2120

DUNAS MÓVILES DE LITORAL CON *AMMOPHILA ARENARIA* (DUNAS BLANCAS)

COORDINADOR
F. Javier Gracia Prieto

AUTOR
F. Javier Gracia Prieto

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

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

Tragsa Grupo

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).

La coordinación general del grupo 2 ha sido encargada a las siguientes instituciones

Sociedad Española de Geomorfología

Universidad de Cádiz

Coordinador: F. Javier Gracía Prieto[1].

Autor: F. Javier Gracía Prieto.

Colaboradores: Eulalia Sanjaume[2] y Germán Flor[3].

[1]Univ. de Cádiz, [2]Univ. de València, [3]Univ. de Oviedo.

Colaboraciones específicas relacionadas con los grupos de especies:

Invertebrados: Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CIBIO, Instituto Universitario de Investigación, Universidad de Alicante). José Ramón Verdú Faraco, M.ª Ángeles Marcos García, Estefanía Micó Balaguer, Catherine Numa Valdez y Eduardo Galante Patiño.

Anfibios y reptiles: Asociación Herpetológica Española (AHE). Jaime Bosch Pérez, Miguel Ángel Carretero Fernández, Ana Cristina Andreu Rubio y Enrique Ayllón López.

Aves: Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife). Juan Carlos del Moral (coordinador-revisor), David Palomino, Blas Molina y Ana Bermejo (colaboradores-autores).

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), M.ª Inmaculada Romero Buján (coordinadora regional), M.ª Inmaculada Romero Buján e Íñigo Pulgar Sañudo (colaboradores-autores).

Colaboración específica relacionada con suelos:

Sociedad Española de la Ciencia del Suelo (SECS). Xosé Luis Otero Pérez.

Fotografía de portada: Montículo dunar con *Ammophila arenaria*.

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:

Gracia, F. J., 2009. 2120 Dunas móviles de litoral con *Ammophila arenaria* (dunas blancas). 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. 48 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

ÍNDICE

1. **PRESENTACIÓN GENERAL** 7
   - **1.1.** Código y nombre 7
   - **1.2.** Descripción 7
   - **1.3.** Problemas de interpretación 8
   - **1.4.** Esquema sintaxonómico 9
   - **1.5.** Distribución geográfica 9

2. **CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA** 15
   - **2.1.** Regiones naturales 15
   - **2.2.** Factores biofísicos de control 15
   - **2.3.** Exigencias ecológicas 16
   - **2.4.** Especies características y diagnósticas 17
   - **2.5.** Especies de los anexos II, IV y V 20

3. **EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN** 23
   - **3.1.** Evaluación y seguimiento de la superficie ocupada 23
   - **3.2.** Identificación y evaluación de las especies típicas 24
   - **3.3.** Evaluación de la estructura y función 26
     - **3.3.1.** Factores, variables y/o índices 26
     - **3.3.2.** Protocolo para determinar el estado de conservación global de la estructura y función 27
     - **3.3.3.** Protocolo para establecer un sistema de vigilancia global del estado de conservación de la estructura y función 27
   - **3.4.** Evaluación de las perspectivas de futuro 28

4. **RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACIÓN** 29

5. **BIBLIOGRAFÍA CIENTÍFICA DE REFERENCIA** 31

6. **FOTOGRAFÍAS** 37

Anexo 1: Información edafológica complementaria 40

1. PRESENTACIÓN GENERAL

1.1. CÓDIGO Y NOMBRE

2120 Dunas móviles de litoral con *Ammophila arenaria* (dunas blancas)

Código y nombre del tipo de hábitat en el anexo 1 de la Directiva 92/43/CEE 2120 Dunas móviles de litoral con *Ammophila arenaria* (dunas blancas)
Definición del tipo de hábitat según el *Manual de interpretación de los hábitats de la Unión Europea* (EUR25, abril 2003) Dunas móviles que forman el cordón o cordones dunares más externos (hacia mar) de las costas.
Relaciones con otras clasificaciones de hábitat *EUNIS Habitat Classification 199910* B1.3 Shifting coastal dunes *Palaearctic Habitat Classification* 16.212 White dunes

1.2. DESCRIPCIÓN

Estas dunas constituyen el primer relieve arenoso continuo de importancia en los litorales (primer cordón dunar o *foredune*), formado por grandes montículos móviles de arena que pueden alcanzar gran altura y en los que el sustrato sigue siendo inestable por la influencia del viento. A cierta distancia de la costa, el balance entre la velocidad del viento y la fuerza de la gravedad o el rozamiento de los granos de arena entre sí, es el adecuado para que se produzcan estas acumulaciones, imposibles en la banda de dunas embrionarias, donde la energía del viento y la influencia marina son mayores. Las dunas blancas carecen de un suelo estructurado ya que la acumulación de materia orgánica es incipiente. En el gradiente litoral, se sitúan entre el tipo de hábitat de interés comunitario 2110, Dunas móviles embrionarias y el 2130, Dunas costeras fijas con vegetación herbácea (dunas grises) (*).

La especie dominante es el barrón *(Ammophila arenaria),* gramínea estolonífera de porte mediano que mantiene sus sistemas subterráneos siempre a la misma profundidad, a pesar de la continua variación del nivel topográfico, merced a un crecimiento vegetativo vigoroso. El barrón proporciona a la comunidad una estructura moderadamente abierta, pero con mayor cobertura que la existente en las dunas primarias. La diversidad florística aumenta, con especies propias de arenas (psammófilas): *Pancratium maritimum, Otanthus maritimus, Medicago marina, Eryngium maritimum, Lotus creticus, Calystegia soldanella, Leymus arenarius, Echinophora spinosa, Euphorbia paralias*, *Artemisia campestris* ssp. *maritima, Polycarpaea nivea, Sporobolus arenarius, Polygorum maritimum*, *Cutandia maritima,* etc.

Entre la fauna, destacan insectos, especialmente coleópteros como el carábido *Sacarites gigas* o la cicindela *Cicindela flexurosa*, o lepidópteros cuyas larvas utilizan como plantas nutricias algunas de estos medios. Entre los vertebrados aparecen reptiles como *Psammodromus algirus*, aves que visitan la duna ocasionalmente y que la utilizan como descansadero u oteadero y pequeños mamíferos como *Lepus granatensis*.

A modo de resumen, las características básicas generales del tipo de hábitat 2120 se detallan en la tabla 1.1.

Variable	Características
Altura	Media a alta (⩾ 1 m).
Anchura	Pequeña (pocos metros).
Longitud	Variable, generalmente grande (> 100 m).
Movilidad	Baja a moderada.
Desarrollo edáfico	Inexistente.
Exposición al oleaje	Media, durante los mayores temporales.
Cobertera vegetal	Media.
Especie diagnóstica	*Ammophila arenaria.*
Hábitat dunares compatibles	Todos.

Tabla 1.1
Tabla diagnóstica del tipo de hábitat de interés comunitario 2120.

1.3. PROBLEMAS DE INTERPRETACIÓN

Tal y como señala Vallejo (2007), en cuanto a la nomenclatura ha recibido numerosas acepciones en ocasiones contradictorias. El término más utilizado internacionalmente es el de *foredune*, equivalente al vocablo francés *avant-dune* (Paskoff, 2005), cuya traducción más próxima vendría a ser *duna primera* o *duna adelantada* (Cooper, 1958; King, 1972). Se hace así referencia, fundamentalmente, a su posición con respecto a la línea de costa, como se reconoce en diversas traducciones como la que lleva a cabo Sanjaume (1985), que utiliza el término *duna delantera*, o Servera (1997), que hace lo propio con *dunes davanteres*. Rosselló & Fumanal (1996) utilizan el término valenciano *dunes fronteres*. *Primary dunes* es empleado en alusión a la fase genética inicial en la que estas formaciones se generan (Davies, 1977), así como por el mantenimiento de un intercambio sedimentario con la playa (Psuty, 2004). En este último sentido, los conceptos de *duna blanca* o *duna amarilla* (*white dune, yellow dune*), más ecológicos (Gehu & Tuxen, 1971), hacen referencia a los continuos aportes que llegan desde la playa, lo que desde este mismo ámbito llevó al uso inicial del término *wandering dune* o *duna cambiante* o *duna divagante* (Cowles, 1899). Por otro lado, y en contraposición a las frecuentemente efímeras dunas embrionarias, el carácter más o menos estable de estas dunas, así como su constitución como unidad morfológica bien establecida, ha llevado a Vallejo (2007) a denominarlas *dunas costeras consolidadas*.

Desde la perspectiva morfológica, la formación más típica de estas dunas en uno o varios cordones paralelos lleva a la introducción de este término en su definición (*ridge*), hablándose así de *cordon littoraux* (Bournerais & Forest, 1971), *cordon dunaire* (Favennec, 2002), *beach ridge* (Otvos, 2000), *foredune ridge* (Pye, 1990), *first dune ridge* (Maun, 1998; Lichter, 2000; Labuz, 2004) o *primer cordó dunar* (Servera, 1997). Este último concepto, junto a una concepción de la duna costera como una barrera de protección frente al mar, ha promovido una percepción bastante restringida de esta formación, llegándose en ciertos trabajos a la exclusiva consideración de la vertiente expuesta al mar (Ruessink & Jeunken, 2002). Por el contrario, en otros casos, se opta por un concepto más amplio que dota a la duna costera de una dimensión superficial más extensa. Se habla entonces de *complexe de dunes bordieres* o *vordünensystem* (Briquet, 1923), *foredune zone* (Cooper, 1967), *foredune/backshore system* (Favennec, 2002), *foredune system* (Seeliger, 2003) o *foredune complex* (Doing, 1985; Maun, 1998; Milton, 2006). No obstante, respetaremos el término *dunas secundarias*, para evitar confusiones con las clasificaciones ecológicas tradicionales de este tipo de hábitat.

1.4. ESQUEMA SINTAXONÓMICO

Código del tipo de hábitat de interés comunitario	Hábitat del Atlas y Manual de los Hábitat de España	
	Código	Nombre científico
2120	**162010**	***Ammophilion australis* Br.-Bl. 1921 corr. Rivas-Martínez, Costa & Izco in Rivas-Martínez, Lousã, T.E. Díaz, Fernández-González & J.C. Costa 1990**
2120	162011	*Loto cretici-Ammophiletum australis* Rivas-Martínez 1965 corr. Rivas-Martínez, T.E. Díaz, Fernández-González, Izco, Loidi, Lousa & Penas 2002
2120	162012	*Medicagini marinae-Ammophiletum australis* Br.-Bl. 1921 corr. F. Prieto & T.E. Díaz 1991
2120	162013	*Otantho maritimi-Ammophiletum australis* Géhu & Tüxen 1975 corr. Rivas-Martínez, Lousã, T.E. Díaz, Fernández-González & J.C. Costa 1990

Tabla 1.2

Clasificación del tipo de hábitat de interés comunitario 2120.
Datos del *Atlas y Manual de los Hábitat de España* (inédito).

1.5. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

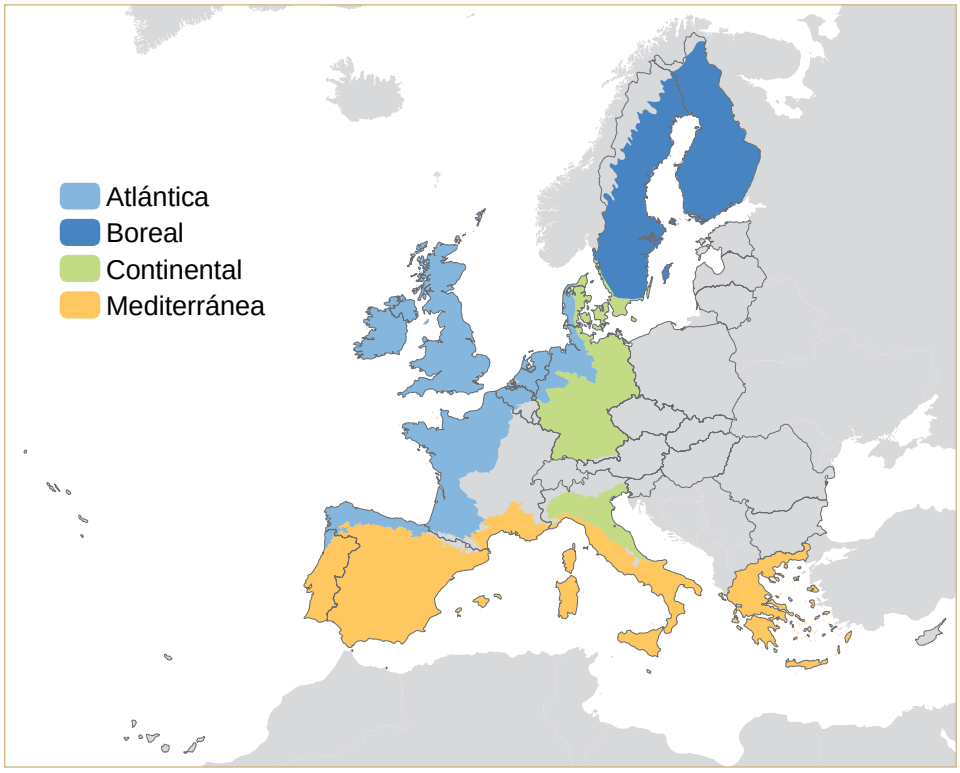

Figura 1.1

Mapa de distribución del tipo de hábitat 2120 por regiones biogeográficas en la Unión Europea.
Datos de las listas de referencia de la Agencia Europea de Medio Ambiente.

La distribución del presente tipo de hábitat en las costas españolas, según el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, se muestra en la figura 1.2 mediante pequeños puntos de color rojo. Dicho mapa ha sido modificado y actualizado, para lo que se han empleado puntos gruesos de color naranja indicando lugares con presencia del tipo de hábitat 2120 que no aparecen en los mapas del tipo de hábitat de interés comunitario del Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (MARM), pero que han sido identificados positivamente en ese lugar. Teniendo en cuenta las modificaciones hachas a dicho mapa, el presente tipo de hábitat aparece en los siguientes sistemas dunares (la N entre paréntesis indica que ha sido incorporado por primera vez en este trabajo):

- **Región natural atlántica.** Zarautz en Guipúzcoa; Laredo, Somo, Liencres y Oyambre en Cantabria; Xagó, Salinas, Bayas, Barayo, Frejulfe y Navia en Asturias; Viveiro y Barquero en Lugo; Ortigueira, Cedeira, Vilarrube-Pantín, Frouxeira, Ponzos-Santa Comba, San Jorge, Doniños, Badaio, Lage, Daloris, Traba, Trece, Rostro, Carnota, Basoñas y Corrubedo en La Coruña; La Lanzada, Donón e Islas Cíes en Pontevedra; Ayamonte, Isla Cristina, La Antilla, El Rompido, Punta Umbría, El Abalario, El Asperillo, Doñana-Playa de Castilla y Doñana – Punta del Malandar en Huelva; Punta Candor, San Antón-Valdelagrana, El Chato-Sancti Petri, La Barrosa-Cabo Roche, El Palmar, Cabo Trafalgar, La Hierbabuena, Zahara-El Cañuelo, Bolonia, Punta Paloma-Valdevaqueros y Los Lances en Cádiz.

- **Región natural mediterránea.** Bahía de Rosas y Palls en Gerona; Castelldefels en Barcelona; Torredembarra, El Fangar y La Banya (N) en Tarragona; Torre la Sal en Castellón; Canet, El Saler, Oliva-Pego y Jávea (N) en Valencia; El Campello, Santa Pola-Pinet, Guardamar y Pilar de la Horadada (N) en Alicante; La Manga y Calblanque en Murcia; Cabo de Gata y Punta Entinas-Sabinar en Almería; Cabopino en Málaga; Torreguadiaro y Palmones (N) en Cádiz; Cala Tirant, Morella, Es Grau, Son Bou en Menorca; Alcudia, Cala Mesquida y Ses Salines en Mallorca; Ses Salines en Ibiza; Formentera.

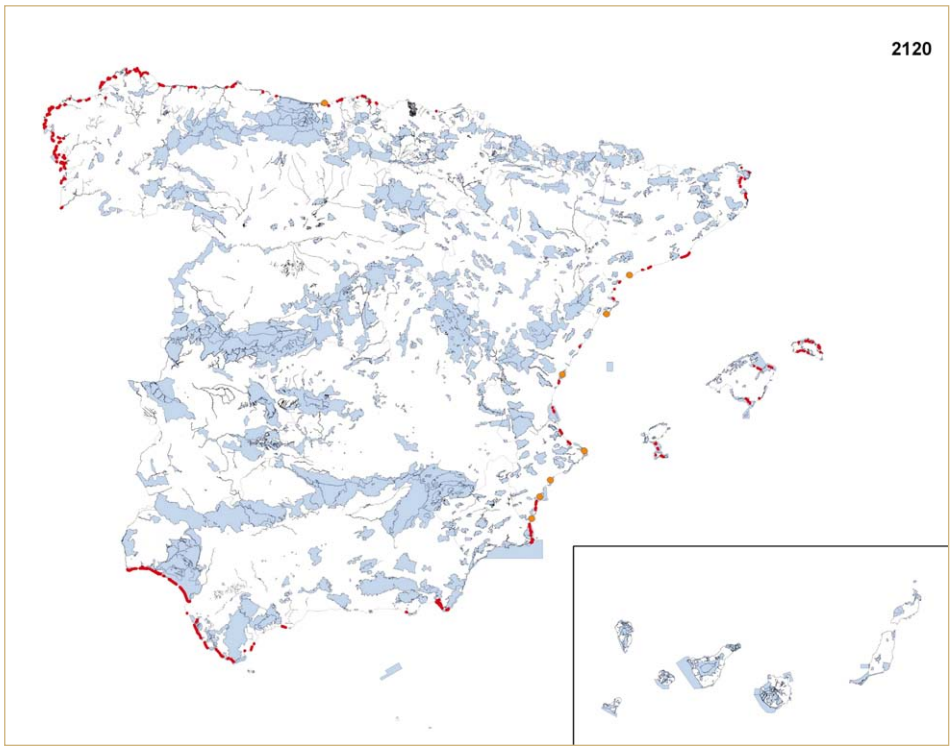

Figura 1.2

Mapa de distribución del tipo de hábitat de interés comunitario 2120 en las costas españolas. Datos del MARM (modificado).

Figura 1.3

Mapa de distribución estimada del tipo de hábitat 2120. 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	370,64	312,32	84,27
Macaronésica	—	—	—
Mediterránea	532,76	417,87	78,43
TOTAL	**903,39**	**730,18**	**80,83**

Tabla 1.3

Superficie ocupada por el tipo de hábitat 2120 por región biogeográfica, dentro de la red Natura 2000 y para todo el territorio nacional.
Datos del *Atlas de los Hábitat de España*, marzo de 2005.

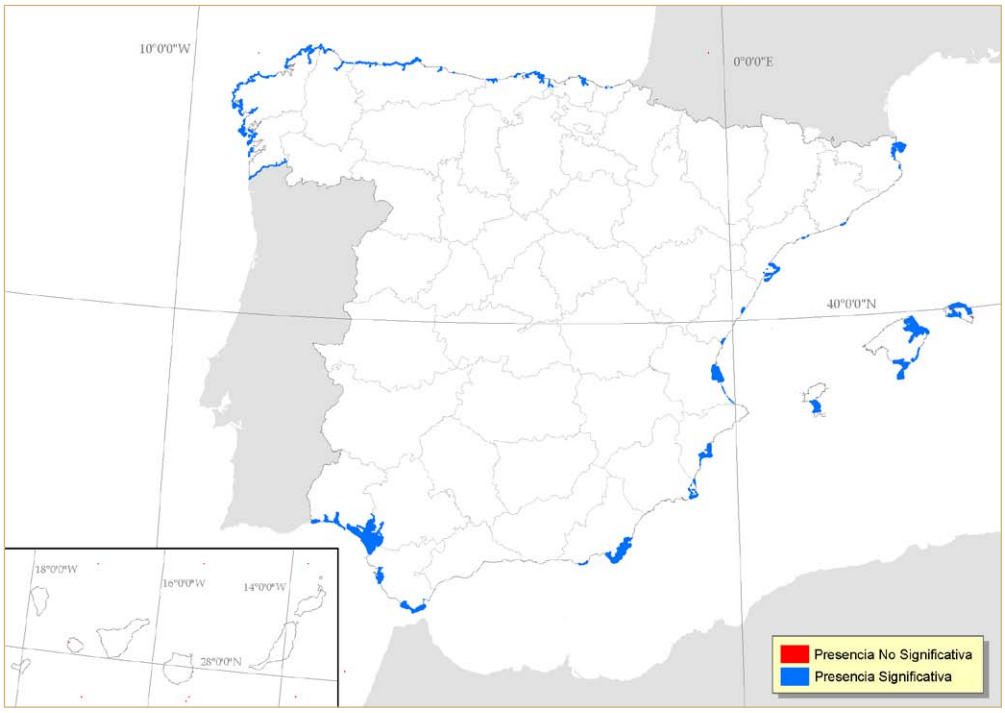

Figura 1.4

Lugares de Interés Comunitario en que está presente el tipo de hábitat 2120. 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	19	7	—	899,36
Macaronésica	—	—	—	—	—
Mediterránea	15	29	5	—	4.186,84
TOTAL	**19**	**48**	**12**	**—**	**5.086,20**

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.

Tabla 1.4

Número de LIC en los que está presente el tipo de hábitat 2120, 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.

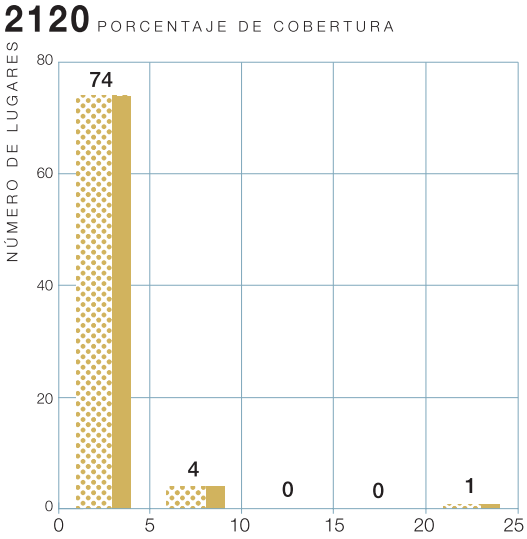

Figura 1.5

Frecuencia de cobertura del tipo de hábitat 2120 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.

		ALP	ATL	MED	MAC
Andalucía	Sup.	—	—	85,39%	—
	LIC	—	—	26,53%	—
Asturias	Sup.	—	4,75%	—	—
	LIC	—	13,33%	—	—
Cantabria	Sup.	—	17,89%	—	—
	LIC	—	20,00%	—	—
Cataluña	Sup.	—	—	3,85%	—
	LIC	—	—	12,24%	—
Comunidad Valenciana	Sup.	—	—	4,51%	—
	LIC	—	—	14,28%	—
Galicia	Sup.	—	77,32%	—	—
	LIC	—	50,00%	—	—
Islas Baleares	Sup.	—	—	5,05%	—
	LIC	—	—	40,81%	—
País Vasco	Sup.	—	0,03%	—	—
	LIC	—	16,66%	—	—
Región de Murcia	Sup.	—	—	1,17%	—
	LIC	—	—	6,12%	—

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.

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

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.

Tabla 1.5

Distribución del tipo de hábitat 2120 en España por regiones biogeográficas y comunidades autónomas en cada región biogeográfica.

2. CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA

2.1. REGIONES NATURALES

A continuación se especifica la superficie ocupada en la actualidad por el tipo de hábitat, desglosada por regiones naturales, y según datos del Ministerio de Medio Ambiente actualizados por TRAGSA en 2004-2005 a partir del análisis de ortofotos y mapas, expresada en km^2:

Nivel 1

2 (zona atlántica): 153,05
3 (Mediterráneo y Golfo de Cádiz): 129,22

Nivel 2

211 (País Vasco): 43,64
222 (Costa cantábrica): 109,36
311 (Andalucía y Levante): 121,43
321 (Galicia): 5,84
331 (Campo de Gibraltar): 1,95

Nivel 3

2111 (Galicia): 43,64
2221 (Cantabria): 41,86
2223 (Galicia Norte y Asturias): 67,49
3111 (Huelva - Ayamonte): 0,35
3112 (Almería - Granada - Málaga): 1,12
3114 (Valencia - Baleares): 88,95
3115 (Cádiz Norte): 4,09
3116 (Huelva - Doñana): 26,92
3211 (Cádiz Sur): 5,17
3212 (Estrecho de Gibraltar): 0,67
3313 (Barcelona-Tarragona): 1,95

Nivel 4

21111: 43,64
22211: 41,86
22231: 30,58
22232: 36,92
31111: 0,35
31121: 1,12
31141: 79,56
31142: 9,39
31151: 4,09
31161: 26,92
32111: 5,17
32121: 0,67
33132: 1,95

2.2. FACTORES BIOFÍSICOS DE CONTROL

Las dunas móviles costeras colonizadas por *Ammophila arenaria* (barrón) constituyen la segunda banda del sistema dunar (dunas secundarias o dunas blancas). En el gradiente litoral, se sitúan el tipo de hábitat de interés comunitario 2110, Dunas móviles embrionarias y el 2130, Dunas costera fijas con vegetación herbácea (dunas grises) (*). Los términos "dunas blancas" y "dunas amarillas" se refieren a dunas móviles en general, que presentan una escasa cobertura vegetal, por lo que incluirían tanto a las dunas embrionarias como a las móviles con *Ammophila*. Los colores blancos y sobre todo amarillentos se deben al predominio de granos de cuarzo recién depositados, limpios y sin apenas mezcla con otros componentes, resultado de la habitualmente buena selección granulométrica ejercida por la acción eólica. A menudo, los colores más blanquecinos se asocian a un mayor contenido en carbonatos biogénicos dentro de la fracción arena (arena bioclástica), o a veces, a una proporción importante de sulfatos (arenas yesíferas).

Se trata de un tipo de hábitat omnipresente en las costas arenosas atlánticas y mediterráneas, pero ausente en Canarias. Forman grandes montículos móviles de arena que pueden alcanzar gran altura (hasta más de 30 m; Gracia *et al.*, 2000) y en los que el sustrato sigue siendo inestable por la influencia del viento. Generalmente forman cordones paralelos a la línea de costa, formados a expensas de los aportes arenosos de las dunas embrionarias o directamente de la playa.

A cierta distancia de la costa, el balance entre la velocidad del viento y la fuerza de la gravedad o el rozamiento de los granos de arena entre sí, es el adecuado para que se produzcan estas acumulaciones, imposibles en la banda de dunas embrionarias, donde el viento es más intenso. En tanto que la duna crece, la arena que llega a la cresta mediante saltación desde la cara de barlovento, resbala por la de sotavento, por lo cual la pendiente de la misma va aumentando hasta que consigue su ángulo de reposo. Con el aumento continuado del transporte de arena, la cara de avalancha de la duna se convierte en la cara de sotavento de la duna (Goldsmith, 1985). Los buzamientos de las láminas de barlovento *(topset)* suelen ser inferiores a 10°, mientras que en las láminas de sotavento *(foreset)* los buzamientos suelen oscilar ente 29° y 33°.

Las dunas se mueven y reconstruyen continuamente, creciendo al mismo ritmo que la vegetación que les sirve de apoyo. Por tanto, junto con la acción del viento, la vegetación desempeña una labor de gran importancia en la génesis, crecimiento y estabilización de las dunas, principalmente en el desarrollo de la duna secundaria, frontal o delantera. Una gran mayoría de las plantas sujetan las arenas mediante los tallos estoloníferos y constituye el primer intento de fijación por parte de las especies más resistentes.

A veces las dunas secundarias se construyen cuando las primarias son erosionadas. En algunos campos dunares se forman dunas parabólicas migratorias con frentes ondulados coalescentes que se pueden extender varios cientos de metros hasta alcanzar raramente más de 1 km de longitud. La altura de los frentes varía de 4-6 m a 15-20 m, con una pendiente constante de unos 30° en la cara de avance debido al grano fino de las arenas eólicas (0,60-0,02 mm). Se han registrado avances de hasta 30 m/año, aunque los ritmos más representativos son de 5-6 m/año (García Novo *et al.*, 1976). La cara de barlovento tiene una pendiente más suave y algo más variable (2-5°), con una morfología ligeramente ondulada y algo de vegetación. La fluctuación del freático durante el período de erosión de la arena hace que la topografía muestre depresiones y altos (*contradunas*, García Novo *et al.*, 1976). Las depresiones formadas por avance dunar son invadidas por otros frentes en avance. En Doñana, las grandes dunas migratorias, como bandas transversas subparalelas a la línea del agua, corresponden a barjanoides que, en el tren más interno o alejado de la playa se le superponen formas menores longitudinales. Las depresiones rodeadas por arenas móviles reciben el nombre local de corrales.

2.3. EXIGENCIAS ECOLÓGICAS

Valores fisiográficos

Altitud: se desarrollan muy cerca del nivel del mar, llegando a una altitud que generalmente no supera los 30 metros.

Orientación: se distribuyen en todo tipo de orientaciones.

Pendientes: debido a las características propias del tipo de hábitat, las pendientes son suaves.

Valores climáticos

Las dunas secundarias móviles aparecen en prácticamente todo tipo de climas, aunque escasean en ambientes tropicales y no existen en ámbitos glaciares.

Temperaturas: en las costas de la España peninsular, este tipo de hábitat se localiza en áreas con temperaturas medias anuales muy variables, entre 12° y 20 °C, dependiendo de la región geográfica (fachada cantábrica, mediterránea o suratlántica). La oscilación térmica anual suele ser elevada, oscilando entre 8 °C (costa gallega) y más de 18 °C (costa mediterránea).

Precipitaciones: las precipitaciones medias anuales oscilan entre menos de 200 mm (litoral SE) y más de 1.200 mm (costa cantábrica), con valores entre 200 y 400 mm en los litorales levantino y suratlántico. Los regímenes pluviométricos son, asimismo, muy variables. En consecuencia, la humedad ambiental juega un papel destacado, tanto para limitar la deflación cuando supera cifras del 50%, como para permitir el soporte vegetal.

Valores litológicos

Se sustentan sobre depósitos sedimentarios, constituidos principalmente por arenas mixtas, en las que suele dominar la componente organógena, de origen marino, aunque también se dan sobre arenas mayoritariamente siliciclásticas.

Valores edafológicos

Las dunas blancas carecen de un suelo estructurado ya que la acumulación de materia orgánica es incipiente. No obstante, según la nomenclatura de la Soil Taxonomy (1998) se incluyen en el orden de los Aridisoles.

Valores hidrológicos

Este tipo de hábitat se caracteriza por la ausencia de flujos superficiales de agua dulce. Desde el punto de vista hidrológico, tan sólo cabe destacar la inundación esporádica por agua salada de origen marino durante los temporales marítimos o durante mareas vivas muy escoradas. Salvo excepciones, el nivel freático oscila según las fluctuaciones mareales, especialmente en la costa atlántica, donde pueden superar los 3 m de rango. En sistemas dunares muy dinámicos, la erosión de las dunas por eventos energéticos (temporales marítimos) hace aflorar niveles arenosos más profundos y próximos al nivel freático, que presentan un mayor grado de cohesión, por lo que domina la deflación y es más difícil la formación de embriones o de dunas secundarias. No obstante, en determinados campos dunares donde se generan dunas parabólicas y/o casquetes de deflación, el nivel freático subsuperficial determina el nivel hasta el que es posible la socavación por el viento.

2.4. ESPECIES CARACTERÍSTICAS Y DIAGNÓSTICAS

En la tabla 2.1 se ofrece un listado con las especies que, según la información disponible y las aportaciones de las sociedades científicas de especies (SEBCP; CIBIO; AHE; SEO/BirdLife; SECEM), pueden considerarse como características y/o diagnósticas del tipo de hábitat de interés comunitario 2120. En ella se encuentran caracterizados los diferentes taxones en función de su presencia y abundancia en este tipo de hábitat (en el caso de los invertebrados, se ofrecen datos de afinidad en lugar de abundancia).

Tabla 2.1

Taxones que, según las sociedades científicas de especies (SEBCP; CIBIO; AHE; SEO/BirdLife; SECEM), pueden considerarse como característicos y/o diagnósticos del tipo de hábitat de interés comunitario 2120.

* **Presencia:** Habitual: taxón característico, en el sentido de que suele encontrarse habitualmente en el tipo de hábitat; Diagnóstico entendido como diferencial del tipo/subtipo de hábitat frente a otros; Exclusivo: taxón que sólo vive en ese tipo/subtipo de hábitat.

** **Afinidad** (sólo datos relativos a invertebrados): Obligatoria: taxón que se encuentra prácticamente en el 100% de sus localizaciones en el tipo de hábitat considerado; Especialista: taxón que se encuentra en más del 75% de sus localizaciones en el tipo de hábitat considerado; Preferencial: taxón que se encuentra en más del 50% de sus localizaciones en el tipo de hábitat considerado; No preferencial: taxón que se encuentra en menos del 50% de sus localizaciones en el tipo de hábitat considerado.

Taxón	Subtipo	Especificaciones regionales	Presencia*	Abundancia/ Afinidad**	Ciclo vital/presencia estacional/Biología	Comentarios
PLANTAS						
Ammophila arenaria	Hábitat 2120	—	Habitual, diagnóstica, exclusiva	Dominante	Perenne	—
Otanthus maritimus	Hábitat 2120	—	Habitual	Moderada	Perenne	—
Lotus creticus	Hábitat 2120	—	Habitual	Moderada	Perenne	—
Medicago marina	Hábitat 2120	—	Habitual	Moderada	Perenne	—

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

INVERTEBRADOS						
Cheilosia bergenstammi (Becker, 1894)	Hábitat 2120	Alpina, atlántica, continental, mediterránea	—	Preferencial	Larvas fitófagas	—
Eupeodes nuba (Wiedemann, 1830)	Hábitat 2120	Macaronésica, mediterránea	—	Preferencial	Larvas depredadoras	—

Sigue ▶

Continuación Tabla 2.1

Taxón	Subtipo	Especificaciones regionales	Presencia*	Abundancia/ Afinidad**	Ciclo vital/presencia estacional/Biología	Comentarios
INVERTEBRADOS						
Helicella stiparum (Rossmässler, 1854)	Hábitat 2120	Sevilla, Málaga	—	No-preferencial	Vive en flora del margen de cultivos	Incluido en el *Libro Rojo de Invertebrados*[1].
Trochoidea trochoides (Poiret, 1789)	Hábitat 2120	Litoral Mediterráneo e ibiza	—	Especialista	Sabulícola, termófila y xerófila	Incluido en el *Libro Rojo de Invertebrados*[1].
Xerosecta explanata (O.F. Müller, 1774)	Hábitat 2120	Este peninsular	—	Especialista	Xerotérmica de ambientes dunares	Incluido en el *Libro Rojo de Invertebrados*[1].

Datos aportados por el Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CBIO, Universidad de Alicante).

Referencias bibliográficas: [1] Verdú & Galante, 2006.

ANFIBIOS Y REPTILES						
Acanthodactylus erytrhurus	Hábitat 2120	—	Habitual	Muy dominante	—	—
Gallotia atlantica	Hábitat 2120	—	Habitual	Moderada	—	—
Lacerta lepida	Hábitat 2120	—	Habitual	Escasa	—	—
Podarcis bocagei	Hábitat 2120	—	Habitual	Rara	—	—
Podarcis carbonelli	Hábitat 2120	—	Habitual	Rara	—	—
Psammodromus algirus	Hábitat 2120	—	Habitual	Rara	—	—

Datos aportados por la Sociedad Herpetológica Española (AHE).

AVES						
Arenaria interpres[1]	Hábitat 2120	—	Habitual	Moderada	Principalmente durante la migración prenupcial y postnupcial y como invernante	Dunas embrionarias o primarias.
Calidris alba[2]	Hábitat 2120	—	Habitual	Moderada	Principalmente durante la migración prenupcial y postnupcial y como invernante	Dunas embrionarias o primarias.
Charadrius alexandrinus[3]	Hábitat 2120	—	Habitual	Moderada	Reproductora primaveral con una pequeña población sedentaria	Muy sensible durante la época reproductora a la destrucción o alteración del tipo de hábitat dunar, que provocan la pérdida de las puestas.
Galerida theklae[4]	Hábitat 2120	—	Habitual	Escasa	Reproductora primaveral e invernante	
Haematopus ostralegus[5]	Hábitat 2120	—	Habitual	Rara	Principalmente como invernante, población reproductora muy reducida	Pequeña población reproductora en el Delta del Ebro en playas arenosas, dunas de pequeño tamaño y con escasa vegetación. En invierno utiliza las zonas de dunas embrionarias o primarias más cercanas al mar para descanso y alimentación.

Sigue

Continuación Tabla 2.1

Taxón	Subtipo	Especificaciones regionales	Presencia*	Abundancia/ Afinidad**	Ciclo vital/presencia estacional/Biología	Comentarios
AVES						
Larus audouinii[6]	Hábitat 2120	—	Habitual	Escasa	Reproductora primaveral e invernante	—
Larus fuscus[7]	Hábitat 2120	—	Habitual	Moderada	Migración e invernante	Con frecuencia utiliza estos medios para el descanso y reposo.
Larus genei[6]	Hábitat 2120	—	Habitual	Escasa	Reproductora primaveral e invernante	—
Larus melanocephaus[8]	Hábitat 2120	—	Habitual	Rara	Reproductora primaveral e invernante	—
Larus michahellis[9]	Hábitat 2120	—	Habitual	Moderada	Durante todo el año	Con frecuencia utiliza estos medios para el descanso y reposo.
Larus ridibundus[10]	Hábitat 2120	—	Habitual	Moderada	Reproductora primaveral e invernante	Concentrada en colonias puntuales durante la reproducción; más ampliamente distribuidas en invierno y movimientos migratorios.
Sterna albifrons[11]	Hábitat 2120	—	Habitual	Escasa	Reproductora primaveral e invernante	—
Sterna hirundo[11]	Hábitat 2120	—	Habitual	Escasa	Reproductora primaveral e invernante	—
Sterna nilotica[12]	Hábitat 2120	—	Habitual	Escasa	Reproductora primaveral e invernante	—
Sterna sandvicensis[13]	Hábitat 2120	—	—	—	—	Muy sensible durante la época reproductora a la destrucción o alteración del tipo de hábitat dunar, provocando la pérdida de las puestas.

Datos aportados por la Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife).

Referencias bibliográficas:

[1] Tellería *et al.*, 1999.
[2] de Souza & Domínguez, 1989; Díaz *et al.* 1996; Figuerola & Amat, 2003.
[3] de Souza & Domínguez 1989; Díaz *et al.*, 1996; Figuerola & Amat, 2003; SEO-Málaga, 2007.
[4] Tellería *et al.*, 1999; Díaz, 2003; Carrascal & Lobo, 2003.
[5] Hortas & Mouriño, 2004; Bigas, 2004.
[6] Martínez-Vilalta *et al.*, 2004.
[7] Díaz *et al.*, 1996.
[8] Molina, 2003; Arcos, 2004.
[9] Bermejo & Mouriño, 2003; Díaz *et al.*, 1996.
[10] Cantos, 2003; Díaz *et al.*, 1996.
[11] Dies *et al.*, 2003.
[12] Bertolero, 2004.
[13] Díaz *et al.*, 1996; Dies & Dies, 2003; 2004; Martínez-Vilalta, 2004.

MAMÍFEROS						
Lepus granatensis	Hábitat 2120	—	Habitual	Moderada	Todo el año	En Doñana es una especie común en las dunas móviles litorales casi desprovistas de vegetación situadas en la franja litoral.

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

Referencia bibliográfica: Blanco, 1998.

Plantas

Predomina la asociación vegetal *Otantho maritimi-Ammophiletum australis*, una comunidad dominada por *Ammophila* (barrón) con su óptimo en las costas atlánticas de la Península Ibérica. Estas formaciones incluyen muchos taxones característicos de las comunidades *Ammophiletea*, todas especies psammófilas, como la hierba de playa *(Medicago marina),* la azucena de mar *(Pancratium maritimum),* la algodonosa *(Otanthus maritimus),* el cardo marino *(Eryngium maritimum),* la lechetrezna marina *(Euphorbia paralias),* la correhuela marina *(Calystegia soldanella),* la zanahoria bastarda *(Echinophora spinosa),* y otras como el cuernecillo de mar *(Lotus creticus), Cyperus capitatus*, *Echinophora spinosa, Artemisia campestris* ssp. *maritima, Aetheorhiza bulbosa* ssp. *bulbosa, Sporobolus arenarius, Polygorum maritimum*, etc. No obstante, de acuerdo con Rivas-Martínez (2002), *Lotus creticus, Otanthus maritimus* y *Medicago marina* son especies características de la clase *Ammophiletea* y por tanto no son especies exclusivas de este tipo de hábitat.

En las zonas expuestas al mar (lados de barlovento) aparece una comunidad vegetal (asociación *Agropyretum mediterraneum*) con un número reducido de especies vegetales, donde el junquillo de playa *(Elymus farctus)* es la especie más abundante y que caracteriza a la comunidad, la algodonosa, el cuernecillo de mar y la correhuela marina son las especies acompañantes más comunes. En la cresta de la duna se instala el lastonar (asociación *Medicago-Ammophiletum arundinaceae*), formado especialmente por el barrón (*Ammophila arenaria* subsp. *Arundinacea*), la algodonosa, el cuernecillo de mar, la hierba de la playa y la zanahoria bastarda, siendo acompañadas generalmente por la correhuela marina, el cardo marino y la lechetrezna marina. En superficies más estables aparecen *Corema album*, un *Empetraceae* endémica de la Península Ibérica, así como *Armeria pungens* y otras therofitas efímeras: *Loefflingia baetica* var. *baetica, Malcolmia lacera* y *Linaria tursica*.

A sotavento, más resguardadas del mar, se instala una biocenosis vegetal *(Helichryso-Crucianelletea maritimae)* formada por comunidades de plantas semiarbustivas *(Crucianelletum maritimae)* donde las especies más características son la pegamoscas (*Ononis natrix* subsp. *Ramossisima*), la crucianela *(Crucianella marina),* el alhelí marino *(Malcolmia littorea),* la siempreviva (*Helichrysum stoechas* var. *maritima*) y la alkana *(Alkanna tinctorea)*.

Hay dos variantes en la zona norportuguesa: la típica subasociación *Ammophiletosum arundinaceae* coloniza las cumbres de las dunas, y en las laderas a sotavento abundan más las perennes *Artemisia campestris* ssp. *maritima* y *Crucianella maritima* y la comunidad se hace más rica en especies, formando una subasociación particular, *Artemisietosum crithmifoliae*.

Variación estacional

Dado que las plantas características de este tipo de hábitat y que dan funcionalidad al sistema son anuales, no se aprecia una variación estacional significativa en el funcionamiento del mismo. Tan sólo en algunos años de fuertes lluvias, otras especies colonizan la superficie arenosa, como *Ononis diffusa*, que desaparece cuando el movimiento de la arena se reanuda en épocas secas.

Dinámica del sistema

La especie dominante es el barrón *(Ammophila arenaria),* gramínea estolonífera de porte mediano que mantiene sus sistemas subterráneos siempre a la misma profundidad, a pesar de la continua variación de nivel topográfico, merced a un crecimiento vegetativo vigoroso. El barrón proporciona a la comunidad una estructura moderadamente abierta, pero con mayor cobertura que la existente en las dunas primarias. La diversidad florística aumenta, con especies propias de arenas (psammófilas): *Pancratium maritimum, Otanthus maritimus, Medicago marina, Eryngium maritimum, Lotus creticus, Calystegia soldanella, Echinophora spinosa, Euphorbia paralias,* etc.

2.5. ESPECIES DE LOS ANEXOS II, IV Y V

Entre la fauna de invertebrados destacan insectos, especialmente coleópteros como el carábido *Sacarites gigas*, o la cicindela *Cicindela flexuosa*, o lepidópteros cuyas larvas utilizan como plantas nutricias algunas de estos medios. Empiezan a ser importantes los gasterópodos que habitan en campos dunares, como la *Theba pisana*, cuya proporción se incrementa hacia posiciones más continentales.

En la tabla 2.2 se citan especies incluidas en los anexos II, IV y V de la Directiva de Hábitat (92/43/CEE) y en el anexo I de la Directiva de Aves (79/409/CEE) que, según la información disponible y las aportaciones de las sociedades científicas de especies (SEO/BirdLife; SECEM), se encuentran común o localmente presentes en el tipo de hábitat de interés comunitario 2120.

Tabla 2.2

Taxones incluidos en los anexos II, IV y V de la Directiva de Hábitats (92/43/CEE) y en el anexo I de la Directiva Aves (79/409/CEE) que se encuentran común o localmente presentes en el tipo de hábitat 2120.

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

Taxón	Anexos Directiva	Afinidad* hábitat	Afinidad* subtipo	Comentarios
AVES				
Chlidonias hybrida[1]	Anexo I Directiva de Aves	No preferencial	Indeterminado	Aplicable al Delta del Ebro.
Galerida cristata[2]	Anexo I Directiva de Aves	No preferencial	Indeterminado	—
Larus audouinii[3]	Anexo I Directiva de Aves	No preferencial	Indeterminado	Cría puntual en algunas dunas litorales del mediterráneo.
Larus genei[4]	Anexo I Directiva de Aves	No preferencial	Indeterminado	Cría puntual en algunas dunas litorales del mediterráneo.
Larus melanocephalus[5]	Anexo I Directiva de Aves	No preferencial	Indeterminado	Cría puntual pero con población en expansión, el contingente invernante utiliza este tipo de hábitat como zonas de descanso con afinidad indeterminada. Dunas litorales del delta del Ebro.
Sterna albifrons[6]	Anexo I Directiva de Aves	No preferencial	Indeterminado	Cría puntual en algunas dunas litorales como el Delta del Ebro, costa alicantina o litoral onubense.
Sterna hirundo[7]	Anexo I Directiva de Aves	No preferencial	Indeterminado	Cría puntual en algunas dunas litorales.
Sterna nilotica[8]	Anexo I Directiva de Aves	No preferencial	Indeterminado	Cría puntual en algunas dunas litorales del mediterráneo, especialmente en el Delta del Ebro.
Sterna sandvicensis[9]	Anexo I Directiva de Aves	No preferencial	Indeterminado	Cría puntual en algunas dunas litorales del delta del Ebro.

Datos aportados por la Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife)

Referencias bibliográficas:

[1] Motis, 2004.
[2] Tellería *et al.*, 1999; Díaz, 2003; Carrascal & Lobo, 2003; Ribas, 2004.
[3] Oro & Martínez-Vilalta, 2004.
[4] Dies & Dies, 2004; Martínez-Vilalta *et al.*, 2004.
[5] Molina, 2003; Arcos, 2004.
[6] Sánchez, 2004; Bertolero & Motis, 2004.
[7] Dies *et al.*, 2003; Hernández-Matías & González-Solís, 2004.
[8] Bertolero, 2004.
[9] Dies & Dies, 2003, Martínez-Vilalta, 2004.

MAMÍFEROS				
Lutra lutra	—	No preferencial	—	—

Datos aportados por la Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos (SECEM), según informe realizado por la SECEM en el área norte de la Península Ibérica. Este informe comprende exclusivamente las comunidades autónomas de Galicia, Asturias, Cantabria, Castilla y León, País Vasco, La Rioja, Navarra, Aragón y Cataluña.

3. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN

3.1. EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA SUPERFICIE OCUPADA

Método para calcular la superficie

Considerando la limitación de este tipo de hábitat, definido por la disponibilidad de sustrato arenoso móvil y por la topografía (hasta 6 m de altitud, en pendientes suaves), la forma de calcular su área de distribución potencial por medio de la modelización de variables ambientales, como la búsqueda selectiva en un sistema de información geográfica, es relativamente sencilla. En este caso, se haría uso de técnicas de teledetección de alta resolución espacial o, preferentemente, de trabajos de fotointerpretación a escala detallada, para la delimitación de los arenales y, por otro lado, se contaría con la información altimétrica (mapas topográficos detallados).

Directrices

Como primer paso, la técnica más adecuada es la fotointerpretación. Aunque se recomienda el uso de ortofotos, la escasa altitud del relieve asociado a este tipo de hábitat hace que las medidas realizadas sobre pares estereoscópicos introduzcan errores muy pequeños. Se recomienda el uso de fotogramas aéreos de pequeña escala y máxima resolución: 1:5.000, 1:10.000, o como máximo 1:18.000. Dada la variable cobertera vegetal acompañante a las dunas móviles, no es obligatorio disponer de fotografías a color o en falso color. La visión estereoscópica permite identificar generalmente y sin problemas, los primeros cordones dunares. No obstante, se requiere un trabajo complementario de campo, que permita caracterizar los límites del tipo de hábitat en las zonas más problemáticas o de peor definición en la fotografía aérea. Se recomienda utilizar GPS, de modo que las coordenadas de los límites elegidos como más representativos del tipo de hábitat se puedan representar sobre una cartografía georreferenciada y su extensión se pueda calcular con ayuda de las funciones de un SIG.

Superficie favorable de referencia

Considerando la ausencia de datos acerca de este tipo de hábitat en España, no es posible hacer una estimación de su superficie favorable de referencia, sin abordar antes trabajos de investigación, como los relativos a la dinámica del tipo de hábitat. Los criterios que debieran establecerse para seleccionar las localidades de mayor relevancia, que indicarían la superficie mínima que debería tener para ser considerado estable, o en crecimiento son:

Con respecto a la elección de un escenario temporal inicial para evaluar el cambio en el área de distribución, se podría considerar como fecha de inicio mediados o finales de la década de 1990, dado que en esos años se llevaron a cabo en distintas comunidades autónomas españolas vuelos fotogramétricos de alta resolución espacial, de los que generalmente se derivaron productos cartográficos de interés para la caracterización del hábitat, como mapas topográficos de gran detalle (1:5.000, 1:10.000) y ortofotos, lo que garantizaría la calidad de los resultados, especialmente por lo que a la identificación de espacios arenosos con presencia de dunas embrionarias se refiere. Los recientes mapas topográficos digitalizados a escalas 1:5.000 e inferiores, elaborados por algunas comunidades autónomas, ofrecen una mayor garantía como bases cartográficas de mayor precisión.

No conocemos ningún trabajo previo en el que se defina una posible área mínima favorable, que pudiera servir como superficie de referencia. Creemos que ésta debería deducirse a partir de la búsqueda selectiva de información temática, considerando como parámetros básicos los relativos a la topografía, localización del sustrato arenoso móvil, estado de naturalidad del sistema y su tendencia reciente a la estabilidad o a la expansión, datos que en su mayoría se desconocen para este tipo de hábitat en España. No obstante, en la actualidad la Sociedad Española de Geomorfología patrocina la elaboración de un libro titulado *Las dunas en España*, escri-

to por un elevado número de autores y coordinado por tres de los autores de la presente ficha (Eulalia Sanjaume, Francisco J. Gracia y Germán Flor). El libro, que se espera esté finalizado y publicado para comienzos del año 2009, incluye un repaso por todos los principales sistemas dunares de nuestro país, su caracterización, variabilidad, evolución reciente, etc. Cabe esperar que dicha recopilación ayude a avanzar en el conocimiento sobre la distribución de este tipo de hábitat.

En cualquier caso, las dunas móviles con *Ammophila* suelen presentar alturas iguales o mayores en la mayoría de los casos a 1 m y anchuras inferiores a los 100 m. Su longitud es mucho más variable, pudiendo ocupar desde apenas 100 m hasta varios kilómetros, como sucede en Doñana. Destaca su carácter continuo, formando cordones paralelos a la costa separados por el tipo de hábitat 2190, Depresiones interdunares húmedas.

Las dimensiones mínimas que debe ocupar el tipo de hábitat 2120 están muy condicionadas por la capacidad de conexión con los demás tipos de hábitat dunares contiguos, especialmente con el tipo de hábitat 2110, Dunas móviles embrionarias, y con el 2130, Dunas costeras fijas con vegetación herbácea (dunas grises) (*), entre otros. Tanto es así, que la ausencia del tipo de hábitat 2110 pone en serio peligro la existencia del tipo de hábitat 2120. Por tanto, hay que considerar que las dunas embrionarias, si bien están tratadas como un hábitat independiente, constituyen una parte fundamental del sistema dunar activo, y de aquéllas depende que éste perviva. Tanto unas como otras forman a menudo franjas estrechas, de apenas 10 m de anchura. Existen así sistemas dunares estables formados por estos dos tipos de hábitat que en conjunto no alcanzan los 20 m de envergadura. Por otro lado, la longitud del sistema puede ser muy variable, desde apenas 100 m a varios kilómetros. En resumen, las dimensiones mínimas que puede alcanzar un sistema dunar estable en su expresión más sencilla puede evaluarse en unos 2.000 m^2 (0,2 has), considerando como tal el formado por un conjunto de dunas incipientes y el primer cordón desarrollado con barrón. Este podría ser el valor mínimo indispensable para poder abordar labores de conservación o, mejor, de recuperación del sistema dunar, con el objeto de aumentar en lo posible su superficie.

La altura de las acumulaciones también varía. Los montículos vegetados aislados *(hummocks),* generalmente indicativos de una situación inestable, pueden tener alturas pequeñas, inferiores a 1 m. Un sistema dunar con posibilidades de desarrollo sería aquél en el que los primeros cordones dunares vegetados con barrón tienen alturas medias no inferiores a los 0,5 m y preferentemente superiores a 1 m.

En estos casos, las labores de protección deberían centrarse fundamentalmente, en las franjas ocupadas por las dunas embrionarias y por las dunas con barrón; si ambas crecen, con el tiempo el sistema dunar puede desarrollarse y dar lugar a la generación de nuevos tipos de hábitat. El crecimiento de un sistema dunar local se favorece si se protege la zona de aporte de arena, es decir, la playa de la que se alimenta. En ese sentido, los planes de protección o de recuperación dunar deberían incluir medidas de protección de la calidad de las playas colindantes, evitando en lo posible el trasiego de personas y vehículos que pudieran apelmazar la arena e impedir una continua alimentación natural de la playa a la duna. En España, este tipo de hábitat presenta un claro carácter regresivo, por lo que se recomienda considerar como superficie favorable de referencia la superficie ocupada actualmente en todos los sistemas dunares enumerados en el capítulo 1, con un estado de conservación favorable.

3.2. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS ESPECIES TÍPICAS

En la tabla 3.1 se ofrece un listado con las especies que, según la información disponible y las aportaciones de las sociedades científicas de especies (SEBCP; SECEM), pueden considerarse como típicas del tipo de hábitat de interés comunitario 2120. Se consideran especies típicas a aquellos taxones relevantes para mantener el tipo de hábitat en un estado de conservación favorable, ya sea por su dominancia-frecuencia (valor estructural) y/o por la influencia clave de su actividad en el funcionamiento ecológico (valor funcional).

Tabla 3.1

Identificación y evaluación de los taxones que, según la información disponible y las aportaciones de las sociedades cientificas de especies (SEBCP; SECEM), pueden considerarse como típicos del tipo de hábitat de interés comunitario 2120.

* **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 la 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 de distribución	Extensión y calidad del tipo de hábitat	Dinámica de poblaciones	Categoría de Amenaza UICN		CNEA***	
					España	Mundial		
PLANTAS								
Ammophila arenaria (L.) Link.[1]	Hábitat 2120 (1,2,4,5,6)	Costas atlánticas y mediterráneas	Desconocida	Desconocida	–	–		
Lotus creticus L.[2]	Hábitat 2120 (1,2,4,5,6)	Costas de la región Mediterránea (incl. Canarias y Azores). Costas de la P. Ibérica al S del Miño. España: A, Al, Ca, Cs, Gr, H, Ma, Mu, T, V	Desconocida	Desconocida	–	–		Rivas-Martínez (2002) considera esta especie característica de la clase *Ammophiletea* y por tanto no es una especie exclusiva de este tipo de hábitat. No obstante no es infrecuente que ocupe grandes coberturas en el tipo hábitat 2120.
Medicago marina L.[3]	Hábitat 2120 (3,4)	Mediterránea. España: todas las provincias costeras. Rara en el norte	Desconocida	Desconocida	–	–		Rivas-Martínez (2002) considera esta especie característica de la clase *Ammophiletea* y por tanto no es una especie exclusiva de este tipo de hábitat.
Otanthus maritimus (L.) Hoffmanns. & Link.[4]	Hábitat 2120 (1,3,4)	Costas atlánticas desde Islandia a Canarias y algunos puntos del mediterráneo occidental España: A, B, Bi, C, Ca, H, Ma, O, Po, S, SS, V	Desconocida	Desconocida	–	–		Rivas-Martínez (2002) considera esta especie característica de la clase *Ammophiletea* y por tanto no es una especie exclusiva de este tipo de hábitat.

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

Referencias bibliográficas: [1] Rivas-Martínez, 1964, 2002. [2] Rivas-Martínez, 1964. [3] Díaz González & Loriente, 1974. [4] Rivas Goday & Rivas-Martínez, 1958.

MAMÍFEROS								
Lepus granatensis	Hábitat 2120 (3)	Se encuentra sólo en España y Portugal, y ocupa la mayor parte de la Península, excepto una estrecha franja noroccidental. Se encuentra también en Mallorca	Puede ser muy variable. Desde montañas húmedas del oeste peninsular, entre 1500 y 2000 metros de altitud, hasta zonas de marismas, pasando por campos de cultivo de cereal y bosques de coníferas, entre otros. En Doñana es común en las dunas móviles casi desprovistas de vegetación situadas en la franja litoral	La densidad es muy variable dependiendo de factores tan diversos como la calidad del medio, presión cinegética, climatología, etc. Las densidades varían entre 80 individuos/km^2 en olivares andaluces y 22 individuos/km^2 en cultivos intensivos de cereal en León. En Doñana la mortalidad adulta oscila entre el 70 y 80% durante las épocas adversas	Preocupación menor	–	–	

Datos aportados por la Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos (SECEM).

Referencias bibliográficas: Carro & Soriguer, 2007; Palomo *et al.*, 2007.

Otros comentarios: Datos según informe realizado por la SECEM en el área sur de la Península Ibérica.

3.3. EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y FUNCIÓN

3.3.1. Factores, variables y/o índices

Tal y como se especifica en la ficha general del grupo 2, la evaluación del estado de funcionalidad de los sistemas dunares y de su vulnerabilidad habitualmente se realiza mediante el control de un conjunto de parámetros o variables representativas (Bodéré *et al.*, 1991; Wlilliams *et al.*, 1993a y b; 1994; 2001; García-Mora *et al.*, 2001; Martínez-Vázquez *et al.*, 2006; Martín-Prieto *et al.*, 2007). En la actualidad, no existe un índice o procedimiento unitario de evaluación de la vulnerabilidad y estado de conservación de los tipos de hábitat dunares que sea totalmente aceptado por la comunidad científica.

Por otro lado, el alto grado de interdependencia de los distintos tipos de hábitat que constituyen los sistemas dunares, así como la importancia general de los diferentes factores y variables que influyen en su conservación, lleva a considerar los sistemas dunares de manera global. Por ese motivo, se ha propuesto un índice lo más completo posible que incluya todas las variables importantes que condicionan el estado de conservación de los sistemas dunares en general. El desglose detallado de las variables, el procedimiento de medición y la frecuencia de muestreo se incluyen en la ficha general del grupo 2.

Dicho protocolo general de evaluación de la estructura y función de un sistema dunar debe ser aplicado a todos los sistemas dunares que se evalúen. No obstante, de todas las variables recogidas en el protocolo, destacamos a continuación aquéllas que revisten una importancia especialmente relevante para el presente tipo de hábitat:

A) **Factores morfosedimentarios**

1. Superficie del sistema dunar (en ha).
2. Longitud del sistema dunar activo (en km).
3. Anchura del sistema dunar activo (en km).
4. Altura modal de las dunas del sistema dunar costero (en m).
5. Altura máxima de las dunas del sistema dunar costero (en m).
6. Pendiente media de las dunas del sistema dunar activo (en grados).
7. Grado de fragmentación del sistema dunar.
8. Volumen de arena del sistema dunar (en millones de m^3).
9. Granulometría media del sistema dunar (en unidades phi).
10. Profundidad media del nivel freático.

B) **Factores de incidencia marina y litoral**

1. Anchura media de la zona intermareal (en m).
2. Anchura media de la playa seca (en m).
3. Tendencia costera en los últimos 10 años (en m/año; avance: > 0; retroceso: < 0).
4. Aporte sedimentario a la playa en los últimos 10 años (estimación).
5. Afloramientos rocosos en la playa en los últimos 10 años.
6. Superficie relativa de los cortes y roturas en el frente dunar debidos al oleaje.
7. Evolución de la anchura media de las roturas del frente dunar, últimos 10 años.
8. Granulometría del sedimento de la playa seca (en unidades phi).
9. Número de barras arenosas sumergidas o emergidas.
10. Presencia de *Posidonia oceanica.*
11. Porcentaje de frente dunar con escarpes erosivos debidos al oleaje.
12. Estado modal de la playa.

C) **Factores de incidencia eólica**

1. Clasificación de Hesp (1988).
2. Porcentaje de playa seca ocupado por dunas embrionarias.
3. Porcentaje de superficie dunar ocupado por *blowouts.*
4. Porcentaje de superficie dunar ocupado por mogotes o *hummocks* arenosos.
5. Porcentaje de la duna secundaria ocupado por pasillos de deflación.
6. Profundidad de los pasillos de deflación, en porcentaje de altura de la duna secundaria.
7. Tendencia del frente dunar en los últimos 10 años (en m/año; avance: > 0; retroceso: < 0).
8. Porcentaje de aumento/disminución de la anchura de los *blowouts* en los últimos 10 años.
9. Superficie de la playa seca cubierta por gravas y/o conchas.
10. Porcentaje de ladera de barlovento de la duna secundaria cubierta de vegetación.

11. Porcentaje de superficie dunar cubierto por mantos eólicos sin consolidar.
12. Tasa de transporte eólico de arena hacia el interior del sistema dunar.

D) **Factores ecológicos y de cobertera vegetal**

1. Cambio en la cobertera vegetal en los últimos 10 años (variación de porcentaje de duna cubierta).
2. Continuidad en las sucesiones vegetales.
3. Conectividad a escala de paisaje entre distintos tipos de hábitat.
4. Porcentaje de especies de tipos I y II en los 100 m a sotavento de la duna secundaria.
5. Porcentaje de especies de tipo II a barlovento de la duna secundaria.
6. Presencia de conejos.
7. Presencia de invertebrados y reptiles en el sistema dunar.
8. Presencia de nidos de aves costeras en el sistema dunar.
9. Porcentaje de especies exóticas en los cordones dunares activos.
10. Porcentaje de plantas con raíces expuestas en el frente dunar.
11. Porcentaje de playa seca cubierto por especies de tipo III.
12. Porcentaje de eliminación antrópica de cobertera vegetal.

3.3.2. Protocolo para determinar el estado de conservación global de la estructura y función

La evaluación global de la estructura y función permite estima de forma cuantitativa el estado de conservación del tipo de hábitat. El método se desglosa en detalle en la ficha general del grupo 2.

3.3.3. Protocolo para establecer un sistema de vigilancia global del estado de conservación de la estructura y función

Directrices

En primer lugar, se propone llevar a cabo un inventario lo más exhaustivo posible de todos y cada uno de los campos dunares existentes en cada región natural considerada, incluyendo los de dimensiones testimoniales, así como las fosilizadas antaño. Puede parecer un trabajo de gran alcance, pero con los medios disponibles actuales esta labor no debe plantear demasiados problemas, salvo los que la propia dedicación exige.

Por una parte, se dispone a través de Internet de la excelente documentación ofrecida gratuitamente por el Ministerio de Medio Ambiente, y medio rural y marino en la página de *Catálogo de playas*. Por otra parte, en algunos casos, como en el del Gobierno Vasco, es factible su acceso libre. También se dispone, a través de este mismo medio, de fotogramas aéreos verticales de diferentes años que posibilitan este trabajo. En el resto de los sectores costeros, tampoco es difícil acceder a los fotogramas representativos.

Con esta información, se podrán establecer las pautas evolutivas futuras de cada uno de los campos dunares al objeto de proponer medidas correctoras para cada unidad. Asimismo, con esta información de primera mano se podrán establecer políticas de conservación a ultranza al tratarse de tipos de hábitat de especial interés geológico cuando hayan perdido su típica colonización vegetal.

Algunas variables requieren de un estudio en gabinete mediante el análisis de fotografías aéreas, imágenes de satélite, mapas u otra documentación. Sin embargo, existe un número importante de variables que deben ser medidas de manera periódica sobre el terreno, para lo cual debe planificarse un programa de muestreo/inspección que, según la época del año, incluya las variables que deben medirse de forma simultánea. La frecuencia de muestreo de cada variable se especifica en la ficha general del grupo 2.

En lo que se refiere a la zona geográfica en la que hay que realizar el muestreo, conviene visitar todos los sistemas dunares costeros, ya que la mayoría de ellos presentan en España un preocupante estado de deterioro. No obstante, algunos sistemas dunares costeros presentan un gran desarrollo longitudinal, por lo que, de cara a obtener una mayor efectividad, se recomienda elegir zonas más o menos concretas cuya inspección y medición puedan hacerse sin dificultad a lo largo de unas pocas horas. Conviene elegir las zonas con mayores facilidades de acceso, no sólo por la rapidez que esto supone en el muestreo, sino también porque son las zonas susceptibles de registrar

mayor afluencia de visitantes, y por tanto más vulnerables de sufrir mayores impactos o deterioro.

El equipamiento necesario para realizar el muestreo es simple:

- GPS de mano, para la localización de los puntos de muestreo/observación.
- Una cinta métrica de al menos 15 m (preferible de 25 m).
- Algunas bolsas de plástico con cierre hermético para muestreo de sedimentos.
- Una pequeña paleta para muestreo de sedimentos.
- Cámara fotográfica para documentar los diversos aspectos que se recogen en las fichas.

Para el caso de las variables que requieren medir distancias mayores, o bien alturas, conviene utilizar un sistema de mediciones topográficas, bien sea nivel, teodolito, estación total o GPS dinámico. En ausencia de estos equipos, se puede recurrir a un sistema de pértigas graduadas (jalones) ayudados por un nivel óptico de mano (clinómetro) y por cinta métrica.

Estaciones de referencia

Región natural atlántica

- **Localidad 1: Dunas de Liencres (Cantabria)**
  Coordenadas geográficas: 43° 26' N, 3° 58' W
  Masa de Agua: 11 (Margen Astur-oriental)
  Código espacio red Natura 2000: ES1300004

- **Localidad 2: Dunas de Doñana (Huelva)**
  Coordenadas geográficas: 36° 50' N, 6° 22' W
  Masa de Agua: 7 (Golfo de Cádiz)
  Código espacio red Natura 2000: ES0000024

Región natural mediterránea

- **Localidad 1: Dunas de La Banya, Delta del Ebro (Tarragona)**
  Coordenadas geográficas: 40° 34' N, 0° 38' E
  Masa de Agua: 2 (Delta del Ebro)
  Código espacio red Natura 2000: ES5140013

- **Localidad 2: Dunas de El Saler (Valencia)**
  Coordenadas geográficas: 39° 21' N, 0° 18' W
  Masa de Agua: 2 (Delta del Ebro)
  Código espacio red Natura 2000: ES0000023

3.4. EVALUACIÓN Y PERSPECTIVAS DE FUTURO

Metodología para la evaluación de presiones-impacto-riesgo

La evaluación de las presiones-impacto-riesgo ha sido ya incluida en el procedimiento general de establecimiento del estado de conservación global de la estructura y función (ver ficha general del grupo 2). No obstante, resaltamos aquéllas que revisten una especial relevancia para el presente tipo de hábitat.

Factores de presión antrópica

1. Presión de visitantes y pisoteo (número de visitantes y frecuencia).
2. Tránsito de vehículos por el sistema dunar.
3. Camping, aparcamiento.
4. Dificultad de acceso, distancia a núcleo turístico.
5. Extracción de áridos en playa y duna.
6. Porcentaje del sistema dunar activo ocupado por infraestructuras permanentes.
7. Densidad de la red de caminos.
8. Porcentaje de sistema dunar ocupado por residuos y basuras.
9. Frecuencia de limpieza de la playa seca.
10. Paseos a caballo sobre el sistema dunar.
11. Porcentaje del sistema dunar activo ocupado por infraestructuras temporales.

Factores de gestión y protección

1. Control de paso y estacionamiento de vehículos.
2. Instalación de captadores de arena en el frente dunar.
3. Control de acceso, aislamiento, cerramiento.
4. Número de pasarelas de acceso elevadas (por cada 500 m de longitud de dunas).
5. Revegetación de áreas móviles.
6. Paneles informativos (nº por cada 500 m de longitud de sistema dunar).
7. Protección legislativa.
8. Vigilancia.
9. Regeneración artificial de la playa.
10. Control de paso de caballos.
11. Plan de control de la población de conejos.
12. Plan de ordenación de usos que incluye la protección dunar.

4. RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACIÓN

Tal y como indican Ley *et al.* (2007), una de las causas más importantes de la degradación y desaparición de la cubierta vegetal en dunas con *Ammophila* es el pisoteo de los usuarios de la playa sobre la vegetación. La afluencia masiva, especialmente durante los meses de verano, a las costas origina la pérdida de vegetación, sobre todo en las zonas próximas a los aparcamientos, chiringuitos, etc. Resulta indispensable, por tanto, eliminar la afluencia de público al área de dunas con vegetación, especialmente si se encuentra en deterioro. Se recomienda para ello proteger el cordón dunar mediante cerramientos, adecuación de accesos, construcción de pasarelas y carteles informativos.

Los cerramientos más efectivos son los que limitan el acceso al menos al 90% de los usuarios que originalmente entraban antes de cerrar el paso. Pueden ser de madera y malla metálica, o bien de madera y cuerdas. En zonas muy visitadas conviene evitar el cierre de áreas demasiado extensas, para lo que resulta útil dejar pasillos de acceso mediante pasarelas. Por otro lado, puesto que las dunas con *Ammophila* son dunas más o menos móviles, puede suceder que con el tiempo los cerramientos queden enterrados o bien descalzados por el desplazamiento de las dunas. Debe tenerse en cuenta esta posibilidad y hacerse un seguimiento periódico de la eficacia del cerramiento.

Dado que la formación de las dunas tiene lugar desde el lado del mar hacia el interior, es en esta franja más próxima al mar donde la protección debe ser más efectiva. En esta zona deberían incluirse también las dunas embrionarias y la parte de la playa seca donde se implantan los primeros individuos vegetales. En zonas en acreción, y en previsión de un avance (crecimiento) de la duna hacia el mar, la distancia entre el cerramiento y el cordón dunar propiamente dicho debe ser mayor de lo normal. Si se trata más bien de zonas erosivas, la distancia puede ser menor y más condicionada por los problemas que pudiera causar el oleaje.

Hay que evitar a toda costa que el acceso a la playa se haga de manera indiscriminada, o que se haga a través de pasillos concretos por los que se pisotee la duna, ya que en estos caminos, la vegetación muere y el viento excava mucho más fácilmente pasillos de deflación que fragmentan el sistema dunar y lo hacen mucho más vulnerable. Una duna fragmentada sufre una erosión mayor que si constituyera un único cordón continuo. Por ello, el método más empleado para canalizar el acceso de usuarios a la playa sin que se deteriore el cordón de dunas secundarias es la instalación de pasarelas elevadas. La anchura de las pasarelas debe permitir el cruce de dos personas con coche de niños, es decir, entre 1,5 y 2,5 m. La altura debe ser de entre 1 y 2 m, de manera que bajo ella continúe la dinámica dunar, pero a la vez no exista un impacto visual acusado, ni que se facilite el trasiego de personas por debajo de las pasarelas. Dichas pasarelas deben conectar los aparcamientos, fuera del ámbito dunar, con la playa, pasando por encima de todo el sistema dunar en su totalidad. No deben ubicarse sobre depresiones o pasillos de deflación preexistentes, ya que se acentuaría la erosión del sistema dunar. Las pasarelas deben instalarse en una zona de altura normal.

En el caso de deterioro avanzado de la vegetación en un sector del cordón dunar, antes de la plantación artificial se recomienda realizar una labor de recuperación y revegetación dunar, mediante recubrimientos con materiales orgánicos (paja, restos de poda, tallos de retamas, etc.), que protegen la superficie de la erosión en ese sector. Bajo estos recubrimientos, las condiciones microclimáticas son más suaves y la colonización vegetal y el establecimiento de las plantaciones artificiales es más eficaz. No se recomienda utilizar *mulch*, ya que altera las condiciones del substrato arenoso y limita la capacidad de colonización de las especies naturales. La época más apropiada para realizar las plantaciones va de octubre a marzo, excluyendo los momentos muy fríos. Paralelamente a la plan-

tación, debe protegerse la zona deteriorada mediante cerramientos.

En el caso de pérdida total de la masa de arena dunar en algún sector, debe procederse a su recuperación física mediante captadores de arena.

La vigilancia y seguimiento del sistema dunar debe incluir también labores de reparación y/o reposición del vallado, de las pasarelas peatonales, de los paneles y sistemas de información al público, etc. Asimismo, debe eliminarse la vegetación invasora.

5. BIBLIOGRAFÍA CIENTÍFICA DE REFERENCIA

Arcos, J.M., 2004. Gavina capnegra, *Larus melanocephalus*. En: Estrada, J., Pedrocchi, V., Brotons, L. & Herrando, S. (eds). *Atles dels Ocells Nidificants de Catalunya 1999-2002*. Barcelona: ICO, Lynx Edicions. pp 230-231.

Augustinus, P.G.E.F., Laeven, M.P., Ruwe, J. & De Vries, J. B., 1990. Dune Formation and Dune Degradation in the Camargue, France. In: *Littoral 1990*. Marseille: Eurocoast. pp 115-119.

Benavent, J.M., Collado, F., Martí, R.M., Muñoz, A., Quintana, A., Sánchez, A. & Vizcaíno, A., 2004. *La restauración de las dunas litorales de la Devesa de l'Albufera de Valencia.* Ajuntament de Valencia. 67 p.

Bertolero, A., 2004. Curroc, *Sterna nilotica*. En: Estrada, J., Pedrocchi, V., Brotons, L. & Herrando, S. (eds). *Atles dels Ocells Nidificants de Catalunya 1999-2002*. Barcelona: ICO, Lynx Edicions. pp 242-243.

Bertolero, A. & Motis, A., 2004. Xatrac menut, *Sterna albifrons.* En: Estrada, J., Pedrocchi, V., Brotons, L. & Herrando, S. (eds). *Atles dels Ocells Nidificants de Catalunya 1999-2002*. Barcelona: ICO, Lynx Edicions. pp 252-253.

Bigas, D., 2004. Garsa de mar, *Haematopus ostralegus.* En: Estrada, J., Pedrocchi, V., Brotons, L. & Herrando, S. (eds). *Atles dels Ocells Nidificants de Catalunya 1999-2002*. Barcelona: ICO, Lynx Edicions. pp 252-253.

Bird, E.C.F., 1990. Classification of European Dune Coasts. En: Bakker, Th. W., Jungerius, P. D., & Klijn, J. A. (eds). Dunes of the European coasts. *Catena supplement* 18: 15-24.

Blanco, J. C., 1998 *Guía de Campo de los Mamíferos de España*. Tomo II. Geoplaneta.

Briquet, A., 1923. Les dunes littorales. *Annales de Géographie,* 779(32): 385-394.

Bournerais, M. & Forest, P., 1971. Les grandes traits de la végétation des sables maritimes dans quelques stations de la côte occidentale du Novveau-Québec. En: Géhu, J.M. (ed), *La végétation des dunes maritimes*. Vaduz: Cramer. pp 31-52.

Cantos, F., 2003. Gaviota reidora, *Larus ridibundus*. En: Martí, R. & Del Moral, J.C. (eds). *Atlas de las Aves Reproductoras de España*, Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza, SEO/BirdLife. pp 264-265.

Carrascal, L.M. & Lobo, J., 2003. Apéndice I. En: Martí, R. & Del Moral, J. C. (eds). *Atlas de las Aves Reproductoras de España*, Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza, SEO/BirdLife. pp 718-721.

Carro, F. & Soriguer, R., 2007. *Lepus granatensis*. Ficha Libro Rojo. pp 476-478. En: Palomo, L. J., Gisbert, J. & Blanco, J.C. (eds). *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España*. Madrid: Dirección general para la Conservación de la Biodiversidad, SECEM-SECEMU.

Carter, R.W.G. & Wilson, P., 1990. The Geomorphological, Ecological and Pedological Development of Coastal Foredunes at Magilligan Point, Northern Ireland. In: Nordstrom, K.F., Psuty, N. & Carter, B. (eds). *Coastal Dunes: Form and Processes*. Chichester: Wiley & Sons. pp 129-157.

Cooper, W.S., 1958. *Coastal Sand Dunes of Oregon and Washington.* The Geological Society of America Memoir nº 104. 169 p.

Cooper, W.S., 1967. *Coastal Dunes of California.* The Geological Society of America Memoir nº 104. 131 p.

Costa, M., García-Carrascosa, M., Monzó, F., Peris, J.B., Stübing, G. & Valero, E., 1984. *Estado actual de la flora y fauna marinas en el litoral de la Comunidad Valenciana*. Ayuntamiento de Castellón de la Plana.

Costa, M. & Mansanet, J., 1981. Los ecosistemas dunares levantinos: La Devesa de l'Albufera de Valencia. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 37: 277-299.

Cowles, H. C., 1899. The Ecological Relations of the Vegetation of the Sand Dunes of Lake Michigan. Part 1. Geographical Relations of the Dune Floras. *Botanical Gazette* 27 (2): 95-117.

Davies, J.L., 1977. *Geographical Variation in Coastal Development*. London: Longman. 204 p.

De Souza, J.A. & Domínguez, J., 1989. Efectivos y distribución del chorlitejo patinegro (*Charadrius alexandrinus*) en Galicia. *Ecología* 3: 305-311.

Díaz González, T.E. & Loriente, E., 1974. Estudio corológico y fitosociológico del *Medicago marina* L., en el litoral norte de la Península Ibérica. *Revista de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Oviedo* 16: 235-242.

Díaz, M., Asensio, B. & Tellería, J.L., 1996. *Aves ibéricas. I. No paseriformes*. Madrid: J.M. Reyero Editor.

Díaz, T.E. & Fernández, J.A., 1994. La vegetación de Asturias. *Itinera Geobotanica* 8: 243-528.

Díaz, T.E. & Navarro, F., 1978. Las comunidades de *Thero-Airion* R. Tx. 1951 en las playas asturianas: su posición fitotopográfica. *Anales del Instituto Botánico Cavanilles* 34 (2): 571-596.

Dies J.I. & Dies, B., 2003. Charran Patinegro, *Sterna sandvicensis*. En: Martí, R. & Del Moral, J. C. (eds). *Atlas de las Aves Reproductoras de España*, Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza, SEO/BirdLife. pp 278-279.

Dies, J.I. & Dies, B., 2003. Charrán patinegro, *Thalasseus sandvicensis*. En: Martí, R. & Del Moral, J.C. (eds). *Atlas de las Aves Reproductoras de España*, Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza, SEO/BirdLife. pp 278-279.

Dies, J.I. & Dies, B., 2004. Gaviota Picofina, *Larus genei*. En: Madroño, A., González, G. & Atienza, J.C. (eds). *Libro Rojo de las Aves de España*. Madrid: Dirección General para la Biodiversidad, SEO/BirdLife. pp 250-252.

Dies, J.I., Gutiérrez, R. & Dies, B., 2003. Charrán común, *Sterna hirundo*. En: Martí, R. & Del Moral, J.C. (eds). *Atlas de las Aves Reproductoras de España*, Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza, SEO/BirdLife. pp 280-281.

Díez, B., Hernández, A.M. & Asensi, A., 1975. Estructura de algunas comunidades vegetales de dunas en el litoral de Marbella (Málaga). *Acta Botanica Malacitana* 1: 69-80.

Díez-Garretas, B., 1984. Datos sobre la vegetación psammófila de las costas portuguesas. *Documents Phytosociologiques* 8: 71-84.

Doing, H., 1985. Coastal Fore-Dune Zonation and Succession in Various Parts of the World. *Vegetation* 61: 65-75.

Escarré, A., Martín, J. & Seva, E. (eds), 1989. *Estudios sobre el medio y la biocenosis en los arenales costeros de la provincia de Alicante.* Diputación Provincial de Alicante, Instituto de Cultura Juan Gil-Albert, 132 p.

Favenec, J., 2002. The Foredune/Backshore System as Indicator of Coastal Dynamics. The Example of the Aquitaine Coast Observatory. En: *Littoral'2002: The Changing Coast*. Oporto: EUROCOAST/EUCC. pp 345-353.

Figuerola, J. & Amat, J.A., 2003. Chorlitejo patinegro, *Charadrius alexandrinus*. En: Martí, R. & Del Moral, J.C. (eds). *Atlas de las Aves Reproductoras de España*, Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza, SEO/BirdLife. pp 252-253.

Galán, P., 1999. *Conservación de la Herpetofauna Gallega*. Monografia nº 72. Universidad de La Coruña. 285 p.

Géhu, J.M. & Tuxen, R., 1971. Essai de synthèse phytosociologique des dunes atlantiques européennes. En: Géhu, J. M. (ed). *La végétation des dunes maritimes*. Vaduz: Cramer. pp 61-70.

Goldsmith, V., 1973. Internal Geometry and Origin of Vegetated Coastal Dunes. *Journal of Sedimentary Petrology* 43: 1128-1143.

Gómez, M.A., Domingo, J. & Mayoral, O., 1999. *Vegetación litoral y cambios en el paisaje de la provincia de Castellón*. Ayuntamiento de Castellón de la Plana. 205 p.

Hernández-Matías, A. & González-Solís, J., 2004. Xatrac comú, *Sterna hirundo*. En: Estrada, J., Pedrocchi, V., Brotons, L. & Herrando, S. (eds). *Atles dels Ocells Nidificants de Catalunya 1999-2002*. Barcelona: ICO, Lynx Edicions. pp 250-251.

Hesp, P., 1983. Morphodynamics of Incipient Foredunes in New South Wales, Australia. In: Brookfield, M. & Ahlbrant, T. (eds). *Aeolian Processes and Sediments*. Amsterdam: Elsevier. pp 325-342.

Hesp, P., 1989. A Review of Biological and Geomorphological Processes Involved in the Initiation and Development of Incipient Foredunes. *Proceedings Royal Society of Edinburg* B 96: 181-201.

Hesp, P., 1991. Ecological Processes and Plant Adaptations on Coastal Dunes. *Journal of Arid Environments* 21: 165-192.

Hoobs, R.J., Gimingham, C.H. & Band, W.T., 1983. The Effects of Planting Technique on the Growth of *Ammophila arenaria* (L.) Link and *Leymus arenarius* (L.) Hochst. *Journal of Applied Ecology* 20: 659-672.

Hortas, F. & Mouriño, J., 2004. Ostrero euroasiático, *Haematopus ostralegus*. En: Madroño, A., González, G. & Atienza, J.C. (eds). *Libro Rojo de las Aves de España*. Madrid: Dirección General para la Biodiversidad, SEO/BirdLife. pp 214-216.

Illenberger, W.K. & Rust, I.C., 1988. A Sand Budget for the Alexandria Coastal Dunefield, South Africa. *Sedimentology* 35: 513-521.

Izco, J., 1992. Diversidad y originalidad ecológica y florística del litoral cántabro-atlántico español. *Anales de la Real Academia de Farmacia* 58: 483-508.

Izco, J., Guitián, P. & Sánchez, J.M., 1993. Análisis y clasificación de las comunidades vegetales vivaces de las dunas vivas gallegas. *Revista de la Academia Galega de Ciencias* 12: 79-104.

King, C.A.M., 1972. *Beaches and Coasts*. London: Arnold. 570 p.

Ley, C., Gallego, J.B. & Vidal, C., 2007. *Manual de restauración de dunas costeras*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, Dirección General de Costas. 243 p.

Labuz, T. A., 2004. Coastal Dune Development Under Natural and Human Influence on Swina Gate Barrier (Polish Coast of Pomeranian Bay). In: Schernewski, G. & Loser, N. (eds). *Managing the Baltic Sea*. Coastline Report nº 2. pp 129-138.

Ley, C., Gallego, J.B. & Vidal, C., 2007. *Manual de restauración de dunas costeras.* Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, Dirección General de Costas. 243 p.

Lichter, J., 2000. Colonization Constraints During Primary Succession on Coastal Lake Michigan Sand Dunes. *Journal of Ecology* 88: 825-839.

Llobera, F. & Valladares, F., 1989. *El litoral mediterráneo español. Introducción a la ecología de sus biocenosis terrestres*. 2 volúmenes. Madrid: Ediciones Penthatlon.

Martínez-Vilalta, A., 2004. Xatrac bec-llarg, *Sterna sandvicensis*. pp 246-247. En: Estrada, J., Pedrocchi, V., Brotons, L. & Herrando, S. (eds). *Atles dels Ocells Nidificants de Catalunya 1999-2002*. Barcelona: ICO, Lynx Edicions. pp 174-175.

Martínez-Vilalta, A., 2004. Xatrac bec-llarg, *Sterna sandvicensis*. En: Estrada, J., Pedrocchi, V., Brotons, L. & Herrando, S. (eds). *Atles dels Ocells Nidificants de Catalunya 1999-2002*. Barcelona: ICO, Lynx Edicions. pp 246-247.

Martínez-Vilalta, A., Máñez, M., Oro, D. & García, L., 2004. Gaviota picofina, *Larus genei*. En: Madroño, A., González, G. & Atienza, J.C. (eds). *Libro Rojo de las Aves de España*. Madrid: Dirección General para la Biodiversidad, SEO/BirdLife. pp 240-242.

Maun, M. A., 1998. Adaptations of Plants to Burial in Coastal Sand Dunes. *Canadian Journal of Botany* 76: 713-738.

Merino, O. & Merino, Y., 1988. El impacto potencial de la explotación del acuífero Almonte-Marismas en los ecosistemas del área de Doñana. En: *International Symposium On Hydrology of Wetlands in Arid and Semi-arid Zones*. Sevilla: Agencia del Medio Ambiente. pp 123-128.

Molina, B., 2003. Gaviota cabecinegra, *Larus melanocephalus.* En: Martí, R. & Del Moral, J.C. (eds). *Atlas de las Aves Reproductoras de España*, Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza, SEO/BirdLife. p 616.

Oro, D. & Martínez-Vilalta, A., 2004. Gaviota corsa, *Larus audouinii*. En: Estrada, J., Pedrocchi, V., Brotons, L. & Herrando, S. (eds). *Atles dels Ocells Nidificants de Catalunya 1999-2002*. Barcelona: ICO, Lynx Edicions. pp 174-175.

Otvos, E. G., 2000. Beach ridges-definitions and significance. *Geomorphology* 32: 83-108.

Palomo, L.J., Gisbert, J. & Blanco, J.C. (eds), 2007. *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España*. Madrid: Dirección general para la Conservación de la Biodiversidad, SECEM-SECEMU.

Pardo, J.E., Sanjaume, E., Gironés, M.J. & López Galera, M.N., 2005. Análisis del proceso de regeneración natural de las dunas de la Punta del Perellonet entre 1973 y 2001. En: Pleguezuelos, J.M., Marquez, R. & Lizana, M., 2002. *Atlas y Libro Rojo de los anfibios y reptiles de España*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza, AHE.

Sanjaume, E. & Mateu, J.F. (eds). Geomorfologia Litoral i Quaternari. En: *Homenatge a V. M. Rosselló.* València: Universitat de València. pp 307-324.

Paskoff, R., 2005. Caractérisation et gestion d'un type de dune littorale: les avant-dunes. *Sécheresse* 16 (4): 247-253.

Pluis, J.L.A. & De Winder, B., 1990. Natural Stabilization. In: Bakker, Th. W., Jungerius, P.D., & Klijn, J.A. (eds). Dunes of the European Coasts. *Catena, supplement* 18: 195-208.

Psuty, N.P., 2004. The Coastal Foredune: A Morphological Basis for Regional Coastal Dune Development. In: Martínez, M.L. & Psuty, N.P. (eds). *Coastal Dunes. Ecology and Conservation*. Berlin: Springer Verlag. pp 11-27.

Pye, K., 1990. Physical and Human Influences on Coastal Dune Development Between the Ribble and Mersey Estuaries, Northern England. In: Nordstrom, K.F., Psuty, N.P. & Carter, R.W.G. (eds). *Coastal Dunes: Form and Processes*. Chichester: John Wiley & Sons. pp 339-359.

Ribas, J., 2004. Cogullada vulgar, *Galerida cristata.* En: Estrada, J., Pedrocchi, V., Brotons, L. & Herrando, S. (eds). *Atles dels Ocells Nidificants de Catalunya 1999-2002*. Barcelona: ICO, Lynx Edicions. pp 336-337.

Rivas, S. & Rigual, A., 1958. Algunas asociaciones de la provincia de Alicante. *Anales del Instituto Botánico Cavanilles* 16: 533-548.

Rivas, S. & Rivas-Martínez, S., 1958. Acerca de la *Ammophiletea* del Este y Sur de España. *Anales del Instituto Botánico Cavanilles* 16(1): 549-564.

Rivas-Martínez, S., 1964. Esquema de la vegetación potencial y su correspondencia con los suelos de la España peninsular. *Anales del Instituto Botánico Cavanilles* 22: 343-404. (Effect. publ.: 11-1965).

Rivas-Martínez, S., 2002. High Syntaxa of Spain and Portugal and Their Characteristic Species. En: Rivas-Martínez, S. *et al.* (eds). Vascular Plant Communities of Spain and Portugal. Addenda to the Syntaxonomical Checklist. Part II. *Itinera Geobotanica* 15(2): 434-559.

Rivas-Martínez, S., Costa, M., Castroviejo, S. & Valdés, E., 1980. Vegetación de Doñana (Huelva, España). *Lazaroa* 2: 5-189.

Rosselló, V. M. & Fumanal, M. P., 1996. Introducción a les eolianites de les Penyes de L'Albiz. *Cuadernos de Geografía* 66: 179-199.

Ruessink, B.G. & Jeunken, M.C.J.L., 2002. Dunefoot Dynamics Along the Dutch Coast. *Earth Surface Processes and Landforms* 27: 1043-1056.

Rutin, J., 1992. Geomorphic Activity of Rabbits on a Coastal Sand Dune, Blink dunes, the Netherlands. *Earth Surface Processes and Landforms* 17: 85-94.

Sánchez, J. M., 2004. Charrancito común, *Sterna albifrons*. En: Madroño, A., González, G. & Atienza, J.C. (eds). *Libro Rojo de las Aves de España*. Madrid: Dirección General para la Biodiversidad, SEO/BirdLife. pp 255-257.

Sanjaume, E., 1985. Las *costas valencianas. Sedimentología y morfología*. Universidad de Valencia. 505 p.

Sanjaume, E., 1988. Dunes of Saler, Valencia, Spain. *Journal of Coastal Research*, Special Issue 3: 61-69.

Sanjaume, E. & Pardo, J., 1991a. Dune Regeneration on a Previous Destroyed Dune Field. *Zeitschrift für geomorfologie* 81: 125-184.

Sanjaume, E. & Pardo, J., 1991b. The possible Influence of Sea-Level Rise on the Precarious Dunes of Devesa del Saler Beach, Valencia, Spain. *Landscape Ecology* 6(1/2): 57-64.

Sanjaume, E. & Pardo, J., 1992. The Dunes of the Valencian Coast (Spain). Past and present. In: Carter, Curtis & Sheehy-Skeffington (eds): *Coastal Dunes*. Rotterdam: Balkema. pp 475-486.

Seeliger, U., 2003. Response of Southern Brazilian Coastal Foredunes to Natural and Human-Induced Disturbance. *Journal of Coastal Research*, Specia Issue 35: 51-55.

SEO-Málaga, 2007. *Censo y seguimiento de la población reproductora de Chorlitejo patinegro en el litoral malagueño*. www.seomalaga.org

Servera, J., 1997. *Els sistemes dunars litorals de les Illes Balears*. Tesis doctoral. Universidad de las Islas Baleares. 904 p.

Speight, M. C. D. & Castella, E., 2006. StN Database: Content and Glossary of Terms, Ferrara, 2006. En: Speight, M.C.C., Castella, E., Sarthou, J.P. & Monteil, C. (eds). *Syrph the Net, the Database of European Syrphidae,* volumen 52. Syrph the Net Publications. 77 p.

Speight, M.C.D., Monteil, C., Castella, E. & Sarthou, J.P. (eds), 2008. *Syrph the Net on CD,* Issue 6. *The Database of European Syrphidae*. Syrph the Net Publications. ISSN 1649-1917.

Tellería, J.L., Asensio, B. & Díaz, M., 1999. *Aves ibéricas. II. Paseriformes*. Madrid: J.M. Reyero Editor.

Valdés-Bermejo, E. & Silva-Pando, J., 1986. *Vegetación del istmo de la Lanzada*. Pontevedra: Diputación Provincial de Pontevedra.

Vallejo, I., 2007. *Caracterización geomorfológica y análisis de la evolución reciente del sistema de dunas activas del Parque Nacional de Doñana (1956-2001)*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla. 468 p.

Verdú, J.R. & Galante, E. (eds), 2006. *Libro Rojo de los Invertebrados de España*. Madrid: Dirección General para la Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente. Colección Técnica.

VV.AA. *Inventario de las Áreas importantes para los anfibios y reptiles de España*. Ministerio de Medio Ambiente. Colección Técnica. 237 p.

Willets, B.B., 1989. Physics of Sand Movement in Vegetated Dune Systems. *Proceedings Royal Society of Edinburgh,* B 96: 37-49.

6. FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1

Montículo dunar con *Ammophila arenaria*.

Fotografía 2

En primer plano, asociaciones vegetales típicas de dunas embrionarias; al fondo, montículo dunar fijado por *Ammophila arenaria*.

Obsérvese la transición entre ambos tipos de hábitat.

Fotografía 3

Secuencia dunar natural, desde las dunas embrionarias (extremo derecha) hasta las dunas con *Ammophila* (primer plano). Playa de Los Lances (Tarifa, Cádiz).

Fotografía 4

Dunas primarias con *Ammophila* en erosión por la actuación de temporales invernales.

Fotografía 5

Dunas primarias en degradación por erosión de la playa y proliferación de residuos.

Fotografía 6

Circulación de vehículos quad por un conjunto de dunas móviles, actividad que destruye las formas dunares, así como las plantas responsables de su nucleación.

ANEXO 1
INFORMACIÓN EDAFOLÓGICA COMPLEMENTARIA

1. CARACTERIZACIÓN EDAFOLÓGICA

1.1. Características generales

Desde el punto de vista del desarrollo edáfico el tipo de hábitat 2120, Dunas móviles de litoral con *Ammophila arenaria* (dunas blancas) corresponden a lo que Jungerius (1990) denomina *compartimento I*. En esta franja, los procesos geomorfológicos son muy activos, consiguiendo desplazar grandes cantidades de arena al tiempo que impiden la acumulación de materia orgánica y la formación de un horizonte A. Adicionalmente, debido a su proximidad al mar, este tipo de hábitat presenta una elevada salinidad ambiental al ser afectado por los aerosoles marinos arrastrados por el viento. En estas condiciones adversas, las especies más características que soportan las limitaciones edáficas y climáticas son *Elymus facrtus* y *Ammophila arenaria*. No obstante, por detrás del primer cordón de dunas las condiciones se hacen más suaves y aparecen un mayor número de plantas.

Los suelos muestran un escaso desarrollo. Así, los rasgos morfológicos apenas permiten diferenciar este sustrato de los sedimentos arenosos propios de las playas circundantes. No obstante, se puede decir que algunas de las propiedades experimentan ciertos cambios asociados en parte a la ligera incorporación de sustancias húmicas al sustrato arenoso.

Gehu-Franck (1975) llevó a cabo un intensivo estudio relativo a los suelos sobre los que se encontraba *Ammophila arenaria* a lo largo de las costas de Francia y Portugal. En concreto, estudió las asociaciones *Otantho-Ammopliletum*, *Euphorbio-Ammophileum* y *Elymo-Ammophiyletum*. Los resultados obtenidos indican que se trata de un sustrato arenoso constituido por arenas bien seleccionadas por la acción del viento y cuyo tamaño se encuentra de forma dominante comprendido entre 0,2-0,5 mm (ver tabla A1.1). La reacción del suelo osciló en general entre neutra a ligeramente alcalina (pH = 7-8). El suelo se encuentra enriquecido en carbonatos aunque su concentración muestra una elevada variación, al tiempo que presenta bajas concentraciones de macronutrientes. Así, el contenido de carbono orgánico osciló entre 0,02-0,06%, el nitrógeno entre 0,004-0,011% y el fósforo asimilable entre 0,25-0,30 mg/kg. En cuanto a los cationes de intercambio, el más abundante fue el calcio, seguido del sodio, magnesio y potasio, la dominancia del calcio puede estar relacionada con el lixiviado preferencial de los cationes monovalentes respecto a los divalentes. Este efecto fue acusado en las zonas de mayor precipitación. Cabe también la posibilidad de que se produzca una sobreestima de este catión ya que el método de extracción de los cationes de intercambio puede favorecer la disolución parcial del carbonato de calcio de las conchas (ver, por ejemplo. Dorhmann, 2006).

Resultados similares también fueron encontrados por Sánchez (2000). Este autor realiza un seguimiento mensual de varias variables edáficas en diferentes comunidades vegetales de las dunas de la Ría de Ortigueira (La Coruña), concluyendo que las comunidades edáficas se asientan sobre suelos de escasa evolución que se caracterizan por presentar una textura gruesa y son pobres en materia orgánica y bionutrientes (N, P, S) (ver tabla A1.2). El pH fue similar en las cinco comunidades consideradas, oscilando entre condiciones alcalinas (pH = 9,4) y ligeramente ácidas (6,8). La salinidad tampoco mostró diferencias, presentando todas ellas bajo contenido salino (condensación eléctrica ≤ 0,2 dS/m en extracto 1:5).

Localidad	pH	Granulometría					
		< 0,05	0,05-0,1	0,1-0,2	0,2-0,5	0,5-1	1-2
Faro	7,6	0,04	0,17	2,48	82,74	14,40	0,17
Peniche 1	7,6	0,06	0,15	4,36	77,70	17,04	0,66
Peniche 2	7,5	0,10	0,01	9,39	89,90	0,69	0,01
Playa de Mira	7,5	0,02	0,05	1,62	87,33	10,96	0,02
Costa nova de Prado	7,5	0,10	0,01	0,59	91,67	7,57	0,06
Praia de Afife	7,3	0,05	0,09	1,65	94,16	4,03	0

Localidad	$CaCO_3$	C. org.	N total	C/N
	%			
Faro	4,9	0,021	0,011	1,91
Peniche 1	7,4	0,017	0,004	4,55
Peniche 2	26,4	0,025	0,005	5,0
Playa de Mira	1,13	0,030	0,003	10,0
Costa nova de Prado	1,10	0,015	0,007	1,96
Praia de Afife	0,48	0,057	0,006	8,7

Localidad	Ac. húmicos	P_2O_5	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
	mg/kg		cmol(+)/kg			
Faro	0,4	0,25	1,08	0,006	4,04	0,033
Peniche 1	0,5	0,40	1,64	0,021	6,25	0,027
Peniche 2	0,4	0,35	1,46	0,015	6,40	0,050
Playa de Mira	3,1	0,30	1,46	0,024	3,30	0,019
Costa nova de Prado	3,8	0,30	2,24	0,039	2,75	0,027
Praia de Afife	7,0	0,25	1,80	0,036	2,00	0,041

Tabla A1.1

Composición y propiedades químicas de la capa superficial (30 cm) de los suelos sobre los que se desarrolla la asociación *Othanto-Ammophiletum* en varias playas de Portugal.
Datos tomados de Gehu-Frank (1975).

	Honkenyo-Euphorbietum	*Euphorbio-Agrpyretum*	*Otantho-Ammophiletum*	*Iberidetum*	*Carici-Juncetum*
pH	7,7 ± 0,5	7,7 ± 0,6	7,9 ± 0,5	8,0 ± 0,7	8,1 ± 0,5
Hum (%)	5,7 ± 1,2	5,1 ± 1,2	5,2 ± 1,2	4,7 ± 1,7	12,6 ± 8,5
C.E. (dSm^{-1})	0,20 ± 0,1	0,16 ± 0,04	0,14 ± 0,08	0,13 ± 0,03	0,17 ± 0,06
C tot. (%)	2,2 ± 0,4	2,4 ± 0,2	2,3 ± 0,3	2,1 ± 0,3	2,1 ± 0,3
N tot.(%)	0,01 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,02 ± 0,02	0,02 ± 0,02	0,05 ± 0,02
S tot. (%)	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,02 ± 0,02	0,02 ± 0,01	0,03 ± 0,01
P_{Olsen} (mg kg^{-1})	2,3 ± 4,5	1,5 ± 2,7	2,9 ± 5,4	1,5 ± 2,5	0,8 ± 1,0
Carb. ($mlCO_2$)	45,1 ± 8,3	47,6 ± 5,0	47,0 ± 5,7	42,7 ± 6,3	32,7 ± 5,0

Tabla A1.2

Media ± Desviación estándar de las variables estudiadas estacionalmente (Sánchez, 1995).
La columna sombreada corresponde al tipo de hábitat 2120.

Los únicos parámetros que mostraron diferencias significativas en la comparación entre comunidades fueron el nitrógeno total, el contenido de carbonatos y la humedad (ver figura A1.1). No obstante, estas diferencias únicamente se establecieron con la comunidad de *Carici-Juncetum acuti* (zona trasera del sistema dunar) y el resto de las comunidades dunares.

Substrato litológico

Este tipo de hábitat se desarrolla sobre arenas bien seleccionadas (ver tabla A1.1).

Geomorfología

Se trata de un tipo de hábitat relativamente frecuente en los arenales atlánticos asociado a las crestas de los cordones de dunas primarias.

1.2. Tipos de suelo

Los suelos de este compartimento dunar son clasificados como Arenosoles calcáricos según la WRB (2007) y como Xeric Quartzipsamments según la Soil Taxonomy (1999).

1.3. Riesgos de degradación

Como se comentó anteriormente, los sistemas dunares son resultado de un delicado equilibrio entre la acción del viento, el aporte de arena, procesos erosivos, salinidad ambiental, etc. Dentro de este sistema, las comunidades vegetales son uno de los componentes más sensibles. Su preservación pasa por limitar al máximo la actividad humana.

Riesgos de degradación física

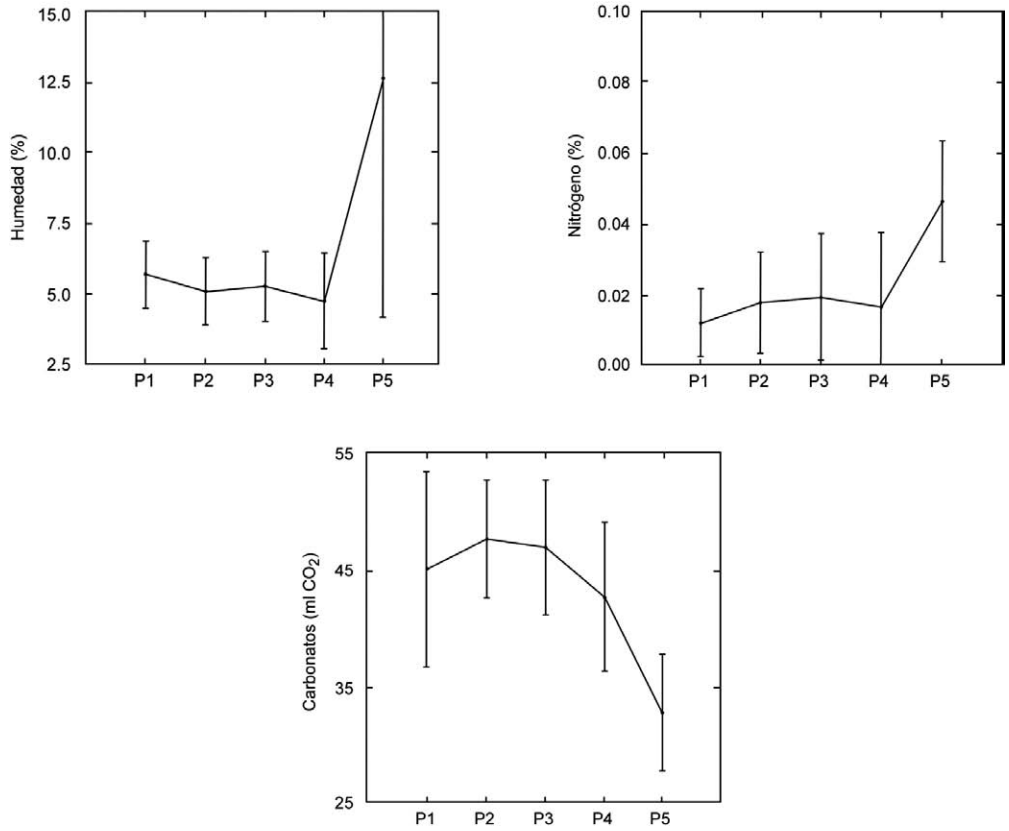

Figura A1.1

Variación espacial del contenido de N total, humedad y carbonatos en las comunidades de dunas de la ría de Ortigueira (Playa de Morouzos) (Sánchez, 1995).
P1: *Honkenyo-Euphorbietum*. P2: *Euphorbio-Agropyretum*. P3: *Otantho-Ammophiletum*. P4: *Iberidetum procumbentis*. P5: *Carici-Juncetum acuti*.

La compactación por pisoteo o tránsito de maquinaria constituye el principal riesgo de degradación física. Hay que tener en cuenta que la implantación de una buena parte de las plantas depende de los centímetros superficiales del suelo.

Es importante destacar que el uso creciente de las playas y zonas dunares como circuitos para la práctica de actividades desarrolladas con motocicletas, todoterrenos y quads contribuye un serio riesgo de degradación física del sustrato, al tiempo que es una fuente de contaminación sonora notable que puede llegar a afectar a las comunidades de aves y reptiles que usan estos espacios como zona de reproducción, refugio o alimentación. Por todo ello, este tipo de actividad debiera quedar totalmente prohibida en estos espacios.

La remoción de la arena para la construcción es una práctica cada vez menos común.

Riesgos de degradación química

Cambios en el régimen de humedad, salinidad, así como la eutrofización asociada a la deposición atmosférica están todavía por evaluar.

Las repoblaciones forestales realizadas antaño con pinos y acacias en zonas ocupadas por este tipo de hábitat o en zonas próximas supone un cambio importante en las características del sustrato (por ejemplo, incremento de materia orgánica) así como de otras variables ambientales (por ejemplo, reducción de la insolación), facilitando la entrada de especies de medios forestales que acaban por desplazar a las especies propias del sistema dunar.

2. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN

2.1. Factores, variables y/o índices

En la actualidad la información disponible acerca de los suelos de los sistemas dunares es muy reducida y además es posible que los métodos tradicionales de análisis edafológicos, en donde el suelo es analizado por horizontes, no permitan diferenciar y/o identificar los procesos incipientes de edafización del sustrato. Así, por ejemplo, Sánchez (1995) estudiando diferentes comunidades dunares sólo encuentra diferencias significativas para la comunidad de *Carici-Juncetum acut*e (ver apartado anterior). En este caso concreto y teniendo presente que se trata de un sustrato sobre el cual apenas se han iniciado los procesos edafogenéticos, los estudios deberían diferenciar entre las propiedades de la rizosfera (suelo adherido a la raíz) y las del suelo no rizosférico.

Por otra parte, como consecuencia de los cambios temporales que se pueden llegar a producir en este tipo de medios (por ejemplo, el efecto de las tormentas, los vientos, etc.) parece recomendable que el seguimiento de las variables que se proponen debiera realizarse mensualmente o cuando menos estacionalmente. También se debería realizar un estudio integrado de las diferentes franjas de vegetación dunar para poder definir las variables que contribuyen a la zonación.

Trabajos previos realizados en zonas dunares del litoral europeo (ver, por ejemplo, Lammerts & Grootjans, 1997; Lammerts *et al.*, 1999), y tras ensayos de larga duración (ochenta años) en los que se adicionó al suelo diferentes combinaciones de N, P y K, han puesto de manifiesto la existencia de una co-limitación para el desarrollo vegetal del N y P que es especialmente importante durante las primeras fases de la colonización. La eutrofización del suelo conlleva también a su acidificación y a un incremento de la materia orgánica, pudiendo hacer más asimilables algunos nutrientes (por ejemplo, fósforo). En base a este conocimiento, las variables que se proponen analizar son:

- Granulometría
- Compactación. Esta variable puede ser de especial interés para determinar el efecto del pisoteo
- pH en agua y KCl (0,01M). Como medida de la acidez del suelo
- Conductividad eléctrica. Como medida de la salinidad
- Contenido de carbonatos. Como medida de la capacidad neutralizante
- Porcentaje de saturación de agua: Como medida de la hidromorfía y disponibilidad de agua para la planta
- Profundidad de la capa freática. Como medida de la hidromorfía

- C orgánico. Como medida de la materia orgánica del suelo
- N total y NH_4^+ cambiable. Como medida de la reserva y biodisponibilidad de nitrógeno
- P total y asimilable (P-Olsen). Como media de la reserva y biodisponibilidad de fósforo
- K total y cambiable. Como media de la reserva y biodisponibilidad de potasio

2.2. Protocolo para determinar el estado de conservación y nutricional del suelo

En cada estación o zona de estudio se debería determinar el estado ecológico del tipo de hábitat analizando para ello los factores biológicos y físico-químicos recogidos en la presente ficha. A esta información se le debería de añadir la derivada del suelo, lo cual permitirá establecer una relación causa-efecto entre las variables del suelo y el grado de conservación del tipo de hábitat. El protocolo a seguir es:

En cada estación se deberían establecer como mínimo tres parcelas de unos 5 × 15 m y en cada una de ellas, establecer tres puntos de toma de muestra de suelo. El seguimiento debería hacerse mensual o estacionalmente. Las muestras de suelo se deberían tomar de la siguiente manera:

- **Suelo rizosférico:** Con extremo cuidado se debe extraer el sistema radicular de *Ammophila arenaria* y limpiar las partículas adheridas a las raíces.
- **Suelo no rizosférico:** Se recomienda tomar una muestra de la parte superficial (0-5 cm) y de la parte más profunda 5-10 cm).

Para la toma de las muestras se precisará de una paleta, bolsas de plástico, pincel para extraer el suelo rizosférico, rotulador resistente a la humedad, un metro y un GPS. El peso de las muestras debería de ser de unos 200 g para el suelo no rizosférico y de unos 30-50 g para el rizosférico.

Como estaciones de referencia se proponen:

REGIÓN ATLÁNTICA

- **Localidad 1:** Dunas de Liendres (Cantabria)
  Coordenadas geográficas: 43°26'N, 3°58'W
  Código espacio red Natura 2000: ES1300004

- **Localidad 2:** Dunas de la Ría de Ortigueira (La Coruña)
  Coordenadas geográficas: 43°42'N, 7°50'W
  Código espacio red Natura 2000: ES1110001

- **Localidad 3:** Dunas de Doñana (Huelva)
  Coordenadas geográficas: 36°50'N, 6°22'W
  Código espacio red Natura 2000: ES0000024

REGIÓN MEDITERRÁNEA

- **Localidad 1:** Dunas de La Banya, Delta del Ebro (Tarragona)
  Coordenadas geográficas: 40°34'N, 0°38'W
  Código espacio red Natura 2000: ES5140013

- **Localidad 2:** Dunas del Saler (Valencia)
  Coordenadas geográficas: 39°21'N, 0°18'W
  Código espacio red Natura 2000: ES0000023

3. RECOMENDACIONES GENERALES DE CONSERVACIÓN

Su alta vulnerabilidad y escasa capacidad de los sistemas dunares para adaptarse a los cambios (Williams *et al.,* 2001) hace necesario limitar al máximo la presión humana. La planificación, canalización o control del acceso se ha visto que son las medidas que más contribuyen a la conservación de zonas poco degradadas y en aquellas impactadas ha contribuido a su regeneración (por ejemplo, Playa de la Lanzada en Pontevedra o Playa de Morouzos en La Coruña).

La remoción de arena, la recolección incontrolada de plantas, las actuaciones de revegetación con especies no adecuadas y cualquier otro factor que pueda impactar sobre estos sistemas deben ser estrictamente controlados.

4. FOTOGRAFÍAS

Fotografía A1.1

Parque Natural de Corrubedo (La Coruña). Aspecto general que ofrecen las cresta de las dunas primarias colonizadas por *Ammophila arenaria*.

Fotografía A1.2

Playa de Xuño (Porto do Son-La Coruña). Además del Barrón *(A. arenaria)* también otras especies psammófilas pueden estar presentes entre ellas destacan: *Otanthus maritimus, Eryngium maritimum, Euphorbia paralias*.

Fotografía A1.3

Los procesos edafogenéticos en los sistemas dunares son muy incipientes, limitándose a una mayor acumulación de materia orgánica en los primeros centímetros del suelo. En estas circunstancias los estudios edáficos deberían centrarse el los procesos que se producen a nivel de la rizosfera.

5. DESCRIPCIÓN DE PERFILES

Información general acerca del sitio

- **Clasificación:** Arenosol Prótico (Calcárico y Sódico)(WRB 2006).
- **Localización:** Playa de Area Maior (Monte Louro) (42° 45' 22.0"N/9° 06' 11.5"O).
- **Altitud:** 2 m.
- **Posición fisiográfica:** fondo de playa.
- **Forma del terreno circundante:** plano o casi plano.
- **Pendiente (FAO):** llano (el perfil de duna genera una pendiente moderadamente escarpada, clase 4).
- **Uso del suelo:** vegetación de duna, con predominio de *Ammophila arenaria*.
- **Material original:** sedimentos eólicos.
- **Drenaje:** excesivamente drenado, clase 6.
- **Pedregosidad:** nula.
- **Afloramientos rocosos:** sin afloramientos.

DESCRIPCIÓN DEL PERFIL		
Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción morfológica
A	0-30	Horizonte mineral; color pardo muy pálido 10YR 8/2 (s) y gris parduzco claro 10YR 6/2 (h); textura arenosa; suelto, sin estructura; no adherente y no plástico; muy poroso, con poros de tamaño muy fino y fino; muestra efervescencia con HCl al 10%; raíces de tamaño fino; límite difuso
C1	30-60	Horizonte mineral; color pardo muy pálido 10YR 8/2 (s) y gris parduzco claro 10YR 6/2 (h); textura arenosa; suelto, sin estructura; no adherente y no plástico; muy poroso, con poros de tamaño muy fino y fino; continúa en profundidad (la subdivisión entre horizontes C se ha realizado con fines de muestreo)
C2	60-90	Continuación del anterior; color pardo muy pálido 10YR 8/2 (s) y gris parduzco claro 10YR 6/2 (h); textura arenosa; suelto, sin estructura; no adherente y no plástico; muy poroso, con poros de tamaño muy fino y fino; continúa en profundidad
C3	90 a +120	Continuación del anterior; color pardo muy pálido 10YR 8/2 (s) y gris parduzco claro 10YR 6/2 (h); textura arenosa; suelto, sin estructura; no adherente y no plástico; muy poroso, con poros de tamaño muy fino y fino; continúa en profundidad

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Dorhmann, R., 2005. Problems in CEC Determination of Cacareous Clayey Sediments Using the Ammonium Acetate Method. *J. Plant Nutr.Soil Sci*. 169: 330-334.

Gehu-Franck, J., 1975. Reserches edaphiques sur les ammophilaies atlantiques europeennes. *Anales del Instituto Botánico Cavanilles* 32: 1007-1020.

Sánchez, J.M., 1995. *Caracterización florística y fitosociológica de las rías de Ortigueira y Ladrido (Noroeste de la Península Ibérica) en relación con factores ambientales.* Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.

Lammerts, E.J. & Grootjans, A.P., 1997. Nutrient Deficiency in Dune Slack Pioneer Vegetation: A Review. *J. of Costal Conservation* 3: 87-94.

Lammerts, E.J., Pegtel, D.M., Grootjans, A.P. & Van der Veen, A., 1999. 1997. Nutrient Deficiency in Dune Slack Pioneer Vegetation: A Review. *J. of Costal Conservation* 10: 111-122.

Jungerius, P.D., 1990. The Characteristics of Dune soils. In: Dunes of European Coast: Geomorphology Hidrology, Soils, Bakker, Jungerius, & Visser. *Catena, supplement* 18: 155-162.

Soil Survey Staff, 1999. *Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Survey.* 2nd edition. Washington: USDA.

Williams, A.T., Alveirinho-Dias, J., García Novo, F., García Mora, M.R., Curro, R. & Pereira, A., 2001. Integrated Coastal Dune Management: Checklist. *Continental Shelf Research* 21: 1937-1960.

WRB, 2007. *Base Referencial Mundial del Recurso Suelo*. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos nº 103. Roma: FAO.