



Biología de Huelva

Naturaleza, Biodiversidad,
Bioindicadores y Biomarcadores

Rafael Torronteras Santiago
[Ed.]

 DIPUTACIÓN
DE HUELVA

 uhu.es
PUBLICACIONES

 CÁTEDRA
DE LA PROVINCIA



Biología de Huelva

Naturaleza, Biodiversidad,
Bioindicadores y Biomarcadores





Biología de Huelva

Naturaleza, Biodiversidad,
Bioindicadores y Biomarcadores



Rafael Torronteras Santiago [Ed.]

DATOS EDICIÓN

PRIMERA EDICIÓN EN FORMATO EBOOK: ENERO 2021

I.S.B.N. (ebook): 978-84-18984-95-2

© Servicio de Publicaciones
Universidad de Huelva

Maquetación y Ebook

© Rafael Torronteras Santiago [Ed.]

Art&maña Publicitaria (artimana.com)

Esta obra se publica bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-
NoComercial-SinObraDerivada 3.0 España



Obra sometida al proceso de evaluación de calidad editorial por el sistema de revisión por pares.

Publicaciones de la Universidad de Huelva es miembro de UNE

Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de este libro puede reproducirse o transmitirse por ningún procedimiento electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia, grabación magnética o cualquier almacenamiento de información y sistema de recuperación, sin permiso escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutivo de delito contra la propiedad intelectual.

EL EBOOK LE PERMITE



Citar
el libro



Navegar por
marcadores e
hipervínculos



Realizar notas
y búsquedas
internas



Volver al índice
pulsando el pie de
la página



Comparte
#LibrosUHU



Únete y
comenta



Novedades
a golpe
de clic



Nuestras
publicaciones
en movimiento



Suscríbete
a nuestras
novedades

Índice

00. Prólogo	
Rafael Torronteras Santiago.....	9
01. Las bacterias extremófilas de los ríos ácidos de Huelva	
Francisco Córdoba García	17
02. Una microalga del río Tinto que aporta beneficios para la salud	
Francisco J. Navarro Roldán.....	51
03. Síntesis de la flora de la provincia de Huelva	
Adolfo F. Muñoz Rodríguez María Dolores Infante Izquierdo Enrique Sánchez Gullón	77
04. Vegetación general de Huelva	
Pablo J. Hidalgo Fernández	115
05. Hongos: ecología y biodiversidad en ecosistemas litorales de Huelva	
Francisco Javier Jiménez Nieva Francisco de Asís Sánchez González Cristina Caetano Sánchez	145
06. Monitorización del estrés ambiental en el medio acuático mediante la evaluación de biomarcadores inducidos por cadmio en <i>Carassius auratus</i> (Linneo, 1758)	
Yoselin Roa Aravena Antonio L. Canalejo Raya Rafael Torronteras Santiago	187
07. Moluscos dulceacuícolas de Huelva	
Juan Carlos Pérez Quintero	235
08. Anfibios y reptiles de la provincia de Huelva	
Juan Pablo González de la Vega Juan Carlos Pérez-Quintero	259
09. Ictiofauna continental onubense	
José Prenda Marín	295
10. Los mamíferos en Huelva	
Javier Calzada Carlos Gutiérrez-Expósito Jacinto Román Juan Quetglas	335
11. Ecología del litoral onubense (I): marismas mareales	
Eloy M. Castellanos Verdugo Carlos J. Luque Palomo	379
12. Ecología del litoral onubense (II): sistemas dunares	
Carlos J. Luque Palomo Eloy M. Castellanos Verdugo	417



Prólogo

Rafael Torronteras Santiago

Grupo Investigación de Respuestas Celulares al Estrés Ambiental (BIO-282). Área de Biología Celular. Departamento de Ciencias Integradas. Facultad de Ciencias Experimentales-Centro de Investigación RENSMA. Campus de Excelencia Ceimar. Universidad de Huelva. Campus de El Carmen. Bulevar de las Artes y las Ciencias, s/n. E-21071-Huelva. España.

Dr. Rafael Torronteras Santiago || torronte@uhu.es

Tel.: +34 959 21 98 91 || Fax: +34 959 21 94 67







Prólogo

Rafael Torronteras Santiago



Este libro surge como reconocimiento y modesto homenaje a la Biología en Huelva. A esa Biología con mayúsculas que los miembros, en su mayoría biólogos, del **Departamento de Biología Ambiental y Salud Pública de la Universidad de Huelva**, quisieron *cultivar*, poner en valor y desarrollar con la constitución de dicho departamento y desde él. En este curso 2020/21 se han cumplido 20 años de la creación de ese querido departamento y que, desgraciadamente, fue eliminado en 2016 con motivo de las restricciones económicas impuestas por el Plan de Refinanciación de la Universidad. Dicho Plan supuso la fusión y desaparición de muchos departamentos, entre ellos el nuestro.

Para los biólogos de aquel Departamento de Biología Ambiental y Salud Pública de Huelva era importante visibilizar, de manera institucional, la importancia y el gran valor de los estudios de Biología en la provincia de Huelva y, además, hechos desde su Universidad.

La configuración del **Departamento de Biología Ambiental y Salud Pública** se fue fraguando desde que en 1997 (hace 25 años) empezaron a llegar a la Universidad de Huelva un grupo importante de nuevos profesores de Biología. Y ello fue posible gracias a la implantación de nuevos estudios en nuestra Universidad, como los de Ciencias Ambientales (curso 1996/97). Así se fueron contratando y se fueron formalizando plazas de profesorado universitario en 4 grandes áreas de conocimiento: en Biología Animal (Zoología), Biología Celular, Biología Vegetal (Botánica), y Ecología.

No obstante, y en honor a la verdad, hay que decir que la presencia de los estudios de Biología y de profesionales de la Biología (biólogos y biólogas) en la institución universitaria de Huelva no era nueva con la creación de este departamento, aunque sí era la primera vez que su presencia se consolidaba de manera institucional con departamento de biología, a la vez que se hacía más numerosa.

Los primeros biólogos y biólogas en los centros universitarios de Huelva estuvieron impartiendo sus conocimientos en la Escuela del Profesorado de E.G.B. de Huelva (antigua “Escuela Normal”), al principio dependiente de la Universidad de Sevilla y que se alojó en las instalaciones de lo que hoy conocemos como Campus de Cantero Cuadrado, y que son las dependencias actuales del Rectorado de la UHU. En esa Escuela Universitaria de Profesorado de E.G.B. se impartían especialidades de Ciencias Humanas, Literatura, Preescolar, Idiomas y Ciencias. Esta última especialidad incluía tres



grandes disciplinas, cada una integrada en un “Seminario” propio: “Seminario de Física y Química”, “Seminario de Matemáticas” y “Seminario de Ciencias Naturales”.

El Seminario de Seminario de Ciencias Naturales estuvo integrado originalmente por D^a Librada Vázquez Domínguez (licenciada en Ciencias Naturales y Catedrática de Escuela Universitaria), D^a Francisca Fernanda Fernández Illescas (licenciada en Ciencias Biológicas y Titular de Escuela Universitaria) y D^a Ana María Wamba Aguado (licenciada en Ciencias Biológicas y Titular de Escuela Universitaria), a los que se unieron D. Carlos González y Díaz de la Cortina (licenciado en Geología y Titular de Escuela Universitaria) y D. Miguel Ángel López Peña (licenciado en Ciencias Biológicas y Titular de Escuela Universitaria, que tras varios años en Huelva obtuvo una plaza en la Universidad de Sevilla). Tras la marcha de D. Miguel Ángel López Peña, se incorporó el profesor D. Francisco Córdoba García, como Catedrático de Escuela Universitaria, y al año siguiente se incorporó el también profesor D. Juan Carlos Pérez Quintero, como Titular de Escuela Universitaria.

Desde aquí también nuestro más profundo y eterno reconocimiento, admiración y agradecimiento a todos ellos por promover la enseñanza y el conocimiento de la Biología, y especialmente por hacerlo en tiempos difíciles donde la escasez de recursos y medios era habitual.

Con la creación de la Universidad de Huelva en 1993 y la adscripción de la Escuela de Magisterio a la UHU, los miembros (biólogos y biólogas) del “*Seminario de Ciencias Naturales*” de dicha Escuela se incorporaron a distintos departamentos de la nueva universidad. La profesora D^a Ana Wamba Aguado y el profesor D. Carlos González y Díaz de la Cortina se adscribieron al “Departamento de Didácticas Especiales”, mientras que los profesores, D^a Francisca Fernanda Fernández Illescas (Botánica), D. Francisco Córdoba García (Biología Celular), y D. Juan Carlos Pérez Quintero (Zoología) se integraron en la plantilla del Departamento de Ciencias Agroforestales, difuminándose así su presencia entre una inmensa mayoría de profesionales y áreas de la ingeniería, adscritas a ese mismo departamento.

En 1997 con la implantación de nuevas titulaciones, como la de Ciencias Ambientales, comienzan a incorporarse un mayor número de biólogos en el departamento de Ciencias Agroforestales, a distintas áreas de conocimiento.

Así, al **área de Ecología** se incorporan los profesores Eloy M. Castellanos Verdugo, Francisco Javier Jiménez Nieva y Carlos Javier Luque Palomo. En el **área de Biología Celular** se incorporan, además del mencionado profesor Francisco Córdoba García, los profesores Rafael Torronteras Santiago, Francisco J. Navarro Roldán y Antonio L. Canalejo Raya. En el **área de Botánica**, además de la mencionada profesora Francisca F. Fernández Illescas se incorporan los profesores Adolfo F. Muñoz Rodríguez y Pablo Hidalgo Fernández. Y, finalmente, en el **área de Zoología** se incorporan además del profesor Juan Carlos Pérez Quintero, los profesores José Prenda Marín y Javier Calzada Samperio.

Este grupo de biólogos y biólogas no solo se fueron incorporando a las distintas áreas de conocimiento que luego dieron origen a la creación del Departamento de Biología Ambiental y Salud Pública, junto al área de Medicina Preventiva y Salud Pública, sino que también fueron creando y/o incorporándose a distintos grupos de investigación de la Universidad de Huelva, y adscritos al Plan de Investigación, Desarrollo e Innovación de la Junta de Andalucía (PAIDI). Así nos encontramos con la participación de estos biólogos y biólogas en los siguientes grupos de investigación:

**GRUPO BIO-282: Respuestas y Adaptaciones Celulares Frente al Estrés Ambiental.**

Dirigido por Francisco Córdoba García y con la participación entre otros miembros de Rafael Torronteras Santiago, Antonio L. Canalejo Raya y Pablo Hidalgo Fernández.

Grupo RNM-324: Biología de las Aguas Epicontinentales.

Dirigido por José Prenda Marín, y con la participación entre otros miembros de Juan Carlos Pérez Quintero.

GRUPO RNM-311: Ecología y Medio Ambiente.

Dirigido por Eloy M. Castellanos Verdugo, y con la participación entre otros miembros de Carlos J. Luque Palomo.

GRUPO RNM-358: Marismas y Playas.

Dirigido por Adolfo F. Muñoz Rodríguez, y con la participación entre otros miembros de F. Javier Jiménez Nieva y Javier Calzada Samperio.

GRUPO SEJ-523: Prevención de Riesgos Laborales.

Con la participación entre otros miembros de Francisco J. Navarro Roldán.

Muchas han sido las investigaciones que estos profesores y profesoras han realizado desde que empezaron a incorporarse a la Universidad de Huelva, y terminaron por constituir hace 20 años el **Departamento de Biología Ambiental y Salud Pública**. De ello, da buena cuenta las numerosas y prestigiosas publicaciones y artículos científicos de sus *curricula*. Este libro sobre la Biología de Huelva supone todo un esfuerzo por mostrar parte de esos estudios biológicos en esta provincia. Cada uno de los distintos profesores de biología, y atendiendo a sus áreas de conocimiento, han dedicado uno de los capítulos de este libro a temas como la flora, la fauna, la vegetación, la ecología, los espacios naturales, la microbiología y las características ambientales de Huelva.

Así, en el **Capítulo 1**, se presentan “**las bacterias extremófilas de los ríos ácidos de Huelva**”. Estas bacterias son responsables en gran parte del denominado Drenaje Ácido de Rocas –cuando no se considera el efecto antropogénico- o del Drenaje Ácido de Minas –cuando su intensidad depende de las explotaciones mineras-, fenómeno por el cual se originan estas corrientes de agua caracterizadas por su acidez, color, y transporte de una variedad de metales. Estas bacterias tienen cada día mayor interés en la industria biometalúrgica. En otro sentido, la eliminación de metales de diversos residuos tiene también el interés cada vez mayor de mejorar la calidad ambiental y favorecer un desarrollo sostenible.



En el **Capítulo 2** se nos habla de “una microalga del río Tinto que aporta beneficios para la salud”, y donde se evalúa la capacidad antimicrobiana de algunos extractos obtenidos a partir de la microalga *Coccomyxa onubensis* (*C. onubensis*), un microorganismo extremófilo aislado de drenajes ácidos de la zona minera del río Tinto (Huelva, España). Así mismo la biomasa de esta microalga es rica en proteínas, lípidos, hidratos de carbono, antioxidantes y vitaminas, y, por lo tanto, su posibilidad de servir como alimento para animales también ha sido estudiada.

El **Capítulo 3** nos aporta una **síntesis de la flora de la provincia de Huelva** que posee una flora de plantas vasculares que reúne unos 1700 taxones, lo que supone una riqueza alta por su posición en un importante punto caliente de biodiversidad mundial. La singularidad de su flora es muy alta debido al gran número de endemismos que contiene, lo que determina que posea un número muy elevado de especies protegidas incluidas en el Catálogo de Especies Amenazadas de Andalucía. En Huelva habitan 10 taxones en peligro de extinción y 27 vulnerables, a los que hay que añadir 21 incluidos en el régimen de protección especial.

El **Capítulo 4** se dedica a la **vegetación general de Huelva** porque esta provincia es la de mayor superficie arbolada de Andalucía, aunque la mayoría de estos bosques proceden de plantaciones forestales, algunas muy antiguas. No obstante, aún conserva grandes extensiones de vegetación natural derivada de los enormes bosques mediterráneos de encina y alcornoque que poblaban la Península Ibérica. Se pueden identificar distintos tipos de encinares y alcornocales dependiendo de la litología y el bioclima. Con respecto a las plantaciones forestales, son muy frecuentes las de pinares y eucaliptares. Finalmente, en el corazón de la sierra, existen abundantes castañares, introducidos desde hace siglos para la explotación de su fruto y la madera.

El **Capítulo 5** nos habla de los **hongos: ecología y biodiversidad en ecosistemas litorales de Huelva**. En este capítulo nos centramos en la biodiversidad fúngica y su importancia en el funcionamiento de los ecosistemas terrestres onubenses, aspecto que ha permanecido hasta la fecha sumido en una importante laguna de conocimiento, usando como ejemplo 70 especies diferentes de hongos (aunque se citan un total de 292 especies distribuidas por los diferentes órdenes y las principales familias de este reino), seleccionadas entre las más representativas y/o singulares de la comarca del litoral onubense.

En el **Capítulo 6** se presenta un ejemplo de las muchas investigaciones ambientales realizadas en Huelva y dedicada a la **monitorización del estrés ambiental en el medio acuático mediante la evaluación de biomarcadores inducidos por cadmio en *Carassius auratus* (Linneo, 1758)**. La contaminación en el medio acuático es un problema cada vez más serio y que va en aumento. Los organismos acuáticos, pueden acumular los xenobióticos del agua contaminada o de la cadena trófica. En peces expuestos a bajas concentraciones de un metal como el cadmio, muy presente en los drenajes en Huelva, se produce una bioacumulación en los tejidos asociada a la inducción de estrés oxidativo y el desarrollo de daño genotóxico. Los biomarcadores tempranos de exposición y efecto utilizados en este estudio aparecen como herramientas útiles para la biomonitorización de la contaminación ambiental en el medio acuático.

El **Capítulo 7** nos habla de los **moluscos dulceacuícolas de Huelva**. La fauna de invertebrados de Huelva ha sido, en general, poco estudiada. Existe gran cantidad de información acerca de la estructura de las comunidades en entornos emblemáticos como el Parque Nacional de Doñana o el



Paraje Natural Marismas del Odiel, pero del resto de la provincia de Huelva sólo se conocen mosaicos aislados. En este capítulo se recapitula información sobre 12 familias, 30 géneros y 32 especies (26 autóctonas y 6 introducidas).

El **Capítulo 8** nos descubre los **anfibios y reptiles de la provincia de Huelva**. En él se presentan las especies estudiadas a lo largo 36 años de salidas al campo para la confección del Atlas Herpetológico de la Provincia de Huelva, y paralelamente, el Atlas Herpetológico de Andalucía. Se hace una breve reseña de cada una de las especies y se aportan fotografías de las mismas. En total son 43 las especies presentes en la geografía onubense, de ellas 13 son anfibios, 9 son quelonios, cinco de las mismas son tortugas marinas que deben ser tratadas como especies divagantes, y un galápagos americano introducido, pero con poblaciones estables y perfectamente aclimatada, 12 saurios, 1 anfisbénido y 8 ofidios.

El **Capítulo 9** se centra en la **ictiofauna continental onubense**. Los peces continentales son los vertebrados más diversos y los más amenazados. En total se aporta información sobre 96 localidades continentales, la mayoría fluviales, en las que se han registrado 38 especies de peces, de las que 18 son de distribución primaria, es decir, estrictamente continentales. Esta extraordinaria ictiofauna está expuesta a un grave riesgo de extinción, como se puede comprobar a partir de las extinciones locales registradas en este trabajo. De aquí se deduce que se deben redoblar los esfuerzos de protección de los hábitats acuáticos.

El **Capítulo 10** nos descubre **los mamíferos en Huelva**. Esta provincia posee 23 espacios protegidos, entre ellos un Parque Nacional, dos Parques Naturales, ocho Parajes Naturales, un Paisaje Protegido, tres Reservas Naturales y una Reserva Natural Concertada. Entre todos los espacios protegen el 30% del territorio de la provincia de Huelva. Pero lo que es menos conocido es que Huelva es también rica y diversa en mamíferos. Como relata este capítulo, se han citado en la provincia hasta 72 especies distintas de mamíferos y 51 son comunes: seis especies de insectívoros, ocho especies de roedores, dos de lagomorfos, 19 especies de murciélagos, tres especies de ungulados, 10 de carnívoros y tres cetáceos. No en vano la provincia cuenta con seis áreas ZIM, Zonas Importantes para los Mamíferos de España.

El **Capítulo 11** está dedicado a la **ecología del litoral onubense (1): marismas mareales**. Las marismas mareales son ecosistemas únicos, de alto valor ecológico, que ofrecen bienes y servicios que trascienden del ámbito geográfico local y repercuten tanto a escala regional como global. Huelva es rica en estos ecosistemas. Los organismos son mayoritariamente halófilos y sus productores primarios exclusivamente especies halófitas, con adaptaciones que les permiten vivir en estos ambientes. A escala regional, las marismas, son zona de cría, guardería y alimentación de numerosas especies animales en el Golfo de Cádiz, algunas de interés comercial. A escala global, las marismas onubenses estén mundialmente reconocidas por su importancia ornitológica, fundamentales para las aves de humedales que, en sus rutas migratorias, encuentra en las marismas de Huelva puntos de alimentación, descanso y reproducción.

Y el **Capítulo 12** nos habla de la **ecología del litoral onubense (2): sistemas dunares**. Los sistemas dunares costeros son ecosistemas de transición de distribución mundial. Si bien están ceñidos a una pequeña franja del litoral, aportan importantes bienes y servicios ecosistémicos. Sin embargo, son espacios sometidos a una enorme tensión ambiental debido a la gran demanda por parte del



hombre para establecer instalaciones y realizar otros usos y actividades en su territorio (viviendas, paseos marítimos, vías de comunicación, agricultura, balnearios, etc.). Se consideran espacios amenazados y llegando incluso a su eliminación. La mayor parte de la costa de la provincia de Huelva dispone de una inmensa riqueza de sistemas dunares, con diferentes formaciones geomorfológicas. Dunas blancas, bosques litorales y dunas móviles forman parte de los sistemas dunares de un enorme valor natural.

Esperamos que el lector disfrute con esta Biología de Huelva que aquí le hemos querido mostrar y, sobre todo, poniendo de relieve el altísimo valor biológico, ecológico y medioambiental de la provincia de Huelva, así como visibilizar y reconocer el trabajo que los biólogos y biólogas de la Universidad de Huelva realizan desde que empezamos a incorporarnos a ella.

Finalmente, queremos agradecer a la Universidad de Huelva, al Vicerrectorado de Extensión Cultural y al Servicio de Publicaciones de la Universidad que hayan facilitado y posibilitado que este libro pueda ver la luz para conocimiento por parte de todos los onubenses de la riqueza de su tierra, de su naturaleza. Nos mueve también a ello el favorecer su protección, defensa y conservación. Y, al mismo tiempo, que este libro sirva también de estímulo a todos aquellos apasionados por la Biología y no duden en lanzarse a su estudio y conocimiento.



12



Ecología del litoral
onubense **I2I**
Sistemas dunares

Carlos J. Luque Palomo* || Eloy M. Castellanos Verdugo

Grupo de Investigación Ecología y Medio Ambiente (RNM-311). Área de Ecología. Departamento de Ciencias Integradas. Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Huelva. Campus de El Carmen. Bulevar de las Artes y las Ciencias, s/n. E-21071-Huelva. España.

* Corresponding author

Dr. Carlos J. Luque Palomo

|| carlos.luque@dbasp.uhu.es

Tel.: +34 959 21 98 87 || Fax: +34 959 21 94 67







Ecología del litoral onubense [2] Sistemas dunares

Carlos J. Luque Palomo || Eloy M. Castellanos Verdugo



RESUMEN

Los sistemas dunares costeros son ecosistemas de transición de distribución mundial. Aunque están ceñidos a una pequeña franja del litoral, aportan importantes bienes y servicios ecosistémicos. Sin embargo, son espacios sometidos a una enorme tensión ambiental debido a la gran demanda por parte del hombre para establecer instalaciones y realizar otros usos y actividades en su territorio (viviendas, paseos marítimos, vías de comunicación, agricultura, balnearios, etc.). Se consideran espacios amenazados, y uno de los ecosistemas que han sufrido más alteraciones, llegando incluso a su eliminación.

Los factores ambientales que inciden resultan extremos para gran parte de los seres vivos, (inestabilidad del sustrato, escasez de nutrientes y agua dulce, elevada salinidad en suelo y aire, etc.), que restringen su establecimiento. Son pocas las especies adaptadas a los rigores de estos factores, que se suavizan a medida que se alejan de la costa, facilitando esto que la riqueza específica aumente. Aun así, las comunidades dunares tienen una gran importancia e interés. Además, hay que considerar que los sistemas dunares son ecosistemas frágiles, que se desestabilizan rápida y fácilmente, otro motivo para que sean protegidos.

Uno de los servicios más citados que prestan los sistemas dunares es proteger la costa frente a los temporales y avenidas. El mar lucha por recuperar su terreno usurpado por el hombre, entrando a veces en conflicto de forma agresiva, dejando ver sus efectos, con destrozos e inundaciones en los paseos marítimos, viviendas, edificios o infraestructuras.

El cambio de conciencia social hacia su conservación ha facilitado la aplicación de diversos instrumentos para su protección, mediante planes generales sobre el litoral, o bien amparados de forma concreta con la declaración de espacios naturales protegidos.

La mayor parte de la costa de la provincia de Huelva dispone de una inmensa riqueza de sistemas dunares, con diferentes formaciones geomorfológicas, y considerados de los mejores de Europa. Dunas blancas, bosques litorales y dunas móviles forman parte de los sistemas dunares de un enorme valor natural que se distribuyen por todo el litoral y que podemos disfrutar en nuestras costas.

PALABRAS CLAVE

Sistemas dunares litorales, vegetación psammófila, conservación, dinámica costera, gestión costera.



[1]

Introducción

Entre dos de los grandes sistemas de la biosfera, marino y terrestre, se forma una frontera, denominada costa. En estos ambientes coexisten y se solapan espaciotemporalmente factores ambientales de ambos sistemas generándose una transición en el eje mar-interior continental, unas veces de forma suave y otras abruptas. Son numerosos los ecosistemas que se forman en esta divisoria, como las marismas, acantilados, manglares, sistemas playas-dunas, etc.

La naturaleza básica de una costa está determinada por la geología y topografía de la costa y de las tierras adyacentes, así como por los procesos físicos que sobre ellas operan, particularmente las acciones de ríos y olas que crean, aportan y distribuyen material sedimentario. Cuando la pendiente costera es demasiado suave para que mediante la energía del oleaje transporte este material se forman las playas (McIntyre, 1977). Sobre estas planicies se depositan las arenas, que constituyen los materiales de construcción de las dunas.

Los sistemas dunares litorales son ecosistemas de transición entre el mar y los netamente terrestres, pero tienen entidad propia como ecosistema. Presentan un carácter muy dinámico, con cambios perceptibles a veces en unos pocos días (Ley *et al.*, 2007), y contienen un valor singular desde un punto de vista ambiental. Su situación fronteriza propicia la conectividad entre los espacios litorales e interiores.

En las dunas litorales existe un gran déficit hídrico, debido a la escasa presencia de agua dulce necesaria para los seres vivos, a pesar de la ingente cantidad de agua existente en la costa. Pero ésta no es provechosa para la biota, pues las sales que contienen son tóxicas a elevadas concentraciones. A esto se une que el sustrato arenoso no retiene el agua de lluvia, percolando a su través hasta alcanzar una capa freática subterránea. La filtración del agua produce el lixiviado de materia orgánica de las capas superiores. Asimismo, la escasa capacidad de intercambio catiónico lo hace pobre en nutrientes. Todo esto explica que las playas sean sistemas oligotróficos, aunque reciben un pequeño subsidio de material orgánico procedente del mar.

Otra de las características más significativas de los sistemas dunares es la inestabilidad del sustrato al estar formado por material particulado no cohesionado. El diferente grado de movilidad de la arena se considera uno de los principales factores que modifica la distribución de las especies y la composición de las comunidades vegetales de los sistemas dunares costeros (Moreno-Casasola, 1986). La movilidad de las arenas dificulta la germinación de las semillas por enterramiento, el establecimiento de las plántulas y la fijación mediante un anclaje más seguro al suelo. El enterramiento de la vegetación se asocia con cambios en la riqueza y diversidad de las especies, con cambios en las especies dominantes y el reemplazo de especies, basado en la tolerancia al enterramiento en todo el gradiente. Dech y Maun (2005) sugieren también que el enterramiento en las dunas de arena es un importante factor causante de la zonificación, y que este fenómeno puede extenderse a lo largo de todo el sistema dunar.

Por otro lado, el desarrollo de las dunas costeras en las zonas templadas está definida por la interrelación entre el aporte de sedimentos arenosos por el mar y la vegetación. En esas zonas, donde la precipitación es suficiente para el crecimiento de la vegetación, la morfología de los sistemas dunares



tiene una relación directa con la distancia desde la duna al mar, debido a que el ambiente salino y desecante que aportan los vientos marinos y la falta de nutrientes selecciona el tipo y variedad de vegetación que puede crecer en cada una de las zonas (Ley *et al.*, 2007).

Los factores ambientales que concurren en las dunas litorales pueden resultar extremos para los seres vivos: un sustrato suelto y de gran movilidad, escasez de agua dulce, baja concentración de nutrientes necesarios para los productores primarios y la elevada presencia de sales tanto en el sustrato como en el aire. Estos factores generan unas duras condiciones para la supervivencia de la biota. La riqueza de especies es relativamente baja pues son pocas las adaptadas para soportar los rigores ambientales. Por ello, el aspecto de gran parte de la vegetación en dunas litorales es pobre, transmitiendo la apariencia de que la vegetación es escasa o ausente. Aun así, estos espacios constituyen una franja de gran importancia.

Debido a las variaciones en la intensidad de algunos factores ambientales, la superficie del terreno es modelada de forma diferencial, y esto genera distintas formaciones geomorfológicas. Igualmente, los gradientes de estos factores determinan un patrón de la distribución y el establecimiento de la comunidad vegetal denominado zonación, con formaciones de comunidades distintas en bandas paralelas a la línea de costa, y con una serie de especies características en cada zona. Determinar con precisión la influencia exacta de cada uno de los factores ambientales (aerosol salino, microclima, humedad, nutrientes, etc.) que influyen en los sistemas dunares resulta difícil debido a la alta covarianza que existe entre ellos (Dech y Maun, 2005).

Un proceso fundamental en el desarrollo de los sistemas dunares es el balance sedimentario existente en la playa, es decir, qué grado de compensación existe entre la erosión y la sedimentación. En caso de que este balance sea favorable a la erosión, serán insuficientes las arenas para ser transportadas hacia el interior y mantener las dunas, y se dice entonces que el sistema es regresivo, mientras que si el aporte neto de arenas es mayor se denomina sistema progradante (Ley *et al.*, 2007). No es raro que ocurran fuertes temporales en el golfo de Cádiz, los cuales modelan la costa sustancialmente, provocando grandes episodios erosivos que arrastran grandes volúmenes de arenas de la costa (Morales *et al.*, 2006).

Los sistemas dunares litorales tienen una elevada importancia por la provisión de ciertos servicios ecosistémicos puesto que las zonas más anteriores del sistema actúan como defensa natural frente al oleaje y la erosión marina, tienen un papel acelerador en el reciclado de nutrientes, proporcionan el hábitat a especies adaptadas a condiciones extremas y a una amplia variedad de vida silvestre, presentan apreciados valores paisajísticos debido a unas formas de relieve y hábitats y ecosistemas singulares, tienen una importante relevancia turístico-recreativa y actúan de tampón frente a la intrusión salina de acuíferos de agua dulce (Balaguer Hugueta y Roig-Munar, 2016).

Se consideran ecosistemas frágiles, pues se desestabilizan rápidamente cuando sufren una perturbación, y provoca la alteración de sus funciones o de su estructura, tanto biótica como abiótica. Por ejemplo, con el pisoteo del paso de personas o vehículos se rompe la estructura dunar arenosa, desmoronándose y perdiendo su compactación natural. O mediante la eliminación de la vegetación, que altera la dinámica eólica de la duna. Su resiliencia varía en función del tipo e intensidad del impacto. Cuando es bajo, se recuperan rápidamente debido al gran dinamismo al que está sometido.



[2]

Estructura y distribución de los arenales costeros

Las dunas litorales constituyen uno de los ecosistemas costeros más variados, conformados por una amplia tipología de formas muy dinámicas que dan lugar a distintos tipos de hábitats. La clasificación de los hábitats dunares costeros en España resulta difícil y existen diferentes propuestas según los criterios que se utilicen (Gracia, 2009).

La Directiva 92/43 de la Unión Europea (Directiva Hábitats) establece 17 hábitats de interés comunitario (HIC) de dunas marítimas, estando considerados seis como hábitats prioritarios. De los 17 HIC europeos, 10 están presentes en las costas onubenses, y de ellos, cinco son prioritarios.

En un transecto trazado desde el borde del agua hacia el interior continental existen varias formaciones geomorfológicas y comunidades biológicas, de forma continua, entre las que no se generan fronteras abruptas claramente definidas, sino que por el contrario pueden incluso superponerse. Así, de modo idealizado y esquemático, y sintetizando distintos puntos de vista de diferentes disciplinas, dicho transecto puede ser descrito de la siguiente forma.

[2.1]

Zona de playa

El continuo aporte de material erosionado del continente transportado por las corrientes marinas y el oleaje, junto con una pendiente de la plataforma litoral muy suave y el gran dinamismo eólico, facilita el depósito de las arenas en la costa, en lo que se denomina playa.

Las comunidades de las playas son relativamente simples y están dominadas por las fuerzas fluctuantes del entorno físico, principalmente por la energía del oleaje y el efecto periódico de las mareas. El sustrato de las playas impone grandes restricciones para su colonización por la vegetación, debido a su gran inestabilidad y movilidad, así como a la pobreza de nutrientes. La presencia de vegetación tiende a ser, por todo ello, a menudo muy escasa, con una distribución irregular y en gran medida fortuita [FIGURA 12-1]. Las presiones de la selección natural asociadas han favorecido a las semillas relativamente grandes que producen plántulas bien dotadas, y con una dormancia que permite su dispersión en el tiempo y en el espacio, siendo una respuesta típica a esta particular extrema impredecibilidad ambiental. Además, para que una colonizadora llegue a tener éxito es crucial disponer de un ciclo de vida apropiado. En las playas, los ciclos más exitosos son los de las plantas anuales de verano y las perennes clonales que proporcionan extrema flexibilidad de crecimiento y reproducción, en respuesta a la imprevisibilidad del ambiente abiótico en el tiempo y el espacio. Se ha observado una gran plasticidad en estas colonizadoras pues algunas especies pueden producir desde unas pocas semillas a casi 2000 al final de sus 5 meses de vida dependiendo de la disponibilidad de nutrientes y la proximidad de las plantas vecinas, así como enormes respuestas de crecimiento de *Salsola kali* y *Cakile marítima* a las variaciones en su suministro de nitrógeno. En las perennes clonales, la tasa y el patrón de desarrollo de los sistemas de rizomas o estolones, con sus yemas latentes, responden de manera similar a las condiciones locales. Ambos tipos de ciclos producen propágulos relativamente grandes (semillas o fragmentos clonales con brotes) que están dotados de reservas de nutrientes suficientes para permitir



su emergencia desde 10-20 cm de profundidad, y luego establecerse con un suministro mínimo de nutrientes externos (Davy y Figueroa, 1993). Las semillas y fragmentos de rizomas de *Elymus farctus* también permiten la colonización de las primeras arenas de la playa (Harris y Davy, 1986).

FIGURA
12-1

Aspecto de la primera fase de un sistema dunar, con un sustrato irregular, afectada por las mareas altas y con una exigua comunidad vegetal.



[2.2]

Dunas pioneras o embrionarias

A continuación, entra en juego de forma decisiva el motor principal de la dinámica en un sistema dunar, el viento. Este, con una dirección predominante de componente oeste en la provincia de Huelva,



desde el mar hacia el continente (Morales *et al.*, 2006) determina que el crecimiento de los arenales onubenses sea siempre hacia levante, y empuja a las arenas hacia el interior, a medida que éstas pierden velocidad debido al rozamiento con otras partículas o bien son frenadas por la interposición de un obstáculo, como restos marinos acumulados, conchas, algas, ramas, etc., depositados por las olas y las mareas. Así comienza el proceso de acumulación de arenas a lo largo de una franja no muy ancha y discontinua, que alcanza unos pocos centímetros de altura. Los restos orgánicos depositados enriquecen con sus nutrientes a un ecosistema predominantemente oligotrófico. En la playa, el medio no es apto para organismos sésiles, lo que le concede un aspecto yermo. Se configuran, de este modo, las dunas embrionarias en la zona supramareal, que son el origen de sistemas muy activos y más complejos.

Al adentrarse hacia el interior, en la zona supralitoral, comienzan a aparecer los primeros productores primarios terrestres, con el papel de colonizadores de arenas. Esta comunidad, debido a las restricciones ambientales, está formada por unas pocas especies, con escasa cobertura y pequeño tamaño. Estas plantas retienen las arenas con sus tallos y hojas y las estabilizan con sus raíces. Normalmente son especies herbáceas, efímeras de marea alta, que posteriormente darán paso a las primeras perennes.

FIGURA
12-2

Cakile maritima subsp. *maritima* (oruga de mar), una de las colonizadoras de las dunas embrionarias.





Son plantas de carácter halonitrófilo, al aumentar las concentraciones de nitrógeno procedentes de los desechos orgánicos marinos o de origen antrópico. La disponibilidad de nitrógeno, principalmente procedente de la mineralización de detritus mareales, es determinante para el establecimiento y el éxito de algunas especies en esta zona (Davy y Figueroa, 1993). Algunas de las especies presentes en estas dunas son la gramínea *Elymus farctus* [= *Agropyron junceiforme*] vulgarmente conocida como junquillo de playa o grama de la arena, y que caracteriza a esta comunidad (*Agropyretum mediterraneum*), *Cakile maritima* subsp. *maritima* (oruga de mar) y *Salsola kali* (barrilla pinchosa) [FIGURA 12-2].

[2.3]

Dunas móviles secundarias o dunas blancas

Tras las dunas embrionarias, a veces sin apenas solución de continuidad con ellas, y en ocasiones superpuesta, aparece una segunda línea de relieve en el sistema dunar, constituida habitualmente por uno o dos cordones dunares móviles.

FIGURA
12-3

Cordón de dunas blancas





FIGURA
12-4

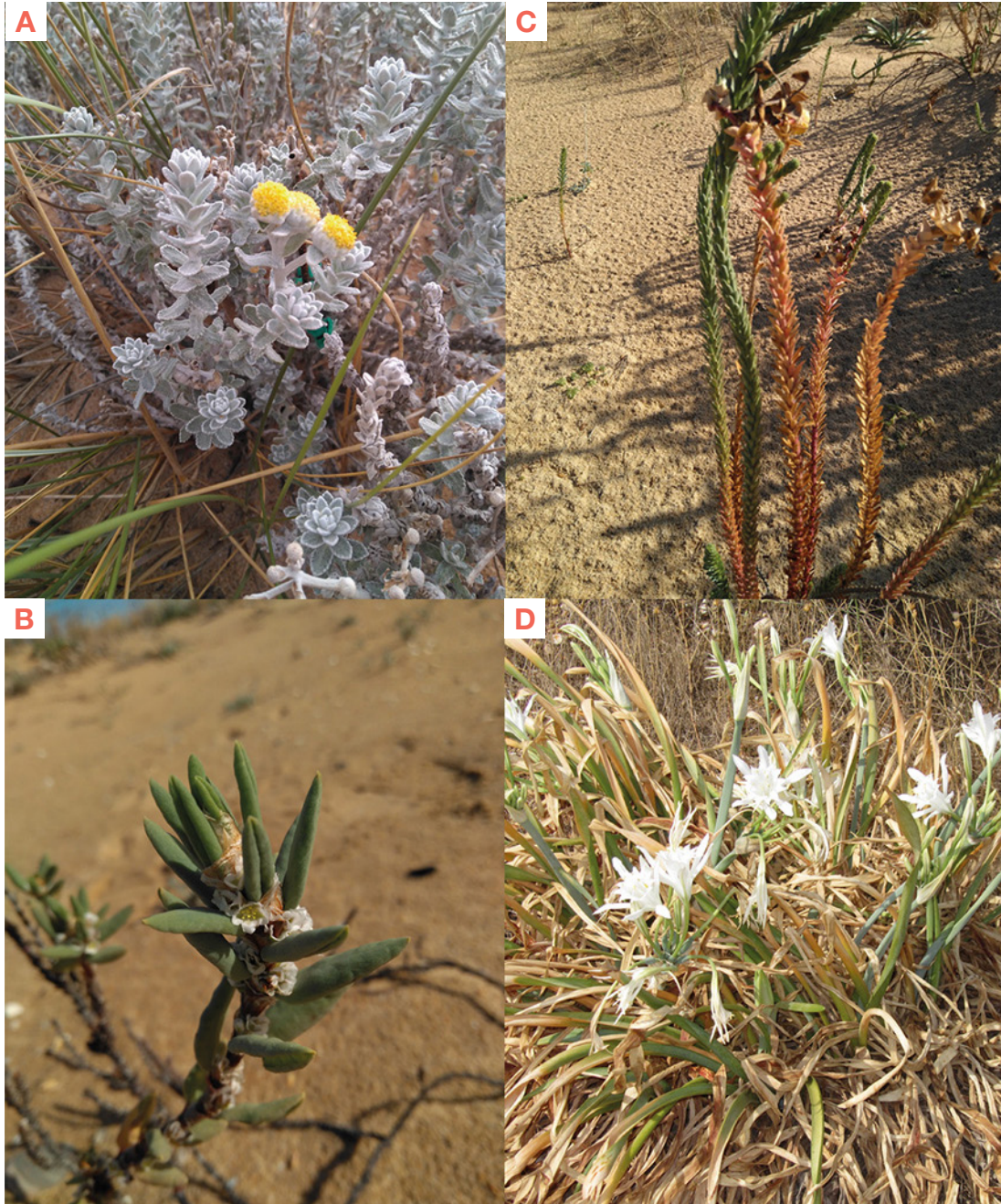
Ammophila arenaria subsp. *arundinacea* (barrón), especie característica de las dunas blancas o secundarias.





FIGURA
12-5

Algunas especies colonizadoras de las dunas blancas: **A:** *Otanthus maritimus*, **B:** *Euphorbia paralias*, **C:** *Polygonum maritimum* y **D:** *Pancratium maritimum*.





A cierta distancia de la costa, el balance entre la velocidad del viento y la fuerza de la gravedad o el rozamiento de los granos de arena entre sí, es el adecuado para que se produzcan acumulaciones de mayor entidad, imposibles en la banda de dunas embrionarias donde la energía del viento y la influencia marina son mayores (Gracia, 2009).

La vegetación terrestre, cada vez más grande y abundante, junto con otros obstáculos frena el movimiento de las arenas, facilitando su depósito. La altura de estas dunas, respecto a las anteriores es significativamente mayor, y va desde alrededor de 0.5 m a unos pocos metros. La concentración de materia orgánica en el sustrato sigue siendo escasa, pues gran parte de la caída de la vegetación es lavada con las lluvias, perdiéndose entre las profundidades de las arenas [FIGURA 12-3].

La especie característica es la estolonífera *Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea*, vulgarmente llamada barrón [FIGURA 12-4]. De hecho es tan distintiva que da nombre al Hábitat de Interés Comunitario de la Directiva Hábitats¹ en el que vive (código 2120 “Dunas móviles de litoral con *Ammophila arenaria* (dunas blancas)”). Se trata de una gramínea que puede alcanzar un metro de altura, y que mediante sus rizomas y estolones le permite un buen anclaje al sustrato arenoso, un crecimiento vegetativo que lo independiza en parte de los riesgos del éxito reproductivo mediante semillas, así como almacenar sustancias de reservas para los momentos más desfavorables.

Al estar más alejada de la influencia mareal y de sus restricciones, aunque debe soportar el azote de los vientos y la salinidad de las microscópicas gotitas de agua marina que estos transportan en spray (spray salino), aparece una mayor cohorte de especies pioneras de carácter psammófilo. Junto a *Ammophila arenaria*, coexiste un par de decenas de especies, como la algodonosa (*Otanthus maritimus*), la lechetrezna de las playas (*Euphorbia paralias*), el cardo marino (*Eryngium maritimum*), el cuernecillo de mar (*Lotus creticus*), la corregüela del mar (*Polygonum maritimum*), la azucena o lirio marítimo (*Pancratium maritimum*) y el carretón de playa, mielga marina o hierba de la plata (*Medicago marina*), entre las más representativas. Esta comunidad vegetal facilita que las arenas queden atrapadas, aumentando su depósito [FIGURA 12-5].

[2.4]

Dunas estabilizadas, dunas grises

Desde la contraduna, situada a sotavento del anterior sistema, y al alejarnos de la playa, comienza otra zona donde las arenas dejan de volar y se estabilizan, tras ser frenadas por la vegetación que alcanza mayor porte y cobertura, y por la protección de los primeros cordones dunares. Además, la intensidad de los factores ambientales, tan restrictivos en el borde marino se suavizan aquí moderadamente.

Esto facilita la aparición de otra comunidad, dominada por otras herbáceas y leñosas de mayor tamaño. Es el hábitat de especies como el cuernecillo de mar (*Lotus creticus*), alhelí de mar (*Malcolmia littorea*), clavellina (*Armeria pungens*), siempreviva (*Helichrysum picardii*), rubia espigada marina (*Crucianella maritima*), *Artemisia crithmifolia*, y ejemplares de retama blanca (*Retama monosperma*),

¹ Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.



romero (*Rosmarinus officinalis*), y aún con porte arbustivo, los primeros pinos piñoneros (*Pinus pinea*), enebros marítimos (*Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa*) y sabinas marítimas (*Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata*), junto a otras especies, en las zonas más alejadas del mar que se continúan con el posterior bosque litoral.

Como ejemplo de las interacciones ecológicas que existen en estos ecosistemas, Dellafiore *et al.* (2006) estudiaron en el sistema dunar de la Flecha del Rompido, la relación entre *Retama monosperma* y los conejos. Observaron que si bien el contenido de semillas de retama en los excrementos de conejo no era muy alto, la germinación de aquéllas resultó significativamente mayor que la de las semillas recogidas directamente del fruto. Esto indica que el paso de las semillas por el tracto digestivo de los conejos aumenta su porcentaje de germinación, y por tanto, facilita el éxito de la dispersión de la retama por aquella zona.

A veces pueden aparecer zonas deprimidas entre dos dunas, donde al abrigo de los vientos, la estabilidad del sustrato es mayor. Además, aquí se acumula materia orgánica arrastrada desde las dunas contiguas, que hace a estos suelos más ricos en nutrientes. En estas depresiones, el nivel freático está más próximo a la superficie, y en algunos casos se llega a almacenar agua en la superficie temporalmente. Esto ocurre en el sistema de dunas móviles en Doñana, donde a estas estructuras se le denominan corrales. Aquí aparece una comunidad hidrofítica, contrapuesta a la xerofítica mayoritaria en los sistemas dunares, con presencia de *Juncus* spp., *Scirpoides holoschoenus*, *Agrostis stolonifera*, camarina (*Corema album*), etc., así como pino piñonero.

[2.5]

Los bosques costeros litorales

Al final del transecto idealizado que se está describiendo, se encuentran los bosques litorales sobre arenas estabilizadas.

Tras los suelos arenosos oligotróficos de las primeras dunas, donde la disponibilidad de agua y de nutrientes resultan los principales limitantes abióticos, ocurre, gracias a la estabilidad que les confiere la vegetación herbácea y la leñosa de bajo porte, su sustitución por un ecosistema terrestre autotrófico cada vez mejor estructurado, donde se establece vegetación arbustiva y arbórea, dando paso a los bosques litorales. Estos bosques constituyen la etapa climácica de los sistemas dunares mediterráneos.

La estructura de los bosques costeros del litoral onubense está configurada principalmente por la presencia tres especies de porte arbóreo, pinos piñoneros (*Pinus pinea*), sabinas negras costeras (*Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata*) y enebros marítimos (*Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa*) en mayor o menor proporción, y que a veces constituyen formaciones mixtas [FIGURA 12-6].

Las tres son nativas de la región mediterránea, aunque en el caso del pino piñonero, su área de distribución es difícil de precisar, al haber sido ampliamente cultivado con el fin de ayudar a la estabilización de dunas y por la importancia de su madera y sus semillas. Es quizás por esto, la especie más abundante de las tres, y es muy característica en gran parte del litoral onubense. Su tronco, que puede llegar a alcanzar los 20 metros, sólo se ramifica en la parte superior, formando conspicuas copas aparasoladas.



FIGURA
12-6

Ejemplares de enebros, pinos y sabinas, que conforman el estrato arbóreo del bosque litoral.



En los bosques mixtos de enebros y sabinas, los primeros dominan sobre las sabinas en las zonas más próximas al mar, tendencia que se invierte hacia el continente.

El enebro marítimo es una especie nativa de la región mediterránea y del suroeste de Asia, aunque en Andalucía solo está presente en unos pocos reductos costeros del golfo de Cádiz. Se contabilizaron unos 9000 individuos, de los que el 60% se localiza en el Parque Nacional de Doñana, por lo que actualmente, este taxón está considerado “en peligro de extinción” por la Junta de Andalucía e igualmente incluido en la Lista Roja de la Flora Vascular Española bajo la categoría de “en peligro crítico”, máximo grado de amenaza (Figuroa *et al.*, 2003). Su madera es resistente y muy estable, lo que contribuyó a que tradicionalmente fuera muy utilizada. Esto, unido a la elevada presión urbanística sobre el litoral de las últimas décadas ha favorecido la merma de sus poblaciones. Presenta portes variables, desde arbustivo a arbóreo, llegando a alcanzar hasta 4-5 metros de altura [FIGURA 12-7].

La sabina negra costera sólo se encuentra en el Mediterráneo occidental y está presente en casi toda la costa andaluza. Puede llegar a alcanzar unos 8 metros de altura, presentando una copa cónica y muy densa desde la base del tronco. Su madera es igualmente muy apreciada por su calidad.

FIGURA
12-7**Detalle de las hojas y gálbulos de enebros.**

Aunque el enebro es una especie dioica, es decir, que los sexos masculino y femenino se encuentran en individuos distintos, y las sabinas son monoicas, la biología reproductiva de ambas especies es compleja. Cuando florecen en otoño, los conos florales femeninos segregan una gota polinizante pegajosa, a la que se adhieren los pequeños granos de polen que llegan con el viento. La gota polinizante es reabsorbida, acercando el polen hacia los óvulos. Entonces los conos florales femeninos comienzan a crecer dando lugar a unas estructuras carnosas denominadas gálbulos, aunque la fecundación de los óvulos por los granos de polen reabsorbidos no se producirá hasta el verano siguiente a la floración. Durante este tiempo, los gálbulos jóvenes alcanzan un tamaño casi definitivo, y pasan de tener un color verde a ser pardos-rojizos o azulados, aunque tardarán aún un año más en madurar. Casi dos años después, a finales de verano o principios de otoño, los gálbulos maduros son tiernos y se desprenden con facilidad. Son frutos nutritivos, apreciados por aves y medianos mamíferos, que tras consumirlos, defecan las semillas, que gracias al paso por el tracto digestivo ven favorecida su germinación. A pesar de ello, la germinación es difícil y lenta, y en una alta proporción ni ocurre, ya que tanto sabinas como enebros producen muchas semillas vanas, sin embrión.



Mediante estudios ecofisiológicos, Figueroa *et al.* (2003) demostraron que las sabinas de las zonas más altas del sistema dunar sufren un mayor estrés durante la época estival debido a que con sus raíces, más superficiales, no llegan a alcanzar las aguas del freático, absorbiendo principalmente el agua del rocío de las mañanas, mientras que los enebros y pinos piñoneros, al tener raíces más profundas presentan un menor estrés hídrico. Asimismo, el exceso de sombreado producido por la abundancia de pinos puede perjudicar a las plántulas y ejemplares más jóvenes de enebros.

La vegetación arbórea está acompañada por un sotobosque con matorral mediterráneo como el mirto o arrayán (*Myrtus communis*), el cantueso (*Lavandula stoechas*), el romero (*Rosmarinus officinalis*), el jaguarzo blanco (*Halimium halimifolium*), el jaguarzo negro (*Halimium commutatum*), la camarina (*Corema album*), el torvisco (*Daphne gnidium*), el lentisco (*Pistacia lentiscus*), el espino negro (*Rhamnus oleoides*), el escobón (*Cytisus grandiflorus*), la retama blanca (*Retama monosperma*) y diversas especies de jaras (*Cistus ladanifer*, *C. monspeliensis*, *C. salvifolius*, *C. libanotis*). La estructura de la comunidad vegetal la completan numerosas herbáceas, resaltando algunas trepadoras como la rubia (*Rubia peregrina*) o la esparraguera (*Asparagus acutifolius*).

En los lugares constantemente batidos por el viento, las plantas presentan formas de crecimiento unidireccional o postrado, como respuesta al efecto mecánico del viento y a los daños causados por la arena y la sal transportada por éste. Los árboles y arbustos son los vegetales que más difícilmente colonizan las dunas y presentan, cuando lo hacen, las yemas del lado batido por el viento secas, creciendo hacia el lado protegido, lo que les da un aspecto achaparrado (Alcaraz Ariza y Garre Belmonte, 1985), o también denominados árbol bandera.

Como ya ha quedado reflejado con anterioridad, es en el Paraje Natural Enebrales de Punta Umbría y en el Paraje Natural Marismas del Río Piedras y Flecha del Rompido donde se encuentran los bosques litorales más importantes del litoral occidental de Huelva, si bien no son los únicos. Al este de las extensas playas que acotan la desembocadura común de los ríos Odiel y Tinto, algunos bosques litorales se conservan sobre arenales sobreelevados por recientes procesos geológicos. Desde Matalascañas hasta la desembocadura del Guadalquivir se conservan los mejores bosques litorales de la provincia, protegidos dentro del Parque Nacional.

En este tipo de unidad es donde se localiza el hábitat prioritario citado en la Directiva Hábitats, denominado “Dunas litorales con *Juniperus spp*” (código 2250), muy extendido por toda la costa onubense.

[2.6]

Fauna

La zona intermareal de la playa está colonizada por fauna invertebrada, oculta frecuentemente bajo la arena y que se nutre de la materia orgánica transportada por el agua o bien depositada en las playas por las mareas. Por su interés comercial destacan ciertas especies muy apreciadas de moluscos bivalvos, como las coquinas (*Donax trunculus*) y la almeja fina (*Venerupis decussata*). Los invertebrados son alimento a su vez de numerosas especies de aves, entre las que destacan las limícolas como el correlimos tridáctilo (*Calidris alba*) o el chorlito patinegro (*Charadrius alexandrinus*) en sus interminables paseos por la arena húmeda de la playa baja.



Desde esta zona y también en la playa alta es fácil observar a numerosas aves marinas sobrevolando la costa, entre las que destacan los charancitos y charranes (*Sterna* spp.), fumareles (*Chlidonias* spp.), pagazas (*Gelochelidon nilotica*, *Sterna caspia*) y gaviotas (*Larus* spp.). Estas zonas también sirven como área de descanso para estas aves tras su recorrido por el mar en busca de sus presas. Además, algunas de estas especies aprovechan esta área y los primeros cordones dunares durante el periodo de cría para nidificar.

En la zona supramareal y en las dunas móviles, las altas temperaturas que puede llegar a alcanzar la superficie de la arena durante el día y la escasa cobertura vegetal hacen muy limitada la presencia de fauna. Predominan invertebrados terrestres, destacando coleópteros de las familias de los tenebriónidos, los cicindélidos o los escarabeidos, que rastrean las arenas en busca de restos orgánicos. *Akis saltesiana* (Fam. Tenebrionidae) (López-Pérez, 2009), y *Calomera lunulata* (Fam. Cicindelidae) (López-Pérez y García Casas, 2007) son especies endémicas de los arenales del litoral onubense, localizadas en el Paraje Natural Marismas del Odiel.

Destaca también aquí una rica herpetofauna, con especies características como la lagartija colirroja (*Acanthodactylus erythrurus*), la lagartija colilarga (*Psammmodromus algerus*), la lagartija cenicienta (*Psammmodromus hispanicus*), la culebra bastarda (*Malpolon monspesulanus*), y la culebra de herradura (*Coluber hippocrepis*), que se alimentan de los invertebrados terrestres, y de los huevos y crías de las aves que anidan en la playa, en las dunas y en los bosquetes litorales próximos, junto al lagarto ocelado (*Lacerta lepida*) y el emblemático camaleón (*Chamaleo chamaleon*).

En las zonas más arboladas, sobresale la presencia de numerosas especies de aves, sobre todo paseriformes que aprovechan la mayor complejidad de la estructura forestal, como el carbonero común (*Parus major*), la curruca capirotada (*Sylvia atricapilla*), el jilguero (*Carduelis carduelis*), la curruca rabilarga (*Sylvia undata*), el herrerillo común (*Parus caruleus*), el verderón común (*Carduelis chloris*), el pinzón (*Fringilla coelebs*), el rabilargo (*Cyanopica cyanus*), la abubilla (*Upupa epops*) y el picapinos (*Dendrocopos major*). Y rapaces como el busardo ratonero (*Buteo buteo*), el azor (*Accipiter gentilis*) y el milano negro (*Milvus migrans*).

Entre los mamíferos, conejos (*Oryctolagus cuniculus*), liebres (*Lepus granatensis*), zorros (*Vulpes vulpes*), tejones (*Meles meles*), ginetas (*Genetta genetta*), erizos (*Erinaceus europaeus*) y meloncillos (*Herpestes ichneumon*) son algunas de las especies más frecuentes. Los bosques litorales de El Asperillo, en la costa oriental de Huelva, se encuentran dentro del área de campeo de la población de lince ibérico (*Lynx pardinus*) del Parque Nacional de Doñana.

[3]

Humedales relacionados con sistemas dunares

Asociado a sistemas dunares bien desarrollados existe un conjunto de lagunas y humedales litorales muy diverso, con diferente génesis, estacionalidad, etc. Unas veces se han originado por cerramiento natural del cauce de pequeños arroyos al interponerse una barra arenosa que impide su salida al mar, como en el caso de la Laguna del Portil [FIGURA 12-8], y otras, al rellenarse depresiones



naturales en el terreno arenoso, como las incluidas en el complejo perilagunar del Parque Nacional y Parque Natural de Doñana.

Estas lagunas representan singularidades hídricas en un entorno en el que la disponibilidad de agua es limitada, especialmente durante el extenso periodo estival del clima mediterráneo, y donde se producen acentuadas oscilaciones estacionales e interanuales. Sus características ecológicas particulares, estructurales y funcionales vienen determinadas por las variables hidrológicas que marcan su hidroperiodo y las condiciones de la cubeta. Son ecosistemas tremendamente sensibles a variaciones hidrológicas, y muy dependientes de las precipitaciones anuales y de las posibles recargas desde los acuíferos, lo que determina que unas tengan un carácter más estacional y otras más permanente, aunque en algunos casos, incluso éstas llegan a secarse, por ejemplo la Laguna del Portil en el 2009.

Las lagunas temporales son hábitats muy vulnerables, tanto debido a factores intrínsecos, como por ejemplo por su reducido tamaño y escasa profundidad (Grillas *et al.*, 2004) como a factores ex-

FIGURA
12-8

Sobre una fotografía de 1956, se observa más claramente la barra arenosa que cerró la salida al mar en la laguna del Portil.

FUENTE: REDIAM. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía.





trínsecos, relacionados en su mayoría por su afectación humana (extracción de aguas subterráneas, soterramientos, ocupación física de las lagunas, etc.).

Todo esto determina que estas acumulaciones sean consideradas como ecosistemas de enorme valor para numerosas especies para todos los grupos taxonómicos, y las convierte en auténticos oasis de biodiversidad con respecto a su entorno. Como ejemplo de esto, Fernández Zamudio *et al.* (2007) registraron en un estudio florístico de la cuenca de la Laguna de las Madres la presencia de 377 taxones. Además, la riqueza biológica en organismos acuáticos, principalmente invertebrados planctónicos y macrófitos (Díaz-Paniagua *et al.*, 2016), y la elevada producción que alcanzan, suponen la base de los recursos tróficos para otras muchas especies.

A su importancia hídrica y trófica debe unirse la relevancia de su distribución espacial. Localizadas por todo el litoral, las lagunas peridunares actúan como una auténtica vía de comunicación entre distintos ecosistemas próximos, favoreciendo la conectividad entre ellas y permitiendo el desplazamiento de una rica y diversa avifauna acuática, tanto residente como migradora, además de aumentar el hábitat de otros organismos acuáticos.

Estas aguas continentales se encuentran distribuidas a lo largo de todo el litoral onubense asociadas a los ecosistemas arenosos. Especialmente importantes son las lagunas de El Portil, la Primera de Palos, La Jara, La Mujer y la Laguna de las Madres, continuando con un sinfín de pequeñas depresiones en El Abalarío, dentro del Parque Natural de Doñana, que son preámbulo a las lagunas existentes en el Parque Nacional. Especialmente importante es este complejo lagunar extendido entre los sistemas dunares del Espacio Natural de Doñana, de gran magnitud y variedad fenotípica, y con la característica compartida de ser lagunas y zonas encharcables con una hidrología ligada a la superficie piezométrica del acuífero Almonte Marismas (Díaz-Paniagua *et al.*, 2016).

La Laguna del Portil está protegida como Reserva Natural, y las lagunas Primera de Palos, La Jara, La Mujer y la Laguna de las Madres constituyen el Paraje Natural de las Lagunas de Palos y Las Madres.

Por la proximidad del sistema dunar, que da origen a este tipo de lagunas, la vegetación y la fauna de los arenales costeros es parte de un entorno que se beneficia de estos hitos de agua en un ambiente xérico. Pinos, sabinas y algunos enebros de los bosques litorales están próximos a las lagunas, aunque dejando que domine su sotobosque de retamas blancas, romeros, lentiscos, jaras jaguarzos y mirtos, que se acercan más al agua. Finalmente, en la orla de las lagunas aparece una vegetación higrofitica, con tarajes (*Tamarix canariensis*), eneas (*Typha dominguensis*), carrizos (*Phragmites australis*), juncos (*Juncus acutus*, *Scirpoides holoschoenus*), zarzas (*Rubus ulmifolius*) y sauces (*Salix atrocinnerea*). Según el grado de conservación y la calidad de sus aguas, en la comunidad de macrófitos acuáticos predominarán distintas especies de los géneros *Ranunculus*, *Nymphaea*, *Polygonum*, *Potamogeton*, y *Chara*, entre otros.

La culebra de agua (*Natrix maura*) y el galápago leproso (*Mauremys leprosa*) completan la rica herpetofauna circundante de los arenales, aunque el mayor protagonismo reside en la abundante avifauna acuática. Es posible observar calamones (*Porphyrio porphyrio*), pollas de agua (*Gallinula chloropus*), fochas comunes (*Fulica atra*), zampullines comunes (*Tachybaptus ruficollis*), somormujos (*Podiceps cristatus*), ánades reales (*Anas platyrhynchos*), patos cuchara (*Anas clypeata*), porrones comunes (*Aythya ferina*), malvasías cabeciblanco (*Oxyura leucocephala*), garzas reales (*Ardea cinerea*) e imperiales (*Ardea purpurea*), garcillas cangrejeras (*Ardeola ralloides*), martinetes (*Nycticorax*



nycticorax), avetorillos (*Ixobrychis minutus*) y martines pescadores (*Alcedo atthis*), a los que se unen algunas aves litorales marinas, como gaviotas (*Larus* spp.) y fumareles (*Chlidonias* spp.), que utilizan el agua dulce de las lagunas.

Entre los mamíferos cabe destacar la presencia de nutrias (*Lutra lutra*) que encuentran aquí invertebrados y peces con los que alimentarse.

[4]

Especies vegetales costeras emblemáticas

Son varias las especies de sistemas dunares de las costas onubenses, que principalmente debido a su estado de conservación y singularidad y área de distribución tienen un gran interés, como la graminea *Gaudinia hispanica*, endémica de Andalucía y más común en las arenas estabilizadas interiores, el tomillo de mar o tomillo carnoso (*Thymus carnosus*), el enebro marítimo, etc.

El tomillo de mar o tomillo carnoso es un pequeño arbusto de hasta 30 cm de altura, de densos tallos erectos con hojas persistentes, con una distribución dispersa y densidades relativamente bajas, perteneciente a la familia *Labiatae*. Su hábitat está situado principalmente desde la playa supralitoral, a sotavento de las dunas embrionarias, hasta las arenas más interiores. Se trata de una especie endémica del suroeste de la Península Ibérica, con un rango de distribución muy restringido a dos grandes núcleos, uno situado al sur de Lisboa (Portugal) y el otro localizado entre el Algarve portugués y la costa onubense. En España está confinada a las costas de Huelva, concretamente entre las desembocaduras de los ríos Guadiana y Odiel, distribuidas en cinco localidades, con un área de ocupación de 15 km² (Balao *et al.*, 2013), y contenidas principalmente en el Paraje Natural Marismas del Río Piedras y Flecha de El Rompido y en el Paraje Natural Enebrales de Punta Umbría, que constituye el límite oriental de su distribución.

Esta especie está incluida en el “Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculosa Amenazada de España” (Talavera *et al.*, 2010), y protegida por estar considerada en peligro de extinción bajo la Ley 8/2003 de la flora y la fauna silvestres de Andalucía. Asimismo se encuentra incorporada en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial².

Con respecto a su estado de conservación, Gallego-Fernández *et al.* (2006) observaron que algunas poblaciones de la costa onubense se encontraban envejecidas, con escaso reclutamiento, baja tasa de floración y con deficiente estado vegetativo, presentando un gran porcentaje de la planta muerta. Asimismo indicaron que los principales agentes de perturbación de esta especie en la Flecha del Rompido eran el pastoreo por herbívoros, la presión de pisoteo de visitantes y bañistas al atravesar el matorral de dunas en dirección a la playa, y un camino para vehículos paralelo al cordón dunar activo en el sector oeste construido en 2002, que facilita el incremento de la presencia de visitantes en la zona. Es, por tanto, una especie singular de nuestro litoral, que está en evidente peligro de extinción

² Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas, y en el Decreto 23/2012, de 14 de febrero, por el que se regula la conservación y el uso sostenible de la flora y la fauna silvestres y sus hábitats, Junta de Andalucía.



debido a la alteración de su hábitat y sobre todo por la destrucción de los sistemas dunares costeros para la construcción de urbanizaciones turísticas.

Otra especie emblemática del litoral onubense es *Linaria lamarckii* Rouy (Scrophulariaceae), endémica del suroeste de Portugal y del extremo más occidental de Andalucía. Su área de distribución en España se circunscribe sólo a una localidad del litoral onubense, situada en Isla Canela (Ayamonte), cuya población estaba formada por menos de 50 individuos, generalmente senescentes y muy aislados unos de otros, en una superficie cercana a las 3 ha. Por este motivo, aplicando los criterios de la UICN, se le clasificó en la categoría “En peligro crítico”. Su principal amenaza se debe a que su hábitat se encuentra en serio peligro debido a la construcción de un hotel muy cercano y existencia de un sendero hacia la playa que atraviesa la población (Ortiz Herrera *et al.*, 2004). Afortunadamente, la posterior actuación de la administración ambiental de Andalucía, a través del Laboratorio de Propagación Vegetal de la Consejería de Medio Ambiente ha posibilitado que el número de individuos se recupere y aumentado sus poblaciones, evitando así su extinción. Partieron de 30 semillas que encontraron almacenadas en la Universidad de Sevilla y en dos años consiguieron tener más de 10.000 semillas conservadas, 500 plantas reintroducidas en el campo, en colecciones de conservación del Jardín Botánico Dunas del Odiel perteneciente a la Red Andaluza de Jardines Botánicos y un stock de ellas en producción (Plaza Arregui y Rodríguez Hiraldo, 2009).

[5]

Sistemas dunares en distintos espacios naturales protegidos

[5.1]

Paraje Natural Marismas del Río Piedras y Flecha del Rompido

Este espacio natural, localizado en la desembocadura del río Piedras, entre los límites de Cartaya y Lepe, se extiende por unas 2410 ha. En él coexisten dos formaciones geomorfológicas de gran interés, muy bien desarrolladas, y características de ambientes sedimentarios: la marisma mareal, en el estuario del río Piedras, y una flecha o cordón litoral de las más extensas de nuestro entorno, llamada Flecha del Rompido o de Nueva Umbría [FIGURA 12-9].

La longitud de la flecha supera los 12 km, mientras que su anchura es variable, oscilando entre unos 250 m hasta los 650 m. Se estima un crecimiento medio durante el último siglo de unos 30 m anuales. A sotavento se distinguen los distintos ganchos arenosos secuenciales que permiten vislumbrar su crecimiento en las distintas fases de desarrollo, y entre los cuales se depositan materiales sedimentarios finos que favorecen la creación de pequeñas áreas de marismas. Las dunas generadas no suelen superar unos pocos metros de altura. En la bocana del estuario tienden a sedimentar nuevos materiales, continuando la formación de la flecha, formándose extensos bajos arenosos. Ocasionalmente, a lo largo de la historia, la flecha se ha roto por su base, debido al elevado caudal del río en épocas de intensas avenidas.

En la barra arenosa, la vegetación es sabulícola, y se puede diferenciar un sistema dunar activo localizado a barlovento formado por suelos arenosos no consolidados, de otro estabilizado a sotavento.



FIGURA
12-9

Panorámica de la Flecha del Rompido al fondo.



En las arenas activas, se observan como especies más características el barrón (*Ammophila arenaria*), junquillo (*Elymus farctus*), cardo marítimo (*Erygium maritimum*), oruga de mar (*Cakile maritima*), cuernecillo de mar (*Lotus creticus*) y azucena marítima (*Pancratium maritimum*). El sistema dunar estabilizado alberga bosquetes formados por grandes ejemplares de retama blanca (*Retama monosperma*), *Artemisia crithmifolia*, *Armeria pungens* y *Helichrysum picardii*. Además, destaca la presencia del tomillo carnoso (*Thymus carnosus*).

La riqueza faunística no es muy elevada. Destacan la presencia de conejos y unas pocas especies de reptiles característicos de estos ecosistemas arenosos, y algunas aves que visitan sus playas a la búsqueda de recursos tróficos, o bien como lugar de reproducción, refugio, descanso, o bien de paso hacia las marismas adyacentes dentro del mismo espacio natural, como láridos, ardeidas, limícolas, anátidas, flamencos, cormoranes, espátulas y algunas rapaces.

En la flecha se encuentran unos interesantes vestigios del patrimonio cultural relacionados con la pesca artesanal, pues en ella se instaló una almadraba destinada a la pesca del atún rojo, aprovechando su paso migratorio hacia el estrecho de Gibraltar. Debido a diversas circunstancias, la almadraba cerró, aunque permanecen los restos del poblado de pescadores almadraberos.



[5.2]

Reserva Natural Laguna del Portil

Se trata de una laguna peridunar, de agua dulce y de carácter permanente del litoral occidental de Huelva, y se localiza en el término municipal de Punta Umbría. La laguna tiene una superficie de 15.5 ha, si bien se ha establecido una zona de protección a su alrededor de 1.300 ha. El cerramiento de dos arroyos locales por el sistema dunar próximo, que se interpone hacia el mar, y aportes subterráneos, permiten que las aguas queden acumuladas en esta laguna.

Desde el punto de vista ecológico juega un importante papel, ya que se trata de una de las escasas lagunas de agua dulce del entorno, aumentando la diversidad de ecosistemas acuáticos del litoral, con los que se complementa. Además dentro de los límites de la reserva natural coexisten tres ecosistemas muy contrastados, el pinar, las arenas y la laguna, lo que favorece el aumento de biodiversidad [FIGURA 12-10].

El entorno de la laguna está rodeado por pinares de pino piñonero (*Pinus pinea*), acompañado por un matorral aclarado, donde destacan especies arbustivas como el jaguarzo blanco (*Halimium halimifolium*), palmito (*Chamaerops humilis*), lentisco (*Pistacia lentiscus*), jara pringosa (*Cistus ladanifer*) y labiérnago u olivilla (*Phillyrea angustifolia*). En la zona sur, donde habita vegetación sabulícola, aparecen



FIGURA
12-10

Orla de vegetación en el borde de la Laguna del Portil, con grupo de aves en la superficie.





sabinas (*Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata*), retama blanca (*Retama monosperma*), siempreviva (*Helichrysum picardii*) y cuernecillo de mar (*Lotus creticus*), entre otras muchas.

La orla se realiza con una vegetación palustre de eneas (*Typha dominguensis*), castañuelas (*Scirpus maritimus*) y juncos (*Scirpoides holoschoenus* y *Juncus acutus*), y entre los macrófitos acuáticos destaca la presencia de varias especies de *Chara*, *Potamogeton* y *Ranunculus*.

De su fauna, resalta la presencia de una rica y variada comunidad ornítica, con representantes de los distintos ecosistemas presentes. Se pueden observar tanto especies sedentarias como migratorias, ya que tiene un importante papel como zona de tránsito para estas últimas en sus grandes desplazamientos. Entre las acuáticas, ánades reales (*Anas platyrhynchos*), patos cuchara (*Anas clypeata*), porrones comunes (*Aythya ferina*), garzas reales (*Ardea cinerea*), espátulas (*Platalea leucorodia*), focha común (*Fulica atra*), zampullín chico (*Tachybaptus ruficollis*), calamones (*Porphyrio porphyrio*), pollas de agua (*Gallinula chloropus*), martín pescador (*Alcedo atthis*) y zarapito real. En la zona de los pinares, milano real (*Milvus milvus*), milano negro (*Milvus migrans*), busardo (*Buteo buteo*), abubilla (*Upupa epops*), picapinos (*Dendrocopos major*) y numerosas paseriformes, como carboneros, herrerillo capuchino y curruca cabecinegra.

Además hay presencia de anfibios, con diversas especies de ranas, tritones y sapos, así como reptiles y mamíferos entre los que destacan el camaleón (*Chamaleo chamaleon*), galápago leproso (*Mauremys leprosa*), culebra de agua (*Natrix maura*), erizos (*Erinaceus europaeus*) y nutrias (*Lutra lutra*).

[5.3]

Paraje Natural Enebrales de Punta Umbría

Se extiende por un ecosistema de dunas costeras localizadas en el término municipal de Punta Umbría, y cubre unas 165 ha. Se trata de uno de los escasos enclaves de la costa onubense donde un ecosistema litoral dunar se encuentra relativamente bien conservado. Además, destaca la presencia de tres especies emblemáticas con un serio grado de amenaza, como son el camaleón, el enebro marítimo y el tomillo de mar, por lo que este espacio natural se considera todo un símbolo de la conservación.

Alberga una comunidad vegetal de bastante interés, e incluye distintas estructuras geomorfológicas, que van desde la playa, dunas embrionarias y los primeros cordones de dunas móviles, hasta las dunas fijas y arenas estabilizadas. Entre ellas aparecen los denominados corrales, que son depresiones interdunares donde hay una mayor humedad edáfica y disponibilidad de nutrientes.

La etapa madura de los ecosistemas dunares, también denominado bosque de dunas litorales, aquí caracterizada por un bosque mixto de pinos piñoneros (*Pinus pinea*), enebros marítimos (*Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa*) y sabinas marítimas (*Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata*) es uno de los aspectos más destacado. Son especies adaptadas a la escasa disponibilidad de agua dulce, sustrato arenoso inestable, pobre en nutrientes e intenso aerosol salino. El enebro costero es el elemento natural y más emblemático de este espacio, declarado protegido como paraje natural. Aquí se localiza una población aproximada de unos 300 pies de enebros marítimos, bien conservados, la mayor reserva de la provincia de Huelva tras la existente en el Parque Nacional de Doñana (Figuroa *et al.*, 2003). Los pinos piñoneros fueron introducidos con el fin de ayudar a estabilizar las dunas.



El séquito vegetal está formado por las leñosas *Artemisia crithmifolia*, *Armeria pungens*, *Crucianella maritima*, *Helicrhysum picardii*, retama marítima (*Retama monosperma*), jaguarzo (*Halimium halimifolium*), lentisco (*Pistacia lentiscus*), romero (*Rosmarinus officinalis*), torvisco (*Daphne gnidium*), la jara morisca (*Cistus salvifolius*) y espino negro (*Rhamnus oleoides*); y entre las herbáceas y menor porte destacan *Malcolmia littorea*, *Elymus farctus* y el barrón (*Ammophila arenaria* subsp. *arundianacea*).

Entre la fauna más conspicua, destaca la presencia de numerosas especies de aves, especialmente paseriformes, como el carbonero común (*Parus major*), la curruca capirotada (*Sylvia atricapilla*), el jilguero (*Carduelis carduelis*), la curruca rabilarga (*Sylvia undata*), el herrerillo común (*Parus caruleus*), el verderón común (*Carduelis chloris*) y el rabilargo (*Cyanopica cyanus*), entre otras. La herpetofauna es muy interesante, sobresaliendo especies como el lagarto ocelado (*Lacerta lepida*), la lagartija colirroja (*Acanthodactylus erythrurus*), la lagartija colilarga (*Psammotromus algirus*), la lagartija cenicienta (*Psammotromus hispanicus*) y el emblemático camaleón (*Chamaleo chamaleon*).

Todas estas particularidades, inexistentes en su entorno más próximo y con este grado de conservación, fueron decisivas para que esta zona se declarase espacio natural protegido. Sin embargo, este paraje natural no está exento de la intensa presión humana, como ocurre en casi todo el litoral costero andaluz. La construcción de infraestructuras y la gran expansión urbanística del municipio, en relación con el desarrollo turístico, alcanza físicamente el límite del propio paraje natural, lo que supone una gran amenaza tanto para las especies antes mencionadas como para la integridad completa del ecosistema. Pérdida de hábitats, fragmentación del territorio, aumento del efecto borde, incremento de su grado de aislamiento y pérdida de conectividad para las especies, son amenazas reales de este espacio protegido.

El paraje dispone de una serie de itinerarios, utilizados por los visitantes para pasear y hacer deporte, además de una serie de pasarelas que permiten llegar hasta la zona de baño y disfrutar de las magníficas playas localizadas al sur del paraje, atravesando manchas de enebros y sabinas.

[5.4]

Paraje Natural Lagunas de Palos y Las Madres

Este espacio natural se encuentra constituido por un complejo de lagunas peridunares paralelas a la línea de costa, ubicado en los municipios de Palos de la Frontera y Moguer. El Paraje Natural cubre unas 693 ha. Las lagunas incluidas en el Paraje Natural son: Laguna Primera de Palos (17 ha, la superficie de la cubeta), Laguna de la Jara (17 ha), Laguna de la Mujer (3 ha) y Laguna de las Madres (81 ha).

La génesis de estas lagunas tuvo lugar cuando un cordón dunar litoral obstruyó la libre salida hacia el mar de unos arroyos, favoreciendo la acumulación de las aguas. Las precipitaciones recogidas en su cuenca, cuyos cauces principales son el Avitorejo y la Madre del Avitor, junto con la contribución de aguas subterráneas son los aportes hídricos a estas lagunas. En el caso de la Laguna de las Madres se trata además de una fosa tectónica subsidente, y en ella la alimentación superficial adquiere una mayor importancia, ya que presenta una mayor cuenca vertiente. Entre las marismas del Odiel y las del Guadalquivir, existe un rosario de lagunas peridunares (Lagunas del Abalarío), y las incluidas en este Paraje Natural son de las escasas supervivientes del flanco occidental.



La importancia de estas lagunas radica en que constituye un gran reservorio de agua dulce o de muy baja salobridad, en un entorno dominado por aguas muy salobres y salinas. De hecho, la laguna de las Madres es una de las lagunas de agua dulce más extensa de Andalucía. Las de La Jara, La Mujer y La Primera de Palos embalsan aguas subsalinas.

Además, este rosario de lagunas litorales constituye un elemento territorial esencial en la desfragmentación de las zonas húmedas litorales, al favorecer la conectividad entre los humedales costeros, y en particular los humedales del Guadalquivir y área del Odiel-Tinto.

Las lagunas de este complejo se encuentran en un ámbito territorial muy antropizado. Su entorno inmediato está dedicado al cultivo intensivo de fresas y fresones, y están próximas a infraestructuras viarias y núcleos industriales. Con todo, la mayor transformación se realizó en la Laguna de Las Madres, que en la década de los sesenta se comenzó a desecar para su explotación como turbera. Su cubeta se compartimentó, y el fondo de la misma quedó completamente alterado tras la extracción de turba, por lo que la Laguna de las Madre de los años cincuenta era muy diferente a su actual aspecto.

Por tanto, la vegetación natural de este complejo lagunar se encuentra muy degradada, y está formada principalmente por un estrato arbóreo de pino piñonero (*Pinus pinea*), con algunas sabinas (*Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata*) y eucaliptos de repoblación (*Eucalyptus globulus*), acompañado por un matorral mediterráneo donde predomina el jaguarzo blanco (*Halimium halimifolium*), aulaga (*Ulex* spp.), distintas especies de jaras (*Cistus* spp.) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Entre la vegetación palustre se pueden observar tarajes (*Tamarix* spp.), carrizos (*Phragmites australis*), castañuelas (*Scirpus maritimus*) y diversas especies de juncos (*Juncus* spp.). En sus aguas predominan distintas especies de macrófitos de los géneros *Ceratophyllum*, *Ranunculus*, *Nymphaea* y *Polygonum*.

Con respecto a la fauna, destaca la presencia de una rica y variada avifauna, pues si bien algunas son nidificantes, se trata de una zona de paso para numerosas especies, y concretamente el grupo más representativo son las anátidas. Entre la diversidad de aves, muchas de ellas amenazadas, sobresalen el ánsar común (*Anser anser*), pato colorado (*Netta rufina*) ánade real (*Anas platyrhynchos*), zampullín común (*Tachybaptus ruficollis*), garza real (*Ardea cinerea*), calamón común (*Porphyrio porphyrio*), somormujo lavanco (*Podiceps cristatus*), garceta común (*Egretta garcetta*), avetorillo común (*Ixobrychus minutus*), y fumarel cariblanco (*Chlidonias hybridus*). Además destaca la presencia de la malvasía cabeciblanca (*Oxyura leucocephala*), la focha moruna (*Fulica cristata*) y la garcilla cangrejera (*Ardeola ralloides*).

Existen numerosos anfibios, y entre los reptiles, hay presencia de la lagartija colirroja (*Acanthodactylus erythrurus*), el lagarto ocelado (*Lacerta lepida*), el galápago leproso (*Mauremys leprosa*), y el camaleón.

Resaltar la existencia de una población de pejerrey (*Atherina boyeri*) no fragmentada y capaz de reproducirse aquí. Esta especie, no encontrada en enclaves próximos, como el Estero de Domingo Rubio o la Laguna del Portil, está catalogada como “Vulnerable” (CMA, 2005).

Aunque la presencia de mamíferos no es abundante, sobresale la existencia de nutrias (*Lutra lutra*), ratas de agua (*Arvicola sapidus*), así como del lince ibérico (*Lynx pardina*), pues es una zona de campeo y expansión desde la población del Parque Nacional.



[5.5]

Paraje Natural Marismas del Odiel

Dentro de este espacio natural, en el que predomina el ecosistema de marismas, existen también retazos de sistemas dunares. En la isla de Saltés se sitúa un complejo formado por varios cordones arenosos con morfología de gancho, originados por la refracción del oleaje y las corrientes de marea. Estos ganchos están situados actualmente en la zona norte y central de la isla, y se denominan el Almendral, el Acebuchal, la Cascajera y Cabezo Alto, y según dataciones de conchas mediante ^{14}C tienen una edad media de unos 3.000 años B.P., mientras que la zona meridional de la Cascajera muestra una edad de unos 1.400 años B.P. (Rodríguez *et al.*, 2000).

Estos cordones se extendían a lo largo de la bahía entonces existente, y al abrigo de estas barras arenosas se fueron depositando sedimentos finos, limos y arcillas, que conforman el sustrato de las zonas de marismas.

Los sistemas arenosos de estos ganchos contrastan enormemente con su entorno marismeño, al estar formado por un sustrato de materiales más gruesos que soporta una vegetación radicalmente distinta a la de marismas, dominada ésta por gramíneas y quenopodiáceas halófilas principalmente. Entre los ganchos arenosos también existen comunidades diferenciadas, ya que en los dos cordones situados al norte (el Almendral y el Acebuchal) predominan pastizales utilizados para la ganadería extensiva.

Sin embargo, en la Cascajera se asienta un bosque litoral mixto en un extraordinario estado de conservación. Se trata de un mosaico de pinar-sabinar con matorral mediterráneo. El estrato arbóreo está formado por pinos piñoneros y sabinas costeras de gran porte, y se encuentra acompañado por matorral mediterráneo con magníficos ejemplares de gran tamaño y densidades, con coberturas tan altas que dificultan su paso. En este estrato destacan lentiscos (*Pistacia lentiscus*), espino negro (*Rhamnus lycioides* subsp. *oleoides*), bayón (*Osyris lanceolata* syn. *O. quadripartita*), jaguarzo blanco (*Halimium halimifolium*), jara pringosa o ládano (*Cistus ladanifer*), jaguarzo morisco o jara negra (*Cistus salviifolius*) y romero (*Rosmarinus officinalis*), entre otras. Esta comunidad se denomina *Rhamno angustifoliae-Juniperetum turbinatae*.

Al sur del Paraje Natural ya existían unos pequeños ganchos arenosos en la desembocadura del estuario de los ríos Odiel y Tinto, cuando en los años 80 se construyó sobre ellos, el espigón Juan Carlos I, de unos 15 km de longitud, para evitar la colmatación del canal navegable del puerto de Huelva. Por otro lado, la corriente litoral de deriva, que circula paralela a la costa en sentido este, transporta longitudinalmente entre 50.000-310.000 m³/año en el tramo de Punta Umbría, y entre 50.000-327.250 m³/año al suroeste del espigón de Huelva, según distintos modelos y fuentes (CEDEX, 2013a). Los sedimentos que transporta tropiezan con el espigón, provocando la disminución de su velocidad y, por tanto, facilita su deposición. Como consecuencia de todo esto, se ha producido una gran acumulación de arenas a barlovento del dique, donde se ha desarrollado un extenso sistema dunar, de unos 7 km de largo y unos 500 m por su lado más ancho. Así, en todo este proceso, el espigón de Punta Umbría ha favorecido el depósito de arenas en la zona sur del paraje natural y el desarrollo de unos bajos arenosos que se descubren con las bajamares en la bocana del canal de Punta Umbría.

Este nuevo sistema dunar tiene un pequeño cordón de dunas embrionarias, casi irrelevante, y le siguen unas incipientes dunas blancas poco desarrolladas de unos 50 cm de altura, que soporta su



comunidad característica pero con una menor riqueza específica y abundancia, con barrón (*Ammophila arenaria*), algodonosa (*Otanthus maritimus*), cardo marino (*Eryngium maritimum*) y grama marina (*Elymus farctus*), entre las especies más abundantes. También se puede vislumbrar cierto gradiente en la comunidad de arenales, pues en el extremo situado más al norte y de más antigüedad, aparecen especies características de sistemas más maduros, como sabinas y retamas blanca, que contrasta con la comunidad situada en la zona sur, desarrollada sobre depósitos más recientes. Entre la fauna, destacar la gran riqueza de avifauna, y entre ellas la presencia del charrancito (*Sterna albifrons*) que cría en estos arenales.

Las playas que se han formado son aprovechadas como zona de baño, con gran concurrencia de público, por lo que los gestores del espacio natural tomaron las medidas oportunas para reducir el impacto de los visitantes, con la instalación de aparcamientos, pasarelas para encauzar la afluencia hacia la orilla y algunas alambradas para evitar el acceso a otras zonas dunares.

[5.6]

Espacio Natural de Doñana

Constituido por dos parques, el Parque Natural y el Parque Nacional de Doñana, ambos bajo un mismo sistema de gestión, es uno de los espacios naturales más paradigmático en el ámbito mundial. En él y su entorno se han registrado unas 4.000 especies, de las que unas 2.000 son animales (EBD, en línea), y unas 1.500 corresponden a taxones vegetales (Valdés *et al.*, 2010), algunas descritas allí por primera vez, y unas pocas endémicas.

A lo largo de la historia se han desarrollado diversas flechas litorales en Doñana en dirección NO-SE, siguiendo la corriente litoral, que fueron cerrando la bahía situada en la desembocadura del Guadalquivir, por acción del viento, el mar y el propio río. El tipo de material sedimentado, finos de origen fluvial o gruesos de origen marino, dio origen a la formación de dos ecosistemas muy contrastados de enorme valor natural, las marismas y el sistema dunar.

Primeramente, atendiendo al tipo de sustrato, las marismas, asentadas sobre sedimentos arcillosos que al ser impermeables impiden la filtración de las aguas hacia el subsuelo y, por tanto, se acumulan en superficie, formando un humedal utilizado por una gran comunidad de aves. Por otro lado, un manto de arenas se extiende por gran parte del espacio, y que a diferencia del anterior, no retiene el agua de las lluvias, por lo que se llega a filtrar, generando un sistema eminentemente seco.

A su vez, se reconocen dos grandes sistemas eólicos arenosos, uno más antiguo y estabilizado que localmente se denomina monte o coto, y se sitúa principalmente en las zonas de El Abalario, El Asperillo y, norte y oeste del Parque Nacional; y otro más reciente que continúa activo en el interior del Parque Nacional.

Este último es probablemente el más extenso y activo de Europa (Sanjaume *et al.*, 2011), ocupando unos 60 km², con un frente costero de unos 20 km, y que se adentra hacia el interior unos 4 km. En las dunas más próximas al mar se desarrolla la comunidad típica de los primeros cordones dunares, con dunas embrionarias y dunas blancas, caracterizada ésta por la presencia de *Ammophila arenaria* junto a su cohorte acompañante.



A continuación se localizan las dunas transgresivas, formadas por entre 5-6 trenes dunares, que desde la costa crecen y se desplazan hacia el interior continental en dirección SO-NE debido a la acción del viento predominante. Por tanto, los cordones más antiguos son los más próximos a la marisma, donde se sitúa la duna móvil más grande de Europa, el Cerro de los Ánsares, de unos 30 m. de altura. Es un sistema muy dinámico con tasas de avance de hasta 5-6 m/año (García Novo *et al.*, 1976).

Entre los sucesivos trenes aparecen los denominados corrales, que son depresiones interdunares con pequeños bosques de pinos piñoneros. Con el avance del frente dunar, los pinos no pueden frenar la progresión de las arenas, y son enterrados. Tras el paso de la duna aparece lo que localmente se denominan “campos de cruces”, esqueletos de los pinos anteriormente enterrados que asoman tras la cola dunar. Después se comienza a colonizar nuevamente esta cola dunar por pinos y vegetación acompañante, que alcanzan el freático con sus raíces, formando un nuevo corral. En estos corrales, los pinos están acompañados por especies arbustivas, como el lentisco (*Pistacia lentiscus*), labiérnago (*Phillyrea angustifolia*), clavelina (*Armeria pungens*) y siempreviva (*Helichrysum picardii*). A veces se pueden generar pequeñas lagunas temporales debido a que el nivel freático es muy superficial, y es colonizado por juncos (*Juncus acutus* y *Scirpoides holoschoenus*), camarinas, adelfas (*Nerium oleander*), etc. junto a una cohorte de terófitas hidrófilas.

En las dunas móviles aparecen enebrales costeros muy dispersos, con presencia de algunos ejemplares de enebros viejos y de gran tamaño, especialmente los situados en las zonas más altas de las dunas. La regeneración de esta especie es baja, por lo que su tasa de reposición pone en peligro su existencia. Anteriormente formaban extensos bosquetes, pero el uso de su madera en los trabajos de la almadraba situada en la playa contribuyó a la reducción de sus efectivos.

Con respecto al sistema de monte o coto, las arenas se estabilizan pues el viento sopla con menor intensidad ya alejada de la influencia marina, y además, la presencia de una densa vegetación frena o impide el avance de las arenas. Un matorral mediterráneo con algunos pies dispersos de grandes ejemplares de alcornoque (*Quercus suber*), sabina (*Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata*), madroño (*Arbutus unedo*), acebuche (*Olea europaea* var. *sylvestris*) y labiérnago (*Phillyrea angustifolia*) conforman parte de la vegetación. A veces, es fácil encontrar densas manchas de pino piñonero (*Pinus pinea*) de gran tamaño. La ondulación del terreno hace que las zonas más altas estén más alejadas del nivel freático que las zonas más bajas. Este factor ambiental distribuye a las especies en función de sus requerimientos, formándose dos comunidades diferentes:

Monte blanco: la vegetación más clara, se sitúa en la cresta del terreno ondulado, y está adaptada a la escasez de agua. Aquí se encuentran el jaguarzo blanco (*Halimium halimifolium*), la aulaga (*Stauracanthus genistoides*), la jara (*Cistus salvifolius*, *C. libanotis*), el cantueso (*Lavandula stoechas*), el romero (*Rosmarinus officinalis*) y la mejorana (*Thymus mastichina*). Se ubica en zonas topográficas más altas.

Monte negro: Es un matorral hidrofítico típicamente atlántico de color oscuro (de ahí su nombre), denso, apretado e impenetrable, dominado por varias especies de brezos (*Erica scoparia*, *E. umbellata*, *E. ciliaris*), brecina (*Calluna vulgaris*), que se entremez-



clan con mirto (*Mirtus communis*), labiérnago (*Phillyrea angustifolia*), zarzas (*Rubus ulmifolius*), tojos (*Ulex minor*), torvisco (*Daphne gnidium*) y aulagas (*Ulex australis*). Estas especies son incapaces de sobrevivir sin un aporte continuado de agua en verano, pero resisten bien el encharcamiento invernal.

El monte es el hábitat principal de algunas de las especies animales más conspicuas y emblemáticas de Doñana, con abundante presencia de los diversos grupos de vertebrados, como el ciervo (*Cervus elaphus*), el gamo (*Dama dama*), el jabalí (*Sus scrofa*), el zorro (*Vulpes vulpes*), el tejón (*Meles meles*), el meloncillo (*Herpestes ichneumon*), la liebre (*Lepus granatensis*) y el lirón careto (*Elyomis quercinus*) entre otros mamíferos, además del amenazado lince ibérico (*Lynx pardinus*). También se han registrado reptiles, como la culebra bastarda (*Malpolon monspessulanum*), la culebra de collar (*Natrix natrix*), la culebra viperina (*Natrix maura*), la lagartija colirroja (*Acanthodactylus erythrurus*) y la tortuga mora (*Testudo graeca*); y anfibios, representados por el sapo de espuelas (*Pelobates cultripes*). Entre algunas especies de aves se encuentran el milano real (*Milvus milvus*), el milano negro (*Milvus migrans*), el cernícalo (*Falco tinnunculus*), el águila calzada (*Hieraaetus pennatus*), la culebrera europea (*Circaetus gallicus*), el busardo ratonero (*Buteo buteo*), el pito real (*Picus viridis*), la curruca rabilarga (*Sylvia undata*), el críalo (*Clamator glandarius*), la curruca cabecinegra (*Sylvia melanocephala*), el alcaraván común (*Burhinus oedicephalus*), entre otras muchas, y la especie de ave más amenazada, el águila imperial ibérica (*Aquila adalberti*).

[6] Impactos

La alteración de las costas arenosas es un problema a escala global. Son numerosos los factores que intervienen en los cambios masivos producidos en estos ecosistemas, unos de carácter natural, y los más graves causados por el hombre.

Temporales y tormentas recurrentemente erosionan las zonas de playas, alcanzando hasta los cordones de dunas blancas, y eliminan gran parte de sus materiales, en ocasiones hasta su total desaparición [FIGURA 12-11A]. No es raro observar la pérdida de enormes zonas de playas casi todos los años en el litoral onubense tras un período de temporales, los cuales también llegan a afectar a núcleos habitados, viviendas, infraestructuras, paseos marítimos o servicios urbanos (Matalascañas, Punta Umbría, La Antilla,...). Son cambios naturales, no mediados directamente por el hombre, pero de los que el sistema dunar, debido a su carácter dinámico, consigue restituirse mediante la autorregeneración natural siempre que se mantenga el equilibrio en él. A veces, debido a las presiones turísticas para utilizar las playas como zonas de baño durante la época estival, son regeneradas artificialmente mediante el aporte de arenas con el fin de acelerar su restablecimiento [FIGURA 12-11B]. Pero son parches efímeros pues estos fenómenos son periódicos. Otras veces se han tomado medidas extraordinarias para proteger zonas urbanizadas del embate del oleaje durante los temporales, como



FIGURA
12-11

A: Efectos de los temporales en los Enebrales de Punta Umbría, con desaparición parcial de playa, dunas embrionarias y gran parte del cordón de dunas blancas.

B: Restitución de arenas en la playa de la Bota. Al fondo, el barco-draga que las extrae del fondo marino, las transporta y deposita en la playa.





el emplazamiento de escolleras en la playa de Isla Canela. Son actuaciones a corto plazo y a nivel local que no resuelven el problema a mayor escala espacial y temporal.

Las dunas han sido ocupadas, degradadas y transformadas, en muchos casos llegando a su total eliminación. En general, los sistemas dunares son uno de los ecosistemas más amenazados por la actividad humana, pues poseen un enorme valor debido a su estratégica situación. El efecto regulador del mar sobre el clima local que suaviza las temperaturas, la topografía relativamente plana, los materiales sueltos y fácilmente manipulables que constituyen las dunas, son algunas de las causas propicias para que aquellas actividades necesitadas de su cercanía requieran utilizar estos terrenos para instalarse sobre ellos. Todo ello explica la existencia de una gran demanda de superficie que provoca una enorme presión sobre este ecosistema.

Son numerosas las causas que modifican el sistema dunar, urbanizaciones a pie de playa, extracción de arenas, construcción de infraestructuras que modifican la dinámica costera, plantaciones forestales, vías de comunicación, circulación de vehículos a motor, herbivoría de ganado, etc. [FIGURA 12-12] En un paseo por la costa es frecuente ver numerosas urbanizaciones o instalaciones situadas en zonas ocupadas anteriormente por antiguos cordones dunares [FIGURAS 12-13 Y 12-14]. Esto no es un mal exclusivo de la provincia de Huelva, sino que es endémico en casi todo el litoral mundial.

El resultado es que, bien de forma directa, mediante la ocupación física del espacio, o bien indirecta al romper el equilibrio natural del sistema completo, se está produciendo una pérdida irreparable de este valioso ecosistema y su biodiversidad, además de su fragmentación con la consiguiente reducción de conectividad. Es un daño prácticamente insalvable puesto que un escenario de reversión total, eliminando, por ejemplo, las urbanizaciones costeras, es inimaginable.

Actividades que en un primer momento puede pensarse que no generan impactos en las dunas, realmente lo ejercen. Como el uso para baño de las playas, pues la multiplicación de accesos hacia las playas origina su erosión, y una red de pasillos de deflación puede llegar a romper el cordón, alteraciones en la morfología dunar, deterioran la vegetación y causan molestias a la fauna. O también, por ejemplo, la introducción de especies exóticas invasoras, ya sea escapadas de cultivos y jardines, o bien dispersadas intencionadamente por el hombre, como ocurre con la uña de león (*Carpobrotus edulis, sensu lato*), de origen sudafricano y que era empleada como ornamental y en la fijación de taludes y dunas móviles que generaban problemas al mantenimiento de infraestructuras públicas. Los hábitats invadidos son fundamentalmente dunas móviles secundarias y arenas estabilizadas por vegetación de mayor porte (enebrales, sabinares, retamares, etc.) donde además son frecuentes las repoblaciones con pino piñonero. Los efectos de la presencia de esta especie en las comunidades vegetales afectadas son diversos: por un lado, competencia por el espacio, pues sus estolones avanzan por encima de los individuos vecinos; favorece la adición de materia orgánica al modificar el contenido nutricional de suelos originalmente pobres en nutrientes; y, además puede producir interferencias en la polinización de especies autóctonas vecinas (Dana, 2010). Su eliminación total es difícil, a pesar de que mediante personal especializado y campañas de voluntariado lo han intentado frecuentemente, ya que vuelve a rebrotar a partir de restos de estolones que no hayan sido eliminados. También en el sistema dunar del Parque Nacional de Doñana, junto a las formaciones del amenazado enebro costero (*Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa*), se localizó en 1994 la hierba del asno (*Oenothera drummondii*), originaria de norteamérica, y que mediante el arranque manual de los ejemplares efectuado



FIGURA
12-12

Impacto del paso de vehículos sobre las dunas embrionarias.





desde entonces se consiguió erradicarla desde 2002 (Cobo García, 2010), no así en los arenales del Espigón Juan Carlos I, donde la población sigue en expansión a pesar de las campañas para su eliminación, alcanzando altas densidades. Ciertamente son especies con bellos colores pero que ponen en peligro a la vegetación autóctona.

Afortunadamente, en la actualidad, se ha alcanzado un alto grado de conciencia social para la conservación de los sistemas dunares, y con la llegada relativamente reciente de normas jurídicas que las protegen y ordenan el territorio, la mayor parte de estas actuaciones en el litoral están prohibidas o reguladas en nuestras costas.

Otro problema a largo plazo ocurrirá como consecuencia del previsible aumento del nivel del mar bajo el contexto actual de cambio global, que incrementará el grado de vulnerabilidad de la costa. Entre sus posibles efectos se encuentran un aumento de la cota de inundación, modificación en la capacidad de transporte, variación en la tasa de crecimiento dunar, y un retroceso de las playas y sistema dunar. Con este escenario, según distintos modelos, el recorrido horizontal del mar en nuestras costas avan-

FIGURA
12-13

Evolución de los cambios ocurridos en parte de la costa de Punta Umbría.

A: 1956, B: entre 1977-83, C: 2001, D: 2013.

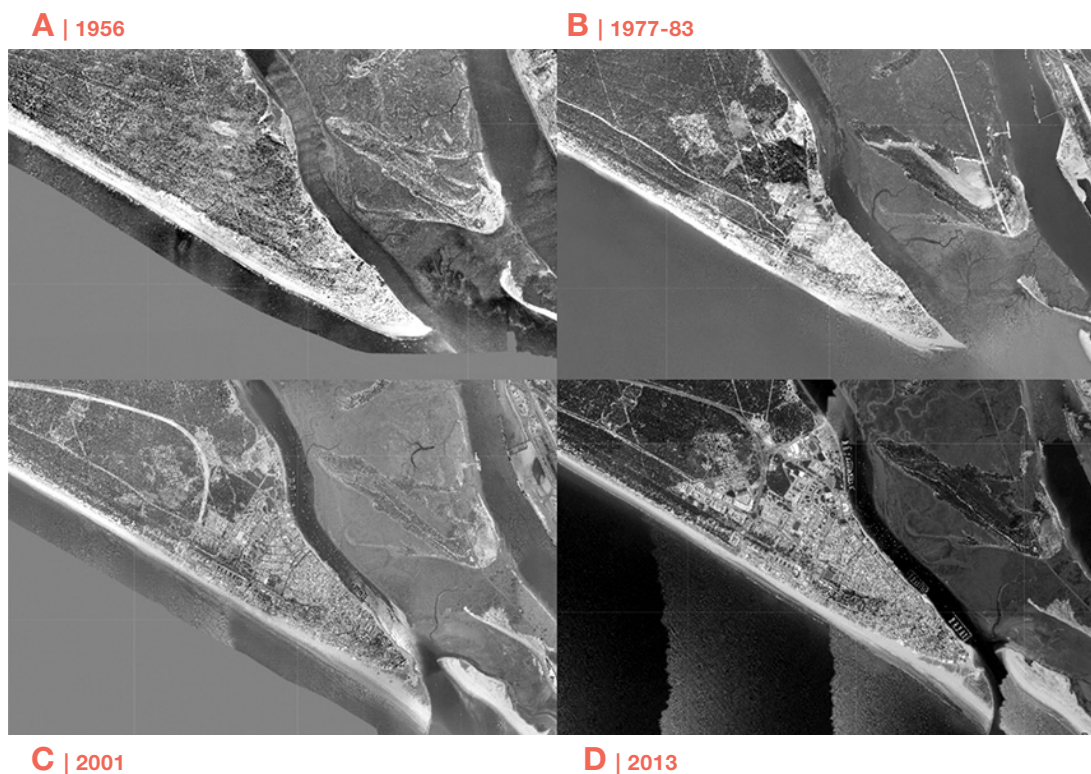
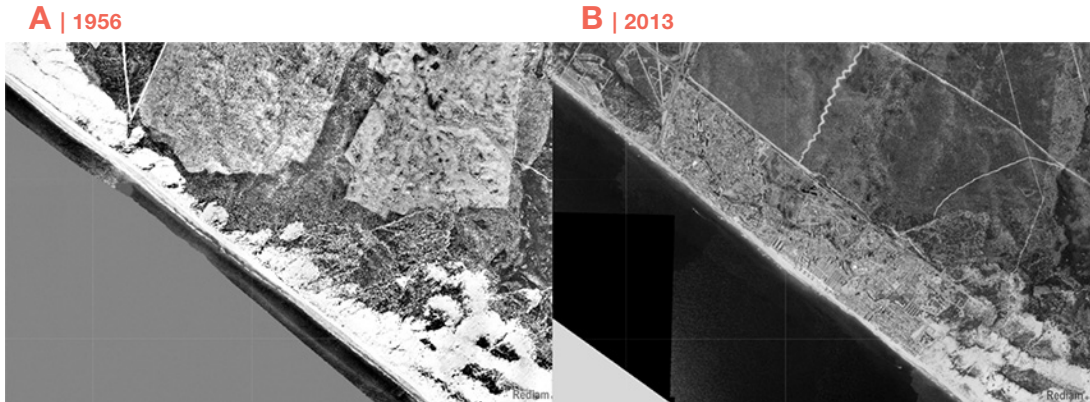


FIGURA
12-14

Evolución de los cambios ocurridos en la costa de Matalascañas.

A: 1956, **B:** 2013.



zaría aproximadamente entre 21 y 84 m para el 2050, y entre 41 y 237 m en el 2100 (CEDEX, 2013b), que conllevará un efecto rápido y directo sobre los bienes situados en la costa. Se impone reflexionar que, bajo el citado contexto, la mayor parte de los ecosistemas litorales se encuentran actualmente acosados por urbanizaciones e instalaciones levantadas en su frontera, y cuando el mar intente expandirse no tendrá espacio de amortiguación hacia donde escapar sin entrar en conflicto con hombre.

El efecto amortiguador que proporcionan los sistemas dunares, capaces de absorber parte del impacto marino, puede ser añorado en un futuro ante el preocupante ascenso del nivel del mar, como ahora ocurre cuando actúan los temporales directamente sobre viviendas e infraestructuras que ocupan el espacio del que se eliminó un sistema dunar.

A pesar de todo, los sistemas dunares remanentes ubicados en la provincia de Huelva gozan actualmente, en general, de un estado de conservación favorable.

[7]

Bibliografía

| Alcaraz Ariza, F.; Garre Belmonte, M. (1985). *Las adaptaciones de las plantas en las dunas litorales del sureste de España*. Secretariado de publicaciones, Universidad de Murcia. *Anales de Biología*. 4 (Biología Ambiental, 1): 11-14. <https://revistas.um.es/analesbio/article/view/35101/33631>



- | Balaguer Huguet, P.; Roig-Munar, F.X. (2016). *Sistemas dunares litorales y el concepto de gestión integrada de zonas costeras y marinas (GIZCM)*. En: Roig-Munar, F. X. y Quintana Pou, F. J. (Coords.). Restauración y Gestión de Sistemas Dunares. Estudio de casos. Colección Recerca i Territori, 8. Gerona. España.
- | Balao, F., Caldas, F.B., Casimiro-Soriguer Solanas, F., Sánchez-Gullón, E.; Talavera Lozano, S. (2013). *Thymus carnosus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T162164A5551116. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-1.RLTS.T162164A5551116>
- | CEDEX (2013a). *Estudio de la dinámica litoral, defensa y propuesta de mejora en las playas con problemas: estudio de actuación del tramo de costa comprendido entre las desembocaduras de los ríos Guadiana y Guadalquivir*. Informe parcial-junio. Centro de Estudios de Puertos y Costas Madrid. 169 pp.
- | CEDEX (2013b). *Estudio de la dinámica litoral, defensa y propuesta de mejora en las playas con problemas: estudio de actuación del tramo de costa comprendido entre las desembocaduras de los ríos Guadiana y Guadalquivir*. Informe final. Centro de Estudios de Puertos y Costas Madrid. 82 pp.
- | CMA (Consejería de Medio Ambiente) (2005). *Caracterización ambiental de humedales en Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. Sevilla, 511 p.
- | Cobo García, M.D. (2010). *Gestión de especies exóticas invasoras en el Parque Nacional de Doñana, Andalucía*. En: Especies exóticas invasoras en Andalucía: Talleres provinciales 2004-2006. Consejería de Medio Ambiente. Sevilla.
- | Dana, E.D. (2010). *Especies vegetales invasoras en Andalucía*. En: Especies exóticas invasoras en Andalucía: Talleres provinciales 2004-2006. Consejería de Medio Ambiente. Sevilla.
- | Davy, A.J.; Figueroa, M.E. (1993). *The colonization of strandlines*. En: Primary succession on land, J. Miles and D.W.H. Walton (eds). Blackwell Scientific Publications. London. 113-131.
- | Dech, J.P.; Maun, M.A. (2005). *Zonation of vegetation along a burial gradient on the leeward slopes of Lake Huron sand dunes*. Canadian Journal of Botany 83: 227–236.
- | Dellafiore, C.M.; Muñoz Vallés, S.; Gallego Fernández, J.B. (2006). *Rabbits (Oryctolagus cuniculus) as dispersers of Retama monosperma seeds in a coastal dune system*. Écoscience, 13 (1): 5-10.
- | Díaz-Paniagua, C.; Fernández-Zamudio, R.; Serrano, L.; Florencio, M.; Sousa, A.; García Murillo, P.; Siljestrom, P. (2016). *El sistema de lagunas temporales del Parque Nacional de Doñana: aplicación a la gestión y conservación de hábitats acuáticos singulares*. En: Proyectos de investigación en Parques Nacionales: 2011-2014. Organismo Autónomo Parques Nacionales (Ed). Serie Investigación en la Red. Organismo Autónomo de Parques Nacionales (OAPN), Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. pp. 37-59.
- | Estación Biológica de Doñana (EBD). *Cuadernos de Campo de Doñana*. <http://www.cuadernosdecampo.es/Website/Biodiversidad/Biodiversidad.aspx> [Consulta: 10 de diciembre de 2018].
- | Fernández Zamudio, R.; Sousa, A.; García Murillo, P. (2007). *Laguna de las Madres: Huelva: flora y vegetación*. Dirección General de Gestión del Medio Natural. Consejería de Medio Ambiente. Sevilla. 286 p.
- | Figueroa, M.E., Rubio Casal, A.E., Castillo Segura, J.M., Castellanos, E.M.; Luque, C.J. (2003). *El enebro marítimo en Andalucía*. Medio Ambiente (Revista de la Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía), 44, 34-37.
- | Gallego-Fernández, J.B., Muñoz Vallés, S.; Dellafiore, C. (2006). *Flora y vegetación de la Flecha Litoral de Nueva Umbría, Lepe-Huelva*. Ayuntamiento de Lepe, Lepe, 134 pp.
- | García Novo, F., Ramírez Díaz, L.; Torres, A. (1976). *El sistema de dunas de Doñana*. Naturalia Hispanica, 5:51-52.



- | Gracia Prieto, F.J., Sanjaume, E., Hernández, L., Hernández, A. I., Flor, G.; Gómez-Serrano, M.Á. (2009). *Dunas marítimas y continentales*. 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. 106 p.
- | Gracia, F.J. (2009). 2120 *Dunas móviles de litoral con Ammophila arenaria (dunas blancas)*. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 48 p.
- | Grillas, P.; Gauthier, P.; Yavercovski, N.; Perennou, C. (eds.) (2004). *Mediterranean temporary pools*. Station Biologique de la Tour du Valat, Le Sambuc.
- | Harris, D.; Davy, A.J. (1986). *Strandline colonization by Elymus farctus in relation to sand mobility and rabbit grazing*. Journal of Ecology. 74. 1045-1056.
- | Ley, C.; Gallego Fernández, J.B.; Vidal, C. (2007). *Manual de restauración de dunas costeras*. Dirección General de Costas. Ministerio de Medio Ambiente.
- | López-Pérez, J.J.; García Casas, J. (2007). *Una nueva especie para Europa continental y la Península Ibérica: Calomera lunulata (Fabricius, 1781) de la Isla de Saltés, Huelva, Andalucía (Coleoptera: Cicindelidae)*. Boletín de la Asociación Española de Entomología, 31 (1-2): 127-134.
- | López-Pérez, J.J. (2009). *Descripción de una nueva especie de Akis Herbst, 1799 de la Isla de Saltés, provincia de Huelva (Coleoptera, Tenebrionidae, Akidini)*. Boletín de la Asociación Española de Entomología: 33 (3-4): 503-515.
- | McIntyre, A.D. (1977) *Sandy foreshores*. En: The Coastline, (ed. R. S. K. Barnes), Wiley, London, pp. 31-47.
- | Morales, J.A.; Cantano, M.; Rodríguez-Ramírez, A.; Martín Banda, R. (2006). *Mapping geomorphology and active processes on the coast of Huelva (Southwestern Spain)*. Journal of Coastal Research, 48 (Proceedings of the 3rd Spanish Conference on Coastal Geomorphology), 89-99. Las Palmas de Gran Canarias, Spain. Pag. 90.
- | Moreno-Casasola, P. (1986). *Sand movement as a factor in the distribution of plant communities in a coastal dune system*. Vegetatio 65: 67-76.
- | Ortiz Herrera, M.A.; de Vega Durán, C.; Talavera Lozano, S. (2004). *Linaria lamarckii Rouy*. En: Bañares, Á.; Blanca, G.; Güemes, J.; Moreno, J.C. y Ortiz, S. (eds.). *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Madrid, 1.069 pp.
- | Plaza Arregui, L.; Rodríguez Hiraldo, C. (2009). *La recuperación de Linaria lamarckii*. Conservación Vegetal (Boletín de la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas), 13: 16-17.
- | Rodríguez, A.; Cáceres, L.M.; Rodríguez, J. (2000). *Dinámica y evolución de flechas litorales: el litoral onubense (SO, España)*. pp. 101-113. En: Geomorfología litoral: Procesos activos. De Andrés, J.R. y Gracia, F.J. (eds). Instituto Tecnológico Geominero de España. Madrid.
- | Sanjaume, E.; Gracia, F.J.; Flor, G. (2011). 1. *Introducción a la geomorfología de sistemas dunares*. En: Las dunas en España. Sanjaume Saumell, E. y Gracia Prieto, F.J. (Eds.). Sociedad Española de Geomorfología.
- | Talavera, M.; Balao, F.; Casimiro-Soriguer, R.; Sanchez-Gullón, E.; Talavera, S. (2010). *Thymus carnosus Boiss.* En: Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España. Adenda 2010. Bañares, Á., G. Blanca, J. Güemes, J.C. Moreno & S. Ortiz, (eds.). Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino)-Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas. Madrid, 170 pp.
- | Valdés, B.; Girón, V.; Sánchez-Gullón, E.; Carmona, I. (2010). *Guía de las especies de interés de la flora de Doñana y su Comarca*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.



Se terminó de editar el libro
Biología de Huelva
Naturaleza, Biodiversidad,
Bioindicadores y Biomarcadores
el 12 de mayo de 2022,
estando al cuidado de la edición
el Servicio de Publicaciones
de la Universidad de Huelva





DIPUTACIÓN
DE **HUELVA**



Universidad
de Huelva



CÁTEDRA
DE LA PROVINCIA