



‘ECOPLANTMED’

USO **ECOLÓGICO** DE **PLANTAS** AUTÓCTONAS PARA LA RESTAURACIÓN
MEDIOAMBIENTAL Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA REGIÓN **MEDITERRÁNEA**

‘GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS DE RESTAURACIÓN EN HÁBITATS MEDITERRÁNEOS’

EcoplantMed



Project funded by the
EUROPEAN UNION



**ENPI
CBCMED**
CROSS-BORDER COOPERATION
IN THE MEDITERRANEAN

Cláusula de no responsabilidad: Esta publicación ha sido elaborada con la asistencia financiera de la Unión Europea en el marco del Programa IEVA CT Cuenca Mediterránea. El contenido de la misma es responsabilidad exclusiva de CIHEAM - Instituto Mediterráneo Agronómico de Chania y en ningún caso debe considerarse que refleja los puntos de vista de la Unión Europea o de las estructuras de gestión del Programa.

La Unión Europea está constituida por 28 Estados miembros que han decidido unir de forma progresiva sus conocimientos, sus recursos y su destino. Juntos, durante un periodo de ampliaciones de más de 50 años, han construido una zona de estabilidad, democracia y de desarrollo sostenible manteniendo su diversidad cultural, la tolerancia y las libertades individuales. La Unión Europea tiene el compromiso de compartir sus logros y sus valores con los países y pueblos más allá de sus fronteras.

Reproducción autorizada citando la fuente

Citación recomendada: Marzo A, Herreros R & Zreik Ch (Eds.). 2015. Guía de Buenas Prácticas de Restauración en Hábitats Mediterráneos. Ecoplantmed, ENPI, CBC-MED.

Editores:

Antoni MARZO (CIEF), Raquel HERREROS (CIEF), Christophe ZREIK (CIEF).

Autores:

Gianluigi BACCHETTA (UNICA-CCB), Daniel BALLESTEROS (UNICA-CCB), Khaoula BEN BAAZIZ (INRGREF), Magda BOU DAGHER KHARRAT (USJ-LSGC), Bouchra DOUAIHY (USJ-LSGC), Kaouther EL HAMROUNI (INRGREF), Perla FARHAT (USJ-LSGC), Christine FOURNARAKI (CIHEAM-MAICH), Panagiota GOTSIOU (CIHEAM-MAICH), Dany GHOSN (CIHEAM-MAICH), Raquel HERREROS (CIEF), Abdelhamid KHALDI (INRGREF), Marwa KHAMMASSI (INRGREF), Ali EL KHORCHANI (INRGREF), Adamantia KOKKINAKI (CIHEAM-MAICH), Antoni MARZO (CIEF), Francesca MELONI (UNICA-CCB), Faten MEZNI (INRGREF), Rosangela PICCIAU (UNICA-CCB), Joelle SAAB (USJ-LSGC), Ramy SAKR (USJ-LSGC), Marco SARIGU (UNICA-CCB), Salma SAY (INRGREF), Issam TOUHAMI (INRGREF), Christophe ZREIK (CIEF).

Agradecimientos:

Los autores queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento a todas las personas e instituciones que amablemente han colaborado con nosotros en la preparación de esta publicación, y de manera especial a los coordinadores y técnicos de los proyectos de restauración que aquí se presentan

Paco ALBERT, José Antonio ALLOZA, Daniel ARIZPE, Ricardo BARBERÁ, William COLOM, Jordi CORTINA, Vicent CERDÀ, Maria Antonietta DESSENA, Sela HUESCA, Miquel IBÁÑEZ, Petros KAKOUIROS, Emilio LAGUNA, Eduardo MARTÍNEZ, Jesús MARTÍNEZ-LLISTÓ, Marcello MIOZZO, Martino ORRÙ, Rafael PAULO, Giorgos PETRAKIS, Silvia PINNA, Gloria ORTIZ, Carlos PEÑA, Aruca SEBASTIÁN, Sales TOMÁS, Alberto VILAGROSA, Antonio VIZCAÍNO.

El proyecto ECOPLANTMED agradece el apoyo recibido por parte de la Unión Europea y el programa IEVA CT Cuenca Mediterránea.

Diseño de la cubierta:

Nayla FERZLI y Clément TANNOURI.

Presentación

La creación de una Guía de Buenas Prácticas para la restauración de los hábitats mediterráneos es una iniciativa que surge de la colaboración entre bancos de semillas, institutos de investigación e instituciones implicadas en la conservación y gestión de plantas autóctonas, los cuales reconocen destacan la necesidad del uso de material genético vegetal autóctono en las acciones de restauración.

La Cuenca mediterránea, siendo el tercer hotspot de diversidad vegetal más significativo a nivel mundial, es un área en la que la conservación de plantas y la restauración ecológica de los hábitats son de importancia capital para el desarrollo sostenible. Las prácticas de restauración con uso de plantas autóctonas localmente adaptadas y con suficiente diversidad genética intraespecífica pueden contribuir a la protección a largo plazo y la valorización del patrimonio natural y cultural del Mediterráneo, así como a la protección, gestión y ordenación del paisaje. Por otra parte, el uso de plantas autóctonas puede aumentar la capacidad de recuperación de los ecosistemas frente al cambio climático y combatir la proliferación de plantas alóctonas invasoras. En el caso de los hábitats de alto valor de conservación, prácticas de restauración adecuados son todavía más cruciales.

La Guía de Buenas Prácticas de restauración es una recopilación bibliográfica sobre restauración ecológica y hábitats mediterráneos, y contiene una selección de 15 Buenas Prácticas relacionadas con el uso de plantas autóctonas que han sido identificadas para diferentes tipos de hábitats mediterráneos, así como una descripción de las dos acciones piloto demostrativas de restauración. Está dirigida a todos los que participan en las actividades de restauración de hábitats, ecosistemas y paisajes, incluyendo a los responsables políticos. La Guía intenta hacer que el uso de material genético vegetal local sea una consideración necesaria en las actividades de restauración, complementando así la conservación de la diversidad vegetal en la Cuenca del Mediterráneo

La edición de la Guía y las dos acciones de restauración piloto descritas en ella han sido posibles gracias al proyecto **ECOPLANTMED**: 'Uso ECOLógico de PLANTas autóctonas para la restauración medioambiental y el desarrollo sostenible en la región MEDiterránea'. El proyecto tiene como objetivo contribuir a detener la pérdida de biodiversidad y promover un modelo de desarrollo sostenible en la región mediterránea, fomentando la conservación de las plantas autóctonas y promocionando su uso en las actividades de restauración de hábitats y en el sector de producción de la planta. La presente Guía, así como el Manual para la propagación de plantas autóctonas (Ballesteros *et al.*, 2015) también producido por el proyecto, aspiran a ser herramientas útiles para la planificación y ejecución de acciones de restauración en todos los países de la cuenca mediterránea.

El proyecto ECOPLANTMED tiene un presupuesto total de 1,050 millones de euros, de los que 0,945 millones de euros (90%) están financiados por la **Unión Europea** a través del **Programa IEVA CT Cuenca Mediterránea 2007-2013**. ECOPLANTMED es uno de los 95 proyectos financiados a través de este Programa, una iniciativa de cooperación transfronteriza financiada por el Instrumento Europeo de Vecindad y Asociación, en el cual participan 14 países (Chipre, Egipto, Francia, Grecia, Israel, Italia, Jordania, Líbano, Malta, Palestina, Portugal, España, Siria -participación actualmente suspendida- y Túnez). El programa, bajo el liderazgo de la **Autoridad de Gestión Conjunta de la Región Autónoma de Cerdeña**, pretende promover un proceso de cooperación sostenible y armonioso a nivel de la región mediterránea, abordando retos comunes y mejorando el potencial endógeno de la zona, y tiene un presupuesto total de 200 millones de euros (www.enpicbcmmed.eu).

Duración del proyecto ECOPLANTMED: Enero 2014 - Diciembre 2015

Para obtener más información sobre ECOPLANTMED, viste la página <http://www.ecoplantmed.eu/>

ECOPLANTMED - Partenariado

Coordinador

CIHEAM - Instituto Mediterráneo Agronómico de Chania
Unidad de Conservación de Plantas Mediterráneas (CIHEAM - MAICH)
Creta, Grecia
www.maich



Socios

Universidad de Cagliari
Centro para la Conservación de la Biodiversidad
(UNICA - CCB)
Cerdeña, Italia
www.ccb-sardegna.it



Universidad Saint Joseph
Laboratorio de Conservación y Germinación de Semillas (USJ)
Líbano
www.usj.edu.lb



Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural
Centro para la Investigación y la Experimentación Forestal (CIEF)
Comunitat Valenciana, España
www.agricultura.gva.es



Instituto Nacional de Investigación de Ingeniería Rural, Agua y Bosques
Laboratorio para la Gestión y la Valorización de los Recursos Forestales
(INRGREF)
Ariana, Túnez
www.inrgref.agrinet.tn



Índice

1 LOS HÁBITATS MEDITERRÁNEOS	6
1.1 Introducción	6
1.2 Descripciones generales	8
2 RESTAURACIÓN ECOLÓGICA.....	13
2.1 Concepto	13
2.2 Importancia del uso de plantas autóctonas en la restauración ecológica.....	14
3 USO DE FLORA AUTÓCTONA: VISIÓN GENERAL DEL MARCO NORMATIVO	16
3.1 Evitar las especies exóticas.....	16
3.2 Uso de materiales de calidad: asegurando identidad, calidad fenotípica y amplia base genética.....	18
3.3 Uso de materiales de procedencia local.....	19
4 TÉCNICAS PARA LA RESTAURACIÓN DE HÁBITATS	21
4.1 Bosques.....	23
4.2 Hábitats de agua dulce	25
4.3 Hábitats Dunares / Costeros.....	28
4.4 Sistemas Áridos / Semiáridos.....	31
5 BUENAS PRÁCTICAS	33
5.1 Metodología utilizada para identificar y seleccionar Buenas Prácticas.....	33
5.2 Buenas Prácticas seleccionadas	39
6 EJEMPLOS DE RESTAURACIONES EN EL PROYECTO ECOPLANTMED.....	115
6.1 Sitio piloto ECOPLANTMED en el Líbano	115
6.2 Sitio piloto ECOPLANTMED en Túnez.....	119
7 BIBLIOGRAFÍA	122
ANEXO: REVISIÓN DE LA LITERATURA SOBRE PRÁCTICAS ECOLÓGICAS EN HÁBITATS MEDITERRÁNEOS	124

1

LOS HÁBITATS MEDITERRÁNEOS

1.1 Introducción

La Región Mediterránea se extiende a lo largo de unos 3800 kilómetros en dirección este-oeste, desde Portugal hasta Líbano, y unos 1000 kilómetros de norte a sur, desde Italia hasta Marruecos y Libia (Sundseth, 2010). El concepto de Región Mediterránea puede ser entendido en dos sentidos: desde el punto de vista geográfico comprende el grupo de territorios que rodean el Mar Mediterráneo, es decir, aquellos localizados en su ribera. En cambio, la aproximación biogeográfica considera también las condiciones climáticas y geológicas y la distribución de las especies vegetales, definiendo un área cuyos límites son ligeramente diferentes a los del concepto anterior, pero con una delimitación territorial más congruente. Por ello, en el contexto del proyecto ECOPLANTMED, se adopta el sentido biogeográfico de Región Mediterránea, que comprende territorios localizados en 3 continentes e incluye 24¹ países (completos o parte de ellos) (Sfenthouakis & Svenning, 2011) (Figura 1).

El clima mediterráneo se caracteriza por una marcada estacionalidad en la distribución de la temperatura y las precipitaciones. En general, los veranos son cálidos y secos, lo cual genera un notable y muy característico estrés hídrico en la vegetación que compone los ecosistemas mediterráneos, y los inviernos son templados y húmedos. Sin embargo, este esquema general puede verse modificado por una variada y contrastada topografía y la distancia al mar, que introduce diferentes niveles de continentalidad y rigor climático (Valladares, 2007). La alta impredecibilidad intra e interanual, con lluvias torrenciales en un corto período o golpes de fuertes vientos, es también característica de los ambientes mediterráneos, que muestran, por lo tanto, una gran variedad de comunidades vegetales y paisajes: altas montañas, costas rocosas, garrigas impenetrables, bosques caducifolios, zonas húmedas costeras o playas de arenas son sólo algunos ejemplos del mosaico de situaciones posibles.

El clima mediterráneo es propio de la Región Mediterránea, pero también se produce en áreas de Sudáfrica, Australia, California y Chile (Figura 2). En el contexto de esta guía, los hábitats mediterráneos son aquellos que se desarrollan bajo clima mediterráneo y están incluidos en la Región Mediterránea. Dentro de este concepto pueden ser considerados también aquellos hábitats que pueden ser definidos como 'hábitats de transición', es decir, aquéllos que en su representación más característica son más típicos de otras regiones más frescas o secas, pero que, sin embargo, pueden encontrarse en territorios de la Región Mediterránea, mostrando una

¹ El número de territorios puede variar dependiendo de la fuente consultada

clara influencia del clima mediterráneo, lo que se refleja en una composición florística algo alejada del modelo típico. También se han tenido en cuenta, puntualmente, hábitats bajo clima mediterráneo en otras regiones biogeográficas (ver capítulo 5): los problemas derivados del clima que compartimos -más allá de otras amenazas globales- puede conducirnos a utilizar metodologías similares para superar limitaciones comunes; al mismo tiempo, las respuestas adaptativas de las plantas, similares hasta cierto punto en todas las regiones con clima mediterráneo, representan claves ecológicas de aplicación en la restauración de hábitats.

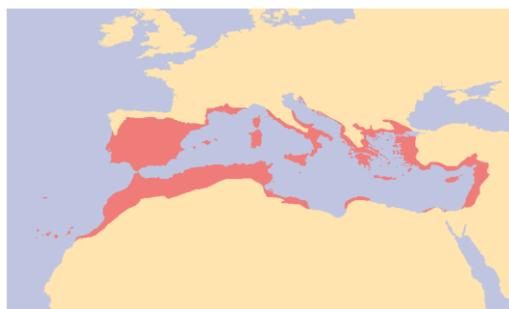


Figura 1. Región Biogeográfica Mediterránea (adaptado de Udvardy, 1975; Médail & Quézel, 1999; y Rivas Martínez *et al.*, 2004).



Figura 2. Áreas disjuntas con clima mediterráneo (adaptado de Dicastri *et al.*, 1981).

Un rasgo característico de los ecosistemas de la Región Mediterránea es su elevada riqueza biológica. La cuenca mediterránea es una de las regiones con mayor biodiversidad y la tercera en el ranking mundial en términos de diversidad de plantas ('plant biodiversity hotspots'), con unas 25.000 especies, la mitad de las cuales no pueden encontrarse en ninguna otra parte del mundo (Myers *et al.*, 2000).

Sin embargo, la Región Mediterránea es también conocida por ser uno de los territorios más amenazados del planeta, siendo el cuarto hotspot de biodiversidad más significativamente alterado a nivel mundial, y el segundo en términos de pérdida de superficie de hábitats.

La vegetación ha sido alterada en mayor o menor medida por miles de años de asentamientos humanos y modificaciones del hábitat. Los mayores impactos de la civilización han sido la deforestación, motivada generalmente por la expansión de la agricultura y la explotación de la madera, el pastoreo intensivo y el incremento de los fuegos. También juega un papel fundamental el desarrollo de infraestructuras, que han sido promovidas particularmente y de manera intensiva en las zonas costeras como consecuencia del turismo global. Por ello, las actividades humanas han conducido a una degradación y pérdida del hábitat y son la causa principal de amenaza para las especies de la cuenca mediterránea; además, los eventos climáticos extremos, como los fuegos o las sequías acusadas, previsiblemente contribuirán a aumentar dicha amenaza (Cuttelod *et al.*, 2008).

Una evaluación general del estado de conservación de los hábitats mediterráneos muestra que sólo el 5% de la superficie de este hotspot permanece con vegetación relativamente intacta. Es más, se estima que aproximadamente el 19% de las especies estarán amenazadas de extinción en el año 2050. En este contexto, queda claro que no sólo es necesario conservar, sino también restaurar los hábitats. La restauración de hábitats es actualmente una prioridad en los programas y estrategias nacionales e internacionales; entre ellos, cabe destacar el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 del Convenio sobre Diversidad Biológica de la ONU, que indica, a través del objetivo 15, que por lo menos el 15% de las áreas degradadas deben ser restauradas para el 2020. De manera similar, el Desafío de Bonn, dirigido por la Alianza Mundial para

la Restauración del Paisaje Forestal tiene la aspiración global de restaurar 150 millones de hectáreas de áreas degradadas y deforestadas en el mundo para el año 2020.

1.2 Descripciones generales

La región mediterránea alberga más de un centenar de los tipos de hábitats que se listan en la Directiva de Hábitats europea. De entre éstos, 37 se encuentran solo en esta región. Este número tan elevado es resultado no solo del clima cálido de la región, la variada geología y la compleja topografía, con muchas zonas aisladas, sino también del hecho de que gran parte de la región se salvó de los efectos devastadores de la última Edad de Hielo que se extendió por toda Europa.

Los bosques mediterráneos son a menudo abiertos, con mucha luz, proporcionando cobijo a un estrato de arbustos y pequeñas matas, lo que resulta en una compleja estructura vertical. Bosques, matorrales y brezales aparecen a menudo en estrecha conexión y pueden fusionarse unos con otros. Los bosques mediterráneos son muy diversos en cuanto a la composición en especies. Se estima que más de 100 especies arbóreas contribuyen a los diversos tipos de bosque. Los bosques están formados principalmente por frondosas, pero se encuentran coníferas en sitios montañosos con suelos poco profundos, o en forma de plantaciones (*Pinus pinaster* y *Pinus halepensis*). Muchas de las especies arbóreas de hoja ancha dominantes son esclerófilas (perennifolias de hojas coriáceas), como el alcornoque (*Q. suber*), la encina (*Quercus ilex* y *Q. rotundifolia*), el roble de Aleppo (*Q. infectoria*), la coscoja (*Q. coccifera*), y el roble de Palestina (*Q. calliprinos*). Estos bosques suelen presentar un rico estrato de plantas trepadoras (*Clematis* sp., *Lonicera* sp., *Smilax* sp. y *Rubia* sp.), y en las zonas más húmedas y templadas, son ricos en arbustos y arbolillos con hojas de tipo lauroide, enteras, perennes y coriáceas (*Arbutus*, *Viburnum*, *Myrtus* y *Laurus*).

En el curso de los últimos dos o tres milenios estos bosques de robles han remplazado progresivamente a los de robles de hoja caduca (*Q. brachyphylla*, *Q. canariensis*, *Q. congesta*, *Q. faginea*, *Q. ichnusae*, *Q. pyrenaica*, *Q. virgiliana*), que ahora se encuentran en su mayoría en zonas elevadas o en zonas con suelos profundos y alta humedad.

Los bosques de las montañas mediterráneas contienen también muchas especies de coníferas de los géneros *Abies*, *Pinus*, *Juniperus* y *Taxus*. Algunas de ellas son arbóreas endémicas, como el cedro del Líbano (*Cedrus libani*), muy conocido por su madera, que se ha utilizado durante miles de años y que ahora ocupa un lugar de honor en la bandera del país. Además, hay algunas especies de palmeras autóctonas de Europa y presentes en la Cuenca mediterránea, como el palmito (*Chamaerops humilis*) y la palmera datilera de Creta (*Phoenix theophrasti*).

Los bosques se han visto muy degradados debido al sobrepastoreo y la extracción de leña, pero también como consecuencia de los incendios. Tales áreas forestales pueden llegar a convertirse en bosques secundarios abiertos con diversos tipos de sotobosque, pero si no se gestionan adecuadamente, pueden convertirse en matorrales secos altos o bajos, o brezales en algunas zonas, o degradarse a zonas con escasa vegetación. Las áreas forestales que permanecen al margen de la influencia de las actividades humanas son muy limitadas. Los fragmentos son frágiles y están sometidos a altas presiones, y comprenden áreas con ejemplares de robles, pinos y acebuches de mucha edad, como las formaciones de roble en Cerdeña y el archipiélago toscano, y las formaciones de abetos mediterráneos en áreas restringidas al sur y suroeste de la región. En Sicilia quedan

muy pocos individuos del abeto relicto siciliano (*Abies nebrodensis*) en peligro crítico: existen c. 20 individuos maduros y las revegetaciones han tenido un éxito limitado.

Brezales mediterráneos, matorrales, pastizales y tierras áridas. Los arbustos y las matas ocupan grandes extensiones del paisaje de la región mediterránea. El omnipresente matorral mediterráneo se presenta en una gran variedad de formas y tamaños, y es conocido como matorral, maquia, garriga y frigana dependiendo de su ubicación geográfica, la altitud, la exposición, el suelo, el grado de degradación, el uso humano y la composición de especies. Pero en realidad estos tipos de hábitats a menudo se funden unos en otros para formar un mosaico dinámico, complejo e intrincado, a través del paisaje.

La altura de los arbustos puede ser utilizada en ocasiones a modo de regla sencilla: la maquia, por ejemplo, tiende a formar comunidades densas e impenetrables de 1-4 m de altura, y está generalmente dominada por árboles de pequeña talla como el madroño (*Arbutus unedo*), el lentisco (*Pistacia lentiscus*), el acebuche (*Olea europaea* var. *sylvestris*) o el mirto (*Myrtus communis*), o en menor frecuencia el enebro o el laurel. La garriga es por el contrario más abierta y la vegetación apenas llega a la altura de la rodilla. Aquí las plantas de hojas coriáceas como las jaras (*Cistus* sp.) y los arbustos aromáticos como *Lavandula* sp., *Teucrium* sp., *Thymus* sp. y *Rosmarinus* sp. son en general evidentes, llenando el aire con su perfume. La frigana, que se encuentra principalmente en la parte oriental del Mediterráneo, generalmente a lo largo de la costa, es la formación más baja de todas y se compone de plantas espinosas en cojín (ej. *Sarcopoterium spinosum*, *Satureja thymbra*) y matas rastreras. Estos hábitats contienen muchos tipos de especies adaptadas a la luz y la sequía (ej. *Anthyllis hermanniae*, *Genista acanthoclada*).

La complejidad de la estructura de la vegetación hace que las formaciones arbustivas mediterráneas sean excepcionalmente ricos en vida Silvestre. Predominan Las especies de flores de colores vistosos, y muchas de ellas son también aromáticas: *Cistus*, *Genista*, *Helichrysum*, *Phlomis*, *Salvia*, *Teucrium*, *Thymus*, etc. Otras flores coloridas típicas de los matorrales mediterráneos son geófitos como los tulipanes silvestres, los narcisos, los azafranes y los *Allium* spp., así como muchas especies de orquídeas. Juntas hacen una breve pero espectacular exhibición de flores cada primavera, pero pueden secarse en verano. Estas áreas son altamente vulnerables a la erosión y al Nuevo establecimiento de plantas, aunque las raíces profundas protegerán a la vegetación existente ya establecida durante mucho tiempo. Los géneros de plantas más característicos a menudo muestran un gran número de especies, aunque muchas pueden tener una limitada distribución geográfica.

Otras partes del Mediterráneo son simplemente demasiado secas para que en ellas prosperen árboles o vegetación densa y, en cambio, están cubiertas por vastas extensiones de pastizales. A primera vista, estas zonas semiáridas estépicas pueden parecer estériles y sin vida, pero una inspección más detallada revela una flora y una fauna igualmente ricas. Los pastizales mediterráneos secos perennes (Clase *Lygeo-Stipetea*) está constituidos gramíneas perennes cespitosas, o en ocasiones estoloníferas. Esta vegetación se encuentra ampliamente distribuida desde el nivel del mar hasta los 2000 m de altitud, a menudo como etapa serial ligada a la degradación de bosques y maquias. Por ejemplo, los pastizales secos dominados por *Stipa tenacissima* (conocidos como 'espartales' en la Península Ibérica) constituyen unas de las formaciones más características de las áreas semiáridas del Mediterráneo occidental. Las estepas de *Stipa tenacissima* se distribuyen principalmente en una delgada franja latitudinal por el Norte de África (Libia, Túnez, Argelia y Marruecos) y por

el sureste de Península Ibérica. En Cerdeña y Sicilia, y en la Península Ibérica, los pastizales caracterizados por el predominio de *Brachypodium retusum*, junto con otras especies de gramíneas (*Hyparrhenia hirta*, *Ampelodesmos mauritanicus* y *Lygeum spartum*), son bastante comunes. La región mediterránea en la actualidad contiene muy pocas áreas que son lo suficientemente áridas como para ser incluidas en el pre-desértico o desértico, por ejemplo en España, Portugal, Sicilia, Turquía, Túnez, y otros países del Magreb.

Los hábitats de agua dulce mediterráneos incluyen una variedad de ecosistemas como ríos, arroyos, lagunas, diversos humedales y lagunas temporales. Muchos ríos mediterráneos presentan un caudal anual bajo y régimen irregular. El régimen fluvial predominante se caracteriza por un periodo estival prolongado con poca agua o sin agua. Debido a los dos déficits de agua en la mayor parte de la región, humedales como las turberas, ciénagas y pantanos se encuentran limitados. Sin embargo, existen algunos humedales muy espectaculares y con alto valor ecológico en la región.

Muchas plantas sumergidas son especies del género *Potamogeton*, como *Potamogeton pectinatus*, que cubre un tercio del área del lago Ichkeul en Túnez, y es la principal especie consumida por las poblaciones de ánades invernales. Cuando el agua es más salada, éstas son reemplazadas por especies del género *Ruppia*, mientras que en las zonas que permanecen secas durante más de un mes se encuentran comunidades de aguas poco profundas (como *Chara* spp.), que pueden soportar la sequía estival.

El carrizo *Phragmites australis* es claramente una especie dominante entre las grandes macrófitos emergidos de las marismas de agua dulce. Esta especie crece donde las condiciones permanecen húmedas durante la mayor parte del año. Puede formar masas flotantes en áreas permanentemente inundadas. Cuando hay pastoreo intensivo, las cañas pueden ser sustituidas por pastos postrados como *Aeluropus littoralis*, o *Scirpus maritimus*, que tolera mejor la sal, y florecer en áreas moderadamente pastoreadas, a menudo en las orillas de lagos profundos. Las comunidades más extensas se encuentran en los humedales de Daimiel en el centro de España y en los pantanos de la Crau en Camarga.

La mayoría de los bosques de ríos (bosques riparios y bosques aluviales) han desaparecido de las planicies aluviales europeas, aunque en algunos deltas permanecen algunos fragmentos, como es el caso de Nestos, en Grecia, en el cual quedan sesenta hectáreas de bosques caducos estacionalmente inundados, o en el delta del Ebro, donde hay rodales de chopos (*Populus* sp.), alisos (*Alnus* sp.) y sauces blancos (*Salix alba*). Debido al carácter torrencial de la mayoría de ríos mediterráneos, la vegetación riparia mediterránea está adaptada a un entorno de escasez estacional de agua. Las comunidades vegetales de estos ecosistemas son estructuralmente similares, con un estrato arbustivo desarrollado, pocos árboles dominantes y un mosaico irregular de ecotipos herbáceos, dominados por arbustos, y de dosel denso que están asociados con distintas formas de relieve geomorfológico y/o regímenes de humedad del suelo. *Celtis*, *Fraxinus*, *Nerium*, *Populus*, *Salix*, *Tamarix*, *Ulmus* y *Vitex* son géneros comunes de plantas a lo largo de los bosques de ribera mediterráneos. La composición de las diferentes comunidades vegetales varía según la posición geográfica, la altitud, la exposición, la composición del suelo y el caudal del río. Estos hábitats contienen muchos tipos de especies adaptadas a la luz y la sequía. Existen algunas diferencias dentro de la cuenca mediterránea, por ejemplo hay una mayor presencia de *Platanus*, *Eleagnus*, *Pterocarya*, y *Cercis* en la parte oriental de la cuenca. Ejemplos de taxones relictos de las comunidades ribereñas son *Rhododendron ponticum* en la Cuenca occidental (Portugal, España) y *Liquidambar orientalis* en la Cuenca oriental.

Las lagunas temporales forman algunas de las comunidades vegetales más características. Un gran número de estas muy diversas plantas y en particular varias especies del género *Isoetes* y otros pteridófitos (ej. *Marsilea* sp., *Pilularia minuta*), se encuentran únicamente en esta región.

Los hábitats litorales/costeros mediterráneos son muy diversos; incluso en distancias cortas puede variar entre tramos rocosos y playas o calas arenosas o de grava, incluyendo hábitats como acantilados rocosos, dunas arenosas, cuevas, lagunas y deltas. Grandes extensiones de dunas y humedales han desaparecido por completo.

Posidonia oceanica es una planta marítima endémica del mar mediterráneo. Forma densas praderas submarinas a una profundidad de hasta 40 metros. Al igual que los prados terrestres, estos bancos de *Posidonia* son inmensamente ricos en vida silvestre y desempeñan un papel fundamental en la protección del litoral. Sin embargo, las praderas de *Posidonia* se encuentran bajo estricta protección ya que casi la mitad ha sufrido regresión o ha desaparecido en el Mediterráneo en los últimos 30 años aproximadamente.

Las dunas desempeñan un papel importante en la preservación de las playas y la protección de los bosques, las comunidades biológicas y las instalaciones situadas tras ellas. Sin embargo, solo unas pocas áreas permanecen intactas. Las dunas son el hábitat exclusivo de muchas especies animales y vegetales endémicas. Un tercio de la flora de las dunas es endémico del Mediterráneo. Muchas especies de duna son útiles plantas pioneras, que ayudan a la colonización o la reparación del sustrato arenoso, como *Eryngium maritimum*, *Pancreatium maritimum*, *Cakile maritima*, *Silene* sp., *Malcolmia* sp., *Matthiola* sp. Distintas comunidades de pastizales dunares incluyen especies como *Ammophila australis*, *Elymus farctus* y *Euphorbia terracina*. Las dunas costeras son a menudo colonizadas por pinos termófilos mediterráneos (*Pinus halepensis* y *P. pinea*), o son el hábitat de distintos bosquetes de *Juniperus* sp. (ej. *J. macrocarpa* y *J. phoenicea* subsp. *turbinata*), conformando hábitats únicos donde se encuentran distintas especies. La vegetación dunar autóctona se encuentra también en esta región en peligro por la invasión de especies exóticas que han escapado de jardines privados, como *Carpobrotus* sp. o *Acacia* sp. La disminución en las dunas mediterráneas ha sido severa: se estima que se ha perdido más del 70% desde 1900. La mayor parte de las dunas se ha utilizado para urbanización, con fines de turismo, o se han plantado para estabilizar dunas móviles y poco a poco se han convertido en bosques secos, a menudo con pinos y *Acacia* sp.

En los bordes de las lagunas que dan al mar, donde se mezclan los dos tipos de ambientes, se pueden encontrar pastos marinos. En las zonas intermareales, la vegetación se encuentra generalmente dominada por *Zostera* spp., que son reemplazados por *Ruppia* sp. en los humedales salinos con aguas más calmas, cerradas y cálidas. En las orillas, en zonas pantanosas inundadas estacionalmente existen especies halófilas anuales y perennes que germinan en la estación seca, cuando el agua retrocede bajo la superficie del suelo; en particular, *Salicornia*, *Arthrocnemum*, y los pastizales de los pantanos salobres que son resistentes tanto a las inundaciones invernales como al pastoreo intensivo. Las especies del género *Salicornia* ocupan amplias áreas de las marismas salobres de la Cuenca mediterránea, en particular en los deltas, en los bordes de las lagunas y en los lagos de sal en el Norte de África. Ayudan a mantener estas estructuras mediante la captura de sedimentos, que conduce a la aparición de una forma de relieve característica salpicada de montículos. Otras comunidades de plantas halófitas proliferan en los bordes de los pantanos, como los juncos (*Juncus* sp.), que pueden formar un cinturón a pocos metros de ancho alrededor de las lagunas, en el límite superior de las zonas

que se inundan en invierno, justo antes de los tamariscos (*Tamarix* spp.), que dan lugar a un pastizal húmedo conforme te alejas de la orilla.

A lo largo de las costas, son frecuentes los paisajes rocosos con acantilados, barrancos, grietas y cuevas. Ofrecen condiciones de vida extremas para plantas y animales y la vegetación es escasa. Acantilados y desfiladeros albergan plantas rupícolas y una serie de especies de árboles y arbustos con formas enanas debido a limitaciones de agua y nutrientes como por ejemplo *J. phoenicea* subsp. *turbinata*, *Genista* gr. *acanthoclada*, *Anthyllis barba-jovis*, o *Astragalus* gr. *massiliensis*. Las grietas estrechas sirven de micro-hábitats para un gran número de especies endémicas (*Bellium* sp., *Silene* gr. *mollissima*, *Limonium* sp.).

2

RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

2.1 Concepto

La Restauración Ecológica representa un proceso holístico dirigido a la reparación total de la estructura del ecosistema, el funcionalismo y la provisión de bienes y servicios. Proporciona un marco conceptual en el que el vínculo entre la naturaleza y la cultura es especialmente inspirador. Se trata de un importante enfoque de gestión que puede contribuir a los amplios objetivos sociales para el mantenimiento de un planeta saludable y brindar beneficios esenciales para la gente (SCDB, 2010), mediante la renovación de las oportunidades económicas, el rejuvenecimiento de las prácticas culturales tradicionales y el aumento de la resiliencia ecológica y social a los cambios ambientales (Keenleyside *et al.*, 2012).

De acuerdo con los Principios de SER International sobre la restauración ecológica (SER, 2004), la restauración ecológica es el proceso de ayudar al restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido. Un ecosistema se ha recuperado - y restaurado - cuando contiene suficientes recursos bióticos y abióticos como para continuar su desarrollo sin ayuda o subsidio adicional, se mantiene estructural y funcionalmente, demuestra capacidad de recuperación (resiliencia) dentro de los límites normales de estrés y alteración ambiental e interactúa con ecosistemas contiguos en términos de flujos bióticos y abióticos e interacciones culturales.

La literatura ofrece distintos términos para definir actividades que se pueden llevar a cabo para gestionar ecosistemas degradados, tales como rehabilitación, reclamación, mitigación, reconversión, remediación, revegetación, y también forestación, reforestación, y otros. Estos conceptos han sido utilizados para hacer referencia a actividades distintas de la restauración, pero también para describir distintos niveles de recuperación desde un estado degradado a uno restaurado (van Andel & Aronson, 2012). Por otra parte, los distintos términos se han visto favorecidos desigualmente en diferentes regiones del mundo (Clewel & Aronson, 2007).

De acuerdo con SER (2004), la restauración abarca parte de los trabajos que se agrupan bajo esta terminología: las acciones pueden ser calificadas como de restauración ecológica si cumplen los atributos de los ecosistemas restaurados. Desde que la restauración ecológica se ha ganado la aceptación de la comunidad científica y técnica, gran parte de los trabajos definidos previamente como rehabilitación, reforestación, etc., se identifican ahora como restauración.

La restauración ecológica es una actividad intencionada que trata de retornar un ecosistema a su trayectoria histórica. La trayectoria histórica de un ecosistema gravemente impactado puede ser difícil o imposible de

determinar con exactitud. Sin embargo, la dirección general y los límites de esa trayectoria se pueden establecer mediante una combinación de los conocimientos sobre la estructura, composición y funcionamiento previos del ecosistema, comparaciones con ecosistemas menos degradados, e información de referencia del contexto ecológico, cultural e histórico. Esta combinación de fuentes de información permite trazar la trayectoria histórica o las condiciones de referencia a partir de datos ecológicos iniciales y con ayuda de modelos predictivos, y su emulación en el proceso de restauración debe ayudar a guiar al ecosistema hacia una mejora de la salud, la integridad y sostenibilidad (SER, 2004).

Con frecuencia, el ecosistema que requiere restauración se ha degradado, dañado, transformado o se ha destruido totalmente como resultado directo o indirecto de las actividades del hombre. Ejemplos de ello son la contaminación, el sobrepastoreo, la erosión o compactación de suelos, el drenaje, daños estructurales, la tala masiva y la invasión por especies exóticas. En algunos casos, estos impactos en los ecosistemas fueron causados o empeorados por causas naturales, tales como incendios, inundaciones, tormentas o erupciones volcánicas. Un ecosistema puede verse alterado hasta tal grado que puede llegar a un punto en el cual no puede recuperar su estado previo a la alteración o su trayectoria histórica de desarrollo. Por lo tanto, no siempre es posible lograr una restauración ecológica tal y como ha sido definida anteriormente; de hecho, en el campo de la ecología de la restauración, en general se acepta que un retorno al pasado no es posible. Esto implica que la noción de un sistema de referencia histórico, representando las condiciones pre-perturbación, no debe concebirse de manera estrecha o restringida a una situación idealizada del pasado. Un sistema de referencia puede cambiar con el tiempo y de hecho puede desarrollarse como una serie de estados o sistemas sucesivos de referencia (van Andel & Aronson, 2012).

2.2 Importancia del uso de plantas autóctonas en la restauración ecológica

Un ecosistema restaurado contiene un conjunto característico de especies que habitan en el ecosistema de referencia y que proveen una estructura apropiada de la comunidad (SER 2004).

Ya que la restauración ecológica de los ecosistemas naturales intenta recuperar un estado histórico, el uso de especies autóctonas y la reducción o eliminación de especies exóticas es muy deseable en los sitios de los proyectos de restauración.

Aumentando el uso de especies autóctonas en las actividades de restauración ofrece beneficios ambientales y de condiciones de vida reales. Cuatro importantes beneficios que se pueden obtener son los siguientes (Bozzano *et al.*, 2014):

- (1) Contribuye a la conservación de especies en sí misma y a la conservación de su diversidad genética.
- (2) Si el material vegetal representa no solo una especie autóctona sino que proviene de fuentes semilleras locales en relación al sitio de plantación, habrá evolucionado junto con otras especies autóctonas de flora y fauna de la zona de origen. Debe, por tanto, estar bien adaptado para hacer frente al entorno local y debe soportar la biodiversidad autóctona y contribuir a la resiliencia de los ecosistemas en mayor medida de lo que lo haría un material de plantación introducido (exótico).
- (3) Las especies autóctonas pueden ser menos propensas a convertirse en invasoras o a sucumbir a las plagas introducidas o autóctonas que las especies exóticas.

(4) Las especies autóctonas se corresponden mejor con las preferencias de la población local, y las posibilidades de que la población local tenga un conocimiento etnobotánico y etnoecológico de estas especies son más altas, lo que puede facilitar su uso con éxito en los proyectos de restauración.

El establecimiento exitoso y la supervivencia de las especies autóctonas en los proyectos de restauración ecológica dependen de dónde y cómo se recogen las semillas (u otros materiales de reproducción). Es importante la utilización de semillas locales, no sólo porque las poblaciones locales a menudo muestran ventajas adaptativas con respecto a su sitio de origen, sino también porque los genotipos no locales pueden estar mal adaptados a las condiciones ambientales locales (Vander Mijnsbrugge *et al.*, 2010) o incluso causar contaminación genética en las poblaciones locales. Además, para lograr un ecosistema funcional y resiliente, es importante que el material de plantación genéticamente adaptado que se vaya a emplear para el establecimiento de una comunidad vegetal contenga un nivel mínimo de diversidad intraespecífica para asegurar que su progenie sea a su vez apta y capaz de producir descendencia viable. Además de la calidad inicial y la diversidad genética del germoplasma, y su idoneidad para el sitio de plantación, el nivel del flujo génico entre poblaciones y entre generaciones es también de vital importancia para el éxito de la restauración a largo plazo. Este conjunto de cualidades genéticas es necesario para proporcionar las funciones, bienes y servicios deseados (Bozzano *et al.*, 2014).

Los proyectos de restauración ecológica necesitan una oferta efectiva de semillas de especies autóctonas. La obtención de semillas de especies silvestres es un reto importante para la restauración a escala local o regional, y más aún para la restauración a escala de paisaje. Factores como la disponibilidad de semillas, los conocimientos técnicos, la formación y la concesión de licencias a los recolectores de semillas, el costo de las semillas y el conocimiento biológico y técnico necesario para procesar, almacenar, romper la dormancia y entregar de forma correcta las semillas a los sitios de restauración contribuyen a la escasez de suministro de semillas. Por lo tanto, los bancos de semillas de especies autóctonas constituyen un eslabón fundamental en la cadena de restauración.

La unificación de los conocimientos de base científica sobre semillas junto con la infraestructura para mantener el manejo de semillas a gran escala y el desarrollo de las relaciones de trabajo entre científicos especializados en semillas, profesionales de restauración, la industria de semillas comerciales y la comunidad local asegurará que los materiales se utilicen en todo su potencial para fines de restauración ecológica (Bozzano *et al.*, 2014).

3

USO DE FLORA AUTÓCTONA: VISIÓN GENERAL DEL MARCO NORMATIVO

En la actualidad existen numerosas referencias en relación a la importancia de la conservación de la biodiversidad -y por lo tanto de la diversidad genética intraespecífica (inter e intra-poblacional)-, en las políticas y tratados de ámbito internacional, nacional y local. Entre éstas, cabe destacar la Convención sobre la Diversidad Biológica², ratificada por todos los países mediterráneos, y las Resoluciones de las Conferencias Ministeriales sobre la Protección de los Bosques (Forest Europe³) relacionada con la conservación y uso de los recursos genéticos forestales.

La diversidad genética juega un papel crítico en la capacidad de los recursos para adaptarse a los cambios ambientales y en su resistencia frente a plagas, enfermedades y otros tipos de estrés, etc.

Aunque, a nivel práctico, estos principios no son siempre aplicados, y en lugar de utilizarse especies autóctonas localmente adaptadas en las acciones de restauración de hábitats, a veces se emplean especies exóticas o proveniencias inadecuadas. Esto ocurre, en parte, por una insuficiente concienciación con respecto a la importancia de la conservación de la diversidad genética o por una falta de conocimiento, pero también porque no siempre existen normativas adecuadas que gobiernen estas cuestiones.

Desde el punto de vista del manejo de los recursos genéticos y la práctica de la restauración, un uso adecuado⁴ significaría: 1) Usar autóctonas, evitar exóticas; 2) Usar materiales de calidad: origen certificado, calidad fenotípica adecuada y amplia base genética; 3) Usar materiales de procedencia local (o materiales localmente adaptados).

3.1 Evitar las especies exóticas

Una especie autóctona (o autóctona, o indígena) puede ser definida como aquella que existe dentro de su área natural de distribución y dispersión. Por el contrario, una especie alóctona (o exótica) es aquella que no es

² <https://www.cbd.int/>

³ <http://www.foresteurope.org/>

⁴ Las normativas específicas relacionadas con especies o espacios protegidos están fuera del ámbito de este capítulo

autóctona de la región en la que se encuentra y que ha sido introducida por los humanos, ya sea intencionadamente o no.

En los territorios de los socios del proyecto, las normativas vigentes para evitar el uso de plantas exóticas en el medio natural no cubren toda la extensión del significado de especie exótica: normalmente, solo aquellas especies exóticas que son invasoras o pueden serlo potencialmente están específicamente reguladas, a excepción de ciertas áreas protegidas, como los lugares de la Red Natura 2000, las reservas naturales, etc., en los cuales normalmente se evita el empleo de cualquier especie exótica.

Existe una regulación general en Túnez⁵ para detener la introducción de ciertas especies exóticas en todo el territorio nacional, así como para evitar la hibridación con, por ejemplo, especies de las familias de las Palmaceae y Rutaceae (especialmente las del género Citrus), aunque dicha normativa tiene como objetivo principal el control de plagas y enfermedades.

En el Líbano, las medidas que se han tomado para fomentar el uso de especies autóctonas son muy limitadas. Se ha prohibido la introducción de semillas exóticas, plántulas y plantas del género Cedrus⁶ para evitar la contaminación genética, pero no se han desarrollado regulaciones específicas en relación a las especies invasoras. Sin embargo, el Ministerio de Medio Ambiente ejecuta, desde el año 2002, el Plan Nacional de Reforestación, destinado a la rehabilitación y restauración de áreas forestales degradadas libanesas, y en este marco sólo se permite el uso de árboles de los bosques nativos en las actividades de reforestación, con la prohibición específica del uso especies introducidas (MoE, 2009).

En España, la regulación nacional con respecto a las especies invasoras (o potencialmente invasoras)⁷ específica, para cada especie catalogada, su prohibición (de importación, comercialización, transporte, tenencia y uso en el medio natural) en todo el territorio español o sólo en parte del mismo. También existe una normativa a nivel local (Comunitat Valenciana)⁸, que comprende más especies de las que las proporcionadas por el Catálogo Español y diferentes tipos de limitaciones para las mismas, más o menos severas en función del caso.

En Italia, se ha publicado la 'flora vascular exótica e invasora de Italia' en el año 2010, aunque no existen leyes específicas que regulen el uso de las especies exóticas en las restauraciones de hábitats. Por el contrario, a menudo son consideradas como elementos de valor económico para los bosques, como en la actual ley en vigor para los bosques⁹. Se han señalado algunas recomendaciones para evitar el uso de plantas exóticas a través de los nuevos planes y estrategias a nivel nacional y regional, como el 'Plan Regional de Bosques y Medio Ambiente' (PFAR) de Cerdeña, pero no se indican restricciones específicas. Las especies exóticas están reguladas en Italia solo indirectamente a través de la aplicación del Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 214¹⁰

⁵ Journal officiel de la république Tunisienne N°45, 8 Juin 2012, p1403- 1404

⁶ قرار 1/108، الصادر بتاريخ 1995/9/12، منع إستيراد أو إدخال كل بذور و شتول الأرز، وزارة الزراعة

⁷ Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras

⁸ Decreto 213/2009, de 20 de noviembre, del Consell, por el que se aprueban medidas para el control de especies exóticas invasoras en la Comunitat Valenciana

⁹ Regio decreto-legge 30 dicembre 1923, n. 3267. Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani

¹⁰ Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 214. Attuazione della direttiva 2002/89/CE concernente le misure di protezione contro l'introduzione e la diffusione nella Comunità di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali

que es la aplicación de la Directiva 2002/89/EC¹¹ sobre medidas de protección contra la introducción y propagación en la Comunidad de organismos nocivos para los vegetales o los productos vegetales.

En Grecia, las más recientes revisiones de la leyes relacionadas con la conservación de la biodiversidad¹² y los bosques¹³ establecen la obligación de restaurar los hábitats naturales mediante planes de restauración aprobados, y de adoptar medidas para restaurar los impactos de las especies exóticas invasoras sobre la biodiversidad, pero no incluyen regulaciones específicas para las especies vegetales utilizadas. Hay regulaciones específicas solamente para la restauración de minas¹⁴, que establecen que las plantas utilizadas para la restauración deben pertenecer al ecosistema circundante y que se debe evitar la introducción de especies exóticas, y para la gestión de las zonas verdes públicas¹⁵, que establecen que las plantas utilizadas deben ser predominantemente especies autóctonas o especies de clima mediterráneo. Sin embargo, no existe una regulación específica que prohíba la plantación de ciertas especies exóticas

Una normativa importante que actualmente se podría aplicar a todos los miembros de la UE es el nuevo reglamento sobre las especies exóticas invasoras¹⁶ que se publicó en noviembre de 2014. Esta normativa establece normas destinadas a prevenir, minimizar y mitigar los efectos negativos de la introducción y propagación, deliberada y accidental, de las especies exóticas invasoras en la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas relacionados, así como en otras áreas de importancia económica y social. Con este fin, la Comisión Europea ha abierto una lista creciente de especies exóticas invasoras de interés, que se actualiza y se revisa periódicamente. Las especies mencionadas en la lista no pueden ser introducidos intencionalmente en la UE, ni pueden ser mantenidas, criadas, transportados hacia, desde o dentro de la Unión, comercializadas, cultivadas o liberadas en el medio ambiente.

3.2 Uso de materiales de calidad: asegurando identidad, calidad fenotípica y amplia base genética

La Directiva Europea 1999/105/EC¹⁷ tiene por objetivo fomentar la transparencia en el mercado de los materiales de reproducción vegetales (semillas, frutos, partes de plantas, plantas) de las principales especies empleadas en forestación y restauración, y asegurar que son de calidad genética y fenotípica adecuadas. Los mecanismos de control en los procesos de producción y la comercialización asegurarán la identidad, así como el establecimiento de ciertos requisitos que deben cumplir los materiales (en términos de edad, altura, sistema

¹¹ Directive 2002/89/EC, of 28 november 2002, on protective measures against the introduction into the Community of organisms harmful to plants or plant products and against their spread within the Community

¹² Νόμος 3937/2011 (ΦΕΚ 60 Α/31.03.2011), Διατήρηση της βιοποικιλότητας και άλλες διατάξεις

¹³ Νόμος 4280/2014 (ΦΕΚ 159 Α/08.08.2014), Περιβαλλοντική αναβάθμιση και ιδιωτική πολεοδόμηση – Βιώσιμη ανάπτυξη οικισμών Ρυθμίσεις δασικής νομοθεσίας και άλλες διατάξεις

¹⁴ Κοινή Υπουργική Απόφαση Δ10/Φ68/οικ. 4437/01.03.2001 (ΦΕΚ 244 Β/08.03.2001), Προδιαγραφές και χρονοδιάγραμμα ειδικής μελέτης αποκατάστασης (άρθρο 7 παρ. 1 εδαφ. β Ν.2837/2000)

¹⁵ Υπουργική Απόφαση 125837/726/03.06.2013 (ΦΕΚ 1528 Β/21.06.2013), Προδιαγραφές Σύσταξης των Μελετών Διαχείρισης Κοινόχρηστων χώρων πρασίνου

¹⁶ Regulation (EU) No 1143/2014 of the European Parliament and of the Council of 22 October 2014 on the prevention and management of the introduction and spread of invasive alien species

¹⁷ Council Directive 1999/105/EC of 22 December 1999 on the marketing of forest reproductive material

radicular y otros) que van a ser comercializados asegurarán su adecuada calidad fenotípica. Se establecen requisitos específicos para las regiones de clima mediterráneo. La obligación de utilizar únicamente materiales de base aprobados para la producción de los materiales forestales de reproducción que van a ser comercializados asegurará la calidad genética mediante el establecimiento de las condiciones que deben cumplir los mismos, entre las cuales -sólo para ciertos materiales de base- cabe citar la recolección de suficiente número de individuos para garantizar una adecuada inter-polinización y para evitar los efectos desfavorables de la endogamia

Se introduce el concepto de 'región de procedencia' que se define como 'la zona o grupo de zonas sujetas a condiciones ecológicas suficientemente uniformes en las que se encuentran fuentes semilleras o rodales que presentan características fenotípicas o genéticas semejantes..'. Así, los estados miembros están obligados a establecer listas de dichas regiones y publicar sus respectivos mapas. Este concepto es particularmente interesante porque representa un aspecto básico para una gestión ecológicamente racional, permitiendo la adaptación (incluida la adaptación genética) de los materiales a los sitios en los que se implementarán.

España, Italia y Grecia han incorporado plenamente esta Directiva, a través de diversos Decretos estatales^{18,19,20}, lo que garantiza la identidad de los materiales forestales de reproducción y la adecuada calidad genética y fenotípica de una serie de especies forestales ampliamente empleadas en restauraciones, en la producción y la comercialización. Se han definido las regiones de procedencia para las especies que figuran en cada caso. Estas normas, sin embargo, no consideran la regulación en sentido explícito del uso de estos materiales (es decir, no condiciona la decisión de usar uno u otro en un sitio determinado), lo que constituye su principal limitación. Los materiales están certificados, lo que significa que su origen y calidad están garantizados; pero no se asegura un uso adecuado.

En Túnez, la ley N° 99-42 de 10 Mayo 1999²¹ sobre semillas, plántulas y nuevas variedades de plantas establece las condiciones para el control, producción y propagación, así como los estándares generales de almacenamiento, envasado y etiquetado para la comercialización con el fin de garantizar la calidad de las semillas y plantas.

En el Líbano no existe ninguna normativa similar.

3.3 Uso de materiales de procedencia local

En España, este tipo de normativa no existe a nivel nacional. En la Comunitat Valenciana, el Decreto 15/2006²² contiene las directrices relativas al origen y las características de los materiales forestales de reproducción,

¹⁸ Real Decreto 289/2003 (modificado por el Real Decreto 1220/2011), de 7 de marzo, sobre comercialización de los materiales forestales de reproducción

¹⁹ Decreto Legislativo 10 noviembre 2003, n. 386. Attuazione della direttiva 1999/105/CE relativa alla commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione

²⁰ Προεδρικό Διάταγμα 17/2003 (ΦΕΚ 14 Α/27.01.2003), Δασικό πολλαπλασιαστικό υλικό, σε συμμόρφωση προς την οδηγία 1999/105/Ε.Κ.

²¹ Law N° 99-42 of 10 May 1999 on seed, seedlings and new plant varieties

²² Decreto 15/2006, de 20 de enero, del Consell de la Generalitat, por el que se regula la producción, comercialización y utilización de los materiales forestales de reproducción

ampliando a 40 el número de especies ya establecidas por el Real Decreto de ámbito nacional. Para estas especies, se aplica el mismo sistema de control y requisitos, dentro del ámbito autonómico, que el establecido por la normativa estatal¹⁹, a excepción de las cuestiones relacionadas con los materiales de base; así, los materiales de las nuevas especies enumeradas pueden de hecho recolectarse de áreas sin requerimientos específicos, hallándose en riesgo de perder calidad genética. Particularmente interesante es el artículo 19 de la normativa valenciana, el cual establece que el material forestal de reproducción a utilizar en las reforestaciones o restauraciones deberá proceder de la misma región en la que se va a implementar la reforestación o restauración, garantizándose así la adaptación de los materiales a las condiciones ecológicas del sitio en el que se van a implantar, a través de la obligación del uso de orígenes locales. Para llevar a cabo estas tareas, en la normativa regional se establecen subdivisiones de las regiones de procedencia nacionales y, adicionalmente, se ofrecen procedencias distintas y específicas para determinadas especies riparias.

En Túnez, Grecia y Líbano no existe una regulación específica que obligue a la utilización de fuentes locales en donde se llevará a cabo la restauración ecológica. Sin embargo, en Túnez existe un Atlas específico que define para cada bosque y cada ecotipo, los lugares en los que se deben recolectar las semillas, el período de cosecha, etc.; en la práctica, las semillas recolectadas pueden ser reutilizadas en la misma región.

En Italia tampoco se dispone de este tipo de normativa, si bien se han efectuado diversos esfuerzos para abordar esta cuestión en algunas regiones: el PFAR de Cerdeña tiene como objetivo el uso de las procedencias locales del material forestal de reproducción a través de la reorganización del sector viverístico regional. Sin embargo, el PFAR a fecha de hoy sólo marca unos objetivos, ya que no se han aprobado aún todas las leyes que regularán su aplicación.

Por otra parte, Italia está elaborando un 'plan nacional sobre la biodiversidad', que no ha sido aprobado aún, pero que tiene como objetivo regular la producción, el almacenamiento, el comercio, la distribución y (importante) el uso de cualquier tipo de material para la propagación y conservación de toda la diversidad genética de la vida silvestre y domesticada en Italia.

4

TÉCNICAS PARA LA RESTAURACIÓN DE HÁBITATS

Los ecosistemas mediterráneos muestran, en general, una alta resiliencia frente a las perturbaciones naturales que les han afectado periódicamente a lo largo del tiempo, y sus especies han desarrollado respuestas adaptativas a estas circunstancias. Sin embargo, estos ecosistemas son muy vulnerables a factores antrópicos y su capacidad de autorrecuperación puede verse limitada o, incluso, agotarse.

Los proyectos de restauración deben ser planificados para restaurar la estructura y función de los ecosistemas. Uno de los mayores retos es decidir qué intervenciones son necesarias para alcanzar esa meta.

En función del nivel de degradación, las intervenciones serán más o menos complejas: para recuperar la funcionalidad en ecosistemas poco degradados puede ser suficiente establecer unas prácticas de gestión encaminadas a eliminar las amenazas y prevenir que la degradación se agudice. En otros casos, además de eliminar los factores de degradación existentes, puede ser necesario llevar a cabo una modificación biológica o restaurar las condiciones ambientales físicas o químicas, o ambas. En los casos más extremos, en los que la cubierta vegetal, el suelo y la morfología originales pueden haber sido destruidos total o parcialmente, de forma que deberán acometerse trabajos encaminados a la recuperación de la morfología preexistente y la restitución edáfica.

Los tipos de intervención requeridos dependerán de las condiciones iniciales de las áreas degradadas, tanto las referidas al estado de la biocenosis (estado del banco de semillas en el suelo, proporción de plántulas que han sobrevivido desde la última perturbación, número de individuos reproductores, presencia de fauna dispersora, etc.), como las referidas a parámetros abióticos (regímenes de lluvia y de temperaturas, características y estado del suelo, niveles de erosión, etc.), y también de las amenazas actuales, los factores de riesgo potenciales e, incluso, las condiciones ambientales circundantes (el grado de aislamiento del hábitat perturbado influirá en los fenómenos de migración tanto de diásporas como de organismos dispersores y/o predadores).

Las dificultades técnicas también condicionarán el proceso de restauración. Estas dificultades pueden derivarse de condiciones adversas topográficas, de naturaleza del sustrato o de accesibilidad, de falta de disponibilidad de plantas y semillas adecuadas (por inexistencia o poca diversidad en el mercado de especies y falta de procedencias locales), de un conocimiento escaso sobre la capacidad de establecimiento de los plantones de las especies a introducir y de las técnicas de cultivo en vivero que la favorecen.

A su vez, el contexto socioeconómico en el que se va a tener lugar el proyecto puede influir en su planificación, implementación y evaluación, y, en consecuencia, en su éxito final; por ello, debe tenerse en cuenta las expectativas de la comunidad afectada por el proyecto y los medios financieros disponibles.

Un proyecto de restauración es también una buena oportunidad para promover la retroalimentación entre la práctica y la ciencia ecológica. Por ejemplo, los proyectos a escala local podrían utilizarse para comparar diferentes aproximaciones para resolver problemas específicos, se podrían ensayar nuevas técnicas en un contexto real y se podrían implementar investigaciones en temáticas ecológicas que se solapen con el proyecto.

Los proyectos de restauración ecológica deben ser adaptativos; esto es, tienen que tener la capacidad de admitir variaciones en la ejecución de acuerdo con la evolución del sistema sobre el que se actúa. Se requiere una monitorización temprana, apoyada en indicadores específicos que alerten sobre posibles desviaciones respecto del resultado esperado.

Los proyectos de restauración pueden abarcar muy diferentes objetivos. Se recomienda que estos proyectos se complementen con otras actividades ex situ e in situ que garanticen (o al menos, promuevan) la permanencia a largo plazo del hábitat restaurado. Las actividades de comunicación, educación ambiental y concienciación pueden ayudar a que las personas adquieran los valores, la motivación y la responsabilidad en relación con la mejora de la calidad y sostenibilidad de los ecosistemas. La gestión pasiva o activa del hábitat mediante, por ejemplo, la implementación de planes de manejo a desarrollar una vez finalizadas las acciones de restauración, o la promoción de normativas para prevenir actividades perjudiciales o para proteger el área, contribuirán a prevenir el retroceso a un estado de degradación. La conservación de especies amenazadas, raras o endémicas en bancos de semillas o la puesta a punto de protocolos de germinación y cultivo son tareas que deben tenerse en cuenta, como un componente esencial para los objetivos de restauración. Finalmente, se recomienda trabajar de manera coordinada con otras iniciativas paralelas vinculadas a la protección y restauración de los ecosistemas, como la infraestructura verde.

En cualquier caso, los proyectos de restauración deben considerar tanto el conocimiento disponible sobre los hábitats presentes en el área degradada como la experiencia restauradora anterior y su eficacia. Teniendo en cuenta que la heterogeneidad de las situaciones de partida y de contexto es la regla, los requerimientos para lograr el éxito no son claros ni absolutos. En este sentido, los proyectos no pueden ser 'copiados y pegados', pero los proyectos ya implementados -con sus aciertos y, también, sus fallos-, pueden resultar muy útiles a la hora de tomar las decisiones adecuadas.

Se han desarrollado muchas técnicas para la restauración de hábitats, tanto empíricamente como sobre la base de iniciativas de investigación. En este capítulo se ofrece una compilación de técnicas adecuadas que han sido utilizadas con éxito en proyectos de restauración de los tipos de hábitats seleccionados en el proyecto ECOPLANTMED.

Se pone especial énfasis en aspectos relativos a la revegetación, ya que es el tema principal de ECOPLANTMED, pero también porque la revegetación es una fase relevante en la mayoría de proyectos de restauración. Se ha incluido algunas estructuras protectoras necesarias o complementarias a la reintroducción de plantas, como por ejemplo, estructuras de defensa contra la erosión o estructuras protectoras que generan espacios adecuados para que las plantas crezcan y sobrevivan. Los métodos de construcción propuestos son respetuosos con el medio ambiente y estéticamente atractivos.

4.1 Bosques

Principales presiones antrópicas	Consecuencias	Estrategias	Técnicas
<ul style="list-style-type: none"> • Cambios en el régimen de fuegos forestales • Reconversión de superficies para otros usos (agricultura, urbanización) • Sobreexplotación de recursos (sobrepastoreo, leñas y madera, etc.) • Minería • Infraestructuras de transporte • Plagas y enfermedades (principalmente especies no autóctonas) • Repoblación forestal con especies o procedencias no autóctonas 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de la superficie de los bosques • Pérdida de suelo y desertificación • Pérdida de biodiversidad • Fragmentación del hábitat • Introgresión genética 	<ul style="list-style-type: none"> • Restauración del régimen natural de incendios • Diseño de planes de gestión • Control de plagas y enfermedades • Estabilización de pendientes para prevenir erosión • Protección frente a ramoneo • Recuperación de suelo para aumentar la superficie forestal y la conectividad • Revegetación 	<ul style="list-style-type: none"> • Prevención de incendios • Reforestación y forestación con plantas autóctonas • Estabilización de pendientes con estructuras de materiales naturales • Vallado u otras medidas para prevenir sobrepastoreo • Implementación de prácticas selvícolas adecuadas

El aumento en la ocurrencia de los incendios forestales puede considerarse como una de las presiones antropogénicas más agudas sobre los bosques circunmediterráneos, seguido en algunos países por el sobrepastoreo y la tala indiscriminada. Además de las estrategias de gestión del fuego y las medidas para controlar la sobreexplotación, las políticas dirigidas a la restauración de los hábitats casi siempre incluyen planes de repoblación forestal (reforestación y forestación).

Repoblación forestal: Se debe seleccionar para plantar especies autóctonas de procedencia local. En los países mediterráneos se han plantado grandes extensiones de bosques monoespecíficos de pinos, debido a sus altas tasas de supervivencia y a su relativo rápido crecimiento. En la actualidad, se recomienda utilizar también otras especies arbóreas y arbustivas (como por ejemplo, especies con capacidad rebrotadora como *Quercus* spp., o que producen frutos carnosos como *Juniperus* spp.). De esta manera, se promueve la resiliencia frente a las perturbaciones, principalmente el fuego, y la interacción entre especies. El uso de especies exóticas o materiales seleccionados genéticamente debe restringirse a plantaciones con objetivos productivos.

En el pasado se ha utilizado de manera generalizada planta cultivada a raíz desnuda, debido a su relativo bajo coste. Sin embargo, está demostrado que las plantas en contenedor muestran mejores respuestas que las de raíz desnuda, debido principalmente a la protección que ofrece el medio de cultivo al sistema radical hasta el momento de la plantación; además, el período de plantación es mayor para las plantas en contenedor. No obstante, se puede usar plantas a raíz desnuda en zonas donde no existe limitación de agua. En ambos casos, se debe utilizar plantas de alta calidad. En relación con la siembra directa, esta técnica se ha mostrado poco eficiente en muchas experiencias en condiciones mediterráneas.

En la producción de plantas, se debe tener cuidado en la gestión del cultivo en vivero con el objetivo de producir plantas adecuadas, capaces de superar el factor crítico de la sequía (tipo de contenedor, tipo de nutrientes, regímenes de riego y fertilización, entre otras). Se suele plantar materiales de una savia. También se usa planta de dos savias para especies que crecen más lentamente.

La preparación del sitio también juega un papel fundamental en la mejora de la disponibilidad de agua y de las propiedades fisicoquímicas del suelo. La técnica más adecuada va a depender de las características del sustrato y de la pendiente, de su impacto paisajístico, del tamaño de la superficie que se va a revegetar y, también, de las limitaciones económicas. La preparación del suelo puede limitarse al punto de plantación, mediante ahoyado manual o mecánico con barrena o excavadora. Para la preparación lineal en pendientes menores al 35%, puede usarse un subsolador ('ripper') con una profundidad de laboreo de 36-60 cm. Las líneas deben seguir las curvas de nivel para evitar erosión. Este método permite la preparación de grandes superficies a un coste menor que el ahoyado manual. Existen otros métodos de preparación lineal del sitio con diferentes tipos de máquinas y distintos resultados, como por ejemplo la creación de aterrazados o bermas. También se puede preparar el sitio en toda su superficie, pero no se recomienda si existe riesgo de erosión y hay vegetación natural preexistente.

En ambiente mediterráneo, cuando se planta manualmente material en contenedor, los hoyos deben prepararse con 40-45 cm de profundidad. El tiempo adecuado para plantar es en el período de reposo vegetativo. La plantación entre finales del otoño y finales del invierno o principios de primavera permite aprovechar el régimen mediterráneo de lluvias. Si se planta a raíz desnuda, las raíces no deben retorcerse o doblarse hacia arriba en el momento de la plantación. Se debe poner especial cuidado en enterrar las plantas verticalmente, un poco por encima del cuello de la raíz, y compactar adecuadamente el suelo para asegurar el contacto entre el sistema radical y el suelo. Se pueden crear pequeños alcorques o microcuencas alrededor de las plantas, para facilitar la retención del agua de riego y de lluvia. También puede colocarse *mulch* alrededor de las plantas para prevenir la pérdida de agua y evitar la competencia de malas hierbas.

Los protectores con diseños adecuados son muy útiles para reducir la mortalidad por sequía y ramoneo. Sin embargo, también pueden producir ahilamiento en algunas especies. Si el presupuesto lo permite, se pueden establecer vallados en plantaciones de pequeña extensión en las que hay peligro de entrada y ramoneo de herbívoros. Para la protección frente a fauna salvaje suele usarse protectores individuales. La protección debe eliminarse cuando las plantas alcanzan una cierta altura.

La repoblación debe controlarse en otoño del primer año tras la plantación para evaluar el éxito de la misma. Se recomienda reemplazar las marras.

Protección frente a la erosión: en lugares con avanzado estado de erosión, en los que se han formado cárcavas por la lluvia, la repoblación debe complementarse con estructuras que mitiguen el proceso erosivo, como empalizadas trenzadas, fajinas, muros secos de retención o, en pequeñas superficies, geotextiles. Estas técnicas también pueden ser utilizadas inmediatamente después de un fuego forestal, para prevenir la pérdida de suelo.

Algunas referencias recomendadas

Bautista S, Aronson J & Vallejo R (eds.). 2009. Land restoration to combat desertification: Innovative approaches, quality control and project evaluation. Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM), Paterna.

Forêt Méditerranéenne. URL: <http://www.foret-mediterraneeenne.org/fr/publications>

Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo.

URL: <http://www.ceam.es/GVAceam/programas/FORESTAL/forestal.htm>

Mansourian S, Vallauri D & Dudley N. (eds.). 2005. Forest Restoration in Landscapes. Beyond planting trees. Springer, New York.

Pemán García J, Navarro Cerrillo RM, Nicolás Peragón JL, Prada Sáez MA & Serrada Hierro R (eds.). 2012. Producción y manejo de semillas y plantas forestales. Tomo I. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.

Pemán García J, Navarro Cerrillo RM, Nicolás Peragón JL, Prada Sáez MA & Serrada Hierro R (eds.). 2013. Producción y manejo de semillas y plantas forestales. Tomo II. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.

Piotto B & Di Noi A (eds.). 2001 Propagazione per seme di alberi e arbusti della flora mediterranea. ANPA, Rome.

Schiechti HM. 1985. FAO watershed management field manual. Vegetative and soil treatment measures. FAO Conservacion Guide 13/1, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

4.2 Hábitats de agua dulce

Principales presiones antrópicas	Consecuencias	Estrategias	Técnicas
<ul style="list-style-type: none"> • Control del caudal (presas, azudes) • Canalización (elevación de orillas y estabilización de márgenes) • Reconversión de superficies para otros usos (agricultura, urbanización) • Consumo de aguas y sobreexplotación de acuíferos • Contaminación • Infraestructuras de transporte (carreteras, puentes) • Extracción de áridos • Ganadería (pisoteo, ramoneo) 	<ul style="list-style-type: none"> • Incisión y desestabilización de cauces • Deterioro de la calidad del agua (física, química y biológica) • Pérdida de biodiversidad • Fragmentación del hábitat • Especies invasoras 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación de un régimen de caudal ecológico • Mejora de la conectividad y continuidad riparia • Control de la contaminación difusa • Revegetación 	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperación de tierras para ensanchar la llanura de inundación • Eliminación de infraestructuras transversales (o sustitución o complementación con pasos para peces, en ríos) • Eliminación de la canalización • Control de especies invasoras • Estabilización de márgenes con materiales naturales • Reintroducción de especies autóctonas • Vallado de márgenes

Los factores principales que afectan a los hábitats riparios y zonas húmedas mediterráneas es la modificación del régimen de caudales o la disponibilidad de agua. En el contexto de las políticas y planes de gestión, la importancia de estos factores en la biota hace necesario tomar medidas en relación con la calidad y la dinámica de las aguas. Con el fin de conciliar ambos aspectos, disponer de agua para consumo humano y la conservación del hábitat, se debe adoptar un régimen de caudal ecológico. Además de la gestión del agua, la restauración hidrológica puede incluir el establecimiento de estructuras para prevenir la erosión y recuperar en el corto plazo la vegetación en los márgenes. En muchas circunstancias es posible utilizar métodos de

bioingeniería para lograr, al mismo tiempo, la estabilización y revegetación de márgenes de ríos y lagunas, y su integración visual a nivel de paisaje. Cuando el uso de vegetales vivos como material de ingeniería no es suficiente para estabilizar márgenes, es necesario utilizar otras técnicas de bajo impacto, combinándolas con vegetación siempre que sea posible (por ejemplo, 'rip-rap' con estaquillado). A continuación se describe de manera breve algunos métodos de ingeniería comúnmente utilizados.

Fajina viva: se construyen manojos cilíndrico (de 30-50 cm de diámetro y 3-4 m de longitud) de ramas (de 3 cm de diámetro mínimo y 2 m de longitud mínima) de especies que enraízan fácilmente (*Salix* spp. o *Tamarix* spp.), que se atan con alambre galvanizado. Se colocan inmediatamente a lo largo del pie del talud por medio de piquetas de madera o de acero corrugado con una longitud mínima de 60 cm.

Trenzado vivo: se clavan verticalmente piquetas de madera (de 0,50 a 1 m de longitud) distanciadas unos entre sí unos 50 cm. Se trenzan ramas vivas flexibles de especies de fácil enraizamiento tomando como puntos de apoyo las piquetas, enterrando en suelo inicialmente su segmento basal. Los trenzados se rellenan de suelo en la parte trasera para evitar que el material vegetativo se seque.

Estera de ramaje: el margen reperfilado se recubre de troncos o ramas con ramificaciones de especies que enraízan fácilmente; la sección inferior debe estar en contacto con el agua. Se fijan al terreno mediante alambres tensados, atados a piquetas de metal o de madera viva o muerta. Las esteras se recubren ligeramente con suelo.

Entramado de madera vegetado: se efectúa una excavación con una ligera contrapendiente. Se construye un entramado de pared simple o doble con troncos (de un diámetro mínimo de 20 cm). En el momento de rellenar la estructura con suelo, se insertan ramas vivas, estaquillas o plantas enraizadas de especies leñosas de tal manera que sobresalgan del entramado.

Estaquillado: en márgenes con pendientes suaves, se entierran, verticalmente o, más frecuentemente, con un cierto ángulo, estacas (de 1-5 cm de diámetro y 30-1,5 cm de longitud) de especies que enraízan fácilmente.

Textiles: se puede usar una gran variedad de geotextiles y textiles orgánicos para proporcionar una cubierta temporal hasta que se establezca la vegetación de manera natural.

Control de especies invasoras: se debe eliminar las especies invasoras de manera manual o mediante métodos mecánicos antes de la plantación. Se puede utilizar control químico si no es posible emplear otros métodos y si existe riesgo de desestabilización de cauces. Se debe aplicar productos permitidos, con bajo impacto negativo en el medioambiente. *Arundo donax*, así como otras especies de luz, pueden controlarse hasta cierto punto mediante la creación de una cubierta arbórea. Se debe controlar la proliferación de plantas invasoras durante el mantenimiento del área intervenida, para evitar la competencia con la vegetación de las especies autóctonas.

Revegetación: Se debe seleccionar especies autóctonas de procedencia local. Es común emplear estaquillas de especies autóctonas que enraízan fácilmente, como chopos, álamos, sauces o tarajes. Estos materiales pueden recolectarse en poblaciones cercanas al lugar de intervención o ser suministradas por un productor o viverista. La primera opción es la mejor si no existe garantía de control de la procedencia de los materiales por parte del suministrador. En cualquier caso, se debe tener especial cuidado en proveerse de estaquillas de ambos sexos y de varios pies madre, para evitar propagar sólo unos pocos genotipos. Las estaquillas o secciones de ramas deben tener al menos 40 cm de longitud y 1,5 cm de ancho, recolectarse de ramas

vigorosas de plantas en parada vegetativa. Se entierra aproximadamente tres cuartas partes de las mismas, con las estaquillas en reposo vegetativo al final del invierno, pero cuando el riesgo de heladas se ha reducido. En caso de que la capa freática esté profunda, por ejemplo en márgenes con fuertes pendientes, se puede emplear plantones de 1-3 m de longitud y 4-15 cm de diámetro. No se debe descartar el uso de plantas procedentes de semillas para estas especies que enraízan bien, con el objetivo de promover diversidad genética en las nuevas poblaciones.

En la segunda franja de vegetación respecto del cauce y en la llanura de inundación se suele utilizar, también, otras especies arbóreas y arbustivas (como por ejemplo, fresnos, alisos u olmos en hábitats riparios). Estas especies se cultivan normalmente en contenedor y se plantan con 1-2 savias, aunque también se han utilizado plantas de mayor tamaño. Los hoyos de plantación, de tamaño proporcional al de los contenedores, suele llevarse a cabo manualmente. En ambientes mediterráneos la mejor época de plantación es al final del invierno o inicios de la primavera, cuando las plantas están todavía en parada vegetativa y el suelo presenta humedad suficiente; también es posible plantar en otoño. Las plantas deben regarse inmediatamente después de plantarse para asegurar la adherencia del suelo a las raíces.

En el caso de especies acuáticas como las de los géneros *Chenopodium*, *Typha*, *Phragmites* o *Iris* se puede usar rizomas. Éstos se recolectan y se cortan en trozos, se colocan en los márgenes cerca del agua y se cubren someramente con tierra. Esta operación debe llevarse a cabo al inicio del período vegetativo. La plantación de hidrófitas que enraízan en medio acuático requiere el uso de contenedores especiales para evitar que el sustrato se deshaga o que el contenedor flote en contacto con el agua. Se debe usar contenedores biodegradables, como cajas de madera, *palets* o contenedores de turba prensada a los que se agrega una capa de grava en la parte superior. Las especies acuáticas que no enraízan en sustrato pueden cultivarse en vivero y liberarse directamente sobre la superficie del agua.

A la hora de distribuir las plantas en la zona, se debe tener en cuenta que la vegetación de riberas y zonas húmedas generalmente ocupa distinta posición relativa respecto del agua. Se aconseja tomar como referencia bosquetes cercanos al sitio que se va a restaurar. El diseño de plantación basado en módulos puede contribuir a lograr una vegetación más diversa desde los puntos de vista florístico y estructural: cada módulo o rodal incluiría una o dos especies arbóreas y algunas arbustivas, diferentes de las usadas en otros módulos. Estas pequeñas unidades se repetirían de manera aleatoria a lo largo de los márgenes, teniendo en cuenta la topografía y las características edáficas.

La siembra directa, manual o mecánica, con especies herbáceas autóctonas es una práctica común para la estabilización de márgenes, principalmente para reducir la pérdida de suelo antes de la revegetación con árboles y arbustos, ya que éstos necesitan cierto tiempo para desarrollarse. Este tratamiento puede efectuarse en asociación con geotextiles. Debe tenerse la precaución de no utilizar lotes de semillas de herbáceas no autóctonas.

Las plantas deben regarse periódicamente en los períodos secos durante el primer año tras la plantación. Se debe instalar un vallado temporal de los márgenes o usar protectores individuales para las plantas si hay peligro de ramoneo por la fauna salvaje o ganado doméstico, o si hay una alta afluencia de público para el desarrollo de actividades de ocio.

Algunas referencias recomendadas

- European Centre for River Restoration. URL: <http://www.ecrr.org/Publications/tabid/2624/Default.aspx>
- González del Tánago M & García de Jalón D. 2007. Restauración de ríos. Guía metodológica para la elaboración de proyectos. Secretaría General Técnica, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Griggs FT. 2009. California Riparia Habitat Restoration handbook. River Partners.
- Roni P & Beechie T (eds.). 2012. Stream and Watershed Restoration: A Guide to Restoring Riverine Processes and Habitats. Wiley-Blackwell.
- Rutherford D, Jerie K & Marsh N. 2000. A Rehabilitation Manual for Australian Streams. Volume 2. Land and Water Resources Research and Development Corporation. Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology, Canberra - Clayton.
- The River Restoration Centre (Manual on river restoration techniques).
URL: <http://www.therrc.co.uk/manual-river-restoration-techniques>

4.3 Hábitats Dunares / Costeros

Principales presiones antrópicas	Consecuencias	Estrategias	Técnicas
<ul style="list-style-type: none"> • Urbanización • Infraestructuras costeras • Agricultura • Contaminación • Sobrepastoreo • Extracción de áridos • Actividades de ocio • Forestación, en algunos casos 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambios en la dinámica dunar • Aumento de la erosión costera • Cambios en el flujo de sedimentos natural • Pérdida de biodiversidad • Fragmentación del hábitat • Especies invasoras 	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminación de infraestructuras • Reconstrucción y/o protección del cordón dunar • Revegetación • Eliminación de especies invasoras • Reducción de la presión de actividades de ocio 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de captadores de arena • Reintroducción de especies autóctonas • Control de especies invasoras • Uso de <i>mulch</i> • Instalación de cerramientos y pasarelas • Eliminación gradual de bosques artificiales no adecuados

La influencia humana en las dunas costeras en el Mediterráneo es muy intensa, debido principalmente a la urbanización y al desarrollo de actividades de ocio cerca del mar. La reconversión de las áreas ya construidas parece poco realista. En este marco, la recuperación y conservación de las dunas costeras poco o menos afectadas debe considerarse como acciones prioritarias en las políticas medioambientales regionales. Entre las estrategias que pueden adoptarse, es una práctica común la reconstrucción del sistema dunar mediante el establecimiento de barreras artificiales que permiten reducir la velocidad del viento y atrapar la arena transportada por el viento. Como complemento, también se lleva a cabo la reintroducción de comunidades de plantas autóctonas, con el objetivo de recuperar la dinámica natural y la biodiversidad. También es posible establecer barreras específicas para proteger las áreas recientemente plantadas y favorecer el desarrollo de la vegetación.

Captadores de arena: deben construirse con material natural y colocarse perpendiculares a los vientos dominantes. Pueden fabricarse con ramas y tallos de especies de matorral, como *Tamarix* spp., paja de gramíneas, como por ejemplo de *Spartina versicolor*, usada en España, o tablas de madera. Para la

restauración del sistema de dunas en la costa mediterránea se recomienda establecer captadores con una permeabilidad al viento del 40-60%, para que éstos sean efectivos. Con el tiempo, los captadores son cubiertos y enterrados por la arena, llegando a desaparecer; la duna adquiere un aspecto natural hacia el 6º o 7º año. En la zona de sotavento los captadores tardan más en desaparecer. Se debe llevar a cabo revisiones periódicas y el mantenimiento para reparar posibles daños en los captadores y eliminar residuos o restos atrapados a lo largo de los mismos.

Para establecer la posición del frente dunar es necesario definir los límites de playa seca, y, así evitar el fracaso del proyecto. En la práctica, esta distancia puede estimarse teniendo en cuenta sistemas de referencia próximos al área que se va a restaurar. Cuando se diseña la reconstrucción de la geomorfología dunar, es de gran importancia el grado de inclinación de las pendientes de barlovento y sotavento (30% y 40% respectivamente). Si se debe utilizar arena extraída de otras zonas, hay que tener en cuenta que dicho material debe tener un tamaño de grano de 0,2 mm como mínimo.

Cerramientos y pasarelas: pueden instalarse vallados para mitigar la presión de procesos de degradación, como el pastoreo o las actividades de ocio. Es conveniente emplear cerramientos hechos con materiales naturales (madera, cuerdas) y quitarlos si las amenazas desaparecen. La instalación de pasarelas de madera para el paso de los visitantes al lugar es una buena práctica; así, se evita el pisoteo indiscriminado en la zona de dunas.

Contenedores de geotextil: en ciertas experiencias en las que fue necesario proteger la costa de la erosión, se han usado grandes contenedores o bolsas de geotextil llenos de arena como elementos estructurales en vez de rip-rap de cemento.

Control de especies invasoras: el control de especies invasoras debe formar parte de la fase de preparación del sitio, y debe realizarse manualmente o de manera mecánica en áreas extensas siempre y cuando no haya peligro de desestabilizar la estructura dunar; en algunos casos puede ser necesario aplicar herbicidas. El control también debe realizarse durante la fase de mantenimiento para evitar la competencia post plantación.

Revegetación: La mejor opción para la elección de especies autóctonas es considerar sistemas de referencia con menor nivel de degradación, teniendo en cuenta los diferentes sectores de la duna (barlovento, sotavento, cresta de la duna y duna embrionaria), y utilizar las procedencias locales.

Se debe utilizar plantas de alta calidad producidas en viveros, de origen conocido; para algunas especies, no se debe descartar las siembras directas, ya que se reduce sensiblemente el coste del proyecto. Se puede recomendar las siembras directas para especies de rápido crecimiento (como por ejemplo las pertenecientes a las familias *Leguminosae* o *Cruciferae*), particularmente si no es posible obtener plantas de calidad. La plantación a altas densidades puede ser una buena estrategia para promover el desarrollo rápido de la cubierta vegetal y reducir los espacios abiertos en los que pudieran proliferar las especies invasoras.

En aquellas especies que tienden a producir un sistema radical desarrollado, como las especies de *Gramineae*, se recomienda enterrar las plantas prácticamente en su totalidad, dejando expuestas sólo los últimos 10 cm de la parte aérea, lo que significa que el cuello de la raíz estará a una profundidad de 15-25 cm y no a nivel de la superficie, como es corriente en otros tipos de plantación. Esta práctica puede traer aparejados problemas fitosanitarios en plantas de otros hábitats pero no en las adaptadas a las dunas. Aunque esta técnica implica un

mayor esfuerzo en el momento de la plantación, las raíces podrán utilizar la humedad del suelo, al mismo tiempo que se evita el descalce de las plantas por el viento.

Las estaquillas deben ser de 20-30 cm, y deben plantarse lo más verticales posible, dejando expuestos los 5 cm superiores.

Cuando se construyen captadores de arena, las semillas pueden enterrarse a una profundidad igual a dos veces su diámetro. Si los vientos son fuertes, las semillas pueden ser desenterradas y ser transportadas hacia el borde del captador, lo que no es un problema: inicialmente la distribución de las plantas tendrá un aspecto poco natural, pero este efecto irá desapareciendo con el tiempo.

La plantación debe llevarse a cabo de manera manual; el tipo de sustrato no hace recomendable utilizar otros medios. Se puede utilizar maquinaria pequeña con orugas de goma para la distribución de plantas y materiales en el campo de dunas.

La mejor época para plantar es entre las primeras lluvias de otoño y el final del invierno; sin embargo, la plantación puede extenderse hasta mediados de la primavera.

Se puede agregar corteza, fibra de coco o cualquier otro material natural que actúe como *mulch* alrededor de las plantas con el objetivo de mantener la humedad y controlar la aparición de malas hierbas.

Algunas referencias recomendadas

Clark JR. 1996. Coastal Zone Management Handbook. CRC Press LLC, Boca Ratón.

Dune Restoration Trust of New Zealand Restoration of Coastal Sand Dunes Using Native Plants, a Technical Handbook. URL: <http://www.dunestrust.org.nz/resources/publications/>

Ley Vega de Seoane C, Gallego Fernández JB & Vidal Pascual C. 2007. Manual de restauración de dunas costeras. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Costas, Madrid.

Ley de la Vega C, Favennec J, Gallego-Fernández J & Pascual Vidal C (eds.). 2012. Conservation des dunes côtières. Restauration et gestion durables en Méditerranée occidentale. UICN, Gland - Málaga.

Martínez ML & Psuty N (eds.). 2004. Coastal Dunes: Ecology and Conservation. Springer-Verlag, Heidelberg.

Ministère de l'Ecologie. 2010. La gestion du trait de côte. Editions Quae, Paris.

Ministerio de Medio Ambiente y Medio rural y Marino. 2008. Inventario de tecnologías disponibles en España para la lucha contra la desertificación. Ficha de la tecnología. Restauración de sistemas dunares. URL: http://www.magrama.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/0904712280145028_tcm7-19567.pdf

Quelennec RE. 1989. The Corine Coastal Erosion Project: identification of coastal erosion problems and data base on the littoral environment of eleven European countries. Coastal Zone'89: 4594-4601.

4.4 Sistemas Áridos / Semiáridos

Principales presiones antrópicas	Consecuencias	Estrategias	Técnicas
<ul style="list-style-type: none"> • Ganado doméstico a altas densidades • Sobreexplotación para obtención de leñas • Reconversión de superficies para otros usos (agricultura, urbanización) • Minería • Actividades de ocio • Cambios en el régimen de fuegos 	<ul style="list-style-type: none"> • Degradación del suelo y desertificación • Pérdida de biodiversidad • Fragmentación del hábitat 	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de la ganadería • Revegetación • Mejora de las características del suelo • Aumento de la disponibilidad de agua local • Promoción del uso sostenible de la vegetación autóctona 	<ul style="list-style-type: none"> • Estabilización del suelo y uso de enmiendas • Reintroducción de plantas autóctonas • Redistribución del agua • Implantación de sistemas de gestión o exclusión de la ganadería • Gestión de la biomasa como fuente de energía • Prevención de incendios

Estos frágiles hábitats han sido muy influenciados por la actividad humana o la sobreexplotación, lo que ha conducido a una pérdida de vegetación y a la degradación de las propiedades fisicoquímicas y estructurales del suelo. Además de la eliminación de las causas de degradación (por ejemplo, la gestión de la ganadería y la provisión de fuentes de energía alternativas, especialmente en ciertas zonas rurales del Mediterráneo), en áreas en las que se ha traspasado el umbral de la recuperación natural el método más adecuado para mejorar las condiciones del suelo es el restablecimiento de la cubierta vegetal. Las acciones en este sentido son de difícil consecución ya que las limitaciones abióticas dificultan la reversión de la desertificación. En la actualidad, se han desarrollado técnicas de bajo coste que permiten la redistribución y concentración del agua disponible en sitios concretos; estas técnicas pueden ser utilizadas en las acciones de revegetación para promover el éxito de la plantación.

Revegetación: en las acciones de reintroducción se debe utilizar especies autóctonas, de procedencia local, seleccionadas por su papel relevante y complementario desde el punto de vista ecológico, con el objetivo de promover las interacciones naturales y la biodiversidad. Por ejemplo, la plantación de plantas con frutos carnosos promoverá las relaciones mutualísticas entre plantas y animales, y con ello contribuirá a la dispersión de semillas y a la aceleración de la recuperación de la cubierta vegetal. Otras especies pueden mejorar las condiciones para el establecimiento de plántulas, como las especies de *Leguminosae*, que tienden a aumentar la concentración de nitrógeno y la materia orgánica en el suelo.

La revegetación con plantas en contenedor es una práctica común, ya que son más adecuadas para superar condiciones rigurosas que las plantas a raíz desnuda o la siembra directa. La calidad de las plantas es un factor crucial en estos hábitats, por lo que se debe seleccionar condiciones de crecimiento y gestión de las plantas en vivero adecuadas (tipo de contenedor, regímenes de riego y fertilización, etc.).

Aunque las condiciones a gran escala, como la roca madre, o la pendiente y orientación del terreno, son comúnmente consideradas en la planificación de las acciones de revegetación, la heterogeneidad espacial a pequeña escala juega un papel fundamental en el éxito de la plantación en condiciones áridas. Debe tenerse en cuenta el ambiente físico, principalmente debido a las características edáficas (topografía a microescala, textura y estructura del suelo, profundidad del suelo, etc.). En el mismo sentido, la facilitación ofrecida por plantas ya

establecidas, que crean ambientes con condiciones adecuadas para la plantación, es un aspecto fundamental; como ocurre, por ejemplo, con *Stipa tenacissima* y diversas especies de matorral mediterráneo utilizadas en la plantación.

La preparación del sitio de plantación afecta en gran medida la supervivencia de las plantas. Los hoyos de plantación deben ser, al menos, 30 cm más profundos que el contenedor, ya que la profundidad del suelo es muy importante para el desarrollo de las raíces y la supervivencia. En zonas llanas o con pendiente suave, principalmente en suelos compactados utilizados anteriormente para el cultivo o la ganadería, se puede efectuar una preparación mecánica mediante subsolado lineal a una profundidad de 50-60 cm. Se recomienda mantener la vegetación natural existente siempre que sea posible, por lo que no se recomienda la preparación de toda la superficie. Las características del suelo pueden mejorarse mediante la incorporación de fertilizantes, ya que mejoran el crecimiento de las plantas.

Además del riego tras la plantación (cuando éste es posible), la implementación de técnicas que permiten mejorar la disponibilidad de agua puede ayudar a las plantas a superar las limitaciones ambientales. Resulta adecuado efectuar los tradicionales alcorques, que modifican la topografía alrededor de las plantas y recolectan y redirigen el agua de lluvia. Debe tenerse en cuenta que estas estructuras también resultan ser sumideros de recursos, ya que pueden retener semillas y materia orgánica. Se puede usar, además, otras técnicas que ayudan a mantener la humedad en el perfil del suelo, como la creación de superficies más o menos impermeables alrededor de las plantas (piedras, *mulch* orgánicos, geotextiles), o la creación de pequeños hoyos rellenos de piedras (*dry wells*) cercanos a las raíces. El riego por goteo, aunque más caro, puede usarse en pequeñas superficies si no hay limitaciones económicas. Sin embargo, este método tiende a aumentar el contenido de sales en el suelo. En zonas con muy baja precipitación pero con nieblas frecuentes, se ha empleado redes captadoras que permiten la condensación de agua para su uso en irrigación.

En áreas en las que el ramoneo por ganado doméstico o fauna salvaje es alto, es necesario proteger la plantación. El sistema de protección más adecuado dependerá del tipo de riesgo y del presupuesto (bien protectores individuales, o bien vallado perimetral, tipo de protector o vallado, etc.).

Fajinas: en pendientes pronunciadas, y especialmente en suelos sueltos, en los que la erosión por lluvia tiende a producir cárcavas, se recomienda la construcción de fajinas con material orgánico (rollos de textiles biodegradables, troncos, atados de ramas). Esta técnica también es adecuada en suelos rocosos para captar y mantener suelo, por lo que se crean sitios adecuados tanto para el establecimiento natural de las plantas como para plantación.

Algunas referencias recomendadas

- Bainbridge DA. 2007. Guide for Desert and Dryland Restoration. New hope for arid lands. Island Press, Washington DC.
- Cortina J, Amat B, Castillo V, Fuentes D, Maestre FT, Padilla FM & Rojo L. 2011. The restoration of vegetation cover in the semi-arid Iberian southeast. *Journal of Arid Environments* 75: 1377-1384.
- Cortina J, Ruiz-Mirazo J, Amat B, Amghar F, Bautista S, Chirino E, Derak M, Fuentes D, Maestre FT, Valdecantos A & Vilagrosa A. 2012. Bases para la restauración ecológica de espartales. UICN, Gland - Málaga.
- Desert Restoration Hub. Arid lands restoration and combat of desertification. URL: <http://desertrestorationhub.com/>
- Global Restoration Network. URL: <http://www.globalrestorationnetwork.org/ecosystems/desert/>
- Vallejo VR, Allen EB, Aronson J, Pausas JG, Cortina J & Gutiérrez JR. 2012. Restoration of mediterranean-type woodlands and shrublands. In: *Restoration Ecology: The New Frontier* (van Andel J & Aronson J (eds.)). Blackwell Publishing Ltd, Oxford.

5

BUENAS PRÁCTICAS

5.1 Metodología utilizada para identificar y seleccionar Buenas Prácticas

Una Buena Práctica se define como una iniciativa (por ejemplo, metodologías, proyectos, procesos y técnicas) que ha demostrado dar buenos resultados y que posee el potencial de ser transferida a una región geográfica distinta. En el contexto de esta Guía, las Buenas Prácticas son proyectos de restauración que han proporcionado resultados tangibles y medibles en la consecución de un objetivo específico, como consecuencia de las metodologías adecuadas empleadas para su desarrollo. Las prácticas tendrán el potencial de ser transferidas a otras regiones sobre la base de que las acciones tienen lugar en territorios que confrontan problemas parecidos y comparten una vegetación similar, por lo que las soluciones óptimas encontradas en un caso pueden guiar las acciones que se tomarán en otro.

En este marco, durante el desarrollo del proyecto ECOPLANTMED, 31 Buenas Prácticas fueron inicialmente identificadas, alcanzando una selección final de 15 a través de una serie de criterios acordados en común entre los socios del proyecto, de la siguiente manera:

Criterios utilizados para identificar Buenas Prácticas:

Los criterios empleados fueron exclusivos, lo que significa que para identificar un proyecto de restauración como una Buena Práctica, éste tenía que cumplir todos los criterios que se listan. El incumplimiento de uno de los criterios significa que el proyecto no podía ser aceptado.

1) Proyectos de restauración concernientes a hábitats mediterráneos

Los proyectos de restauración se identificaron solo en hábitats mediterráneos de acuerdo con lo siguiente:

- i) Los hábitats mediterráneos que se consideraron fueron hábitats que se desarrollan bajo clima de tipo mediterráneo (ver capítulo 1), principalmente incluidos en la región Mediterránea (mínimo 25 casos), pero también en otras regiones biogeográficas con el mismo tipo de clima (máximo 5 casos).
- ii) La búsqueda para la identificación de Buenas Prácticas cubrió todos los territorios con clima de tipo mediterráneo. Estos territorios fueron divididos en los siguientes 6 grupos, para cada uno de los cuales se identificó un mínimo de 5 casos de restauración de hábitats mediterráneos.
 - a. Grecia, Turquía, Balcanes, Oriente Medio
 - b. Italia, Malta, Francia
 - c. Líbano, Chipre, Siria

- d. España, Portugal
- e. Túnez, Egipto, Marruecos, Argelia
- f. Regiones no-mediterráneas con clima de tipo mediterráneo (en Australia, California, Chile y Sudáfrica)

2) Proyectos de restauración referentes a diversos tipos de hábitat:

Los proyectos de restauración identificados en cada grupo geográfico cubrieron diferentes tipos de hábitat (ver capítulo 1); al menos debía elegirse una buena práctica de cada uno de los siguientes tipos:

- a. Bosques
- b. Hábitats de agua dulce (humedales, sistemas riparios, etc.)
- c. Hábitats dunares/costeros
- d. Sistemas áridos/semiáridos (pastizales, frigana, maquia, estepas, etc.)

Era posible que un proyecto cubriera un área más amplia cubriendo más de un tipo de hábitat.

3) Proyectos de restauración con uso de plantas autóctonas

Los proyectos de restauración identificados debían incluir una o más acciones con el uso de plantas autóctonas.

4) Proyectos implementados representando la restauración en la práctica

Todos los proyectos identificados debían incluir acciones de restauración puestas en práctica.

5) Proyectos de restauración con información disponible

Todos los proyectos identificados deben contener la máxima información posible con respecto a los criterios que se emplearán para evaluarlos para permitir la selección final de las prácticas.

Criterios utilizados para evaluar las Buenas Prácticas:

Se identificaron seis criterios relativos al diseño, ejecución y seguimiento del proyecto de restauración, con especial atención a la gestión de los recursos fitogenéticos, mediante el intercambio de experiencias entre los socios de ECOPLANTMED. Estos criterios representan la base técnica sobre la cual se deben desarrollar los proyectos de restauración, y se deben tener en cuenta independientemente del estado de degradación de los ecosistemas y la escala del proyecto de restauración. Por lo tanto, estos criterios son capaces de cubrir la amplia y heterogénea diversidad de casos que se puede encontrar en el marco de la práctica de la restauración.

Los proyectos fueron evaluados en términos de idoneidad de acuerdo con las directrices generales que se describen en cada uno de los criterios que se enumeran a continuación. Teniendo en cuenta el marco general del proyecto ECOPLANTMED, se le dio un mayor peso relativo al criterio número 4.

1) Caracterización del sitio a restaurar

Una vez identificada la necesidad de restauración en un área determinada, se debe llevar a cabo la caracterización del sitio a restaurar, con el objetivo de proveer información esencial sin la cual no será posible una implementación exitosa del proyecto.

Los proyectos deben reunir información sobre una serie de características del lugar. Esto incluye diversos parámetros generales (límites, superficie, usos y valores históricos, etc.), así como las características del lugar que ayudarán a determinar el tipo de vegetación adecuado para la restauración. Tales atributos son la altitud (máxima-mínima), la pendiente (máxima-mínima), la orientación, las condiciones climáticas (precipitación, temperatura, duración del período de sequía, etc.), la información edáfica (litología, profundidad del suelo, pH del suelo, granulometría, etc.) y la vegetación actual. Muchos de estos parámetros se puede extraer directamente de diversas fuentes de la literatura o mapas, pero las escalas disponibles a veces no son las apropiados. Siempre que sea posible, es deseable verificar la información con estudios de campo. La realización de calicatas sobre el terreno o la realización de inventarios florísticos son trabajos en general plausibles que pueden mejorar significativamente las acciones posteriores.

Las restricciones legales también deben ser considerados: la propiedad del terreno; los usos actuales y los planes de uso de la tierra; la presencia de especies protegidas o singulares (raras, endémicas, amenazadas) de flora y fauna; la categoría de protección (LIC, Parque Natural, ZEPA, etc.) de la zona.

El análisis del grupo de factores que han conducido al actual estado de degradación del lugar así como la identificación de los posibles factores de riesgo son esenciales para establecer un diagnóstico específico del sitio a restaurar - siempre teniendo en cuenta el resto de la parámetros anteriormente citados - y ayudará a encontrar soluciones óptimas de restauración entre las diferentes alternativas disponibles.

2) Objetivos específicos del proyecto

Considerando todos los elementos anteriores, y teniendo en cuenta los factores económicos y sociales, se definen los objetivos del proyecto. Es importante diferenciar entre la meta o propósito general y los objetivos específicos. Éstos últimos deben estar claramente definidos -ser sintéticos y explícitos- y ser coherentes con la metodología aplicada y los resultados que se aportan. La definición de objetivos viables es un paso esencial para dar orden, coherencia y consistencia a las acciones del proyecto y establecer si se está o no contribuyendo a la solución del problema que se quiere resolver.

3) Estrategias y técnicas para la restauración de hábitats

A partir de los resultados de diagnóstico y los objetivos del proyecto, se deben identificar las estrategias y las técnicas que se desarrollarán durante el proyecto, entendiendo que las técnicas son la manera en que se aplican las estrategias para optimizar los resultados. Éstas podrán estar dirigidas al manejo del componente biótico (una única especie / población o todo el componente vegetal), o pueden ir dirigidas a la mejora del ambiente físico. En cualquier caso, las técnicas adecuadas deben tener una alta eficacia y un bajo impacto ambiental.

En el capítulo 4 se presenta una selección de técnicas adecuadas utilizadas para la restauración de diferentes tipos de hábitats mediterráneos.

4) Características del material vegetal empleado en la restauración

4.1) Selección de especies

Tradicionalmente, la selección de especies se ha realizado a través del estudio de los factores climáticos y edáficos, complementado con el conocimiento fitosociológico. Con el tiempo se han incorporado otros criterios de tipo ecológico, que tratan de integrar otros factores que influyen en la dinámica de los ecosistemas, tales como las interacciones planta-planta o planta-animal.

Cuando se dispone de un ecosistema de referencia, se puede efectuar una aproximación sencilla para la selección de especies a través del estudio de la base estructural del hábitat (Ferrer, 2007). Se la ha definido como compuesta por tres fracciones del componente vegetal: estructural, funcional y singular, las cuales no son mutuamente excluyentes. El mismo autor proporciona sistemas cuantitativos para la evaluación de cada una de estas fracciones, lo que representa un paso importante hacia la objetividad de la catalogación.

➤ Los taxones Estructurales son aquéllos que presentan altos valores de abundancia relativa y grado de recubrimiento, y que por lo tanto contribuyen de manera significativa a la conformación de la fisionomía (morfología estructural, aspecto exterior) del hábitat, y a la conformación del ambiente físico del hábitat, ya que con su alta capacidad de producción de biomasa son capaces de modular los recursos disponibles para otras especies. Los taxones estructurales, pues, suelen coincidir en gran parte con los que se definen como típicos o característicos del hábitat, es decir, que tienen un alto valor de caracterización del hábitat

➤ Los taxones Funcionales son aquéllos que cumplen una función clave o relevante en el ecosistema. Se trata de taxones facilitadores, ingenieros, clave, etc., con un peso determinante en los procesos ecológicos, afectando su presencia en el ecosistema a la organización, configuración y composición de la comunidad vegetal en un grado mucho mayor de lo que su abundancia y/o biomasa sugiere. Algunos ejemplos de rasgos funcionales son: participar en procesos de facilitación (como por ejemplo de *Stipa tenacissima* sobre *Pinus halepensis*; de *Juniperus sabina* sobre *Rives uva-crispa* y *Juniperus communis*); contribuir a la resiliencia del hábitat (especies rebrotadoras tales como *Chamaerops humilis*); proteger y mejorar las condiciones del suelo (leguminosas fijadoras de nitrógeno); fijar terrenos y retardar la erosión por el desarrollo de la parte subterránea (*Crataegus monogyna*); interactuar con los organismos dispersores, es decir, tener capacidad para proporcionar refugio, alimentos, lugares de nidificación y perchas (las especies con frutos carnosos son potencialmente atractoras de aves, lo cual es útil en la dispersión natural de semillas), etc.

➤ Los taxones Singulares son aquéllos que presentan cierto grado de endemidad, rareza o amenaza. Son elementos muy valiosos tanto desde el punto de vista de la conservación ya que generalmente se presentan en poblaciones muy pequeñas y por lo tanto son muy vulnerables a la destrucción y modificación de sus hábitats. Las acciones de restauración deben considerar este componente singular de la vegetación, con el fin de asegurar su permanencia, promover la recuperación de las poblaciones, o para motivar a su regreso a áreas en las que previamente habitaban.

Interpretar la base estructural de un hábitat es una herramienta útil y práctica en la elaboración de listados priorizados de identificación y selección de aquéllas especies que potencialmente pueden ser utilizadas en los proyectos de restauración. Además, pueden ayudar a optimizar la recolección de los materiales de reproducción por parte de aquellas instituciones que participan en la gestión de hábitats naturales, facilitando y economizando la labor en posteriores fases de trabajo.

4.2) Consideración de la heterogeneidad espacial

Los taxones deben ser seleccionados teniendo en cuenta, además, los diferentes microambientes que pueda haber en el sistema a restaurar, cuando los haya. Por lo tanto, el estudio de la base estructural del hábitat debe considerar la realización de distintos inventarios florísticos para los diferentes microambientes.

4.3) Procedencia de los materiales de reproducción

Como ya se ha explicado en el capítulo 2, el origen de los materiales de reproducción que se van a emplear en la restauración es uno de los elementos clave que deben ser tenidos en cuenta para garantizar la adecuada adaptabilidad de las plantas al lugar. Se debe emplear flora autóctona y recursos locales como mejor opción para fines de restauración. Las plantas de una determinada especie se distribuyen a menudo a través de un área amplia pero desarrollan patrones de adaptación local, lo que significa que están mejor adaptados a las condiciones específicas en el área local. Esto significa que las plantas tienen una mayor oportunidad de sobrevivir si están adaptadas localmente en el área que está siendo revegetada. Por otra parte, mediante el uso de recursos locales para la restauración, se evitan los problemas de contaminación genética de las poblaciones existentes y/o adyacentes. El tema de las procedencias no siempre se aborda y en ocasiones se recomienda el uso de especies autóctonas en un sentido amplio, referido a límites administrativos, sosteniendo que sobrevivirán y tendrán un aspecto atractivo; esta recomendación no se debe seguir en los proyectos de restauración.

4.4) Recolección adecuada

Los materiales que se van a emplear para la restauración deben ser recolectados (y procesados) utilizando protocolos estándar para asegurar una amplia base genética y para evitar la erosión genética (es decir, recolectando un número adecuado de individuos seleccionados al azar, una cantidad equilibrada de semillas por planta, etc.). Por supuesto, la recolección de semillas no debe de ninguna manera suponer una amenaza para las poblaciones frágiles y las especies amenazadas y raras. Se puede encontrar una selección de prácticas adecuadas en el Manual de propagación de plantas autóctonas mediterráneas seleccionadas (Ballesteros *et al.*, 2015), producido por el proyecto ECOPLANTMED. Si los materiales reproductivos se obtienen de un proveedor, los viveristas deben ser capaces de garantizar el origen genético y de proporcionar materiales certificados siempre que sea posible.

4.5) Identificación de métodos de propagación efectivos

De nada sirve recolectar una gran cantidad de semillas de una determinada especie si no se conocen los protocolos de germinación y cultivo. En el diseño de una acción de restauración no debe obviarse esta cuestión, ya que podría conducir a una situación de colapso del proyecto en la que se hubiera proyectado la introducción de una cierta especie que no podrá ser ejecutada debido a un conocimiento insuficiente sobre los requerimientos para su germinación y crecimiento. Por otra parte, deben evitarse los métodos de reproducción vegetativa, y, en los casos en los que sea la única alternativa posible, se debe efectuar a partir del mayor número de individuos como sea posible.

4.6) Calidad de planta

El momento crítico en el proceso restaurador es la fase de establecimiento de los plantones. En el caso de plantaciones, la planta debe superar el estrés post-plantación en el que debe reiniciar la actividad fotosintética y la colonización del suelo, superando la interfase substrato vivero/suelo. Esta fase crítica puede ser minimizada

mediante la optimización de la calidad (sanitaria, metabólica o fisiológica) del plantón: la experiencia muestra que las plantas a utilizar deben presentar una serie de atributos dirigidos a maximizar su supervivencia, crecimiento y potencial reproductivo. Para algunas especies, existen normativas específicas que fijan los estándares de calidad externa-morfológica, que se relacionan con el estado sanitario, la vitalidad, y la calidad fisiológica, estableciendo una serie de requisitos tanto cualitativos (la planta debe estar libre de heridas, no debe mostrar signos de podredumbre, el cuello de la raíz no debe de estar dañado, etc.) como cuantitativos (como por ejemplo, la edad, la altura, o el diámetro del cuello de la raíz). En algunos casos, se especifican también ciertas características de cultivo que se consideran adecuadas (se establece, por ejemplo, el volumen mínimo del contenedor). La calidad de la planta utilizada influye decisivamente en el resultado de las acciones de restauración, por lo que siempre que se conozcan, deben emplearse métodos de producción encaminados a producir planta de calidad y deben utilizarse sólo este tipo de materiales.

5) Diseño de la plantación

El patrón a seleccionar en el diseño de la plantación no debe ser simétrico y debe estar basado en factores ecológicos. Aunque actualmente no es común, hasta hace relativamente poco tiempo -y principalmente en proyectos de reforestación con fines productivos- se utilizaban patrones lineales que daban un aspecto artificial a los hábitats restaurados, claramente no integrados en el paisaje circundante. Un diseño de plantación adecuado no sólo significa seguir un patrón más o menos aleatorio y no simétrico, sino que también se deben tener en cuenta la presencia de microambientes favorables para el establecimiento de las especies, y la distancia a cualquier amenaza.

6) Plan de monitoreo

Un sistema de monitoreo y evaluación efectivo se reconoce como un componente esencial de un proyecto de restauración exitoso, permitiendo mediciones del progreso y, lo que es más importante, ayudando a identificar las acciones correctivas y las modificaciones que puedan ser necesarias.

Es posible establecer un gran número de descriptores e indicadores a diferentes escalas (población, comunidad, ecosistema, paisaje), y muchos de ellos están descritos en la literatura técnica. El alcance del sistema de monitoreo debe encajar con los objetivos del proyecto o ayudar a redirigirlos, por lo que se debe acordar un conjunto de indicadores pertinentes y probado para reflejar los avances de restauración.

En la amplia mayoría de los proyectos el sistema de monitoreo está ausente o se considera sólo el seguimiento durante el tiempo en el que se implementan las principales acciones de restauración (intra-monitoreo); pero un sistema de monitoreo adecuado debe continuar después de la finalización del proyecto, ya que la restauración es un proceso complejo cuyos objetivos normalmente se logran a medio/largo plazo.

5.2 Buenas Prácticas seleccionadas

Después de la identificación inicial de un total de 31 Buenas Prácticas respetando los criterios obligatorios 1-5 y tantos aspectos como sea posible para los criterios técnicos 1-6, se llevó a cabo una evaluación para la selección de 15 Buenas Prácticas para ser incluidas en esta Guía. La disponibilidad de la información presentada en los proyectos identificados, así como los puntos fuertes y débiles particulares encontrados (distintos de los contemplados en los criterios previstos) también se utilizaron para evaluar los proyectos.

Entre los 15 casos seleccionados, 5 se refieren a bosques, 3 a hábitats dunares/costeros, 3 a sistemas áridos/semiáridos y 4 a hábitats de agua dulce:

Bosques

- Gestión integrada de los encinares mediterráneos (Chênaie verte)
- Conservación de los Hayedos de los Apeninos con *Abies alba* en el LIC Pigelleto - M. Amiata (TUCAP)
- Restauración de bosques de *Pinus nigra* en Mount Parnonas a través de un modelo estructurado (PINUS)
- Gestión Integrada de los Bosques del Atlas Medio en Marruecos (GIFMA)
- Restituir la riqueza botánica de los bosques de Jarrah en minas de bauxita restauradas en el Oeste de Australia

Hábitats de agua dulce

- Restauración de una zona húmeda para la recuperación de la flora y la fauna en la Reserva de Algemesí (Llacuna del Barranc)
- Restauración e interpretación medioambiental del bosque de ribera del Delta de Nestos
- Restauración y gestión del Lago de Oroklini en Larnaka.
- Protección del territorio por medio de la ingeniería ecológica al nivel de una cuenca hidrográfica (PROGECO)

Hábitats dunares/costeros

- Modelo de restauración de hábitats dunares en 'L'Albufera de Valencia' (Dunas Albufera)
- Acciones para la conservación de dunas litorales con *Juniperus* spp. en Creta y en el Egeo Sur (JUNICOAST)
- Conservación y recuperación de hábitats dunares en las provincias de Cagliari, Matera y Caserta (PROVIDUNE)

Sistemas áridos/semiáridos

- Proyecto de demostración de lucha contra la desertificación: Regeneración y Plan de manejo de zonas semiáridas degradadas en Albaterra
- Manual de Rehabilitación de Canteras Mediterráneas: Aprender de la experiencia de Holcim
- Salvaguardar el hábitat del *Thero-Brachypodietea* en el LIC 'Area delle Gravine' (GRAVINE)

En esta sección se presenta un resumen de cada una de las Buenas Prácticas seleccionadas.

Gestión integrada de los encinares mediterráneos (Chêne verte)

Referencia: LIFE96 NAT/F/003200

Hábitat: Bosques mediterráneos; desprendimientos, pastizales y hábitats rocosos mediterráneos. En particular los hábitats UE siguientes: 9340 'Encinares de *Quercus ilex* y *Quercus rotundifolia*'; 5210 'Matorrales arborescentes de *Juniperus* spp.'; 8130 'Desprendimientos mediterráneos occidentales y termófilos'; 6220* 'Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del *Thero-Brachypodietea*'; 8210 'Pendientes rocosas calcícolas con vegetación casmofítica'; 8310 'Cuevas no explotadas por el turismo'

Duración: 01/01/1997-30/06/2002

Superficie cubierta: 11.500 ha

Coste total: 816.125 €

Promotor: Oficina Nacional de los Bosques (ONF), Dirección Regional del Languedoc-Roussillon

Tipo de organización: Pública

Socios:

1. Grupo de investigación e información de vertebrados y su medioambiente (GRIVE)
2. Conservatorio nacional botánico de Porquerolles
3. Liga para la Protección de las Aves de Aude (LPO Aude)
4. Conservatorio de espacios naturales del Languedoc-Roussillon
5. Centro ornitológico del Gard (COGARD)
6. Oficina Nacional de Caza y Fauna Salvaje de Francia (ONCFS)

Ubicación del Caso de Estudio: ZEPA 'Montagne de la Clape' y ZEPA 'Gorges Du Gardon', Languedoc-Roussillon (Francia)

Contacto:

Georges De Maupeou, Coordinador. Hervé Llamas, Contacto administrativo.
L'office National Des Forêts pour le Languedoc-Roussillon.
505, rue de la Croix-Verte. Parc Euromédecine. F-34094 Montpellier Cedex 5
Teléfono: +330467046699-Fax: +330467046688.
Email: georges.de-maupeou@onf.fr



Vista panorámica de 'Gorges du Gardon'

Introducción

Uno de los sistemas ecológicos de mayor distribución en la cuenca mediterránea es el encinar, con sus diversas etapas dinámicas (de pastizales a bosques). Dos encinares representativos del Mediterráneo francés son la 'Montagne de la Clape', un pequeño macizo de piedra caliza situado entre la franja costera y la llanura de Aude, y las 'Gorges du Gardon', en el noreste de Nîmes. Ambos sitios son catalogados como ZEPA y LIC y albergan varias especies de aves de interés comunitario, como el águila perdicera (*Hieraetus fasciatus*), así como diversas especies y tipos de hábitats incluidos en los Anexos II y I de la Directiva Hábitats respectivamente, como por ejemplo las zonas subestépicas del *Thero-Brachypodietea*, un hábitat prioritario. Un documento marco elaborado antes del proyecto para cada uno de estos dos espacios naturales servía de referencia para su gestión forestal y de herramienta educativa para apoyar a las comunidades locales y los propietarios privados en la adopción de medidas de gestión, conforme a los requisitos de Natura 2000. Este documento también sirvió para establecer las medidas de gestión que iban a llevarse a cabo en el marco del proyecto LIFE.

Degradación

Las especies y hábitats objetivos del proyecto se encuentran actualmente amenazados principalmente por dos razones: (1) el abandono del pastoreo y de la silvicultura, que lleva poco a poco a la desaparición de áreas abiertas y sus especies asociadas, y (2) la ampliación de las actividades de ocio (turismo), que afectan a ciertas especies sensibles y degradan los entornos frágiles.

Objetivos

Meta: poner en práctica, como medida de demostración, una estrategia para la gestión integrada del encinar en los sitios 'Montagne de la Clape' y 'Gorges du Gardon'.

Objetivos específicos: evaluación del estado de conservación de los hábitats y de las especies de interés para el proyecto; restauración de los encinares y de los bosques de ribera para permitir la recuperación de diversas especies de fauna; y creación de una 'copia de seguridad' *ex situ* de *Centaurea corymbrosa*.



Actividad recreativa en 'Gorges du Gardon'

Metodología

- Elaboración de trabajos de investigación sobre el estado de conservación del águila perdicera y otras rapaces, castores y *Centaurea corymbosa*, así como diversos estudios sobre el impacto del turismo y sobre el estado de los hábitats naturales en las áreas seleccionadas.
- Actividades de restauración y de gestión de las áreas, basados en los resultados de los trabajos de investigación:
 - (1) desvío de rutas de senderismo y supresión de rutas de escalada para evitar molestar a las águilas,
 - (2) desbroce mecánico de áreas abiertas (céspedes de *Brachypodium*) para favorecer a las especies clave del *Thero-Brachypodietea*,
 - (3) plantaciones de sauces y poda de álamos a lo largo del bosque de ribera del río Gardon con el fin de rehabilitar el hábitat y mejorar la calidad de los recursos forrajeros para el castor europeo,
 - (4) gestión forestal de los bosques de pino carrasco (limpieza y apertura para evitar incendios),
 - (5) poda del monte bajo para rejuvenecer las encinas (*Quercus ilex*), tala de árboles para promover el crecimiento en diámetro de los árboles restantes y aclareos para permitir la renovación de la biodiversidad (especies de garriga),
 - (6) conservación *ex situ* de semillas de *Centaurea corymbosa* y elaboración de un plan de propagación de la especie.
- Creación de un plan de gestión de los hábitats para asegurar la aplicación de medidas correctas para su conservación a largo plazo.

Resultados

Los principales resultados del proyecto son los siguientes:

- Mejor conocimiento de las especies y hábitats en los sitios del proyecto: el área cubierta por los diferentes tipos de hábitats de interés comunitario está ahora bien definida; la población de *Centaurea corymbosa*, endemismo de la 'Montagne de la Clape', se ha censado con exactitud y sus riesgos de extinción han sido evaluados; se han identificado las amenazas sobre las áreas de nidificación de las tres parejas de águilas perdiceras.



Centaurea corymbosa, un endemismo restringido del Macizo de la Clape, en peligro de extinción



Castor fiber

- Protección de las áreas de nidificación de las águilas perdiceras: se han cerrado algunos caminos y senderos que pasaban demasiado cerca de los nidos y podían generar disturbios, y se han trasladado algunas rutas de escalada donde no hay riesgos de molestar a las águilas.
- Restauración del hábitat prioritario subestépico del *Thero-Brachypodietea*: 30 ha en Clape y 50 ha en Gardon.
- Regeneración del bosque de ribera del Gardon. Sin embargo, una gran inundación en septiembre de 2002 provocó una disminución de más del 20% de la superficie de este hábitat. El área actualmente identificada en el sitio es de 51 ha y su gestión y restauración están siendo reevaluadas.
- Regeneración de encinas y encinares. Las técnicas experimentadas están permitiendo el rejuvenecimiento de los bosques y un aumento de la diversidad de plantas.
- Otras acciones, como el cierre de cuevas que albergan murciélagos y la tala de encinas quemadas, también se han llevado a cabo.
- Recolección de semillas de *C. corymbosa* y limpieza de su hábitat para futuras acciones de reintroducción.
- Elaboración de dos planes de gestión y puesta en práctica de parte de sus acciones durante el proyecto.

Todas estas medidas se han aplicado en estrecha colaboración con las partes interesadas, en particular con escaladores y cazadores. Esta colaboración ha sido positiva para aumentar la concienciación de la población local acerca de su patrimonio natural. Los resultados de estas acciones integradas se difundieron a través de programas de capacitación y de la publicación de un folleto informativo.

Lecciones aprendidas

A partir de este trabajo y de la experiencia de la ONF en Languedoc-Roussillon, se pueden extraer algunas conclusiones:

- El método óptimo para el rejuvenecimiento de las encinas (*Q. ilex*) es la poda del monte bajo (tala del monte bajo o de nuevas ramas jóvenes). El cultivo de plantas a partir de semillas es difícil y requiere un buen suelo. La plantación de encinas truferas (micorrizadas) se practica ampliamente en la actualidad, pero requiere un cuidado importante. Las aves actúan como agente dispersor natural, pero el proceso es lento (especialmente en la reconquista de los bosques de pino carrasco por encinas).



Monitoreo de la vegetación en 'Gorges du Gardon'

- La tala de árboles promueve el crecimiento del diámetro de los árboles restantes, independientemente de la edad de la población, pero es necesario realizar esta operación correctamente (es decir, el bosque debe permanecer cerrado para evitar una alta evapotranspiración de los árboles aislados).
- El aclareo de los encinares (apertura de claros) permite renovar la biodiversidad: promueve el desarrollo de especies que requieren luz (*Arbutus*, *Cistus*, tomillo, etc.) y que desaparecen en el encinar adulto cerrado.

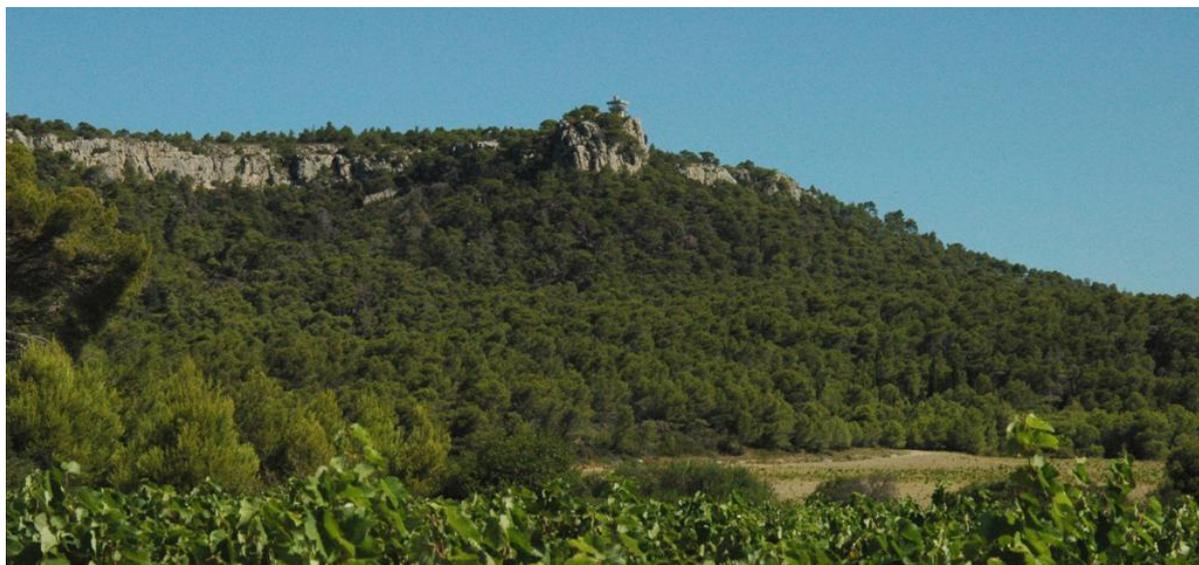
Perspectivas

Después del proyecto LIFE, el Conservatorio Botánico de Porquerolles realizó reintroducciones de *Centaurea corymbosa* mediante el siguiente protocolo: (1) Recolección de semillas de plantas no híbridas en La Clape. (2) Conservación *ex situ* de las semillas y cultivo de plantas en el jardín botánico. (3) Producción de nuevas semillas en salas de aislamiento anti-hibridación para su conservación *ex situ* a largo plazo. (4) Reintroducción en zonas ecológicamente favorables (acantilados) en Clape.

Por su parte, 'Gorges du Gardon' ha sido catalogado Reserva de la Biosfera por la Unesco en junio de 2015 y se están realizando nuevas acciones de restauración para rejuvenecer los bosques de *Quercus* y aumentar la biodiversidad, complementando las acciones realizadas en el proyecto LIFE. La ecología de la destrucción y posterior recolonización del bosque de ribera ha sido evaluada después de las inundaciones de 2002 y se han planificado acciones de restauración, donde fuera necesario (se ha observado que el bosque de ribera se recupera por sí solo en áreas no alteradas por el hombre).

Puntos fuertes/débiles

- Puntos fuertes: Plan integral para la conservación de la fauna y de la flora dentro de los hábitats seleccionados. Uso de germoplasma local para la regeneración de los hábitats. Actualización de los planes de gestión forestal a las necesidades y prácticas del siglo XX, incluyendo el uso de material vegetal autóctono de procedencia local.



Parque Natural Regional de Narbonnaise, Armissan

Conservación de los Hayedos de los Apeninos con *Abies alba* en el LIC Pigelleto - M. Amiata (TUCAP)

Referencia: LIFE04 NAT/IT/000191

Hábitat: Hábitats UE siguientes: 9220* 'Hayedos de los Apeninos con *Abies alba* y hayedos con *Abies nebrodensis*', 9210* 'Hayedos de los Apeninos con *Taxus* e *Ilex*', 92A0 'Bosques galería de *Salix alba* y *Populus alba*', y 9180* 'Bosques de laderas, desprendimientos o barrancos del *Tilio-Acerion*'

Duración: 01/10/2004 - 31/12/2007

Superficie cubierta: 1312 ha

Coste Total: 700.000 €

Promotor: Comunità Montana Amiata Val d'Orcia

Tipo de organización: Autoridad local

Socios:

1. Cooperativa *Abies Alba* srl.
2. Departamento de Ciencias Ambientales 'G. Sarfatti' - Universidad de Siena
3. Departamento de Biotecnología Agraria - Universidad de Florencia
4. Sociedad Cooperativa D.R.E.Am. Italia
5. Cooperativa 'La Querce'

Ubicación del Caso de Estudio: LIC 'Foreste del Siele e del Pigelleto di Piancastagnaio' - Toscana (Italia).

Contacto:

Marcello Miozzo, Coordinador Técnico
D.R.E.Am. Italia. Via Garibaldi, 3 - 52015 Pratovecchio (Arezzo), Italy
Teléfono. +390575529514 - Fax: +390575529565
Email: miozzo@liferesilfor.eu
<http://www.lifepigelleto.it/>



Vista aérea de 2 áreas de reintroducción de *Abies alba* en hayedos (Autor: Sisto Ghinassi)

Introducción

Los hayedos (*Fagus sylvatica*) de los Apeninos con abetos autóctonos (*Abies alba*) llegaron a cubrir un área que va desde el Monte Amiata hasta la llanura de Maremma, en el oeste de Italia. Hoy en día, en la Toscana, el hábitat se limita a pequeñas áreas aisladas, en altitudes de entre 600 y 900 metros. Un lugar de importancia comunitaria (LIC) propuesto en la zona, la 'Foreste del Siele e Pigetello di Piancastagnaio', alberga uno de los últimos hayedos con abetos autóctonos y también otro hábitat poco frecuente en los Apeninos, los hayedos con tejos (*Taxus baccata*) y acebos (*Ilex aquifolium*). Sin embargo, varios factores amenazan estos bosques y hacen urgente la necesidad de poner en marcha programas de gestión y de restauración.

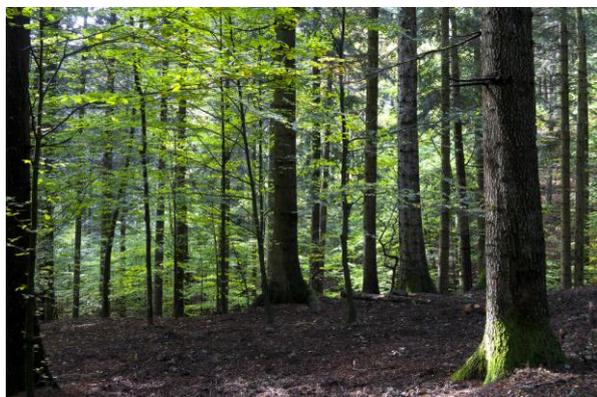
Degradación

La falta de gestión de los hayedos con *Abies alba* ha posibilitado la proliferación de hongos patógenos, tales como *Heterobasidium* y *Armillaria*, que afectan a las coníferas y reducen su regeneración natural. Además, la presencia de abetos exóticos, recién plantados en la zona, constituye un grave riesgo de erosión genética para la población autóctona relicta. La sobreexplotación de los hayedos es también una amenaza para el hábitat. Por último, la *Salamandrina terdigitata*, uno de los anfibios catalogados en la Directiva de Hábitats, ha sido recientemente censada en la zona y está amenazada por la reducción de su hábitat de reproducción.

Objetivos

Meta: conservación y restauración de núcleos de poblaciones de *Abies alba* dentro de los hayedos del LIC; incremento de la presencia de *Taxus baccata* en los hayedos; protección de la población de la salamandra de anteojos (*Salamandrina terdigitata*); y conservación a largo plazo de los hábitats y especies objetivos del proyecto.

Objetivos específicos: recopilación de información biológica adicional en el LIC; promoción de un régimen de conservación más estricto (reserva natural integral) para la protección de los parches boscosos más antiguos; desarrollo de técnicas de propagación vegetativa de *Taxus baccata*; desarrollo de técnicas de protección de bajo coste de los sitios de reproducción de la salamandra de anteojos; concienciación de la población local hacia la conservación de la naturaleza y valorización de las características específicas del LIC.



Reserva Natural de Pigetello
(Autor: Alfredo Bresciani)



Área de reintroducción de *Abies alba* en el proyecto
ReSilFor, que continuó las acciones iniciadas en TUCAP
(Autor: Marcello Miozzo)

Metodología

- Realización de estudios preliminares con el objetivo de completar la información biológica y genética del LIC y de las especies seleccionadas. Preparación de planes de gestión de los bosques objeto del proyecto y compra de tierras para fomentar la constitución de una reserva de protección especial dentro del LIC.
- Ejecución de prácticas de silvicultura específicas, dirigidas a eliminar las plantas enfermas, reducir el riesgo de nuevas infecciones y establecer unas condiciones adecuadas que favorezcan la renovación natural de las especies autóctonas. Como por ejemplo la poda selectiva de especies latifolias del estrato superior del hayedo para favorecer la entrada de luz y el crecimiento de los abetos autóctonos del sotobosque; la eliminación de coníferas exóticas por pequeñas talas rasas con el fin de abrir espacios y permitir la regeneración del abeto autóctono; y eliminación gradual de los abetos exóticos y abetos enfermos, también mediante talas rasas, para reducir el riesgo de contaminación genética e infecciones respectivamente.
- Reproducción de abetos autóctonos por injerto, utilizando 6 clones de varias plantas madre (de las cuales al menos 2 mostraron gran plasticidad fenotípica a las condiciones climáticas). Esta acción se repite 5 veces para obtener al menos 30 plantas.
- Producción *ex situ* de al menos 3000 plantas de *Taxus baccata* y posterior plantación en el bosque (a modo de micro-colecciones). Inicialmente se planeó la propagación a partir de la germinación de semillas, pero más tarde se sustituyó por reproducción vegetativa (explicado más adelante).
- Producción de plantas de árboles de hoja ancha por reproducción agámica de ejemplares locales (*Sorbus torminalis*, *Carpinus betulus*, *Acer pseudoplatanus*).
- Realización de pequeñas obras para reducir la velocidad del agua en los arroyos de la zona y para restaurar viejos bebederos y manantiales abandonados con el fin de crear hábitats adecuados para *Salamandrina terdigitata*.
- Actividades de sensibilización con poblaciones locales para difundir los resultados y concienciarlos sobre las principales características de los hayedos de los Apeninos con abetos autóctonos.



Plantas injertadas en vivero
antes de su plantación
(Autor: Alfredo Bresciani)



Plantas injertadas en vivero en
estivación
(Autor: Alfredo Bresciani)

Resultados

El proyecto logró todos los objetivos previstos:

- Ampliación de la información biológica del LIC. Además, los análisis genéticos ayudaron a entender el origen de los abetos dentro del LIC y a diseñar el método óptimo de reproducción y de gestión.
- Adquisición de siete hectáreas de bosque maduro con abetos autóctonos y bosques caducifolios mesófilos, haciendo posible respaldar mejor la creación de una reserva de protección especial dentro del LIC.
- La Provincia de Siena catalogó la zona con *Abies alba* autóctonos como Zona de Especial Conservación (ZEC). Un plan de gestión de los sitios donde se necesitan acciones fue elaborado y aprobado por la Comunità Montana. El plan incluye detalles de las acciones que se llevarán a cabo hasta 2027.
- El estado de los hayedos de los Apeninos con *Abies alba* se ha mejorado a través de: intervenciones silvícolas aplicadas sobre un área de 36,7 ha; la restitución de 32 ha de hayedos; la re-naturalización de 18 ha de bosques de coníferas artificiales y *Abies alba* alóctonos con plantas autóctonas, con el fin de eliminar la contaminación genética; la restauración de 20 ha de hayedos de los Apeninos con *Taxus* e *Ilex* a través de la plantación de 3000 ejemplares tejos (*Taxus baccata*) y otros 3000 de árboles de hoja ancha.
- Re-creación de ocho hábitats adecuados para *Salamandrina terdigitata* utilizando técnicas de bajo coste.
- Sensibilización de la población local sobre los principales problemas del sitio y promoción de los resultados en la página web del proyecto, donde se puede encontrar: el informe técnico final; las actas del taller celebrado en abril de 2005; los informes sobre el estudio biológico y genético de la población autóctona de abetos; la base de datos del estudio botánico; los informes resumidos en italiano e inglés; y un resumen de los aspectos técnico-científicos del proyecto.



Medidas en favor de *Abies alba* autóctonos: poda de hayas competidoras. 1500 msnm
(Autor: Enrico Meazzini)



Plantación de plantas injertadas de *Abies alba*
(Autor: Alfredo Bresciani)

Lecciones aprendidas

El método de reproducción mediante germinación de semillas previsto inicialmente para *Taxus baccata* tuvo que ser sustituido por el de reproducción vegetativa. Esta decisión fue tomada debido al corto plazo de tiempo disponible para las acciones de restauración en este tipo de proyectos (programas UE-LIFE) y al largo tiempo necesario para aplicar el protocolo estándar de germinación de esta especie.

Este proyecto puede ser considerado como un ejemplo positivo de acciones encaminadas a la conservación de la naturaleza, implementadas de tal manera que pueden modificar ciertas tendencias naturales y culturales actuales que, de ser duraderas, provocarían la extinción de ecotipos, especies y hábitats. Algunos ejemplos: la nueva gestión de antiguas áreas reforestadas, que ya no son consideradas como recursos forestales, sino como áreas con plantas alóctonas que deben ser re-naturalizadas; los bosques caducifolios maduros ya no se contemplan como un cultivo a regenerar para uso maderero u otros usos productivos, sino como bosques con elementos de valor; o la gestión de los humedales con obras menores de bioingeniería, que hacen posible la reproducción de una especie determinada.

Perspectivas

El éxito de las acciones de restauración realizados en el proyecto TUCAP se aplicaron también en otros hayedos con abetos a través del proyecto LIFE ReSilFor: Restauración de hayedos y abetos en los Apeninos Marches Toscanos (LIFE08NAT/IT/000371; <http://www.liferesilfor.eu/>). ReSilFor, que fue aprobado y cofinanciado por la Unión Europea en septiembre de 2009, siguió y complementó las acciones de restauración llevadas a cabo en TUCAP.

Puntos fuertes/débiles

- Puntos débiles: reproducción vegetativa de planta para la plantación de algunas especies (por ejemplo, *Taxus baccata* e *Ilex aquifolium*), debido a la falta de protocolos óptimos de germinación.
- Puntos fuertes: análisis genético de la composición del bosque de abetos para poder diseñar la mejor plantación y gestión posible del bosque.



Un día centrado en la difusión de *Abies alba* con escuelas
(Autor: Marcello Miozzo)

Restauración de bosques de *Pinus nigra* en Mount Parnonas a través de un modelo estructurado (PINUS)

Referencia: LIFE+ NATURE LIFE07 NAT/GR/000286

Hábitat: Hábitat prioritario UE: 9530* 'Pinares (sud-) mediterráneos de pinos negros endémicos'

Duración: 01/01/2009 - 30/06/2013

Superficie cubierta: 631 ha

Coste total: 3.035.791 €

Promotor: Museo de Historia Natural Goulandris /Greek Biotope - Wetland Centre (Grecia)

Tipo de organización: Institución sin ánimo de lucro

Socios:

1. Administración descentralizada de Peloponeso - Grecia Occidental & Mar Jónico
2. Administración descentralizada de Macedonia - Tracia
3. Centro de Gestión del Monte Parnonas y el Humedal de Moustos

Ubicación del Caso de Estudio: LIC 'Oros Parnonas (y área de Malevi)' - Peloponeso (Grecia)

Contacto:

Dr. Petros Kakouros, Coordinador de Proyecto

Teléfono: +302310473320 (int. 303)

Email: petros@ekby.gr

<http://www.parnonaslife.gr/en>



Paisaje característico del bosque de pino negro quemado en el Monte Parnonas
(Autor: EKBY / Petros Kakouros©)

Introducción

El hábitat prioritario 9530* 'Pinares (sud-) mediterráneos de pinos negros endémicos' tiene una distribución fragmentada en la región Mediterránea. El Monte Paronias (1.935 m) se encuentra en la parte sur-oriental del Peloponeso, en el sur de Grecia, y sus poblaciones de pino negro (*Pinus nigra*) están en los rincones más meridionales de su distribución geográfica natural.

Los bosques de pino negro albergan muchas especies importantes de plantas y animales y juegan un papel importante contra la erosión de los suelos en tierras altas, además de tener una importancia económica debido a su alta productividad de madera. Aunque el pino negro sea resistente a incendios de sotobosque de baja intensidad, se ve amenazado por los grandes incendios de copas, que ocurren cada vez con más frecuencia en los últimos años. En estos casos, la regeneración natural de los bosques es muy escasa por las características especiales de esta especie que, a diferencia de los pinos de Alepo y de Calabria, no mantiene conos dormantes.

Degradación

Grecia y otros países mediterráneos sufrieron durante el verano 2007 unos incendios forestales devastadores que causaron importantes pérdidas a varios ecosistemas mediterráneos, incluidos los bosques de pino negro. Los bosques de pinos negros cubrían unos 5.350 ha dentro del Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) GR2520006 'Oros Paronias (y el área Malevi)' del Mount Paronias. Los incendios forestales de 2007 destruyeron un gran porcentaje de esa superficie (36%).

Objetivos

Meta: Hacer frente a los efectos del incendio forestal de 2007 y mejorar la planificación de la restauración post-incendio de los bosques de pino negro.

Objetivos específicos:

- Desarrollar y probar un modelo estructurado para la restauración de zonas quemadas del hábitat prioritario 9530* 'Pinares (sud-) mediterráneos de pinos negros endémicos',
- Restaurar 290 ha del hábitat prioritario 9530* en el LIC GR2520006 'Oros Paronias (y área de Malevi)'.



Fragmento no quemado con pinos negros. Estos parches son valiosos para la regeneración natural del hábitat del pino negro
(Autor: EKBY / Petros Kakouras©)

Metodología

- Evaluación del impacto del fuego

La evaluación se basó en la cartografía detallada de las zonas quemadas, la evaluación de los efectos de los incendios sobre la flora y la fauna, y el mapeado de las 'islas' o árboles sanos dispersos dentro de la zona quemada, ya que estos actúan como fuentes de dispersión de semillas para la regeneración natural, que es la mejor manera de restaurar el bosque. Las técnicas utilizadas fueron la teledetección, los sistemas de información geográfica y el trabajo de campo.

- Desarrollo y experimentación de un nuevo modelo de restauración de bosques de pino negro

El modelo desarrollado ayuda a definir prioridades a la hora de restaurar áreas afectadas. Incluye la evaluación de los riesgos a corto plazo (erosión, inundación, etc.) que deben ser abordados de inmediato y un proceso paso a paso para priorizar y seleccionar las zonas más adecuadas a restaurar, y especifica las técnicas de restauración. La priorización y selección de áreas adecuadas se logra mediante la aplicación de criterios de exclusión, criterios de elegibilidad en términos de parámetros abióticos y criterios técnicos. El modelo incluye también medidas que garanticen su aplicación inmediata, como la conservación de las reservas de semillas, la cartografía detallada de la flora y la fauna, y el seguimiento de la eficacia de las medidas de restauración.

En la experimentación del modelo en Mount Parnonas, los criterios de exclusión fueron (i) el potencial de regeneración natural y (ii) el potencial de baja supervivencia de los individuos plantados. A continuación, las zonas se clasificaron según (1) la representatividad del tipo de hábitat, (2) su inclusión en alguna Normativa de Protección, (3) la presencia de especies importantes, (4) la necesidad de la conectividad del bosque, y (5) las variables abióticas de las potenciales áreas con el fin de seleccionar las que tienen el mayor potencial de éxito. El último paso fue la evaluación de los recursos disponibles y el coste por hectárea y por método de restauración (siembra o plantación) para determinar la superficie total a restaurar.

- Acciones de reforestación

Plantones de calidad certificadas de *Pinus nigra* fueron plantados en hoyos abiertos con herramientas manuales. Los plantones se produjeron a partir de semillas recogidas en Parnonas tras el incendio de 2007.



Plantas de pino negro en el vivero forestal de Organi, listas para su transporte a la zona de restauración en el Monte Parnonas (Autor: EKBY / Petros Kakouras©)



Operarios plantando plantas de pino negro (Autor: EKBY / Petros Kakouras©)

- Seguimiento y evaluación de la restauración

El sistema de seguimiento tenía como objetivo evaluar el progreso de la regeneración natural, la eficacia de la planificación de la restauración y el éxito de la misma. Las parcelas de seguimiento fueron marcadas de forma permanente.

- Difusión y comunicación

El modelo estructurado y las acciones de restauración aplicadas fueron ampliamente difundidos. Podemos destacar la celebración de una conferencia internacional sobre 'Nuevos enfoques para la restauración de los bosques de pino negro', la publicación de directrices relativas a la aplicación de un modelo estructurado para la restauración de pino negro (Kakouros & Dafis, 2013) y la película 'La semilla viajera', que presenta todo el proceso de la restauración desde la recolección de semillas y la planificación de la restauración hasta la producción de plantas y las plantaciones (<http://www.parnonaslife.gr/en/the-travelling-seed>).

Resultados

- Se restauraron 290 ha de bosque de pino negro quemado, se plantaron 450.000 ejemplares, y las plantas secas fueron remplazadas.
- 341 ha se regeneraron naturalmente con pino negro o con vegetación perenne de hoja ancha en 2013.
- Se instaló una red de 33 puntos de monitoreo permanente para controlar tanto la regeneración natural como la restauración.
- El proyecto estableció las bases para restaurar otras 250 ha de bosque quemado cuando haya fondos adicionales disponibles.

Lecciones aprendidas

- Los datos necesarios, como mapas de hábitat, mapas geológicos, mapas de suelos y distribución de las especies deberían estar disponibles en formato digital en los servicios forestales para su uso en situaciones de emergencia, para que el proceso de planificación de la restauración pueda llevarse a cabo con rapidez y precisión.



Regeneración natural de pino negro a lo largo de un microrrefugio creado por un tronco caído (Autor: EKBY / Petros Kakouros©)

- Una cantidad adecuada de semillas de cada una de las poblaciones de *Pinus nigra* debería estar disponible en el Banco de Semillas Central del Servicio Forestal Griego, porque la recolección de semillas puede verse afectada por numerosos factores, tales como la baja producción de piñas, el pequeño número de árboles vivos, las dificultades para llegar a lugares con árboles vivos o la falta de recursos adecuados. La escasez de semillas puede retrasar gravemente la restauración.

Perspectivas

Desde 2011, la regeneración natural es más difícil porque la vegetación del sotobosque compite con los árboles jóvenes que logran germinar y pocas semillas nuevas llegan más allá de las zonas donde ya se ha producido la regeneración natural. Cuando los árboles jóvenes comiencen a producir semillas, se dispersarán grandes cantidades de semillas, en muchos casos en las zonas donde la siembra no se pudo realizar debido a las malas condiciones del suelo. Se espera que la producción de semillas empiece a partir del 2025 en los rodales abiertos y a partir del 2030 en los rodales más densos. Por último, se espera que en unos 70-100 años se consigan rodales maduros de pino negro en una superficie de alrededor de 880 ha. Debido a las menores tasas de supervivencia de las plantas a altitudes inferiores a 1.000 m, los rodales serán probablemente más abiertos que antes del incendio, por lo menos durante las primeras décadas.

Puntos fuertes/débiles

- Punto fuerte: El proyecto es un excelente ejemplo de modelo estructurado de restauración.



Pendiente restaurada, con pinos negros emergiendo 2 años después de la plantación
(Autor: EKBY / Petros Kakouros©)

Gestión Integrada de los Bosques del Atlas Medio en Marruecos (GIFMA)

Referencia: Informe final de los resultados sobre restauración ecológica en los bosques del Medio Atlas. Youssef Melhaoui, Asistente técnico del Proyecto GIFMA.

Hábitat: Bosques del Atlas Medio (ecosistemas de *Juniperus oxycedrus-Tetraclinis articulata*, *J. oxycedrus* y *Cedrus atlantica-Quercus rotundifolia*)

Duración: 2010 - 2014

Superficie cubierta: 71.617 ha

Coste total: 3.110.745 US\$

Promotor: Alto Comisariado de Aguas, Bosques y Lucha contra la Desertificación (HCEFLCD) (Marruecos)

Tipo de organización: Gobierno de Marruecos

Socios:

1. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)
2. Agencia de Desarrollo Social de Marruecos (ADS)
3. Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM)
4. Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF)
5. US Peace Corps Volunteers (PCV)

Ubicación del Caso de Estudio: Bosques de Guigou y Itzer - Municipios de Skoura y Tanourdi (Marruecos)

Contacto:

Youssef Melhaoui, Asistente técnico; Presidente de la Asociación Marroquí de Apoyo a la Gestión Forestal Sostenible (AMAGDF)
BP 511, ENFI Tabriquet Salé
Teléfono: +00212674535353
Email:youssefmelhaoui@yahoo.fr



Bosque de Itzer (Autor: Youssef Melhaoui)

Introducción

Los bosques marroquíes constituyen una de las formaciones con mayor biodiversidad en la cuenca mediterránea. Alrededor de 5,7 millones de ha están cubiertas por bosques en Marruecos, el 80% de bosques de caducifolios (*Quercus suber*, *Quercus rotundifolia*, *Argania spinosa*, etc.) y el 20% de bosques de coníferas (*Cedrus*, *Tetraclinis*, *Juniperus*, *Pinus*, etc.). La flora endémica de Marruecos está representada por 800 taxones que se refugian en las montañas del Rif y del Atlas. Sólo en el Atlas Medio hay alrededor de 237 especies endémicas. También hay bosques raros y en peligro de extinción como los bosques de *Abies maroccana*, de *Pinus nigra* subsp. *mauretanica*, de *Pinus pinaster* subsp. *hamiltonii* var. *maghrebiana* y de *Juniperus thurifera*.

Degradación

Las principales causas de degradación de los bosques del Medio Atlas son:

- Sobrepastoreo (80% de los bosques afectados cada año)
- Corte y utilización de leña como fuente de energía
- Incendios (2700 ha afectadas cada año)
- Explotación irresponsable e irracional de los recursos forestales (desmonte, tala ilegal, conversión de los bosques en cultivos de cannabis, etc.)

Objetivos

El objetivo general del proyecto fue la puesta en marcha de un proceso de restauración de ecosistemas forestales degradados en dos zonas experimentales (los bosques de Guigou y de Itzer).

Los objetivos específicos del proyecto fueron:

- Conservación de la biodiversidad y de los recursos naturales
- Perfeccionamiento de las técnicas de cultivo y de producción de plantas autóctonas en los viveros
- Divulgación de las técnicas de propagación de especies autóctonas desarrolladas en viveros (siembra, esquejes, etc.)
- Formación en materia de acciones de restauración ecológica y su seguimiento
- Capitalización y aplicación del concepto de restauración ecológica a una escala más grande
- Participación de la población local en las acciones de restauración



Daños por ganado en *Juniperus* sp.
(Autor: Youssef Melhaoui)



Sobreexplotación de árboles de *Quercus*
(Autor: Youssef Melhaoui)

Metodología

Después de la selección de las dos áreas piloto en los bosques de Guigou y de Itzer, y de los viveros para la producción de plantas autóctonas (en Tadout y Ait Oufella), las acciones de restauración se llevaron a cabo en dos etapas:

A) Propagación de plantas autóctonas en los viveros

- Selección de especies autóctonas leñosas y herbáceas para producir en viveros, en base a bibliografía fitosociológica específica de los ecosistemas presentes.
- Estudio de la fenología y del calendario de fructificación de las especies seleccionadas.
- Recolección y conservación en cámaras frías de las semillas de las especies autóctonas de los bosques de Guigou y de Itzer.
- Establecimiento de un calendario de siembra para las diferentes especies.
- Realización de pruebas de germinación de las semillas recolectadas
- Propagación en viveros de las especies autóctonas seleccionadas (por siembra de semillas o esquejes)

B) Ejecución del plan de restauración en las dos áreas piloto

- Estudio de la cubierta vegetal de las áreas piloto
- Sugerencia de prácticas de restauración adecuadas
- Elaboración de un plan de gestión para cada una de las parcelas experimentales

Las prácticas de restauración aplicadas fueron las siguientes:

1/ Cierre de las parcelas con un vallado de alambre de púas para evitar el sobrepastoreo y otros factores de degradación.

2/ Plantaciones:

- Apertura de hoyos: 30x30x30 cm.
- Densidad: 50 a 100 plantas en función de la densidad existente
- Las plantaciones se llevan a cabo bajo la sombra protectora de plantas nodriza y en claros

3/ Siembra directa:

- Se instalan parcelas de 3m² bajo la sombra protectora de plantas nodriza y en claros. Se laborean ligeramente los 10 primeros centímetros del suelo y se realiza la siembra de semillas en el centro de la parcela



Tareas de plantación (Autor: Youssef Melhaoui)

4/ Prácticas culturales:

- Poda consistente en cortar las ramas basales del tercio inferior de los árboles de más de 2 metros de altura de las especies siguientes: *Juniperus phoenicea*, *Juniperus oxycedrus*, *Pinus halepensis* y *Tetraclinis articulata*.
- Corte y eliminación de los *Juniperus* dañados y de los *Pinus halepensis* muertos o infestados y su sustitución por plantones sanos de *Juniperus* y *Tetraclinis articulata*.

Resultados

En el momento de la evaluación intermedia del proyecto GIFMA, se había logrado lo siguiente:

- 1) Selección y cierre de un recinto de un total de 2700 ha en los bosques de los municipios en los que se desarrollan las acciones de restauración, para su descanso biológico
- 2) Recolección de semillas autóctonas y posterior producción de plantas en dos viveros
- 3) Creación de un comité de seguimiento y firma de acuerdos de colaboración con todos los interesados
- 4) Plantación y siembra de especies autóctonas seleccionadas en las dos áreas piloto, en función del ecosistema:

– *Juniperus oxycedrus-Tetraclinis articulata*: 1225 plantas de un total de 11 especies autóctonas (*Juniperus phoenicea*, *Tetraclinis articulata*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia*, *Rosmarinus officinalis*, *Medicago arborea*, etc.) fueron producidas.

– *Juniperus oxycedrus*: 1211 plantas de un total de 13 especies autóctonas (*Cistus salviifolius*, *Medicago arborea*, *Atriplex numularia*, *Teucrium polium* subsp. *purpurascens*, *Phillyrea angustifolia*, etc.) fueron producidas.

– *Cedrus atlantica-Quercus rotundifolia*: 1038 plantas de un total de 6 especies autóctonas (*Cedrus atlantica*, *Juniperus oxycedrus*, *Rosa canina*, *Crataegus laciniata*, *Quercus ilex*, *Fraxinus dimorpha*) fueron producidas.

- 5) Garantizar el cultivo de las plantas y el seguimiento de las acciones piloto.

Los resultados obtenidos en la plantación de plantas autóctonas en campo son alentadores: A pesar de las limitaciones climáticas (sequía y baja temperatura), y a excepción de *Pistacia lentiscus*, todas las especies autóctonas plantadas muestran resultados de supervivencia satisfactorios (más del 80%); además, el éxito de *Rosmarinus* es satisfactorio tanto en campo llano como en pendiente



Regeneración de *Cedrus atlantica* tras la siembra
(Autor: Youssef Melhaoui)



Regeneración de *Quercus rotundifolia* tras la siembra
(Autor: Youssef Melhaoui)

Lecciones aprendidas

- Los fallos observados en *Tetraclinis* y enebros se debieron a la mala calidad del suelo
- Las plantas cultivadas bajo sombra fueron más vigorosas que las cultivadas en claros
- Tres especies a destacar para plantar en claros: *Juniperus phoenicea*, *Tetraclinis articulata* y *Rosmarinus officinalis*
- Las lluvias de verano son beneficiosas para el establecimiento de las plantas
- La poda y el corte permiten el establecimiento de nuevas plantas

Perspectivas

- Continuar con las actividades en los boques de Itzer y de Guigou y reproducir a escala más grande el modelo en otras ciudades del Atlas Medio
- Fomentar la participación de las comunidades locales en las acciones de restauración
- Mejorar los conocimientos técnicos de los gestores forestales

Puntos fuertes/débiles

- Puntos fuertes: El proyecto ha desarrollado de manera implícita un modelo adaptativo de gestión participativa integrada para espacios 'agro-silvo-pastorales', basada en la participación de tres tipos de actores locales y regionales.
- Puntos débiles: la experiencia de GIFMA indica que el beneficio económico esperado por los usuarios que participan en la gestión del ecosistema forestal debería ser menos ambicioso ya que las modificaciones de la legislación nacional no se pueden realizar durante la vida del proyecto.



El vivero de Taddout
(Autor: Youssef Melhaoui)

Restituir la riqueza botánica de los bosques de Jarrah en minas de bauxita restauradas en el Oeste de Australia

Referencias:

1. Red Global de Restauración Ecológica (GRN)
2. Alcoa's Mining and Restoration Process in South Western Australia (Koch, 2007)

Hábitat: Bosque de Jarrah (*Eucalyptus marginata*)

Duración: 1991 - presente

Superficie cubierta: 500-600 ha al año

Coste total: 34.000/ha AU\$ (dólares Australianos)

Promotor: Alcoa World Alumina Australia (Alcoa)

Tipo de organización: Compañía privada

Socios: La mayoría de las actividades de investigación y de restauración son financiadas y realizadas exclusivamente por Alcoa, aunque algunos proyectos se han realizado con la participación de universidades y otros institutos de investigación.

Ubicación del Caso de Estudio: Minas de Huntly y Willowdale - Darling Range Plateau (Australia)

Contacto:

Alcoa World Alumina Australia
PO Box 252, Applecross, Western Australia 6953
Teléfono: +618 9316 5208 - Fax: +618 9316 5662
Email: alcoaofaustralia@alcoa.com.au
http://www.alcoa.com/australia/en/info_page/mining_homepage.asp



Una zona explotada antes de ser restaurada
(Autor: Alcoa World Alumina Australia©)



La misma zona después de la restauración
(Autor: Alcoa World Alumina Australia©)

Introducción

Alcoa explota actualmente dos minas de bauxita en Willowdale y Huntly en un bosque de Jarrah (*Eucalyptus marginata*) de Darling Range, en el suroeste de Australia. Se trata de un hábitat de tipo mediterráneo y es un 'punto caliente' (*hotspot*) de biodiversidad. En estos bosques, hay por lo menos de 300 a 400 especies de plantas en la vegetación del área que se explota normalmente, y hasta 163 especies por 0,1 ha. Alcoa está restaurando sus minas de bauxita desde 1966, y desde 1991 se ha comprometido a utilizar únicamente plantas autóctonas de procedencia local en las siembras y plantaciones. Además, Alcoa está convirtiendo áreas previamente restauradas con especies exóticas en bosques nativos de *Eucalyptus* a medida que se extrae la madera de los árboles exóticos.

Degradación

Las minas de bauxita se explotan en depósitos aislados de 1 a 100 ha de superficie, con un promedio de 10 a 20 ha. Después de la saca de la madera, la secuencia de desarrollo de la actividad minera implica la limpieza de la vegetación remanente, la eliminación de la tierra, la rotura de la capa de bauxita cementada por voladura o con excavadora, y la extracción y compresión de la bauxita antes de su transporte a las refinерías.

Objetivos

Meta: restablecer un ecosistema forestal sostenible de Jarrah, manteniendo o mejorando los servicios ambientales del mismo (agua, madera, recreación y conservación) después del cese de las actividades mineras en un área concreta.

Objetivos específicos:

- crear un paisaje restaurado visualmente compatible con el bosque autóctono contiguo.
- restituir la flora, la fauna y las características del suelo del ecosistema forestal autóctono (Jarrah), con el objetivo de establecer el mismo número de especies autóctonas en las zonas restauradas que el encontrado en parcelas forestales no explotadas, lo que representa un valor del 100% como promedio en todas las canteras, y al menos el 20% de una lista de especies prioritarias, después de 15 meses.
- producir un ecosistema sostenible que no necesite un manejo intensivo a largo plazo.



Monitoreo de la riqueza botánica (Autor: Alcoa World Alumina Australia©)

Metodología

- Estudios previos: Se llevan a cabo una serie de estudios antes del desarrollo de la mina, que incluyen cartografía de la vegetación, monitoreo de fauna y mapeo de la enfermedad que afecta a los jarrah causándoles la muerte (provocada por *Phytophthora cinnamomi*).
- Modelado y pre-roturación: las excavadoras derrumban las paredes de las canteras y remodelan el paisaje de las minas para integrarlo en la topografía del bosque adyacente. El suelo de la cantera se rotura a una profundidad de 1,6 m para romper su compactación.
- Devolución de la tierra vegetal y de la cobertera: Antes de iniciar los trabajos de minería, el suelo es retirado y acopiado cerca de la zona que está siendo explotada en dos capas, los 15 cm superiores ('tierra vegetal') y unos 40 cm de la capa mineral alterada de abajo (cobertera). Usando scrapers, primero la cobertera acopiada y luego la capa de tierra vegetal fresca (que proviene generalmente de una cantera cercana que se está poniendo en marcha) se extienden en el sitio en la época seca. Esta tierra vegetal recién transportada contiene la mayor parte del banco de semillas forestales, de los nutrientes y de la actividad microbiana del suelo, permitiendo una restitución rápida de las especies vegetales y de las dinámicas del suelo. Cuando no es posible transportarla directamente de otra cantera nueva, se tamiza otra tierra vegetal fresca para eliminar gran parte de la grava inerte y se extiende una fracción fina, con su contenido concentrado en semillas. La restitución de la tierra vegetal con semillas es la mejor opción para el restablecimiento de muchas especies para las que la recolección de semillas y posterior siembra es poco práctica, muy costosa o incluso imposible.
- Roturación del perímetro: El perímetro del área es roturado de nuevo a una profundidad de 0,8 m con una buldócer de tres púas para eliminar la compactación causada por las operaciones de devolución del suelo y para producir surcos que permitan la infiltración de agua y protejan de la erosión hasta que la vegetación se desarrolle.
- Devolución de troncos y rocas para la fauna: se colocan restos de madera y rocas en las zonas restauradas para proporcionar hábitat para vertebrados e invertebrados.



La tierra vegetal se tamiza para conseguir una mezcla rica en semillas que se emplea para maximizar el crecimiento en las áreas restauradas (Autor: Alcoa World Alumina Australia©)



Troncos y rocas son devueltos para proporcionar sitios de refugio y nidificación para los animales (Autor: Alcoa World Alumina Australia©)

- Siembra: Las áreas restauradas se siembran con una mezcla de 78 a 113 especies, incluyendo los dos árboles dominantes, Jarrah (*Eucalyptus marginata*) y Marri (*Corymbia calophylla*), además de otros árboles y plantas del sotobosque. Las semillas se recolectan dentro de una zona de hasta 20 km desde cada mina para garantizar la utilización de material genético local. Las semillas se siembran durante la estación seca con una sembradora neumática conectada a la excavadora. Los tratamientos de germinación (por ejemplo, agua caliente o humo) se aplican a cada especie antes de la siembra, según sea necesario.
- Plantación: Las especies que no se implantan fácilmente a partir de la tierra vegetal o de las semillas añadidas se incluyen en una lista de especies prioritarias. Hasta 28 especies se propagan a partir de esquejes, pequeñas cantidades de semillas recolectadas, o mediante el cultivo de tejidos. Las plantas obtenidas se plantan a mano durante el invierno. Muchas especies son cárices y juncos que producen pocas semillas viables, y están sometidas a un pastoreo excesivo por parte de los canguros. A estas plantas jóvenes se las protege con pequeñas mallas.
- Fertilización: a finales del invierno y con helicóptero, se administran 280 kg / ha de fosfato diamónico con potasio y micronutrientes a las zonas recién restauradas, en una sola aplicación.
- Monitoreo: En marzo, después de 9 meses, se efectúa un monitoreo de las áreas restauradas para comprobar que el número de plantas establecidas cumple con los objetivos. Se tratan las zonas erosionadas o con malas hierbas si es necesario. En la segunda primavera después del establecimiento (15 meses), la riqueza en especies vegetales se determina en 80-150 parcelas de 80 m² elegidas al azar. Una parte de estas parcelas se marca de forma permanente y entran a formar parte de un programa de monitoreo intensivo de la vegetación a largo plazo, con seguimiento periódico, a los 1, 6, 15, 20, 30 y 50 años de edad.

Resultados

Todos los indicadores medidos muestran que ALCOA ha tenido éxito en la restauración de los ecosistemas forestales de Jarrah y que hay una mejoría continua en los resultados de recuperación. La manipulación y sincronización de los movimientos de la capa de tierra vegetal, el desarrollo y la aplicación de nuevas tecnologías y la mejora de la mezcla de semillas y su método de aplicación han permitido, en 1995, una mejora



El vivero de Marrinup suministra plantas de especies prioritarias para la plantación en las zonas mineras en restauración
(Autor: Alcoa World Alumina Australia©)



Un pequeño junco protegido contra los canguros (Autor: Alcoa World Alumina Australia©)

gradual de más del 80% de la riqueza en especies en las minas. Al mejorar aún más los métodos de manejo del suelo, la tecnología de las semillas y mediante la plantación de las especies prioritarias, el objetivo se ha superado y se alcanzó un valor de 101,4% en 2001 en las zonas restauradas. Una roturación tardía del suelo en la estación húmeda originó resultados más bajos de riqueza en especies en 2002 y 2003, y un año muy seco en 2001 redujo el banco de semillas del suelo, lo que también afectó a los resultados de 2002 y 2003. En 2004, se alcanzó el 96%, mientras que en 2005 los resultados cayeron de nuevo al 90% debido a la clausura de una región minera y la falta de oportunidades para retornar tierra vegetal de manera directa. En 2010, la riqueza fue menor porque fue el año más seco de la historia. En los años restantes, la riqueza en especies alcanzó niveles cercanos al 100%.

La tasa de supervivencia de Jarrah fue alta, independientemente de la presencia de *P. cinnamomi*.

Lecciones aprendidas

- Un año muy seco puede afectar al banco de semillas del suelo en los años siguientes, y las restricciones logísticas en cuanto a las roturas o movimientos de tierras pueden igualmente afectar los resultados.
- La devolución directa de la tierra vegetal aumenta en gran medida la riqueza botánica.

Perspectivas

- El objetivo de restaurar el 100% de la riqueza en especies sigue siendo una cuestión de alta prioridad.
- Las áreas restauradas son todavía jóvenes (en su mayoría menos de 30 años de edad) y la restauración completa del ecosistema puede tardar siglos. Sin embargo, los cimientos y los procesos están asentados para reinstalar con éxito el ecosistema de bosque de Jarrah.

Puntos fuertes/débiles

- Punto fuerte: la tecnología de la restauración está siendo mejorada continuamente. Alcoa y los investigadores colaboradores han desarrollado muchas prácticas y tecnologías innovadoras para el tratamiento y gestión de las semillas, el manejo de la tierra vegetal, la planificación minera y la propagación de plantas autóctonas.



Una variedad de métodos de restauración y una amplia labor aseguran el establecimiento de la máxima diversidad de especies en el primer año tras la finalización
(Autor: Alcoa World Alumina Australia©)



Cuatro años después la misma zona es un joven bosque de Jarrah en crecimiento
(Autor: Alcoa World Alumina Australia©)

Restauración de una zona húmeda para la recuperación de la flora y la fauna en la Reserva de Algemés (Llacuna del Barranc)

Referencia: Centro de Conservación de Especies Dulceacuícolas de la Comunitat Valenciana (CCEDCV). <http://www.agricultura.gva.es/web/biodiversidad/centro-de-conservacion-de-especies-dulceacuicolas-de-la-cv-flora>

Hábitat: Hábitats prioritarios de la UE: 1150* 'Lagunas Costeras' y 7210* 'Turberas calcáreas de *Cladium mariscus* y con especies del Caricion davallianae'

Duración: 08/01/1996 - actualidad

Superficie cubierta: 1,2 ha

Coste Total: 351.000 € (costes estimados)

Promotor: Generalitat Valenciana - Ayuntamiento de Algemés (España)

Tipo de Organización: Autoridades públicas

Socios: Ninguno

Ubicación del Caso de Estudio: Parque Natural L'Albufera de Valencia - Reserva de Algemés (Llacuna del Barranc) - Algemés - Valencia - Comunitat Valenciana (España)

Contacto:

Centro de Conservación de Especies Dulceacuícolas de la Comunitat Valenciana. Servicio de Vida Silvestre. Generalitat Valenciana
Teléfono: +34961620247
Email: centre_palmar@gva.es



Reserva de Algemés, primeros estadios de la restauración (Autor: CCEDCV)



Reserva de Algemés, 6 años después del inicio de los trabajos de restauración (Autor: CCEDCV)

Introducción

El proyecto de la 'Llacuna del Barranc' es el caso de una restauración integral de una zona húmeda a partir de un arrozal en pleno funcionamiento, tras la firma de un convenio marco de cooperación entre el Ayuntamiento de Algemesí -quien compraría el terreno y se encargaría del mantenimiento de la reserva- y la Generalitat Valenciana -quien realizaría la obra para la adecuación de la zona y la reintroducción de las especies de flora y fauna acuáticas-.

La laguna se restauró con el propósito inicial de establecer un área de reserva para la reintroducción del pez endémico en peligro de extinción *Valencia hispanica*, 'samaruc', con la consiguiente restauración vegetal de aguas libres y de ribera.

Degradación

La colmatación de diversas áreas del lago de la Albufera para la generación de arrozales desde tiempos antiguos, pero particularmente intensiva durante los siglos XVIII-XIX, y las actividades consiguientes como el drenaje y el vertido de residuos se han estimado como las causas principales de degradación del hábitat. Por otra parte, la fauna y flora exótica introducida han influido notablemente en la regresión de las poblaciones autóctonas, tales como *Arundo* sp. o *Gambusia holbrooki*, que actúan como especies competidoras para las especies de helófitos y las plantas de ribera, y para el pez *Valencia hispanica*, respectivamente.

Objetivos

Meta: restauración de una zona húmeda (hábitat terrestre y acuático) para el establecimiento de un núcleo de alta biodiversidad en fauna y flora autóctonos y garantizar su conservación a largo plazo.

Objetivos específicos: Reconstrucción geomorfológica de la laguna; recuperación de flora y fauna, incluyendo especies autóctonas amenazadas; sensibilización pública y educación.

Metodología

- Se exploraron diversos arrozales para la selección de uno que pudiera abastecerse de agua de calidad a partir de un acuífero, lo que resulta necesario para el pez endémico 'samaruc'; el agua del sistema circundante falla ya que se trata de un cultivo intensivo con la consiguiente contaminación por eutrofia en las aguas.



Uno de los islotes creados en la laguna, recién inundada
(Autor: CCEDCV)



Obras de protección con material natural para evitar la erosión en el canal perimetral de la laguna
(Autor: CCEDCV)

La reconstrucción geomorfológica consistió en ahondar el arrozal con una retroexcavadora para ir reposicionando el material extraído para generar la mota perimetral y los distintos relieves y formas internas deseadas, formando diferentes islotes o canales entre los mismos. Se realizan taludes de ribera muy suaves en la mayoría del perímetro interior para facilitar el establecimiento de las especies helofíticas seleccionadas. Por el contrario, para el perímetro exterior se usan pendientes más pronunciadas con una cota superior al resto de las motas interiores para prevenir la entrada de agua exterior durante las posibles grandes avenidas.

- Plantaciones: para la selección de especies de flora se tomaron como referencia algunas surgencias naturales y canales cercanos al área a restaurar. La producción de planta se llevó a cabo en el CCEDCV a partir de semillas recolectas en zonas aledañas, garantizando la variabilidad y el origen genético local de las plantas. Sólo en determinados casos se ha tenido que usar técnicas de reproducción vegetativa como el esquejado, división de mata o fragmentación de rizoma.

Se han empleado diferentes métodos de plantación en función de las necesidades hídricas de las especies:

(1) Para la plantación en medio acuático con hidrófitos se requieren contenedores especiales: se debe añadir una capa de grava en la parte superior para prevenir que el sustrato se salga al contacto con el agua, y deben ser biodegradables ya que van a permanecer en el medio.

(2) Las plantaciones fuera del agua con helófitos se llevan a cabo en la misma orilla o en el inicio de la lámina de agua: especies como *Alisma plantago-aquatica* o *Scirpus tabernaemontani* se han plantado con el sistema radicular totalmente sumergido en la lámina de agua. Las especies de ribera, con requerimientos hídricos menores, se han colocado a una distancia vertical al agua de 0-100 cm, dependiendo del caso. En algunas ocasiones se han plantado junto a la lámina de agua para asegurar su supervivencia, como *Kosteletzkya pentacarpa*, que en muchos casos, en su medio natural, se encuentra en el mismo borde de la lámina de agua. Otras veces las plantaciones se han efectuado a una distancia mayor, como *Lonicera biflora*, que se ha plantado a unos 120 cm sobre el nivel del agua ya que sus necesidades hídricas son menores.



Umbráculo con balsas para la producción de macrófitos
(Autor: CCEDCV)



Potamogeton pectinatus en contenedores biodegradables de cartón prensado, con una capa de grava en la parte superior
(Autor: CCEDCV)

Las grandes plantaciones se realizaron durante los años 1996, 1997 y 1999. A partir del 2000, se efectuaron plantaciones más simbólicas, como refuerzos o introducciones de alguna especie singular. En total se han utilizado 29523 plantones de 43 especies de flora acuática diferentes hasta 2013.

- Se realizaron sueltas de diversas especies de fauna en la laguna inundada, principalmente peces y tortugas (*Valencia hispanica*, *Aphanus iberus*, *Emys orbicularis*, *Gasterosteus aculeatus*, etc.).
- Adicionalmente se instaló un vallado perimetral para evitar el acceso libre a la zona, y se prohibieron algunos usos como la pesca deportiva y profesional o la caza.
- Campañas de sensibilización y educación ambiental: se construyó un sendero educativo con carteles, se realizaron exposiciones y documentales, se elaboró material escolar para educación infantil, etc.

Resultados

- Un análisis de los resultados hasta 2013 revela que en la 'La Llacuna del Barranc' se ha alcanzado una estabilidad natural del ecosistema, donde la flora reintroducida se ha desarrollado con éxito, colonizando de manera natural la totalidad de la reserva y recreando un ecosistema acuático con un alto nivel de biodiversidad que representa una unidad de protección importante de este tipo de hábitats, que están en peligro de desaparición en muchos lugares.

Se observa que sólo 4 años después de la restauración de la laguna el desarrollo de la vegetación es muy satisfactorio. Los helófitos y las plantas de ribera se desarrollan más rápidamente que los macrófitos. Entre las especies más exitosas están *Scirpus tabernaemontani*, *Kosteletzkya pentacarpa*, *Cladium mariscus*, *Iris pseudacorus*, *Sparganium erectum*, o *Hydrocotyle vulgaris*. Para los macrófitos el principal problema fue la presencia de gran cantidad de cangrejo americano y peces herbívoros, que los destruían al poco de plantarlos. Entonces se instalaron jaulas de plantación al menos en las primeras fases de desarrollo y también se introdujo una mayor cantidad de plantas. Finalmente se obtuvieron buenos resultados. Las especies más representadas son *Myriophyllum verticillatum*, *Myriophyllum spicatum* y *Nymphaea alba*.

- Las poblaciones de fauna deseada se fortalecieron significativamente.
- Se llevaron a cabo una gran cantidad de campañas de sensibilización, que alcanzaron una amplia variedad de público: estudiantes, asociaciones culturales, grupos técnicos, etc.



Diferentes tipos de jaulas de plantación instaladas en la laguna
(Autor: CCEDCV)



Cultivo de *Iris pseudacorus*
(Autor: CCEDCV)

Lecciones aprendidas

- La geomorfología, profundidad y reofilia son aspectos muy importantes a tener en cuenta a la hora de crear una nueva zona húmeda, así como la cantidad y calidad del agua: es vital para el establecimiento de algunas especies deseadas, y la no aparición o el frenado de otras que no lo son. Por ejemplo, en algunas zonas de la laguna caracterizadas por tener aguas muy someras con un flujo léntico y poca renovación de la misma, la colonización por macrófitos no ha sido posible, ni siquiera por parte de los menos exigentes en cuanto a calidad del agua.
- Es también importante el mantenimiento en el tiempo de acciones de desbroce de especies nitrófilas, oportunistas o de crecimiento muy vigoroso, y la realización de plantaciones de refuerzo de algunas especies más delicadas o exigentes.

Perspectivas

- Por parte del Ayuntamiento de Algemés se espera la compra de nuevos terrenos colindantes a la zona para poder ampliarla. En tal caso, la Generalitat Valenciana continuaría las actividades de restauración vegetal y faunística, de manera análoga a lo que ya se ha venido realizando en el presente proyecto.
- Continuar con el seguimiento, acciones de sensibilización y mantenimiento del área restaurada.

Puntos fuertes/débiles

- Puntos fuertes: (1) La creación de una nueva zona húmeda a partir de un cultivo activo es novedoso, ya que no existían experiencias previas en el área; (2) El proyecto constituye un buen ejemplo de restauración integral, con consideración de flora y fauna.
- Puntos débiles: (1) La entrada de fauna no deseada no se ha controlado completamente: algunas especies continúan siendo introducidas intencionadamente, y el necesario sistema de rebosadero instalado en el área restaurada permite en cierta medida el intercambio de agua y organismos vivos con el sistema circundante; (2) La geomorfología inicial permitió el establecimiento de especies capaces de desarrollarse vigorosamente provocando la colmatación de la cubeta por raíces y la generación de suelo con pérdida de reofilia y disminución de la lámina de aguas libres, lo que implica un mantenimiento regular con desbroces continuados.



Vista parcial de la Reserva de Algemés en 2012
(Autor: CCEDCV)



Campañas de sensibilización con escolares
(Autor: CCEDCV)

Restauración e interpretación medioambiental del bosque de ribera del Delta de Nestos

Referencia: <http://www.ekby.gr/nestos/>

Hábitat: Bosques de ribera. Hábitats UE siguientes: 91E0* 'Bosques aluviales de *Alnus glutinosa* y *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*)', 91F0 'Bosques mixtos de *Quercus robur*, *Ulmus laevis*, *Ulmus minor*, *Fraxinus excelsior* o *Fraxinus angustifolia*, en las riberas de los grandes ríos (*Ulmion minoris*)', 92A0 'Bosques galería de *Salix alba* y *Populus alba*' y 92D0 'Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos (*Nerio-Tamaricetea* y *Securinegion tinctoriae*)'

Duración: 2005 - 2009

Superficie cubierta: 280 ha

Coste Total: 1.652.389 €

Promotor: Servicio Forestal de Kavala

Tipo de organización: Autoridad pública

Socios:

1. Centro griego de humedales/biotopos (EKBY)

Ubicación del Caso de Estudio: Delta de Nestos - Región de Macedonia Oriental y Tracia (Grecia)

Contacto:

Dr. Petros Kakourous, Ingeniero Forestal, Greek Biotope/Wetland Centre
PO Box 60394
57001 Thermi, Greece
Teléfono: +302310473320 (int 303) - Fax: +302310471795
Email: petros@ekby.gr
<http://www.ekby.gr>



Río Nestos con parte del bosque secundario de ribera (Autor: EKBY / Petros Kakourous©)

Introducción

El Delta del Nestos cubre 55.000 ha y está catalogado como Sitio Ramsar, Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) de la Red Natura 2000 y Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA). A principios del siglo XX, el bosque de ribera del Delta del Nestos cubría 12.000 ha y era uno de los más grandes del área mediterránea. Al inicio del proyecto, aunque se había reducido a 150 ha de bosques fragmentados a lo largo de ambos lados del río, seguía siendo el mayor bosque de ribera natural de Grecia.

Degradación

Durante el siglo XX, el Río Nestos sufrió dramáticas modificaciones hidrológicas y ecosistémicas. Las modificaciones empezaron a partir del año 1930 con la demanda intensiva de tierras de cultivo, lo que llevó a la roturación gradual del bosque, la modificación del cauce del río y la construcción de diques y de una presa de riego. Parte del bosque fue entregado al Servicio Forestal para plantar álamos, y parte a los agricultores. La degradación y la reducción del bosque se detuvieron en 1970, cuando el bosque virgen residual fue protegido para preservar la última población de faisanes comunes en Grecia. Sin embargo, aún se construyó dos presas hidroeléctricas en el tramo medio del río. Las plantaciones intensivas de álamos y la interrupción de las crecidas naturales causaron una rápida caída de la fertilidad del suelo, lo que redujo la supervivencia de la vegetación forestal y favoreció las especies anuales. Los niveles freáticos bajaron y el resultado fue un mayor estrés hídrico de los árboles durante el período seco del verano. La magnitud de la presión se moderó más tarde, cuando la compañía eléctrica se vio obligada a dejar un caudal mínimo de agua a lo largo de todo el año. Esto permitió la recuperación parcial de los niveles de aguas subterráneas en las proximidades del río.

Objetivos

Meta: restaurar la vegetación natural, y valorizar el bosque de ribera del Delta de Nestos con el propósito de promover un turismo sostenible.

Objetivos específicos:

- Actualizar el plan de gestión del bosque de ribera
- Restaurar 280 ha con especies vegetales autóctonas y reducir la fragmentación del bosque
- Desarrollar un plan de gestión de visitantes, infraestructuras ambientalmente respetuosas y material informativo.



Cauce del río en el bosque antiguo conservado
(Autor: EKBY / Petros Kakouros©)

Metodología

- Desarrollo de un Plan de Gestión integral del bosque de ribera, actualizando un estudio previo realizado en 1998. El plan considera modificaciones del marco legislativo concerniente a la zona y datos recientes sobre especies, vegetación y ecología de la zona.
- Preparación de un programa de restauración de la vegetación, teniendo en cuenta las intervenciones anteriores en la zona y una evaluación de las mismas, proponiendo áreas y especies adecuadas para la restauración, y especificando todas las obras necesarias. Los elementos básicos del diseño de la restauración fueron:
 - plantación de especies de flora autóctona producidas con materiales de reproducción recogidos en el mismo bosque de ribera,
 - selección de las especies a plantar en cada zona teniendo en cuenta las condiciones del suelo,
 - preparación del terreno (tala de plantaciones de álamos, desarraigo, labranza, fresado, etc.),
 - plantación en hoyos profundos con el fin de facilitar un acceso más rápido del sistema radicular de la planta a las capas de suelo más húmedas,
 - eliminación de la vegetación altamente competitiva mediante desbroces, creación de hoyos poco profundos alrededor de las plantas, etc.,
 - cercado de las áreas plantadas para evitar el pastoreo de las plantas jóvenes y favorecer la regeneración natural,
 - irrigación de las áreas plantadas con depósitos de riego para asegurar humedad suficiente.
- Diseño y ejecución de un plan de monitoreo del progreso de la restauración y de la eficacia de la gestión. Se realizaron mediciones de factores bióticos y abióticos para la evaluación de la consecución de los objetivos de gestión y de restauración. En particular, para evaluar la restauración de la composición y estructura vegetal con respecto al bosque relicto original, el sistema registró: el éxito de la plantación para cada especie y cada sitio, y el crecimiento y la vitalidad de las plantas.



Preparación de plantaciones: eliminación de tocones de clones de chopos
(Autor: Forest Service of Kavala / Dimitris Filiadis©)



Suelo listo para las plantaciones y vallado para la protección contra el pastoreo
(Autor: Forest Service of Kavala / Dimitris Filiadis©)

- Desarrollo de un Plan de Gestión de Visitantes con indicación de rutas para mejorar el acceso y la circulación de los visitantes. Realización de infraestructuras informativas, educativas y recreativas. Promoción de los bosques de ribera y del río Nestos como áreas excepcionales de interés ecológico, estético y recreativo. Amplia difusión del proyecto, incluyendo cooperación con organizaciones científicas y educativas.

Resultados

- Incremento de la vegetación natural del bosque de ribera de Nestos en 280 ha: se abrieron 80.000 hoyos para plantar álamos (*Populus alba* y *P. nigra*), alisos (*Alnus glutinosa*), sauces (*Salix alba* y *S. fragilis*), fresnos (*Fraxinus angustifolia*), robles (*Quercus robur* subsp. *pedunculiflora*), etc.
- Instalación de 14 parcelas permanentes de monitoreo; los resultados del monitoreo indican que el éxito de plantaciones fue de aproximadamente el 50% y el crecimiento de las plantas satisfactorio.
- La valorización del bosque de ribera y las infraestructuras recreativas contribuyen al desarrollo sostenible en el área.

Lecciones aprendidas

- Se debería haber implementado una cartografía más detallada de las condiciones del suelo antes de la restauración.
- El control de la vegetación altamente competitiva exige esfuerzos importantes y resulta cara.

Perspectivas

Las perspectivas son buenas porque se espera que los árboles en crecimiento se regeneren naturalmente. Especialmente positivas fueron las altas tasas de supervivencia tanto de las especies leñosas blandas (*Populus* sp., *Salix* sp., etc.) como duras (*Quercus* sp. y *Fraxinus* sp.). La expansión de los bosques naturales beneficiará sin duda a la fauna local, especialmente a las especies que necesitan árboles de talla alta y grandes áreas boscosas para anidar.



Plantas listas para la plantación
(Autor: Forest Service of Kavala / Dimitris Filiadis©)



Populus alba y *Populus nigra* 2 años después de la plantación
(Autor: EKBY / Petros Kakouros©)

El gran éxito de las plantaciones en los sitios más húmedos plantea la posibilidad de investigar la potencial re-inundación de partes de los antiguos lechos del río en el bosque. Esto contribuiría al aumento de la infiltración de agua dulce en las zonas del Delta con alta salinidad y al mismo tiempo crearía hábitats adecuados para una amplia gama de especies de peces, anfibios, etc.

Teniendo en cuenta que el proyecto desarrolló una red exhaustiva de infraestructuras informativas de difusión, el área tiene el potencial de convertirse en un verdadero lugar de trabajo natural para la restauración ecológica de los sistemas y bosques ribereños.

Puntos fuertes/débiles

- Puntos fuertes: El proyecto no sólo logró sus objetivos sino que también generó conocimiento y dio la oportunidad a un gran número de científicos y técnicos de adquirir una valiosa experiencia.
- Punto débil: El programa de monitoreo no está funcionando en la medida deseada debido a la escasez de recursos económicos.



Exposición abierta de la maquinaria empleada en los trabajos de plantación de chopos
(Autor: EKBV / Petros Kakouros©)

Restauración y gestión del Lago de Oroklini en Larnaka

Referencia: LIFE10 NAT CY 000716

Hábitat: Humedal, lago

Duración: 01/01/2012 - 31/12/2014

Superficie cubierta: 57 ha

Coste total: 797.070 €

Promotor: Servicio de Caza y de Fauna, Ministerio de Interior

Tipo de organización: Autoridad nacional

Socios:

1. BirdLife Cyprus
2. Departamento de Medioambiente, Ministerio de Agricultura
3. Departamento de Bosques, Ministerio de Agricultura
4. Municipio de Voroklini

Ubicación del Caso de Estudio: LIC/ZEC Lago de Oroklini - Larnaka (Chipre)

Contacto:

Nikolaos Kassinis, Coordinador de Proyecto
Teléfono: +35722867786 - Fax: +35722867780
Email: Lemosos.thira@cytanet.com.cy
<http://www.orokliniproject.org/>



Paisaje del lago Oroklini (Autor: M. Apostolidou©)

Introducción

El Lago de Oroklini es uno de los pocos humedales naturales presentes en Chipre. En 2009, el sitio fue incluido en la red Natura 2000 de espacios protegidos. El lago fue clasificado como Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) en virtud de la Directiva Aves de la UE, debido a la nidificación de 2 especies de aves, la cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*) y la avefría espinosa (*Vanellus spinosus*). A su vez, el sitio fue clasificado como Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) y Zona Especial de Conservación (ZEC) por la presencia de especies halófitas.

Degradación

La actividad humana es la mayor amenaza para el sitio, especialmente el acceso incontrolado de las personas que suelen entrar con sus vehículos y perros, lo que afecta a la reproducción de las aves. La ausencia de gestión del agua afecta también a la cría de las aves debido a la alternancia de inundaciones y sequedad según el mes del año. Otros factores que influyen en la degradación del lugar son: la instalación de un mercado (rastros) en la zona, la presencia de especies invasoras o los vertidos de zonas urbanas y agrícolas en el lago.

Objetivos

Meta: restauración y gestión del Lago de Oroklini para llevarlo a un estado de conservación favorable para las especies representativas del sitio.

Objetivos específicos: conseguir un equilibrio ecológico en el lago para mantener las funciones del ecosistema a largo plazo; y asegurar la conservación de las especies y de los hábitats, especialmente de las dos especies características del sitio: la avefría espinosa y la cigüeñuela común.



Lago de Oroklini, Febrero 2012. El Mercadillo-rastro ilegal es visible al fondo
(Autor: C. Papazoglou©)

Metodología

El proyecto incluye acciones preparatorias, acciones concretas de conservación y acciones de sensibilización:

- Trabajos de preparación: realización de un informe sobre los Valores de Referencia Favorables (FRVs en inglés) de las especies y los hábitats; determinación del perímetro del lago; autorización para construir un vallado; elaboración de estudios del sitio en relación a la topografía, características hidrológicas, estado ictiológico del lago, análisis de las presiones e impactos sobre la calidad del agua; elaboración de un plan de gestión (plan de Acción).
- El perímetro del área fue vallado para controlar el acceso y restringir las perturbaciones humanas. También se llevaron a cabo obras de gestión del agua para regular los fenómenos extremos, especialmente las inundaciones de primavera. El correcto funcionamiento de las estructuras de control de los niveles de agua permite evitar la destrucción de nidos, un fenómeno observado y bien documentado en el pasado. El riesgo de inundaciones ha sido tratado a través de las acciones de gestión del agua implementadas durante el proyecto LIFE Oroklini. Por ejemplo: se restauró un aliviadero tras eliminar la vegetación que lo colmataba; se crearon canales e islotes y se conectaron al drenaje principal, sirviendo de zonas de anidación y alimentación de muchas aves; y se instalaron dos estructuras de control para la gestión del agua en el sitio. Además, se abrieron acequias para ayudar a la migración de las anguilas desde el mar hasta el lago, aumentando así las oportunidades de alimentación de las aves.
- Las especies invasoras se retiraron del sitio (principalmente especies arbóreas del género *Acacia*), cortando los árboles e inyectándoles pesticidas en el tallo o pintando los tocones (dependiendo del tamaño del árbol). A continuación se plantaron árboles y arbustos autóctonos (principalmente *Tamarix*) en las zonas en las que existían especies invasoras, para minimizar la probabilidad de regeneración. También se plantaron especies autóctonas en el perímetro de la zona para crear una barrera natural alrededor del lago y de las principales zonas de reproducción. Por otra parte, se sembraron especies autóctonas de *Salicornia* y otras halófilas.
- La zona en la que se instalaba el mercadillo ilegal fue restaurada, eliminando los residuos, el hormigón y la grava, con el fin de ampliar el hábitat de reproducción de las aves.



Construcción de vallado
(Autor: M. Apostolidou©)



Eliminación de acacias
(Autor: M. Apostolidou©)

- Se instalaron disuasores de vuelo en los tendidos eléctricos en las líneas de alta tensión que cruzan el sitio para reducir el riesgo de colisión de las aves.
- Puesta en marcha de una campaña de sensibilización y concienciación social a través de: construcción de un quiosco de información con una plataforma de observación, instalación de paneles informativos, creación de un observatorio de la naturaleza oculto con paneles de interpretación de las aves que se pueden observar en el sitio, realización de talleres y actividades con las escuelas, producción de material educativo, álbumes de fotos, vídeos, folletos y pegatinas.
- Puesta en marcha del plan de monitoreo, tomando en consideración un elevado número de parámetros, tales como: control de depredadores combinado con el monitoreo de nidos, control del sistema de gestión y de los niveles del agua, protección del hábitat, seguimiento de las especies invasoras y de la población de anguilas, revisión de las infraestructuras y del estado de los disuasores de vuelo instalados en los tendidos eléctricos.

Resultados

Después de la implementación de las acciones para alcanzar los objetivos del proyecto (instalación de la valla, eliminación de especies invasoras, plantación de árboles y arbustos autóctonos, gestión del agua, construcción del quiosco de información, creación de isletas, etc.), se consiguieron los resultados siguientes:

- En 2013, la avefría espinosa ('especie ZEPA') y el alcaraván común (*Burhinus oedicnemus*) anidaron en la zona restaurada por primera vez.
- En 2014, al menos 2 chorlitejos patinegros (*Charadrius alexandrinus*) anidaron en el sitio después de 7 años de ausencia, mientras que el chorlitejo chico (*Charadrius dubius*) anidó donde la gente y los coches pasaban antes de levantar la valla. Por otra parte, una colonia de 45 garcillas bueyeras (*Bubulcus ibis*) criaron en Oroklini por primera vez. En el invierno, se observó una de las mayores bandadas invernales de avefrías espinosa (85 ejemplares), el número más alto registrado en la isla en los 3 años de duración del proyecto. Del mismo modo, las avefrías han anidado con éxito en los nuevos islotes.



Gente disfrutando de las aves de Oroklini con telescopios y prismáticos
(Autor: M. Apostolidou©)

- Hubo un gran interés del público en la restauración del lago Oroklini a través de la participación en talleres, de actividades de voluntariado y de visitas al lago. Desde el inicio del proyecto, alrededor de 1.000 personas adquirieron conocimientos sobre el lago Oroklini y se estima que alrededor de 100 personas visitan el sitio cada mes.

Lecciones aprendidas

Antes de iniciar los trabajos de restauración se realizaron estudios a gran escala teniendo en cuenta numerosas características ecológicas, lo que permitió realizar una buena restauración. Además, las diferentes herramientas de sensibilización utilizadas en el proyecto fueron muy eficientes y se puede concluir que es importante diversificar las actividades para atraer más público. Entre otros, la creación del quiosco de información en el sitio resultó un gran acierto.

Perspectivas

Se llevará a cabo un seguimiento a largo plazo del sitio.

Puntos fuertes/débiles

- Puntos fuertes:
 - Se realizaron estudios previos del sitio a restaurar, lo que permitió acertar con las acciones. Se plantaron especies autóctonas del lugar para sustituir a las especies invasoras.
 - Las acciones del proyecto fueron altamente visible (página web, talleres y quiosco de información).
 - El plan de monitoreo incluye numerosos parámetros.



Agentes del Servicio de Caza y Fauna colocando el primer panel informativo
(Autor: M. Apostolidou©)

Protección del territorio por medio de la ingeniería ecológica al nivel de una cuenca hidrográfica (PROGECO)

Referencia: Proyecto PROGECO: « Protection du territoire par le biais du génie écologique a l'échelle de bassin versant », REF. 2003- 03-4.3-I-058, dentro del Programa de Cooperación Interregg III B Medocc.

Hábitat: Agua dulce, ríos mediterráneos. Hábitats UE siguientes: 5210 'Matorrales arborescentes de *Juniperus* spp.', 91E0* 'Bosques aluviales de *Alnus glutinosa* y *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*)' y 92D0 'Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos (*Nerio-Tamaricetea* y *Securinegion tinctoriae*)'

Duración: 01/05/2004 - 30/09/2006

Superficie cubierta: 0,049 ha

Coste Total: No disponible

Promotor: Ente Autónomo del Flumendosa (EAF) de la Región de Cerdeña

Tipo de organización: Órgano de la Administración Regional

Socios: Los socios italianos del Proyecto PROGECO son:

1. Instituto Nacional de Montañas (IMONT)
2. Servicio de Ordenación del Territorio, Dirección regional de Medioambiente, Territorio e Infraestructuras de la Región de Umbria

Ubicación del Caso de Estudio: Río Gutturreddu, LIC 'Foresta di Monte Arcosu' - Provincia de Cagliari - Región de Cerdeña (Italia)

Contacto:

Maria Antonietta Dessena
Servizio Qualità Acqua Erogata. Ente acque della Sardegna (Enas)
Via Mameli, 88. 09123 Cagliari
Teléfono: +3907060211
Email: mantonietta.dessena@enas.sardegna.it



Margen derecho del río Gutturreddu (Autor: Enas)

Introducción

PROGECO es un proyecto que involucró a varios socios mediterráneos (Italia, Portugal, Grecia y Túnez). Su principal objetivo ha sido el desarrollo de buenas prácticas para la aplicación de ingeniería ecológica en ámbitos fluviales y zonas húmedas de la cuenca mediterránea que sufran un fuerte impacto humano. Se realizaron varios estudios de casos, incluyendo el que se presenta aquí.

El sitio seleccionado en Italia es el río Gutturreddu, que es parte de la 'Foresta di Monte Arcosu', propiedad del WWF-Italia. Esta zona es parte de la Red Natura 2000, e incluye un Lugar de Interés Comunitario (LIC) y una Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA). El sitio fue seleccionado por su alto valor natural y también por la gran influencia de los fenómenos de modificación geomorfológica provocados por episodios lluviosos esporádicos y estacionales intensos, que afectan (inundaciones) a su vez a las partes más bajas de éste y de otros ríos (ríos Santa Lucía y Gutturumannu)

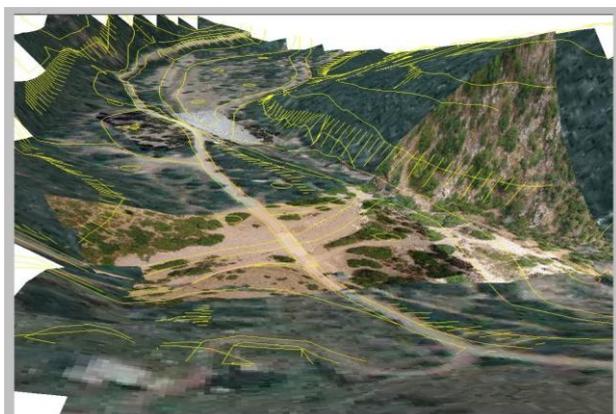
Degradación

- Antropogénica: la deforestación en el pasado del bosque maduro que rodea las orillas del río provocó cambios en la vegetación que producía un mayor efecto protector del río; y la reciente deforestación de las riberas para la producción de leña han reducido la vegetación ribereña natural.
- Naturales: las lluvias fuertes y estacionales, típicas del Mediterráneo, están modificando la geomorfología de las riberas debido a la ausencia o modificación de la vegetación de ribera natural.

Objetivos

Meta: desarrollar y probar, en diferentes ambientes de la cuenca mediterránea, la eficacia y el uso potencial de la ingeniería ecológica para la protección hidrogeológica y la restauración del hábitat natural.

Objetivos específicos: en el área seleccionada en Cerdeña, el objetivo fue la evaluación de diversas técnicas de restauración en diferentes áreas del río Gutturreddu, que se caracteriza por la ausencia o la elevada degradación de la vegetación autóctona debido a la intensa erosión de los márgenes de los ríos.



Vista 3D del área de intervención con solapamiento de fotografías aéreas tomadas desde globo aerostático (Autor: Enas)



Comparación entre la simulación 3D de la inundación (periodo de retorno de 5 años) y la inundación natural de diciembre de 2004 (Autor: Enas)

Metodología

- Se seleccionaron 3 sitios en el río Gutturreddu: un tramo del margen derecho con aparente erosión en la parte baja (sitio A); una parte del lecho del río y su ribera en un vado, en un afluente del afluente del Gutturreddu, con signos visibles de incisión (sitio B); un tramo del margen izquierdo del río con la orilla erosionada, afectado por un camino de tierra que discurre al lado del río (sitio C).
- Estudios preliminares de los sitios seleccionados: análisis hidrológico e hidráulico, estudio de la vegetación, estimación de la funcionalidad del río, caracterización del lecho del río y de las riberas mediante GIS y GPS.
- Acciones de restauración: Sitio A: protección de la base de la orilla del río con gaviones y bloques de piedra; consolidación y protección de la orilla mediante rejillas metálicas, biorredes de yute y troncos de madera y mediante la creación de pequeños canales para el drenaje del agua de lluvia; y uso de plantones y esquejes enraizados de especies autóctonas para crear un estrato vivo sobre el estrato abiótico. Sitio B: remodelación del lecho del río; protección de la orilla con piedras naturales; y re-naturalización con especies autóctonas. Sitio C: protección de la base de la orilla del río con gaviones y bloques de piedra; remodelación de la orilla; y plantación con plantones y esquejes enraizados.
- Manejo de la vegetación: (1) Durante los trabajos de limpieza, remodelación y protección con geotextiles y otros biomateriales de las orillas de los sitios A y C, se evitó el arranque de la vegetación sana y gruesa. Los matorrales intactos de adelfas, sauces y otras especies (como el algarrobo o el enebro) jugaron un papel importante en la protección de las nuevas plantas contra la exposición excesiva al sol y al viento. (2) Las plantas se produjeron a partir de germoplasma local. (3) Las especies vegetales se plantaron en las laderas de las orillas en función de sus características eco-fisiológicas y su capacidad para proteger los diversos entornos (por ejemplo, la base de la orilla se plantó con plantones y esquejes enraizados de especies que desarrollan un largo sistema radicular para consolidar el suelo y soportar los fuertes episodios lluviosos, como la adelfa; en las laderas de las orillas se plantaron especies herbáceas y arbustivas locales enraizadas dentro de las estructuras de celdas de madera). (4) La disposición de las plantas en las orillas se realizó atendiendo a sus necesidades hídricas (en las celdas de la parte inferior se plantaron especies hidrófilas, y en las celdas de la parte superior las que toleran un ambiente más seco).
- Seguimiento individual de las plantas reintroducidas durante 1 año y supervisión de todo el sistema restaurado durante 4 años.



Sitio A: plantación en la estructura de celdas de madera
(Autor: Enas)



Sitio C: plantación con plantas y esquejes enraizados
(Autor: Enas)

Resultados

- Los efectos positivos de la intervención se observaron tras el episodio de grandes lluvias de enero 2006, que afectó seriamente varias cuencas hidrográficas en Cerdeña. En el sitio A: la parte río arriba del sitio restaurado se benefició de la inundación y de la consiguiente sedimentación de material (arena y grava) entre la parte baja y los bloques de protección; la parte río abajo se vio afectada negativamente por el impacto de la corriente, que pasó por alto los bloques de seguridad, erosionó la base de la gradilla de troncos de madera que protege el suelo, lixiviando el terreno, y se llevó algunas de las plantas jóvenes. Las plantas colocadas en el interior de las cuadrículas de madera no se vieron afectadas por los efectos de la crecida y todas ellas están en buen estado sanitario. En los días siguientes al episodio de enero 2006 se implementaron algunas medidas de refuerzo del sitio A, sobre todo para fijar y consolidar las rocas de protección en la base y sustituir algunas plantas que se había llevado la corriente. En el sitio B: la defensa de bloques se mantuvo bien, pero se erosionó el cauce inmediatamente posterior, próximo a la nueva ribera. En el sitio C: el extremo final del espigón creado para proteger la orilla del río fue remodelado por la corriente y se ha creado una situación aún más favorable, ya que el río deposita materiales gruesos (bloques y piedras de gran tamaño) detrás del propio espigón, creando unas condiciones naturales que permiten preservar una laguna natural existente. Esta re-deposición natural de sedimentos encauzó el río permanentemente en el lado hidráulico derecho y no invade, salvo en condiciones excepcionales de alto flujo, el lado izquierdo. Durante el episodio de inundación, el nivel de agua superó la barrera de rocas e inundó la pendiente con una altura promedio de 70 cm a lo largo de 3,50 m desde la primera defensa de bloques. En cualquier caso, la obra técnica de bioingeniería se mantuvo bien, mostrando las características esperadas, y no hubo ningún daño ni en los bloques ni en las especies plantadas.
- Después de 4 años de monitoreo: el sitio A quedó restaurado por completo, la vegetación cubría la orilla del río y ya no había erosión. El sitio B no tenía vegetación y la parte física de la restauración no estaba en muy buen estado. El sitio C quedó parcialmente restaurado y la erosión controlada, con parte de las obras físicas en buen estado y con la vegetación plantada sana y crecida.



Sitio A: estado de la obra en septiembre de 2005 (Autor: Enas)

Lecciones aprendidas

Es importante realizar siembras en periodos secos ya que las lluvias suelen llevarse las semillas sembradas. Es importante calcular y mantener una buena proporción de semillas de las diferentes especies, de lo contrario una especie puede dominar a otras. El riego es necesario (obligatorio) a lo largo del primer mes después de la plantación para conseguir una buena restauración biótica (con crecimiento de las raíces antes de las fuertes lluvias), incluso si las plantas provienen de germoplasma local y se cultivan en condiciones locales. Es también muy importante plantar en la temporada óptima; por ejemplo, en este proyecto, las plantaciones de octubre tuvieron más éxito que las de junio. Por otra parte, para tener éxito, las plantas utilizadas deben ser seleccionadas en función de la pendiente de la zona a plantar, teniendo en cuenta las características estructurales del sistema radicular.

Perspectivas

La eficaz metodología utilizada en este proyecto de restauración ha sido aplicada, también con éxito, en otros sistemas fluviales mediterráneos en Cerdeña (por ejemplo, en el río Flumendosa).

Puntos fuertes/débiles

- Puntos débiles: El éxito de las acciones de restauración no fue homogéneo en todos los sitios, lo que indica que la metodología no funcionó bien en todos los sitios seleccionados. No se han planificado nuevas medidas de refuerzo para restaurar los sitios en los que la metodología no ha funcionado.
- Puntos fuertes: En 2006, PROGECO fue galardonado como el mejor proyecto de 'Buenas Prácticas' dentro de todos los proyectos Interreg desarrollados entre 2004 y 2006.



Los sitios seleccionados en el río Gutturreddu (Autor: Enas)

Modelo de restauración de hábitats dunares en 'L'Albufera de Valencia' (Dunas Albufera)

Referencia: LIFE00 NAT/E/007339

Hábitat: Sistema dunar marítimo, primer cordón dunar

Duración: 01/01/2001 - 30/06/2004

Superficie cubierta: 13,5 ha

Coste total: 1.951.482 €

Promotor: Ayuntamiento de Valencia (Servicio Devesa-Albufera) (España)

Tipo de organización: Autoridad local

Socios: Ninguno

Ubicación del Caso de Estudio: Devesa de la Albufera - Valencia - Comunitat Valenciana (España)

Contacto:

Antonio Vizcaíno, Coordinador de Proyecto

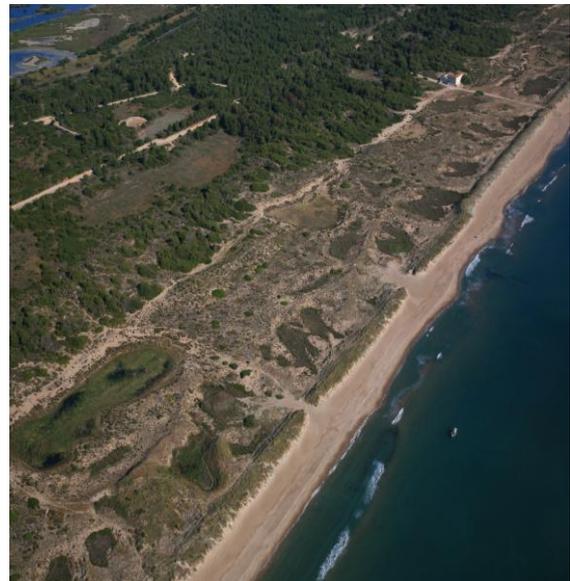
Teléfono: +34961610021 - Fax: +34961610037

Email: odevesa@albufera.com

<http://albuferadevalencia.com>



El área del proyecto antes de la restauración
(Autor: Servicio Devesa-Albufera)



El área del proyecto en 2012
(Autor: Servicio Devesa-Albufera)

Introducción

El Parque Natural de 'L'Albufera de Valencia' contiene el último enclave en la Comunitat Valenciana donde todavía hay un buen ejemplo de vegetación dunar de gran interés biológico y paisajístico. Entre el lago de L'Albufera y la costa se encuentra la 'Devesa del Saler', compuesta principalmente por cordones de dunas fijas y móviles. Se pueden encontrar en el Parque especies notables de flora y fauna, como el enebro marítimo (*Juniperus macrocarpa*), dos especies de peces amenazadas, el fartet (*Aphanius iberus*) y el samaruc (*Valencia hispanica*), y poblaciones de aves de las familias Ardeidae y Laridae.

Degradación

La presión urbanística ha sido durante décadas la principal amenaza para el sitio. La fuerte oposición pública bloqueó un plan de desarrollo urbanístico que se inició en la década de 1960 a lo largo de la costa de la Devesa. Sin embargo, la construcción de algunas infraestructuras, tales como un paseo marítimo, parkings y una red de carreteras, provocó la destrucción de algunas de las formaciones dunares del sitio y su vegetación, así como la colmatación de algunas lagunas temporales típicas de la zona, lo que condujo a la disminución de las poblaciones de las dos especies de peces en peligro.

Objetivos

Meta: restauración de hábitats dunares y difusión del proyecto entre los ciudadanos y la comunidad científica.

Objetivos específicos: reconstrucción geomorfológica de las dunas; restauración de la cubierta vegetal; adaptación del área restaurada a los visitantes; campañas de sensibilización; recuperación de fauna.

Metodología

- La reconstrucción dunar se llevó a cabo utilizando maquinaria pesada para el movimiento de tierras, empleando cartografía y fotografías aéreas antiguas para recuperar las características geomorfológicas pasadas. La arena se obtuvo del propio lugar pero también de un área próxima al puerto de Valencia, donde se acumula en exceso por efecto barrera. En éste último caso, la arena tiene un tamaño de grano más fino que el que se encuentra en el área a restaurar, por lo que se depositó en el interior de la duna y se revistió con arena más gruesa, de manera que se proporciona una mayor estabilidad a la duna frente al viento.



Demolición de las infraestructuras del pasado
(Autor: Servicio Devesa-Albufera)



Construcción de empalizadas
(Autor: Servicio Devesa-Albufera)

Una vez recuperada una morfología adecuada, se estableció un sistema de empalizadas biodegradable, el cual es capaz de retener la arena acumulada y capturar nueva arena. Aquí se utilizan los de *Arundo donax* y *Spartina versicolor*, con una permeabilidad al viento del 40-50%. Con el tiempo se cubren de arena (2º-3º año), se pudren (4º-5º año) y desaparecen tras 6-7 años. En la zona de sotavento las empalizadas tardan algo más en desaparecer.

- Plantaciones: se emplearon 27 especies psamófitas autóctonas (*Pancretium maritimum*, *Elymus farctus*, *Ammophila arenaria*, *Calystegia soldanella*, *Lotus creticus*, etc.). Las semillas fueron recolectadas en campo (los huertos semilleros se evitaron deliberadamente), de las poblaciones más cercanas y a partir del mayor número de individuos posible. En los pocos casos en los que fue necesario recurrir a la multiplicación vegetativa, se tuvieron en cuenta las mismas consideraciones.

Las especies fueron seleccionadas en base a sistemas de referencia menos degradados y teniendo en cuenta los diferentes sectores de la duna (barlovento, sotavento, cresta y embrión dunar). Se establecieron módulos de repoblación para cada sector (una combinación de especies y nº de individuos en 100 m² para cada uno), y la plantación se realizó de modo manual: las condiciones del terreno desaconsejan cualquier otro tipo de técnica. Para el reparto de plantas y herramientas por el interior del campo dunar se emplearon pequeñas carretillas con tracción de orugas de goma.

- Adaptación del área restaurada a visitantes: El área regenerada fue cerrada provisionalmente por un vallado de cañas y estacas y se colocaron carteles informativos avisando de la prohibición temporal de entrar en la zona repoblada. Se adecuaron los accesos desde los aparcamientos hacia la playa construyendo pasarelas de madera que canalizan el tránsito a través del área restaurada.
- Campañas de sensibilización: La campaña informativa se llevó a cabo mediante folletos, carteles, etc., que explican el propósito de los trabajos realizados.
- Recuperación de fauna: se crearon las condiciones adecuadas de hábitat para la introducción de las dos especies de peces amenazados en una de las lagunas restauradas, en la que se creó una zona permanentemente inundada.



Sistema de empalizadas
(Autor: Servicio Devesa-Albufera)



Obras para la restauración de una de las lagunas costeras
(Autor: Servicio Devesa-Albufera)

Resultados

El proyecto logró todos sus objetivos. El estado de conservación del sitio mejoró rápidamente. Algunos de los logros conseguidos durante el proyecto incluyen:

- Demolición de las infraestructuras anteriores (paseo marítimo, carreteras, etc.) y construcción de otras nuevas de acuerdo con los propósitos de la restauración (pistas para vehículos no motorizados, pasarelas de madera, etc.).
- Restauración de 2100 m del primer cordón dunar, en el que se utilizaron 2 millones de plantas de 27 especies distintas. Además, se salvaron de la zona intervenida 52618 ejemplares de 7 especies, antes de que comenzaran los trabajos.
- Regeneración de 15600 m² (c. 1.5 ha) de lagunas costeras ('malladas').
- Las poblaciones de las dos especies de peces amenazadas (*Valencia hispanica* y *Aphanius iberus*) se vieron notablemente fortalecidas.
- Campañas de sensibilización alcanzando una amplia gama de público.

El seguimiento realizado por el Servicio Devesa-Albufera desde la finalización del proyecto hasta la actualidad ha confirmado que la restauración de la primera franja de dunas ha borrado en gran medida los efectos del desarrollo urbano pasado en el espacio Natura 2000: el sistema restaurado ha recuperado de su aspecto natural, con un cubierta vegetal prácticamente idéntica a la de los sistemas adyacentes que se utilizaron como referencia. La mayoría de plantas introducidas sobreviven y se reproducen de manera autónoma, y no ha sido medidas adicionales necesarias para garantizar la conservación del hábitat.

El trabajo benefició directamente los tipos de hábitats de la UE perdidos o alterados después de la destrucción de la primera franja dunar: 2210, 2220, 2230, 1410, 1420, 1430 y 2260.



Plantas creciendo en el área, en la que pueden observarse restos de las empalizadas
(Autor: Servicio Devesa-Albufera)



Monitoreo en una de las lagunas restauradas
(Autor: Servicio Devesa-Albufera)

Lecciones aprendidas

Cuando se repobló sobre las dunas reconstituidas con las arenas provenientes de las lagunas aterradas artificialmente se observó un crecimiento de las plantas de un vigor superior al normal, y una mayor aparición de plantas nitrófilas no deseadas. Se sospecha que se debe a una riqueza en nutrientes del sustrato superior a la habitual, debido a la recarga de materia orgánica experimentada por la arena durante el tiempo en que, después de haber sido cubiertas artificialmente las malladas, fueron colonizadas por herbazales. Sin embargo, los nutrientes van desapareciendo paulatinamente, y al cabo de 2 o 3 años las dunas recuperan su fisionomía normal y disminuye drásticamente la presencia de nitrófilas.

Cuando se extrae arena para la reconstrucción de las lagunas temporales deben emplearse excavadoras de palas sin dientes; en caso contrario habrá un crecimiento diferencial de plantas entre los surcos (que permanecen durante un plazo de tiempo largo), dando un aspecto artificial a la zona.

Perspectivas

Al beneficiario se le adjudicó la cofinanciación para un nuevo proyecto LIFE 2004 para la restauración de hábitat prioritario 2250* (Dunas litorales con *Juniperus* spp.) a lo largo del segundo cordón dunar, que mejoró la renaturalización del sitio y los objetivos de turismo sostenible. Aunque hoy en día los complejos vacacionales siguen siendo una amenaza activa en la zona.

Continuar con el seguimiento, las campañas de sensibilización y el mantenimiento del área (limpieza de residuos, eliminación de especies exóticas en algunos casos, etc.).

Puntos fuertes/débiles

- Puntos fuertes: Buena recopilación de antecedentes del área de estudio, lo que lleva a una acción altamente justificada. El proyecto constituye un buen ejemplo de un proceso de restauración integral. Alta visibilidad de la acción, durante y después del proyecto. El proyecto detalla meticulosamente los aspectos relacionados con la conservación de la diversidad genética de las especies, y justifica suficientemente las acciones que podrían resultar controvertidas (utilización de multiplicación vegetativa sólo en unos pocos casos necesarios; utilización de maquinaria pesada exclusivamente para la demolición de las infraestructuras pasadas y para la reconstrucción de la duna, evitando impactos para la flora y la fauna). El proyecto se construye sobre la base de acciones de restauración del ecosistema previas, proporcionando un punto de partida inmejorable.



Campaña de sensibilización: actividad de plantación
(Autor: Servicio Devesa-Albufera)

Acciones para la conservación de dunas litorales con *Juniperus* spp. en Creta y en el Egeo Sur (JUNICOAST)

Referencia: LIFE+ LIFE07 NAT/GR/000296

Hábitat: Hábitat prioritario UE: 2250* 'Dunas litorales con *Juniperus* spp.'

Duración: 01/01/2009 - 31/08/2013

Superficie cubierta: 239,31 ha

Coste total: 1.501.210 €

Promotor: Instituto Agronómico Mediterráneo de Chania (MAICh) (Grecia)

Tipo de organización: Instituto de investigación

Socios:

1. Universidad Nacional y Kapodistriaca de Atenas, Facultad de Biología, Departamento de Botánica
2. Administración descentralizada de Creta, Dirección Forestal de Chania, Dirección Forestal de Lasithi, Fondo Regional de Desarrollo de Creta

Ubicación del Caso de Estudio: Gavdos, Kedrodasos, Chrysi y Falasarna - Creta (Grecia)

Contacto:

George Kazakis, Coordinador de Proyecto
Mediterranean Agronomic Institute of Chania (MAICh)
Department of Geoinformation in Environmental Management
Alsyllo Agrokepiou, P.O. Box 85
Chania 73100, Crete, Greece
Teléfono: +302821035000 (ext. 577) - Fax: +302821035001
Email: kazakis@maich.gr
<http://www.junicoast.gr>



El hábitat en Gavdos (Autor: MAICh©)

Introducción

Las dunas litorales con *Juniperus* spp. se extienden a lo largo de las costas arenosas de 8 países de Europa meridional y occidental, principalmente en las costas del Mediterráneo y del Atlántico, así como en Dinamarca. En Grecia, se pueden encontrar principalmente en 17 lugares Natura 2000 en el oeste y el sur de Grecia, en las islas del Egeo y en Creta. Este hábitat raro y hermoso ha sido clasificado como hábitat prioritario (código 2250*) por la Directiva Hábitat de la UE 92/43, lo que significa que es un tipo de hábitat en peligro de desaparición por el que la Comunidad tiene una responsabilidad especial en su conservación.

Degradación

En las últimas décadas, las dunas litorales con *Juniperus* spp. han sido sometidas a presiones antropogénicas y naturales muy importantes y están amenazadas principalmente por el crecimiento incontrolado del turismo (es decir, actividades recreativas insostenibles), la falta de sensibilización, los incendios forestales, el pastoreo y el ramoneo, el vertido de basuras, y por la limitada regeneración natural de las especies de *Juniperus*. Además, se espera que el cambio climático afecte a todos los ecosistemas naturales, incluyendo las dunas litorales con *Juniperus* spp.

Objetivos

Meta: promoción y conservación a largo plazo de las dunas litorales con *Juniperus* spp. en Grecia.

Objetivos específicos:

- contribuir a la consolidación y difusión de una base de conocimientos para la protección, restauración, seguimiento y evaluación del hábitat,
- entender, cuantificar y minimizar las amenazas naturales y antropogénicas que contribuyen a la degradación a largo plazo del hábitat,
- diseñar e implementar acciones para la protección y restauración a largo plazo del hábitat,
- proporcionar apoyo para mejorar las políticas ambientales en los espacios Natura 2000.



Juniperus macrocarpa
(Autor: MAICh©)



Juniperus phoenicea
(Autor: MAICh©)

Metodología

Se recogieron y analizaron datos científicos sobre los factores bióticos y abióticos que influyen en el hábitat con el fin de desarrollar criterios específicos de protección y restauración en 4 sitios de Creta (Gavdos, Kedrodasos, Chrysi y Falasarna). Los criterios se elaboraron en función de los atributos del hábitat, los problemas identificados y las presiones en cada sitio, y se entregaron en un formato asequible con el fin de ser fácilmente aplicables, evaluados y modificables. A raíz de estos trabajos preparatorios y del mapeo de todos los sitios, se implementaron las acciones concretas de conservación y de restauración en los 4 sitios, enfocándolas hacia las principales amenazas naturales y antrópicas identificadas en cada caso:

- Recolección en todos los sitios y conservación en el banco de semillas del MAICh de semillas y material vegetal de *Juniperus macrocarpa*, *Juniperus phoenicea* y otras 30 especies clave, para su uso en futuros proyectos de restauración.
- Desarrollo de protocolos de recolección, manejo, almacenamiento y germinación de semillas de las especies recolectadas.
- Propagación de semillas y material vegetal de *Juniperus macrocarpa* y de las principales especies clave de todos los sitios de Creta para mejorar la regeneración de *Juniperus* y restablecer la composición florística del hábitat 2250*.
- Vallado de los individuos juveniles espontáneos y plantados de *Juniperus*.
- Restauración de la composición florística mediante plantación/vallado de individuos de especies clave (*Pancreatium maritimum* y *Centaurea pumilio*), plantación de ejemplares hembras de *Juniperus macrocarpa* para equilibrar la relación hembras/machos en sus subpoblaciones, y erradicación manual de especies invasoras.
- La restauración del cordón dunar se llevó a cabo mediante la construcción de empalizadas de cañas captadoras de arena, dispuestas de manera perpendicular a los vientos predominantes con el fin de reducir la erosión, impedir la pérdida de arena y apoyar la formación de dunas embrionarias.
- Establecimiento de protocolos de monitoreo del hábitat a largo plazo. Los indicadores incluyen el número de ramas y plantas rotas de *Juniperus* spp., el porcentaje de cobertura vegetal y el porcentaje del área cubierta por las raíces expuestas de *Juniperus* spp., el número total de especies de plantas, y la presencia de especies invasoras.



Captadores de arena para la creación de dunas embrionarias en Chrysi (Autor: MAICh©)



Pequeño vallado para la mejora de la regeneración (Autor: MAICh©)

- Reducción del impacto negativo de los visitantes mediante delimitación física del hábitat, señalización, trazado de caminos, e instalación pasarelas de madera, bancos, mesas y contenedores de basura.
- Estudio del régimen jurídico y de la estructura de gestión del hábitat protegido.
- Realización de actividades de difusión, como talleres de información y de formación, acciones de sensibilización y campañas de educación ambiental para visitantes y comunidades locales.

Resultados

- Mayor conocimiento de la geomorfología, de la ecología del hábitat y de las especies de *Juniperus* y del resto de la flora del hábitat,
- Aumento de la concienciación pública sobre las dunas litorales con *Juniperus* spp.,
- Elaboración de recomendaciones de protección y restauración específicas de para cada lugar, directrices de protección y de restauración del hábitat, y protocolos de monitoreo a largo plazo (resultados de Junicoast D-A.8, D-D.5 y D-A.7; www.junicoast.gr/en/publications/deliverables/),
- Mejora del estado de conservación del hábitat 2250* y minimización de las amenazas e impactos negativos en los 4 sitios seleccionados.

Más específicamente:

- Se ha mejorado la regeneración de la especie *Juniperus* en los 4 sitios seleccionados.
- Se han cercado individuos jóvenes de *Juniperus*, espontáneos e introducidos, en los 4 sitios seleccionados.
- Se ha restaurado la composición florística en Gavdos, Kedrodasos y Chrysi; se han plantado y cercado individuos hembras de *Juniperus macrocarpa* (en Chrysi) y otras especies clave (en Kedrodasos) dentro de los límites del hábitat; y se han erradicado especies invasoras (*Pinus brutia* y *Carpobrotus edulis*) de los hábitats (en Chrysi y Gavdos).
- Se ha restaurado una zona de dunas embrionarias (en Chrysi); se han instalado 14 módulos de empalizadas captadoras de arena (200 metros de largo en total).
- Se han minimizado las amenazas y los impactos negativos de los visitantes en los 4 sitios seleccionados.



Pasarela en Chrysi
(Autor: MAICh©)



Panel informativo y pasarela en Gavdos
(Autor: MAICh©)

Lecciones aprendidas

- Se puede reducir los impactos físicos negativos del turismo de naturaleza si su relación con la conservación es simbiótica. Pero es necesario educar a los visitantes y aumentar la concienciación pública sobre los impactos potenciales asociados a actividades recreativas en entornos naturales.
- La legislación nacional y europea existente no se considera un problema, pero sí lo es la falta de su aplicación (debido principalmente a que no existen órganos de gestión específicos).

Perspectivas

Hacen falta esfuerzos continuos y la participación de todos los interesados para conseguir la conservación a largo plazo del hábitat. Se han desarrollado Planes post-LIFE, incluyendo monitoreos periódicos, actividades de comunicación y de conservación, y un enfoque de gestión adaptativa.

Puntos fuertes/débiles

- Puntos fuertes:
 - Los resultados del proyecto y especialmente las 'directrices para la protección y la restauración del hábitat' aportan buenas prácticas que pueden ser utilizadas como estudios y técnicas de referencia para otros sitios de la región mediterránea.
 - El concepto general del proyecto tenía un fuerte carácter innovador ya que trató por primera vez de resolver un conflicto duradero entre excursionistas y conservación de la naturaleza.
 - Elevada visibilidad de las acciones, tanto durante como después del proyecto.



El hábitat en Kedrodasos
(Autor: MAICh©)

Conservación y recuperación de hábitats dunares en las provincias de Cagliari, Matera y Caserta (PROVIDUNE)

Referencia: LIFE07NAT/IT/000519

Hábitat: Hábitat prioritario UE: 2250* 'Dunas litorales con *Juniperus* spp.'

Duración: 01/01/2009 - 31/12/2014

Superficie cubierta: 1000 ha

Coste Total: 3.352.392 €

Promotor: Provincia de Cagliari (coordinador)

Tipo de organización: Administración pública

Socios:

1. Provincia de Caserta
2. Provincia de Matera
3. Asociación Tecla
4. Universidad de Cagliari: Centro para la Conservación de la Biodiversidad (CCB)
5. Observatorio de Costas y Ambiente Natural Submarino (OCEANS)

Ubicación del Caso de Estudio: LIC 'Porto Campana', LIC 'Stagno di Piscinni' y LIC 'Isola dei Cavoli Serpentara e Punta Molentis' - Provincia de Cagliari (Italia). LIC 'Pineta della Foce del Garigliano' - Provincia de Caserta (Italia). LIC 'Bosco Pantano di Policoro e Costa Ionica Foce Sinni' - Provincia de Matera (Italia).

Contacto:

Mr. Alberto Sanna, Persona de Contacto. Provincia de Cagliari.
Via Giudice Guglielmo, 46, 09131 Cagliari
Teléfono: +390704092041 - Fax: +390704092054
Email: providune@provincia.cagliari.it
<http://www.providune.eu/>



Estructuras de contención de arena y vegetación dunar: *Elymus farctus*
(Autor: Martino Orrù)

Introducción

El hábitat prioritario 2250* (Dunas litorales con *Juniperus*) de la Directiva 92/43/CEE de la UE, y otros hábitats que caracterizan las costas de arena del mediterráneo (2270*; 2230; 2240; 2120; 2210), se distinguen por su alta biodiversidad cenótica y un elevado número de especies endémicas. Estos hábitats se encuentran entre los más amenazados debido al elevado impacto antrópico, en particular por la presión turística.

Degradación

Las principales causas de degradación de los hábitats en el área de proyecto son:

- El acceso incontrolado de los vehículos a las dunas.
- El acceso incontrolado de los peatones provocando el pisoteo de las dunas y la formación de caminos.
- La erosión costera y el insuficiente conocimiento de los efectos sobre la sedimentología de los sitios y sobre el sustrato de los hábitats.
- La presencia de especies vegetales no autóctonas y su propagación, como *Pinus pinaster*, *Eucalyptus* spp., *Acacia* spp., *Agave* spp. o *Carpobrotus* spp.
- La falta de conocimiento entre los usuarios del valor y de la importancia de los hábitats dunares.

Objetivos

Meta: Aplicar buenas prácticas y realizar acciones de demostración para proteger y restaurar uno de los hábitats más amenazados de la UE (2250*), y otros hábitats dunares asociados, en 5 sitios Natura 2000.

Objetivos específicos:

- Formular un enfoque común para la protección a largo plazo de estos hábitats, basado en el monitoreo de las características bióticas y abióticas.
- Reducir/eliminar las amenazas que afectan a los hábitats en los sitios identificados.
- Restaurar física y biológicamente las dunas desaparecidas para permitir su regeneración.
- Aumentar el nivel de concienciación de la población local (estudiantes, habitantes locales, turistas) y de las partes interesadas sobre la importancia de estos hábitats, no sólo por su valor paisajístico, sino también como medio para contrarrestar los efectos del cambio climático (por ejemplo, el aumento del nivel del mar).



Juniperus macrocarpa, una de las especies utilizadas
(Autor: Gianluigi Bacchetta)



Reintroduciendo *Pancratium maritimum*
(Autor: Martino Orrù)

Metodología

- Acciones preparatorias, incluyendo estudios geobotánicos y sedimentológicos para la creación de una base de datos, cartografía de los hábitats, ejecución y seguimiento de un sistema de tele-control de los eventos extremos y de sus impactos, y diseño de las futuras acciones de conservación.
- Elaboración de planes de gestión para los diferentes sitios.
- Acciones concretas de conservación y restauración, incluyendo:
 - (1) Conservación *ex situ* de semillas de especies dunares
 - (2) Siembra manual de 3 especies estructurales: *Pancratium maritimum* (dentro de 40 cercados de arena de dunas embrionarias), y *Juniperus macrocarpa* y *Pistacia lentiscus* (por debajo de 12 sistemas biodegradables de protección de las dunas fijas).
 - (3) Erradicación manual de plantas invasoras.
 - (4) Empleo de técnicas de bioingeniería para proteger el hábitat, promoviendo el uso de biomateriales (como madera certificada, redes de fibra de coco, cuerdas de cáñamo, etc.) en estructuras no permanentes y de bajo impacto visual.
 - (5) Creación de zonas peatonales y áreas de estacionamiento de vehículos para regular el acceso.
- Sensibilización y difusión de los resultados, incluyendo educación e información para turistas, escuelas y todas las partes interesadas.
- Seguimiento a largo plazo de las acciones ejecutadas.

Resultados

- Recolección y conservación *ex situ* en el banco de semillas de Cerdeña (BG-SAR) de 139 accesiones (52 especies).
- Siembra manual de 3 especies estructurales en 6400 m² de sistemas dunares.
- Instalación de 39.060 m² de sistemas de retención de arena (varios modelos de vallas) en dunas embrionarias o de transición.



Estructuras de contención de arena
(Autor: Martino Orrù)



Monitoreo de la reintroducción de *Pancratium maritimum*
(Autor: Martino Orrù)

- Instalación de 45.100 m² de sistemas biodegradable de protección para dunas fijas.
- Erradicación de especies exóticas, favoreciendo la regeneración de 65 ha de dunas.
- Construcción de 976 metros de pasarelas de madera para conectar las playas y las zonas de aparcamiento, y delimitación de 7148 m de dunas para restringir el acceso y el pisoteo.
- Instalación de baños públicos y de un aparcamiento para bicicletas.
- Instalación de 41 paneles informativos y realización de campañas de sensibilización, llegando a más de 40.000 personas.
- Redacción de planes de gestión para dos de los LICs.
- Elaboración de planes de monitoreo para los 5 años posteriores al fin del proyecto.

Las acciones de restauración realizadas han mostrado un resultado notable en un corto período de tiempo (<5 años), las dunas existentes presentan un mejor estado de salud ecológica y se están formando nuevas dunas, colonizadas por plantas autóctonas.

Lecciones aprendidas

Trabajar con varias administraciones públicas conllevó grandes retrasos en la ejecución del proyecto; de hecho, uno de los socios iniciales se retiró del mismo, debido a la imposibilidad de alcanzar los objetivos. Una de las causas fue el cambio repetido de los gestores de la administración pública.

Durante y después del proyecto es importante revisar las instalaciones realizadas (pasarelas, tableros informativos, etc.) y reemplazarlas si es necesario. Se ha observado que las áreas con instalaciones dañadas o en mal estado no son respetadas por el público, y por lo tanto su objetivo principal no se logra plenamente.

A partir de los estudios experimentales, los investigadores han demostrado a los gestores públicos que, para programas de restauración, no es adecuado el uso de plantas no aclimatadas a las condiciones locales y no procedentes de germoplasma local.



Conservación medioambiental en acción: malla de fibra de coco
(Autor: Martino Orrù)

Perspectivas

Teniendo en cuenta las lecciones aprendidas, otro proyecto LIFE (RES-MARIS, LIFE13 NAT/IT/000433) ha sido presentado y aprobado con el fin de completar el trabajo desarrollado por PROVIDUNE en uno de los LICs. Las principales mejoras son las siguientes:

(1) Aumento de la zona de acción (de 3427 ha a 9281 ha) y de los hábitats prioritarios (1120*, 2250* y 2270*), lo que lleva a la gestión integral de la playa sumergida y emergida. Estos cambios implican la gestión de nuevas especies vegetales autóctonas (por ejemplo *Posidonia oceanica*) e invasivas (por ejemplo *Caulerpa racemosa*).

(2) Desarrollo de protocolos de germinación de las especies estructurales en los hábitats prioritarios gestionados y realización de plantaciones para apoyar la restauración vegetal de las dunas.

Puntos fuertes/débiles

- Puntos débiles: Sólo se realizaron siembras manuales de las especies estructurales, no hubo plantaciones, por lo tanto no existen resultados comparativos para demostrar cuál es el método óptimo.
- Puntos fuertes: Durante las acciones preliminares diseñadas en el proyecto, los sitios fueron totalmente caracterizados. Las acciones de conservación y de restauración realizadas han mostrado resultados perceptibles a corto plazo y las dunas presentan un mejor estado de salud ecológica. Se ha conseguido una fuerte concienciación del público, que ha comprendido la importancia del hábitat y denuncia prácticas incorrectas cuando las observa. La buena colaboración entre los socios del proyecto han permitido establecer buenas relaciones, previamente inexistentes, y ha impulsado el diseño y la preparación de nuevos proyectos de restauración. El desarrollo de un plan de monitoreo después de la finalización del proyecto asegura la correcta implementación a largo plazo.



Conservación medioambiental en acción: estructuras de contención de arena y red de fibra de coco (Autor: Martino Orrù)

Proyecto de demostración de lucha contra la desertificación: Regeneración y Plan de manejo de zonas semiáridas degradadas en Albaterra

Referencia: Effects of landscape spatial heterogeneity on dryland restoration success. The combined role of site conditions and reforestation techniques in southeastern Spain (H. Kribeche *et al.*, 2012).

Hábitat: matorrales termo-mediterráneos semiáridos (*Quercus-lentiscetum*; *Rhamnus-cocciferetum*)

Duración: 2003 - 2004

Superficie cubierta: 24,5 ha

Coste Total: 180.000 €

Promotor: Dirección General de Conservación de la Naturaleza (Ministerio de Medio Ambiente, España), y Generalitat Valenciana (Servicios Forestales de Alicante)

Tipo de organización: Administraciones públicas

Socios:

1. Departamento de Ecología de la Universidad de Alicante
2. Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM)
3. Centro de Investigaciones sobre Desertificación (CIDE)

Ubicación del caso de estudio: Albaterra - Alicante (España)

Contacto:

José Antonio Alloza, Coordinador de Proyecto. Alberto Vilagrosa, Responsable Científico
Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo
Teléfono: +34961318227 - Fax: +34961318190
Email: jantonio@ceam.es
<http://www.ceam.es>



Área del proyecto de Albaterra en 2014 (Unidad de Solana) (Autor: Alberto Vilagrosa)

Introducción

El área piloto de Albaterra es una cuenca de 25 ha ubicada en la provincia de Alicante, en el sudeste de España, una de las zonas más afectadas por la desertificación en Europa. De acuerdo con el Plan de Acción Territorial sobre prevención de Riesgos de Inundaciones de la Comunidad Valenciana, la sierra de Albaterra-Crevillente, en la que está incluida el área piloto, es una de las zonas con mayor riesgo de inundaciones en la provincia de Alicante. En este área, anteriores programas de reforestación mediante plantaciones de *Pinus halepensis* habían dado resultados pobres y en algunos casos incluso habían empeorado la situación de la zona con respecto a las condiciones de partida.

Degradación

La degradación local del terreno fue impulsada por el efecto sinérgico de la explotación y la gestión del pastoreo en el pasado, la agricultura marginal, la recolección de madera y las duras condiciones ambientales tales como una escasa y muy variable lluvia (en torno a 280mm al año) muy variables, y suelos propensos a la erosión. Otras perturbaciones antropogénicas, tales como los aterrazados y su posterior abandono, las carreteras y la canalización de agua para riego han alterado profundamente los suelos y el paisaje. Tres problemas principales aparecen en el área: la pérdida de especies vegetales, la erosión del suelo y los daños debido a las inundaciones.

Objetivos

Meta: Reparar la funcionalidad del ecosistema usando las mejores técnicas y estrategias disponibles, y servir como proyecto de demostración que las valide a escala de gestión y aumente la visibilidad de las mismas.

Objetivos específicos: (1) Contribuir a regular los procesos de captura de agua, sedimentos y nutrientes, y aumentar la productividad general del territorio; (2) Incrementar la diversidad, estabilidad y resiliencia del ecosistema; (3) Prevenir futuros procesos de degradación del ecosistema y del paisaje, la erosión del suelo y las avenidas torrenciales.

Metodología

Para alcanzar estos objetivos, la metodología empleada consideró diversos aspectos:

- Se diseñaron estrategias específicas considerando la heterogeneidad espacial del sitio a pequeña escala (a nivel de sub-parcela) y diseñando acciones específicas para cada una de las unidades.



Zona muy degradada por la rotura de una conducción de agua para riego instalada en el pasado
(Autor: Alberto Vilagrosa)



Unidad de Terrazas: se realizan surcos al pie del talud para favorecer la llegada de agua de escorrentía a las plantaciones (Autor: Alberto Vilagrosa)

Se diseñaron diferentes unidades funcionales basándose en el tipo de vegetación existente, trabajos de reforestación previos, grado de degradación y tipo de suelo: Cauce, Canal de Agua, Cabecera de Cuenca, Umbría con pinos, Solana, Umbría y Terrazas de Repoblación.

- La introducción de la vegetación se realizó de acuerdo a la heterogeneidad a pequeña escala, los patrones espaciales naturales, la vegetación potencial de la zona y el valor funcional de las especies: se seleccionaron árboles y arbustos autóctonos perennifolios con alto potencial de cobertura, alta capacidad de desarrollar un dosel denso y retener sedimentos y otros materiales -favoreciendo la formación de 'islas de recursos', y rápida capacidad de recuperación tras las perturbaciones, para conferir una mayor capacidad de resiliencia a todo el ecosistema. Se plantó un número relativamente grande de especies en los diversos hábitats identificados en el sitio: *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus coccifera*, *Juniperus oxycedrus*, *Nerium oleander*, *Pinus halepensis*, *Ceratonia siliqua*, *Rhamnus lycioides*, *Tetraclinis articulata*, *Retama sphaerocarpa*, *Ephedra fragilis*, *Chamaerops humilis*, *Tamarix africana*, *Salsola genistoides*, y *Stipa tenacissima* en los suelos más degradados. Los plantones procedían de materiales certificados, lo que garantiza que las semillas empleadas son de origen local, poseen suficiente diversidad y tienen capacidad germinativa probada.
- Se evita el aclarado de la vegetación existente; y se fomenta el crecimiento vegetal espontáneo mediante la aplicación de enmiendas orgánicas del suelo.
- Se emplearon diferentes métodos de preparación del terreno para la mejora de la acción de restauración: microcuencas para almacenar el agua de escorrentía y adición de mulch de restos de poda forestales al sitio de plantación.
- Se utilizaron dos tipos de protectores de plantas, dependiendo de las necesidades: mallas protectoras antipredación o tubos protectores opacos para evitar la predación y reducir el estrés debido a la radiación solar.
- Se construyeron pequeñas terrazas de mampostería en seco (distintas de las terrazas clásicas de reforestación) en una pequeña zona erosionada a consecuencia de una conducción de agua para riego instalada en el pasado.



Primeros pasos en la restauración del área afectada por la canalización: regulación de pendientes mediante pequeños bancales de mampostería en seco
(Autor: Alberto Vilagrosa)

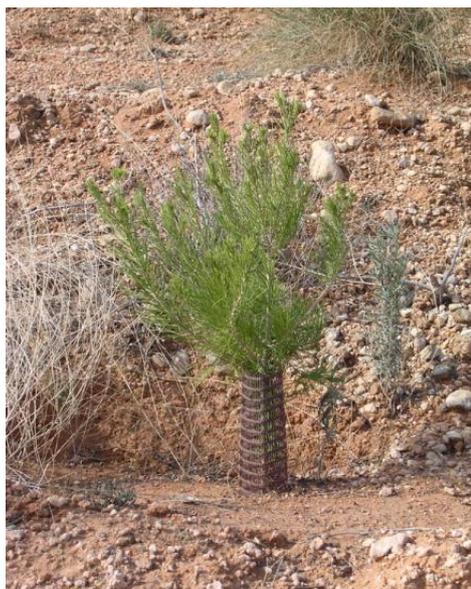


Introducción de especies en surcos alternos rompiendo los flujos de agua para evitar la formación de cárcavas
(Autor: Alberto Vilagrosa)

Resultados

Los resultados se controlaron mediante un plan de seguimiento efectuado durante el periodo 2003-2007 por el CEAM, en el que se midieron el crecimiento (altura y diámetro basal) de las plantas introducidas; la cobertura vegetal; y las condiciones del suelo superficial, entre otros.

- Después de 4 años y medio son notables la altura y diámetro alcanzados por algunas especies, y el promedio de supervivencia global es del 54%. Aunque no es un valor alto puede considerarse un resultado bueno, teniendo en cuenta que diversas reforestaciones previas realizadas en la misma zona habían dado resultados muy desfavorables, con mortalidades cercanas al 100% en algunos casos. Además, el régimen de precipitación anual durante los años posteriores a la plantación puede considerarse como deficiente, ya que fue un 20-30% inferior a la media histórica para esa zona.
- Las mejoras tecnológicas aplicadas han mejorado las condiciones abióticas de los plantones. Se han obtenido mejores resultados que en experiencias previas e incluso se observó una mayor supervivencia y crecimiento en áreas de solana donde se aplicó una mayor inversión tecnológica, que en áreas de umbría y terrazas (las cuales a priori son zonas con menor estrés ambiental).
- La realización de microcuencas en zonas de solana mejoró la respuesta de las plantas introducidas y permitió el desarrollo de otras especies; esto puede resultar perjudicial para el plantón en algunos casos, pero a nivel de recubrimiento vegetal y estabilidad de la zona representa una ventaja.
- La supervivencia y crecimiento entre las diversas especies fue muy variable. Las que mejor supervivencia presentaron fueron en general las que mayores crecimientos tuvieron. Por otro lado, especies muy comunes como *Quercus coccifera* continúan presentando bajas tasas de supervivencia, reflejando problemas sin resolver. Algunas especies florecieron y fructificaron durante la etapa de seguimiento, lo que debe contribuir de forma importante a la recuperación de la zona.



Pinus halepensis con malla protectora antipredación (Autor: Alberto Vilagrosa)



Olea europaea var. *sylvestris* sobre banqueta con microcuenca y malla de yute para proteger de la erosión (Autor: Alberto Vilagrosa)

- El tubo protector opaco (75% de extinción) y la malla protectora antipredación han evitado daños por conejos de forma muy eficiente.

Lecciones aprendidas

- Es necesario tomar ciertas precauciones en la realización de microcuencas: debe realizarse una salida lateral que evite grandes acumulaciones de agua en el hoyo en lluvias intensas; y por otro lado, en zonas muy inclinadas con poca vegetación y suelo desnudo tiene muchos riesgos debido a la baja estabilidad de estas pendientes.
- Todos los tratamientos aplicados (microcuencas, tubos protectores, mallas, adición de enmiendas) han tenido un papel importante en el resultado final de la reforestación. Entre ellos, el mulch ha sido el que ha presentado los efectos menos duraderos debido al arrastre de sedimentos.
- El tubo protector ha estimulado el crecimiento de las especies, que muchas veces sobresalen por encima, aunque el mejor momento para retirarlo está por determinar. Observaciones visuales han evidenciado que en algunos casos después de retirar el tubo el plantón puede sufrir altos niveles de estrés.

Perspectivas

Después de 2007 se realizó una evaluación del impacto de la restauración sobre la funcionalidad y la diversidad del ecosistema, en comparación con otras áreas semiáridas no reforestadas.

Puntos fuertes/débiles

- Puntos fuertes: Las tareas de monitoreo llevadas a cabo en el proyecto detectaron un establecimiento exitoso de las plantas introducidas y la reducción de la erosión del suelo. Ambos logros son considerados como signos positivos de la eficacia de acción de restauración, especialmente en las zonas degradadas de la cuenca mediterránea. También se detectaron algunas dificultades.
- Puntos débiles: En algunos sitios las plantas quedaron enterradas (y consecuentemente murieron) debido a una calibración inadecuada del impacto de las lluvias en sitios altamente degradados y con ciertos tipos de suelos erosionables.



Zona con cárcavas en Albaterra. Estas zonas son complicadas de recuperar debido a los procesos erosivos activos (Autor: José Antonio Alloza)

Manual de Rehabilitación de Canteras Mediterráneas: Aprender de la experiencia de Holcim

Referencia: CNRS-L/AFDC/IUCN/Holcim. 2014. Mediterranean quarry rehabilitation manual: learn the Holcim experience. 71pp.

Hábitat: Matorral mediterráneo

Duración: 01/01/2012 - 01/04/2014

Superficie cubierta: 4,62 ha

Coste total: 255.000 US\$ (Dólares Americanos)

Promotores: Holcim Lebanon y la Oficina Regional de la UICN para Asia Occidental (IUCN-ROWA)

Tipo de organización: privada

Socios:

1. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas del Líbano (CNRS-L)
2. Asociación para el Desarrollo y la Conservación de los Bosques (AFDC), Líbano
3. Abou-Chacra and Frangieh Contracting (AFC), Líbano
4. Eco-Med France

Ubicación del Caso de Estudio: Cantera de Holcim-Kfarhazir - Batroun (Líbano)

Contacto:

Carla Khater
National Council for Scientific Research
Teléfono: +9614409845/6; +9613871539 - Fax: +96144098947
Email: ckhater@cnsr.edu.lb



Vista general de la cantera desde la Zona Baja
(Autor: Christine Maksoud - CNRS-L)

Introducción

Para destacar la importancia de la restauración ecológica de espacios degradados, la cementera Holcim Lebanon eligió una cantera ubicada en el pueblo de Kfarhazir, en el borde de la llanura costera de El Heri en el centro de Chekka Bay, al norte del Líbano. La cantera se encuentra en las estribaciones septentrionales de la montaña Chekka y está rodeada por una vegetación típica de matorral mediterráneo.

Degradación

Las actividades de excavación del año 2006, el pastoreo no controlado y el clima árido han contribuido a la degradación de la zona. Además, esos factores llevaron al fracaso una tentativa de rehabilitación provisional utilizando pinos (*Pinus pinea*) en 2009.

Objetivos

Meta: restaurar la cantera de Holcim (HQS) en Chekka y capitalizar la experiencia para otros proyectos de restauración.

Objetivos específicos:

- Limitar la erosión del suelo y la escorrentía de agua de lluvia, reducir la velocidad de la misma y mejorar su captación e infiltración.
- Mejorar la biodiversidad y promover la integración paisajística en la zona circundante, mediante la restauración de la composición florística natural de la zona y el uso de especies autóctonas.
- Prestar servicios educativos y de investigación.
- Desarrollar directrices de gestión y garantizar un seguimiento anual.

Metodología

- Realización de trabajos preparatorios, tales como: revisión de los informes existentes sobre HQS (evaluaciones de biodiversidad, geología e hidrología del sitio), visitas de campo, borradores de dos escenarios preliminares de restauración, levantamiento topográfico, modelo de flujo de agua, evaluación de los costes de la implementación, desarrollo de esquemas y descripciones técnicos, etc.



Plantas en la Zona Alta (Autor: Alexi Feghaleh)

- Realización del diseño del proyecto de restauración teniendo en cuenta varios aspectos como la época de la intervención, las funcionalidades ecológicas del sitio, un diseño energético integrado, el contexto del paisaje, las características del sitio, la disponibilidad de agua, la selección de las plantas, los sustratos disponibles, las zonas dinámicas naturales, las herramientas técnicas a utilizar, el presupuesto, el cronograma del proyecto y los resultados esperados.
- El diseño del proyecto de restauración divide el sitio en 5 subunidades: Zona Alta, Zona Acantilada, Zona Central, Zona Baja y Zona de Descanso. En la Zona Alta se crearon 2 secciones, una con gaviones plantados con arbustos autóctonos y la otra con gaviones no plantados. La Zona Acantilada fue recubierta por una capa irregular de tierra vegetal y plantada con especies autóctonas. Las Zonas Bajas del terreno se utilizaron como 'impluvium' (cuenca) para retener el suelo y las gravas. Además, se instalaron estructuras de gaviones como segunda línea de defensa. La Zona Central representa la 'red de agua' del sitio: se crearon 3 estanques y se instalaron estructuras compuestas por rocas, gravas y tierra vegetal mezclada con abono orgánico) tipo berma (denominadas también 'estructuras en S') y se sembraron y plantaron con especies autóctonas. El lado izquierdo de la segunda laguna fue tratado de manera similar a la Zona Acantilada (adición de tierra vegetal y plantación), respetando el borde del camino que sube al acantilado. En la Zona Baja se construyó una pared de piedra de 100 cm para retener el suelo y estabilizar la estructura, y se añadió grava en la parte superior para mejorar el drenaje. Además, se agregó una capa de tierra vegetal que se sembró con especies autóctonas. Por último, en la Zona de Descanso, se rehabilitó la vivienda existente y se instalaron aseos, bancos y contenedores de basura. Alrededor de la casa, se plantó un seto con especies tolerantes adaptadas.
- Una vez preparado el terreno, se sembraron semillas de 4 especies autóctonas (*Calicotome villosa*, *Salvia triloba*, *Oreganum syriacum*, *Thymbra spicata*) y se plantaron 1.533 plantones pertenecientes a 9 especies autóctonas (*Quercus calliprinos*, *Olea europaea*, *Ceratonia siliqua*, *Pinus brutia*, *Ficus carica*, *Pistacia palaestina*, *Pistacia lentiscus*, *Spartium junceum* y *Thymbra spicata*).
- Finalmente, se elaboró el plan de monitoreo teniendo en cuenta diferentes indicadores (fauna, flora e hidrología).



Plantación en las terrazas de la Zona Baja
(Autor: Christine Maksoud- CNRS-L)

Resultados

- Aumento de la disponibilidad de agua mediante la creación de zonas húmedas en el sitio, las cuales mejoraron las funcionalidades ecológicas del mismo.
- Implantación de un terreno productivo estructurado mediante la instalación de paredes de piedra, bermas y gaviones y la adición de tierra nueva mezclada con materia orgánica y fertilizantes.
- Las bermas construidas en el sitio fueron inmediatamente vegetadas.
- Los resultados de las pruebas de germinación de las especies fueron de 60% para *Quercus calliprinos*, 45% para *Ceratonia siliqua*, 75% para *Pinus brutia*, 65% para *Pistacia palaestina*, 90% para *Spartium junceum*, 80% para *Salvia triloba*, 50% para *Oreganum syriacum* y 50% para *Thymbra spicata*. Las pruebas de germinación de *Rhus caritaria* y *Tamarix* sp. no tuvieron éxito, por lo que estas especies no fueron plantadas.
- Las siembras y plantaciones se realizaron alternando áreas con vegetación y sin vegetación.

Lecciones aprendidas

- Las semillas se deben sembrar después de la plantación de los árboles y arbustos para evitar que se entierren en profundidad.
- Los mosaicos de áreas con vegetación y sin vegetación son importantes para mejorar la variedad de hábitats, lo que conducirá a una futura rica biodiversidad.
- Para conseguir un aspecto natural del lugar se deben llevar a cabo capas de suelo y estructuras irregulares.
- Para evitar posibles inundaciones del sitio causadas por zonas colindantes hay que colocar sistemas de gestión del agua, incluso fuera del sitio restaurado.
- La flexibilidad en la implementación del proyecto es clave para conseguir buenos resultados: ser flexible y creativo ayuda a adaptarse a las limitaciones.
- Es importante prever un presupuesto de contingencia en la planificación del proyecto para poder hacer frente a imprevistos.



Dinámica de la vegetación post-restauración en la Zona Baja (Autor: Alexi Feghaleh)

- Establecer objetivos y metas claras y concisas desde el principio del proyecto y respetar los plazos y, en caso de complicaciones, adaptarse a la realidad teniendo siempre en cuenta las prioridades temporales, son elementos básicos para lograr una implementación exitosa del proyecto.

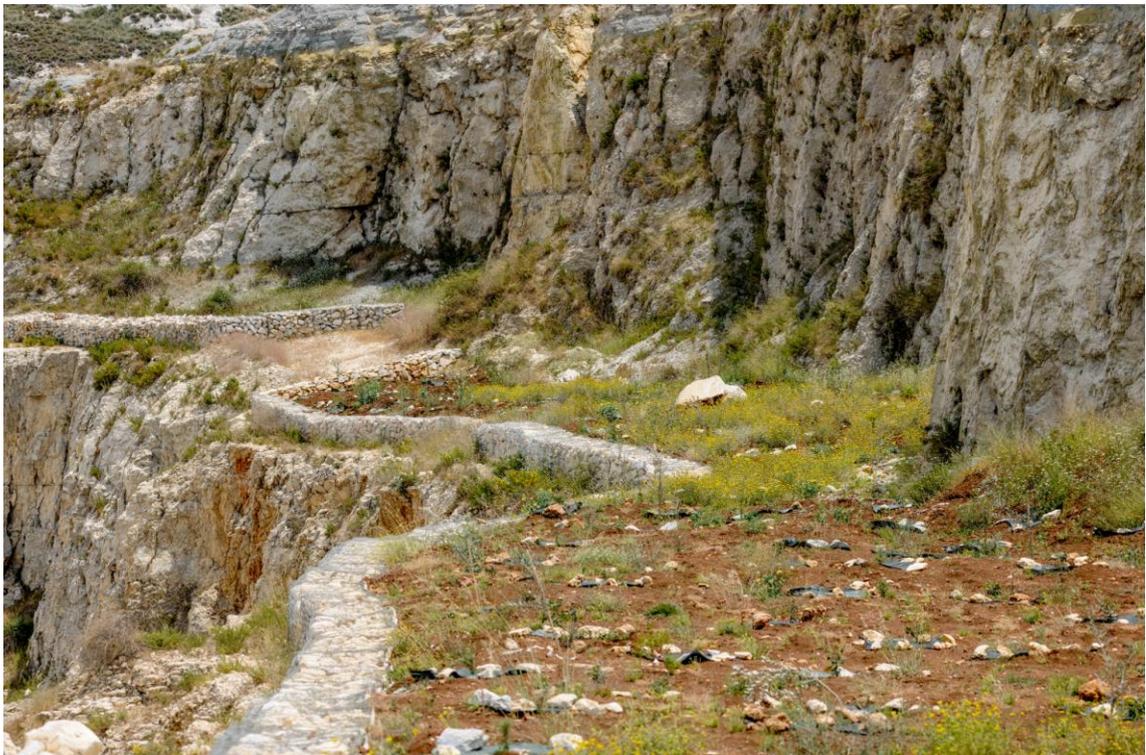
Perspectivas

Utilización del proyecto de restauración diseñado como modelo para otros sitios en el Líbano y en toda la cuenca mediterránea.

Seguimiento anual y a largo plazo del sitio, en base a una evaluación rápida de las principales especies (fauna y flora) y de los indicadores hidrológicos.

Puntos fuertes/débiles

- Puntos fuertes: Un buen estudio previo del área a restaurar ha permitido diseñar acciones altamente justificadas. Los mosaicos de vegetación creados aumentan la diversidad de hábitats y enriquecen la biodiversidad. El seguimiento a largo plazo del sitio con la elección de varios indicadores.
- Puntos débiles: La visibilidad de las acciones del proyecto no fue respetada (página web, noticias en los medios, talleres)



Dinámica de la vegetación espontánea en la Zona Alta en la sección con gaviones
(Autor: Alexi Feghaleh)

Salvaguardar el hábitat del *Thero-Brachypodietea* en el LIC 'Area delle Gravine' (GRAVINE)

Referencia: LIFE03 NAT/IT/000134

Hábitat: Sistemas áridos (pastizales, estepas, desprendimientos). Hábitats UE: principalmente 6220* 'Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del *Thero-Brachypodietea*', pero también 9250 'Robledales de *Quercus trojana*', 9340 'Encinares de *Quercus ilex* y *Quercus rotundifolia*', 9540 'Pinares mediterráneos de pinos mesogeanos endémicos', 5320 'Formaciones bajas de euphorbia próximas a los acantilados', y 8310 'Cuevas no explotadas por el turismo'.

Duración: 01/10/2003 - 01/12/2006

Superficie cubierta: 200 ha

Coste Total: 505.360 €

Promotor: Ayuntamiento de Palagianello (Provincia de Taranto, Italia)

Tipo de organización: Autoridad pública local

Socios:

1. Comunità Montana Murgia Tarantina
2. Universidad de Bari - Museo Jardín Botánico
3. Universidad de Urbino - Facultad de Ciencias
4. Ecoazioni snc
5. Terre del Mediterraneo

Ubicación del Caso de Estudio: LIC 'Area delle Gravine' - Comune di Palagianello (Italia)

Contacto:

Orazio Milano, Coordinador de Proyecto. Comune di Palagianello
Via M. D'Azeglio 1 - 74018 Palagianello (Taranto)
Teléfono: +390998434206 - Fax: +390998444607
Email: utcpalagianello@libero.it
www.lifenaturagravine.it
www.comune.palagianello.ta.it



Acantilados del sistema de barrancos

Introducción

El sistema de barrancos del Arco Ionico constituye un interesante y complejo sistema ambiental. La forma estrecha y alargada de los barrancos genera, en sus bordes, la presencia de numerosos hábitats ecotonales, en la mayor parte de los casos caracterizados por la presencia del hábitat *Thero-Brachypodietea*, catalogado como hábitat prioritario por la UE. La forma particular de este sistema es también valioso porque genera corredores ecológicos en un territorio fuertemente amenazado por actividades antrópicas. 'Salvaguardar el hábitat del *Thero-Brachypodietea* en el LIC 'Area delle Gravine' (GRAVINE)' es un proyecto LIFE-Natura del municipio de Palagianello que se inició en 2002. Previamente, se habían producido las directrices municipales de conservación para el 'Area delle Gravine' como parte de los resultados de otro proyecto anterior de LIFE-Naturaleza 'La red Natura 2000 en Italia: modelos de gestión' (LIFE99 NAT/IT/006279).

Degradación

Una influencia antrópica agresiva y generalizada ha empobrecido la biodiversidad del eco-mosaico típico de los barrancos y ha reducido el hábitat prioritario a pequeños fragmentos separados entre sí. La falta de conocimiento sobre la importancia de conservar la biodiversidad de estos hábitats prioritarios hace que los propietarios solo los vean como posibles tierras de cultivo, y los habitantes de la zona creen que no tienen utilidad. Un gran número de agricultores vive en la zona del proyecto, donde se han experimentado pérdidas de hábitat de hasta 20.000 ha en los últimos veinte años. Estas pérdidas se atribuyen principalmente al exceso de pastoreo y a la explotación de canteras de piedra caliza. Más recientemente, el crecimiento del turismo y de las infraestructuras también ha aumentado la presión sobre este valioso entorno.

Objetivos

Meta: conservación y restauración de las pastizales del *Thero-Brachypodietea*, en un área de 200 ha propiedad de la Municipalidad, posteriormente ampliada mediante la restauración de los hábitats naturales de tres canteras de piedra caliza en desuso.

Objetivos específicos: implementar un esquema de corta, siega y plantación de especies autóctonas; comprar otras 25 ha contiguas del mismo hábitat con el fin de garantizar la continuidad del hábitat; sensibilizar a la comunidad local sobre temas de la biodiversidad.



Stipa austroitalica, una de las principales especies utilizadas en el área de intervención



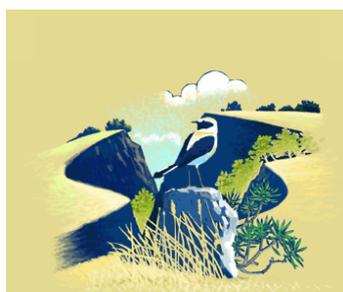
Hábitat prioritario Pseudoestepas de gramíneas y anuales del *Thero-Brachypodietea*



Camino a restaurar en el LIC Gravine

Metodología

- Censos de la flora local y elaboración de un plan de gestión integral del LIC.
- Creación de un banco de semillas de especies locales: recolección, limpieza y selección de semillas, deshidratación y conservación a -20°C.
- Restauración del hábitat *Thero-Brachypodietea* a través de:
 - (1) Recolección de semillas *in situ*, limpieza y selección de semillas, tratamientos pre-siembra, pruebas de germinación;
 - (2) Preparación de mezclas de semillas de 15 especies diferentes para la constitución de pequeños grupos de garriga o matorral mediterráneo. Las especies seleccionados fueron: *Calicotome villosa*, *Cistus incanus*, *C. monspeliensis*, *C. salvifolius*, *Coronilla emerus*, *Daphne gnidium*, *Helichrysum italicum* subsp. *italicum*, *Phyllirea latifolia*, *Phlomis fruticosa*, *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus alaternus*, *R. saxatilis* subsp. *infectorius*, *Rosa sempervirens*, *Teucrium polium* y *Thymus capitatum*;
 - (3) Preparación del suelo;
 - (4) Introducción de herbáceas, arbustos y especies arbóreas en las áreas de intervención sub-divididas, con una técnica de siembra directa cuidadosamente controlada. Se diseñó una estrategia específica para cada una de las especies plantadas en las áreas de intervención, que incluía ecotipos locales de *Stipa austroitalica* subsp. *austroitalica* (especie principal de los pastizales), mezclas de semillas -según lo indicado anteriormente-, y algún ejemplar arbóreo como *Quercus ilex*.
 - (5) Monitoreo;
 - (6) Mantenimiento.
- Acuerdos de conservación con un propietario privado, incluyendo un plan de pastoreo sostenible.
- Restauración de tres canteras abandonadas utilizando técnicas de ingeniería naturales (como la colocación de biomateriales en las laderas de las canteras) y llevando a cabo plantaciones de arbustos mediterráneos típicos.
- Construcción de un vivero didáctico en una pequeña sección de la cantera a restaurar con el fin de producir plantas destinadas a obras de restauración.
- Limpieza y clausura de los vertederos ilegales en todo el LIC Gravine.



Logo del proyecto GRAVINE



Campaña de sensibilización



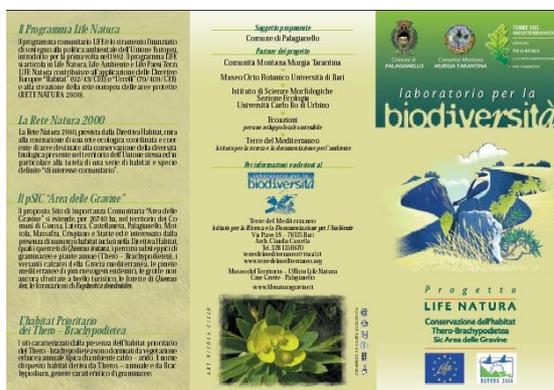
Actividades educativas

- Control del acceso a las zonas sensibles mediante el cierre vías públicas, la construcción de muros de piedra en seco y la instalación de vallados de madera.
- Apertura de una red de senderos de la naturaleza en la zona, incluyendo la colocación de paneles de interpretación que muestran las características del hábitat prioritario y las acciones del proyecto LIFE.
- Puesta en marcha de una campaña de sensibilización dirigida a gestores y población local, y organización actividades educativas para las escuelas de la zona.

Resultados

El proyecto ha alcanzado casi todos los objetivos previstos y ha hecho importantes contribuciones a la restauración del hábitat prioritario de zonas subestépicas de gramíneas y anuales del *Thero-Brachypodietea*. Los resultados positivos que se han alcanzado en el frágil ambiente del LIC Gravine se pueden resumir en:

- Censos de la flora local y elaboración del plan de gestión integral del LIC.
- Siembra directa o trasplante de especies autóctonas en una área de unos 100 ha.
- Firma de un acuerdo de conservación con un propietario privado, incluyendo un plan de pastoreo sostenible, para una superficie de aproximadamente 30 ha.
- Creación de un banco de semillas que contiene más de 100 especies locales.
- Creación de un vivero didáctico de unos 3.000 m², donde se producen especies locales con fines educativos.
- Restauración de tres canteras de piedra abandonadas (2 ha): los trabajos aseguraron las laderas formadas por material suelto que delimitan las diferentes áreas de la cantera, mediante la remodelación y estabilización de las pendientes aplicando técnicas de bioingeniería.
- Control de los vertidos ilegales en el LIC Gravine.
- Apertura de 12 km de senderos de la naturaleza en el área, con paneles didácticos mostrando las características del hábitat prioritario y las acciones del proyecto LIFE; creación del Laboratorio de la Biodiversidad; reuniones (20) con actores locales; talleres educativos (63) con escuelas; excursiones educativas (42); concursos educativos con 9 escuelas; eventos públicos (3) para presentar el proyecto.



Folleto del Laboratorio para la Biodiversidad



Control del acceso a las zonas sensibles (vallado)

- Control del acceso a zonas sensibles
- Diseño de un plan de monitoreo de 3 años para controlar el éxito de las acciones de restauración realizadas.

Lecciones aprendidas

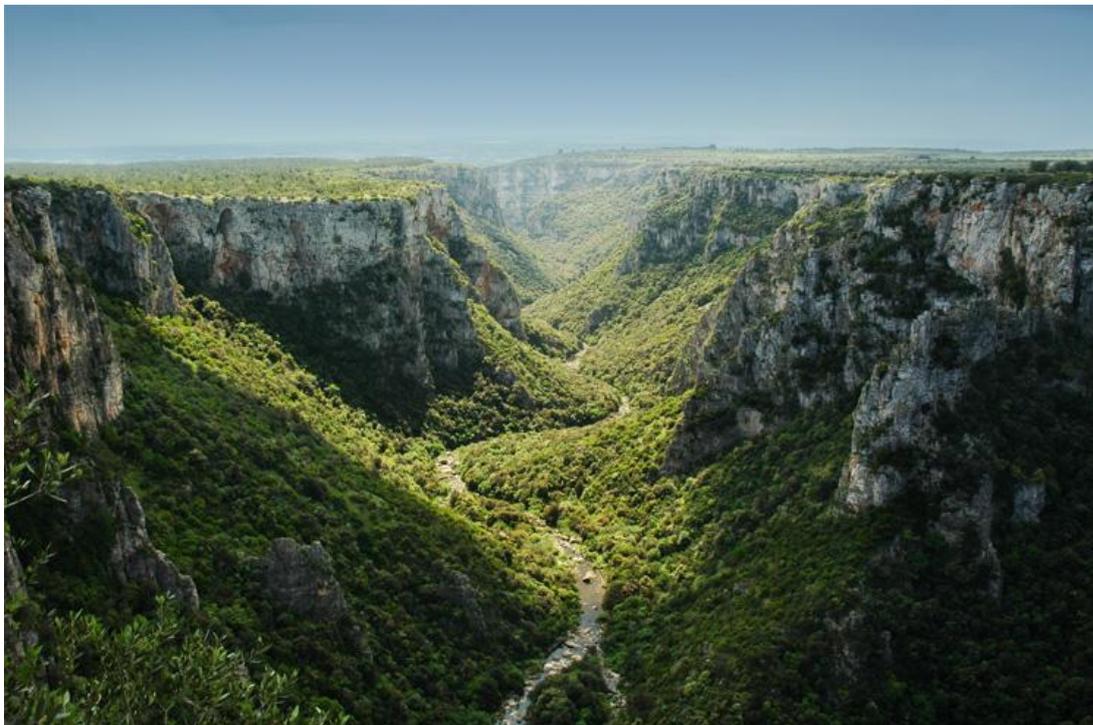
La participación de la comunidad local ha desempeñado un papel importante en la obtención de los resultados y se espera que los esfuerzos destinados a involucrar a las escuelas locales generen beneficios a largo plazo a través del Laboratorio de Biodiversidad que se creó durante el proyecto. El principal reto del proyecto consistió en el establecimiento de una red de cooperación con otras instituciones que gestionan hábitats similares.

Perspectivas

La inclusión del área del proyecto en la Reserva Regional de 'Terra delle Gravine' garantiza la perdurabilidad de los resultados del proyecto y la continuidad de las acciones de conservación y restauración llevadas a cabo por el beneficiario.

Puntos fuertes/débiles

- Puntos débiles: Sólo se realizaron siembras directas para las especies de pastos, arbustos y árboles introducidos en el hábitat *Thero-Brachypodietea*, y no hubo plantaciones, por lo tanto no existen resultados comparativos para demostrar cuál es el método óptimo.
- Puntos fuertes: El desarrollo de un plan de monitoreo después de la finalización del proyecto asegura una buena implementación a largo plazo del proyecto.



Vista panorámica del Parque Gravine - Fuente: www.bridgepugliausa.it

6

EJEMPLOS DE RESTAURACIONES EN EL PROYECTO ECOPLANTMED

En el marco del proyecto ECOPLANTMED se han realizado dos acciones de restauración en dos países mediterráneos, Líbano y Túnez. El principal objetivo ha sido restaurar varios sitios piloto, optimizando económica y técnicamente las metodologías de restauración, con el fin de adaptarlas al contexto Mediterráneo.

6.1 Sitio piloto ECOPLANTMED en el Líbano

El sitio piloto del Líbano se encuentra en Kfardebian, en las laderas occidentales del Monte-Líbano, al noreste de Beirut ($34^{\circ}1'4.26''N$ - $35^{\circ}53'3.77''E$). Se trata de un terreno público propiedad de la Municipalidad de Kfardebian (Figura 1). El clima en el área de estudio es mediterráneo subhúmedo con inviernos fríos y muy húmedos y veranos secos y templados. El tipo de suelo de la zona es franco arcilloso.

Las acciones de restauración en el marco del proyecto ECOPLANTMED comenzaron en septiembre de 2014, y se llevaron a cabo las actividades siguientes:

- (1) *Vallado*: instalación de una valla, por la ONG local Jouzour Loubnan, para proteger el área del pastoreo;
- (2) *Preparación del terreno*: instalación de un sistema de riego para el abastecimiento de agua durante los experimentos de plantación;
- (3) *Plantación*: diseño e implementación de dos experimentos de plantación (uno con plantones y otro con semillas).

El experimento con plantones, con el fin de ser estadísticamente válido, se llevó a cabo en 6 parcelas de 1 ha cada una, seleccionadas al azar a lo largo del sitio piloto (Figura 2). Las parcelas estaban separadas unas de otras por 200 metros, a una altitud entre 1.994 y 2.036 msnm; tres de ellas presentaban exposición este y tres de ellas oeste.

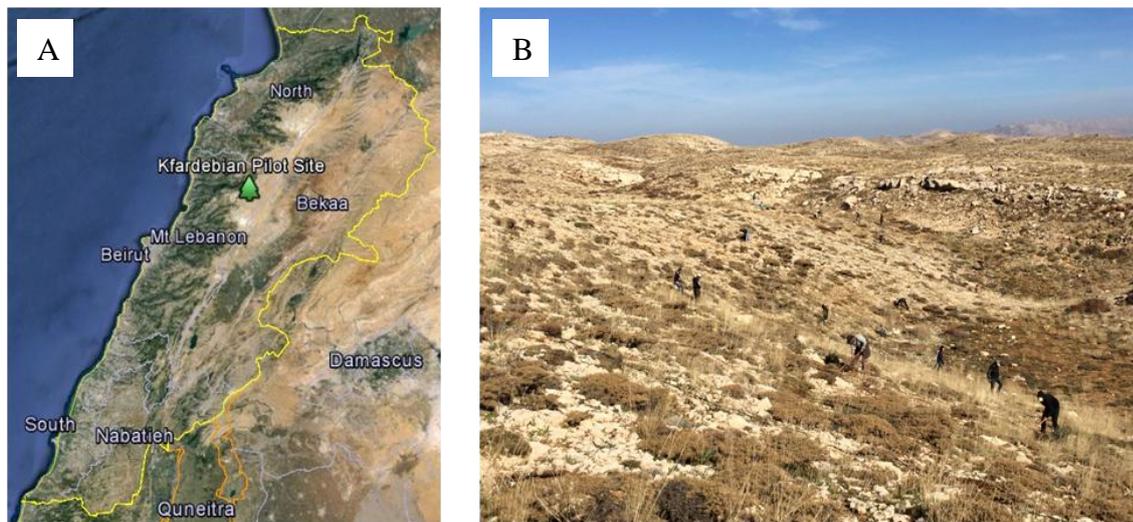


Figura 1: (A) Imagen satélite que muestra la ubicación del sitio piloto en el Líbano, (B) Parcela del sitio piloto en Kfardebian



Figura 2: Distribución de las parcelas plantadas (azul) y sembradas (rojo)

Se llevó a cabo un diseño experimental para las plantaciones de *Cedrus libani* (1200 plantones) y *Juniperus excelsa* (1200 plantones), para estudiar tres parámetros ecológicos distintos: la exposición, las necesidades hídricas y el efecto nodriza de ciertas plantas establecidas espontáneamente (las especies nodriza estudiadas fueron *Astragalus echinus* y *Astragalus cruentiflorus*). Como se ilustra en la Figura 3, en cada parcela se plantaron 400 plantones (200 cedros y 200 enebros), en 4 tratamientos diferentes: 50 plantones con irrigación plantados en espacio abierto, 50 plantones no irrigados plantados en espacio abierto, 50 plantones irrigados plantados bajo nodrizas, y 50 plantones no irrigados plantados bajo nodrizas.

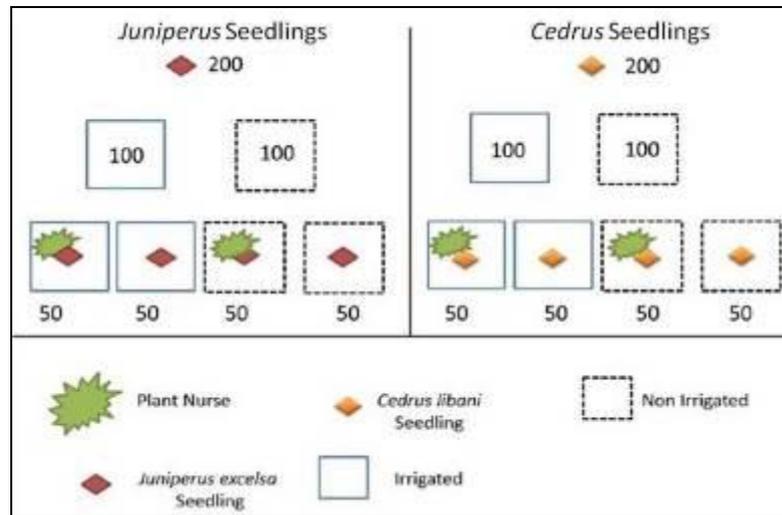


Figura 3: Diseño experimental de las plantaciones en cada parcela

Los plantones se marcaron con palos de madera ('sticks') rojos y azules, en función de si estaban irrigados o no. Por otra parte, las partes superiores de los stiks identificativos de los plantones de *Cedrus libani* se pintaron de blanco para monitorear fácilmente el estudio, sobre todo en caso de desaparición de plantas. (Figura 4).

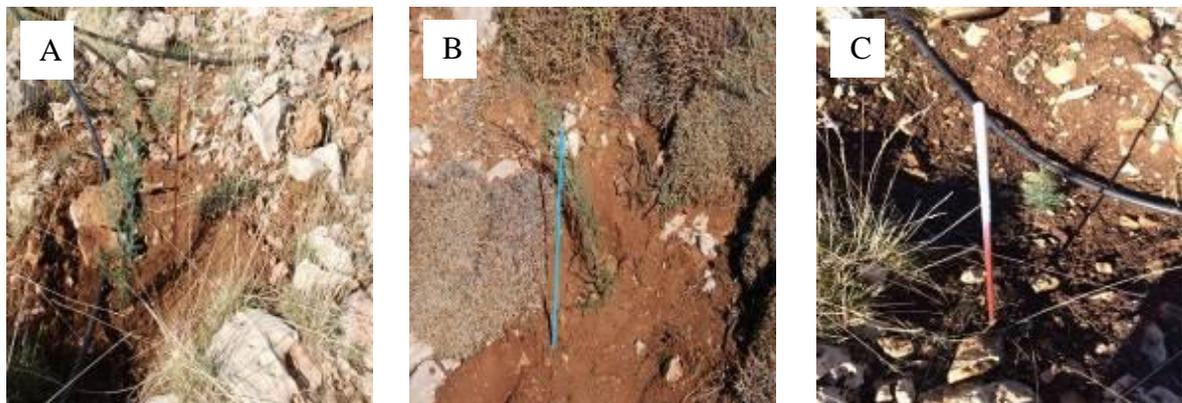


Figura 2: Ejemplos de plantaciones: *Juniperus excelsa* (A) con riego y sin planta nodriza, (B) sin riego y con planta nodriza y (C) *Cedrus libani* con riego y sin planta nodriza

En este proyecto de restauración, se prestó especial atención al origen y la calidad de las semillas y de los plantones. Así, se compraron plantones de una savia, cultivados en contenedores 'Deepot', en viveros cercanos al sitio de restauración y que utilizan semillas locales certificadas.

El experimento con semillas se realizó en dos parcelas, la primera (0,4 ha) con exposición NE y la segunda (0,6 ha) con exposición NO. Se recogieron semillas de cinco especies (*Cedrus libani*, *Crataegus monogyna*,

Cotoneaster nummularia, *Juniperus excelsa* y *Rosa canina*) y se sembraron en las parcelas, siguiendo un diseño experimental para testar el efecto nodriza de algunas plantas existentes sobre la germinación de las semillas (Figura 5). Las plantas nodrizas utilizadas fueron las mismas que las de los ensayos con plantones. El número de semillas por parcela (Tabla 1) varió ligeramente de una especie a otra, de acuerdo con las tasas de germinación previamente conocidas. Cada parcela sembrada fue marcada con un stick de diferente color según el tratamiento aplicado a cada especie.

Especies	Puntos de siembra bajo planta nodriza	Color del stick	Puntos de siembra en campo abierto	Color del stick	Semillas/Punto de siembra	Total Semillas
<i>Juniperus excelsa</i>	100	Azul	100	Azul	7	1400
<i>Cedrus libani</i>	125	Rojo	125	Rojo	3	750
<i>Rosa canina</i>	100	Verde	100	Verde	2	400
<i>Crataegus monogyna</i>	100	Naranja	90	Naranja	2	380
<i>Cotoneaster nummularia</i>	100	Amarillo	100	Amarillo	2	400

Tabla 1: Número de semillas sembradas en cada parcela, color del stick identificativo y nº total de semillas por especie

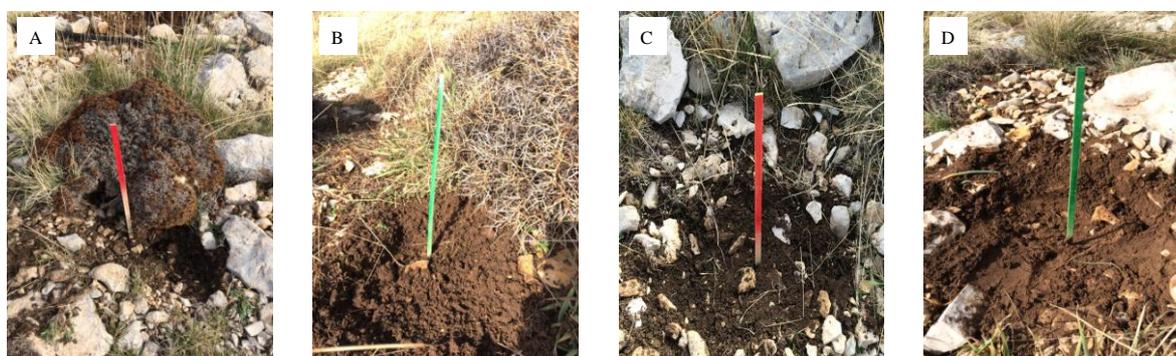


Figura 5: Semillas sembradas de *Cedrus libani* y *Rosa canina* con (A, B) y sin (C, D) planta nodriza

A partir del verano de 2015, después del deshielo, se realizará cada mes el seguimiento de la supervivencia de plantas y de la tasa de germinación de las semillas. El estado de las plantas se clasificará como vivo, dañado o muerto. Se considerarán como plantas dañadas aquéllas que tengan más de 2/3 de su tallo y sus acículas muertas. Sin embargo, algunas de estas plantas dañadas pueden recuperarse. Para evaluar el éxito de la acción de restauración, el monitoreo del sitio piloto será ejecutado por la ONG 'Jouzour Loubnan', durante 2 años después de la finalización del proyecto ECOPLANTMED.

6.2 Sitio piloto ECOPLANTMED en Túnez

Situado en el noroeste (36°56'N, 9°03'E), Nefza una pequeña ciudad con cerca de 20.000 habitantes, a 200 km de la ciudad de Túnez. La superficie forestal cubre 22.398 ha (DGF, 2005) e incluye dos bosques con planes de gestión válidos: Bellif y Tabouba. El bosque de Tabouba comprende las demarcaciones de T'baba y M'sid. El sitio piloto se encuentra la demarcación de M'sid, en un antiguo bosque de alcornoques, cubierto actualmente por arbustos. La zona forma parte de un terreno público propiedad del servicio forestal, utilizado como pastizal por los habitantes de un pueblo cercano (Figura 1).

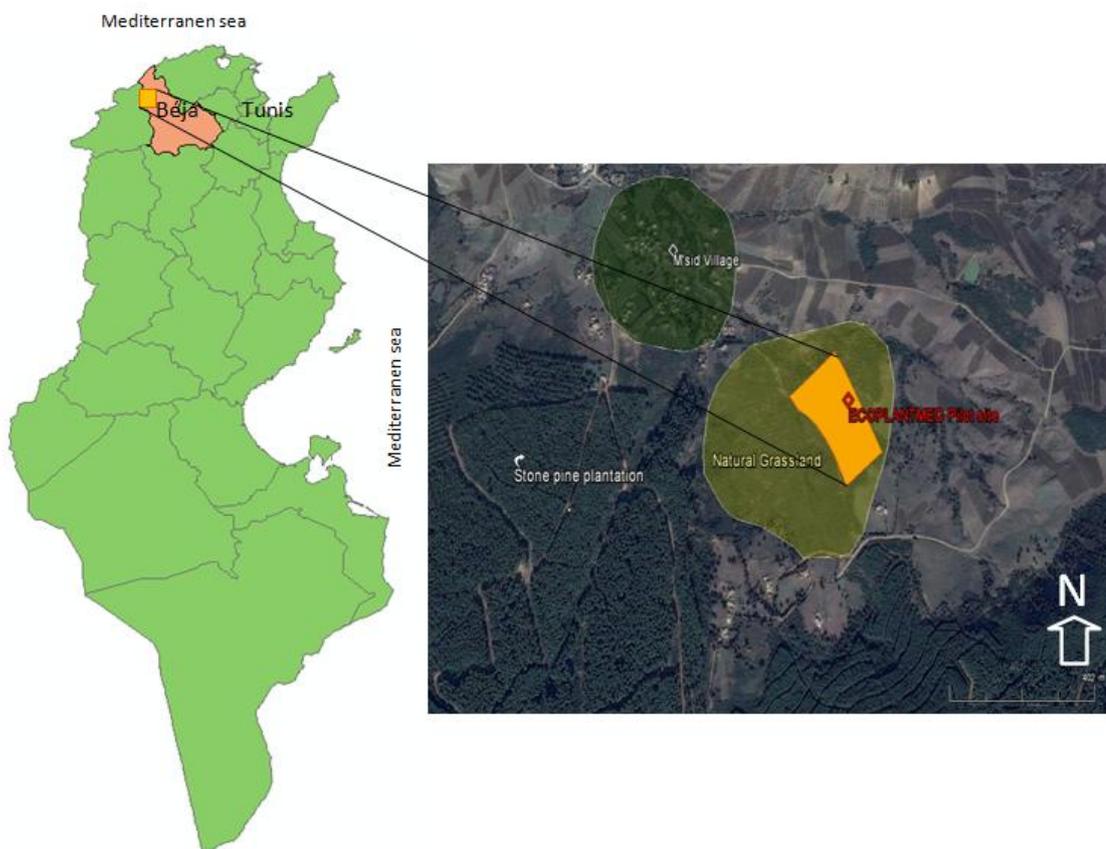


Figura 1: Ubicación del sitio piloto ECOPLANTMED

La Región de Nefza, donde se encuentra el sitio piloto, se incluye en el piso bioclimático húmedo con inviernos suaves. La precipitación media anual es de 922 mm y la temperatura media anual es de 19,2 °C. El suelo tiene una textura principalmente arcillosa con areniscas. El este y el centro de la parcela están cubiertos por margas con un alto porcentaje de arcilla (35-65%). Las principales especies leñosas y herbáceas presentes son: *Cistus monspeliensis*, *Pistacia lentiscus*, *Olea europea*, *Myrtus communis*, *Phillyrea media*, *Hedysarum coronarium*, *Scilla maritima* y *Trifolium subterraneanum*. Los recursos ecológicos de Túnez (bosques, praderas, estepas, etc.), como los de todos los países del sur del mediterráneo, sufren desde varias décadas una degradación continua, al igual que el sitio piloto (Figura 2). Esta situación es resultado del efecto combinado de varios factores

históricos, socioeconómicos, silvícolas y naturales, como por ejemplo la roturación del bosque por el hombre en busca de tierras de cultivo, los incendios repetidos y la falta de operaciones silvícolas. Los forestales dan varias explicaciones sobre los factores abióticos o bióticos, tales como: (1) la ausencia de prácticas silvícolas apropiadas para promover la producción de semillas; (2) la recolección ilegal de semillas y madera; (3) los daños causados por el sobrepastoreo, etc. En el sitio piloto de Nefza, se va a desarrollar un enfoque integrado para reducir la degradación y promover la rehabilitación del terreno (plantación de especies autóctonas leñosas y herbáceas de acuerdo con un esquema de usos múltiples y con las necesidades locales).



Figure 2: Paisaje del sitio piloto de Nefza

Las acciones de restauración del proyecto ECOPLANTMED comenzarán en septiembre y octubre de 2015. Se incluirán cuatro actividades principales:

(1) Vallado: El sitio piloto se encuentra cerca de un pueblo y los pastores suelen llevar su rebaño a las zonas cercanas. Para tener éxito con la restauración, la zona será protegida del pastoreo. El vallado debe realizarse antes de la plantación;

(2) Preparación del suelo: El trabajo consiste en dejar bandas de vegetación natural a lo largo de las curvas de nivel. La anchura de estas bandas se determina en función del suelo y de la topografía de la zona. La técnica de siembra y plantación consiste en primer lugar en la tala y eliminación total de la vegetación en bandas intercaladas, seguido de la preparación de agujeros de 40x40x40cm siguiendo las curvas de nivel;

(3) Plantación: se utilizan especies autóctonas y de procedencias locales. En el presente proyecto de restauración, las semillas y plántas de calidad provienen de unos viveros públicos que utilizan semillas locales certificadas. Las especies que se van a plantar en el sitio son: *Anthyllis barbajovis*, *Capparis spinosa*, *Celtis australis*, *Ceratonia siliqua*, *Crataegus azarolus*, *Cytisus triflorus*, *Genista cinerea*, *Laurus nobilis*, *Medicago arborea*, *Pinus pinaster*, *Quercus coccifera*, *Rhus pentaphylla* y *Ruta chalepensis*. La plantación se realizará en bandas de 25 m de ancho. Se probarán dos técnicas diferentes, la plantación y la siembra directa (Figura 3). Para la plantación, la preparación del suelo implica la realización de hoyos. Los plantones de las especies

seleccionadas se plantarán cuidadosamente en el centro del hoyo para permitir un óptimo desarrollo de las raíces. La distancia entre hoyos en la misma banda dependerá de la especie. Después, se recubre el sistema radicular con tierra y posteriormente se compacta el suelo moderadamente con las manos o los pies. Se realizará una media luna de tierra en la parte baja del agujero para retener el agua de escorrentía. Para la plantación mediante siembra directa de semillas, se debe arar el suelo previamente;

(4) Mantenimiento del sitio: Se recomienda seguir los trabajos de mantenimiento de las plantaciones/siembras por lo menos hasta el 3^{er} año. Se ha demostrado en trabajos anteriores que el éxito de la plantación se ve influenciado por el escardado y el deshierbe. Durante los tres primeros años, las plantas son todavía jóvenes y se caracterizan por tener una tasa de crecimiento relativamente lenta; no pueden estar expuestas directamente a la competencia de la vegetación que puede rebrotar de nuevo después de la roturación parcial o total. La operación de escarda con azada ofrece a las plantas condiciones ideales de desarrollo en el nuevo entorno. La evaluación del estado de restauración de estas plantaciones es esencial para su gestión a largo plazo. Por esta razón, el seguimiento de los plantones plantados y de las semillas sembradas se llevará a cabo una vez al mes y las plantas se clasificarán como vivas o muertas. También se medirán parámetros de crecimiento, como la altura de las plantas y el diámetro del cuello. El mantenimiento y el monitoreo del sitio piloto después de la finalización del proyecto serán realizados por el INRGREF en colaboración con los servicios forestales locales durante al menos dos años más.

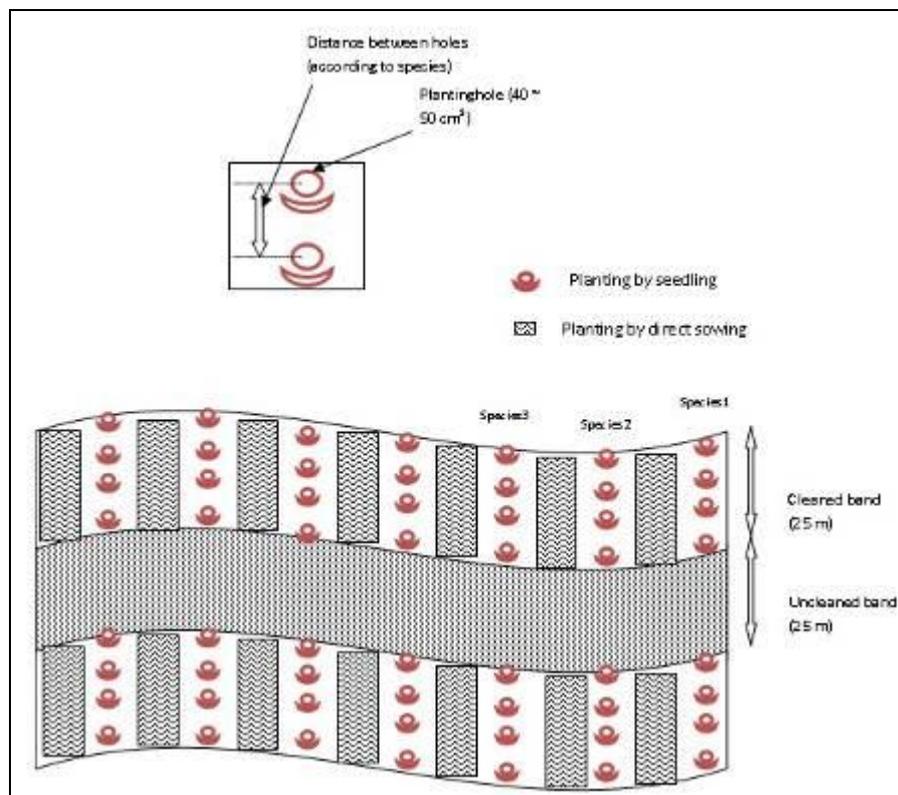


Figura 3: Esquema de plantación y siembra en el sitio piloto

7

BIBLIOGRAFÍA

- Ballesteros D, Meloni F, Bacchetta G (Eds.). 2015. Manual for the propagation of selected mediterranean native plant species. Ecoplantmed, ENPI, CBC-MED.
- Bousaidi N. 2005. Parcours en forêt et risque de dégradation des potentialités pastorales dans la IVème série forestière de Mekna (Tabarka-Tunisie). Mémoire du troisième cycle universitaire. Tunis-Carthage (INAT). 15 pp.
- Clewell AF & Aronson J. 2007. Principles, Values and Structure of an Emerging Profession. Society for Ecological Restoration. Island Press. Washington DC.
- Cramer VA, Hobbs R J & Society for Ecological Restoration International. 2007. Old fields: dynamics and restoration of abandoned farmland / edited by Viki A. Cramer and Richard J. Hobbs. Island Press. Washington DC.
- Cuttelod A, García N, Abdul Malak D, Temple H & Katariya V. 2008. The Mediterranean: a biodiversity hotspot under threat. In: Vié JC, Hilton-Taylor C & Stuart SN (eds). The 2008 Review of the IUCN Red List of Threatened Species. IUCN Gland, Switzerland.
- Débieyre F. 1927. Le chêne liège en Tunisie, Tunis, imprimerie centrale. 70 pp.
- DGF, Direction Générale des forêts. 2005. Deuxième Inventaire Forestier et pastoral National. Tunisie. 129 pp.
- Di Castri F, Goodall DW & Specht RL (eds.). 1981. Ecosystems of the World II: Mediterranean-type Shrublands. Edited by F. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam-Oxford-New York: xii + 643 pp.
- Ferrer PP (ed.). 2007. Base estructural de un Hábitat: principios para su definición y diagnosis. Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda. Generalitat. Valenciana. Valencia.
URL: <http://www.uv.es/elalum/documents/BaseEstructuralHabitat.pdf>
- Kakouros P & Dafis S. 2013. Guidelines for the post-fire restoration of *Pinus nigra* forests through a structured approach. 2nd edition. Greek Biotope-Wetland Centre. Thermi. 56 p.
URL: http://www.parnonaslife.gr/txt/Guidelines_Structured_approach_v2.pdf on 7 July 2015
- Keenleyside KA, Dudley N, Cairns S., Hall CM & Stolton S. 2012. Ecological Restoration for Protected Areas: Principles, Guidelines and Best Practices. Gland, Switzerland: IUCN. x + 120 pp.
- Kribeche H, Bautista A, Chirino E, Vilagrosa A & Vallejo R. 2012. Effects of landscape spatial heterogeneity on dryland restoration success. The combined role of site conditions and reforestation techniques in southeastern Spain. *Ecologia mediterranea* Vol 38 (1): 5-17.
- Koch JM. 2007. Alcoa's Mining and Restoration Process in South Western Australia. *Restoration Ecology Journal*, Volume 15, No 4 (Supplement): 11-16.

- Médail F & Quézel P. 1999. Biodiversity Hotspots in the Mediterranean Basin: Setting Global Conservation priorities. *Conservation Biology* 13 (6): 1510-1513.
- Mittermeier RA, Robles-Gil P, Hoffmann M, Pilgrim JD, Brooks TB, Mittermeier CG, Lamoreux JL & da Fonseca GAB. 2004. Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions. CEMEX, Mexico City, Mexico 390 pp.
- MoE. 2009. Fourth National Report of LEBANON to the Convention on Biological Diversity. Lebanon. URL: <https://www.cbd.int/doc/world/lb/lb-nr-04-en.pdf>
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, da Fonseca, GAB & Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Rivas Martínez S, Penas Á & Díaz TE. 2004. Biogeographic Map of Europe. URL: http://www.globalbioclimatics.org/form/bg_med.htm
- SCBD. 2010. Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020 and the Aichi Target: Living in Harmony with Nature. CBD Secretariat, Montreal. URL: <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-10/cop-10-dec-02-en.pdf>
- Sfenthourakis S & Svenning JC. 2011. Mediterranean biogeography: where history meets ecology across scales. *The International Biogeography Society-Frontiers of Biogeography* 3 (1): 7-9.
- Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. 2004. The SER International Primer on Ecological Restoration. www.ser.org & Tucson: Society for Ecological Restoration International. URL: http://www.ser.org/docs/default-document-library/ser_primer.pdf?sfvrsn=2
- Sundseth K. 2010. Natura 2000 in the Mediterranean. Comisión Europea. Dirección General de Medio Ambiente. Luxemburgo. 12 pp.
- Udvardy M. 1975. A Classification of the Biogeographical Provinces of the World. IUCN Occasional Paper nº 18. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources.
- Valladares F. 2007. El hábitat mediterráneo continental: Un sistema humanizado, cambiante y vulnerable. En: Paracuellos M. (coord. de la ed.) *Ambientes mediterráneos. Funcionamiento, biodiversidad y conservación de los ecosistemas mediterráneos*. Colección Medio Ambiente, 2. Instituto de Estudios Almerienses (Diputación de Almería). Almería.
- van Andel J & Aronson J (eds.). 2012. *Restoration Ecology: The New Frontier*. 2nd Edition, Blackwell Publishing Ltd, Oxford, UK.
- Bozzano M, Jalonen R, Thomas E, Boshier D, Gallo L, Cavers S, Bordács S, Smith P & Loo J (eds.). 2014. Genetic considerations in ecosystem restoration using native tree species. *State of the World's Forest Genetic Resources - Thematic Study*. Rome, FAO and Bioversity International.
- Vander Mijnsbrugge K, Bischoff A & Smith B. 2010. A question of origin: Where and how to collect seed for ecological restoration. *Basic and Applied Ecology* 11: 300-311.

ANEXO:

REVISIÓN DE LA LITERATURA SOBRE PRÁCTICAS ECOLÓGICAS EN HÁBITATS MEDITERRÁNEOS

En el marco del proyecto ECOPLANTMED, se han identificado 31 Buenas Prácticas de restauración en los cuatro tipos de hábitats consensuados anteriormente (bosques, agua dulce, hábitats dunares/costeros y sistemas áridos/semi-áridos) y 15 de ellas han sido seleccionadas para ser publicadas en esta guía. Como se ha explicado en el capítulo 5, la búsqueda de las prácticas se ha limitado a la cuenca mediterránea (26 casos) y, en cierta medida, también a otras regiones de clima mediterráneo (5 casos).

La base de datos de los proyectos LIFE²³ y sus respectivas páginas internet fueron utilizadas principalmente para identificar proyectos de restauración apropiados. Resultó ser la base de datos más amplia y accesible, con resúmenes de gran parte de la información necesaria para identificar y evaluar los proyectos. Además, varias organizaciones, como la Red Global de Restauración de la Sociedad para la Restauración Ecológica (SER) y otros actores involucrados en los proyectos de restauración, fueron identificados y contactados con el fin de recabar más información sobre acciones de restauración con plantas autóctonas. Por otra parte, a nivel estatal, se utilizaron bases de datos y contactos locales para encontrar proyectos de restauración ecológica. En este caso, la información se consiguió principalmente a través de la autoridad regional competente o directamente a través los equipos que participaron en los proyectos, en caso de que hubiera sido posible contactar con ellos.

En general, para los proyectos LIFE, la mayoría de los datos requeridos en la presente guía se encontraron en sus sitios web o en informes relacionados. Para otro tipo de proyectos ha sido más difícil conseguir la información a través de publicaciones técnicas, informes o sitios web, y en algunos casos, ha sido problemático obtener todos los detalles requeridos. Aunque casi siempre se intentó contactar directamente con los responsables, a veces no hubo respuesta o no se consiguió la información. Cuando se preguntó sobre ejemplos de proyectos de restauración a sociedades o grupos especializados dedicados a la restauración de hábitats, en muchos casos no se obtuvo suficiente información debido a que sus bases de datos estaban aún en construcción o la información publicada era muy limitada.

Debido a las dificultades encontradas por los socios de ECOPLANTMED al buscar proyectos fuera de sus propios países, 21 de las 26 Prácticas identificadas en la cuenca Mediterránea están ubicadas en los territorios

²³ LIFE es el instrumento financiero de la UE que apoya proyectos medioambientales, de conservación de la naturaleza y de acciones por el clima. Desde 1992, LIFE ha cofinanciado alrededor de 4171 proyectos, contribuyendo con unos 3,4 millones de euros a la protección del medioambiente y del clima. Fuente: <http://ec.europa.eu/environment/life/> (consultado el 19 de junio 2015)

de los socios, porque los contactos locales y el diálogo interactivo fueron decisivos para obtener la información adecuada: Grecia (5), Túnez (5), España (5), Italia (4) y Líbano (2). También se han encontrado algunas Prácticas en países distintos: Argelia (1), Marruecos (1), Francia (1) y Chipre (2). En las regiones no mediterráneas que poseen hábitats de tipo mediterráneo, se han identificado Prácticas apropiadas en Australia (2), Sudáfrica (1) y EE.UU. (2 en California), aunque por las mismas razones expresadas más arriba, en algunos casos la información obtenida fue insuficiente. Después de la evaluación de los proyectos, 15 de ellos fueron seleccionados para ser presentados en esta guía. Se encuentran en Italia (4), España (3), Grecia (3), Líbano (1), Francia (1), Chipre (1), Marruecos (1) y Australia (1).

De los 31 casos identificados, 10 corresponden a bosques, 6 a hábitats dunares/costeros, 8 a sistemas áridos/semiáridos y 7 a hábitats de agua dulce, aunque algunas Prácticas trabajan desde una perspectiva de paisaje y actúan sobre más de un tipo de hábitat. Los socios del proyecto no han encontrado especiales dificultades en localizar Prácticas para cada uno de los 4 tipos de hábitat, excepto el socio libanés, que no ha logrado encontrar un proyecto de restauración apropiado para el hábitat dunar/costero. Las Prácticas de restauración más frecuentes en Grecia y España son las relativas a hábitats forestales. La mayoría de las Prácticas en Cerdeña (e Italia) se refieren a restauración de dunas y se han referido dificultades para encontrar proyectos de restauración en sistemas áridos o pastizales mediterráneos secos. En el Líbano (y los países vecinos), la mayoría de los tipos de hábitat restaurados son bosques y humedales, y en menor medida los de dunas. En Túnez, los proyectos se refieren mayoritariamente a sistemas áridos o forestales, y con menor frecuencia a humedales.

Para el hábitat 'bosques', se han seleccionado 5 Buenas Prácticas para ser presentadas en detalle en esta guía, que corresponden a 3 proyectos de restauración de bosques de coníferas y 1 de robledales en los países mediterráneos, y 1 de bosques de eucalipto en Australia. En la mayoría de los casos seleccionados, las causas de la degradación del hábitat que se señalan son perturbaciones de origen antrópico como los incendios, el sobrepastoreo, la progresión de las áreas cultivadas asociadas a malas prácticas y la explotación irracional de los recursos. Para el tipo de hábitat 'costas/dunas', se han seleccionado 3 Buenas Prácticas en los países mediterráneos europeos, 2 de las cuales conciernen a dunas litorales con *Juniperus* spp. y 1 implica la restauración del primer cordón dunar y las lagunas temporales. En la mayoría de los casos seleccionados, las causas de la degradación de los hábitats eran de origen antrópico, como la presión urbana y los incendios, pero también naturales, como la erosión del suelo o la limitada capacidad de regeneración de algunas especies, en particular de *Juniperus* spp. Además, se prevé que el cambio climático sea un factor de degradación en el futuro. Las 3 Buenas Prácticas seleccionadas para los hábitats 'semiáridos o áridos' se encuentran en países mediterráneos, de las cuales 2 corresponden a matorrales mediterráneos con problemas de inundaciones, erosión del suelo, exceso de pastoreo y actividades de excavación, y 1 concierne a zonas subestépicas de gramíneas del *Thero-Brachypodietea*, donde la degradación se atribuye al sobrepastoreo, a la explotación de canteras de piedra caliza, y más recientemente al crecimiento del turismo. Por último, en lo que se refiere a los hábitats de 'agua dulce', se han seleccionado 2 proyectos que actúan en lagos y 2 que lo hacen en sistemas riparios, todos ellos en países mediterráneos de Europa; en la mayoría de ellos las causas de la degradación del hábitat que se señalan son las especies invasoras, el drenaje, la deforestación, las inundaciones, la erosión del suelo y otras actividades como la agricultura o el turismo.

Entre las 31 Prácticas identificadas, 6 son proyectos antiguos y de larga duración, con más de 10 años en marcha (el más antiguo, un proyecto de Túnez, empezó en 1953); 19 proyectos tienen una duración de 4 a 10

años y 6 son proyectos de corto plazo, con una duración menor o igual a 3 años. Dos de esos proyectos a corto plazo han finalizado recientemente (2014) y uno todavía está en curso; pero aún así, ya han proporcionado resultados tangibles y medibles, y los datos recabados en los monitoreos permiten ser optimistas. Entre los 15 proyectos presentados en esta guía, 3, 10 y 2 tienen una duración de 3 años, entre 4 y 10 años y más de 10 años, respectivamente. Cabe señalar que los proyectos LIFE suelen ser proyectos de corto o medio plazo (3 a 5 años), mientras que los proyectos gestionados por autoridades nacionales o locales suelen ser iniciativas de más larga duración (más de 5 años).

Uno de los criterios básicos para identificar proyectos de restauración adecuados fue el uso de plantas autóctonas; sin embargo, en 6 de las Prácticas identificadas (no presentadas en esta guía) también se utilizaron plantas no autóctonas. Esto se debe a que en algunas regiones y en particular al sur del Mediterráneo, el uso de plantas no autóctonas en los proyectos de restauración sigue siendo una práctica muy extendida. Por lo tanto, se recalca aquí la necesidad de difundir el uso de especies autóctonas en los proyectos de restauración.

De la búsqueda de Buenas Prácticas para la restauración de los hábitats naturales, se pueden extraer tres conclusiones principales:

- Se puede encontrar un gran número de publicaciones científicas que tratan sobre claves ecológicas (como por ejemplo las interacciones de facilitación entre plantas) y otras técnicas aplicables en un proyecto de restauración. Sin embargo, muchas de las Prácticas de restauración ecológica de hábitats no han sabido aprovechar este conocimiento. Parece que estos métodos se aplican sólo en muy pocos casos y una de las razones puede ser la falta de transferencia de resultados de las investigaciones, como ocurre en otras áreas científicas.
- En la región mediterránea, aunque era posible seleccionar Prácticas en un gran número de territorios (todos los países de la región), se ha detectado un problema generalizado de accesibilidad de la información de los proyectos de restauración a través de los medios convencionales (papeles, publicaciones en línea, bases de datos en línea, etc.).
- Existe la necesidad de establecer canales de información más eficientes. La restauración de hábitats es un proceso muy complejo, y de la misma manera que debemos aprender de nuestros propios errores, sería conveniente aprender de los errores de los demás a través de los resultados y las conclusiones de sus acciones de restauración. La presente publicación tiene como objetivo contribuir en cierta medida a resolver este problema.

Las 31 Buenas Prácticas identificadas para la restauración de hábitats mediterráneos²⁴

Bosques

- Gestión integrada de los encinares mediterráneos (Chêne verte)*
- Conservación de los Hayedos de los Apeninos con *Abies alba* en el LIC Pigelleto - M. Amiata (TUCAP)*
- Restauración de bosques de *Pinus nigra* en Mount Parnonas a través de un modelo estructurado (PINUS)*
- Gestión Integrada de los Bosques del Atlas Medio en Marruecos (GIFMA)*
- Restituir la riqueza botánica de los bosques de Jarrah en minas de bauxita restauradas en el Oeste de Australia*
- Proyecto de reforestación en el Parque Natural Sierra Calderona, España. Referencia: Consejería de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente- Generalitat Valenciana.
- Conservación de la biodiversidad en la restauración y gestión de la mina de Amiantos de Asbestos en el Parque Nacional Forestal de Troodos, Chipre. Referencia: Biodiversity conservation in restoration and management of the Amiantos Asbestos mine in Troodos National Forest Park, Cyprus -CY02-0001. www.amiandos.eu
- Conservar y restaurar los recursos forestales del Líbano, Líbano. Referencia: MoE/UNDP/GEF (2014). Safeguarding and Restoring Lebanon's Woodland Resources. Technical Report.
- Proyecto de gestión forestal integrada (PGIF) Fase II, Túnez. Referencia: Dirección General Forestal (DGF), Ministerio de Agricultura, Túnez
- Proyecto de Restauración en Peniup (parte de la iniciativa Gondwana Link, Fitz-Stirling), Australia. Referencia: Gondwana Link (<http://www.gondwanalink.org/>)

Hábitats de agua dulce

- Restauración de una zona húmeda para la recuperación de la flora y la fauna en la Reserva de Algemesí (Llacuna del Barranc)*
- Restauración e interpretación medioambiental del bosque de ribera del Delta de Nestos*
- Restauración y gestión del Lago de Oroklini en Larnaka.*
- Protección del territorio por medio de la ingeniería ecológica al nivel de una cuenca hidrográfica (PROGECO)*
- Restauración y Gestión de lagunas: ZEPA Canal de Castilla, España. Referencia: LIFE06 NAT/E/000213
- Gestión de la Conservación de los Humedales Amvrakikos, Grecia. Referencia: LIFE 99 NAT/GR/006475 (<http://users.hol.gr/~etanam/life/english.htm>)
- Estudio de caso del Proyecto de Gestión de Áreas Protegidas (PGAP): el Parque Nacional de Ichkeul, Túnez. Referencia: Dirección General de Bosques (DGF), Ministerio de Agricultura, Túnez

²⁴ Las Prácticas marcadas con un asterisco son las presentadas en esta guía

Hábitats dunares/costeros

- Modelo de restauración de hábitats dunares en 'L'Albufera de Valencia' (Dunas Albufera)*
- Acciones para la conservación de dunas litorales con *Juniperus* spp. en Creta y en el Egeo Sur (JUNICOAST)*
- Conservación y recuperación de hábitats dunares en las provincias de Cagliari, Matera y Caserta (PROVIDUNE)*
- Recuperación de las poblaciones amenazadas de la mariposa azul El Segundo en las dunas de LAX y restauración de su hábitat, California. Referencia: Los Angeles World Airports (<http://www.lawa.org/welcomeLAWA.aspx>)
- Luchar contra la desertificación en Menzel Habib (Gabes), Túnez. Referencia: Comisión Regional de Desarrollo Agropecuario (CRDA) de Gabes, Túnez
- Fijación de dunas costeras en el área de Nefza, Túnez. Referencia: Servicio Regional de Bosques de Nefza, CRDA Beja. Ministerio de Agricultura, Túnez

Sistemas áridos/semiáridos

- Proyecto de demostración de lucha contra la desertificación: Regeneración y Plan de manejo de zonas semiáridas degradadas en Albaterra*
- Manual de Rehabilitación de Canteras Mediterráneas: Aprender de la experiencia de Holcim.*
- Salvaguardar el hábitat del Thero-Brachypodietea en el LIC 'Area delle Gravine' (GRAVINE)*
- Proyecto de Restauración Renosterveld, Sudáfrica. Referencia: Implementado por la Universidad de Stellenbosch y financiado principalmente por los Fondos de WWF-Sudáfrica/Table Mountain (ZA5035), estudio de caso publicado por la SER (Cramer et al., 2007)
- Estudio de caso del Proyecto de Gestión de Áreas Protegidas (PGAP): el Parque Bou-Hedma, Túnez. Referencia: Dirección General de Bosques (DGF), Ministerio de Agricultura, Túnez
- Control y Restauración de Especies de Montaña Invasoras, California. Referencia: Implementado en el Starr Ranch Sanctuary por la Sociedad Nacional Audubon (<http://www.starranch.org/invasives.html>)
- El Proyecto del Pantano Verde Argeliano, Argelia. Referencia: Dirección Forestal, Argelia
- Restauración de la mina Trachila en la isla de Milos, Grecia. Referencia: S & B Industrial Minerals (<http://www.sandb.gr/>)