, L.A. & CABRERA CEÑAL, R., 1992. Características dinámicas y sus relaciones sedimentarias en la ría del Eo (Asturias-Galicia, NO de España). *Rev. Soc. Geol. España* 5: pp 7-25.
- FLOR, G., FERNÁNDEZ, L.A., MENÉNDEZ, R., MARTÍNEZ, M.E. & RODRÍGUEZ-CASERO, G., 1996. Dynamics and Sedimentation of the Mesotidal Estuary of Villaviciosa (Asturias, Northern Spain). *Rev. Soc. Geol. España* 9 (3-4): 205-225.
- FLOR, G., CABRERA, R., SUÁREZ, M.A. & IGLESIAS, P.J., 1998. Aspectos morfológicos, dinámicos y sedimentológicos del estuario del Nalón (Asturias, NO de España). *Trabajos de Geología* nº 20. Universidad de Oviedo. pp 3-37.
- GRIFFIN, D. L., 2002. Aridity and Humidity: Two Spects of the Late Miocene Climate of North Africa and the Mediterranean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 182 (1-2): 65-91.
- HAROUNA, R.J., GIL-RODRÍGUEZ, M.C., DÍAZ DE CASTRO, J. & PRUD'HOMME VAN REINEC, W.F., 2002. Checklist of the Marine Plants from the Canary Islands (Central Eastern Atlantic Ocean).
- HUGUENY, B. & LÉVÊQUE, C., 1994. Freshwater Fish Zoogeography in West Africa: Faunal Similarities Between River Basins. *Environmental Biology of Fishes* 11 (1): 3.
- IBARRA OBANDO, S.E. & AGUILAR ROSAS, R., 1985. Macroalgas flotantes y epífitas asociadas con *Zostera marina* en Bahía de San Quintín (B.C., México), durante verano-otoño 1982: biomasa y composición taxonómica. *Ciencias Marinas* 11 (3): 89-104.
- JIMÉNEZ, J. & LA COMBA, I. (eds.), 2002. *Peces continentales, anfibios y reptiles de la Comunidad Valenciana*. Generalitat Valenciana, Conselleria de Medi Ambient.
- KOTTELAT, M. & FREYHOF, J., 2007. *Handbook of European Freshwater Fishes*. 646 p.
- LORIENTE, E., 1974. Sobre la vegetación de las clases *Zosteretea* y *Spartinetea maritimae* de Santander. *Anales del Instituto Botánico Cavanilles* 31(2): 179-189.
- LUQUE, A. & TEMPLADO, J. (coords.), 2004. Praderas y Bosques Marinos de Andalucía. Sevilla: Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente. .
- MANENT SINTES, P., CAUJAPÉ CASTELLS, J., ALBERTO, F., SERRAO, E. & GONZÁLEZ HENRÍQUEZ, N., 2007. Indicaciones para la conservación genética de *Cymodocea nodosa* en Canarias, basadas en el análisis de microsatélites. Libro de resúmenes del *III Congreso de Biología de la Conservación de Plantas*. Puerto de la Cruz (Tenerife). pp 55- 74.
- MANENT SINTES, P., CAUJAPÉ CASTELLS, J., ALBERTO, F., SERRAO, E. & GONZÁLEZ HENRÍQUEZ, N., 2005. Conservación genética de las praderas de la fanerógama marina *Cymodocea nodosa* (*Cymodoceae*) en Canarias. Libro de resúmenes del *II Congreso de Biología de la Conservación de Plantas*. Gijón (Asturias). 194 pp.
- MARTÍN JIMÉNEZ, C.M., 2006. *Peces de Castilla y León*. Cálamo. 264 p.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. *Zostera noltii* en Catálogo Nacional de Especies Amenazadas. www.mma.es/secciones/biodiversidad/especies_ame-nazadas/catalogo_especies/flora/pdf/FL137.pdf

- OCEANA, 2006. *Informe Hábitat en peligro*.
- OCEANA, 2007a. *Informe Praderas sumergidas*.
- OCEANA, 2007b. *Informe Illes Balears: Propuesta para la gestión de hábitat amenazados y la pesca*.
- SMITH, S.A., & BERMINGHAM, E., 2005. The Biogeography of Lower Mesoamerican Freshwater Fishes. *J. Biogeography* 32 (10): 1835-54.
- SOLANA ARELLANO, E., 2001. Utilización de métodos cuantitativos para el estudio de la dinámica de los pastos marinos: una revisión crítica. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 36 (2): 165-180.
- TORRALVA, M, OLIVA, F. J. , ANDREU, A., VERDIELL, D., MIÑANO, P.A. & EGEA, A. 2003. Atlas de Distribución de los peces epicontinentales de la Región de Murcia. 167 p.
- VV. AA., 2007. *Lista roja de la flora vascular española amenazada*. [Borrador elaborado por el Comité de Expertos de la Lista Roja]. Noviembre de 2007. Madrid. www.conservacionvegetal.org/PDF/Borrador%20LR%202007.pdf.
- YAP S.Y., 2002. On the Distributional Patterns of Southeast-East Asian Freshwater Fish and Their History. *J. Biogeography* 29 (9): 1187-99.
- ZALDIVAR, C., 2006. *Guía de los peces de La Rioja*. Gobierno de la Rioja. 200 p.