



2210

**DUNAS FIJAS DEL LITORAL
DEL *CRUCIANELLION MARITIMAE***

COORDINADORA
Eulalia Sanjaume

AUTORES
Miguel Ángel Gómez-Serrano y Eulalia Sanjaume

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

Dirección técnica del proyecto

Rafael Hidalgo.

Realización y producción



Coordinación general

Elena Bermejo Bermejo y Francisco Melado Morillo.

Coordinación técnica

Juan Carlos Simón Zarzoso.

Colaboradores

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

Diseño y maquetación

Diseño y confección de la maqueta: Marta Munguía.

Maquetación: Do-It, Soluciones Creativas.

Agradecimientos

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

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

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

Sociedad Española de Geomorfología

Universidad de Cádiz



Coordinadora: Eulalia Sanjaume¹.

Autores: Miguel Ángel Gómez-Serrano¹ y Eulalia Sanjaume.

Colaborador: F. J. Gracia Prieto².

¹Univ. de València, ²Univ. de Cádiz.

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 Andréu 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).

Plantas: Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP). Jaime Güemes Heras, Álvaro Bueno Sánchez (directores), Reyes Álvarez Vergel (coordinadora general), Manuel Benito Crespo Villalba (coordinador regional), Manuel Benito Crespo Villalba, Ana Juan Gallardo, José Luis Villar García, Alicia Vicente Caviedes y Mercè Valero Díez (colaboradores-autores).

Colaboración específica relacionada con suelos:

Sociedad Española de la Ciencia del Suelo (SECS). Antonio María Cervantes, Consuelo Egea Nicolás, Francisco José Jiménez Cárceles, José Álvarez Rogel y María Nazaret González Alcaraz.

Fotografía de portada: Esther Giménez Luque.

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:

GÓMEZ-SERRANO, M. Á. & SANJAUME, E., 2009. 2210 Dunas fijas del litoral del *Crucianellion maritimae*. 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. 67 p.

Primera edición, 2009.

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

NIPO: 770-09-093-X

ISBN: 978-84-491-0911-9

Depósito legal: M-22417-2009

1. PRESENTACIÓN GENERAL	7
1.1. Código y nombre	7
1.2. Definición	7
1.3. Descripción	7
1.4. Problemas de interpretación	8
1.5. Esquema sintaxonómico	8
1.6. 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 de los anexos II, IV y V	31
3. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN	33
3.1. Determinación y seguimiento de la superficie ocupada	33
3.2. Identificación y evaluación de las especies típicas	34
3.3. Evaluación de la estructura y funciones	44
3.3.1. Factores, variables y/o índices	44
3.3.2. Protocolo para determinar el estado de conservación global de la estructura y funciones	45
3.3.3. Protocolo para establecer un sistema de vigilancia global del estado de conservación de la estructura y funciones	45
3.4. Evaluación perspectivas de futuro	45
4. RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACIÓN	47
5. BIBLIOGRAFÍA CIENTÍFICA DE REFERENCIA	51
Anexo 1: Información edafológica complementaria	58



1. PRESENTACIÓN GENERAL

1.1. CÓDIGO Y NOMBRE

2210 Dunas fijas del litoral
del *Crucianellion maritimae*

1.2. DEFINICIÓN

Dunas fijas, terciarias o grises de las costas mediterráneas centrales y occidentales, con sustratos fijos o semifijos, colonizadas por una vegetación de porte bajo de *Crucianella maritima* y *Pancreatium maritimum* que no evoluciona hacia otra de mayor estatura y madurez por la influencia persistente del viento marino.

1.3. DESCRIPCIÓN

Las dunas fijas del litoral del *Crucianellion maritimae* colonizadas por especies como *Crucianella maritima* y *Pancreatium maritimum* constituyen la tercera banda del sistema dunar. Se ubican sobre un sustrato arenoso considerablemente más estable que el de las formaciones del subgrupo 21. Este tipo de hábitat incluye los matorrales costeros propios de suelos arenosos semifijos, situados a sotavento de las dunas móviles elevadas, donde forman una banda muy característica entre la vegetación de dunas por *Ammophila arenaria* subsp. *australis* y los matorrales sabulícolas de arenales consolidados de *Rosmarinetaea*. Su significado ecológico y posición en el ecosistema costero arenoso es idéntico al señalado en la descripción del tipo de hábitat 2130 Dunas costeras fijas con vegetación herbácea (dunas grises) (*) para las costas mediterráneas. Se trata de cordones dunares más o menos paralelos a la línea de costa, fijados y estables, en los que es posible un desarrollo edáfico incipiente, pero en los que la evolución hacia una vegetación arbustiva alta o arbórea se ve impedida por la influencia del viento marino y por la pobreza generalizada de los suelos arenosos. Se sitúan en una posición intermedia entre las dunas móviles colonizadas por *Ammophila arenaria* (tipo de hábitat de interés comunitario 2120 y las formaciones leñosas más maduras, de los tipos de hábitat de interés comunitario 2250 Dunas litorales con *Juniperus* spp.

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

2210 Dunas fijas del litoral del *Crucianellion maritimae*

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

Dunas fijas del oeste y centro del Mediterráneo, del Adriático, del mar Jónico y Norte de África con *Crucianella maritima* y *Pancreatium maritimum*

Relaciones con otras clasificaciones de hábitats

EUNIS Habitat Classification 200410

B1.4 Coastal stable dune grassland (grey dunes) sediment

Palearctic Habitat Classification 1996

16.223 Ibero- Mediterranean grey dunes

(*), 2260 Dunas con vegetación esclerófila de *Cisto-Lavanduletalia*, y 2270 Dunas con bosques de *Pinus pinea* y/o *Pinus pinaster* (*). Se distribuye por el litoral mediterráneo ibérico y las Islas Baleares.

La comunidad de plantas característica contiene plantas psammófilas especializadas como: *Crucianella maritima*, *Pancreatium maritimum*. Con ella pueden crecer otras pequeñas matas del litoral, como *Ononis natrix* subsp. *ramosissima*, *Helichrysum stoechas*, *Teucrium dunense* (SE de la Península Ibérica), *Scrophularia ramosissima* (en las Baleares), *Ambrosia maritima*, etc., además de numerosos elementos litorales propios de medios arenosos, frecuentes en general en casi todos los sistemas dunares, como *Lotus creticus*, *Eryngium maritimum*, *Calystegia soldanella*, etc. Pueden reconocerse las siguientes asociaciones en su seno:

- 1). *Crucianelletum maritimae* Br.-Bl. 1933 (valenciano-catalano-provenzal)
- 2). *Loto cretici-Crucianelletum maritimae* Alcaraz, T. E. Díaz, Rivas-Martínez & P. Sánchez 1989 (murciano-almeriense y bética)
- 3). *Ononido crispae-Scrophularietum minoricensis* O. Bolòs, Molinier & P. Montserrat 1970 (baleárica).

Variable	Características
Altura	Media a alta (> 2 m)
Anchura	Pequeña (decenas de metros)
Longitud	Variable, generalmente grande (> 100 m)
Movilidad	Nula
Desarrollo edáfico	Medio, alcalino
Exposición al oleaje	Nula a esporádica (grandes temporales)
Cobertera vegetal	Media a alta
Fragilidad/vulnerabilidad	Moderada
Especie diagnóstica	<i>Crucianella maritima</i>
Hábitats dunares compatibles	2120, 2190, 2230, 2240, 2250, 2260 y 2270.
Hábitats dunares incompatibles	2110, 2130 y 2150.

Datos del Atlas y Manual de los Hábitat de España (inédito).

Tabla 1.1

Tabla diagnóstica del tipo de hábitat de interés comunitario 2210.

1.4. PROBLEMAS DE INTERPRETACIÓN

Este tipo de hábitat corresponde a la tercera banda del sistema dunar o segundo cordón dunar totalmente

desarrollado. Pese a que la Directiva de Hábitats las califica como dunas fijas, habitualmente son denominadas bajo el apelativo de dunas semifijas, ya que las primeras se reservan para sistemas más estables con vegetación arbórea o arbustiva de gran porte.

1.5. ESQUEMA SINTAXONÓMICO

Código del tipo de hábitat de interés comunitario	Hábitat del Atlas y Manual de los Hábitat de España	
	Código	Nombre
2130*/2210	163310/ 171010	<i>Crucianellion maritimae</i> Rivas Goday & Rivas-Martínez 1958
2130*/2210	171011	<i>Crucianelletum maritimae</i> Br.-Bl. 1933
2130*/2210	171012	<i>Loto cretici-Crucianelletum maritimae</i> Alcaraz, T.E. Díaz, Rivas-Martínez & P. Sánchez 1989
2130*/2210	171013	<i>Ononido crispae-Scrophularietum minoricensis</i> O. Bolòs, Molinier & P. Montserrat 1970

Datos del Atlas y Manual de los Hábitat de España (inédito).

Tabla 1.2

Clasificación del tipo de hábitat de interés comunitario 2210.

1.6. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA



Figura 1.1

Mapa de distribución del tipo de hábitat 2210 por regiones biogeográficas en la Unión Europea.

Datos de las listas de referencia de la Agencia Europea de Medio Ambiente

La distribución del presente hábitat en las costas españolas, según el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, se muestra en el siguiente mapa 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 hábitat que no aparecen en los mapas de los tipos de hábitat de interés comunitario del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, pero que han sido identificados positivamente en ese lugar. Teniendo en cuenta las modificaciones hechas 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 mediterránea:

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

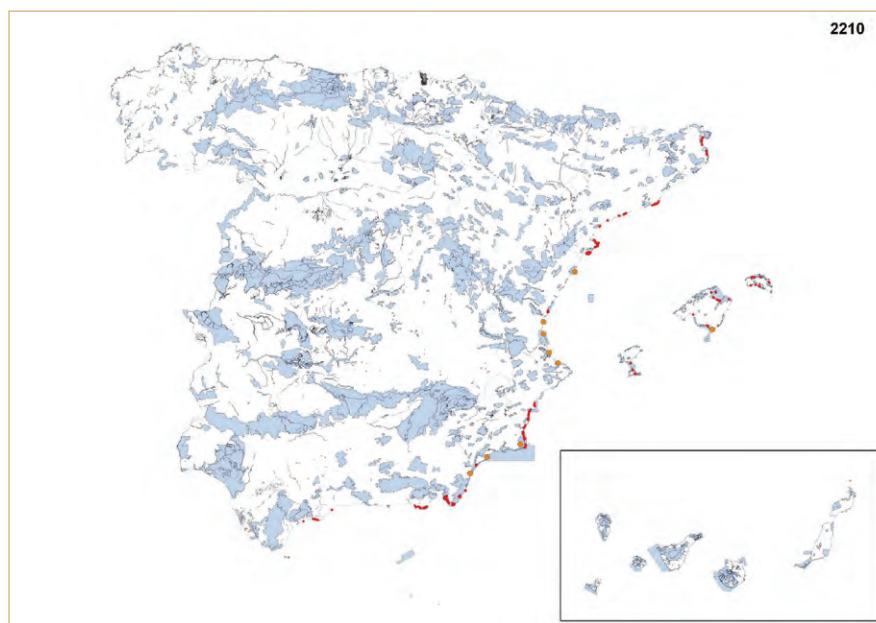


Figura 1.2

Mapa de distribución del tipo de hábitat de interés comunitario 2210 en las costas españolas, según el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino (modificado).



Figura 1.3

Mapa de distribución estimada del tipo de hábitat 2210.
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	-	-	-
Macaronésica	-	-	-
Mediterránea	587,35	427,99	72,87
TOTAL	587,35	427,99	72,87

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

Tabla 1.3

Superficie ocupada por el tipo de hábitat 2210 por región biogeográfica, dentro de la red Natura 2000 y para todo el territorio nacional.

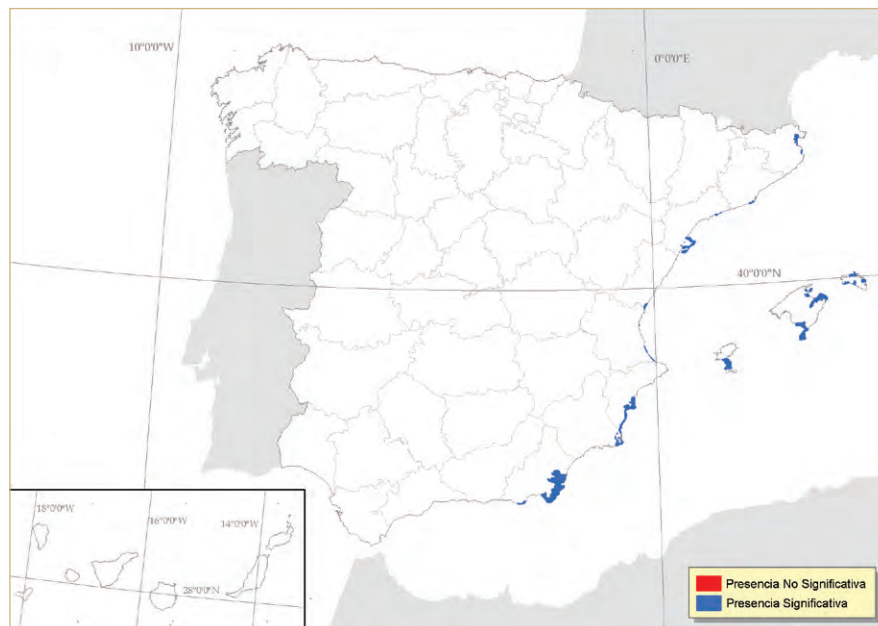


Figura 1.4

Lugares de Interés Comunitario en que está presente el tipo de hábitat 2210.
 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	-	-	-	-	863,55
Macaronésica	-	-	-	-	141,99
Mediterránea	11	12	6	1	2.032,56
TOTAL	11	12	6	1	2.032,56

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 2210, 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.

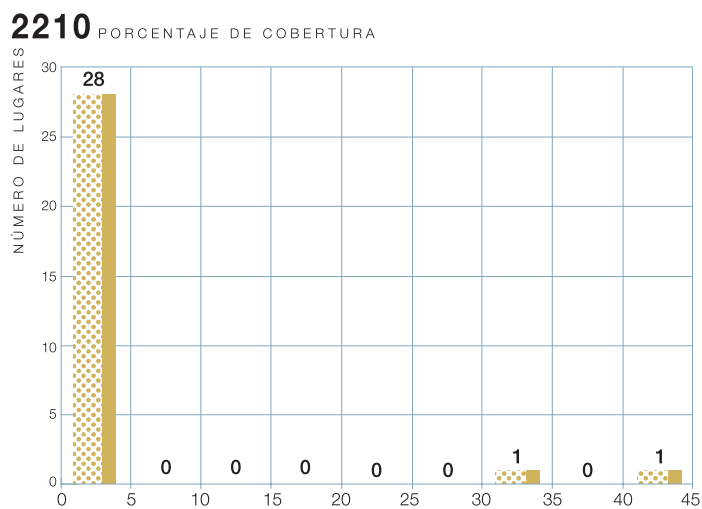


Figura 1.5

Frecuencia de cobertura del tipo de hábitat 2210 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.			37,23 %	
	LIC			10,34 %	
Cataluña	Sup.			30,03 %	
	LIC			17,24 %	
Comunidad Valenciana	Sup.			22,04 %	
	LIC			0,68 %	
Islas Baleares	Sup.			5,99 %	
	LIC			41,37 %	
Región de Murcia	Sup.			4,68 %	
	LIC			10,34 %	

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

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

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

Tabla 1.5

Distribución del tipo de hábitat 2210 en España por regiones biogeográficas y comunidades autónomas.



2. CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA

2.1. REGIONES NATURALES

■ Región natural 2: Costa mediterránea

Nivel 2.1: Golfo de León (costa catalana)

Nivel 2.2: Delta del Ebro

Nivel 2.3: Levante

- Nivel 2.3.1. Ovalo de Valencia (Valencia y Castellón)
- Nivel 2.3.2. Costa SE (Murcia y Alicante)
- Nivel 2.3.3. Costa almeriense
- Nivel 2.3.4. Costa andaluza occidental
- Nivel 3.3.4: Archipiélago balear

2.2. FACTORES BIOFÍSICOS DE CONTROL

Las dunas fijas del litoral del *Crucianellion maritima* colonizadas por especies como *Crucianella maritima* y *Pancretium maritimum* constituyen la tercera banda del sistema dunar. En el gradiente litoral, se sitúan entre el tipo de hábitat 2120 Dunas móviles del litoral con *Ammophila arenaria* (dunas blancas), y el tipo de hábitat 2260 Dunas con vegetación esclerófila de *Cisto-Lavanduletalia*. Su significado ecológico y posición en el ecosistema costero arenoso es idéntico al señalado en la descripción del tipo de hábitat 2130 Dunas costeras fijas con vegetación herbácea (dunas grises), para las costas atlánticas.

Se trata de un tipo de hábitat frecuente en todos los arenales mediterráneos, incluidas las islas Baleares, que normalmente no se encuentra demasiado elevado con respecto a las dunas móviles. El sustrato es considerablemente más estable que el de las formaciones anteriores, formando cordones más o menos paralelos a la línea de costa. La anchura de estos cordones es variable y está condicionada por el suministro arenoso procedente de las dunas situadas en primera línea (dunas embrionarias y móviles delanteras), así como por la fuerza con la que el viento llega después de ser frenado por las formaciones móviles. La disminución de la velo-

cidad determina la progresiva disminución de la movilidad del sustrato. A medida que la movilidad del sustrato disminuye, y los suelos se van enriqueciendo con materia orgánica, el sistema evoluciona hacia variantes más estables que van siendo colonizadas por una vegetación de caméfitos o nanofanerófitos de mayor porte, que desencadenan el paso a las características dunas fijas (Llobera & Valladares, 1989; Gómez-Serrano *et al.*, 2001) con vegetación esclerófila (tipo de hábitat 2260), con especies del género *Juniperus* (tipo de hábitat 2250*) o con bosques de diferentes especies de pinos (tipo de hábitat 2270*).

Morfológicamente pueden ser de diferentes tipos: transversales, parabólicas, inversas y de precipitación, principalmente, ya que las formas que crea el viento dependen, por una parte, de la rugosidad, cohesión y tamaño de sedimento y, por otra, de la velocidad y turbulencia del aire, así como también de la humedad atmosférica y de la cantidad y tipo de la cubierta vegetal (Fryberger, 1979). Con todo, en estas dunas, las formas erosivas (calderas de abrasión) pueden ser ya significativas, de ahí que en las dunas parabólicas puedan alcanzar mayor presencia que en las dunas móviles.

Es muy difícil que la influencia del mar llegue directamente a estas dunas, ni siquiera durante los temporales más fuertes, ya que toda la energía de las olas sería absorbida por las dunas delanteras. Sin embargo, dada la escasa presencia vegetal en las dunas situadas a barlovento, sí que puede llegar la influencia indirecta del mar en forma de mareas durante temporales de gran envergadura y fuertes vientos. La tasa de transporte en estas dunas es menor y la clasificación de los sedimentos es mejor. Por el contrario, la altura de estas dunas suele ser superior a la de las delanteras.

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 conti-

nuado del transporte de arena, la cara de avalancha de la duna se convierte en la cara de sotavento de la duna (Goldsmith, 1985). Las líneas de corriente varían con la velocidad del viento, de ahí que las dunas adopten distintas formas. Con vientos de poca energía los perfiles de las dunas se alargan y se aplanan. Esto se debe a que la fuerza de cizalla no alcanza el valor crítico para la remoción y sólo se produce transporte desde barlovento a sotavento. Por el contrario, los vientos de fuerte intensidad incrementan la altura de la duna. Si además coincide que estos vientos van muy cargados de arena, la duna se hace más ancha y más alta por deflación a barlovento y acumulación a sotavento (Goldsmith, 1985). Por lo que respecta a la estructura interna, todas las dunas litorales transversales, sean del tipo que sean, presentan una geometría interna muy característica, derivada de su crecimiento vertical y de su escasa migración horizontal. Los buzamientos de las láminas de *topset*, de barlovento, suelen ser inferiores a 10°, mientras que en las láminas de *foreset*, de sotavento, los buzamientos suelen oscilar entre 29° y 33° (Bigarella, 1972).

En zonas con abundancia de suministros pueden formarse dos o más pequeñas alineaciones que quedan separadas entre ellas por estrechas depresiones interdunares, generalmente secas, que muchas veces se ven generadas por el desarrollo de *blowouts*. En la parte posterior de estas dunas puede desarrollarse una depresión de mayor envergadura, que puede ser húmeda, si el nivel del manto freático no se encuentra a demasiada profundidad.

La vegetación representa un factor clave para la estabilización de estas dunas semifijas, ya que contribuye enormemente a la progresiva fijación del

sustrato. A su vez, la fijación se ve facilitada por la atenuación del viento asociada a la posición a sotavento de estas nuevas dunas tras las dunas móviles. La aparición de caméfitos se ve así correlacionada con la garantía de bajas tasas de aporte de granos de arena, que de lo contrario cubrirían rápidamente unas especies de plantas que no poseen estrategias de rápido crecimiento al ser sepultadas.

El aspecto de la comunidad está dominado por pequeños arbustos, como *Crucianella maritima*, y herbáceas perennes, que alcanzan coberturas vegetales elevadas, entre el 50 y 80%, con una altura general entre los 20 y 40 cm (Folch, 1981).

2.3. EXIGENCIAS ECOLÓGICAS

Adaptaciones funcionales de las plantas colonizadoras

Las diferentes especies de plantas que modelan las dunas costeras están sometidas a un conjunto de condiciones ambientales que limitan el establecimiento y desarrollo de una flora poco especializada en estos ambientes. Sólo unas pocas especies se encuentran adaptadas a estos medios, gracias a la posesión de una serie de caracteres que les permiten hacer frente a las duras condiciones ambientales (Ley *et al.*, 2007). Las especies de plantas de las dunas costeras de las zonas templadas presentan una elevada similitud morfológica y funcional (Akeroid, 1997). En la tabla 2.1., elaborada por Ley *et al.*, 2007 a partir de Hesp 1991, se resumen algunos de estos factores ambientales estresantes y las adaptaciones de las plantas, con algunos ejemplos de especies que normalmente habitan las costas españolas:

Factor Ambiental	Adaptación	Ejemplos
Spray salino	Resistencia/tolerancia/preferencia por la sal	<i>Cakile maritima</i> (resistente) <i>Salsola kali</i> (preferencia)
Enterramiento por arena	Estimulación del crecimiento Rizomas Estolones Bulbos	<i>Traganum moquinii</i> ; <i>Ammophila arenaria</i> ; <i>Elymus farctus</i> ; <i>Ammophila arenaria</i> ; <i>Elymus farctus</i> <i>Cyperus capitatus</i> ; <i>Carex arenaria</i> <i>Pancratium maritimum</i>
Inundación por agua del mar	Resistencia a la inundación	<i>Cakile maritima</i> ; <i>Salsola kali</i> ; <i>Elymus farctus</i> (limitada); <i>Traganum moquinii</i> ; <i>Zygophyllum fontanesii</i>
Sequía	Pérdida de hojas Suculencia Adaptaciones de las raíces Eficiencia en el uso del agua	Algunas especies <i>Cakile maritima</i> , <i>Carpobrotus</i> sp. Varias especies La mayoría de las especies
Alta intensidad de luz, altas temperaturas	Curvamiento de las hojas Colores claros y pubescencia Adaptaciones osmóticas	<i>Ammophila arenaria</i> <i>Otanthus maritimus</i> ; <i>Medicago marina</i> Muchas especies
Exposición al viento	Resistencia mecánica Formas aerodinámicas	Muchas especies Muchas especies: <i>Euphorbia peplis</i> (rastrea)
Salinidad del suelo	Resistencia a la sal Acumulación de sal Suculencia Adaptaciones osmóticas	<i>Salsola kali</i> <i>Salsola kali</i> <i>Cakile maritima</i> ; <i>Carpobrotus</i> sp.; <i>Traganum moquinii</i> ; <i>Zygophyllum fontanesii</i> Muchas especies
Pobreza en nutrientes	Fijación de nitrógeno Relaciones micorrízicas Retranslocación de nutrientes	Leguminosas Algunas especies: <i>Ammophila arenaria</i> <i>Carex</i> sp.
Erosión marina	Ciclo de vida anual Dispersión de semillas por agua Dispersión de semillas por el viento Rizomatosas Estoloníferas Bulbos	<i>Cakile maritima</i> ; <i>Salsola kali</i> ; <i>Linaria pedunculata</i> <i>Pancratium maritimum</i> Muchas especies <i>Ammophila arenaria</i> ; <i>Elymus farctus</i> <i>Cyperus capitatus</i> ; <i>Carex arenaria</i> <i>Pancratium maritimum</i>

Tabla 2.1

Factores ambientales y adaptaciones de las plantas al sistema playa-primer cordón dunar (Ley et al., 2007).

I. Dunas semifijas mediterráneas (*Crucianellion maritimae*)

Valores fisiográficos

- **Altitud:** se desarrollan cerca del nivel del mar. Generalmente se localizan en áreas totalmente planas ya que se desarrollan normalmente en restingas arenosas. Con todo, en los campos dunares más evolucionados podrían alcanzar alturas no superiores a los 5 m.

- **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 semifijas aparecen a lo largo de todo el Mediterráneo, por lo que son características de este tipo de clima (ver tabla 2.2.).

Observatorio	Temperatura media anual (° C)	Temp. media Enero	Temp. media Agosto	Temp. media mínima	Temp. media máxima	Precipitación anual (mm)
Girona	14,3	6,9	22,9	1,0	29,2	742
Barcelona	15,5	13,4	23,6	4,4	28,0	640
Reus	15,8	8,9	24,0	4,0	28,8	504
Tortosa	17,3	10,0	25,8	5,5	31,5	524
Castellón	17,0	10,4	25,0	5,5	29,7	442
Valencia	17,8	11,5	25,5	7,0	29,6	454
Alicante	17,8	11,5	25,5	6,2	30,6	336
San Javier (Murcia)	17,1	10,6	24,9	5,2	29,0	339
Almería	18,7	12,5	26,4	8,2	30,7	196
Málaga	18,0	11,9	25,4	7,3	30,3	524
Tarifa	17,1	13,4	22,0	11,4	23,8	603
Mahón (Menorca)	16,8	10,7	25,0	7,5	28,9	599
Palma de Mallorca	16,0	9,3	24,6	3,5	31,0	410
Ibiza	17,9	11,8	25,9	8,1	30,0	439

Fuente: Agencia Estatal de Meteorología.

Tabla 2.2

Estadísticas climáticas observatorios mediterráneos.

- **Temperaturas:** en las costas mediterráneas este hábitat se localiza en playas con temperaturas medias anuales que oscilan entre 14,3° C en Girona y 18,7° C en Almería. La amplitud térmica anual oscila entre los 8,6° C de Tarifa y los 15,3° C de Palma de Mallorca. Sin embargo, las amplitudes extremas son mucho más importantes ya que se mantienen entre 20° C y 28° C para la mayoría de los observatorios, excepto Tarifa, donde las amplitudes extremas son inferiores (12,4° C), por su peculiar posición meridional y dulcificada por la influencia tanto Mediterránea, como Atlántica.
- **Precipitaciones:** los totales anuales van descendiendo hacia el sur. Las precipitaciones máximas se dan en Girona (742 mm) y gradualmente van descendiendo hasta los 196 mm de Almería. Los observatorios más al sur registran totales superiores a los 500 mm en el caso de Málaga y de 600 mm en el caso de Tarifa. Los valores de las Islas

Baleares son similares a las zonas levantinas, aunque destaca la precipitación anual de Mahón que es parecida a la de Tarifa. Los regímenes pluviométricos son los típicos mediterráneos, con sequía estival muy marcada y precipitaciones otoñales muy fuertes, generalmente de carácter torrencial, sobre todo a finales de septiembre y principios de octubre con situación de gota fría (aire muy frío procedente del norte en las capas altas que entra en contacto con el aire mediterráneo muy cálido a finales del verano). Otro período de lluvias no tan marcado es la primavera.

Valores litológicos y sedimentológicos

Litológicamente estas arenas están formadas por cuarzo, feldespato, carbonatos y, en menor proporción, minerales pesados. La proporción de carbonatos (procedentes de las calizas) son muy abundantes en la Comunidad Valenciana (40-60%, aunque en

las dunas fósiles puede alcanzar el 97%) y disminuyen en las zonas de predominio granítico como algunas zonas catalanas. Entre los minerales pesados, los resistentes (turmalina, circón y granate) son los más frecuentes, seguidos de piroxenos (principalmente augita) y epidotas (Sanjaume, 1985).

Los materiales de estas dunas se encuentran muy bien clasificados, presentando una gran concentración de tamaños en los calibres comprendidos entre 2,2 ϕ y 2,5 ϕ (Sanjaume, 1985). En la mayoría de los casos, el mayor o menor calibre de este sedimento dunar depende de la talla original del material de la zona que sirve de fuente de suministros. Las principales características de los materiales eólicos de las dunas mediterráneas, constatado en las dunas de la Comunidad Valenciana, son: homometría, unimodalidad, evolución máxima (en relación al material de la zona de rompientes de las olas), excelente clasificación (que mejora en cada una de las bandas a medida que se penetra hacia el interior del postpaís costero), asimetrías positivas y curvas empinadas de tipo sigmoidal. La acumulación se ha efectuado, en consecuencia, mediante un agente de transporte muy selectivo, sin fluctuaciones de velocidad y de un modo totalmente libre. La saltación es el sistema de transporte por excelencia en estas dunas. (Sanjaume, 1985).

En las dunas transversales e inversas, la máxima evolución de los sedimentos se produce en la vertiente de barlovento, ya que a sotavento pueden pasar algunos granos de mayor diámetro, por caída de granos por gravedad desde la cresta. Después, estas partículas quedan inmovilizadas en esa vertiente por el efecto de pantalla que ejerce el propio edificio dunar, con lo que se incrementa la talla media de dichos materiales (Sanjaume, 1985). Cuando las dunas actuales recubren dunas fósiles su clasificación es mucho peor por la mezcla con el cemento y los sedimentos de las formas relictas.

Valores edafológicos

Presentan un desarrollo edáfico muy incipiente, por lo que son suelos arenosos muy pobres. Guara & Currás 1991 estudian las características edafológicas de diversos ecosistemas dunares del mediterráneo español, como la Devesa de L'Albufera de Valencia, Guardamar del Segura y Elche (Alicante) o Punta del Sabinar (Almería). La proporción de arenas que encuentran está entre el 86,84 y el 100%, mientras

que los limos y arcillas sólo representan el 0-3,88 y el 0-9,28% respectivamente. La materia orgánica de estas localidades presentó porcentajes entre el 0,1 y el 1,9%, mientras que los carbonatos totales oscilaron entre el 2,9 y el 40,2%. Es de destacar el elevado porcentaje de carbonatos que presentaron las localidades de Alicante, probablemente explicado por la carbonatación secundaria debida a un elevado porcentaje de conchas de moluscos en el sustrato. El pH varió entre el 7,86 y el 8,60, mientras que la conductividad estuvo dentro de un rango comprendido entre los 0,380 y los 1469 mmhos/cm.

Un caso especial lo constituyen las comunidades que se asientan sobre playas de cantos rodados o con suelos mixtos mezclados con arena. Estas formaciones son relativamente frecuentes en las proximidades de la desembocadura de ríos y barrancos a lo largo de todo en el litoral levantino.

Valores hidrológicos

Estas dunas no suelen presentar invasiones de agua del mar por estar protegidas por las dunas embrionarias y delanteras que son las que pararían la energía de las olas y el agua percolaría entre los materiales de las mismas. Con todo, algo de salinidad superficial puede haber por efecto de la maresía. Por lo que respecta a las precipitaciones, las aguas percolan entre los granos de arena, por lo que las zonas más húmedas son las inferiores. En la mayoría de las zonas mediterráneas, sobre todo en las zonas donde persisten restos de antiguas albuferas, el manto freático se encuentra muy cerca de la superficie, por lo que en muchas ocasiones llega a aflorar en las depresiones de deflación eólica e, incluso, en el interior de algunos *blowouts*, como ocurre en las dunas de la Punta de la Devesa del Saler de Valencia.

Especies características y diagnósticas

En la tabla 2.3. se ofrece un listado con las especies que, según la información disponible y las aportaciones de las sociedades científicas de especies (SE-BCP; CIBIO; AHE; SEO/BirdLife), pueden considerarse como características y/o diagnósticas del tipo de hábitat de interés comunitario 2210. 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 2.3

Taxones que, según las aportaciones de las sociedades científicas de especies (SEBCP; CIBIO; AHE; SEO/BirdLife), pueden considerarse como característicos y/o diagnósticos del tipo de hábitat de interés comunitario 2210.

* **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 otras; Exclusivo: taxón que sólo vive en ese tipo/subtipo de hábitat.

** **Afinidad (sólo datos relativos a invertebrados):** A (Obligatoria): taxón que se encuentra prácticamente en el 100% de sus localizaciones en el hábitat considerado; B (Especialista): taxón que se encuentra en más del 75% de sus localizaciones en el hábitat considerado; C (Preferencial): taxón que se encuentra en más del 50% de sus localizaciones en el tipo de hábitat considerado; D (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						
<i>Centaurea aspera</i> subsp. <i>stenophylla</i>	Subtipo 1: dunas semifijas mediterráneas		Habitual	Moderada, Muy abundante	Perenne	
<i>Crucianella maritima</i>	Subtipo 1: dunas semifijas mediterráneas		Habitual Diagnóstica Exclusiva	Muy abundante, Dominante	Perenne	
<i>Cyperus capitatus</i>	Subtipo 1: dunas semifijas mediterráneas		Habitual	Escasa, Moderada	Perenne	
<i>Echium sabulicola</i>	Subtipo 1: dunas semifijas mediterráneas		Habitual	Rara, Escasa	Perenne	
<i>Euphorbia terracina</i> var. <i>retusa</i>	Subtipo 1: dunas semifijas mediterráneas		Habitual	Escasa, Moderada	Perenne	
<i>Helichrysum stoechas</i> var. <i>maritimum</i>	Subtipo 1: dunas semifijas mediterráneas		Habitual	Moderada, Muy abundante	Perenne	
<i>Launaea fragilis</i> var. <i>viminea</i>	Subtipo 1: dunas semifijas mediterráneas		Habitual	Escasa, Moderada	Perenne	
<i>Lotus creticus</i>	Subtipo 1: dunas semifijas mediterráneas		Habitual	Escasa, Moderada	Perenne	
<i>Lotus cytisoides</i>	Subtipo 1: dunas semifijas mediterráneas		Habitual	Escasa, Moderada	Perenne	

► Continuación Tabla 2.3

Taxón	Subtipo	Especificaciones regionales	Presencia*	Abundancia/Afinidad**	Ciclo vital/presencia estacional/Biología	Comentarios
PLANTAS						
<i>Malcolmia littorea</i>	Subtipo 1: dunas semifijas mediterráneas		Habitual	Rara, Escasa	Perenne	
<i>Medicago marina</i>	Subtipo 1: dunas semifijas mediterráneas		Habitual	Escasa, Moderada	Perenne	
<i>Ononis crispa</i>	Subtipo 1: dunas semifijas mediterráneas		Habitual	Moderada, Muy abundante	Perenne	
<i>Ononis ramosissima</i>	Subtipo 1: dunas semifijas mediterráneas		Habitual	Moderada, Muy abundante	Perenne	
<i>Ononis talaverae</i>	Subtipo 1: dunas semifijas mediterráneas		Habitual	Moderada, Muy abundante	Perenne	
<i>Orobanche portollicitana</i>	Subtipo 1: dunas semifijas mediterráneas		Habitual	Rara, Escasa	Perenne	
<i>Pancratium maritimum</i>	Subtipo 1: dunas semifijas mediterráneas		Habitual	Escasa, Moderada	Perenne	
<i>Scrophularia canina</i> subsp. <i>ramosissima</i>	Subtipo 1: dunas semifijas mediterráneas		Habitual	Moderada, Muy abundante	Perenne	
<i>Scrophularia frutescens</i>	Subtipo 1: dunas semifijas mediterráneas		Habitual	Moderada, Muy abundante	Perenne	
<i>Silene niceensis</i>	Subtipo 1: dunas semifijas mediterráneas		Habitual	Escasa, Moderada	Perenne	

Sigue ►

► Continuación Tabla 2.3

Taxón	Subtipo	Especificaciones regionales	Presencia*	Abundancia/Afinidad**	Ciclo vital/presencia estacional/Biología	Comentarios
PLANTAS						
<i>Sonchus bulbosus</i> subsp. <i>bulbosus</i>	Subtipo 1: dunas semifijas mediterráneas		Habitual	Rara, Escasa	Perenne	
<i>Stachys maritima</i>	Subtipo 1: dunas semifijas mediterráneas		Habitual Diagnóstica Exclusiva	Rara, Escasa	Perenne	
<i>Teucrium dunense</i>	Subtipo 1: dunas semifijas mediterráneas		Habitual	Rara, Escasa	Perenne	
<i>Thymelaea velutina</i>	Subtipo 1: dunas semifijas mediterráneas		Habitual	Moderada, Muy abundante	Perenne	

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

Referencias bibliográficas: Alcaraz *et al.*, 1989; Bolòs, 1996; Bolòs *et al.*, 1970; Costa & Mansanet, 1981; Peinado *et al.*, 1992; Rivas-Martínez *et al.*, 1992 a, b, 2001, 2002.

INVERTEBRADOS						
<i>Cicindela flexuosa</i> (Fabricius, 1787)	Tipo de hábitat 2210	Litoral Mediterráneo		Obligatoria	Depredadores, zonas arenosas	
<i>Erodium carinatus</i> (Solier, 1834)	Tipo de hábitat 2210	Litoral Mediterráneo		Obligatoria	Saprófaga	
<i>Erodium parvum</i> (Solier, 1834)	Tipo de hábitat 2210	Litoral Mediterráneo		Obligatoria	Saprófaga	
<i>Harpalus melancholicus</i> (Dejean, 1829)	Tipo de hábitat 2210	Litoral Mediterráneo		Preferencial	Presentes en duna fija. Depredadores	
<i>Pachychila frioli</i> (Solier, 1835)	Tipo de hábitat 2210	Litoral Mediterráneo		Obligatoria	Sabulícola, dunas litorales	
<i>Paratriodonta alicantina</i> (Reitter, 1890)	Tipo de hábitat 2210	Alicante, Murcia		No preferencial	Flóricola, dunas litorales e interior	Incluido en el <i>Libro Rojo de Invertebrados</i>
<i>Paratriodonta alicantina</i> (Reitter, 1890)	Tipo de hábitat 2210	Litoral Mediterráneo (provincia Murciano-Almeriense)		Preferencial		
<i>Pimelia</i> spp	Tipo de hábitat 2210	Litoral Mediterráneo		Preferencial	Detritífaga, zonas arenosas y matorral abierto	

Sigue ►

► Continuación Tabla 2.3

Taxón	Subtipo	Especificaciones regionales	Presencia*	Abundancia/Afinidad**	Ciclo vital/presencia estacional/Biología	Comentarios
INVERTEBRADOS						
<i>Poecilus crenulatus</i> (Dejean, 1828)	Tipo de hábitat 2210	Litoral Mediterráneo		Preferencial	Presentantes en duna fija. Depredadores	
<i>Rhyncomyia italica</i> (Bezzi, 1911)	Tipo de hábitat 2210	Litoral Mediterráneo		No preferencial	Parasitoide	Incluido en el Libro Rojo de Invertebrados
<i>Scarabaeus semipunctatus</i> (Fabricius, 1792)	Tipo de hábitat 2210	Litoral Mediterráneo		No preferencial	Especie coprófaga	Incluido en el Libro Rojo de Invertebrados
<i>Scarabaeus semipunctatus</i> (Fabricius, 1792)	Tipo de hábitat 2210	Litoral Mediterráneo		Obligatoria	Especie coprófaga	
<i>Scarites buparius</i> (Forster, 1771)	Tipo de hábitat 2210	Litoral meridional y oriental		Especialista	Especie depredadora	
<i>Steropus globosus</i> (Boheman, 1833)	Tipo de hábitat 2210	Litoral Mediterráneo		Preferencial	Presentantes en duna fija. Depredadores	
<i>Tentyria</i> spp	Tipo de hábitat 2210	Litoral Mediterráneo		Preferencial	Especie saprófaga	
<i>Tropidothorax sternalis sternalis</i> (Dallas, 1852)	Tipo de hábitat 2210	Alicante		Preferencial	Sobre <i>Cynanchum acutum</i>	Incluido en el Libro Rojo de Invertebrados

Datos aportados por el Centro Iberoamericano de Biodiversidad (CBI0, Instituto Universitario de Investigación, Universidad de Alicante).

ANFIBIOS Y REPTILES						
<i>Acanthodactylus erythrurus</i>	Tipo de hábitat 2210		Habitual	Muy abundante		
<i>Lacerta lepida</i>	Tipo de hábitat 2210		Habitual	Escasa		
<i>Podarcis pityusensis</i>	Tipo de hábitat 2210		Habitual	Moderada		
<i>Psammodromus algirus</i>	Tipo de hábitat 2210		Habitual	Moderada		
<i>Psammodromus hispanicus</i>	Tipo de hábitat 2210		Habitual	Rara		
<i>Hemorrhoids hippocrepis</i>	Hábitat 2210		Habitual	Rara		
<i>Malpolon monspessulanus</i>	Tipo de hábitat 2210		Habitual	Rara		
<i>Vipera latastei</i>	Tipo de hábitat 2210		Habitual	Escasa		

Datos aportados por la Sociedad Herpetológica Española (AHE).

Sigue ►

► Continuación Tabla 2.3

Taxón	Subtipo	Especificaciones regionales	Presencia*	Abundancia/Afinidad**	Ciclo vital/presencia estacional/Biología	Comentarios
AVES						
<i>Arenaria interpres</i> ¹	Tipo de hábitat 2210		Habitual	Habitual	Principalmente durante la migración prenupcial y postnupcial y como invernante	Dunas embrionarias o primarias
<i>Calidris alba</i> ²	Tipo de hábitat 2210		Habitual	Habitual	Principalmente durante la migración prenupcial y postnupcial y como invernante	Dunas embrionarias o primarias
<i>Charadrius alexandrinus</i> ³	Tipo de hábitat 2210		Habitual	Habitual	Reproductora primaveral y una pequeña población sedentaria	Muy sensible durante la época reproductora a la destrucción o alteración del hábitat dunar, que provocan la pérdida de las puestas.
<i>Chlidonias hybrida</i> ⁴	Tipo de hábitat 2210		Habitual	Escasa	Reproductora primaveral e invernante	Aplicable al Delta del Ebro
<i>Haematopus ostralegus</i> ⁵	Tipo de hábitat 2210		Habitual	Rara	Principalmente como invernante y 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
<i>Larus audouinii</i> ⁶	Tipo de hábitat 2210		Habitual	Escasa	Reproductora primaveral e invernante	
<i>Larus fuscus</i> ⁷	Tipo de hábitat 2210		Habitual	Habitual	Migración e invernante	Con frecuencia utiliza estos medios para el descanso y reposo

Sigue ►

► Continuación Tabla 2.3

Taxón	Subtipo	Especificaciones regionales	Presencia*	Abundancia/Afinidad**	Ciclo vital/presencia estacional/Biología	Comentarios
AVES						
<i>Larus genei</i> ⁸	Tipo de hábitat 2210		Habitual	Escasa	Reproductora primaveral e invernante	
<i>Larus melanocephalus</i> ⁹	Tipo de hábitat 2210		Habitual	Rara	Reproductora primaveral e invernante	
<i>Larus michahellis</i> ¹⁰	Tipo de hábitat 2210		Habitual	Habitual	Durante todo el año	Con frecuencia utiliza estos medios para el descanso y reposo
<i>Larus ridibundus</i> ¹¹	Tipo de hábitat 2210		Habitual	Habitual	Reproductora primaveral e invernante	Concentrada en colonias puntuales durante la reproducción; más ampliamente distribuidas en invierno y movimientos migratorios.
<i>Sterna albifrons</i> ¹²	Tipo de hábitat 2210		Habitual	Escasa	Reproductora primaveral e invernante	
<i>Sterna hirundo</i> ¹²	Tipo de hábitat 2210		Habitual	Escasa	Reproductora primaveral e invernante	
<i>Sterna nilotica</i> ¹³	Tipo de hábitat 2210		Habitual	Escasa	Reproductora primaveral e invernante	
<i>Sterna sandvicensis</i> ¹⁴	Tipo de hábitat 2210		Habitual	Escasa	Reproductora primaveral e invernante	

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; Lorenzo & Barone, 2007.
³ De Souza & Domínguez, 1989; Díaz *et al.*, 1996; Figuerola & Amat, 2003; Lorenzo & Barone, 2007; SEO-Málaga, 2007.
⁴ Motis, 2004
⁵ Hortas & Mouríño, 2004; Bigas, 2004.
⁶ Martínez-Vilalta *et al.*, 2004
⁷ Díaz *et al.*, 1996.
⁸ Martínez *et al.*, 2004.
⁹ Molina, 2003; Arcos, 2004.
¹⁰ Bermejo & Mouríño, 2003; Díaz *et al.*, 1996.
¹¹ Cantos, 2003; Díaz *et al.*, 1996.
¹² Dies *et al.*, 2003.
¹³ Bertolero, 2004.
¹⁴ Díaz *et al.*, 1996; Dies & Dies, 2003, 2004; Martínez-Vilalta, 2004.

Plantas vasculares

Aunque se trata de un tipo de hábitat que ocupa únicamente la región natural de la costa mediterránea, dentro del territorio peninsular y las Baleares se han descrito algunas variaciones basadas en la metodología fitosociológica. Pese a que no existen estudios ecológicos que permitan realizar una clasificación de la variabilidad de la vegetación existente, fundamentada en los factores ambientales que controlan la distribución de las mismas, se pueden diferenciar tres variantes en función del tipo de asociaciones vegetales descritas. La alianza *Crucianellion maritimae* se encuentra dentro de la Clase *Ammophiletea* Br.-Bl. & Tüxen 1943 y el orden *Crucianelletalia maritimae* Sissingh 1974. La jerarquía fitosociológica y asociaciones descritas para esta comunidad en la zona mediterránea es la siguiente (Rivas-Martínez *et al.*, 2001):

AMMOPHILETEA Br.-Bl. & Tüxen 1943
 Crucianelletalia maritimae Sissingh 1974
Crucianellion maritimae Rivas Goday & Rivas-Martínez 1963
Crucianelletum maritimae Br.-Bl. 1933
Loto cretici-Crucianelletum maritimae Alcaraz, T.E. Díaz, Rivas-Martínez & Sánchez Gómez 1989
Ononido crispae-Scrophularietum minoricensis O. Bolòs, Molinier & P. Montserrat 1970
Teucro dunense-Helichrysetum decumbentis
Ononido natrix-Scrophularietum ramosissimae Llorens ined.

Las especies características del orden *Crucianelletalia maritimae* son *Crucianella maritima*, *Aetheorhiza bulbosa*, *Euphorbia portlandica*, *Helichrysum stoechas* var. *maritimum*, *Leontodon taraxacoides* subsp. *taraxacoides*, *Malcolmia littorea*, *Matthiola sinuata*, *Ononis natrix* subsp. *ramosissima* y *Scrophularia frutescens*, mientras que la alianza viene diferenciada por las especies *Ambrosia maritima*, *Echium sabulicola*, *Launaea fragilis* subsp. *viminea*, *Teucrium dunense* (Rivas-Martínez *et al.*, 2002).

Se diferencian cuatro asociaciones:

A. *Crucianelletum maritimae*

Es la asociación más extendida por las costas mediterráneas peninsulares (Llobera & Valladares, 1989; Gómez-Serrano *et al.*, 2001). Las especies más abundantes y que caracterizan a la comunidad

son *Crucianella maritima* y *Ononis natrix* subsp. *ramosissima*. Las especies características de la asociación presentes en la costa mediterránea peninsular, además de las diferenciales de clases superiores, son *Daucus pumilus*, *Erodium triangulinum*, *Euphorbia terracina*, *Helichrysum stoechas*, *Maresia nana*, *Scabiosa atropurpurea*, *Scleropoa hemipoa*, *Silene nicaeensis* y *Teucrium polium* (Bolòs, 1967).

B. *Teucro dunense-Helichrysetum decumbentis*.

Asociación descrita para las dunas de Almería, donde escasea *Crucianella maritima*.

C. *Ononido-Scrophularietum minoricensis*.

Caracteriza las dunas semifijas de Menorca, donde resulta endémica. Se diferencia por la presencia de *Scrophularia canina* subsp. *ramosissima* var. *minoricensis*, *Ononis natrix* subsp. *crispa* y *Thymelaea velutina* (Llobera & Valladares, 1989), que alcanza mayores coberturas (70-80%) que *Crucianelletum maritimae* y una altura de la vegetación notablemente superior (Folch, 1981).

D. *Loto cretici-Crucianelletum maritimae*.

Caracteriza las dunas semifijas de todo el Mediterráneo peninsular sur (Alicante, Murcia, Almería) y de parte de las islas Baleares (S'Albufera de Mallorca, Salinas de Ibiza y Formentera, etc.), aunque también llega a las dunas Atlánticas de Huelva. Se diferencia por la elevada cobertura de *Helichrysum stoechas* y la presencia en algunas zonas de *Ononis talaverae*, especie descrita en las dunas almerienses de Cabo de Gata (Devesa & López-González, 1997).

La asociación más extendida por las costas mediterráneas peninsulares es *Crucianelletum maritimae* (Llobera & Valladares, 1989; Gómez-Serrano *et al.*, 2001). Las especies características de la asociación presentes en la costa mediterránea peninsular, además de las diferenciales de clases superiores, son *Daucus pumilus*, *Erodium triangulinum*, *Euphorbia terracina*, *Helichrysum stoechas*, *Maresia nana*, *Scabiosa atropurpurea*, *Scleropoa hemipoa*, *Silene nicaeensis* y *Teucrium polium* (Bolòs, 1967).

Dentro del seno de la asociación *Crucianelletum maritimae* se han descrito 6 subasociaciones:

1. La subasociación *tymelaetosum hirsutae* Br.-Bl. Et collalb 1935 presenta como especies diferenciales frente a la subasociación típica a *Thymelaea hirsuta*, *Silene nicaeensis* y *Maresia nana*. Ocupa

- el lado interior de las dunas, y se ha citado en el sector costero entre los deltas del Llobregat y del Ebro (Bolós, 1967; Folch, 1981; Llobera & Valladares, 1989).
2. La subasociación *ophrydetosum* O. Bolós 1962, descrita en el Delta del Llobregat, debe su nombre a la variedad de orquídeas presentes, algunas de las cuales son diferenciales de la subasociación, como *Ophrys fusca* y *O. tenthredinifera*, además de *Pinus pinea* (Bolós, 1967; Folch, 1981). Se trata de una comunidad que se asocia a suelos arenosos alejados del mar, con frecuencia repoblados por pinos.
 3. La subasociación *crucianelletesum* de Mallorca se enriquece con otros elementos como *Euphorbia terracina* o *Reichardia tingitana*.
 4. La subasociación *echietosum arenariae* de Menorca se enriquece con los mismos elementos que la anterior, *Euphorbia terracina* o *Reichardia tingitana*.
 5. La subasociación *thymelaeetosum velutinae*, también propia de Mallorca, posee a *Thymelaea velutina* como especie diferencial (Folch, 1981).
 6. La subasociación *launaetosum* presenta a *Launaea resedifolia*, *Centaurea aspera* subsp. *stenophila*, *Lotus creticus*, *Malcolmia littorea*, *Alkanna tinctoria* y *Echium sabulicola* como especies diferenciales. Se trata de la formación típica de los arenales valencianos, con tendencia a una menor cobertura y altura de la vegetación (Bolós, 1967; Folch, 1981).

En las dunas de Almería escasea *Crucianella maritima*, y pertenecen a la asociación *Teucrio dunense-Helichrysetum decumbentis*. Se ha descrito otra asociación que caracteriza las dunas semifijas de Menorca, donde resulta endémica. Se trata de *Ononido-Scrophularietum minoricensis*, caracterizada por la presencia de *Scrophularia canina* subsp. *ramosissima* var. *minoricensis*, *Ononis natrix* subsp. *crispa* y *Thymelaea velutina* (Llobera & Valladares, 1989), que alcanza mayores coberturas (70-80%) y una altura de la vegetación notablemente superior (Folch, 1981).

A lo largo de su distribución, estas formaciones pueden enriquecerse con otros elementos, como

Teucrium dunense en las costas levantinas y del sureste, *Centaurea seridis* en las costas valencianas o *Scrophularia ramosissima* en las Baleares.

Mención aparte requiere el caso de las comunidades de dunas semifijas que se asientan sobre playas de cantos rodados o con suelos mixtos mezclados con arena. Estas formaciones son relativamente frecuentes en las proximidades de la desembocadura de ríos y barrancos a lo largo de todo en el litoral levantino. Se trata de una vegetación pobre y de escasa complejidad, debido sobre todo a las características propias del sustrato, como la agresión mecánica por la movilidad de los guijarros, mientras que la práctica ausencia de sedimentos de calibre fino acentúa el estrés hídrico. Las especies más características de estos ambientes son *Glaucium flavum* y *Matthiola sinuata*, que dan nombre a la asociación *Hypochoerido-Glaucietum flavi*. No obstante, el tratamiento de esta comunidad sería más adecuado dentro de las dunas móviles del tipo de hábitat 2120, dada su proximidad al mar, ya que este tipo de playas también se enriquece hacia el interior con especies propias del *Crucianelletum maritimae*, como *Ononis natrix* subsp. *ramosissima*. Precisamente sobre este ambiente, se desarrolla una comunidad anual de *Silene cambesedesii*, endémica de Ibiza y de la costa sur de Castellón.

Briófitos, Hongos y Líquenes

Los briófitos son escasos en las comunidades de dunas semifijas, debido a la ausencia de humedad y a las elevadas temperaturas que alcanza el sustrato. En las zonas más resguardadas pueden, sin embargo, aparecer algunas especies como *Tortella flavovirens*. Guerra & Puché 1984 citan la presencia de *Bryum dunense* (= *Bryum dichotomum*) en diversos sectores de la Península Ibérica y las Baleares, donde incluso describen una nueva comunidad arenícola, *Tortello flavovirentis-Bryetum dunensis* (*Barbuletea unguiculatae*).

Existe una elevada variedad de líquenes epífitos sobre la corteza de los troncos de diversas especies arbustivas. Sobre el sustrato, pueden aparecer algunas especies como *Cladonia convoluta* y *Cladonia mediterranea*, esta última considerada extinta en la Comunidad Valenciana (Laguna, 2003). En un estudio realizado en la Devesa de L'Albufera de Valencia (Fos, 2001), se inventariaron hasta ochenta y cinco especies presentes en los ecosistemas duna-

res, la mayoría de ecología cortícola o de sustratos artificiales. Fos (1998) cita la presencia *Collema tenax* en esta localidad, una de las pocas especies capaces de vivir sobre suelos arenosos.

Una de las especies de hongo más frecuente en los arenales es *Lactarius cistophyllus*, que micorriza sobre especies del género *Cistus*. *Psathyrella ammophila* es una especie subulícola que se asocia a gramíneas, sobre todo *Ammophila arenaria*, y que está presente en arenales mediterráneos y atlánticos. *Gyrophragmium dunalii* y *Muntagnea arenaria* son especies cosmopolitas que han sido citadas en arenales de sectores béticos, Almería y Cataluña, característica de ecosistemas dunares, desde las dunas móviles hasta las estabilizadas. Bajo condiciones térmicas y de permeabilidad adecuadas, aparecen otras especies propias de ecosistemas dunares, como *Inocybe maritima*, *Helebona dunensis* o *Pisolithus arenarius* (Llobera & Valladares, 1989). En condiciones favorables, pueden aparecer otras especies como *Conocybe dunensis*, o *Geopora foliacea* (Laguna, 2003).

Aves

Se trata de un tipo de hábitat bastante pobre en cantidad de aves características. Entre las especies que utilizan estos ambientes para reproducirse se encuentra el chorlitejo patinegro (*Charadrius alexandrinus*). Este ave limícola es una de las especies más ligadas a los ecosistemas dunares. Sin embargo, resulta más apropiada su adscripción a otros tipos de hábitat más próximos al mar, como el 1210, el 2110 e incluso el 2120. En estos tipos de hábitat, la especie encuentra una baja cobertura vegetal que satisface dos de sus principales necesidades en la época reproductora: la termorregulación de sus puestas (los huevos se encuentran semienterrados en la arena) y la visibilidad ante los depredadores.

No obstante, el chorlitejo patinegro nidifica con frecuencia en las dunas semifijas del *Crucianellion maritimae*. Esto sucede en tres situaciones diferentes. La primera de ellas representa los cordones de dunas semifijas asentadas tras formaciones móviles de reducida entidad y altura. Un claro ejemplo de esta situación son las dunas semifijas de las playas con cordones de cantos o grava, donde la reducida cobertura vegetal asociada a la

práctica ausencia de suelo y la poca altura que suele desarrollar el cordón (que funciona como una duna móvil) proporcionan una visibilidad excelente y permiten que la brisa marina atenúe las elevadas temperaturas que alcanza el sustrato. En segundo lugar, los claros que forma la comunidad pueden ser puntualmente utilizados para nidificar, sobre todo a principios de la primavera (cuando las temperaturas son más bajas y la arena se calienta mucho menos) o en situaciones de elevada molestia por depredadores o personas, que motivan comportamientos de las aves progenitoras segados hacia la necesidad de camuflar sus puestas en zonas más vegetadas. Por último, los corredores interdunares son un excelente lugar para la nidificación de esta especie, ya que permiten el necesario flujo de brisa marina y suelen presentar una baja cobertura vegetal. En estos lugares, la limitación viene establecida porque normalmente son las vías de acceso más utilizadas por las personas para acceder a la orilla, lo que se traduce en elevadas tasas de molestia durante la incubación, que en ocasiones son resueltas con el abandono de las mismas o el desplazamiento hacia sectores de la playa menos perturbados.

La canastera común (*Glareola pratincola*) es un ave limícola que cría asociada a humedales y ecosistemas dunares. La mejor representación de esta especie sobre ambientes dunares se encuentra en la colonia que esta especie posee en el cordón litoral del Parque Natural del Prat de Cabanes-Torreblanca (Castellón), donde estas aves nidifican sobre un sustrato mixto de arena y cantos que corresponde a la transición entre dunas móviles y semifijas (Urios *et al.*, 1991).

Otra especie de ave limícola que nidifica en este ambiente es el alcaraván común (*Burhinus oedipnemus*). Se trata de un ave de hábitos nocturnos, cuya afinidad a este tipo de hábitat no es nada exclusiva, ya que frecuenta una elevada variedad de ambientes esteparios y de herbazales en ecosistemas agrícolas extensivos. No obstante, algunas poblaciones se asientan sobre dunas semifijas, que fisiológicamente no se diferencian mucho de algunas estepas. Esta situación se da, por ejemplo, en los arenales de Doñana en Huelva, o en las playas de Santa Pola y Guardamar del Segura en Alicante. La mayor estatura de esta especie con respecto al chorlitejo patinegro le permite criar

en ambientes con mayor cobertura vegetal pero conservando la visibilidad del entorno.

El ostrero europeo (*Haematopus ostralegus*) es una especie más propia de las comunidades dunares móviles o embrionarias con contacto más directo con el mar. Es más frecuente en las costas atlánticas que en la mediterránea peninsular, donde sólo nidifica en bajo número en el Delta del Ebro (Madroño, 2004).

Un caso especial está representado por la gaviota de Audouin (*Larus audouinii*), ave marina que nidifica habitualmente en islas, pero que actualmente posee su mayor colonia de cría en toda su área de distribución en el Delta del Ebro, donde instala sus nidos en las dunas y saladares de la Punta de la Banya (Martínez-Vilalta & Oro en: Martí & Del Moral, 2003).

Existen otras especies que no están catalogadas en el Anexo I de la Directiva de Aves y que utilizan estos ambientes para criar, como la perdiz roja (*Alectoris rufa*) o la cogujada común (*Galerida cristata*), pero que en cualquier caso no están íntimamente ligadas a este tipo de hábitat.

Invertebrados

La diversidad de especies de invertebrados exclusivas de los ambientes sabulícolas litorales es considerablemente elevada. En este contexto, los insectos del orden de los coleópteros son los que han producido una mayor radiación evolutiva. A modo de ejemplo, sólo en la franja litoral situada entre el norte de la provincia de Valencia y el Río Júcar, el 60% de las especies presentes (más de cincuenta) pueden considerarse endemismos ibéricos o iberomagrebíes (Español, 1965). Muchas de estas especies son auténticos especialistas de los ecosistemas dunares. Una de las especies más frecuentes de las dunas levantinas es *Erodium edmondi*, que también está presente en las Baleares (Español, 1963; Sauleda, 1985).

Diversas especies de coleópteros son exclusivas del desierto mesolitoral, donde se alimentan de los desechos marinos aportados por las mareas y el oleaje. Es el caso de especies como *Eurynebria complanata*, que se distribuye por el Mediterráneo occidental y las costas atlánticas de la

Península Ibérica, Francia, Inglaterra y norte de África, aunque ha desaparecido de la mayor parte de los ecosistemas dunares por la política de limpieza de residuos de las playas. Este mismo tipo de hábitat presenta otras especies características, como *Callicnemis latreillei* (típica de las costas del Mediterráneo occidental y Atlántico peninsular) o *Taenidia trisignata* (distribución Mediterránea y Atlántica que llega hasta Francia y norte de África) que se alimentan de los restos de madera traídos por las mareas. Otras especies de coleópteros se alimentan de los cadáveres de peces de la orilla del mar, como *Dermestes sardous*, *D. frischi* o *Necrobia rufipes*.

Otras, sin embargo, son más propias de ambientes asociados a la vegetación de dunas móviles y semifijas. Algunas, como *Scarites buparius* y *S. laevigatus*, se distribuyen por todo el litoral Mediterráneo occidental (presente también en el norte de África y Baleares). Otras, como *Pachychila germari* presentan también distribuciones iberomagrebíes, aunque están ausentes en las Islas Baleares. Algunas especies, como *Brindalus porricollis*, además de ocupar la franja del litoral Mediterráneo occidental, pueden aparecer en diferentes sectores del Atlántico. Especies como *Scarabaeus semipunctatus* (de distribución iberomagrebí y presente en las costas de Francia e Italia), además de en las dunas móviles o semifijas se alimentan igualmente cerca de la orilla de la playa (Martín-Piera & López-Colón, 2000). Algunas especies de coleópteros son endemismos exclusivos de determinados sectores dunares, como *Glareis thiniensis*, descrito en los ecosistemas de la Devesa del Saler (Verdú & Galante, 2001), lo que les confiere una mayor vulnerabilidad a las transformaciones humanas. Sin embargo, la lista de especies de coleópteros asociados a ambientes dunares es relativamente extensa, e incluye a otras especies como *Harpalus fluvius*, *H. Tenebrosus*, *H. Neglectus*, *Clivina ypsilon*, *Masoreus wetterhalli*, etc., considerando además que hay muchas especies que, además de vivir sobre los arenales litorales, colonizan ambientes ruderales costeros, por lo que no se las puede considerar diagnósticas de los ecosistemas dunares (Llobera & Valladares, 1989).

Además de los coleópteros, hay otros invertebrados característicos de los ecosistemas arenosos

mediterráneos, como los Dermápteros *Labidura riparia* y *Anisolabis maritima*, este último ampliamente distribuido, pero exclusivo de la orilla de las playas. El gasterópodo terrestre *Xerosecta explanata* vive únicamente en dunas móviles y semifijas del litoral Mediterráneo peninsular y sur de Francia. Los géneros *Theba* y *Cochlicella* representan diversas especies de gasterópodos terrestres que han colonizado las costas mediterráneas y atlánticas desde el norte de África durante el final del Cuaternario (Llobera & Valladares, 1989). Finalmente, entre los lepidópteros, destaca *Brithys crini*, una especie de distribución Atlántica y Mediterránea cuyas larvas se alimentan exclusivamente de las hojas de *Pancreatum maritimum*, lo que la identifica como una especie característica de las dunas semifijas.

Variación estacional

La mayoría de especies que caracterizan este tipo de hábitat son caméfitos. No obstante, existe una amplia variedad de hemcriptófitos y, sobre todo, terófitos cuya fenología aporta importantes cambios en la comunidad. La mayor parte de estas plantas anuales germina en otoño y se desarrolla en invierno, alcanzando en la temprana primavera (febrero-abril) la floración. Otro óptimo importante de floración se produce en otoño (septiembre-octubre), coincidiendo con la reducción de la temperatura y el aporte de las lluvias. Esta fenología produce importantes cambios en la cobertura de la comunidad y en su aspecto paisajístico, dado que en verano la abundante vegetación seca contrasta con el color verde oscuro de las especies más importantes de la comunidad, como *Crucianella maritima* y *Ononis natrix* subsp. *ramosissima*.

Dinámica del sistema

Las especies dominantes son *Crucianella maritima* y *Ononis natrix* subsp. *ramosissima*, dos caméfitos leñosos que no suelen superar los 40-50 cm de altura y que suelen presentar portes más o menos almohadillados que resultan aerodinámicamente más estables dada la proximidad al mar.

La degradación de estos ambientes da lugar, con frecuencia, a la desaparición de *Crucianella maritima*, mientras que el resto de elementos de la comunidad presentan menos problemas en recolonizar el área sometida a un proceso de regeneración natural. En

la provincia de Castellón, por ejemplo, ha desaparecido de prácticamente todos los arenales, incluso en aquellos que se han experimentado procesos de generación (Gómez-Serrano, *et al.*, 1999 y 2001).

La comunidad de dunas semifijas evoluciona progresivamente hacia formas más estables a medida que la movilidad del sustrato se atenúa y aumenta la estructuración del suelo. Van apareciendo arbustos de porte más elevado y menos almohadillado, como *Halimium halimifolium*, una especie característica del tipo de hábitat 2260 pero relativamente escasa, que sólo aparece en contados lugares de las costas de Salou, S'Albufera en Mallorca y L'Albufera de Valencia. Las zonas más despejadas del *Crucianelletum maritimae* son colonizadas por otros dos hábitats de interés comunitario, como el 2230 Dunas con céspedes de *Malcomiletalia*, o el 2240 Dunas con céspedes de *Brachypodietalia* y de plantas anuales. Ambas están caracterizadas por diversas comunidades vegetales anuales de desarrollo primaveral efímero. Las primeras evolucionan hacia formas más estables de dunas semifijas con acción directa de la maresía, mientras que en ausencia de esta influencia pueden derivar directamente hacia el tipo de hábitat 2260 (Costa *et al.*, 1983). Las dunas del tipo de hábitat 2240 tienden a asentarse sobre suelos menos arenosos procedentes de materiales básicos calcáreos.

Progresivamente, van asentándose arbustos de mayor porte, que habitualmente presentan un perfil acostado a favor del viento, con las ramas situadas a barlovento, cortas y endurecidas por la abrasión salina. Estas formaciones, en ocasiones llamadas dunas vegetales cumplen un papel importante en la transición hacia formas más estables del ecosistema dunar, ya que proporcionan la reducción de un factor importante para el establecimiento de plantas menos sensibles a la influencia marina, el efecto abrasivo del viento cargado de sales (Gómez-Serrano, *et al.*, 2001).

Un tipo especial de transición hacia formaciones más arbóreas está representado por el tipo de hábitat 2250 Dunas litorales con *Juniperus* spp. (*), que en el Mediterráneo español está representado por la aparición de dos especies: *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa* y *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata*. Ambas formaciones se encuentran muy degradadas a lo largo del litoral, con representaciones puntuales. *J. o. macrocarpa* pervive en contados sectores le-

vantinos (Alcocebre, Prat de Cabanes-Torreblanca y Oropesa en la provincia de Castellón, L'Albufera en Valencia y diversos puntos de la comarca de la Marina Alta y la Serra Gelada en Alicante), nores-te de Mallorca y este de Ibiza (Mayoral & Gómez-Serrano, 2003; Bañares *et al.*, 2004). *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* es todavía más raro en las costas mediterráneas peninsulares, con una única población en los arenales de San Pedro del Pinatar en Murcia (Alcaraz *et al.*, 1993) y varias en Málaga (Díez-Garretas *et al.*, 1996), y diversas poblaciones en las Islas Baleares.

2.4. ESPECIES DE LOS ANEXOS II, IV Y V

En la tabla 2.4. se citan especies incluidas en los anexos II, IV y V de la Directiva de Hábitats (92/43/CEE) y en el anexo I de la Directiva de Aves (79/409/CEE) que, según la información disponible y las aportaciones de las sociedades científicas de especies (AHE; SEO/BirdLife), se encuentran común o localmente presentes en el tipo de hábitat de interés comunitario 2210.

Tabla 2.4

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 de Aves (79/409/CEE) que se encuentran común o localmente presentes en el tipo de hábitat 2210.

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

Taxón	Anexos Directiva	Afinidad* hábitat	Afinidad* subtipo	Comentarios
ANFIBIOS Y REPTILES				
<i>Podarcis pityusensis</i>	II, IV		No preferencial	
<i>Coluber hippocrepis</i>	IV		No preferencial	Nombre correcto: Hemorrhoids hippocrepis

Datos aportados por el Centro Iberoamerica de la Biodiversidad (CBIO, Instituto Universitario de Investigación, Universidad de Alicante).

AVES				
<i>Burhinus oedicephalus</i>			Preferencial	
<i>Charadrius alexandrinus</i> ^b			Especialista	
<i>Chlidonias hybrida</i> ^{a1}	Directiva de Aves (Anexo I)	No preferencial	Indeterminado Subtipo 1	Aplicable al Delta del Ebro
<i>Glareola pratincola</i> ^b			No preferencial	
<i>Haematopus ostralegus</i>			No preferencial	
<i>Larus audouinii</i> ^{a2}	Directiva de Aves (Anexo I)	No preferencial	Indeterminado Subtipo 1	Cría puntual en algunas dunas litorales del mediterráneo

Sigue ►

► Continuación Tabla 2.4

Taxón	Anexos Directiva	Afinidad* hábitat	Afinidad* subtipo	Comentarios
AVES				
<i>Larus genei</i> ^{a3}	Directiva de Aves (Anexo I)	No preferencial	Indeterminado Subtipo 1	Cría puntual en algunas dunas litorales del Mediterráneo
<i>Larus melanocephalus</i> ^{a4}	Directiva de Aves (Anexo I)	No preferencial	Indeterminado Subtipo 1	Cría puntual pero con población en expansión, el contingente invernante utiliza este hábitat como zonas de descanso con afinidad indeterminada. Dunas litorales del delta del Ebro
<i>Sterna albifrons</i> ^{a5}	Directiva Aves (Anexo I)	No preferencial	Indeterminado Subtipo 1	Cría puntual en algunas dunas litorales como el Delta del Ebro, Albufera de Valencia, costa alicantina o litoral onubense.
<i>Sterna hirundo</i> ^{a6}	Directiva Aves (Anexo I)	No preferencial	Indeterminado	Cría puntual en algunas dunas litorales
<i>Sterna nilotica</i> ^{a7}	Directiva Aves (Anexo I)	No preferencial	Indeterminado Subtipo 1	Cría puntual en algunas dunas litorales del mediterráneo, especialmente en el Delta del Ebro
<i>Sterna sandvicensis</i> ^{a8}	Directiva Aves (Anexo I)	No preferencial	Indeterminado Subtipo 1	Cría puntual en algunas dunas litorales del delta del Ebro

^a- Datos aportados por la Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife); ^b- Datos aportados por los autores de la ficha.

Referencias bibliográficas:

¹- Motis, 2004.

²- Oro & Martínez-Vilalta, 2004.

³- Dies & Dies, 2004; Martínez-Vilalta *et al.*, 2004.

⁴- Molina, 2003; Arcos, 2004.

⁵- Sánchez, 2004; Bertolero & Motis, 2004.

⁶- Dies *et al.*, 2003; Hernández-Matías & González-Solís, 2004.

⁷- Bertolero, 2004.

⁸- Dies & Dies, 2003; Martínez-Vilalta, 2004.



3. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN

3.1. DETERMINACIÓN 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 5 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, ó, como máximo, 1:18.000. Dada la variable coverter vegetal acompañante a las dunas semifijas, no es obligatorio disponer de fotografías a color o en falso color. La visión estereoscópica generalmente permite identificar sin problemas los primeros cordones dunares.

No obstante, la no identificación de esta unidad en la foto aérea no tiene por qué indicar la ausencia de dicho tipo de hábitat, y a veces, la extensión delimitada en la imagen no coincide exactamente

con el alcance real del mismo. Por ello 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 el GPS, de modo que las coordenadas de los límites elegidos como más representativos del tipo de hábitat se puedan representar sobre una cartografía georeferenciada, y su extensión se pueda calcular con ayuda de las funciones de un Sistema de Información Geográfica (SIG).

Superficie favorable de referencia

Consideraciones

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 el tipo de hábitat 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 semifijas 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.

Superficie ocupada en la actualidad

Esta superficie, desglosada por ecorregiones, y según datos del Ministerio de Medio Ambiente actualizados por TRAGSA en 2004-2005 a partir del análisis de ortofotos y mapas, es la siguiente, en km²:

■ Nivel 1

- 3 (Mediterráneo y Golfo de Cádiz): 244,11

■ Nivel 2

- 311 (Andalucía y Levante): 231,98
- 321 (Galicia): 7,22
- 331 (Campo de Gibraltar): 4,91

■ Nivel 3

- 3111 (Huelva – Ayamonte): 2,02
- 3112 (Almería Norte, Málaga y Granada): 7,52
- 3114 (Valencia y Baleares): 220,66
- 3115 (Norte prov. Cádiz): 1,77
- 3211 (Sur prov. Cádiz): 7,22
- 3313 (Barcelona y Tarragona): 4,91

■ Nivel 4

- 31111: 2,02
- 31121: 7,52
- 31141: 117,45
- 31142: 103,21
- 31151: 1,77
- 32111: 7,22
- 33132: 4,91

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 la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP), pueden considerarse como típicas del tipo de hábitat de interés comunitario 2210. 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 de función).

Tabla 3.1

Identificación y evaluación de los taxones que, según la información disponible y las aportaciones de la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP), pueden considerarse como típicos del tipo de hábitat de interés comunitario 2210.

* Nivel de referencia: indica si la información se refiere al tipo de hábitat en su conjunto, a alguno de sus subtipos y/o a determinados LIC.

** Opciones de referencia: 1: taxón en el que se funda la identificación del tipo de hábitat; 2: taxón inseparable del tipo de hábitat; 3: taxón presente regularmente pero no restringido a ese tipo de hábitat; 4: taxón característico de ese tipo de hábitat; 5: taxón que constituye parte integral de la estructura del tipo de hábitat; 6: taxón clave con influencia significativa en la estructura y función del tipo de hábitat.

*** CNEA= Catálogo Nacional de Especies Amenazadas.

Taxón	Nivel* y opciones de referencia**	Directrices Estado Conservación					Comentarios	
		Área de distribución	Extensión y calidad del tipo de hábitat	Dinámica de poblaciones	Categoría de Amenaza UICN			CNEA***
					España	Mundial		
PLANTAS								
<i>Alkanna tinctoria</i> ^b	Tipo de hábitat 2210						Dentro del tipo de hábitat 2210 desempeña una función estructural	
<i>Centaurea aspera</i> L. subsp. <i>stenophylla</i> (Dufour) Nyman ^{bt}	Tipo de hábitat 2210	Endemismo ibérico. Litoral del cuadrante sudeste de la Península	Desconocida	Desconocida			Especie que participa en este hábitat, dándole estructura, aunque no es exclusiva de él. Actúa como diferencial de las comunidades peninsulares del hábitat. Dentro del tipo de hábitat de interés comunitario 2210 desempeña una función estructural	
<i>Centaurea seridis</i> ^b	Tipo de hábitat 2210						Dentro del tipo de hábitat de interés comunitario 2210 desempeña una función estructural	
<i>Crucianella maritima</i> L. ^{b2}	Tipo de hábitat 2210 LIC: Aiguamolls del Baix Empordà (ES5120006), Litoral Tarragoní (ES5140007), Delta de l'Ebre (ES5140013), Marjal d'Almenara (ES5223007), Platja de Moncofa (ES5222006), S'Albufera des Grau (ES0000234), L'Albufereta (ES0000226),	Mediterráneo occidental. Costas de la Península Ibérica e Islas Baleares	Desconocida	Desconocida			Especie directora del tipo de hábitat, cuya presencia permite reconocerlo, dándole estructura y funcionalidad mediante la retención de arena	

Sigue ►

▶ Continuación Tabla 3.1

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								
<i>Crucianella maritima</i> L. ^{b2}	Dels Alocs a Fornells (ES0000231), La Vall (ES0000230), La Victòria (ES0000079), S'Albufera de Mallorca (ES0000038), Muntanyes d'Artà (ES0000227), Na Borges (ES5310029), Arxipèlag de Cabrera (ES0000083), Es Trenc-Salobrar de Campos (ES0000037), Ses Salines d'Eivissa i Formentera (ES0000084), Salinas de Santa Pola (ES0000120), Tabarca (ES5213024), Dunes de Guardamar (ES5213025), Llacunes de la Mata i Torrevieja (ES0000059), Cabo Roig (ES5213033), Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar (ES0000175), Calblanque, Monte de las Cenizas y Peña del Águila (ES6200001), Cabo de Gata-Níjar (ES0000046), Punta Entinas-Sabinar (ES0000048), Sierra de Cabrera-Bédar (ES6110005)	Mediterráneo occidental. Costas de la Península Ibérica e Islas Baleares	Desconocida	Desconocida			Especie directora del tipo de hábitat, cuya presencia permite reconocerlo, dándole estructura y funcionalidad mediante la retención de arena	

Sigue ▶

► Continuación Tabla 3.1

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								
<i>Cyperus capitatus</i> Vand. ^{b2}	Tipo de hábitat 2210	Litoral mediterráneo y subatlántico occidental. Costas de la Península Ibérica (excepto en el norte) e Islas Baleares	Desconocida	Desconocida				Taxón que se presenta con asiduidad en este hábitat, pero del que no puede considerarse exclusivo, ya que participa en otras comunidades sabulícolas de los ecosistemas dunares costeros
<i>Echium sabulicola</i> Pomel ^{b2}	Tipo de hábitat 2210	Mediterráneo sudoccidental. En la Península Ibérica, sólo en el litoral del cuadrante sudoccidental	Desconocida	Desconocida				Taxón que penetra en las comunidades de este hábitat proveniente de los herbazales subnitrofilos sabulícolas, por lo que no puede considerarse exclusiva de él. En el tipo de hábitat de interés comunitario 2210 posee un valor estructural
<i>Euphorbia terracina</i> L. var. <i>retusa</i> (Boiss.) Willk. & Lange ^{b2}	Tipo de hábitat 2210	Región Mediterránea. Litoral de la Península (excepto el País Vasco, Cantabria y Asturias) e Islas Baleares	Desconocida	Desconocida				Taxón propio de arenales costeros, que participa en diversas comunidades sabulícolas, por lo que no puede considerarse exclusivo de este hábitat. Dentro del tipo de hábitat de interés comunitario 2210 desempeña una función estructural
<i>Helichrysum stoechas</i> (L.) Moench var. <i>maritimum</i> (Jord. & Fourr.) Rouy ^{b2}	Tipo de hábitat 2210	Mediterráneo septentrional. Ampliamente distribuida por el litoral de la Península Ibérica e Islas Baleares	Desconocida	Desconocida				Especie que participa habitualmente en este hábitat, dándole estructura y funcionalidad; aunque no es exclusiva de él

Sigue ►

► Continuación Tabla 3.1

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								
<i>Launaea fragilis</i> (Asso) Pau var. <i>viminea</i> (Lange) O. Bolòs & Vigo ^{b2}	Tipo de hábitat 2210	Mediterráneo sudoccidental. Este peninsular y costa subatlántica Bética	Desconocida	Desconocida				Taxón que encuentra su óptimo en este tipo de hábitat, aunque no es exclusiva de él
<i>Launaea resedifolia</i>	Tipo de hábitat 2210							Dentro del tipo de hábitat de interés comunitario 2210 desempeña una función estructural
<i>Lotus creticus</i> L. ^{a1}	Tipo de hábitat 2210	Región Mediterránea y Macaronesia. Costas de la Península Ibérica, desde la desembocadura del Miño hasta la del Ebro. Falta en las Islas Baleares	Desconocida	Desconocida				Taxón que se presenta con asiduidad en este hábitat, pero del que no puede considerarse exclusivo, ya que participa en otras comunidades sabulícolas de los ecosistemas dunares costeros. Actúa como diferencial frente a las comunidades baleáricas
<i>Lotus cytisoides</i> L. ^{a3}	Tipo de hábitat 2210	Región Mediterránea. Costas del sur y este de la Península Ibérica e Islas Baleares	Desconocida	Desconocida				Taxón que se presenta con asiduidad en este hábitat, pero del que no puede considerarse exclusivo, ya que participa en otras comunidades sabulícolas de los ecosistemas dunares costeros

Sigue ►

► Continuación Tabla 3.1

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								
<i>Malcolmia littorea</i> (L.) R. Br. ^{a4}	Tipo de hábitat 2210	Mediterráneo occidental. Ampliamente distribuida por el litoral de la Península Ibérica (excepto en el norte, y cuadrantes sureste y nordeste)	Desconocida	Desconocida				Especie que participa habitualmente en este tipo de hábitat, aunque no es exclusiva de él. Caracteriza las comunidades peninsulares del hábitat
<i>Medicago marina</i> L. ^{a2}	Tipo de hábitat 2210 (3)	Región Mediterránea, Mar Negro e Islas Canarias. Costas de la Península Ibérica e Islas Baleares	Desconocida	Desconocida				Taxón que se presenta con asiduidad en este tipo de hábitat, pero del que no puede considerarse exclusivo, ya que participa en otras comunidades sabulícolas de los ecosistemas dunares costeros
<i>Ononis crispa</i> L. ^{a5}	Tipo de hábitat 2210 (1,2,4,5,6)	Endemismo de las Islas Baleares: Mallorca, Menorca y Cabrera	Desconocida	Desconocida				Especie característica del tipo de hábitat, al que da fisonomía y estructura. Actúa como diferencial de las comunidades baleáricas del tipo de hábitat
<i>Ononis natrix</i> subsp. <i>ramosissima</i>	Tipo de hábitat 2210							Valor estructural y funcional: retención de arena
<i>Ononis ramosissima</i> Desf. ^{b3}	Tipo de hábitat 2210 (3,5)	Mediterráneo occidental. Casi todo el litoral de la Península Ibérica y Baleares (Ibiza y Mallorca, donde es rara)	Desconocida	Desconocida				Especie que participa con asiduidad en este tipo de hábitat, dándole estructura y fisonomía, aunque no es exclusiva de él

Sigue ►

▶ Continuación Tabla 3.1

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								
<i>Ononis talaverae</i> Devesa & G. López ^{a6}	Tipo de hábitat 2210 (3,5)	Ibero- magrebí. En la Península Ibérica, en el litoral de Almería y Huelva	Desconocida	Desconocida	Vulnerable			Especie que participa habitualmente en este tipo de hábitat, dándole estructura y funcionalidad, aunque no es exclusiva de él. Actúa como diferencial de las comunidades almerienses del tipo de hábitat
<i>Orobanche portuicitanica</i> A. Pujadas & M.B. Crespo ^{a7}	Tipo de hábitat 2210 (3)	Endemismo ibérico. Costas de Alicante y Murcia. Las citas del centro de la Península corresponden a otros taxones	Desconocida	Desconocida	En Peligro			Especie que parasita especies del género <i>Centaurea</i> , por lo que suele participar en este tipo de hábitat, sobre <i>C. aspera</i> subsp. <i>stenophylla</i> , pero no es exclusiva de él, ya que penetra en otras comunidades sabulícolas costeras. Actúa como diferencial de las comunidades murciano-almerienses del tipo de hábitat
<i>Pancretium maritimum</i> L. ^{a2}	Tipo de hábitat 2210 (3)	Mediterráneo-Atlántico. Costas de toda la Península Ibérica e Islas Baleares	Desconocida	Desconocida				Taxón que se presenta con asiduidad en este tipo de hábitat, pero del que no puede considerarse exclusivo, ya que participa en otras comunidades sabulícolas de los ecosistemas dunares costeros

Sigue ▶

► Continuación Tabla 3.1

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								
<i>Scrophularia canina</i> L. subsp. <i>ramosissima</i> (LoiseL.) P. Fourn. ^{a5}	Tipo de hábitat 2210 (3,5)	Mediterráneo occidental. Islas Baleares (Mallorca y Menorca)	Desconocida	Desconocida				Taxón que se presenta con asiduidad en este hábitat, pero del que no puede considerarse exclusivo, ya que participa en otras comunidades sabulícolas de los ecosistemas dunares costeros. Actúa como diferencial de las comunidades baleáricas del hábitat. Las plantas de las Islas Baleares se han separado como taxón propio (var. <i>minoricensis</i> P. Monts.), aunque están insuficientemente caracterizadas en lo morfológico
<i>Scrophularia frutescens</i> L. ^{a8}	Tipo de hábitat 2210 (3,5)	Mediterráneo sudoccidental. Costas de Portugal, Galicia y Andalucía	Desconocida	Desconocida				Taxón que se presenta con asiduidad en este hábitat y le da estructura; pero del que no puede considerarse exclusivo, ya que participa en otras comunidades sabulícolas de los ecosistemas dunares costeros. Actúa como diferencial de las comunidades almerienses del hábitat

Sigue ►

▶ Continuación Tabla 3.1

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								
<i>Silene niceensis</i> AIL. ^{a2}	Tipo de hábitat 2210 (3)	Mediterráneo centro-occidental. Costas de la Península Ibérica (excepto en el norte, este y sudeste) e Islas Baleares	Desconocida	Desconocida				Taxón que se presenta con asiduidad en este hábitat, pero del que no puede considerarse exclusivo, ya que participa en otras comunidades sabulícolas de los ecosistemas dunares costeros. Actúa como diferencial de las comunidades catalanas del hábitat (entre Gerona y Tarragona)
<i>Sonchus bulbosus</i> (L.) N. Kilian & Greuter subsp. bulbosus ^{a2}	Tipo de hábitat 2210 (3)	Mediterráneo-Atlántico. Toda la costa Peninsular (con citas dispersa en los valles del Ebro, Tajo y del Guadalquivir) y en las Islas Baleares	Desconocida	Desconocida				Taxón que se presenta con asiduidad en este tipo de hábitat, pero del que no puede considerarse exclusivo
<i>Stachys maritima</i> Gouan ^{a9}	Tipo de hábitat 2210 (3)	Circunmediterráneo. Sólo se conoce de la costa del Empordá (Gerona); algunas citas de Tarragona y Barcelona no se han confirmado en tiempos recientes	Desconocida	Desconocida	En Peligro Crítico			Especie que participa habitualmente en este tipo de hábitat, pudiendo considerarse característica y exclusiva. Caracteriza las comunidades gerundenses del hábitat

Sigue ▶

► Continuación Tabla 3.1

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								
<i>Teucrium dunense</i> Sennen ^{b2}	Tipo de hábitat 2210	Mediterráneo occidental. Costa oriental de la Península Ibérica e Islas Baleares.	Desconocida	Desconocida				Especie que participa habitualmente en este hábitat; aunque no es exclusiva de él, ya que participa en óptimo en matorrales sabulícolas sobre arenales consolidados. Posee un valor estructural dentro del tipo de hábitat de interés comunitario 2210
<i>Thymelaea velutina</i> (Pourr. ex Cambess.) End L. ^{b5}	Tipo de hábitat 2210	Endemismo baleárico: Mallorca y Menorca.	Desconocida	Desconocida				Especie que se presenta en este hábitat, dándole estructura y funcionalidad, aunque no es exclusiva de él. Actúa como diferencial de las comunidades baleáricas del hábitat

^{a-} Datos aportados por la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP).

^{b-} Datos aportados por los autores de la ficha y completados mediante aportaciones realizadas por la SEBCP.

Referencias bibliográficas:

¹⁻ Alcaraz *et al.*, 1989; Costa & Mansanet, 1981; Crespo & Manso, 1990; Peinado *et al.*, 1992; Rivas-Martínez *et al.*, 2001, 2002.

²⁻ Alcaraz *et al.*, 1989; Bolòs, 1996; Bolòs *et al.*, 1970; Costa & Mansanet, 1981; Crespo & Manso, 1990; Peinado *et al.*, 1992; Rivas-Martínez *et al.*, 1992 a, b, 2001, 2002.

³⁻ Alcaraz *et al.*, 1989; Bolòs, 1996; Bolòs *et al.*, 1970; Costa & Mansanet, 1981; Peinado *et al.*, 1992; Rivas-Martínez *et al.*, 1992 a, b, 2001, 2002.

⁴⁻ Alcaraz *et al.*, 1989; Costa & Mansanet, 1981; Peinado *et al.*, 1992; Rivas-Martínez *et al.*, 2001, 2002.

⁵⁻ Bolòs, 1996; Bolòs *et al.*, 1970; Rivas-Martínez *et al.*, 1992 a, b, 2001, 2002.

⁶⁻ Alcaraz *et al.*, 1989; Peinado *et al.*, 1992; Rivas-Martínez *et al.*, 2001, 2002; VV. AA., 2007.

⁷⁻ Pujadas & Crespo, 2004; VV. AA., 2007.

⁸⁻ Alcaraz *et al.*, 1989; Peinado *et al.*, 1992; Rivas-Martínez *et al.*, 2001, 2002.

⁹⁻ Molero *et al.*, 2007; Rivas-Martínez *et al.*, 2001, 2002.

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.*, 1993 a 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. Pendiente media de las dunas del sistema dunar activo (en grados).
6. Número de cordones dunares paralelos.
7. Grado de fragmentación del sistema dunar.

8. Superficie relativa de las depresiones interdunares húmedas.
9. Volumen de arena del sistema dunar (en millones de m³).
10. Granulometría media del sistema dunar (en unidades phi).
11. Profundidad media del nivel freático.

B. Factores de incidencia marina y litoral

1. Tendencia costera, en los últimos diez años.
2. Aporte sedimentario a la playa en los últimos diez años.
3. Superficie relativa de los cortes y roturas en el frente dunar debidos al oleaje.
4. Evolución de la anchura media de las roturas del frente dunar, en los últimos diez años.

C. Factores de incidencia eólica

1. Clasificación de Hesp 1988.
2. Porcentaje de superficie dunar ocupado por *blowouts*.
3. Porcentaje de superficie dunar ocupado por mogotes o *hummocks* arenosos.
4. Porcentaje de la duna secundaria ocupado por pasillos de deflación.
5. Profundidad de los pasillos de deflación, en porcentaje de altura de la duna secundaria.
6. Tendencia del frente dunar, en los últimos diez años (en m/año; avance: > 0; retroceso: < 0).
7. Aumento/disminución de la anchura de los *blowouts* (en %, en los últimos diez años).
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 cobertura vegetal

1. Cambio en la cobertura vegetal, en los últimos diez 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 estimar semicuantitativamente el estado de conservación del 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

Algunas variables requieren de un estudio en gabinete, mediante el análisis de fotografías aéreas, imágenes de satélite, mapas u otra documentación. Sin embargo, otras muchas variables deben ser medidas periódicamente sobre el terreno, para lo cual, debe planificarse un programa de muestreo que, según la época del año, incluya las variables que deben medirse de forma simultánea. En lo que se refiere a la zona geográfica, conviene visitar todos los sistemas dunares costeros existentes. No obstante, algunos sistemas dunares costeros presentan un gran desarrollo longitudinal, por lo que se recomienda elegir zonas más o menos concretas y representativas. 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 (preferiblemente de 25 m) y un metro semirígido de 3 m; algunas bolsas de plástico con cierre hermético para muestreo de sedimentos; una pequeña paleta para muestreo de sedimentos y una cámara fotográfica para documentar los diversos aspectos que se recogen en las fichas.

Estaciones de Referencia

Región 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 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 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. Paseos a caballo sobre el sistema dunar.
10. Porcentaje del sistema dunar activo ocupado por infraestructuras temporales.

■ **Factores de gestión y protección**

1. Control de paso y estacionamiento de vehículos.
2. Control de acceso, aislamiento, cerramiento.

3. Número pasarelas de acceso elevadas (por cada 500 m de longitud de dunas).
4. Paneles informativos (número por cada 500 m de longitud de sistema dunar).
5. Protección legislativa.
6. Vigilancia.
7. Control de paso de caballos.
8. Plan de control de la población de conejos.
9. Plan de ordenación de usos que incluye la protección dunar.



4. RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACIÓN

Estado de conservación

Las dunas fijas del *Crucianellion maritimae* son probablemente uno de los ambientes más degradados de los ecosistemas dunares mediterráneos. La proliferación de viviendas, infraestructuras y paseos marítimos a pie de playa, aun en el caso de que permitan la existencia de dunas móviles, ha reducido considerablemente la superficie ocupada por este tipo de formaciones. Muchas de las playas que todavía conservan dunas, o en aquellas en las que éstas se están regenerando de forma natural, poseen una anchura de la comunidad lejos de sus posibilidades ecológicas, dado que su espacio ha sido transformado hacia otros usos. En numerosas ocasiones, la roturación de las dunas semifijas para el establecimiento de cultivos de hortalizas o frutas, que han sido plantadas en la retaguardia de las dunas móviles para protegerlos de la acción abrasiva de los vientos marinos, ha terminado con amplias extensiones de la comunidad. Con frecuencia, estas zonas han sido recalificadas como suelo urbano, perdiendo de forma definitiva toda posibilidad de regeneración del ecosistema.

La limpieza de las playas

La limpieza y alisamiento de playas con maquinaria pesada es la principal causa de desaparición de las dunas y su vegetación asociada. La utilización reiterada de esta técnica en sucesivos años representa el principal factor limitante de la regeneración dunar y colonización vegetal (Gómez-Serrano *et al.*, 1999, 2001).

Gracias a la elevada capacidad de regeneración natural del ecosistema dunar, algunas playas que fueron destruidas en el pasado vuelven a poseer campos de dunas, una vez desaparecidas las causas que motivaron su desaparición. Existen numerosos ejemplos de esta situación a lo largo de las costas

mediterráneas peninsulares. La playa de la Punta en la Devesa del Parque Natural de l'Albufera de València fue arrasada en 1973 y en la actualidad representan uno de los ecosistemas dunares mejor conservados de la Comunidad Valenciana. Otro claro ejemplo es la Playa del Serradal, en la provincia de Castellón, protegida desde junio de 1990 bajo la figura municipal de Área para la Regeneración Dunar y Nidificación del chorlitejo Patinegro. Su protección fue otorgada por el Ayuntamiento de Castellón de la Plana a petición del grupo ecologista local, la Colla Ecologista de Castelló, que constató una incipiente regeneración de las dunas y el establecimiento de una pequeña colonia reproductora de chorlitejo patinegro (*Charadrius alexandrinus*).

Otro tipo de limpieza, menos agresiva con el medio, es la que se realiza sólo en la orilla y en el desierto mesolitoral para eliminar los residuos aportados por las mareas. Sin embargo, esta limpieza incluye restos orgánicos que son importantes para el ecosistema. Las acumulaciones de hojas y rizomas de la fanerógama marina *Posidonia oceanica* son importantes para combatir la erosión de la línea costera durante los temporales. Toda esa materia orgánica depositada es además fundamental para el mantenimiento de una fauna invertebrada muy especializada que a su vez es la base de la cadena trófica de organismos superiores como las aves costeras. El tipo de hábitat de interés comunitario 1210 Vegetación efímera sobre desechos marinos acumulados es un buen ejemplo de la necesidad de no retirar dichos aportes para mantener un ecosistema saludable.

Se deberían articular políticas de gestión de los residuos más respetuosas con el medio natural de las playas, basadas en la recogida selectiva manual, respetando y haciendo comprender a usuarios, gestores y políticos que no todo lo que se acumula en la arena es basura de la que hay que deshacerse.

Erosión costera

La mayor parte de las playas mediterráneas peninsulares sufre graves procesos de erosión, la mayor parte de las veces asociada a la construcción de diferentes infraestructuras costeras, como espigones o puertos (Pardo-Pascual, 1991). La destrucción de los ecosistemas dunares ha acelerado esta situación, dado que la defensa que podría ejercer la morfología dunar ha sido ignorada. Las elevadas tasas de pérdida de suelo y la velocidad de este fenómeno impiden que las comunidades vegetales puedan adaptarse a la evolución de la línea de costa. La rápida destrucción del primer cordón dunar enfrenta a las dunas semifijas a una influencia marina a la que no están adaptadas. Las especies de plantas más perjudicadas por esta situación son aquellas características de las dunas embrionarias y móviles. Algunas como *Otanthus maritimus* han sufrido una rápida regresión en las costas mediterráneas por este motivo. Al tratarse de una especie adaptada a vivir en continua exposición a la maresía, e incluso dependiente de su influencia, es una de las más vulnerables a los efectos de la regresión costera. La velocidad del retroceso de la costa impide que esta especie pueda colonizar el sustrato adyacente (antes ocupado por dunas semifijas), dada su estrategia vital basada en una elevada longevidad y desarrollados sistemas radiculares (Mayoral, & Gómez-Serrano, 2002, 2004). La dificultad que presentan sus semillas para germinar desencadena finalmente su desaparición. En otros casos, a estas constricciones biológicas hay que añadir una dificultad física que disipa toda posibilidad de recuperación, dado que la erosión costera termina por alcanzar las infraestructuras creadas por el hombre (paseos marítimos, carreteras, viviendas, etc.), desapareciendo completamente el ecosistema dunar y el banco de semillas asociado.

Extracción de arena

Existen numerosos documentos que certifican el aprovechamiento agrario e industrial de estos materiales desde hace cientos de años (Gómez-Serrano *et al.*, 2001). Actualmente, es un fenómeno más habitual de lo que ha primera vista parece, ya que la

arena depositada en playas de tendencia prograda-tiva es, a menudo, extraída para la regeneración de otras playas más turísticas. Estas prácticas deberían reducirse, dado que modifican de forma considerable los pocos casos de ecosistemas dunares con balance positivo respecto a la evolución de la línea litoral.

Invasión de plantas exóticas

La proliferación de especies invasoras en ecosistemas dunares está correlacionada con el aumento del uso humano del litoral. La mayoría de estas especies proviene de jardines litorales o repoblaciones intencionadas. La especie que más problemas ha generado es *Carpobrotus edulis*, una planta suculenta de natural del sur de África, cuya adaptabilidad a los ambientes áridos, rápido crecimiento vegetativo y capacidad de fijación del suelo han motivado su uso en repoblaciones en zonas litorales. Actualmente ocupa una gran parte de las playas mediterráneas peninsulares y de las Islas Baleares, donde incluso se han empleado grandes esfuerzos en su eliminación en Menorca.

La eliminación de estas especies invasoras de los cordones dunares es fundamental para garantizar su conservación, dados los numerosos ejemplos en los que estas especies han excluido totalmente la vegetación natural de estos ecosistemas en relativamente poco tiempo. Estos fenómenos ponen de manifiesto la idoneidad de los planes de acción basados en la detección temprana de la llegada de estas especies al ecosistema, y su inmediata erradicación antes de que se extiendan por las playas y su eliminación sea inviable económica y ambientalmente.

El uso público de las playas

El incremento en el uso de las playas por el turismo ha causado igualmente un progresivo deterioro del ecosistema dunar. Aunque este uso no haya derivado en la eliminación de las dunas para la completa disposición de la playa a la acogida de bañistas, el propio trasiego humano condiciona el tipo de ambientes que pueden ser compatibles con esta perturbación. El simple hecho de que las dunas sean

pisadas se ha definido como uno de los factores más influyentes sobre la composición florística y desencadenante, a la vez, de procesos erosivos (Gómez-Serrano *et al.*, 2001). En este contexto, el grupo de las aves, y particularmente, las nidificantes, es uno de los más susceptibles a las perturbaciones humanas. Los efectos de la presencia humana sobre las aves son de diferente naturaleza, afectando de múltiples formas a su comportamiento y especialmente a los factores que determinan su éxito reproductor (Oltra & Gómez-Serrano, 1997).

Sin embargo, en la mayor parte de los sectores costeros cuyas dunas se han beneficiado de actuaciones de conservación o regeneración, tradicionalmente se ha olvidado que este ecosistema también es característico para algunas especies de aves como el chorlito patinegro (*Charadrius alexandrinus*), y que necesariamente se deben articular medidas encaminadas a compatibilizar su uso público con la conservación de esas poblaciones nidificantes. En casos extremos, en los que el principal factor limitante para el establecimiento de estas especies como reproductoras es la elevada presión humana, se deberían crear vallados temporales (que se puedan abrir en verano) para reducir las molestias humanas, tal y como habitualmente se viene realizando para favorecer la regeneración de la vegetación dunar una vez ha sido restaurada.

Recuperación de dunas semifijas

En aquellos tramos costeros en los que se han producido fenómenos erosivos o destrucción de las dunas, que han ocasionado la pérdida de la cobertura vegetal de este tipo de hábitat, se deberían restaurar siguiendo las siguientes recomendaciones:

Para favorecer la regeneración natural de las dunas semifijas se pueden realizar cerramientos de bajo impacto visual, basados en estacas de madera unidas por cuerdas de polipropileno, sisal, trenzadas, etc. La ventaja de este tipo de actuaciones es su bajo coste (comparado con otros métodos de vallados), no precisan cimentación y no necesitan maquinaria para su instalación. Sin embargo, son más vulnera-

bles a los actos vandálicos y menos impermeables al paso de personas (Ley *et al.*, 2007). Este tipo de exclusión del trasiego humano beneficia la colonización vegetal espontánea de las zonas alteradas.

En los casos en los que se quiera acelerar el proceso de colonización vegetal (por ejemplo, para prevenir la erosión), se pueden realizar plantaciones, teniendo en cuenta diversas consideraciones:

1. Utilizar semillas o plantones locales. Las semillas o esquejes deberán ser tomados del mayor número de padres posible (Montalvo, 1996).
2. Seleccionar las especies de plantas a partir del estudio de su distribución en los sistemas dunares de la región, para evitar la alteración de la comunidad al introducir especies no representadas inicialmente en el medio.
3. Para la colocación de los plantones en las dunas, debe tenerse en cuenta la distribución que tienen en una zona natural próxima al enclave que se va a revegetar y realizarse de forma irregular o aleatoria para evitar que la revegetación tenga un aspecto artificial.

El Servicio Devesa-Albufera del Ayuntamiento de Valencia ha establecido un protocolo de restauración dunar válido para los arenales costeros mediterráneos, gracias al apoyo de los fondos *Life* europeos (*Life* 2000/Nat/E/7339 «Modelo de restauración de hábitats dunares en la Albufera de Valencia»). Dicho programa de actuación está estructurado en función del tipo de hábitat a restaurar, de forma que se establecen diferentes módulos de repoblación para cada ambiente del cordón dunar. Para el caso del tipo de hábitat que nos ocupa (2210 Dunas fijas del litoral del *Crucianellion maritimae*), el módulo de repoblación correspondiente es el de Sotavento (Benavent *et al.*, 2004), cuyas especies, densidad y forma de plantación se detallan en la tabla 4.1. Hay que destacar que las especies elegidas para la restauración pueden variar entre los diferentes sectores de la costa mediterránea, en función de la distribución de estas especies y la necesidad de repoblar con otras características de cada tramo.

Taxón	Módulo de repoblación	Forma de plantación				
	Nº ejemplares/ 25 m ²	Plantas con cepellón	esqueje	bulbo	raíces	semillas
<i>Crucianella maritima</i>	7-8	x				x
<i>Cyperus capitatus</i>	4				x	x
<i>Echinophora spinosa</i>	4	x			x	
<i>Eryngium maritimum</i>	4	x			x	
<i>Malcolmia littorea</i>	7-8					x
<i>Ononis natrix subsp. ramosissima</i>	25					x
<i>Pancreatium maritimum</i>	10			x		
<i>Sporobolus pungens</i>	7-8		x			

Tabla 4.1

Módulos de repoblación y forma de plantación para los hábitats de sotavento (Benavent *et al.*, 2004).



5. BIBLIOGRAFÍA CIENTÍFICA DE REFERENCIA

- ALCARAZ, F., RÍOS, S. & SÁNCHEZ DE LORENZO CÁCERES, J.M., 1993. Catálogo de las plantas vasculares espontáneas y cultivadas de la región de Murcia. I. *Pteridophyta-Gymnospermae*. Universidad de Murcia. *Anales de Biología, Facultad de Biología*. 19: 51-61.
- ALCARAZ, F., DÍAZ, T.E., RIVAS-MARTÍNEZ, S. & SÁNCHEZ, P., 1989. Datos sobre la vegetación del sureste de España: Provincia Biogeográfica Murciano-Almeriense. *Itinera Geobotanica* 2: 1-133.
- ALPERT, P., BONE, E. & HOLZAPFEL, C., 2000. Invasiveness, Invasibility and the Role of Environmental Stress in the Spread of Non-Native Plants. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 3 (1): 52-66.
- ARCOS, J.M., 2004. Gavina capnegra, *Larus melanocephalus*. En: Estrada, J., Pedrocchi, V., Brotons, L. & Herrando, S. (eds.). *Atlas dels Ocells Nidificants de Catalunya 1999-2002*. Barcelona: ICO-Lynx Edicions. pp 230-231.
- BAKER, TH.W., JUNGERIUS, P.D. & KLIJN, J.A. (eds.), 1990. *Dunes of the European Coasts: Geomorphology, Hydrology, Soils*. Cremlingen-Destedt. *Catena, supplement* 18.
- BAÑARES, Á., BLANCA, G., GÜEMES, J., MORENO, J.C. & ORTIZ, S. (eds.), 2004. *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España*. Madrid. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. 1.067 p.
- BARBADILLO, L.J., LACOMBA, J.I., PÉREZ-MELLADO, V., SANCHO, V. & LÓPEZ-JURADO, L.F., 1999. *Anfibios y reptiles de la Península Ibérica, Baleares y Canarias*. Barcelona: Geoplaneta.
- BELENGUER, D., 1996. *La eliminación de la vegetación alóctona en el Parque Natural de la Albufera de Valencia. El control del Carpobrotus edulis en las dunas litorales de la Dehesa de la Albufera*. Trabajo de fin de carrera. Valencia.
- BERTOLERO, A., 2004b. Cuitoc, *Sterna nilotica*. En: Estrada, J., Pedrocchi, V., Brotons, L. & Herrando, S. (eds.). *Atlas 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.). *Atlas 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.). *Atlas dels Ocells Nidificants de Catalunya 1999-2002*. Barcelona: ICO-Lynx Edicions. pp 252-253.
- BLANCO, G. & VIÑUELA, J., 2003. Milano negro, *Milvus migrans*. 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 160-161.
- BLANCO, G. & VIÑUELA, J., 2004. Milano negro, *Milvus migrans*. 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 116-120.
- BOLÒS, O., 1963. Comunidades vegetales de las comarcas próximas al litoral situadas entre los ríos Llobregat y Segura en Botánica y Geografía. *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona* 34: 443-480.
- BOLÒS, O. DE, 1967. Comunidades vegetales de las comarcas próximas al litoral situadas entre los ríos Llobregat y Segura. *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona* 38 (1): 3-281.
- BOLÒS, O. DE, 1996. La vegetació de les illes Balears. Comunitats de plantes. *Arxius Secc. Ci. Inst. Estud. Catalans* 114: 1-267.
- BRAUNBLANQUET, J., 1979. *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Madrid: Blume.
- 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.

- CARDIEL, I., 2006. *El milano real en España. II censo nacional (2004)*. Monografías Seguimiento de Aves nº 5. Madrid. SEO/BirdLife.
- 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.
- CARRETERO, M.A. 1993. *Ecología de los lacértidos en arenales costeros del noreste ibérico*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona.
- CARTAGENA BELCHI, M.C., 2001. *Biología y ecología de los Tenebrionidos (Coleoptera, Tenebrionidae) en ecosistemas iberolevantinos*. Tesis doctoral. Universidad de Alicante. 414 p.
- CARTER, R.W.G., CURTIS, T.G.F. & SHEEHY-SKEFFINGTON, M.J., 1992. *Coastal Dunes: Geomorphology, Ecology and Management for Conservation*. The Netherlands: A.A. Balkema.
- CLEMENTE, M.E.; GARCÍA, M.D. & PRESA, J.J., 1985. Acridofauna de las Dunas de Guardamar (Alicante). *Graellsia* XLI: 153-166.
- COSTA, M. & BOIRA, H., 1981. La vegetación costera valenciana: los saladares. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 38 (1): 233-244.
- COSTA, M. & MANSANET, J., 1981. Los ecosistemas dunares levantinos: la Dehesa de la Albufera de Valencia. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 37 (2): 277-299.
- COSTA & MANSANET, J., 1981. Los ecosistemas dunares levantinos: la Dehesa de la Albufera de Valencia. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 37 (2): 277-299.
- COSTA, M., 1986. *La vegetación en el País Valenciano*. Cultura Universitaria Popular nº 5. Universitat de València. 246 p.
- COSTA, M., 1986. *El vegetación del País Valencia*. Secretaría de Publicaciones de la Universidad de Valencia.
- COSTA, M., GARCÍA-CARRASCOSA, M., MONZÓ, F., PERIS, J.B., STUBING, G. & VALERO, E., 1984. *Estado actual de la flora y fauna marinas en el litoral de la Comunidad Valenciana*. Ajuntament de Castelló de la Plana.
- COSTA, M., J. B. PERIS & R. FIGUEROLA, 1984. *La vegetación de la Devesa de la Albufera de Valencia*. Monografies nº 1. Ajuntament de València. 87 p.
- COTS, R., FRAGA, P., JUANEDA, J. & ESTAÚN, I., 2003. La cartografía como una herramienta de gestión en el control y eliminación de una planta exótica invasora en un territorio insular. En: Capdevila-Argüelles, L., Zilleti, B. & Pérez-Hidalgo, N. (coords.). *Contribuciones al conocimiento de las Especies Exóticas Invasoras*. GEI. Colección Técnica nº 1. pp 170-173.
- CRESPO, M. B. & MANSO, M.L., 1990. Notas sobre la vegetación de las dunas de Elche (Alicante). *Ecología* 4: 67-88.
- D'ANTONIO C. M., 1993. Mechanisms Controlling Invasion of Coastal Plant Communities by the Alien Succulent *Carpobrotus edulis*. *Ecology* 74: 83-95.
- DE LA TORRE, F. & GUTIÉRREZ-GARCÍA, J.L., 2003. Control de plantas invasoras en el litoral asturiano por la Dirección General de Costas (Ministerio de Medio Ambiente). En: Capdevila-Argüelles, L., Zilleti, B. & Pérez-Hidalgo, N. (coords.). *Contribuciones al conocimiento de las Especies Exóticas Invasoras*. GEI. Colección Técnica nº 1. pp 167-169.
- DE SOUZA, J. A. & DOMÍNGUEZ, J., 1989. Efectivos y distribución del chorlito patinegro, *Charadrius alexandrinus*, en Galicia. *Ecología* 3: 305-311.
- DEVESA, J.A. & LÓPEZ-GONZÁLEZ, G., 1997. Notas taxonómicas y nomenclaturales sobre el género *Ononis* L. (*Leguminosae*) en la Península Ibérica e Islas Baleares. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 55 (2): 245-260.
- DÍAZ, M., ASENSIO, B. & TELLERÍA, J.L., 1996. En: *Aves ibéricas. I. No passeriformes*. Madrid: J.M. Reyero Editor.
- 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.
- 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.

- DÍEZ-GARRETAS, A., ASENSI & MARTÍN OSORIO, V. E., 1996. Comportamiento fitosociológico de *Juniperus phoenicea* L. s.l. en el sur de la Península Ibérica. *Lazaroa* 16: 157-165.
- DOCAVO, I. *et al.*, 1983. *La entomofauna de la Albufera y su entorno*. Valencia: IAM. Investigación.
- DOING, H. (ed.), 1991. *Landscape Ecology of the Dutch Coast*. Leiden, The Netherlands.
- DOMINGO, J., GÓMEZ-SERRANO, M.A. & MAYORAL, O. 1997. La vegetació litoral de Cullera: l'impacte de les activitats humanes. En: *III Jornades d'Estudis de Cullera*. Cullera, Valencia.
- DUKES J.S. & MOONEY H.A., 1999. Does Global Change Increase the Success of Biological Invaders? *Trends in Ecology and Evolution* 14: 135-139.
- ELTON, C.S., 1958. *The Ecology of Invasions*. Methuen, London.
- ESPAÑOL, F., 1963. Tenebriónidos del Mediterráneo occidental. *EOS* XXXIX: 188-202.
- ESPAÑOL, F., 1965. Sobre la distribución de los tenebriónidos en la mitad norte del litoral levantino español. *Graellsia* XXI: 65-77.
- 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.
- FOLCH I GUILLÈN., R. 1981. *La Vegetació dels Països Catalans*. Institució Catalana d'Història Natural, Institut d'Estudis Catalans. Barcelona: Ketres.
- FOS, S., 2001. *Catálogo de la Flora Liguénica de la Devesa de El Saler. Bases para la utilización de los líquenes en la gestión de un espacio natural protegido*. Informe inédito. Ayuntamiento de Valencia, Oficina Técnica Devesa de la Albufera.
- FRAGA, P., OLIVES, J., JUANEDA, J. & ESTAÚN, I., 2003. Eliminación de una planta exótica invasora en un territorio insular. En: Capdevila-Argüelles, L., Zilleti, B. & Pérez-Hidalgo, N. (coords.). *Contribuciones al conocimiento de las Especies Exóticas Invasoras*. GEI. Colección Técnica nº 1. pp 111-114.
- GARCÍA, O., 1999. *Carpobrotus edulis*, una amenaza para la flora endémica de Menorca. *Quercus* 158: 50.
- GEI (GRUPO ESPECIES INVASORAS), 2003. *Guías para la prevención de pérdidas de diversidad biológica ocasionadas por especies exóticas invasoras*. Aprobadas durante la 51ª Sesión del Consejo, Febrero de 2000. The World Conservation Union. Species Survival Comisión, UICN.
- GIMENO, C. & PUCHE, F., 1994. Brioflora del Parque Natural de la Albufera de Valencia. *Studia Botanica* 13:199-205.
- GÓMEZ-SERRANO, M.A. & PRADES, R., 1997. Conservación de las aves limícolas nidificantes en Castellón. En: *Actas de las XII Jornadas Ornitológicas*. SEO/BirdLife. El Ejido, Almería.
- GÓMEZ-SERRANO, M.A., 1997. Proyecto de creación de una Red de Reservas Dunares en Castellón. *Quercus* 136.
- GÓMEZ-SERRANO, M. A., 2002. Detectabilidad del chorlitejo patinegro, *Charadrius alexandrinus* L., durante la estación reproductora. En: *Actas de las XVI Jornadas Ornitológicas Españolas*. SEO/BirdLife. Salamanca, diciembre de 2002.
- GÓMEZ-SERRANO, M.A., 2002. Influencia de las perturbaciones humanas en la biología reproductora del chorlitejo patinegro, *Charadrius alexandrinus* L. En: *Actas de las XVI Jornadas Ornitológicas Españolas*. SEO/BirdLife. Salamanca, diciembre de 2002.
- GÓMEZ-SERRANO, M.A., 2006. ¿Afecta el trasiego humano a la ubicación del nido en el chorlitejo patinegro, *Charadrius alexandrinus*? Comunicación oral en el XVIII Congreso Español y III Ibérico de Ornitología. SEO/BirdLife. Elche, Alicante. 12-15 de octubre de 2006.
- GÓMEZ-SERRANO, M.A. & MAYORAL, O., 2003. Caracterización de la flora naturalizada en un ambiente mediterráneo. En: *1º Congreso Nacional sobre Especies Exóticas Invasoras* EEI 2003. León, 4-7 de junio de 2003.
- GÓMEZ-SERRANO, M.A. & MAYORAL, O., 2007. El origen de las especies naturalizadas en las floras valencianas (E Península Ibérica). *Dugastella* 4: 15-25.
- GÓMEZ-SERRANO, M.A. PRADES, R. & HERNÁNDEZ-NAVARRO, V.J., 1997. Efectivos y distribución de las aves limícolas nidificantes en Castellón. Evolución de las poblaciones. En: *Actas de las XII Jornadas Ornitológicas*. SEO/Birdlife. El Ejido, Almería.
- GÓMEZ-SERRANO, M.A., DOMINGO, J. & MAYORAL, O., 1999. *Vegetación Litoral y Cambios en el Paisaje de la Provincia de Castellón*. Premio de Ciencias Ciudad de Castellón, 1998. Ayuntamiento de Castellón de la Plana.

- GÓMEZ-SERRANO, M.A., MAYORAL, O. & DOMINGO, J., 2001. *Guía de la Naturaleza del litoral de Castellón. Itinerarios para conocer su fauna, flora, paisaje e historia*. Vinaroz: Antinea.
- GUARA, M. & CURRÁS, R., 1991. Una aportación al conocimiento edáfico de las áreas dunares. *Ecología* 5: 101-110.
- GUERRA, J. & PUCHE, F., 1984. *Bryum dunense* Smith & Whitehouse en la Península Ibérica y Baleares. *Observaciones taxonómicas, corológicas y fitosociológicas* IX: 85.
- HAESLER, V., 1989. The Situation of the Invertebrate Fauna of Coastal Dunes and Sandy Coasts in the Western Mediterranean (France, Spain). In: Van der Muelen, F., Jungerius, P.D. & Visser, J.H. (eds.). *Perspectives in Coastal Dunes Management*. The Netherlands: SPB Academic Publishing.
- HERNÁNDEZ-MATÍAS, A. & GONZÁLEZ-SOLÍS, J., 2004. Xatrac comú, *Sterna hirundo*. En: Estrada, J., Pedrocchi, V., Brotons, L. & Herrando, S. (eds.). *Atlas dels Ocells Nidificants de Catalunya 1999-2002*. Barcelona: ICO-Lynx Edicions. pp 250-251.
- HIGGINS, S.I., RICHARDSON, D.M., COWLING, R.M. & TRINDER-SMITH, T.H., 1999. Predicting Landscape-Scale Distribution of Alien Plants and Their Threat to Land Diversity. *Conservation Biology* 13: 303-313.
- HILGERLOCH, G. (ed.). 1992. *Dune Management in the Wadden Sea*. Administration of the National Park Niedersächsisches Wattenmeer.
- HOBBS, R.J. & HUMPHRIES, S.E., 1995. An Integrated Approach to the Ecology and Management of Plant Invasions. *Conservation Biology* 9: 761-770.
- HOBBS R. J. & MOONEY H.A., 1986. Community Changes Following Shrub Invasion of Grassland. *Oecologia* 70: 508-513.
- 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.
- KOEHLER, H. & WEIDEMANN, G., 1995. Biogenous Sand Stabilization. In: Van Dijk (ed.). *Management and preservation of coastal dunes*. Leiden: EUCC.
- LAGUNA LUMBRERAS, E. (ed.), 2003. *Habitats prioritarios de la Comunidad Valenciana*. Generalitat Valenciana, Conselleria de Territori i Habitatge.
- LAGUNA, E., CRESPO, M.B., MATEO, G., LÓPEZ, S., FABREGAT, C. SERRA, LL., HERRERO-BORGOÑON, J.J., CARRETERO, J.L., AGUILELLA, A. & FIGUEROLOLA, R. *Flora endémica, rara o amenazada de la Comunidad Valenciana*. Generalitat Valenciana, Conselleria de Medio Ambiente.
- LLOBERA, F. & VALLADARES, F., 1989. *El litoral mediterráneo español. Introducción a la ecología de sus biocenosis terrestres*. 2 volúmenes. Penthalon.
- LÖFFLER, M. & COOSEN, J., 1995. Ecological Impact of Sand Replenishment. En: Healy, M.G. & Doody, J. P. (eds.). *Directions in Europe Coastal Management*. Cardigan: Samara Publishing Limited.
- LONSDALE W.M., (1997). Global Patterns of Plant Invasions, and the Concept of Invasibility. *Ecology* 80: (1522-1536).
- LONSDALE W.M. & LANE A.M., 1994. Tourist Vehicles as Vectors of Weed Seeds in Kakadu National Park, Northern Australia. *Biological Conservation* 69: 277-283.
- LORENZO, J.A. & BARONE, R., 2007. Chorlitejo patinegro, *Charadrius alexandrinus*. En: Lorenzo, J. A. (ed.). *Atlas de las Aves Nidificantes en el Archipiélago Canario (1997-2003)*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza, SEO/BirdLife. pp 238-241
- LUKEN, J.O. & THIERET, J.W., 1997. *Assessment and Management of Plant Invasions*. New York: Springer.
- MACK, R.N., 1985. Invading Plants: Their Potential Contribution to Population Biology. In: White, J. (ed.). *Studies on Plant Demography*. John L. Harper Festschrift. London: Academic Press. pp 127-142.
- MADROÑO, A., GONZÁLEZ, C. & ATIENZA J.C. (eds.). 2004. *Libro rojo de las aves de España*. Dirección General de la Naturaleza, SEO/BirdLife.
- MARTÍ, R. & DEL MORAL, J. C. (eds.). 2003. *Atlas de las Aves Nidificantes en España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, Dirección General de la Conservación de la Naturaleza, Sociedad Española de Ornitología. pp 406-407.
- MARTÍ, R., DEL MORAL, J.C., GIMÉNEZ-RIPOLL, M., GÓMEZ-SERRANO, M.A., DIES, J.I. & DIES,

- B., 2003. *La invernada de aves acuáticas en España*. Madrid: Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, Dirección General de la Conservación de la Naturaleza, Sociedad Española de Ornitología. Colección Técnica.
- MARTÍN, J., SEVA, E. & ESCARRÉ, E., 1989. Características del sustrato dunar. En: Escarré, E., Martín, J. & Seva, E. (eds.). *Estudios sobre el medio y la biocenosis en los arenales costeros de la provincia de Alicante*. Alicante: Diputación Provincial de Alicante, Institut de Cultura Juan Gil-Albert.
- MARTÍN-PIERA, F. & LÓPEZ-COLÓN, J. I., 2000. *Coleoptera Scarabaeoidea* I. En: Ramos, M.A. et al. (eds.). *Fauna Ibérica* nº 14. Madrid: Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC. 540 p.
- 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.
- MAYOL SERRA, J., 2003. *Amfibis i Reptils de Les Balears*. Mallorca: Editorial Moll. 249 p.
- MAYORAL, O & GÓMEZ-SERRANO, M. A., 2003. Problemática de una planta invasora en la costa mediterránea. Consideraciones sobre su erradicación. En: *1^{er} Congreso Nacional sobre Especies Exóticas Invasoras EEI 2003*. León, 4-7 de junio de 2003.
- MAYORAL, O. & GÓMEZ-SERRANO, M.A., 2002. Conservación de *Otanthus maritimus* (L.) Hoffmanns. & Link (*Compositae*) en los ecosistemas dunares de la Comunidad Valenciana. En: *1^{er} Congreso de Biología de la Conservación de Plantas*. Valencia, 2-5 de octubre de 2002.
- MAYORAL, O. & GÓMEZ-SERRANO, 2002. Situación y ecología de *Otanthus maritimus* (L.) Hoffmanns. & Link (*Compositae*) en la Comunidad Valenciana. *Dugastella* 3: 13-19.
- MAYORAL, O. & GÓMEZ-SERRANO, 2003. Nuevas poblaciones de *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa* (Sm.) Ball en la Comunidad Valenciana. *Flora Montiberica* 25: 34-41.
- MAYORAL, O. & GÓMEZ-SERRANO, 2004. Nuevas poblaciones de *Otanthus maritimus* (L.) Hoffmanns. & Link (*Compositae*) en la Comunidad Valenciana. *Flora Montiberica* 27: 32-37.
- MAYORAL, O. & GÓMEZ-SERRANO, 2007. Reforzamientos poblacionales de *Otanthus maritimus* (L.) Hoffmanns. & Link (*Compositae*) en la Comunidad Valenciana (E de España). *Dugastella* 4: 5-13.
- MOFFET, M.A., MCLACHLAN, A., WINTER, P.E.D. & DE RUYCK, A.M.C., 1998. Impact of Trampling on Sandy Beach Macrofauna. *Journal of Coastal Conservation* 4 (1): 87-90.
- MOLERO, J., ROVIRA, A., SIMÓN, J., BOSCH, M., LÓPEZ-PUJOL, J., ORELLANA, M.R., BARRIOCANAL, C. & BLANCHÉ, C., 2007. *Stachys maritima*, Gouan. En: Bañares, Á., Blanca, G., Güemes, J., Moreno, J.C. & Ortiz, S. (eds.), 2004. *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España. Adenda 2006*. Madrid: Dirección General para la Biodiversidad-SEBCP. pp 30-31.
- 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. 616 p.
- MORODER, E., 1924. *Los coleópteros del lago y la dehesa de la Albufera de Valencia*. Trabajo del Laboratorio de Hidrobiología Española, 14. Anales del Instituto General y Técnico de Valencia.
- NAVARRO, V., BAIXERAS, J. & TORMOS, J., 1988. *Insectos de la Devesa de la Albufera*. Monografías nº 2. Ajuntament de València. 146 p.
- OLTRA, C. & GÓMEZ-SERRANO, M.A., 1993a. Situation of Breeding Population of Kentish Plover, *Charadrius alexandrinus*, in Valencian Area (Spain) in 1993. First results. *Kentish Plover Project, Newsletter* 3. Wader Study Group.
- OLTRA, C. & GÓMEZ-SERRANO, M.A., 1993b. Situación de la población nidificante de chorlitejo patinegro, *Charadrius alexandrinus*, en la Comunidad Valenciana. En: Dies, J.I. & Dies, B. (eds.). *Anuario Ornitológico de la Comunidad Valenciana 1993*. Valencia: Estació Ornitològica de L'Albufera, SEO/BirdLife. pp 146-148.
- OLTRA, C. & GÓMEZ-SERRANO, M.A., 1995. Kentish Plover Breeding Population in Two Beaches of Spanish Levante. Comunicación en la *Wader Study Group Conference*. Aveiro, Portugal, septiembre de 1995.
- OLTRA, C. & GÓMEZ-SERRANO, M.A., 1995. Status, Distribution and Breeding Waders Population in

- Valencian Area (E Spain). Comunicación oral en el 10th *International Waterfowl Ecology Symposium*. Aveiro, Portugal, septiembre de 1995.
- OLTRA, C. & GÓMEZ-SERRANO, M.A., 1997. Amenazas humanas sobre las poblaciones nidificantes de limícolas en ecosistemas litorales. En: *Las Aves Limícolas en España*. Ministerio de Medio Ambiente. Colección Técnica.
- ORO, D. & MARTÍNEZ-VILALTA, A., 2004. Gaviota corsa, *Larus audouinii*. En: Estrada, J., Pedrocchi, V., Brotons, L. & Herrando, S. (eds.). *Atlas dels Ocells Nidificants de Catalunya 1999-2002*. Barcelona: ICO-Lynx Edicions. pp 174-175.
- PARDO-PASCUAL, J. E., 1991. *La erosión antrópica en el litoral valenciano*. Generalitat Valenciana.
- PARKER, I. M., SIMBERLOFF, D., LONSDALE, W.M., GOODELL, K., WOHAM, M., KAREIVA, P.M., WILLIAMSON, M.H., VON HOLLE, B., MOYLE, P.B., BYERS, J.E. & GOLDWASSER, L. 1999 Impact: Toward a Framework for Understanding the Ecological Effects of Invaders. *Biological Invasions* 1: 3-19.
- PÉREZ-BOTELLA, J., DELTORO, V., PÉREZ-ROVIRA, P., FOS, S., SERRA, L., OLIVARES, O., BALLESTER, G. & LAGUNA, E. 2003. Gestión de especies exóticas invasoras en Lugares de Interés Comunitario (LIC). En: Capdevila-Argüelles, L., Zilleti, B. & Pérez-Hidalgo, N. (coords.). *Contribuciones al conocimiento de las Especies Exóticas Invasoras*. GEI. Colección Técnica nº 1.
- PIMENTEL, D., LACH, I., ZUNIGA, R., & MORRISON, D., 2000. Environmental and Economic Costs Associated With Non-Indigenous Species in the United States. *Bioscience* 50: 53-64.
- PIOTROWSKA, H., 1989. Natural and Anthropogenic Changes in Sand Dunes and Their Vegetation on the Southern Baltic Coast. En: Van der Muelen, F., Jungerius, P.D. & Visser, J.H. (eds.). *Perspectives in Coastal Dunes Management*. The Netherlands: SPB Academic Publishing.
- PLEGUEZUELOS, J.M. (ed.), 1997. *Distribución y biogeografía de los anfibios y reptiles en España y Portugal*. Monografías de Herpetología volumen 3. Universidad de Granada.
- PLEGUEZUELOS, J.M., MÁRQUEZ, R. & LIZANA, M. (eds.), 2002. *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Asociación Herpetológica Española. 584 p.
- PUJADAS, A. & CRESPO, M. B., 2004. A New Species of *Orobanche* (Orobanchaceae) From South-eastern Spain. *Bot. J. Linn. Soc.* 146: 97-102.
- PUJADE, J. & SARTO, V., 1986. *Guia dels insectes dels Països Catalans*. Barcelona: Paper.
- RICHARDSON, D., PYSEK, P., MARCEL, R., BARBOUR, M.G., DANE-PANETTA, F. & WEST, C.J., 2000. Naturalization and Invasions of Alien Plants: Concepts and Definitions. *Biodiversity and Distributions* 6: 93-107.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., COSTA, M. & LOIDI, J., 1992. La vegetación de las Islas de Ibiza y Formentera (Islas Baleares, España). *Itinera Geobotanica* 6: 99-235.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., DÍAZ, T.E., FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F., IZCO, J., LOIDI, J., LOUSÁ, M. & PENAS, Á., 2002. Vascular Plant Communities of Spain and Portugal. Addenda to the Syntaxonomical Checklist of 2001. *Itinera Geobotanica* 15: 5-922.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, F., LOIDI ARREGUI, J., MARIO LOUSÁ & PENAS MERINO, A., 2001. Syntaxonomical Checklist of Vascular Plant Communities of Spain and Portugal to Association Level. *Itinera Geobotanica* 14: 5-341.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., DÍAZ GONZÁLEZ, T.E., FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, F., IZCO, J., LOIDI ARREGUI, J., MARIO LOUSÁ & PENAS MERINO, A., 2002. Vascular Plant Communities of Spain and Portugal. *Itinera Geobotanica* 15 (1-2): 5-922.
- SALMAN, A.H.P.M.; BERENDS, H. & BONAZOUNTAS, M. (eds.), 1995. *Coastal Management and Habitat Conservation*. 2 volúmenes. The Netherlands: EUCC.
- SALVADOR, A (coord.), 1998. Reptiles. En: Ramos, M.A. et al. (eds.). *Fauna Ibérica*, vol. 10. Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC.
- 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. Valencia. Universitat e València. 505 p.
- SANJAUME, E. & PARDO, J.E., 1992. The Dunes of the Valencian Coast (Spain): Past and Present. En Carter, R.W.G., Curtis, T.G. F. & Sheehy-Skeffington, M. J. 1992. *Coastal Dunes: Geomorphology, Ecology and Management for Conservation*. The Netherlands: A.A. Balkema.

- SANTOS, X. CARRETERO, M.A., LLORENTE, G. & MONTORI, A., Asociación Herpetologica Española). 1998. *Inventario de las Areas importantes para los anfibios y reptiles de España*. Ministerio de Medio Ambiente. Colección Técnica. 237 p.
- SAULEDA, N., 1985. Tenebriónidos halófilos y psammófilos de la provincia de Alicante. *An. Univ. Alicante Esc. Magist.* 2: 265-272.
- SAULEDA, N., 1989. Tenebriónidos, carábidos y heterópteros. En: Escarré, A., Martín, J. & Seva, E. (eds.). *Estudios sobre el medio y la biocenosis en los arenales costeros de la provincia de Alicante*. Diputació d'Alacant, Institut de Cultura Juan Gil-Albert.
- SEO-MÁLAGA., 2007. *Censo y seguimiento de la población reproductora de chorlitejo patinegro en el litoral malagueño*. 2007. www.seomalaga.org
- SERRA, L., FABREGAT, C., HERRERO- BORGÓN, J. J. & LÓPEZ-UDÍAS, S. 2000. *Distribución de la Flora Vasculare Endémica, Rara o Amenazada en la Comunidad Valenciana*. Generalitat Valenciana, Conselleria de Medio Ambiente.
- SKARREGAARD, P., 1989. Dunes Stabilisation in Denmark. In: Van der Muelen, F., Jungerius, P. D. & Visser, J.H. (eds.). *Perspectives in Coastal Dunes Management*. The Netherlands: SPB Academic Publishing.
- SUEHS, C.M., MEDIAL, F. & AFFRE, L., 2003. Invasion by South African *Carpobrotus* (Aizoaceae) Taxa in the Mediterranean Basin: The Effects of Islands on Plant Reproductive Systems. In: Child, L.E., Brock, J.H., Brundu, G., Prach, K., Pysek, P., Wade, P.M. & Williamson, M. (eds.). *Plant Invasions: Ecological Threats and Management Solutions*. Leiden: Backhuys Publisher. pp 247-263.
- TELLERÍA, J.L., ASENSIO, B. & DÍAZ, M., 1999. En: *Aves ibéricas. II. Paseriformes*. Madrid. J.M. Reyero Editor.
- URIOS, V., ESCOBAR, J.V., PARDO, R. & GÓMEZ, J. A., 1991. *Atlas de las Aves Nidificantes en la Comunidad Valenciana*. Generalitat Valenciana.
- USHER M.B., 1988. Biological Invasions of Nature Reserves: A Research for Generalizations. *Biological Conservation* 44: 1-8.
- USHER M.B., KRUGER F.J., MACDONALD A.W., LOOPE L.L. & BROCKIE R.E., 1988. The Ecology of Biological Invasions into Nature Reserves. *Biological Conservation* 44: 119-135.
- VAN DER MUELEN, F., JUNGERIUS, P.D. & VISSER, J.H. (eds.), 1989. *Perspectives in Coastal Dunes Management*. The Netherlands: SPB Academic Publishing.
- VAN DIJK, H.W.J. (ed.). 1995. *Management and Preservation of Coastal Habitats*. Leiden, The Netherlands: EUCC.
- VERDÚ, J.R. & GALANTE, E., 2001. A New Species of Glaresis Erichson from the Iberian Peninsula (Scarabaeoidea: Glaresidae). *The Coleopterists Bulletin* 55 (3): 272-278.
- VERDÚ, J.R. & GALANTE, E. (eds.), 2006. *Libro Rojo de los Invertebrados de España. Dirección General para la Biodiversidad*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente. Colección Técnica.
- VILÀ, M. & D'ANTONIO, C M., 1998. Fitness of Invasive *Carpobrotus* (Aizoaceae) Hybrids in Coastal California. *Ecological Applications* 8 (4): 1.196-1.205.
- VILÀ, M., GARCÍA-BERTHOU, E., SOL, D. & PINO, J., 2001. Survey of the Naturalised Plants and Vertebrates in Peninsular Spain. *Ecologia mediterranea* 27: 55-67.
- VITOUSEK, P.M., D'ANTONIO, C.M., LOOPE, L.L. & WESTBROOKS, R., 1996. Biological Invasions as Global Environmental Change. *American Scientist* 84: 468-487.
- VV. AA., 2007. *Lista roja de la flora vascular española amenazada*. [Borrador elaborado por el Comité de Expertos de la Lista Roja]. Madrid: noviembre de 2007. www.conservacionvegetal.org/PDF/Borrador%20LR%202007.pdf
- WESTMAN, W.E., (1990) Park Management of Exotic Plant Species: Problems and Issues. *Conservation Biology* 4: 251-259.

ANEXO I

INFORMACIÓN EDAFOLÓGICA COMPLEMENTARIA

1. INTRODUCCIÓN

Los principales factores que afectan a la morfología de los sistemas dunares son la influencia marina, los vientos, el tipo de vegetación, las características del sedimento y, por supuesto, la influencia humana (Williams *et al.*, 2001). En principio, los suelos de las dunas son arenosos, pobres en nutrientes, con escasa estructura, lo que facilita el transporte de las partículas de arena por el viento, y con baja capacidad de retener agua útil para las plantas. Todo esto genera un medio hostil para la implantación de la vegetación, a lo que hay que sumar el efecto del viento sobre las parte aéreas de las plantas debido a la abrasión que pueden provocarles las partículas de arena transportadas en suspensión y, adicionalmente, en sistemas dunares costeros, el efecto de la maresía (gotas de agua salada transportadas por el viento). En función de la intensidad con la que actúen todos estos factores, los sistemas dunares van a presentar diferentes microambientes que serán colonizados por un tipo u otro de vegetación adaptada a las condiciones particulares del medio.

Así, las dunas más cercanas a las playas estarán más expuestas a los vientos marinos, sufriendo

con más intensidad el efecto de la maresía y presentando un sustrato más inestable, por lo que constituyen los cordones de dunas móviles. En ellas, la cubierta vegetal suele ser escasa y está adaptada a la intensidad del viento y la movilidad del suelo. Son especies de crecimiento rastrero, con hojas pequeñas y endurecidas para protegerse del efecto del viento y de la maresía, que han desarrollado largos sistemas radiculares especialmente adaptados a sujetarse a un medio inestable y a obtener agua de los horizontes más profundos y húmedos del suelo.

Conforme aumenta la distancia a la costa las dunas se van haciendo más estables debido a una menor fuerza del viento y a la acumulación de arena gracias al efecto barrera que ejercen las plantas. Aparece todo un mosaico de micrositios en los que las condiciones varían de forma importante en pocos metros: las laderas orientadas a barlovento (que reciben directamente la fuerza de los vientos), las crestas, las partes altas medias y bajas de las laderas orientadas a sotavento (protegidas de los vientos) y las depresiones interdunares (Richardson *et al.*, 2001).

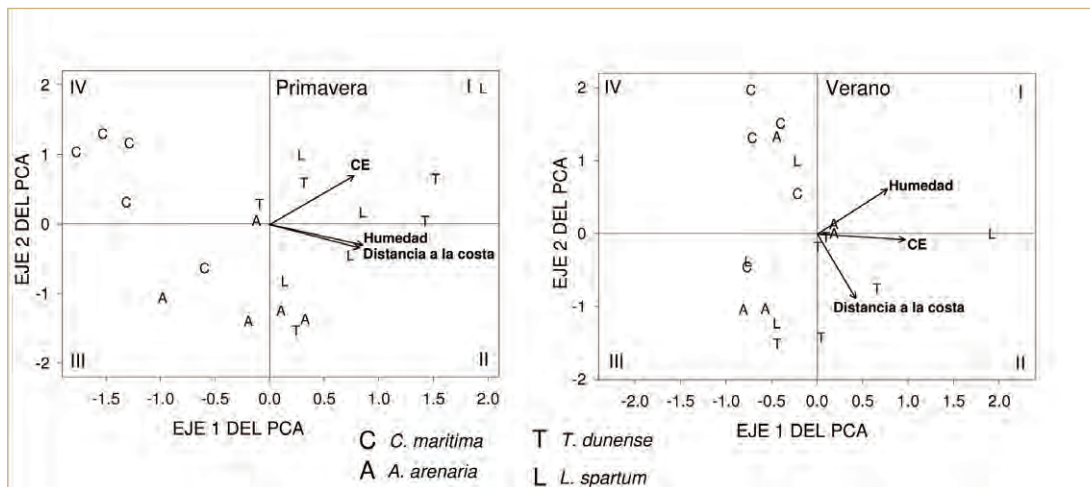


Figura A1.1

Resultados de los análisis de componentes principales (PCA) realizado en base a datos de variables edáficas obtenidos en veinte parcelas en el saladar de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar (SE España). Las muestras se recogieron en primavera y en verano, por lo que se realizó un análisis para cada muestreo. Autovalores primavera: eje 1: 0,662; eje 2: 0,194. Varianza acumulada por los dos primeros ejes primavera: 85,6%. Autovalores verano: eje 1: 0,576; eje 2: 0,390. Varianza acumulada por los dos primeros ejes verano: 96,6%. CE: conductividad eléctrica del extracto 1:5. Álvarez-Rogel *et al.*, (2007, modificado).

Álvarez-Rogel *et al.* (2006) analizaron la relación entre la salinidad y la humedad edáficas y la distancia a la costa en cuatro formaciones vegetales de crestas de dunas en el Parque Regional de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar, Murcia (ver figura A1.1). Como se observa, *Crucianella maritima* coloniza las dunas más cercanas a la costa y con los suelos más secos que son, junto a los ocupados por *Ammophila arenaria*, los menos salinos, sobre todo durante la primavera. La mayor altura de estas dunas contribuye a que la capa freática se encuentre más profunda y, por tanto, que el ascenso capilar de agua salada sea menos intenso.

Cuando se analizaron las correlaciones entre las variables se comprobó que al aumentar la distancia a la costa los suelos de las crestas de las dunas fueron más húmedos y salinos, lo que se atribuyó a una menor profundidad del nivel freático como consecuencia de la menor altura de las dunas interiores. No obstante, durante el verano, la correlación no fue significativa como consecuencia de la intensa sequía que llevó a que los suelos estuvieran extremadamente secos independientemente de la distancia al mar.

Aunque los autores anteriores no estudiaron otros factores que tradicionalmente se han considerado importantes sobre la distribución de la vegetación dunar como son el contenido en nutrientes del suelo, la intensidad de la maresía (Barbour, 1978) o el movimiento de la arena (Nobuhara, 1967), sus resultados fueron aceptables al establecer relaciones suelo-vegetación.

Un aspecto importante que han destacado Álvarez-Rogel *et al.* (2007) en los suelos de los sistemas dunares es la existencia de abundantes micelios fúngicos que, cuando se encuentran en los horizontes superficiales, propician la existencia de las denominadas costras microbióticas de varios milímetros de espesor (NRCS, 1997). Dichas costras tienen importantes funciones ecológicas tales como enriquecer el suelo de materia orgánica y estimular la actividad microbiana (Lange *et al.*, 1992), promover la formación de agregados (Malam-Issa *et al.*, 2001a), fijar nitrógeno atmosférico (Malam-Issa *et al.*, 2001b) y facilitar la absorción de nutrientes minerales a la vegetación asociada a estos hongos (Harper & Belnap, 2001).

2. CARACTERIZACIÓN EDAFOLÓGICA

2.1 Características generales

Álvarez-Rogel *et al.* (2004, 2006, 2007) estudiaron los suelos y la vegetación de diferentes microambientes del sistema dunar de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar (Región de Murcia, SE de España), describiendo en detalle los suelos y analizando la variabilidad para diversos parámetros edáficos (ver tabla A1.1).

La conductividad eléctrica (CE) indica que se trata de suelos en los que la salinidad no debe ser un factor limitante para las plantas, ni en primavera ni en verano.

Las variaciones en las concentraciones de cloruros, sodio, sulfatos, calcio y magnesio son acordes con la CE y se incrementan durante el verano debido a la acumulación de agua salada en superficie a consecuencia de su ascenso por capilaridad en el perfil.

Variable	Media	DS	Mínimo	Máximo
CEp	164,06	17,30	146,40	184,80
CEv	169,20	41,22	131,00	233,00
HUMp	1,16	0,49	0,66	1,88
HUMv	0,65	0,41	0,00	0,99
pH	8,39	0,08	8,29	8,49
Cl ⁻ p	0,33	0,08	0,23	0,45
Cl ⁻ v	4,77	9,68	0,30	22,08
SO ₄ ⁻ p	0,24	0,23	0,07	0,63
SO ₄ ⁻ v	2,07	4,36	0,00	9,87
HCO ₃ ⁻ p	2,09	0,46	1,68	2,84
HCO ₃ ⁻ v	1,58	0,51	0,98	2,14
Ca ⁺² p	1,60	0,29	1,28	2,07
Ca ⁺² v	2,05	1,52	1,00	4,66
Mg ⁺² p	0,25	0,03	0,22	0,28
Mg ⁺² v	1,28	2,29	0,19	5,38
K ⁺ p	0,13	0,04	0,09	0,20
K ⁺ v	0,22	0,27	0,07	0,70
Na ⁺ p	0,20	0,09	0,12	0,31
Na ⁺ v	3,77	7,71	0,16	17,56

Tabla A1.1

Valores medios y rangos de variación para los suelos de las dunas opadas por *Crucianella maritima* en primavera (p) y verano (v), para los parámetros conductividad eléctrica (CE, en $\mu\text{S cm}^{-1}$), porcentaje de humedad (HUM), pH, Cl⁻ (meq L⁻¹), SO₄²⁻ (meq L⁻¹), HCO₃⁻ (meq L⁻¹), Ca²⁺ (meq L⁻¹), Mg²⁺ (meq L⁻¹), K⁺ (meq L⁻¹) y Na⁺ (meq L⁻¹). Datos correspondientes a los 20 cm superficiales de suelo. N=5. Álvarez-Rogel *et al.* (2004).

En cuanto al pH, encontramos valores muy parecidos en todas las muestras, con un valor medio de 8,4 y una escasa desviación estándar. Los suelos estudiados presentaron un encostramiento superficial con un espesor medio ligeramente menor en primavera que en verano ($1,38 \pm 0,37$ cm y $1,19 \pm 0,31$ cm respectivamente). La dureza de dicha costra varió de débil a fuerte durante la primavera ($2,7 \pm 0,9$) y de muy débil a débil en el verano ($1,4 \pm 0,4$) debido a la intensa desecación.

Como era de esperar, el suelo estuvo más húmedo en primavera, presentando la costra superficial menor humedad que el suelo subyacente tanto en primavera ($0,19 \pm 0,42$ % y $1,16 \pm 0,49$ % respectivamente) como en verano ($0,09 \pm 0,21$ % y $0,65 \pm 0,41$ % respectivamente).

- **Substrato litológico**

El tipo de hábitat se desarrolla sobre arenas.

- **Geomorfología**

Dentro de los sistemas dunares, *Crucianellon maritima* ocupa los enclaves topográficamente más altos (crestas) de las primeras bandas de dunas desde la playa hacia el interior.

2.2 Tipos de suelo

Álvarez-Rogel *et al.* (2007) describieron estas comunidades vegetales sobre Arenosoles Háplicos (Calcáricos) (WRB, 2007) y Xeric Torripsamments (Soil Taxonomy, 1999).

2.3 Descripción de perfiles-tipo

Perfil tipo para las dunas fijas del litoral (*Crucianellon maritima*) (Álvarez-Rogel *et al.*, 2007, modificado)

■ Información general y clasificación

Situación: Parque Natural, Salinas de San Pedro del Pinatar, a unos 130 m de la costa.	
Forma del terreno y Topografía:	<ul style="list-style-type: none"> • Topografía: ligeramente ondulado • Forma del terreno: sistema dunar costero • Elemento del terreno: duna de segunda línea de costa • Posición fisiográfica: cresta duna • Pendiente: inclinado
Vegetación:	Comunidad de caméfitos con predominio de <i>Crucianella maritima</i> .
Material original:	Depósitos arenosos eólicos y litorales
Profundidad útil del suelo:	Muy profundo
Rociedad:	Sin rocas
Pedregosidad:	Sin piedras
Erosión/Deposición:	Erosión eólica moderada.
Condiciones de drenaje:	<ul style="list-style-type: none"> • Clase de drenaje: algo excesivamente drenado • Drenaje interno y nivel freático: agua freática salina a más de 150 cm. • Drenaje externo: zona de escorrentía moderada. • Inundación: no
Condiciones de humedad:	En A seco, en CA ligeramente húmedo, en C1 húmedo
Observadores: J. Álvarez Rogel, L. Carrasco y J.J. Martínez.	
Clasificación:	Arenosol Háplico (Calcárico) (WRB, 2007) <i>Xeric Torripsamment</i> (Soil Taxonomy, 1999).

■ Descripción macromorfológica

Horiz.	Prof.(cm)	Descripción
A	0-30	Pardo (10YR6,5/3) en seco y pardo oliva claro (2,5Y5/3) en húmedo. Pardo pálido (10YR6/3) en condiciones de campo. Sin Manchas. Textura arenosa. Estructura laminar en la parte superficial (0,5 cm), y granular fina muy débil a débil en el resto. Pocos poros estructurales finos y medianos. Muchas raíces muy finas y finas, pocas medianas y muy pocas gruesas. Otros restos biológicos: conchas de caracoles. Límite gradual ondulado
CA	30-50	Gris claro a pardo muy pálido (10YR7/2,5) en seco y pardo oliva claro (2,5Y5/4) en húmedo. Pardo pálido (10YR6/3) en condiciones de campo. Sin Manchas. Textura arenosa. Poros estructurales finos pocos, medianos pocos. Raíces muy finas muchas, finas pocas y medianas muy pocas. Límite gradual ondulado
C	>50	Gris claro a pardo muy pálido (10YR7/2,5) en seco y pardo amarillento (2,5Y5/4) en húmedo Color gris parduzco claro (10Y6/2) en condiciones de campo. Manchas: muy pocas finas, poco visibles, claras y de color pardo. Textura arenosa. Muy pocos poros estructurales muy finos. Comunes raíces muy finas y pocas finas. Otros restos biológicos: conchas de bivalvos

■ Datos analíticos

Las tablas A1.2 y A1.3 recogen los datos correspondientes al perfil tipo de *Crucianellion maritimae*.

Horizonte	CO	N	CaCO ₃	pH	µm					
					<50	50-125	125-250	250-500	500-1000	1000-2000
g kg ⁻¹				%						
A	0,8	0,12	391,7	8,77	3,1	5,8	80,4	10,6	0,0	0,0
CA	<0,1	0,12	401,8	9,13	3,5	3,6	77,8	15,0	0,1	0,0
C	<0,1	< 0,05	391,3	8,89	3,6	5,0	82,9	8,3	0,1	0,0

Tabla A1.2

Carbono orgánico (CO), nitrógeno (N), carbonato cálcico total (CaCO₃), pH y composición granulométrica del perfil tipo para *Crucianellion maritimae*.

Horizonte	CE	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	sales	RAS
	dS m ⁻¹	mEq L ⁻¹						%	
A	0,79	4,0	1,5	3,4	0,2	2,5	1,0	<0,1	2,6
CA	0,55	2,3	0,6	1,5	0,1	2,8	0,7	<0,1	1,2
C	0,32	0,7	0,5	1,2	0,1	1,8	0,5	<0,1	1,1

Tabla A1.3

Conductividad eléctrica del extracto de saturación, iones en el extracto, % de sales y razón de adsorción de sodio (RAS) para el perfil tipo de *Crucianellion maritimae*.

2.4 Riesgos de degradación

Los tipos de hábitat de dunas se encuentran entre los más vulnerables debido a la facilidad con que los suelos se pueden alterar al estar formados sobre materiales no consolidados. A esto se une que los sistemas dunares suelen encontrarse en áreas de notable atractivo turístico como son los alrededores de las playas, lo que contribuye de forma importante a su degradación a causa del paso continuado de las personas y los animales que puedan llevar con ellas. Es común encontrar avisos sobre la fragilidad de las dunas y de su vegetación en los accesos a muchas playas, pero también es habitual que muchas personas atraviesen las dunas o busquen sus enclaves menos accesibles y solitarios para descansar.

Riesgos de degradación física

La compactación debido al pisoteo y la remoción de la arena a causa del paso de personas y animales son dos de los riesgos de degradación física más importantes. A eso hay que añadir la destrucción de las propias dunas para sacar arena y utilizarla como sustrato para cultivos u otros fines.

Otro aspecto importante a considerar es que la eliminación de la cubierta vegetal puede alterar profundamente el ecosistema, al desaparecer el efecto de fijación que ejercen las plantas lo que facilita el movimiento y transporte de la arena. En ese caso las dunas podrían regenerarse colocando captadores de arena que permitan la acumulación de ésta (ver fotografía A1.2). No obstante, hay que ser cuidadoso con el manejo de los captadores y utilizarlos únicamente en el caso en que sea preciso, ya que de otra manera podrían alterarse las condiciones de otros tipos de hábitat como pueden ser los propios de las dunas móviles.

3. EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN Y CALIDAD DEL SUELO

3.1. Factores, variables y/o índices

No se cuenta con información suficiente para establecer qué parámetros edáficos son los más importantes desde el punto de vista de este tipo de hábitat. No obstante, algunos de los factores que tienen más influencia sobre los suelos son aquellos que pueden afectar a la movilidad de la arena, a la salinidad y hu-

medad del perfil y a la capacidad de drenaje. Además, podrían ser también importantes las poblaciones de microorganismos y la actividad microbiológica, que ayudarían al desarrollo de la estructura edáfica y al desarrollo de las plantas en suelos tan escasos de nutrientes como los Arenosoles.

1. Movilidad de la arena

- a) Variable funcional.
- b) Grado de relevancia obligatoria.
- c) Se propone su medida por medio de la instalación de clavos o estacas en los/as que se pueda medir la posición relativa de la superficie del suelo a lo largo del tiempo.
- d) Procedimiento de medición: se medirá la distancia desde la parte superior del clavo o estaca hasta la superficie del suelo.
- e) Umbrales de referencia. No se dispone de umbrales de referencia para este parámetro.

2. Salinidad del suelo

- a) Variable funcional.
- b) Grado de relevancia obligatoria.
- c) Se propone su medida a través de la conductividad eléctrica de un extracto suelo:agua.
- d) Procedimiento de medición: realización del extracto 1:5 (Richards, 1974).
- e) Umbrales de referencia: no se cuenta con datos suficientes para establecer estos umbrales.

3. Humedad del suelo

- a) Variable funcional.
- b) Grado de relevancia obligatoria.
- c) Se propone su medida a través de gravimetría.
- d) Procedimiento de medición: pesado en húmedo, secado de la muestra a 50°C hasta peso constante para evitar pérdidas de agua por la posible presencia de yeso y pesado de nuevo en seco. Cálculo del % de agua de la muestra.
- e) Umbrales de referencia: no se cuenta con umbrales de referencia para esta variable.

4. Profundidad de la capa freática

- a) Variable funcional.
- b) Grado de relevancia recomendada.
- c) Se propone medir la profundidad del nivel freático.
- d) Procedimiento de medición: instalación de tubos

de PVC taladrados adecuadamente en su parte inferior y que dispongan de un tapón en la parte superior. Para la medida se levantará el tapón y se introducirá un metro o una cinta métrica con un sensor adecuado que indicará a qué profundidad se encuentra en agua.

- e) Umbrales de referencia: no se cuenta con umbrales de referencia, pero como valor orientativo la capa freática debería estar por debajo de los -100 cm.

5. Períodos de inundación del suelo

- a) Variable funcional.
- b) Grado de relevancia obligatoria.
- c) Se propone medir la duración, al cabo del año, en la que el agua se encuentra sobre la superficie del suelo.
- d) Procedimiento de medición: se contabilizará el número de meses en los que el agua se encuentre por encima de la superficie del suelo.
- e) Umbrales de referencia: el tipo de hábitat no debería inundarse.

6. Biomasa microbiana

- a) Variable funcional.
- b) Grado de relevancia: falta información para valorar la importancia de este parámetro.
- c) Se propone medir la biomasa microbiana
- d) Procedimiento de medición: se mediría según Vance *et al.* (1987)
- e) Umbrales de referencia: se desconocen.

7. Actividades enzimáticas

- a) Variable funcional.
- b) Grado de relevancia: falta información para valorar la importancia de este parámetro.
- c) Se propone medir las actividades deshidrogenasa, ureasa, fosfatasa ácida y β -glucosidasa.
- d) Procedimiento de medición: se medirían según García & Hernández (2000).
- e) Umbrales de referencia: se desconocen.

3.2.- Protocolo para determinar el grado de conservación del suelo

Debido a la escasez de datos edáficos relativos a este tipo de hábitat, lo primero que se debe hacer es obtener dicha información de base. Para esto se deberían realizar prospecciones en lugares seleccionados

de diferentes localidades. En estas prospecciones debe tenerse en cuenta el estado de desarrollo de las plantas para tratar de relacionarlo con los parámetros edáficos que se recojan. Sólo así se podrán establecer umbrales que permitan identificar las condiciones óptimas para el tipo de hábitat.

Una vez que se cuente con valores umbrales para los diferentes parámetros, habría que diseñar una red de muestreo adecuada en las localidades que se indican en el apartado siguiente. Igualmente, la periodicidad del muestreo se debe fijar en relación a los estudios previos, aunque dada la fragilidad de estos sistemas, debería de hacerse, como mínimo, dos veces al año.

3.3. Protocolo para establecer un sistema de vigilancia global del estado de conservación

La situación idónea para llevar a cabo el seguimiento obligaría a trabajar en todas y cada una de las localidades establecidas en el *Inventario Nacional de Hábitats* en las que se encontrara el tipo de hábitat 2210. En caso de que esto no fuese factible, habría que seleccionar aquellas localidades con mayor riesgo de recibir impactos a causa de su situación geográfica y en base a los usos del territorio en el entorno.

Hasta que no se cuente con la información de base suficiente no se puede establecer una red de seguimiento adecuada, ya que se trataría de comparar situaciones con distintos grados de perturbación, natural o inducida por el hombre, que puedan revelar las causas de las diferencias observadas en el estado de conservación.

En principio, la situación natural de referencia podría estar constituida por las formaciones maduras de enebral de las dunas móviles de Doñana.

4. RECOMENDACIONES GENERALES DE CONSERVACIÓN

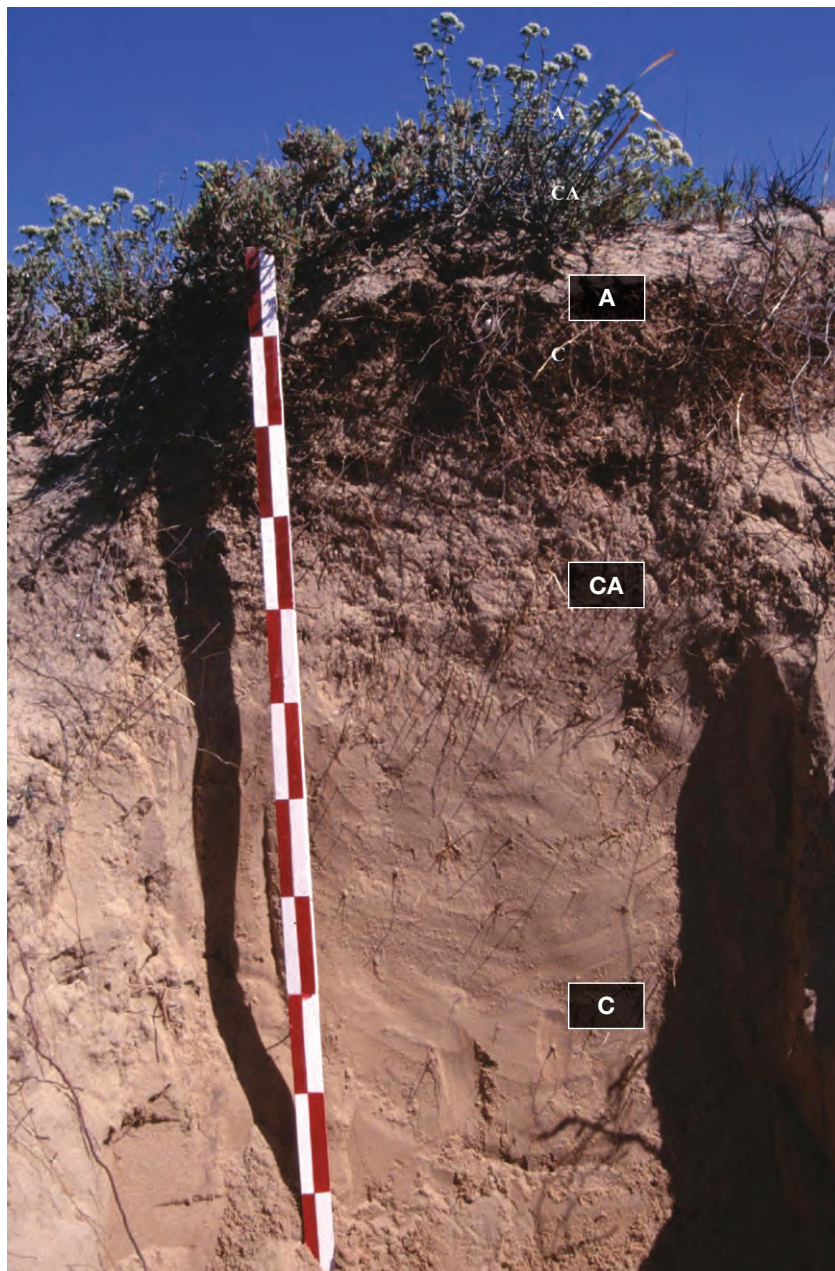
La vulnerabilidad y escasa capacidad de los sistemas dunares para adaptarse a los cambios (Williams *et al.*, 2001) hace necesario regular, planificar y controlar muy bien cualquier intervención que se desarrolle en estos tipos de hábitat. Es imprescindible conocer las condiciones locales en cuanto a la mor-

fología del sistema dunar, los gradientes a diferentes escalas y cómo responde la vegetación a ellos. El pisoteo de las dunas, la remoción de arena, la recolección incontrolada de plantas, las actuaciones de revegetación con especies no adecuadas (ver fotografía A1.3) y cualquier otro factor que pueda impactar sobre estos sistemas deben ser estrictamente controlados.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ-ROGEL, J., CARRASCO, L., MARÍN, C. M. & MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, J.J., 2007. Soils of a Dune Coastal Salt Marsh System in Relation to Groundwater Level, Micro-Topography and Vegetation Under a Semiarid Mediterranean Climate in SE Spain. *Catena* 69: 111-121.
- ÁLVAREZ-ROGEL, J., MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, J.J., CARRASCO, L. & MARÍN, C.M., 2006. A Conceptual Model of Salt Marsh Distribution in Coastal Dunes of Southeast Spain. *Wetlands* 26: 703-717.
- ÁLVAREZ-ROGEL, J., MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, J.J., JORDÁN, J., CONESA, E., MUNUERA, M., OROZCO, E., FRANCO, J.A., ÁLVAREZ-ROGEL, Y., CARRASCO, L. & MARÍN, C.M., 2004. *Estudio para el manejo de los arenales y pinar de Coterillo en el Parque Regional de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar*. ETSIA-Universidad Politécnica de Cartagena. Informe para la Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente de la Comunidad de Murcia.
- BARBOUR, M.G., 1978. The Effect of Competition and Salinity on the Grow of Salt Marsh Plant Species. *Oecology* 37:93-97.
- GARCÍA, C. & HERNÁNDEZ, M.T., 2003. *Técnicas de análisis de parámetros bioquímicos en suelos: medida de las actividades enzimáticas y biomasa microbiana*. Mundiprensa. 371 p.
- HARPER, T.K. & BELNAP, J., 2001. The Influence of Biological Soil Crusts on Mineral Uptake by Associated Vascular Plants. *Journal of Arid Environments* 47: 347-357.
- LANGE, O.L., KEDION, G.J., BUDEL, B., MEYER, A., KILIAN, E. & ABELIOVICH, A., 1992. Taxonomic Composition and Photosynthetic Characteristics of the 'Biological Soil Crusts' Covering Sand Dunes in the Western Negev Desert. *Functional Ecology* 6: 519-527.
- MALAM-ISSA, O., LE BISSONNAIS, Y., DÉFARGE, C. & TRICHET, J., 2001a. Role of Cyanobacterial Cover on Structural Stability of Sandy Soils in the Sahelian Part of Western Niger. *Geoderma* 101: 15-30.
- MALAM-ISSA, O., STAL, L.J., DÉFARGE, C., COUTÉ, A. & TRICHET, J., 2001b. Nitrogen Fixation by Microbial Crusts from Desiccated Sahelian Soils (Niger). *Soil Biology and Biochemistry* 33: 1425-1428.
- NRCS (Natural Resources Conservation Service), 1997. *Introduction to microbiotic crusts*. US Department of Agriculture.
- RICHARDSON, J.L., ARNDT, J.L. & MONTGOMERY, J.A., 2001. *Hydrology of Wetland and Related Soils*. In: Richardson, J.L. & Vepraskas, M.J. (eds.). *Wetlands Soils*. Boca Raton, USA. Lewis Publishers, CRC Press. pp 35-84.
- SOIL TAXONOMY, 1999. *A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*. 2nd Edition. Washington, DC. US Dep. Agricult. Nat. Res. Cons. Serv. Agriculture Handbook n° 436.
- VANCE, E.D., BROOKES, P.C. & JENKINSON, D.S., 1987. An Extraction Method for Measuring Soil Microbial Biomass-C. *Soil Biology & Biochemistry* 19: 703-707.
- 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. 1.937-1.960.
- WRB, 2007. *Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007*. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos n° 103. Roma: FAO.

6. FOTOGRAFÍAS



Fotografía A1.1

Perfil tipo para *Crucianellion maritimae*. Parque Regional de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar (Murcia).



Fotografía A1.2

Captadores de arena instalados en las dunas del Parque Regional de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar (Murcia).



Fotografía A1.3

Duna del *Crucianellion maritimae* invadida por individuos de *Agave americana*, especie introducida con poco acierto para fijar las dunas y que actualmente constituye un plaga de difícil erradicación. Parque Regional de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar (Murcia).