

Introducción

Menorca mayoritariamente presenta una línea de costa de tipo acantilado, poco adecuada a la formación de ambientes playa-duna. No obstante, en cada uno de los lugares del litoral en que se dan las condiciones topográficas adecuadas en la transición del ámbito sumergido al ámbito subaéreo y existe la disponibilidad de sedimento arenoso, encontramos formaciones de sistemas playa-duna. En este sentido son numerosos, aunque pequeños, los entrantes de mar hacia tierra que en la su parte más profunda presentan este tipo de litoral.

Los sistemas playa-duna litorales son ambientes muy dinámicos, donde se dan variaciones de las formas a diferente escala temporal. Así pues, estos ambientes presentan cambios muy rápidos, en cuestión de horas, como los movimientos de las barras arenosas de la playa sumergida, y cambios lentos, milenarios, como la ampliación o reducción del campo de dunas. Todos estos procesos que implican una dinámica de sistema, responden a estrategias naturales que tienen como única finalidad el equilibrio o la estabilidad de la línea de costa. Estabilidad que podemos entender o asumir como un balance sedimentario cero, donde las pérdidas de sedimento se compensan con las entradas en el sistema. Pese a todo, la variabilidad de los diferentes agentes que intervienen a corto y medio plazo y de los factores a largo plazo, hacen que la búsqueda del equilibrio y estabilidad de la línea de costa sea permanente y que la dinámica de los sistemas lleve a una persistente adaptación sincrónica de todas sus formas en cada variación ambiental, por sutil que sea esta.

Pese a todo y en última instancia, dentro del complejo dinamismo de estos ambientes litorales, la existencia y las características definitorias de los sistemas playa-duna actuales están ligados a un factor clave, el nivel relativo del mar. A medio o a largo plazo el comportamiento regresivo o transgresivo del mar marca una pauta muy importante en el balance sedimentario de estos litorales. Una variación de signo regresivo favorece un excedente de sedimento en la parte emergida del sistema, ya que progresivamente quedan al descubierto los contingentes que conforman la playa sumergida. Son en estas variaciones de tendencia regresiva

cuando la dinámica eólica construye las formas dunares. Con una tendencia opuesta, con una variación de signo transgresivo, se produce un déficit de sedimento en la parte sumergida del sistema. En estas circunstancias se ocasiona el retorno del sedimento depositado en las dunas hacia la zona de playa sumergida.

En el sentido que anteriormente hemos expuesto, los sistemas playa-duna constituyen los ambientes sedimentarios que con el tiempo y ligados a cambios importantes en los factores ambientales que los determinan, pueden dar lugar a depósitos antiguos de eolianitas. Depósitos que son el resultado de la progresiva paralización de los campos de dunas y posterior litificación como excedentes sedimentarios en las fases regresivas en los períodos glaciales. Ahora bien, no necesariamente necesitamos tener oscilaciones del nivel del mar como las producidas por un período glacial para tener la construcción de edificios dunares. Tal como sucede en los sistemas playa-duna actuales, estos han sido el resultado de las regresiones y transgresiones del nivel del mar ocurridas por las pulsaciones y oscilaciones climáticas del Holoceno. Es más, la presencia de diferentes generaciones de depósitos en los campos dunares actuales se debe a que ninguna trasgresión del nivel del mar provocada por las pulsaciones más recientes, ha superado el nivel alcanzado en el máximo flandriense, hace unos 6.000 años. Esto implica que cuanto más reciente ha sido la oscilación, menor magnitud ha presentado, lo que ha permitido el acoplamiento en horizontal de las diferentes generaciones de dunas que encontramos construidas.

El sedimento de los sistemas playa-duna de Menorca

Los ambientes de deposición playa-duna de Menorca, igual que pasa en el resto de las islas Baleares, no difieren excesivamente de la morfogénesis y morfodinámica que caracteriza al resto de ambientes similares del Mediterráneo, incluso del resto del mundo. Tal vez, la diferencia más importante sea el origen del sedimento que los compone, ya que normalmente en este tipo de sistemas litorales la fuente de alimentación suelen ser los contingentes de sedimento alóctonos (litoclastos) que vierten las redes fluviales a la costa o los que el mar trabaja por desmantelamiento de acantilados de materiales cohesionados; no obstante, en las islas Baleares la principal fuente de sedimento viene de la producción biogénica *in situ* (bioclastos). Estos sedimentos tienen su génesis en los fragmentos esqueléticos de los organismos que encontramos en diferentes medios marinos como las praderas de *Posidonia oceanica*, fondos de algas rojas, concreciones coralinas, etc. (Fornós, 1987;

Jaume y Fornós, 1992). Este hecho transfiere una serie de singularidades a estos sistemas: en primer lugar y muy importante, una producción de sedimento muy limitada que puede dificultar la reposición de las pérdidas en el balance sedimentario; en segundo lugar, su naturaleza carbonatada.

En lo que atañe específicamente a Menorca y entre los dos dominios geomorfológicos de Tramuntana y Migjorn se producen diferencias importantes en el % de media de bioclastos y litoclastos presentes en la composición del sedimento de las playas. Mientras en la región de Tramuntana la media de litoclastos se encuentra en un 27,46%, en el Migjorn esta fracción sólo llega a un 7,7 %. Desde un punto de vista textural también hay diferencias entre las dos regiones geomorfológicas; mientras que en Tramuntana encontramos un dominio de arenas medias-gruesas y un mayor grado de angulosidad, Migjorn se caracteriza por presentar arenas medias-finas y una forma de grano menos angulosa (Gómez-Pujol *et al.*, 2000).

Estructura ideal de los sistemas playa-duna de Menorca

Consideramos ahora un sistema playa-duna ideal para Menorca, haciendo un recorrido de su estructura desde la parte sumergida, zona de producción del sedimento, a la parte subaérea, zona de sedimentación, donde encontramos la playa propiamente dicha y los campos de dunas (Fig. 1).

Zona de playa sumergida (infralitoral o nearshore)

La playa sumergida constituye una zona inundada permanentemente por el mar, donde podemos diferenciar claramente dos sectores: un primer sector distal, en el que los procesos morfológicos y dinámicos son más atenuados, ya que su mayor profundidad reduce la acción de las olas sobre el fondo marino, más esporádica y menos energética; y un segundo sector proximal, que constituye la parte más activa en cuanto a la removilización y al transporte de sedimento por el oleaje hacia la línea de costa.

a) *Sector distal*

Este sector constituye la parte más alejada de la costa, y su profundidad no es superior a los 40 m. En las playas menorquinas presenta una pendiente suave que, oscila según el sistema, pero no suele sobrepasar el 2 % (Servera, 1997), lo que lo hace ideal para el desarrollo de las praderas submarinas de *Posidonia oceanica* (Cebrián y Duarte, 2001).

Estas praderas de *Posidonia* (Fig. 2) constituyen unas comunidades vegetales de crecimiento muy lento, formadas por raíces, rizomas, tallos y hojas entre las que se deposita arena. Tienen un trascendental papel en el

desarrollo y mantenimiento del equilibrio de las restantes zonas del sistema playa-duna. Su importancia radica en tres aspectos: en primer lugar, juntamente con las concreciones coralinas, forman el hábitat perfecto del ecosistema que constituye la “fábrica” de sedimento arenoso más importante del litoral Balear (Fornós y Ahr, 1997). En segundo lugar, la presencia del *Posidonia* en el fondo aumenta la rugosidad y aleja de la línea de costa la profundidad crítica que provoca la modificación y ruptura del oleaje. En este proceso se puede llegar a disipar entre un 30 y un 40% de la energía del oleaje (Jeudy de Grissac, 1984), constituyendo un efectivo freno a la acción erosiva de las olas. Finalmente y en tercer lugar, las praderas hacen la función de dique de contención natural, que permite retener la arena de los bancos sumergidos que se encuentran entre ellas y la línea de costa, impidiendo su desplazamiento a zonas más profundas, donde la escala de tiempo humana no sería recuperable para la playa. Por otro lado también permite mantener una pendiente óptima de la playa sumergida para que el oleaje transporte el sedimento hacia la línea de costa (Rodríguez-Perea *et al.*, 2000).

b) Sector proximal

Este sector (Fig. 3), formado por bancos de arenas sumergidas, queda enmarcado entre el límite superior de las praderas de *Posidonia* y la misma línea de costa. Como consecuencia de la relativa poca profundidad del sector, el oleaje tiene capacidad de movilizar y transportar el sedimento, es la zona por excelencia de la deriva litoral y de las corrientes de resaca. Así en este sector, mediante el rozamiento del oleaje por el fondo y las corrientes que se generan, es donde se realiza la redistribución del sedimento a lo largo de toda la playa, y comienzan los procesos dinámicos de intercambio de sedimento con la playa subaérea, procesos vitales para

Figura 2

Imagen de una pradera de *Posidonia oceanica*. Esta comunidad sumergida constituye la principal fuente de sedimento para los sistemas playa-duna de Baleares

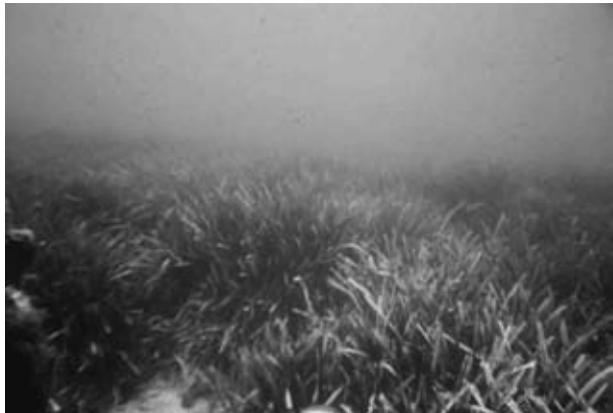




Figura 3
Sistema playa-duna y albufera de Son Bou. En la imagen se puede observar la zona de rompiente y *surf* del sector proximal de la playa sumergida

el mantenimiento del equilibrio y la estabilidad morfodinámica de la playa sumergida y subaérea (Pethick, 1984; Komar, 1998). Este sector mantiene una estrecha relación dinámica con la zona inmediata de la playa intermedia, basada en el intercambio de sedimento según sea la energía del oleaje que los afecta, y que perfilaremos con más detalle en el siguiente punto. El resultado de este dinamismo da al sector proximal un comportamiento cambiante y cíclico, con variaciones temporales y espaciales de la batimetría. Este hecho que se refleja en la formación de barras arenosas sumergidas que pueden migrar de o hacia la línea de costa, dando lugar a balances temporales de sedimento positivos o negativos; pese a todo, el balance final es un equilibrio sedimentario entre ambos ambientes. Por otro lado, además de la importancia que este sector tiene en la dinámica de una playa, también la tiene en la producción de nuevo sedimento arenoso. En los bancos arenosos sumergidos viven un gran número de especies de bivalvos cuyos restos esqueléticos, cuando mueren, son triturados por el oleaje hasta llegar a formar una parte importante de contingente sedimentario del sistema.

Zona de playa intermedia (mesolitoral o foreshore)

La playa intermedia es la zona de transición entre los dos ámbitos principales, donde se produce la transferencia de sedimento entre la parte sumergida y la parte emergida del sistema, o viceversa.

Esta zona, en Baleares, donde no existen oscilaciones de marea propiamente dichas, se corresponde con la relativa estrecha zona de vaivén o batida del oleaje (*swash*). Pese a la apariencia de ser un sector fijo, al contrario, es el que tiene un mayor dinamismo desde el punto de vista del intercambio de sedimento entre la playa sumergida y la playa

emergida. Como resultado de este dinamismo, el mesolitoral puede ampliar o reducir considerablemente su superficie.

El proceso dinámico anteriormente comentado presenta un ciclo anual, que provoca variaciones de su perfil, de la pendiente y de la misma posición del sector en cuestión, llegando a las mayores diferencias morfológicas entre la estación invernal y la de verano (Komar, 1998). La situación de invierno es consecuencia del mayor número de temporales ocurridos en otoño y en invierno, respecto de las dos estaciones restantes; durante aquella el mesolitoral *-foreshore-* presenta una menor pendiente y una mayor amplitud. Así, este sector adopta un perfil con poca pendiente que provoca un comportamiento disipativo de la energía del oleaje; con esta situación se consigue proteger de la erosión de las olas la zona alta de la playa o *backshore*, pese a que temporalmente pueda presentar una reducción de su superficie. Al mismo tiempo, en una situación de invierno, ha habido un trasvase de sedimento de este sector al proximal de la playa sumergida *-nearshore-* que se refleja en la formación de las barras sumergidas más o menos paralelas a la costa que ya hemos citado en el punto anterior. La formación de las barras en la situación de invierno es fundamental, ya que, como las praderas de *Posidonia*, su presencia reduce la profundidad y consigue alejar el rompiente de las olas. El resultado es disminuir el efecto erosivo del oleaje en la zona de la playa intermedia *-foreshore-* y, por tanto, también proteger la playa.

No obstante, este no es el único mecanismo natural de protección que tiene la playa, ya que las hojas muertas de *Posidonia*, ya sea flotando o acumuladas sobre la playa intermedia *-foreshore-*, también constituyen un efectivo mecanismo de defensa de la playa (Boudouresque y Meinesz, 1982; Servera *et al.*, 2002). Este mecanismo (Fig. 4) se activa con los mismos temporales que arrancan, transportan y acumulan en forma de bermas vegetales las partes muertas de *Posidonia*. Cuando los restos vegetales flotan dentro del mar provocan una reducción de la propagación del oleaje, debido a que incrementan la viscosidad del agua en la zona; en cambio, cuando se encuentran acumuladas en forma de bermas en la línea de costa, absorben la energía del oleaje, al mismo que minimizan el arrastre de sedimento.

La situación de verano, que, juntamente con la segunda mitad de la primavera, presenta menor frecuencia de temporales, es contraria a la situación invernal. En estas estaciones la playa presenta una dinámica de deposición, constructiva, que da lugar a un perfil del sector más corto, pero con más pendiente, y que actúa como reflexivo del oleaje de baja energía. Esta situación provoca nuevamente la acumulación en la línea de

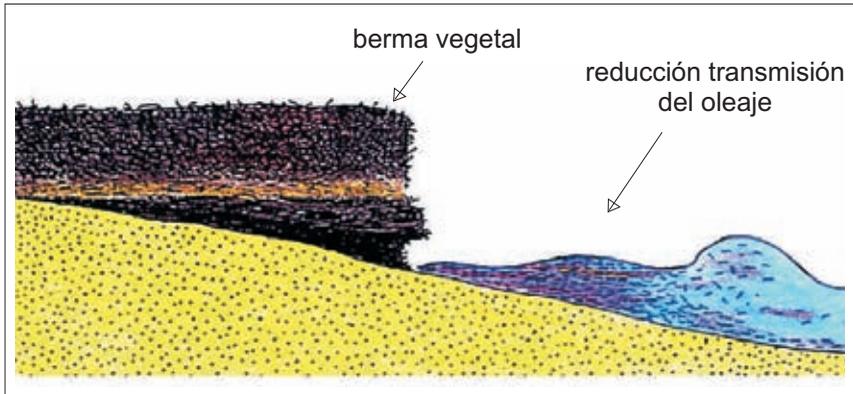


Figura 4
La acumulación de hojas muertas de *Posidonia oceanica* en la playa, constituye un efectivo mecanismo de protección del sedimento. (Modificado de C. F. Boudouresque y A. Meinesz, 1982).

costa del sedimento procedente de las barras sumergidas, provocando una acreción de la superficie de la playa subaérea.

No obstante, y pese a que es cierto que los dos tipos de perfiles se dan mayoritariamente en cada una de las estaciones que los define, esto no quita que el perfil disipativo o reflexivo pueda darse en cualquier momento del año, como una respuesta a la energía del oleaje que incide en la costa.

Zona de playa subaérea (1ª parte del supralitoral o backshore)

La playa subaérea es el lugar donde se dan los procesos y los mecanismos de transferencia de sedimento hacia al campo dunar interior. No obstante, también constituye la reserva de sedimento para garantizar el equilibrio de la playa sumergida, cuando esta es afectada por episodios importantes de erosión en situación de temporales.

Des de un punto de vista morfodinámico hay que diferenciar dos sectores: la playa alta y el cordón de dunas delanteras (*foredunes*).

a) Sector de playa alta

Comprendida entre el límite superior de la playa intermedia y la primera línea de acumulaciones eólicas delanteras -*foredunes*- (Fig. 5). Esta zona presenta unas características morfológicas y una dinámica diferente al sector anteriormente descrito, ya que en su modelado y equilibrio se incluyen los procesos de transporte eólicos, y en cambio, ya no es de forma sistemática afectada por el mar. Esta zona está constituida morfológicamente por un amplio sector de suave pendiente hacia el mar.

Figura 5

Sistema playa-duna de Binimel·là. Sector de playa alta con la presencia de formaciones dunares embrionarias, sujetas por vegetación psamófila anual



Su amplitud es muy variable, dependiendo entre otros factores del perfil estacional que presente en cada momento la zona de la playa intermedia.

En esta franja costera a parte de los efectos directos del mar, el sedimento arenoso se encuentra relativamente seco y da lugar a una perfecta plataforma expuesta a los vientos marinos. En este sector podemos encontrar las primeras formas eólicas totalmente efímeras y de poca altura. Son los *ripple marks*, acumulaciones en forma de rizo que constituyen la evidencia más clara del desplazamiento de la arena por el viento, en la mayoría de casos, de la parte baja de la playa a la parte alta.

En un estado natural de la playa, en la mitad superior de este sector encontramos la primera comunidad de plantss psamófilas de duración anual. Esta vegetación, a pesar de tener una baja capacidad de retención del sedimento, es fundamental para formar las pequeñas dunas embrionarias y efímeras (*nebkhas* y *shadow dunes*) (Hesp, 1999). Estas dunas temporales, por procesos de coalescencia, o bien por la liberación del sedimento cuando muere la planta, pasan a formar parte del primer cordón dunar de la parte superior de la playa. Esta vegetación actúa como un verdadero dosificador temporal en la regulación de la transferencia del sedimento hacia el interior del sistema, proceso que resulta trascendental en el equilibrio de la relación playa-duna.

b) Sector de dunas delanteras (foredunes)

Las dunas delanteras son las primeras acumulaciones permanentes (Fig. 6), pese a que el sedimento que las forma no presenta ningún tipo de estabilización. Las encontramos recubiertas de vegetación, en contacto y a lo largo de la parte alta de la playa y separadas del resto del campo dunar por un sector de transición relativamente deprimido, más o menos extenso y definido (Hesp, 1999).

Desde un punto de vista morfodinámico constituyen el ejemplo paradigmático de la simbiosis entre el mundo biótico y abiótico que caracteriza estos ambientes litorales. El sedimento procedente de la playa alta y de las dunas embrionarias es atrapado y retenido por la vegetación, de manera que cualquier alteración de la comunidad vegetal que las coloniza, provoca su rápida movilización. De las especies vegetales de estas primeras dunas permanentes, hay que destacar una por su papel fundamental en la construcción y equilibrio del *foredune*. Esta planta es la *Ammophila arenaria*, conocida popularmente como *borró*. La perfecta adaptación de esta especie a las difíciles condiciones del medio y sus características morfológicas, la hacen ideal e insustituible para la retención de la arena que transporta el viento provocando la construcción del *foredune*.

En la dinámica de los sistemas playa-duna, el cordón de dunas delanteras ejerce una triple función: en primer lugar, y como hemos



Figura 6

A: sistema playa-duna de Son Saura de Ciutadella (costa meridional). B: sistema playa-duna de Cala Algaiarens (costa de Tramuntana). En ambos sistemas se puede observar su correspondiente cordón de *foredunes*, bien colonizados por *Ammophila arenaria* y con un diferente desarrollo vertical controlado por el régimen eólico de la zona.



comentado anteriormente, constituye una reserva de sedimento importante para garantizar el equilibrio y la estabilidad de las restantes zonas de la playa, ya que en las situaciones asumidas por los fuertes temporales aportan sedimento hacia el mar, de manera que este no falte en la recuperación del equilibrio en los sectores afectados. En segundo lugar, cuando el cordón está bien desarrollado, deforma y frena el flujo de viento que llega directamente del mar; así impide la penetración hacia el interior de una importante cantidad de sal marina y el desplazamiento de arena. Este efecto barrera permite la implantación progresiva de vegetación no psamófila hacia el interior del sistema, evitando así la erosión y favoreciendo la estabilidad de las dunas más internas. Como tercer aspecto funcional, la interrelación del conjunto duna-vegetación actúa como un dosificador equilibrado en la transferencia de sedimento hacia el resto del campo dunar.

Las dimensiones de estas primeras dunas está, en cada caso, en función de las características del régimen eólico que afecta a cada playa; de manera que, cuanto más alta sea la intensidad y la frecuencia del viento que incide en una playa, mayores serán las alturas y amplitudes de estos cordones. Una vez estas dunas adquieran las dimensiones de acuerdo con el régimen eólico, la transferencia de sedimento hacia el campo dunar interior del sistema se realiza según sea el excedente de sedimento en el mismo cordón de *foredune*.

De la alteración de la relación sedimento-vegetación de las *foredunes*, se da una reducción de la efectividad de su papel dinámico, hecho que tiene una rápida difusión hacia el interior del campo dunar. El resultado más inmediato de las alteraciones de estas primeras formas dunares es la aparición progresiva de canales de erosión (Fig. 7), que atraviesan perpendicularmente el cordón y acaban a la parte interior del *foredune* con un lóbulo de deposición. Estas formas erosivas, llamadas *blowouts*, con el tiempo, si no se pueden cerrar de forma natural, amplían sus dimensiones hasta llegar a su coalescencia y pueden provocar la pérdida de importantes sectores del *foredune*. La aparición de *blowouts* a partir de alteraciones de carácter natural, constituye un proceso normal en estos cordones. Cuando es así, su presencia es puntual y esporádica y, en la mayor parte de los casos, estos canales de deflación son rápidamente cerrados por mecanismos naturales.

Zona de campo dunar (parte interior del supralitoral o backshore)

Una vez superamos el cordón de *foredunes* hacia tierra adentro nos encontramos con el campo dunar (Fig. 8). El cambio de ambiente es



Figura 7

Sistema playa-duna de Algaiarens. Canal frontal y lóbulo de deposición posterior de un *blowout*.

perceptible en un doble nivel: por una parte, las acumulaciones de sedimento arenoso se suceden hacia el interior incrementando sus dimensiones tanto en altura como en planta; por otra parte, la vegetación cambia hacia a un tipo arbustivo leñoso y que, de forma progresiva, pasa hacia a un tipo arbóreo, al mismo tiempo que incrementa su densidad.

Desdel punto de vista morfológico, pese a que la zona da la impresión de ser caótica, sin formas específicas y ningún tipo de organización, en la mayoría de los casos responde a dunas parabólicas organizadas en cordones dispuestos de forma paralela a la línea de costa, más o menos deformados. Los depósitos y la organización de estos campos de dunas no es actual, responde a les tres pulsaciones eólicas que han ocurrido a lo largo del Holoceno. Pese a que algunos autores han interpretado estos depósitos eólicos como fósiles, la realidad demuestra lo contrario. Lo primero, hay que decir que la formación de este cordón está ligada a etapas regresivas del nivel del mar, momento en que hay un claro excedente de sedimento en el ambiente sumergido y este es acumulado eólicamente en



Figura 8

Sistema playa-duna de s'Alairó. Sector de dunas semiestabilizadas del campo dunar

la zona del campo dunar. Por el contrario, cuando el nivel del mar tiene una tendencia a la subida, el sistema se encuentra con un déficit de sedimento, que compensa con la incorporación de la arena de las dunas construidas anteriormente. Por tanto, la presencia de una densa cobertura vegetal no implica la fosilización del campo dunar, sino simplemente su estabilización. Así pues, sin vegetación sería imposible retener la arena en las dunas, ya que, al no “entrar” nuevo sedimento y no tener esta protección, el viento las erosionaría.

En la actualidad, como es sabido el nivel del mar tiene una tendencia ascendente, hecho que implica un momento de no construcción de nuevas dunas y sí de recuperación del sedimento que el sistema tiene en reserva en el campo dunar. Esta situación actual define una dinámica de reconstrucción progresiva de las *foredunes* en posiciones más atrasadas y, al mismo tiempo, recuperar el sedimento de las dunas estabilizadas más interiores. Todo esto sucede de forma sincrónica al ritmo de ascenso del nivel del mar. De lo que acabamos de explicar se desprende la importancia del campo dunar como reserva de sedimento, en un momento en que las entradas de sedimento en el sistema no son suficientes para equilibrar la parte sumergida y, sobretodo, hacerlo al ritmo constante que determina la subida del nivel del mar.

Distribución y clasificación de los sistemas playa-duna de Menorca

La distribución y clasificación de los sistemas litorales playa-duna de Menorca es un tanto peculiar, explicables a partir de la misma división de la dos comarcas naturales de Tramuntana y Migjorn (Fig. 9).

Centrándonos así en la mitad occidental de la costa de Migjorn, los sistemas que encontramos son de fondo de cala y de pequeñas dimensiones (Fig.10), cuyo desarrollo está sujeto a la propias dimensiones de las calas que los albergan. La mayoría de ellos apenas desarrollan un campo de dunas hacia su interior, quedando limitado a la presencia de la playa y el *foredune*, y en el mejor de los casos alguna parabólica posterior o un manto eólico tipo *sand-sheet*. No obstante, hay honrosas excepciones como es el caso de Cala en Bosc, Son Xoriger y Son Saura que presentan un considerable campo de dunas. Mención aparte merece la playa de Son Bou, en este caso el sistema constituye una barra dunar que cierra una zona de albufera .

En el litoral de la región de Tramuntana la distribución de sistemas playa-duna es más homogénea y, en comparación a la región del Migjorn, estos sistemas presentan unas mayores extensiones. Las especificidades y desarrollo de este conjunto de sistemas playa-duna del norte de Menorca

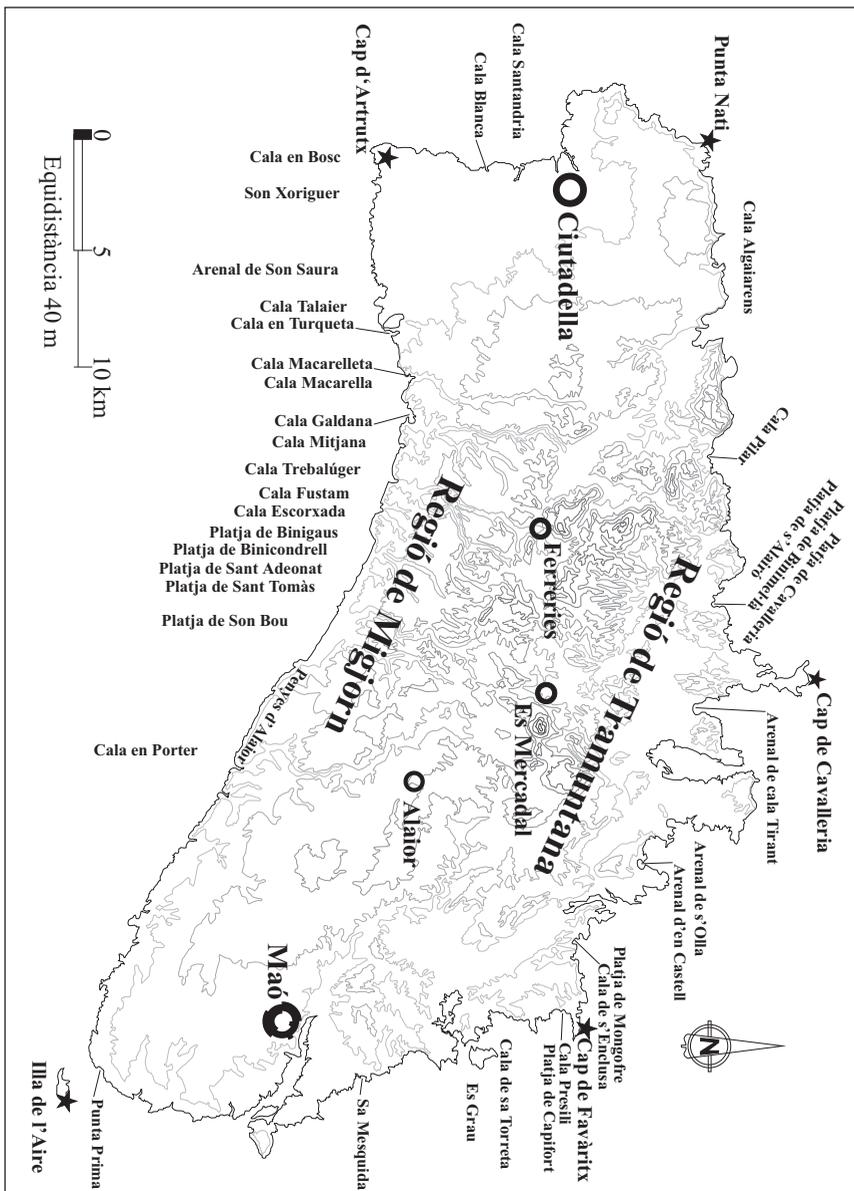


Figura 8
 Distribución y localización de los sistemas playa-duna de Menorca



Figura 10

Sistema playa-duna instalado en el fondo de Cala Trebalúger en el litoral meridional de Menorca.

están sujetas básicamente a dos factores principales (Servera, 1977). Un primer factor, corresponde a su exposición a vientos de componente norte cuya componente presenta la dirección más frecuente y las mayores



Figura 11

A sistema playa-duna de s'Alairó instalado en un valle estructural con relleno sedimentario cuaternario. B sistema playa-duna de Mongofre instalado en un valle estructural sin relleno sedimentario cuaternario y con formas dunares remontantes.

velocidades, hecho que implica que todos los sistemas presenten una disposición del campo dunar alargada de norte a sur y con penetraciones tierra adentro a distancias considerables desde la línea de costa.

El segundo factor corresponde al control que ejerce la notable, aunque no elevada, topografía de la región que nos permite clasificar los sistemas en dos tipologías: una primera, corresponde a los sistemas instalados en valles con relleno sedimentario cuaternario y que a nivel estructural tienen una continuación hacia el mar. Estos sistemas presenta mayores extensiones del campo dunar organizado en cordones paralelos a la

playa, más o menos deformados, que en su interior cierran una albufera. De esta tipología podemos destacar los sistemas playa-duna des Grau, Arenal de Son Saura del Nord, Cala Tirant, Binimel·là o Cala Algaiarens.

Una segunda tipología, la componen los sistemas instalados en valles sin relleno sedimentario, estrechos y vertientes de inclinación notable. Estos sistemas presentan un campo dunar cuya distribución se adapta al recorrido de los valles. En ocasiones, los depósitos eólicos ascienden lateralmente para llegar a sobresalir de la vaguada. En estas ocasiones encontramos formaciones del tipo *climbing dunes*, *cliff-top dunes* e incluso, cuando hay un trasvase de arena de una vaguada a otra, encontramos dunas del tipo *falling dune*. A esta segunda tipología corresponden el resto de sistemas playa-duna de la región de Tramuntana, aunque destaca por la espectacularidad de las formas remontantes de los sistemas de Cala Presili, de la playa de Mongofre (Fig. 11) y el de Cala Pilar.