

# Gestión del territorio en medios semiáridos:

*prevenir, mitigar y combatir la degradación del suelo*



**Manual de buenas prácticas para el control y prevención de la erosión y la desertificación en fincas agroforestales del Sureste Ibérico**

# Gestión del territorio en medios semiáridos:

*prevenir, mitigar y combatir  
la degradación del suelo*

**Manual de buenas prácticas para el control y prevención  
de la erosión y la desertificación en  
fincas agroforestales del Sureste Ibérico.**

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del copyright.

© ANSE

ISBN:

Depósito Legal:

Imprime: Igrafic

Impreso en España - Printed in Spain

Edita:



Supervisión científica:



Financiado por:



Fundación Biodiversidad

El contenido de esta guía se basa fundamentalmente en dos fuentes. En primer lugar, se presentan los resultados de investigación aplicada de dos proyectos de investigación en los que ha participado el Grupo de Investigación de Erosión y Conservación de Suelos del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS), perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Por otro lado, se incluyen a modo de ejemplo práctico las acciones y resultados de un proyecto demostrativo realizado por la Asociación de Naturalistas del Sureste (ANSE).

Los proyectos de investigación cuyos resultados han sido utilizados para la elaboración de esta guía son el Proyecto RECONDES (del inglés “Condiciones para la Restauración y Mitigación de Areas Desertificadas Empleando Vegetación”, GOCE-CT2003-505361) financiado por el 6º Programa Marco de I+D de la UE y el proyecto SoCo (del inglés “Agricultura Sostenible y Conservación de Suelos, AGRI20070336) financiado también por la UE. Por su parte, el proyecto demostrativo “Modelo de gestión de fincas privadas agroforestales para el control y prevención de la erosión y la desertificación” desarrollado en la Reserva de Fauna “Malcamino” (Mazarrón) ha sido financiado por la Fundación Biodiversidad.

Además de los contenidos parte de la iconografía utilizada en este manual proviene de los productos del Proyecto RECONDES, particularmente del folleto “Combatiendo la Degradación de Tierras con Técnicas de Mínima Intervención: La Estrategia de Reducción de la Conectividad”.

La elaboración, diseño y edición del presente manual ha sido financiada por la Fundación Biodiversidad.

# Esquema general del manual:

---

**Parte 1** Diagnóstico de los problemas de degradación del suelo en el Sureste Ibérico.

*Autor: Gonzalo Gonzalez Barberá. CEBAS-CSIC*

**Parte 2** Soluciones para mitigar la degradación del suelo en el Sureste Ibérico.

*Adaptación de textos: Gonzalo Gonzalez Barberá. CEBAS-CSIC*

**Parte 3** Ejemplos prácticos en la Reserva de Fauna "Malcamino" (Mazarrón).

*Autores:*

*Jorge Sánchez Balibrea. ANSE*

*Pedro López Barquero. ANSE*

*Pedro García Moreno. ANSE*

*Ramón Navia-Osorio Pascual. Ingeniero Técnico Agrícola.*

*Gonzalo Gonzalez Barberá. CEBAS-CSIC*

## **Como citar esta publicación:**

*Barberá G.G. ; Sánchez Balibrea, J. ; López Barquero, P., García Moreno, P., Navia-Osorio Pascual, R. (2009). Gestión del territorio en medios semiáridos: prevenir, mitigar y combatir la degradación. Manual de buenas prácticas para el control y prevención de la erosión y la desertificación en el Sureste Ibérico.*



# *Parte 1*

Diagnóstico de los problemas de degradación  
del suelo en el Sureste Ibérico.

## 1. El Marco Natural y Social del Medio Rural en el Sureste Ibérico. Condicionantes.

La gestión de fincas con vocación de uso múltiple agrícola, forestal, aprovechamientos tradicionales, etc., en el Sureste Ibérico viene condicionada por un marco natural muy restrictivo.

La topografía es variada alternado planicies y zonas montañosas bastante abruptas. Los materiales geológicos son también muy variados cada uno con unas características diferentes que los hacen más o menos sensibles a los procesos erosivos y de degradación. Son abundantes por ejemplo las margas o gredas materiales que pueden experimentar abruptos procesos de erosión. El clima es la característica más singular del Sureste Ibérico. Es un clima mediterráneo (ausencia de precipitaciones en verano) de tipo semiárido. Por semiárido se entiende un clima en donde la precipitación es baja y la capacidad de evaporación de la atmósfera es muy alta lo que provoca un déficit hídrico acusado casi todo el año, con suelos característicamente secos. Las precipitaciones en el área van de 180 a 500 mm, pero la mayoría del territorio se encuentra por debajo de los 300 mm.

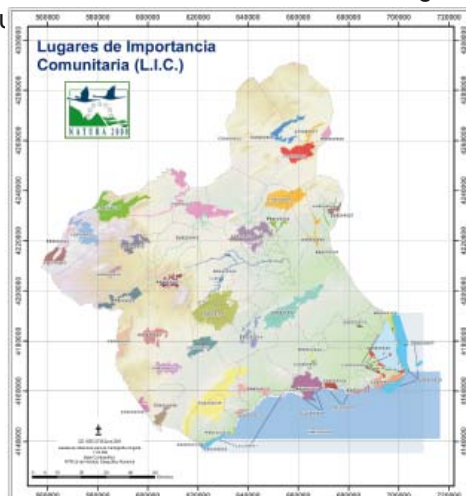
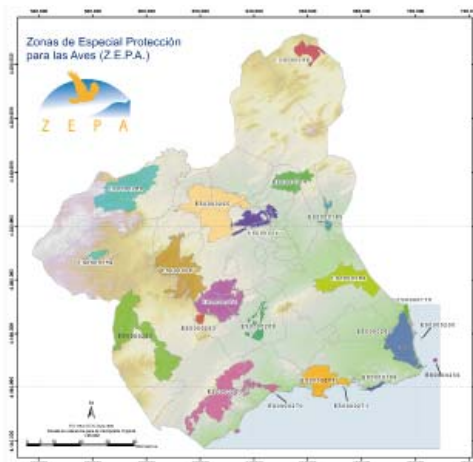
A causa de la topografía abrupta muchas zonas son escasamente aptas para el cultivo agrícola de tal manera que mientras la mayoría de las planicies están cultivadas con secanos o regadíos, las montañas se encuentran cubiertas de vegetación seminatural, en la que predominan las formaciones arbustivas. Las masas arboladas son menos frecuentes en parte por procesos históricos de degradación y en parte porque el déficit hídrico llega a ser tan severo que dificulta la formación de formaciones arbóreas continuas.



*Imagen satélite del Sureste Ibérico*



Las peculiaridades climáticas, geológicas, históricas, etc., del área influyen en la presencia de formaciones vegetales muy singulares a escala europea y esto, a su vez, influye en que existan grandes superficies amparadas por figuras de protección legal derivadas de la aplicación del derecho comunitario como la Directiva Hábitats. Estas zonas se denominan Lugares de Importancia Comunitaria (LIC). Por su parte, diversas especies de aves se encuentran asociadas a medios agrícolas o estos constituyen zonas de capital importancia para su alimentación lo que ha obligado a su protección como Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) en aplicación de la Directiva Aves. El resultado final es que muchas zonas de agricultura tanto industrializada como tradicional o marginal se enc



Fuente: Dirección General de Patrimonio Natural y Biodiversidad.

Uso del suelo	Sup. LIC (ha)	% LIC	Sup. ZEPA (ha)	% ZEPA	Sup. Red Natura 2000	% de cada uso
<b>Uso agrícola</b>	<b>14.419</b>	<b>8,5</b>	<b>41.632</b>	<b>21,8</b>	<b>48.895</b>	<b>18,3</b>
regadío	1.553	0,9	2.791	1,5	3.294	1,2
secano	12.866	7,6	38.841	20,3	45.601	17,12
<b>Uso forestal</b>	<b>147.502</b>	<b>88</b>	<b>143.992</b>	<b>75,3</b>	<b>208.873</b>	<b>78,1</b>
P a s t o arbustivo	75.327	44,9	74.022	38,7	104.977	39,4
Forestal	35.688	21,3	40.690	21,3	54.735	20,5
Pasto con arbolada	36.489	21,8	29.281	15,3	49.160	18,54
Otro Uso	5.712	3,4	5.701	3	8.590	3,1

**Uso del Suelo en la Red Natura en la Región de Murcia.**

Fuente: Programa de Desarrollo Rural FEADER de la Región de Murcia 2007-2013.

La estructura de la propiedad se caracteriza por fincas de tamaño moderado o pequeño (menores de 15 ha) en las cuáles sólo la mitad de la superficie es de uso agrícola. Sólo una pequeña parte de ellas tiene empleados fijos mientras que una cuarta parte contrata empleados de forma temporal. En la inmensa mayoría el propietario asume la mayoría de las tareas mientras que en un tercio de las fincas recibe ayuda familiar. Para menos de la mitad de la fincas la agricultura es la actividad económica principal del propietario. Nos encontramos pues ante una agricultura dominada por el carácter de actividad complementaria lo que influye notablemente en como enfocar las políticas de conservación.

En términos de extensión la mayor parte del terreno de las zonas de montaña, transición o planicies altas está dominado por cultivos de almendros y cereal que reciben algún tipo de subsidios. En los valles dominan los cultivos hortícolas industrializados y los invernaderos. Se trata de un sistema de producción agrícola profundamente dualizado con un sector altísimamente productivo e industrializado y un sector marginal que domina la mayor extensión y dónde los agricultores suelen serlo sólo como actividad complementaria. Esto tiene un reflejo en el precio de la tierra, si a los pastizales les asignamos un valor arbitrario de 1, los almendros de secano tienen un valor de 15 y ciertos cultivos de regadío un valor de 74. La presencia del modelo agrícola intensivo depende de la aportación de recursos hídricos mayoritariamente de sobreexplotación de recursos locales, importados



Cultivos de cereal en Los Llanos de Aguzaderas (Caravaca)



de otras cuencas o desalados.

## 2. Principales problemas de degradación asociados a la explotación de fincas.

### Introducción

En la explotación de fincas en el Sureste, especialmente en sus aspectos agrícolas, el principal problema de degradación es la erosión causada por el agua. Como se vio en el apartado anterior el relieve, la presencia de materiales geológicos fácilmente erosionables y la escasez de precipitaciones que hacen que la cobertura vegetal sea escasa son factores que facilitan que el uso inadecuado pueda provocar grandes pérdidas de suelo. Este uso inadecuado se da en el laboreo a favor de pendiente, la eliminación de la vegetación natural para la instalación de nuevos cultivos, el laboreo excesivo, etc.

Otro problema que localmente puede ser grave es la salinización. En terrenos semiáridos es natural que en zonas con poco drenaje aparezcan suelos naturalmente salinos, que además albergan comunidades vegetales con alto valor de conservación. Sin embargo, en los últimos 50 años se han producido fenómenos de salinización producidos por el riego con agua de pozos salinizados en terrenos no naturalmente salinos y que desembocan en una pérdida enorme de productividad agrícola con escasa posibilidad de recuperación.

Los problemas de erosión del suelo se concentran sobre todo en la agricultura marginal de secano en zonas de montaña o transición llano-montaña. Especialmente el problema ha crecido en las últimas décadas cuando la disponibilidad de maquinaria pesada ha permitido cultivar zonas antes vedadas por su topografía o hacerlo de una manera más intensiva. Todo ello realizado eliminando las tradicionales medidas de conservación de suelos como muros, ribazos, etc. La agricultura industrializada se concentra en zonas de baja pendiente que por razones topográficas en principio debería tener pocos problemas de erosión. Sin embargo, las transformaciones que se realizan son tan radicales que se llega a la eliminación literal del suelo y cuando aparecen tormentas intensas



*Las margas son un sustrato fácilmente erosionable por el agua.*



*La maquinaria pesada ha permitido la puesta en cultivo, incluso intensivo, en zonas con excesiva pendiente, desencadenando intensos procesos erosivos. Pastrana (Mazarrón)*

se dan fuertes procesos erosivos.

De esta manera podemos resumir que los tres grandes procesos que dan lugar a degradación son:

- El abandono de las estructuras tradicionales de conservación de suelos en gran parte resultado de la fuerte despoblación rural producida de 1940-1980. Hay que notar que este abandono afecta también a los valores de biodiversidad, ya que estructuras como muretes, vegetación en ribazos, etc., fomenta la presencia de fauna y sirve de refugio para especies de plantas.
- Las transformaciones a regadío de las cuatro últimas décadas han alterado seriamente el paisaje y producido fuertes procesos erosivos. Esto ha ocurrido porque las transformaciones han sido extremadamente agresivas y se han realizado sin apenas medidas de conservación de suelos.
- En los últimos 10 años se está produciendo un intenso fenómeno de urbanización para turismo que no siempre está en la costa incluso en zonas hacia el interior. Estas urbanizaciones compiten por agua y el suelo con la agricultura, crean grandes super-



ficies impermeables que están alterando los flujos de escorrentía de manera desconocida y cambian de manera negativa la actitud de los agricultores hacia la agricultura.

### 3. Percepción de los problemas de degradación. Ampliando conocimientos sobre los procesos de degradación

En la solución de los problemas de degradación no sólo resulta importante el problema en sí mismo sino la percepción que de él se tiene, tanto por parte de los técnicos como de los agricultores. En parte la percepción resulta importante porque no se disponen de datos cuantitativos precisos de los procesos de degradación y de esta manera se tiene una estima indirecta de su severidad. Por otro lado, a veces se observan diferencias en la percepción del problema por parte de distintos colectivos cuyo conocimiento permite modular la gestión. Un ejemplo típico es que un propietario tiende a percibir su finca como menos degradada que las de su entorno.

En el Sureste Ibérico encuestas realizadas a expertos y agricultores han dado como resultado que el problema que se percibe como más importante es el de erosión hídrica, seguida por la pérdida de materia orgánica del suelo y la salinización y con mucha menor importancia la contaminación difusa y la compactación del suelo. Asimismo, se empieza a percibir como un problema de futuro el acusado proceso de urbanización residencial.

#### **Erosión hídrica**

Los cultivos dominantes en secano son el almendro y el cereal. Los almendros han tendido a ser dominantes en áreas de transición entre la montaña y el llano, por tanto una topografía relativamente favorable a los procesos erosivos y sobre materiales geológicos fácilmente trabajables con maquinaria moderna como margas y esquistos, que precisamente por esa facilidad de ser maleables son propensos a fenómenos erosivos (igual que pueden ser fácilmente trabajables con maquinaria pueden ser arrancados por el agua). La introducción de maquinaria moderna desde los años 1950 ha favorecido la expansión del almendro en las zonas de transición. En general, los agricultores manejan el almendro con un laboreo



*El abandono de infraestructuras tradicionales de conservación del suelo como las pedrizas permite el avance de los procesos erosivos. Pastrana (Mazarrón).*



*La percepción de los agricultores resulta importante para gestionar los procesos de degradación del suelo.*



*El almendro (Prunus dulcis) y la cebada (Hordeum vulgare) suponen los cultivos dominantes en los secanos del sureste.*

intenso y frecuente para favorecer la infiltración de las escasas precipitaciones. Si tenemos en cuenta que el almendro apenas tiene cobertura y que la hoja cae al final del verano nos encontramos con que el suelo se encuentra casi permanente alterado y desprotegido frente a las precipitaciones lo que origina tasas de erosión muy altas de más de 25 t/ha por año.

El otro cultivo dominante en secano es la cebada. Aunque este cultivo tiende a ocupar zonas más planas que el almendro es especialmente abundante en las muy erosionables margas y carece totalmente de cobertura vegetal entre el verano y el principio del invierno, precisamente cuando se pueden producir las lluvias más intensas. En la zona, las parcelas de cebada muestran las más altas pérdidas de nutrientes.

pueden superar los 50 € ha/año, que puede ser una cifra significativa ya que estos cultivos tienen, en general, escasa rentabilidad. Precisamente esta escasa rentabilidad ha resultado en un acusado proceso de abandono que a su vez genera mayores problemas de degradación por ruina de las tradicionales estructuras de conservación de suelos. Los campos abandonados son lugares preferentes para la iniciación de procesos erosivos severos como la formación de cárcavas.

En un segundo nivel de vulnerabilidad a la erosión hídrica se encuentran cultivos arbóreos de regadío como cítricos o uva de mesa. En general estos cultivos se establecen sobre zonas con menos pendiente y por tanto son menos propensos a fenómenos erosivos, además su cobertura vegetal proporciona mayor protección al suelo. Sin embargo, dado su gran incremento en los últimos 70 años la mayoría de los regadíos son nuevas zonas bien transformadas desde matorrales o espartales bien transformadas desde antiguos secanos. Todas estas transformaciones se han realizado con maquinaria pesada y sin estructuras de conservación de suelos con lo que cualquier tormenta intensa puede tener efectos devastadores.



*Los cultivos de cítricos también pueden presentar problemas de erosión.*



Finalmente, los cultivos hortícolas más intensivos se asientan sobre terrenos básicamente llanos y por tanto se perciben como muy poco propensos a la erosión hídrica. No obstante, en estos casos es donde la alteración del suelo alcanza su máxima expresión e incluso en lugares de muy escasa pendiente en presencia de tormentas intensas se pueden desencadenar procesos erosivos. Adicionalmente todos estos cultivos se irrigan por goteo lo que puede dar lugar a pérdida de carbonatos en materiales como las margas lo que facilita procesos de erosión especialmente severos que se dan en forma de túneles subterráneos que acaban colapsando que técnicamente se denominan “piping” (del inglés “pipe”, tubo, tubería).



*Las transformaciones a regadíos pueden presentar problemas de erosión.*

Los fenómenos erosivos tienen trascendencia en el lugar que se producen porque implican una pérdida de la capacidad productiva del suelo, pero son también tremendamente importantes los efectos a distancia ya que los materiales son arrastrados y depositados a cierta distancia destruyendo otros campos agrícolas, infraestructuras, etc. Es interesante que en la percepción de los expertos los cultivos hortícolas más intensivos tienen bajo riesgo local de erosión pero presentar un riesgo medio de efectos a distancia.

### **Contaminación difusa**

Por contaminación difusa de origen agrícola entendemos la exportación de sustancias químicas como nitratos y pesticidas que son aplicados en la mayoría de las fincas de una zona. Esta aplicación extensa implica que no hay un foco de contaminación localizado sino difuso. Normalmente se afectan los flujos hídricos bien superficiales bien subterráneos. Se trata de un problema muy extendido en las áreas de cultivos más intensivos donde precisamente la pérdida de calidad del suelo o su simple eliminación junto con una gestión inadecuada lleva a la aplicación excesiva de fertilizantes y/o pesticidas.

Se trata de un problema cuyo efecto se puede expresar a distancia. En este sentido el caso más paradigmático en el área es el del Mar Menor, donde se calcula que casi el 60% del nitrato llegado



*La erosión puede depositar sedimentos a largas distancia afectando a zonas alejadas.*



*El Mar Menor recibe nitratos de la actividad agrícola desarrollada en el Campo de Cartagena a través de las aguas superficiales y subterráneas.*

por aguas superficiales es de origen agrícola, porcentaje que aumenta prácticamente hasta el 100% para los compuestos que llegan por descarga subterránea directa. El Mar Menor ha experimentado un acusado proceso de degradación en los últimos 40 años siendo el aporte excesivo de nutrientes un factor clave que ha determinado proliferaciones de medusas, alteraciones de las comunidades biológicas y un largo etc.

### ***Pérdida de materia orgánica de suelos***

Aunque la percepción de que la pérdida de materia orgánica es un problema de igual importancia que la contaminación difusa, en realidad es un problema mucho más extendido. En efecto, mientras que la contaminación difusa afecta sólo a las áreas de explotación agraria intensiva, mientras que la pérdida de materia orgánica del suelo es generalizada en todo tipo de cultivos, y de manera muy importante también en los secanos más imposibles. El que no se haya percibido como un problema de mayor importancia deriva del más que probable de que se han realizado muchas medidas y evaluaciones de la erosión, pero apenas se está comenzando a evaluar de manera sistemática los cambios de materia orgánica en el suelo asociados a los distintos de cultivo y de prácticas agrícolas.

En buena parte la pérdida de la materia orgánica del suelo y la erosión hídrica están inextricablemente asociadas. En efecto, la erosión remueve las capas más superficiales de suelo que son las que acumulan la materia orgánica. Las prácticas agrícolas como el laboreo intensivo y la eliminación de malas hierbas aceleran la mineraliza-



ción de la materia orgánica. Como se comentó anteriormente en los almendros de secano el laboreo es intenso y frecuente lo que, por tanto, facilita la pérdida de materia orgánica.

La pérdida de materia orgánica resulta de gran trascendencia en tanto que regula dos aspectos fundamentales para los cultivos. Por un lado, el mayor contenido en materia orgánica crea estructuras de suelo más porosas que facilita la infiltración de la lluvia. Cuando se pierde la materia orgánica la estructura del suelo se apelmaza, el número de poros disminuye drásticamente y el agua infiltra con dificultad y se convierte en agua de escorrentía. Por otro lado, el contenido en materia orgánica es probablemente el mayor regulador de la fertilidad del suelo. Los suelos del Sureste Ibérico no son pobres en nutrientes, sin embargo, estos nutrientes se encuentran en una forma química que los hace no disponibles para las plantas. En cambio, la presencia de materia orgánica permite que los nutrientes disponibles para las plantas se incremente de manera drástica.

### ***Compactación del suelo***

La compactación del suelo produce por el uso continuo de maquinaria en las labores de cultivo. Afecta fundamentalmente a la capacidad de infiltración del agua de lluvia, la aireación y la capacidad de las raíces de explorar el suelo. Aunque los expertos lo perciben como un problema de importancia media el gran problema es la falta de datos empíricos sobre el mismo. Basado en meras estimas visuales es evidente que el problema se pro-



*El uso de maquinaria pesada sobre suelos agrícolas compacta el suelo.*

duce, ante todo, en las zonas de cultivo intensivo, pero se trata de un asunto que debería ser investigado en mayor profundidad.

### **Salinización**

Después de la erosión hídrica, la salinización es el problema de mayor importancia en la percepción de los expertos. La sobreexplotación de acuíferos es generalizada en el área. Esta sobreexplotación ha dado lugar a un movimiento ascendente de agua de acuíferos salinos que se encuentran en profundidad en gran parte de región. El uso para riego de esta agua resulta en una pérdida drástica de la calidad del suelo y su productividad. El problema se exagera cuando se considera que la mayor parte de la irrigación se realiza por el sistema por goteo que aún siendo más eficiente tiende a crear problemas de salinización.

Hay que hacer notar de nuevo que los suelos salinos naturales son, no obstante, muy frecuentes en la región. Por un lado, se dan situaciones semiendorréicas donde la alta transpiración impide la presencia de una lámina agua libre permanente y facilita la concentración de sales. Por otro lado, existen numerosos materiales geológicos en la región ricos en sales como yesos, margas, etc.



*En determinadas zonas del Sureste Ibérico, como en el entorno del Mar Menor, son frecuentes los suelos salinos naturales,*



## Prácticas agrícolas que causan degradación

### **Laboreo**

El laboreo (labrado) de la tierra se utiliza con propósitos específicos dependiendo del tipo de cultivo. En el almendro, principal cultivo de secano, el laboreo se utiliza para favorecer la infiltración de agua de lluvia y reducir la competencia con las herbáceas. En los cultivos hortícolas intensivos de regadío el laboreo se realiza como preparación para la plantación de los plántones.

Las condiciones naturales favorecen que el laboreo pueda desencadenar problemas de degradación. Muchos cultivos de secano están instalados en zonas con pendientes moderadas y elevadas y/o sobre materiales geológicos fácilmente erosionables. Por otro lado, el laboreo en los cultivos es especialmente intensivo afectando a la estructura del suelo y disminuyendo drásticamente su calidad. Es particularmente importante el hecho de que en los cultivos de secano mayoritarios (cebada y almendro) la estación de las lluvias más intensas coincida con la mínima protección del suelo.



*El laboreo en los secanos se realiza para favorecer la infiltración y reducir la competencia con las herbáceas adventicias.*

### **Compactación del suelo**

En los cultivos intensivos el uso de maquinaria provoca la compactación de suelos. A su vez esta compactación es combatida con un laboreo más radical lo que da lugar a un círculo vicioso de degradación.

### **Reducción del contenido en materia orgánica**

Los suelos de áreas semiáridas tienen un contenido bajo de materia orgánica ya que la producción biológica es baja al disponer escasos los recursos hídricos. La baja producción supone un bajo aporte de materia orgánica al suelo. El laboreo favorece la aireación del suelo y ésta la descomposición acelerada de la materia orgánica. Por ello, el laboreo frecuente disminuye el contenido en materia orgánica. Este contenido es esencial para la fertilidad del suelo y la infiltración de la lluvia. La pérdida de materia orgánica acelera los procesos erosivos.

### **Contaminación difusa**

En las zonas de cultivo intensivo la contaminación difusa es uno de los principales problemas ya que los pesticidas y fertilizantes se suelen aplicar de manera excesiva, por encima de las necesidades reales del cultivo, y da lugar a un proceso de exportación de nutrientes y/o contaminantes.

### **Salinización**

La principal fuente de salinización de los suelos es el uso de agua de mala calidad proveniente de acuíferos salinizados. En la actualidad, muchos agricultores han instalado pequeñas desaladoras que solucionan parcialmente el problema pero generan salmueras que pueden ser vertidas a la red de drenaje provocando problemas en otros lugares. Además, las aguas residuales empleadas en riego pueden, en ocasiones, ser bastante salinas.

Prácticas agrícolas que previenen la degradación del suelo aplicadas en la actualidad

### **Estructuras de conservación de suelos**

La agricultura mediterránea tradicional emplea de manera abundante estructuras de conservación de suelos como muros, ribazos, sangradores, etc., que contribuyen de manera decisiva a la creación y conservación de suelos, actuando como sumideros de escorrentía y sedimentos. Una red densa de estructuras de conservación de suelos “cortocircuita” la exportación de agua y sedimentos disminuyendo de manera drástica los procesos erosivos. En los últimos 50 años se ha producido una desaparición masiva de las estructuras de conservación de suelos a causa del abandono de las labores de mantenimiento de las mismas en zonas marginales y a la intensificación y mecanización de la agricultura. Además, en la agricultura intensiva el suelo ha dejado de ser un recurso para convertirse



La construcción y mantenimiento de estructuras tradicionales evita la pérdida del suelo (Malcamino, Mazarrón).



en mero soporte físico lo que ha reducido drásticamente la necesidad de conservación.

Como consecuencia del abandono y desaparición de estas estructuras de conservación de suelos, las tasas de erosión en algunos paisajes se han incrementado de manera notable.

### **Control de la erosión hídrica**

Las principales prácticas para el control de la erosión hídrica son el laboreo perpendicular a pendiente y el laboreo reducido, es decir disminuir la frecuencia de laboreo. Asimismo, en las áreas de mayor pendiente se restringe el cultivo de cultivos en hilera como los hortícolas. En otras zonas se ha introducido también el no laboreo, pero en el Sureste el no laboreo es prácticamente inexistente, al menos en el secano.

Se ha comprobado que el laboreo reducido disminuye de manera importante las tasas de erosión. Combinado con construcción y mantenimiento de estructuras de conservación de suelos con densidad adecuada el control de la erosión es muy efectivo. Sin embargo, sólo un número reducido de agricultores implementan en la actualidad este tipo de medidas.

Otras prácticas que pueden ser implementadas es la plantación de cosechas de cobertura (cosechas herbáceas anuales) en los campos de almendro, que proporcionan cierta protección al suelo, así como plantación de herbáceas en bandas que actúan como barreras a la exportación de escorrentía y sedimentos a la manera de estructuras de conservación de suelos como muretes. Sin embargo, estas prácticas no son aplicadas. La principal preocupación del agricultor son los recursos hídricos que se aportan al árbol. A falta de investigación específica se considera que estas cosechas protectoras del suelo producen una competencia por los recursos hídricos que van en detrimento del cultivo principal. Además



*Reducir la frecuencia de laboreo y realizarlo en perpendicular al sentido de la pendiente son las mejores maneras de reducir la erosión en los cultivos arbóreos de secano.*

impiden un laboreo frecuente como es preferido por muchos agricultores.

### ***Control de la contaminación difusa***

Apenas se adoptan medidas en el control de la contaminación difusa. La más extendida se refiere a la limitación en el uso de abonos líquidos (purines) provenientes de las muy abundantes granjas porcinas de la región.

### ***Disminución de la materia orgánica del suelo***

La aplicación de materia orgánica de fuentes externas es una medida que está llegando a ser más popular entre los agricultores. Esta materia orgánica puede provenir de granjas ganaderas, de compost procedente de plantas de tratamiento de residuos sólidos urbanos o de lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales. Estos materiales pueden presentar un problema de calidad, especialmente las provenientes de plantas de tratamiento. Si el material es de calidad baja puede presentar problemas de salinidad y metales pesados, así como presencia de restos de inertes (plástico, vidrio, etc.) que dificultan su uso desde un punto de vista ambiental y/o de comercialización de productos.

La aplicación del laboreo reducido incrementa el contenido de materia orgánica al reducir la frecuencia de aireación y la mineralización acelerada de la materia orgánica. Asimismo, debe evitarse retirar la broza tras el laboreo de los cultivos.

### ***Control de la salinización***

La medida aplicada en mayor frecuencia para el control de la salinización es la aplicación mixta de aguas de buena y mala calidad, de tal manera que las aguas de buena calidad contribuyan al lavado del exceso de sales acumuladas por las aguas de mala calidad.

## Factibilidad de conservación de suelos

### ***Medidas a corto plazo***

Una gran parte de los agricultores implementan el laboreo perpendicular a la pendiente y por tanto es una medida considerada muy factible. Por el contrario, el laboreo reducido y más aún el no laboreo sólo han sido adoptadas por una minoría de agricultores. Los expertos consideran que estas medidas son efectivas en el control de la erosión pero no altamente efectivas. Las condiciones naturales de la región hace que cualquier laboreo genere necesariamente un grado de erosión relativamente importante. Sólo el abandono del cultivo y su reversión a una vegetación seminatural implantada con rapidez podría reducir significativamente las tasas de erosión, lo que sólo constituye una política viable en caso de cultivos marginales, pero evidentemente no supone una solución cuando se pretende mantener una explotación económica de parte del territorio. Incluso durante la transición tras el abandono del cultivo se pueden producir fenómenos erosivos importantes. En cualquier caso, estas medidas de control son absoluta-



mente esenciales para reducir el problema pero no para controlarlo de manera global.

Como se ha mostrado anteriormente, las medidas de siembras en banda que consisten en sembrar un cultivo herbáceo u otro tipo de vegetación en bandas perpendiculares a la pendiente no se utilizan en la zona. Como un compromiso reducido de la cosecha de cobertura completa y un refuerzo de las estructuras de conservación de suelos tradicionales las siembras en banda tienen un gran potencial de aplicación en la zona. Experimentos llevados a cabo en zonas similares muestran que bandas de pequeños arbustos como el tomillo son capaces de retener una importante proporción de los se-



*Siembra y plantación en banda. En parcelas alargadas con problemas de erosión resulta recomendable establecer estructuras con rocas y ramas, donde la vegetación no sea labrada. La efectividad puede incrementarse mediante la plantación de arbustos como jaras, retamas, lavandas o incluso grandes arbustos. (Malcamino, Mazarrón)*

dimentos generados en un campo de almendros si se diseña e implementan de una manera adecuada.

### **Medidas a largo plazo**

En opinión de los expertos la construcción y mantenimiento de las estructuras de conservación de suelos como muros y terrazas son las medidas más efectivas en la mitigación de la erosión. La combinación de las medidas a corto plazo como el laboreo reducido las



siembras y plantaciones en banda con un diseño adecuado de estructuras de conservación puede reducir de manera muy importante la erosión producida por las labores agrícolas. La adición de materia orgánica a largo plazo produciría mejoras sustanciales en la conservación de suelos. Sin embargo, como se ha comentado anteriormente esta materia orgánica proviene de manera mayoritaria de residuos y presenta problemas de calidad. Además, la producción está concentrada en unas pocas plantas de tratamiento que pueden estar localizadas bastante lejos de los lugares de aplicación. Al tratarse de un material voluminoso de poco valor el coste del transporte es crítico en el costo global de la aplicación. La mejora de la calidad de estas fuentes de materia orgánica, así como la implementación de canales de distribución adecuados, permitirían el uso en mucha mayor cantidad de estas fuentes de materia orgánica. También es muy importante en este tema la mejor información a los agricultores, que en la actualidad tienen un conocimiento muy

**En conclusión la aplicación de nuevas medidas de conservación de suelos está limitada por los costos e incentivos y por los conocimientos y creencias tradicionales de los agricultores. En general, la adopción de medidas de conservación de suelos es relativamente baja en la actualidad y se concentran en laboreo reducido y en alguna extensión en las estructuras de conservación de suelos. Hay aún un amplio campo para la introducción de medidas novedosas como la creación de bandas de vegetación, adición de materia orgánica, reducción de fertilizantes, etc. Sin embargo, ello requiere en la formación de los agricultores y sus actitudes así como recursos financieros en las zonas más marginales de secano.**

## *Parte 2*

Reducir la conectividad una técnica de mínima intervención para combatir la degradación.



limitado de las posibilidades y riesgos que ofrece la adición de estas fuentes de materia orgánica.

## 1. Introducción

La erosión y la degradación en los campos provoca la pérdida de la porción más fértil del suelo, pues la mayoría de los nutrientes están en la parte superficial. La erosión también deteriora sus propiedades físicas, reduciendo la capacidad de infiltración del agua en el suelo. Por tanto, los suelos erosionados generan más escorrentía que los suelos no degradados. El sedimento, incluyendo los nutrientes que contiene, se transporta hacia otros lugares. En el caso de las inundaciones, el sedimento puede también ser depositado en las áreas urbanas causando un daño directo a las infraestructuras e incluso a los seres humanos. Estos efectos globales suponen un segundo aspecto negativo de la degradación de las tierras en las zonas de cabecera.

El Proyecto RECONDES financiado por el 6º Programa Marco de I+D ha presentado nuevas medidas de mitigación y restauración, efectivas y sostenibles para reducir los problemas de degradación de tierras de dos maneras:

- Identificación de los puntos críticos en el territorio donde se genera la escorrentía que origina la degradación de suelos.
- Aplicación de estrategias de revegetación efectivas y probadas en los puntos críticos identificados, empleando especies vegetales adecuadas.

Numerosos estudios recientes muestran que durante una tormenta la escorrentía y los sedimentos no se producen de manera homogénea en todo el territorio sino que existen puntos que aportan una proporción muy importante del total de la escorrentía y los sedimentos. Son los puntos críticos o “hotspots”, como se les denomina habitualmente en inglés. La vegetación tiene varios efectos positivos en el control de la erosión: sus raíces reducen la erosión sosteniendo el suelo, los tallos y hojas obstruyen el flujo del agua reduciendo su velocidad y capacidad de arrastre de sedimentos, y además, favorece los procesos de infiltración del agua en el suelo. El uso de la vegetación en los puntos críticos debe maximizar estos efectos positivos. Asimismo, se deben seleccionar especies adaptadas al medio donde se van a emplear y que presenten las mejores características posibles en cuanto a su sistema radical, estructura de tallos y cubierta vegetal.

## 2. Procesos de degradación

En zonas donde la precipitación resulta escasa la escorrentía superficial ocurre normalmente cuando la intensidad de lluvia supera la tasa de infiltración de agua en el suelo. En suelos empobrecidos en vegetación y materia orgánica la capacidad de infiltración disminuye de manera drástica. Cuando la intensidad de la lluvia supera la tasa de infiltración, el agua comienza a escurrir siguiendo la pendiente local. En esta fase, las partículas de suelo arrancadas por el impacto de la lluvia son arrastradas por el flujo, de forma que se pierden

minerales y materia orgánica. Pequeños hilos de agua comienzan a concentrarse, el agua se mueve a mayor velocidad y puede erosionar el suelo en su propio movimiento. En esta fase, los daños son mayores, pues las partículas minerales y orgánicas son evacuadas en mayores cantidades, mientras que los procesos de incisión favorecen la concentración del flujo y la erosión y transporte de más sedimento. De esta manera se desarrollan los regueros y las cárcavas.

Es evidente que la vegetación juega un importante papel en el control de los procesos de erosión y degradación de tierras. Las plantas protegen la superficie del suelo del impacto de las gotas de lluvia. Además las plantas protegen el suelo de la radiación solar directa en zonas áridas incrementando su actividad biológica, lo cual se traduce a largo plazo en una mayor actividad de los procesos formadores de suelo, particularmente la formación de agregados estables, es decir agregados de partículas de suelo cementados por materia orgánica que favorecen enormemente la porosidad del suelo y, por tanto, la infiltración de la lluvia. Las raíces combinan su acción mecánica con su influencia positiva en los niveles de nutrientes y minerales del suelo, aumentando la resistencia a la erosión.

### 3. Puntos críticos (Hotspots) de degradación

Los puntos críticos (o 'hotspots') de degradación son áreas que pueden sufrir procesos de erosión o sedimentación severos. Algunos ejemplos de este tipo de áreas son las orillas y márgenes de ríos y barrancos en los que los procesos fluviales y la escorrentía de



Figura 1. Ejemplo de punto crítico. Incisión en la cabeza de una cárcava progresando hacia arriba en un campo abandonado.

las cabeceras pueden acelerar la creación de incisiones que se moverán posteriormente aguas arriba o hacia los lados según el caso (Figura 1). Otro ejemplo de punto crítico puede presentarse en las terrazas en zonas semiáridas que presentan un pequeño resalte en contrapendiente al final del bancale, que funciona como colector de agua de un área mayor. Si no se maneja adecuadamente el agua puede desbordar este resalte concentrando grandes volúmenes de agua e incrementando así la conectividad del sistema (Figura 2). Por conectividad, entendemos que flujos de agua y sedimentos que se originan en distintos puntos durante una tormenta llegan a entrar en contacto agregándose



*Figura 2. Ejemplo de punto crítico. Ruptura de una terraza tras desbordamiento por agua del resalte de un bancal, provocando un transporte neto de sedimentos.*

en corrientes de agua cada vez mayores.

Los puntos críticos pueden ser controlados protegiéndolos con vegetación. Esto puede reducir la cantidad de agua que se transmitirá hacia abajo en la pendiente e incluso interrumpir el movimiento de sedimentos. Debido a que una gran cantidad de sedimento se pierde por la degradación de estos puntos críticos es necesario identificarlos para diseñar acciones específicas de control de la degradación.

#### 4. Principios y métodos para combatir la degradación con mínima intervención

##### **Conectividad**

La conectividad evalúa la conexión hidrológica existente entre las distintas partes del territorio y se relaciona con la presencia de líneas de flujo que puedan ser identificadas en el paisaje. Las líneas de flujo de mayor tamaño son ríos y ramblas. El agua se mueve naturalmente hacia abajo en la pendiente y va uniéndose en pequeños regueros que convergen entre sí y así sucesivamente. Estas estructuras son las líneas de flujo. Las líneas de flujo de agua continúan hasta que el agua deja de fluir o hasta el final de la cuenca considerada. El sedimento se transporta hasta que se deposita o hasta que el agua deja de correr. Estos puntos representan el fin de las líneas de flujo. Si estos puntos se encuentran a mitad de una ladera o de un curso fluvial, entonces significa que las líneas de flujo se interrumpen y no son continuas a lo largo de la cuenca de drenaje. A este respecto, cuanto más largas sean estas líneas de flujo, más lejos será depositado el sedimento que se erosiona de las laderas, ocasionando una disminución de la fertilidad de los suelos y problemas en las zonas aguas abajo.

El objetivo fundamental de las prácticas de conservación de suelo es la reducción de la conectividad, especialmente de sedimento, con el fin de reducir la pérdida de suelo. Muchas de las prácticas modernas de uso del suelo han provocado un incremento de la conectividad, causando a su vez mayores problemas de erosión. En la Parte I de la guía se han citado las transformaciones masivas modernas y la pérdida de estructuras de

conservación de suelos como un problema importante. Se trata, precisamente de un problema de incremento de conectividad. En presencia de estructuras de conservación de suelos las líneas de flujo tienen poco recorrido y mueren en ellas. Por eso muchas líneas de flujo no llegan a conectarse entre sí y se disminuye el riesgo de generar avenidas y arrastre masivo de materiales.

### *Localización estratégica de la vegetación*

La estrategia principal para disminuir la conectividad es identificar las zonas y las condiciones en las se podría incrementar la vegetación o favorecer su crecimiento. La presencia de vegetación puede contribuir a la mejora de la capacidad de infiltración de agua en el suelo. Una vez establecida, la vegetación mejora las condiciones para el futuro crecimiento gracias al aporte de materia orgánica, lo que también contribuye a estabilizar el suelo frente a la erosión. Si bien el uso de la vegetación para el control de la erosión tiene una larga historia el enfoque realmente innovador se basa en emplear la vegetación en lugares estratégicos, los puntos críticos. Estos lugares son aquellos en las que ésta producirá el máximo efecto. Se localizan fundamentalmente en las líneas de flujo de agua y sedimentos. Para ello debemos identificar en qué zonas del territorio sería más eficiente establecer la vegetación. Esta estrategia será mucho más económica que plantar en todo el territorio, como se ha hecho en muchos proyectos de repoblación forestal.

Las etapas para desarrollar un plan de revegetación son

- Identificar las líneas de conectividad en la zona
- Identificar los puntos críticos donde tienden a producirse los fenómenos erosivos
- Evaluar las condiciones para el crecimiento de la vegetación con respecto a los principales factores que lo condicionan
- Seleccionar el tipo de planta más adecuado para el crecimiento en las zonas seleccionadas
- Identificar las técnicas adicionales necesarias para permitir el establecimiento y el crecimiento de la vegetación implantada
- Aplicar las técnicas
- Implantar las semillas o plántulas de las especies seleccionadas

### ***Combatiendo la degradación en cultivos de secano***

La escasa cobertura vegetal en los cultivos de secano es incapaz de proteger el suelo frente a las lluvias de forma que se pueden llegar a producir roturas en las terrazas y bancales. La escorrentía suele concentrarse en los fondos de los valles, caminos y en los pasos de maquinaria entre las terrazas. En los suelos poco profundos, la erosión puede llevar a un descenso de la productividad y de las cosechas con el paso del tiempo.

Una forma eficaz de reducir los problemas de erosión es aumentar la cobertura del suelo durante la época lluviosa. Como se comentó en la Parte I la siembra de cultivos



Figura 3. Se pueden considerar distintos tipos de cultivo de cobertura, incluyendo: (A) malezas, (B) leguminosas y (C) herbáceas.

de cobertura, limitados a fajas perpendiculares a la pendiente o a lo largo del borde del campo ('buffer' o contorno) pueden ser las mejores maneras (Figura 3).

En zonas semiáridas, en las que es vital disminuir la competencia por el agua con el cultivo principal, puede ser necesario limitar la plantación de cultivos de cobertura a los caminos de acceso a los campos y el fondo de los valles. Estas coberturas pueden ser eliminadas por laboreo mecánico en primavera. En el caso de eliminar las malezas químicamente, el residuos de las mismas se puede dejar como rastrojo, lo que ayuda a mantener el suelo lo más cubierto posible.

La selección y aplicación de técnicas específicas de revegetación debe realizarse a escala de local, considerando el clima particular, el paisaje y los sistemas de cultivo. La

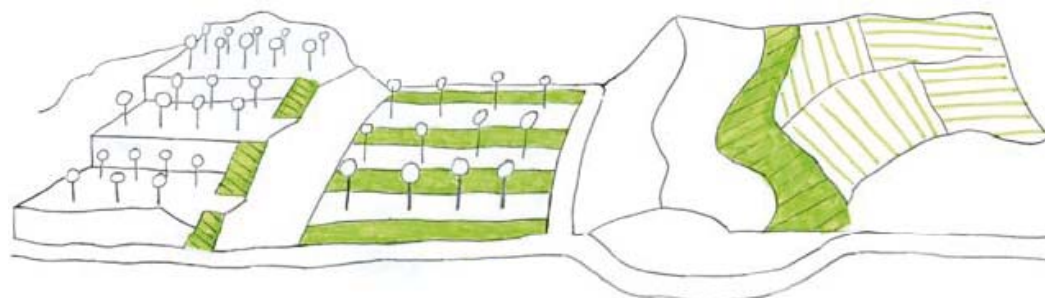


Figura 4. Áreas de protección prioritaria durante la época de lluvias: bancales y viñas en los que la competencia por el agua es alta (izquierda), bancales en fuerte pendiente (centro) y campos de cereales en pendiente (derecha).

Figura 4 presenta las zonas prioritarias para la protección durante la época de lluvias. Los taludes de las terrazas de tierra pueden estabilizarse con vegetación natural.

### **Campos abandonados y zonas de vegetación degradada**

Los campos de cultivo abandonados son especialmente frecuentes en la región: bien procedentes de cultivos de secanos marginales bien de regadíos fracasados. Los campos abandonados se encuentran normalmente muy alterados y son más susceptibles a los procesos de degradación. Parte de los procesos de degradación observados en estos terrenos se considera 'erosión natural', que es prácticamente inevitable debido a la topografía o al carácter erosionable del sustrato. No obstante, los campos abandonados muestran una combinación de suelos degradados y falta de medidas de conservación que los convierte frecuentemente en puntos críticos para la degradación. Las áreas de vegetación natural que circundan los campos abandonados son susceptibles de una degradación acelerada inducida por los regueros y cárcavas originadas en los campos y tierras abandonadas circundantes. Estos fenómenos erosivos tienden a expandirse muy rápidamente y deben ser prevenidos lo antes posible.



*Figura 5. Costra en el suelo de un campo abandonado recientemente.*

Los campos abandonados en zonas semiáridas pueden ser vulnerables a la erosión debido a la lenta recuperación de la vegetación y las condiciones desfavorables de las propiedades del suelo. La combinación de una baja cobertura de vegetación y la ausencia de roturación conducen a la formación de costras en el suelo (Figura 5), que disminuyen la capacidad de infiltración de los suelos. Esto origina un incremento de la escorrentía superficial y la aparición de fenómenos erosivos en regueros o en cárcavas, cuando la escorrentía se convierte en un flujo concentrado. Muchos campos están aterrizados y presentan bancales de

tierra para retener el agua. Una vez abandonados, estas estructuras dejan de ser conservadas y se deterioran. Esto incrementa el riesgo de rotura de las terrazas por erosión en cárcavas (Figura 6) y sufosión (Figura 7) y, una vez que las terrazas se rompen, la conectividad se incrementa, lo que a su vez aumenta el riesgo de que las terraza siguientes colapsen igualmente.

Se pueden distinguir dos tipos de estrategias de revegetación para mitigar los procesos de degradación en los campos abandonado: (1) incrementar la cobertura de vegeta-



Figura 6. Início de una cárcava en un campo abandonado.



Figura 7. Sufosión (piping) en una viña abandonada.

ción, lo cual debería disminuir la aparición generalizada de regueros y cárcavas, y (2) plantar vegetación en los puntos críticos en los que se concentran los flujos hídricos. La primera estrategia también incluye el mantenimiento de las estructuras de conservación de suelo hasta que la vegetación de las terrazas esté suficientemente recuperada, i.e. la restauración de las terrazas después de los aguaceros y la construcción de pequeños diques alrededor de las cárcavas presentes (Figura 8).



Figura 8. Pequeño dique alrededor de una cárcava profunda.

Una cubierta de vegetación superior al 30% consigue disminuir la escorrentía considerablemente. Para lograr un establecimiento rápido de la cobertura vegetal se deberían usar especies vegetales perennes con crecimiento rápido, alta cobertura y capacidad de mejorar las propiedades del suelo. Para estimular la recuperación de la vegetación se pueden realizar sembrados adicionales y enmiendas orgánicas.

La segunda estrategia se centra en la prevención de la rotura de las terrazas y del desarrollo y expansión de la erosión por regueros y cárcavas mediante la plantación de la vegetación en los puntos en los que se prevé se pueda concentrar la escorrentía. El patrón de flujo de agua es fácilmente identificable en el paisaje. Las zonas en las que las líneas de flujo concentrado coinciden con cambios de pendiente (i.e. talud de una terraza) son puntos críticos para la erosión (Figura 9). El sistema radical de la vegetación es muy importante para mitigar la erosión por escorrentía concentrada, especialmente las raíces de la vegetación herbácea. Algunas especies que pueden ser empleadas para revegetar los puntos críticos son las herbáceas como el albardín (*Lygeum spartum*), el lastón (*Brachypodium retusum*)

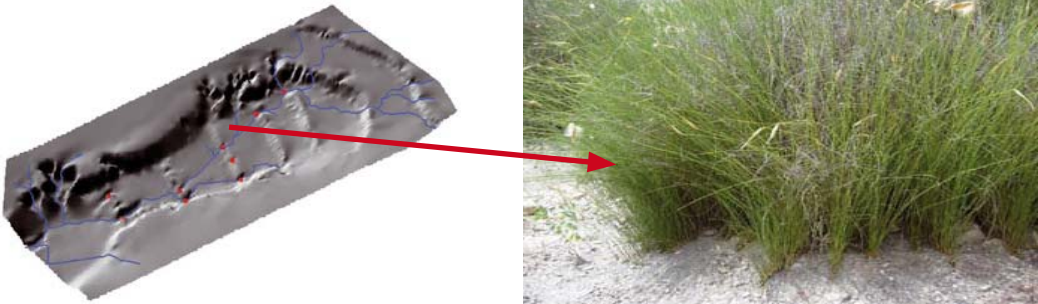


Figura 9. Mapa de campos aterrazados abandonados con las líneas de flujo y las roturas observadas en las terrazas (puntos rojos). Estos efectos pueden ser mitigados con la plantación de vegetación, i.e. con albardín (*Lygeum spartum*) (derecha), en zonas con escorrentía concentrada o justo aguas arriba del talud de la terraza.

y el esparto (*Stipa tenacissima*) en combinación con matorrales de raíces más profundas como la albaída (*Anthyllis cytisoides*), el (*Atriplex halimus*) o la (*Salsola genistoides*).

### Cárcavas

Las zonas de escorrentía concentrada son puntos críticos en el paisaje en los que se pueden desarrollar cárcavas y por tanto, producirse la erosión de grandes cantidades de sedimento. Muchos estudios indican que la erosión por cárcavas puede ser responsable de hasta el 80% de las pérdidas totales de suelos por erosión hídrica, mientras que el área afectada por cárcavas es a menudo inferior al 5%. Además, una vez que las cárcavas se desarrollan, incrementan la escorrentía y la conectividad de sedimento en el paisaje, actuando como vías de transferencia rápida de agua y sedimentos desde las zonas altas a las bajas. La probabilidad de que se desarrollen cárcavas en una zona está controlada por la topografía local (i.e. pendiente y área de drenaje). Las áreas críticas en el paisaje, en las que la erosión por cárcavas es un problema frecuente, incluyen los cauces de las ramblas, los cultivos abandonados y las zonas ya erosionadas en fuertes pendientes con vegetación natural.

## 5. Estrategias de revegetación para la reducción de la conectividad

### Campos de cultivo

Además de los tallos de las herbáceas, que reducen la velocidad de la escorrentía, las raíces de las herbáceas aumentan en gran medida la resistencia de las capas superficiales del suelo a la erosión por concentración de escorrentía, así como previe-



Figura 10 Fotografía de las raíces de *Brachypodium retusum* reforzando el suelo y evitando los desprendimientos de suelo en la pared de la cárcava.



nen la caída de los bloques del suelo incrementando la cohesión del suelo (Figura 10). Por ello se recomienda establecer fajas de contorno de herbáceas o canales de desagüe encespedados en zonas en las que se concentre la escorrentía o en las partes bajas de los campos de cultivo.

### **En laderas con vegetación natural**

La plantación en líneas perpendiculares a la dirección del flujo proporcionará una resistencia óptima a la erosión por regueros y una mayor capacidad de retener sedimentos y restos orgánicos en comparación con plantaciones aleatorias o en líneas paralelas a la dirección del agua (Figura 11). Las herbáceas como el esparto (*Stipa*



Figura 11. Plantación en líneas perpendiculares a la dirección del flujo.  
Esparto (*Stipa tenacissima*) en fuerte pendiente.

*tenacissima*), el albardín (*Lygeum spartum*) y el *Helictotrichon filifolium* son muy eficaces estabilizando fuertes pendientes.

### **Control de cárcavas**

Establecer la vegetación en el fondo de las cárcavas. Se puede estabilizar el fondo de las cárcavas mediante el establecimiento de plantas con gran capacidad de retención con más de un 50% de cobertura vegetal. Establecer barreras de vegetación en las cárcavas para prevenir la progresión de la erosión del suelo. Por ejemplo, se propone establecer barreras de vegetación en las partes bajas, cubriendo sólo el 20% de un terreno en margas, lo cual es suficiente para retener todos los sedimentos erosionados pendiente arriba.

### **Diseño de revegetación en una pequeña cuenca**

A pesar de que la erosión puede comenzar a partir de un elemento muy pequeño del paisaje (i.e. rotura de una terraza, regueros en un campo), si no se hace nada para controlarla, puede convertirse rápidamente en un problema con importantes implicaciones. Una vez que las líneas de flujo empiezan a formarse, se concentran los flujos erosivos

en ellas. Pequeñas zonas aisladas de erosión (rotura de terrazas, regueros) pueden conectarse y generar mayores problemas erosivos (cárcavas), que son mucho más difíciles de controlar.

Para diseñar la estrategia de revegetación en una pequeña cuenca en primer lugar deben identificarse los puntos críticos y las líneas de flujo. Esta identificación debe comenzar a realizarse a la escala más detallada (bancal, campo), pero debería extenderse a la escala de toda la pequeña cuenca. Las estrategias de revegetación deberían ser aplicadas a los puntos críticos y las líneas de flujo con el fin de incrementar la resistencia de los suelos a la erosión y reducir el aporte de sedimentos a las zonas aguas abajo.

Los puntos críticos son zonas donde la erosión se localiza y constituyen puntos de elevada pérdida de suelo. La ubicación de los puntos críticos y las líneas de flujo es fácilmente detectada por los propietarios de los terrenos, ya que a menudo coinciden con las zonas en las que se necesita realizar trabajos de mantenimiento continuamente después de las lluvias. Por ejemplo: depresiones del terreno y áreas de drenaje con un acusado incremento de pendiente, terrazas en las que los taludes se rompen continuamente, caminos y áreas compactadas que suelen generar gran cantidad de escorrentía durante una lluvia

### Ejemplo: Subcuenca ubicada en la rambla del Cárcavo (SE de España)

El ejemplo presenta el caso de una pequeña subcuenca localizada en la cuenca del Cárcavo (Murcia, SE España). El mapa de la izquierda (Figura 12) presenta un esquema de las terrazas y el camino que cruza la subcuenca. El área está dedicada mayoritariamente al cultivo de almendros y olivos con una pequeña zona abandonada. Se presentan las líneas de flujo y erosión originadas en distintos aguaceros (flechas en rojo) y las áreas en las que se depositó el sedimento (zonas grises). Las zonas de fuerte pendiente en cabecera y la zona de cultivos abandonados son fuentes de escorrentía. Muchos de los regueros más grandes comienzan a partir del camino, siguiendo las líneas de drenaje naturales aguas abajo. Se registró también escorrentía a lo largo de las terrazas alargadas que no estaban construidas según las curvas de nivel del terreno.



Figura 12. Conectividad en varios eventos de lluvia.



El mapa de la derecha (Figura 13) proporciona un resumen de las estrategias sugeridas que deberían ser aplicadas en las zonas críticas y las líneas de flujo para reducir la conectividad en la subcuenca. Estas estrategias se resumen en los siguientes puntos:

- Establecer más vegetación en los taludes de las terrazas. Entre las especies adecuadas se incluyen herbáceas como el albardín (*Lygeum spartum*), el lastón (*Brachypodium retusum*) y el esparto (*Stipa tenacissima*) en combinación con arbustos de raíces más profundas como la albaida (*Anthyllis cytisoides*), el salado *Atriplex halimus* o la *Salsola genistoides*.
- Plantar vegetación en las terrazas planas de las tierras abandonadas y en los taludes de las mismas. Entre las especies adecuadas se incluyen herbáceas como el albardín (*Lygeum spartum*), el lastón (*Brachypodium retusum*) y el esparto (*Stipa tenacissima*).
- Favorecer los cultivos de cobertura entre las líneas de árboles de todos los campos en invierno (cubriendo más del 50% del área). Los cultivos de cobertura deberían establecerse siguiendo las curvas de nivel. Se recomienda emplear especies anuales de invierno y malezas.
- Plantar vegetación en los lados de los caminos. Las especies adecuadas incluyen herbáceas como lastón (*Brachypodium retusum*).
- Plantar vegetación a lo largo de las líneas naturales de drenaje (canal de desagüe encespedado). Las especies herbáceas adecuadas incluyen al *Brachypodium retusum* y el junco.

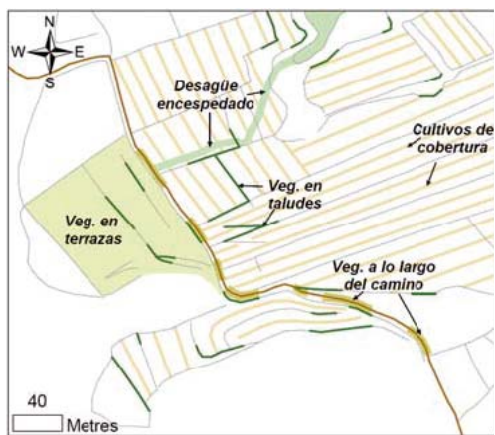


Figura 13. Estrategias de revegetación que pueden ser aplicadas a las subcuencas para reducir la erosión y la conectividad.



Esparto (*Stipa tenacissima*)



Junco (*Juncus acutus*)



Albardín (*Lygeum spartum*)

# Parte 3

## Ejemplos prácticos en la reserva de Malcamino (Mazarrón)

*Autores:*

*Jorge Sánchez Balibrea. ANSE*

*Pedro López Barquero. ANSE*

*Pedro García Moreno. ANSE*

*Ramón Navia-Osorio Pascual.*

*Gonzalo Gonzalez Barberá. CEBAS-CSIC*

## 1. Antecedentes

La Reserva de fauna “Malcamino” adquirida en 1996 por la Asociación de Naturalistas del Sureste se encuentra ubicada en el término municipal de Mazarrón (Región de Murcia). Esta reserva fue adquirida inicialmente para el desarrollo de una experiencia de reintroducción de tortuga mora (*Testudo graeca*), pero además acoge una notable biodiversidad y una extraordinaria riqueza paisajística.

A finales de la década de los 90 y con el apoyo de GREENPEACE, se acometieron actuaciones de diversificación de la cubierta vegetal en el contexto del proyecto “Echando raíces”. El desarrollo de dicho proyecto aportó una valiosa experiencia que ha podido ser aplicada en posteriores actuaciones.

Recientemente, se han abordado diversas actuaciones tendentes a controlar los procesos erosivos en la reserva cuyos resultados se presentan en el presente apartado. Estas acciones se han desarrollado en el contexto del proyecto “Modelo de gestión de fincas privadas agroforestales para el control y prevención de la erosión y la desertificación” cofinanciado por la Fundación Biodiversidad.



Las zonas bajas de la reserva “Malcamino” presentaban algunos problemas de degradación del suelo.



## 2. Malcamino, una reserva en la Europa más árida

El desarrollo de actuaciones para el control de la erosión y prevención de la desertificación requiere de un conocimiento previo de las condiciones ambientales de la zona de actuación. Precisamente, la reserva de Malcamino se localiza en unos de los sectores más secos del Sureste Ibérico y por tanto en una de las zonas más áridas del continente europeo.

### *Situación de la reserva*

La reserva se encuentra enclavada en el término municipal de Mazarrón, en el sur de la Región de Murcia, formando parte de la extremidad más septentrional de la Cadena Bética *sensu stricto*. Concretamente, la Reserva se sitúa en la extremidad más occidental de la Sierra de las Moreras (o Sierra de Los Cucos), que enlaza al oeste con la más importante Sierra de Almenara, trazando una línea de cumbres que divide la zona en dos vertientes fluviales bien diferenciadas-

**Clima:** *precipitaciones escasas en un ambiente cálido.*

Las estaciones más cercanas a la zona de estudio son Mazarrón San Telmo situada a unos 12 km al Este y Totana El Paretón, a 200 metros de altitud, unos 13 km al Norte. De la primera de ellas la serie disponible comienza tan sólo en 1986.

Las temperaturas y precipitaciones medias mensuales en la estación Mazarrón San Telmo muestra que las temperaturas medias son bastante elevadas, con un mínimo de 11° y un máximo de 26° y se detecta una práctica ausencia de heladas. Las precipitaciones son escasas e irregulares. La media anual es inferior a 250 mm y cualquier mes puede presentar una ausencia prácticamente total de precipitaciones. Por el contrario, las precipitaciones torrenciales son frecuentes. Así en los años más secos las precipitaciones ni siquiera llegan a 100 mm (1995), mientras que en los más húmedos superan los 600 mm (1980). (serie de Totana El Paretón)

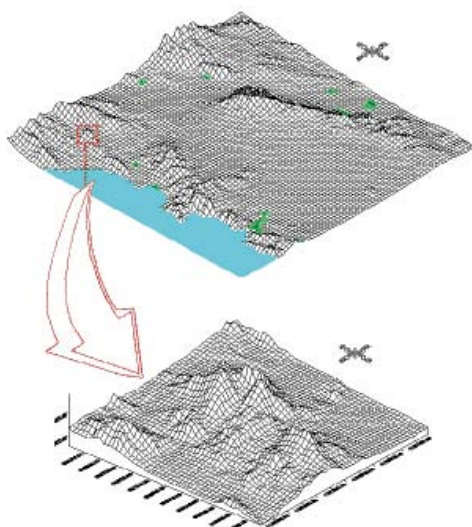


Figura 1. Esquema regional y local de situación de la Reserva de Malcamino

*Distribución mensual de temperaturas. Distribución mensual de precipitaciones.*

En general, se puede decir que las dos características más destacadas del área de Malcamino son la termicidad y la aridez, fruto de su situación latitudinal, su cercanía al Mediterráneo y de los relieves de Cazorra y Segura, que actúan como barrera frente a las borrascas atlánticas y que condicionan toda la climatología del Sureste Ibérico.

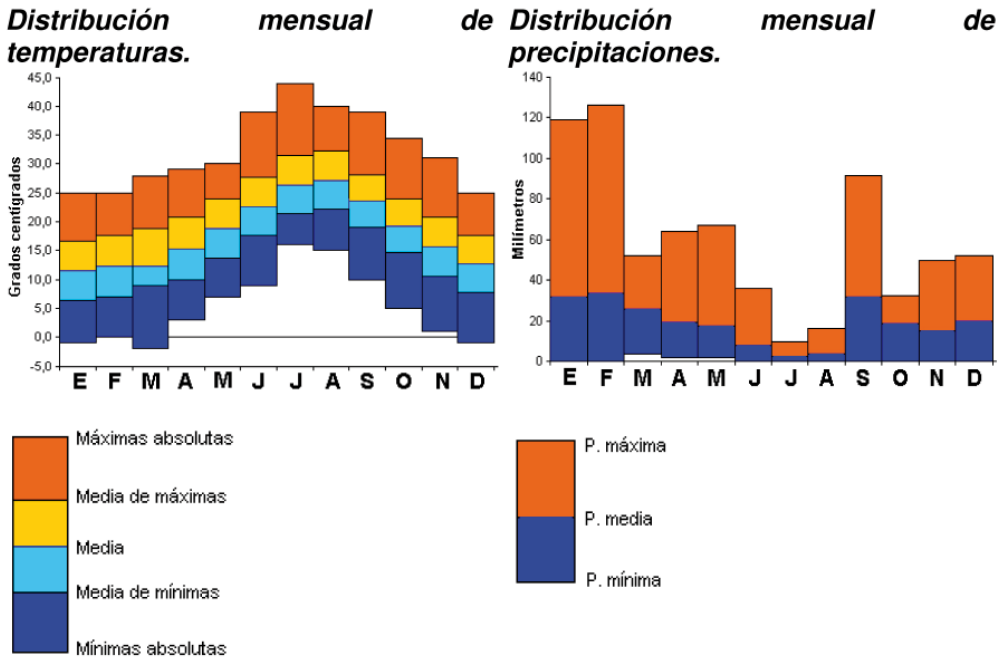


Figura 2. Temperaturas y precipitaciones en Mazarrón San Telmo. (1986-1996)





### *Geología, notables pendientes y diversidad litológica.*

La Sierra de los Cucos es una alineación montañosa de dirección E-W que sobresale unos 400 m sobre sendas planicies al S y al N (Figuras 4 y 5). El vértice más alto (Los Cucos) alcanza los 594 m. La planicie sur descende hacia el mar, situado a unos 9 km de la Reserva, mientras que al norte vierte aguas hacia la Rambla de las Moreras.

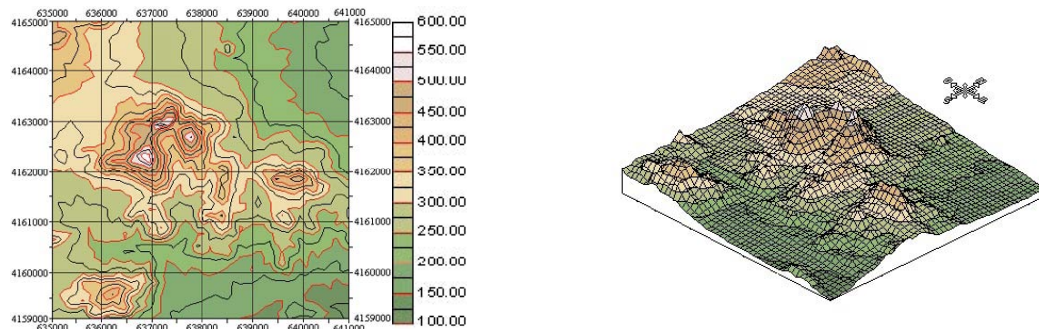


Figura 4 y Figura 5. Topografía de la Reserva de Malcamino.

La Reserva se encuentra enclavada en el área más elevada de la sierra, formando un circo montañoso delimitado por cumbres de más de 500 m, y estructurado alrededor de un barranco con dirección N-S. Por esta razón las orientaciones más frecuentes de las laderas son E y W, si bien se pueden encontrar laderas orientadas en cualquier dirección. Las pendientes resultan, en general, elevadas.

La Reserva de Malcamino es litológicamente compleja, como corresponde a un territorio de geología tan diversa como el Sureste Ibérico. Las zonas más elevadas están ocupadas por estratos de mármol, que conforman una topografía quebrada con abundancia de pequeños cortados. Mientras, las laderas que descienden desde las líneas de cumbres son mayoritariamente filitas, aunque frecuentemente se encuentran cubiertas por coluvios de mármol. Por sus características, y a pesar de las elevadas pendientes, las filitas forman laderas de formas suaves. Entre estas dos rocas principales se pueden encontrar, en afloramientos de pequeña extensión, yesos y vitófidos oscuros, una roca volcánica.

### *Suelos, soporte de la biodiversidad.*

La información disponible sobre los suelos de la zona proviene de la cartografía 1:50.000 del proyecto LUCDEME (Figura 6). Desgraciadamente, esta información es demasiado grosera y no da buena cuenta de la heterogeneidad interna de la Reserva. En este sentido, la zona de la Reserva queda incluida en la categoría de Litosoles (suelos de menos de 10 cm de espesor) aunque en realidad sólo aparecen en una parte de la misma. Realmente, una gran parte de los suelos de la Reserva pueden ser incluidos en la categoría de Xerosoles cálcicos, que responden mayoritariamente a un perfil A-C y ocasionalmente A-B-C, la profundidad del suelo arable alcanza los 25 cm en las zonas con pendientes elevadas y unos 50 cm en la zona con topografía más plana.

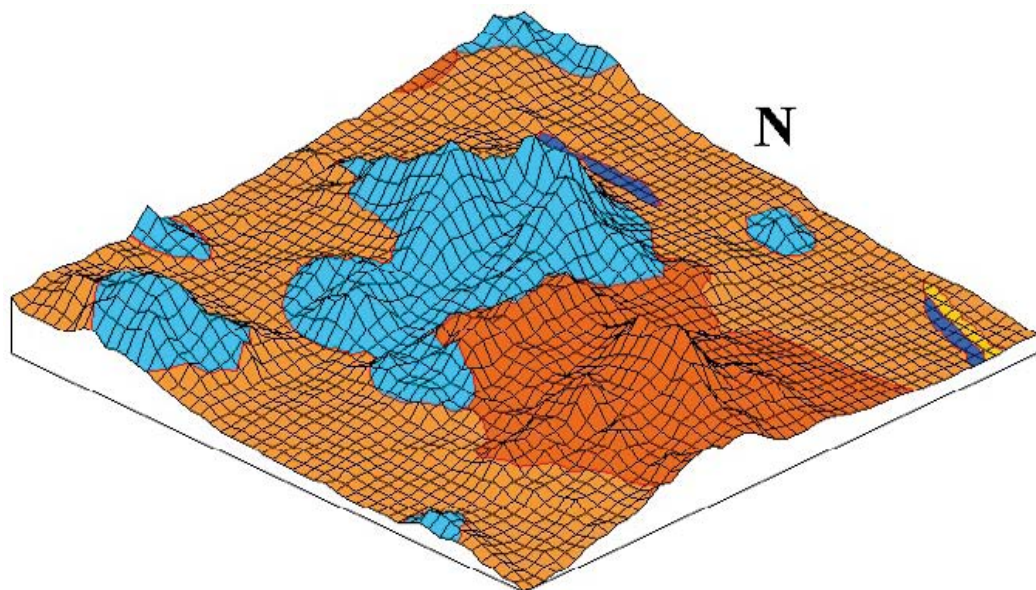


Figura 6. Unidades edafológicas en el área de Malcamino según cartografía 1:50.000

### Vegetación, matorrales de importancia europea.

La vegetación del entorno de la Reserva de Malcamino es, desde el punto de vista fisiológico, un matorral. Además, al Este de la Reserva la Administración forestal realizó aterrazamientos para la plantación de pino carrasco (*Pinus halepensis*). Dentro de la Reserva, y a pesar de los procesos históricos de degradación, el matorral cuenta con un grado de cobertura bastante alto.

En las zonas de monte, las laderas más húmedas (levante y norte) presentan una cobertura muy elevada y están dominadas principalmente por el romero (*Rosmarinus officinalis*), aunque también son abundantes otras especies de matorral como la albaida (*Anthyllis cytisoides*) o diversas jaras (*Cistus albidus*, *C. clusii*). En las zonas más húmedas resulta frecuente la presencia de manchas de lastón (*Brachypodium retusum*). Por el contrario, en las solanas y ponientes, el elemento dominante es el esparto (*Stipa tenacissima*), que alcanza coberturas algo menores y cuya extensión se ha visto favorecida por la forma tradicional de explotación que fue muy intensa hasta los años 50. Finalmente, las zonas de transición entre umbría y solanas, así como campos abandonados, están dominadas por la albaida (*Anthyllis cytisoides*) que también presentan como acompañantes muchas de las especies citadas anteriormente.

Los grandes arbustos como el lentisco (*Pistacia lentiscus*), el bayón (*Osyris quadripartita*), el acebuche (*Olea europaea*), el palmito (*Chamaerops humilis*), el enebro de la miera (*Juniperus oxycedrus*) o la coscoja (*Quercus coccifera*) aparecen en las zonas más favorables.



La zona de yesos muestra una vegetación característica, caracterizada por una cobertura inferior al 50%, debido fundamentalmente a la extracción del yeso. A pesar de que especies como el romero o la albaida están bien representados, los elementos más característicos son especies propias de este sustrato como *Helianthemum squamatum*, u otras con gran afinidad por suelos con contenido en sales como *Santolina viscosa* o *Helianthemum syriacum*.

De menor extensión superficial pero de notable relevancia para el control de la erosión son los cultivos abandonados en fechas relativamente recientes y que han sido cubiertos por bojias (*Artemisia barrelieri*) y bolagas (*Thymelaea hirsuta*). Igualmente poco extendidos superficialmente pero significativos son los barrancos, dónde la especie más sobresaliente es el baladre o adelfa (*Nerium oleander*).

En la reserva se reconocen diversos hábitats de interés comunitario, vegetación de relevancia a nivel europeo entre los que se encuentran diversos tomillares con endemismos y matorrales con mediterránea o con iberoafricanismos.

#### *De una intensa explotación del territorio a la protección ambiental.*

Las áreas litorales y prelitorales del Sureste Ibérico han sufrido una intensa transformación durante los últimos 40 años. Esta transformación se expresa en una fuerte dicotomía. Por un lado, en las sierras el cultivo de las áreas marginales se ha reducido y la explotación tradicional de los ecosistemas seminaturales como el leñeo, la extracción del esparto, etc., prácticamente han desaparecido. Por otro lado, en los valles y llanuras se ha intensificado enormemente la actividad agrícola, fundamentalmente a través de regadíos e invernaderos basados en la sobreexplotación de los recursos subterráneos, la transferencia de recursos desde otras cuencas y, últimamente la desalación de agua marina o de acuíferos degradados.

Todas las llanuras que rodean la Reserva de Malcamino están sometidas a este modelo de desarrollo con todos sus impactos negativos: roturación con maquinaria pesada, sobreexplotación de recursos hídricos, alto consumo de agroquímicos, abundancia de desechos en forma de envases y plásticos de invernadero, etc.

La Reserva de Malcamino sufrió un importante aprovechamiento humano hasta su adquisición por la Asociación de Naturalistas del Sureste. Tal y como lo demuestran las fotografías aéreas de 1956 todas las cañadas y bordes de rambla se encontraban flanqueados por algarrobos y olivos. Las zonas más bajas de la reserva (incluyendo algunos cabezos) albergaban cultivos de secano como almendros y cereales. Además, la cobertura vegetal resultaba notablemente menor como consecuencia del sobrepastoreo. Posteriormente, a finales del Siglo XX la llegada de nuevas técnicas de cultivo permitió la puesta en regadío (tomate) de algunas zonas de la finca, llegándose a instalar invernaderos. Finalmente, todos estos aprovechamientos cesaron, iniciándose una recuperación natural de la vegetación.

Finalmente, los extraordinarios valores ambientales de la reserva, particularmente hábitats y especies de aves de interés comunitario, han sido reconocidos a través de su

inclusión en la Red europea de áreas protegidas (Red Natura 2000) como Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) y como Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA)

### 3. Malcamino: un modelo para la gestión de las fincas privadas agroforestales.

El abandono de los aprovechamientos agrícolas existentes en la reserva tuvieron efectos muy diversos. Por un lado, la vegetación fue ocupando las zonas abandonadas aunque generalmente a través de especies primocolonizadoras (artemisia, bolaga). Por otro lado, el abandono de determinadas prácticas agrícolas condujo al desencadenamiento de procesos erosivos y a la pérdida de biodiversidad. Además, fruto de aprovechamientos pasados quedaron abandonadas infraestructuras como los invernaderos que tenían un notable impacto sobre el paisaje y suponían un riesgo para determinadas especies de fauna.

#### *Objetivos del proyecto*

El objetivo del proyecto ha sido desarrollar y divulgar un modelo de gestión y manejo de fincas agroforestales bajo condiciones semiáridas que permita controlar la erosión y mantener la productividad del sistema, restaurando los espacios degradados por actividades recientes (roturaciones agrícolas y puesta en regadío) y recuperando infraestructuras tradicionales.

Las principales actuaciones del proyecto han sido:

- Manejo de los recursos hídricos de la finca, con especial énfasis en el aprovechamiento de escorrentías. Recuperación de aprovechamiento de fuentes compatible con la conservación de los valores que alberga.
- Recuperación y mantenimiento de cultivos tradicionales extensivos en régimen ecológico como actividad agrícola productiva, perfectamente compatible con la conservación del suelo.
- Mejora de la vegetación autóctona en ribazos, bordes de cultivos y zonas alteradas para disminuir la conectividad del paisaje respecto a los flujos de escorrentía y sedimentos y mantener la producción del sistema.
- Mantenimiento y protección de la vegetación natural (hábitats de interés comunitario).
- Recuperación y creación de infraestructuras tradicionales (terrazas en piedra, aljibes) especialmente aquellas que disminuyen la conectividad del paisaje a los flujos de escorrentía y sedimentos.
- Minimizar el riesgo de incendio y mejorar las infraestructuras necesarias para su extinción.
- Diseminar los modos de diagnóstico y remediación aplicados en la finca como modelo.

### 4. Diagnóstico de las principales fuentes de procesos de degradación en la reserva biológica

A través de voluntarios previamente adiestrados por investigadores del CEBAS-CSIC se identificaron los puntos críticos de degradación del suelo en la reserva tras eventos de precipitaciones importantes. Los procesos pueden resumirse en:



- Cuenca vertiente amplia sobre una zona reducida de cultivo (cultivo 1)
- Cárcavas en avance en las tablas de cultivo de almendro (cultivos 5) y cultivo de olivo (cultivo 3)
- Producción de escorrentías en la red de caminos (toda la reserva) y mal estado de conservación que dificulta la extinción de un eventual incendio forestal.
- Pérdida de suelo por abandono de infraestructuras tradicionales (pedrizas) (cultivos 1 y 2)
- Los invernaderos abandonados artificializan el paisaje (cultivos 6)
- Cultivos de almendro en ladera que debían mantenerse en situación de abandono, favoreciendo la evolución natural de la vegetación (cultivos 7)



*Principales puntos de actuación del proyecto.*

**Fuente:** Proyecto NATMUR-08, propiedad de la Dirección General de Patrimonio Natural y Biodiversidad de la Región de Murcia y se distribuye bajo licencia "creative commons" que permite su uso y difusión bajo las condiciones que se pueden consultar en los términos de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/es/>

Además se detectaron las siguientes oportunidades:

- La reserva posee recursos hídricos renovables como una fuente y las escorrentías de los caminos que no estaban siendo aprovechados.
- Se disponía previamente de un aljibe para el almacenamiento eficiente del agua.
- La red de drenaje (barrancos) se encuentra estabilizada y puede ser usada para la recuperación de especies de interés conservacionista. (barranco 8)
- Existían zonas agrícolas abandonadas con buena aptitud para la recuperación de esta actividad y la biodiversidad asociada. (cultivos 6 y 9)

5. Algunas medidas para controlar erosión y prevenir la desertificación.

#### Medida 1. Manejo de los recursos hídricos de la finca.

La gestión del agua en la reserva se basa en un aljibe (depósito enterrado) que se alimenta de dos fuentes renovables:

- a) Excedentes de una fuente: Los excedentes de una fuentes son captados mediante un rebosadero instalado en una charca para anfibios y conducidos mediante una tubería de polietileno hasta el aljibe.
- b) Escorrentías de superficies. Las escorrentías generadas por las superficies llanas existente en el entorno de la vivienda son captadas y conducidas hasta el aljibe.



*El aljibe (depósito subterráneo) permite el almacenamiento eficiente del agua.*

Además, las escorrentías de los caminos han sido desviadas hacia las zonas de cultivo mediante lomos o motas, perpendiculares al eje del camino, de forma que las aguas que antes desencadenaban procesos erosivos ahora contribuyen a aumentar la producción agrícola.

#### Medida 2. Agricultura tradicional extensiva como actividad agrícola productiva, perfectamente compatible con la conservación del suelo.

Se ha mantenido y recuperado la actividad agrícola extensiva de secano en las zonas aptas para ello: tablas de cultivo llanas o con muy poca pendiente, así como aterrazamientos realizados en épocas pasadas para la puesta en regadío. Las parcelas en las que se recuperaron los cultivos que no presentaban colonización por vegetación de interés.

Los cultivos recuperados han sido arbóreos dominando el algarrobo (*Ceratonia siliqua*) seguido del olivo (*Olea europaea*). Además, se han mantenido las parcelas con almendro (*Prunus dulcis*). La finca se encuentra en régimen de agricultura ecológica y el laboreo se redujo a dos veces al año. La broza, arrancada por el tractor, se mantenía en los cultivos. Este laboreo reducido garantizar la pervivencia de los árboles, pero evitar la pérdida de



materia orgánica del suelo.

Las razones que justifican el mantenimiento y recuperación de la actividad agrícola en la reserva son:

- Mantenimiento de una actividad económica en el interior de la reserva.
- Recuperación del paisaje tradicional
- Mantenimiento de la biodiversidad (variedades tradicionales, zonas favorables para especies presa como perdiz roja o conejo)
- Establecimiento de áreas cortafuegos gracias al laboreo.

### Medida 3. Setos de interceptación de escorrentías. (Plantación en banda).

*Ubicación:* Cultivo 1.

*Objetivo:* Minimizar escorrentías en la tabla de cultivo.

*Técnica:* Implantación manual sin riego frecuente acompañada de muro de piedras y troncos. Mantenimiento de una banda de un metro de ancho sin laboreo. Actuación perpendicular al sentido de la pendiente.

*Marco de plantación:* 0,4 metros, alternando especies de gran porte y pequeño porte.

*Especies estructurantes:* Lentisco (*Pistacia lentiscus*), acebuches (*Olea europaea*), bayón (*Osyris lanceolata*), altramuz del diablo (*Anagyris foetida*)

*Especies acompañantes:* Jara (*Cistus albidus*), efedra (*Ephedra fragilis*), lavanda (*Lavandula dentata*), retama (*Retama sphaerocarpa*)



Medida 3. Plantación en banda.

### Medida 4. Construcción de pedriza

*Ubicación:* Cultivos 1.

*Objetivo:* Evitar la erosión y la escorrentía, capturando sedimentos.

*Técnica:* Construcción de pedriza, apoyado de plantación aguas arriba del muro de piedra

*Marco de plantación:* 0,4 metros, alternando especies de gran porte y pequeño porte.

*Especies estructurantes:* Lentisco (*Pistacia lentiscus*), acebuches (*Olea europaea*), bayón (*Osyris lanceolata*), altramuz del diablo (*Anagyris foetida*)

*Especies acompañantes:* Jara (*Cistus albidus*), efedra (*Ephedra fragilis*), lavanda (*Lavandula dentata*), retama (*Retama sphaerocarpa*)



Medida 4. Construcción de pedrizas.

### Medida 5. Setos en base de taludes y bordes de cultivo.

**Ubicación:** Todo los cultivos de la Reserva de Malcamino.

**Objetivo:** Aumentar biodiversidad en los cultivos y frenar la erosión en los taludes

**Técnica:** Ahoyado mecánico con retroexcavadora respetando vegetación pre-existente.

**Marco de plantación:** 2-4 metros.

**Especies estructurantes:**

**Zonas más secas:** Bayón (*Osyris lanceolata*), trébol hediondo (*Anagyris foetidus*), efedra (*Ephedra fragilis*), retama (*Retama sphaerocarpa*), acebuche (*Olea europaea*)

**Zonas menos secas:** Azufaifo (*Ziziphus lotus*), palmito (*Chamaerops humilis*), lentisco (*Pistacia lentiscus*)



Medida 5. Plantación en base de talud.

### Medida 6. Fijación de un talud agrícola.

**Ubicación:** Cultivo 3

**Objetivo:** Fijar el talud y frenar el avance de la cárcava.

**Técnica:** Implantación manual en el talud sin riego acompañado de fajinas vegetales. Relleno de cárcavas con roca procedentes del cultivo. Fijación coronación talud con grandes arbustos.

**Marco de plantación:** Talud 0,4 m Coronación 1 m

**Especies estructurantes:** Talud (*Lygeum spartum* y *Ephedra fragilis*), coronación talud (*Retama sphaerocarpa*).



Medida 6. Fijación de un talud.



Medida 6

### Medida 7. Recuperación hábitats de interés comunitario en cultivos de almendro abandonados

**Ubicación:** Cuenca vertiente al cultivo 1 y cultivo 7 (abandonado).

**Objetivo:** Conservación biodiversidad: recuperación de hábitats de interés comunitario en zonas de cultivo abandonadas.



**Técnica:** Ahoyado mecánico con retroexcavadora respetando vegetación preexistente. Riegos de socorro en el primer verano.

**Marco de plantación:** 2-4 metros

**Especies estructurantes:** Cornical (*Periploca angustifolia*), lentisco (*Pistacia lentiscus*), palmito (*Chamaerops humilis*),

**Especies acompañantes:** Oroval (*Whitania frustecens*), bayón (*Osyris lanceolata*), altramuz del diablo (*Anagyris foetida*), espino negro (*Rhamnus lycioides*), efedra (*Ephedra fragilis*)



Medida 7. Recuperación de hábitats en cultivos abandonados.



Medida 7

## Medida 8. Recuperación de la vegetación en los barrancos

**Ubicación:** Barrancos 8.

**Objetivo:** Mejorar y diversificar la cobertura vegetal en barrancos de la reserva

**Técnica:** Ahoyado mecánico con retroexcavadora respetando vegetación preexistente. Riegos de socorro en el primer verano.

**Marco de plantación:** 2-4 metros

**Especies estructurantes:** Azufaifo (*Ziziphus lotus*),

**Especies acompañantes:** Retama (*Retama sphaerocarpa*), altramuz del diablo (*Anagyris foetida*), palmito (*Chamaerops humilis*) y lentisco (*Pistacia lentiscus*)



Medida 8. Recuperación de poblaciones de azufaifo (*ziziphus lotus*) en barrancos.

### Medida 9. Corrección de cárcavas con diques en coronación y base.

*Ubicación:* Cultivos 5.

*Objetivo:* Corregir cárcavas mediante acciones puntuales.

*Técnica:* Coronación: Recrecimiento de lindes mediante aporte de tierras de la propia finca.

*Base:* Construcción manual de diques con piedras y ramas. Plantación manual cuando fue necesario

*Marco de plantación:* 0,5 metros

*Especies estructurantes:* Efedra (*Ephedra fragilis*), retama (*Retama sphaerocarpa*)



Medida 9. Dique coronación de cárcava.



Dique base de cárcava.

### Medida 10. Retirada de invernaderos

*Ubicación:* Cultivos 6.

*Suelo:* Buena capacidad agronómica, antiguo aterrazamiento

*Objetivo:* Recuperar la actividad agrícola extensiva.

*Técnica:* Retirada de invernaderos por empresa especializada.

*Marco de plantación:* 7 metros

*Especies estructurantes:* Olivo (*Olea europaea*), algarrobo (*Ceratonia siliqua*)



Medida 10.



**Para saber más:** [www.asociacionanse.org/erosion](http://www.asociacionanse.org/erosion)



### **Medida 11. Arreglo y mantenimiento de pista forestal y red de caminos de la reserva.**

*Ubicación:* Red de pistas forestales y caminos de la reserva.

*Objetivos:* Facilitar la extinción de un eventual incendio forestal que pudiera afectar a los hábitats de interés comunitario.

Redirigir las escorrentías generadas por los caminos para cortocircuitar las líneas de flujo.

*Técnica:* Mejora del firme mediante retroexcavadora y trajilla acoplada al tractor. Corrección de cárcavas existentes en los caminos. Excavación de cunetas y ejecución de lomos de tierra o caballones perpendiculares al eje del camino para desaguar el mismo y evitar la acumulación de escorrentías. Cuando era posible, las escorrentías se dirigían preferentemente hacia los caminos para aumentar la producción de las zonas agrícolas. Compactación del firme mediante rulo-vibrador.

*Observaciones:* Medida financiada por la Comunidad Autónoma de Murcia en el contexto del Programa de Ayudas a Propietarios Forestales.



*Medida 11. Pista forestal recuperada que discurre por hábitats de interés comunitario.*

### **Medida 12. Control del acceso motorizado a los hábitats de interés comunitario de la reserva.**

*Ubicación:* Tramo de pista forestal que accede a hábitats de interés comunitario y zona de nidificación de rapaces.

*Objetivos:* Evitar el acceso motorizado a las zonas alta de la reserva, minimizando el riesgo de incendio y de furtivismo.

*Técnica:* Instalación de cancela (puerta metálica electrosoldada).

*Observaciones:* Medida financiada por la Comunidad Autónoma de Murcia en el contexto del Programa de Ayudas a Propietarios Forestales.



*Medida 12. Instalación de cancela para el control de acceso motorizado.*

## Agradecimientos

ANSE quiere mostrar su agradecimiento a la Fundación Biodiversidad, especialmente a los técnicos Raquel Palomeque y Víctor Gutiérrez, que ha financiado el proyecto haciendo posible su desarrollo. Complementariamente, el proyecto contaba con cofinanciación de la Dirección General de Patrimonio Natural y Biodiversidad (Consejería de Agricultura y Agua) a través de las ayudas a propietarios forestales las cuales fueron objeto de seguimiento por las técnicas Myriam Lasso de la Vega y Ana Martínez. Además, el Ayuntamiento de Mazarrón también participó a través de un convenio de colaboración suscrito con esta entidad.

En la ejecución de las actuaciones demostrativas en campo han participado, además de los autores del manual, Carmen Martínez Saura (ANSE), José Luis Murcia (ANSE), Antonio García Pascual y Amanbay Álvarez Neira (Alumnos en prácticas del CIFEA). También ha resultado importante el apoyo de voluntarios que participaron en el diagnóstico de los procesos erosivos y en algunos cuidados culturales de las plantaciones. La empresa Excavaciones Regino ha desarrollado la mayor parte de los trabajos con maquinaria en la reserva de Malcamino

Queremos mostrar nuestro agradecimiento a Marta Noriega (Ing. Técnica Forestal) por la elaboración del proyecto y a Esteban Jordán (Ing. de Montes) por la dirección de las obras realizadas en el marco de las Ayudas a Propietarios Forestales concedidas por la Comunidad Autónoma de Murcia.

Finalmente, no queremos olvidar las magníficas pedrizas que realizaron los albañiles Salvador, Lucas, Rafa y Roque.

Sin el apoyo de estas personas hubiera sido mucho más complicado recuperar el paisaje agrícola de Malcamino. A todo ellos muchas gracias.

# Gestión del territorio en medios semiáridos:

*prevenir, mitigar y combatir la degradación del suelo*

Edita:



Financiado por:



Supervisión científica:

