

DIRECTRICES CIENTÍFICO-TÉCNICAS:

-EJECUCIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTRUCTURAS VEGETALES DE CONSERVACIÓN.

-GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE MEDIDAS PARA MITIGAR DAÑOS A LA FAUNA EN LAS BALSAS DE RIEGO E INFRAESTRUCTURAS ASOCIADAS.

-MEDIDAS COMPLEMENTARIAS PARA MEJORAR LA HABITABILIDAD PARA LA FAUNA.

Estas Directrices científico-técnicas son resultado de un acuerdo de encomienda del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación a la Agencia Estatal del Consejo Superior de Investigaciones Científicas en el marco del Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en regadío (C3I1 del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. Su objetivo es facilitar, a los redactores y ejecutores de los proyectos incluidos en el Plan, instrucciones para la implantación de medidas ambientales que contribuyan a cumplir el principio de “no causar un daño significativo” (DNSH en sus siglas en inglés) a los objetivos medioambientales establecido en el Reglamento de Taxonomía (Reglamento (UE) 2020/852 del Parlamento Europeo y del Consejo de 18 de junio de 2020 relativo al establecimiento de un marco para facilitar las inversiones sostenibles).

Su aplicación en los proyectos se hará siempre que las características técnicas y constructivas de los mismos lo hagan viable y adaptándolas a cada caso. Por tanto, no constituyen ni una metodología obligatoria ni un pronunciamiento oficial del Departamento sobre las materias que comprende.

Coordinación: Gonzalo González Barberá - Departamento de Conservación de Suelos y Agua y Manejo de Residuos Orgánicos CEBAS-CSIC; Emilio Nicolás Nicolás y Cristina Romero Trigueros - Departamento Riego CEBAS-CSIC

Autores:

Departamento de Conservación de Suelos y Agua y Manejo de Residuos Orgánicos CEBAS-CSIC:
Gonzalo González Barberá

IMGEMA - Real Jardín Botánico de Córdoba: José Mora Jordano

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y de Montes Univ de Córdoba, Dpto de Ingeniería Forestal: Ángel Lora González

Aviso legal: Los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados citando la fuente, y la fecha, en su caso, de la última actualización.

Cita recomendada: MAPA- CSIC 2022. Directrices científico-técnicas para la aplicación del principio de “no causar un daño significativo al medio ambiente” en el Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en regadíos (C3I1 del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia): Estructuras vegetales de conservación, mitigación de daños a la fauna en balsas de riego e infraestructuras asociadas y mejora de la habitabilidad para la fauna.

Contenido

Preámbulo	1
1. Resumen ejecutivo	2
2. Introducción	6
3. Principios generales a aplicar	10
3.1. No producir daño significativo al medio ambiente (DNSH)	10
3.2. Intensificación ecológica	11
3.3. Renaturalización.....	13
3.4. Incremento de los recursos no tróficos para la fauna	14
3.5. Reducción de la conectividad hidrológica.....	15
3.6. Protección de recursos hídricos superficiales, subterráneos, estuarinos y costeros	16
3.7. Incremento de la conectividad ecológica.....	16
3.8. Mitigación de los impactos de las infraestructuras asociadas al regadío	17
3.9. Fomento de la bioeconomía	18
3.10. Mejora del paisaje	18
3.11. Acción demostrativa.....	18
4. Catálogo de medidas	19
4.1. Barreras vegetales para controlar la erosión y escorrentía	20
4.2. Estructuras vegetales para controlar puntos calientes de conectividad hidrológica.....	21
4.3. Estructuras vegetales para fomentar polinizadores y enemigos naturales.....	21
4.4. Barreras vegetales para mitigar la contaminación por nutrientes	23
4.5. Estructuras vegetales para recuperar terrenos degradados en los espacios intersticiales en zonas agrarias	24
4.6. Estructuras vegetales para mitigar el efecto de infraestructuras.....	24
4.7. Estructuras vegetales para fomentar la conectividad ecológica.....	24
4.8. Árboles y arbustos aislados	25
4.9. Mitigación de riesgo para la fauna en balsas e infraestructuras de riego asociadas	25
4.10. Mitigación de riesgos por líneas eléctricas	25
4.11. Mejora de la habitabilidad de las balsas para la fauna	26
4.12. Incremento de la disponibilidad de espacios para la nidificación de aves	26
4.13. Incremento de refugios para quirópteros.....	26
4.14. Incremento de lugares de nidificación para insectos.....	27

4.15.	Creación de pequeños cuerpos de agua	27
5.	Planificación de las medidas	27
5.1.	Medidas necesarias y recomendables para plantas fotovoltaicas.....	33
5.2.	Medidas necesarias y recomendables para balsas de regulación	35
5.3.	Medidas necesarias y recomendables para estaciones de tratamiento de aguas 37	
5.4.	Medidas necesarias y recomendables para depósitos.....	37
5.5.	Medidas necesarias y recomendables para estaciones de bombeo.....	38
5.6.	Medidas necesarias y recomendables para la red de distribución y riego	39
5.7.	Medidas necesarias y recomendables para líneas eléctricas.....	40
5.8.	Medidas necesarias y recomendables para muros de contención	41
5.9.	Medidas necesarias y recomendables para edificios de servicio.....	42
5.10.	Medidas recomendables para zonas de contacto con cauces permanentes y temporales	42
5.11.	Medidas recomendables en presencia zonas naturales cercanas	43
5.12.	Medidas recomendables para caminos que evacúen escorrentías hacia la red de drenaje	43
5.13.	Medidas recomendables para puntos de convergencia de regueros y regatos en campos de cultivo	44
5.14.	Medidas recomendables en afloramientos y surgencias de agua relacionadas con excedente de riego	45
5.15.	Medidas recomendables en espacios intersticiales entre cultivos sin uso agrario 46	
5.16.	Medidas recomendables para infraestructuras existentes sin restauración ambiental	47
5.17.	Medidas recomendables para líneas eléctricas existentes.....	47
5.18.	Medidas para balsas y depósitos existentes	48
5.19.	Resumen de medidas por actuación	48
6.	Referencias generales.....	51
7.	Anexo I. Fichas descriptivas de las estructuras vegetales básicas	54
7.1.	Información general	54
7.1.1.	Planificación previa	54
7.1.2.	Prescripciones técnicas para la ejecución y el mantenimiento de las actuaciones	54
7.1.2.1.	Replanteo previo	54
7.1.2.2.	Calidad de planta y suministro.....	55
7.1.2.3.	Distancia de plantación	60

7.1.3.	Ejecución de la plantación.....	60
7.1.4.	Cuidados postplantación y labores de mantenimiento	62
7.1.5.	Selección de especies	64
7.1.6.	Consideraciones legales sobre las barreras vegetales en el paisaje agrario y la PAC	66
7.1.7.	Estimación de costes	71
7.2.	Plantación de árboles o de grandes arbustos aislados	75
7.3.	Estructuras vegetales en alineación	80
7.4.	Estructuras vegetales areales.....	93
7.5.	Hidrosiembras	99
8.	Anexo II. Fichas descriptivas de las medidas para la fauna	107
8.1.	Mitigación de riesgo para la fauna en balsas y otros almacenamientos de agua descubiertos.....	107
8.2.	Mitigación de riesgos por líneas e instalaciones eléctricas.....	110
8.3.	Adecuación de las balsas para la nidificación y alimentación de aves.....	112
8.4.	Incremento de la disponibilidad de espacios para la nidificación de las aves, refugios para murciélagos e insectos	114
8.5.	Charcas y bebederos	122
9.	Anexo III. Protocolos de documentación y seguimiento de las medidas contempladas en estas directrices.....	126
9.1.	Protocolo para medidas basadas en estructuras vegetales.....	127
9.2.	Protocolo para implantación de nidales y refugios para aves, quirópteros e insectos	128
9.3.	Protocolo para instalaciones eléctricas.....	128
9.4.	Protocolo para balsas	129
9.5.	Protocolo para pequeños cuerpos de agua	129
10.	RECURSOS	130

Revisión 1: Octubre de 2023

Apartados actualizados:

1. Resumen ejecutivo
5. Planificación de las medidas (página 28)

Preámbulo

En la encomienda de gestión del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación a la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas para la elaboración de directrices científico-técnicas en aplicación del principio de “no causar un perjuicio significativo al medio ambiente” en el Plan para la Mejora de la Eficiencia y la Sostenibilidad en Regadíos se contemplan cuatro conjuntos de directrices científico-técnicas. De ellas, dos están relacionadas con la monitorización para el manejo del riego y la calidad del agua y dos lo están con la integración ambiental de las actuaciones en regadíos. Estas dos últimas directrices científico-técnicas son sobre *“ejecución y mantenimiento de estructuras vegetales de conservación”* (en adelante directriz de *estructuras vegetales*) y *“mantenimiento de medidas para mitigar daños a la fauna en las balsas de riego e infraestructuras asociadas”* (en adelante directriz de *fauna*).

En el transcurso de los trabajos de redacción de estas dos últimas directrices se ha hecho evidente para el equipo redactor que, para los coordinadores del plan, los proyectistas, contratistas y comunidades de regantes en general sería de mayor utilidad un documento de síntesis entre ambas directrices que tener dos documentos separados. Las dos directrices mantienen una unidad conceptual, la integración ambiental de los regadíos y la mejora de los servicios ecosistémicos en estos sistemas y su entorno. Las medidas contempladas en las directrices sobre estructuras vegetales están más relacionadas con la manipulación del paisaje mientras que las medidas de las directrices sobre fauna recogen acciones puntuales de mejora de las condiciones ambientales de los regadíos para la fauna.

Respecto a la directriz de fauna se ha ampliado bastante el tipo de acciones propuestas. En su origen las directrices estaban enfocadas a la mitigación de daños que podrían producir a la fauna la construcción de nuevas balsas que resulta en un conjunto de medidas muy limitado. A juicio del equipo redactor resulta conveniente desarrollar estas directrices para abarcar un mayor número de medidas que mitiguen el impacto a la fauna producido por las actuaciones o que, directamente, beneficien a la fauna en los regadíos. Esta adición ha sido denominada *“Medidas complementarias para mejorar la habitabilidad para la fauna”*.

1. Resumen ejecutivo

El Plan para la Mejora de la Eficiencia y la Sostenibilidad en Regadíos (en lo sucesivo *el Plan*) supone una oportunidad para la mejora de la integración ambiental de los regadíos en España. La agricultura contemporánea y, particularmente, el regadío ha ido intensificándose progresivamente, aumentando su producción y reduciendo la demanda global de superficie agrícola que hubiera sido necesaria para mantener una población humana en fuerte expansión. La intensificación, sin embargo, supone un mayor aporte de insumos, una simplificación del paisaje y ciertas externalidades negativas hacia otras zonas.

La producción agraria es esencial y el regadío supone un puntal fundamental de la misma. Mantener la producción agraria y su rentabilidad, reduciendo sus impactos y mejorando su integración ambiental es posible. La consecución de esa meta redundará, además, en una mejora de la eficiencia del regadío y de la economía en su conjunto. Paisajes agrarios tradicionales, tanto en secano como en regadío, como las dehesas y regadíos tradicionales en las vegas han combinado la producción agropecuaria con el mantenimiento de altos valores ambientales y culturales. A través de este Plan es posible promover esta meta.

Todas las políticas europeas se están alineando actualmente bajo el principio de ‘no causar daño significativo al medio ambiente’ (*DNSH*, de sus siglas en inglés). El significado de este principio es que toda acción que se lleve a cabo en términos de infraestructuras, reordenación de un sector, etc., debe evitar causar daños al medio ambiente. El conjunto de estas directrices proporciona una orientación básica a proyectistas, contratistas y comunidades de regantes, para implementar el Plan en el marco del DNSH. En este documento se encuentran las líneas maestras y las prescripciones técnicas básicas.

El hilo principal de las directrices es mejorar y potenciar los servicios ecosistémicos en las áreas de regadío sin afectar a la producción agraria. Por servicios ecosistémicos entendemos productos, condiciones o procesos en los ecosistemas naturales que directa o indirectamente benefician a los humanos. La mejora de los servicios ecosistémicos debería redundar en sistemas más eficientes económicamente y más sostenibles.

Se enuncian en estas directrices 11 *principios* (sección 3) que guían la propuesta de 15 *medidas* (sección 4) que pueden implementarse en distintos contextos de dentro de los distintos proyectos del Plan. Los principios giran alrededor del DNSH que se aplica a la ejecución de las

obras y la *intensificación ecológica* de los regadíos. La intensificación ecológica consiste en apoyar la producción agraria, también la intensiva, con medidas que incrementan los servicios ecosistémicos. Estos servicios permiten reducir la necesidad de insumos artificiales como fertilizantes y pesticidas. Además, mitigan las externalidades negativas que se producen, inevitablemente, en cualquier actividad productiva. La reducción de insumo y la reducción de externalidades negativas redundan en el aumento de la eficiencia económica del sistema.

Para la intensificación ecológica se requiere una renaturalización de los paisajes agrarios, particularmente aquellos de uso más intensivo. Esta renaturalización se consigue a través de una manipulación del paisaje introduciendo estructuras vegetales como barreras, bandas de plantas con abundante floración, árboles diseminados, restauración de taludes, etc. Todas estas estructuras están diseñadas para mejorar varios servicios ecosistémicos en general, pero se proponen diseños particulares que contribuyen a cumplir en mayor medida funciones específicas. La renaturalización va acompañada también de medidas de mejora de los hábitats de regadío para la fauna. Todo ello redundan en una mayor calidad paisajística mejorando los servicios culturales y la percepción de estos paisajes por el público. Todas las acciones fomentarán la bioeconomía y se pretende que sirvan como acciones demostrativas para una evolución del regadío hacia una mejor integración ambiental y una mayor sostenibilidad.

Para la implantación de las medidas contempladas en estas directrices se proponen dos vertientes.

- Por un lado, la inversión del Plan está orientada a la ejecución de actuaciones (obras) de diverso tipo. Estas obras han de ejecutarse con la implantación de medidas que garanticen el DNSH. Se trata de un proceso similar a las medidas de corrección que se derivan de los estudios de impacto ambiental. Incluyen medidas *Necesarias y Recomendables*.

- Por otro lado, el Plan es la oportunidad para servir como plataforma demostrativa de la posibilidad de mejorar la sostenibilidad e integración ambiental del regadío mediante un programa voluntario de medidas a seleccionar por proyectistas y comunidades de regantes con un costo entorno al 2% del presupuesto de ejecución material de cada proyecto.

En las directrices se proporciona una guía rápida de cómo y dónde implantar las medidas recomendables y voluntarias en el ámbito de los proyectos.

La descripción resumida de las medidas y sus beneficios se contemplan en un catálogo específico (sección 4). Ocho de las medidas atañen a estructuras vegetales y siete específicamente a fauna. Las medidas relacionadas con estructuras vegetales tienen que ver con el control de la erosión y escorrentía, tanto en barreras como en puntos de conectividad hidrológica (lugares donde convergen los flujos hídricos). Específicamente, algunas de estas barreras se pueden colocar para limitar el aporte de escorrentías, sedimentos y nutrientes a los cauces y zonas de surgencia de retornos de riego. Otras estructuras vegetales tienen como función aumentar los recursos para fauna auxiliar, polinizadores y enemigos naturales de las plagas, aumentar la conectividad ecológica, recuperar terrenos intersticiales (sin uso agrícola) degradados o mejorar la calidad del paisaje. Estas estructuras vegetales diseñadas para una función específica se construyen a partir de la combinación de estructuras vegetales básicas. La descripción de estas estructuras vegetales básicas, así como las indicaciones técnicas para su implantación y mantenimiento se encuentran en el Anexo I en forma de fichas técnicas.

Para fauna se proponen siete medidas funcionales, que pivotan sobre dos ejes: mitigación de los riesgos que pueden suponer algunas infraestructuras y aumento de los recursos no tróficos para mejorar la habitabilidad de los regadíos para la fauna. Igualmente, en el Anexo II se proporcionan fichas técnicas para implantar las medidas.

El catálogo de medidas y las fichas técnicas son los recursos básicos para que proyectistas, contratistas y comunidades de regantes incorporen estas directrices en los proyectos del Plan. Éste es un proceso complejo dada la distinta tipología de proyectos del Plan y la diversidad de actuaciones dentro de cada proyecto, así como del gran número de medidas potencialmente aplicables dentro de cada proyecto y para cada actuación. La sección 5 desarrolla la planificación de las medidas dentro de los proyectos. En primer lugar, se introduce una taxonomía de las actuaciones (tipo de obra) contempladas en el Plan. Esta taxonomía es la arquitectura básica que nos permite asignar medidas dentro de los distintos proyectos. Cada tipo de actuación requiere de unas medidas específicas para el cumplimiento del DNSH y los otros principios de estas directrices. En esta sección 5 también se indica como introducir en los proyectos las medidas de carácter demostrativo seleccionadas de acuerdo con las comunidades de regantes. A continuación, para cada tipo de actuación se esquematiza el tipo de medidas se recomienda implementar. Para las actuaciones que son obras a ejecutar por los proyectos del Plan se contemplan medidas necesarias y recomendables. Las necesarias son aquellas medidas en las que se apoya el cumplimiento del DNSH para uno o varios de los seis objetivos

ambientales, salvo que en alguna actuación de algún proyecto por razones técnicas que han de ser justificadas se decida no implementarlas. Como un mismo tipo de actuación (p.ej. la construcción de una balsa de regulación) puede dar lugar a proyectos de distintas características constructivas dependiendo de las condiciones locales en las medidas necesarias se ha distinguido entre las que siempre lo son y las que son necesarias dependiendo de las características del proyecto. Las acciones recomendables sin ser tan fundamentales, también pueden contribuir al cumplimiento del DNSH y contribuir a los principios establecidos para mejorar la integración ambiental del regadío. En el programa de medidas demostrativas voluntarias a acordar con las comunidades de regantes no existen medidas necesarias, sólo recomendables. En este caso no hay actuaciones de nueva ejecución luego no se trata de implementar actuaciones cumpliendo con el DNSH sino de mejorar la integración ambiental del regadío en general y contribuir a difundir las medidas para que su uso se extienda. El presupuesto de las medidas necesarias es intrínseco al costo de la actuación. Sin embargo, dado el amplio rango en dimensión y presupuesto de los proyectos es necesario establecer un criterio homogeneizador para las medidas recomendables asociadas a actuaciones concretas y a las medidas demostrativas voluntarias. A este conjunto de medidas se debe asignar un porcentaje lo más aproximado posible al 2% del presupuesto de ejecución material del proyecto.

Finalmente, es importante que las medidas que se implanten en los proyectos se documenten con el mayor rigor y precisión. En el Anexo III se esquematizan los protocolos que han de cumplir los contratistas de las actuaciones para documentar las medidas implementadas durante la ejecución del plan.

2. Introducción

Casi cinco mil millones de hectáreas, una superficie equivalente a un 38% de la tierra emergida, tienen un uso agropecuario, de las cuales un tercio o el equivalente a $\approx 13\%$ de esa tierra emergida está ocupada por la agricultura. A estas cifras tan elevadas se ha llegado a través de un proceso constante de sustitución de los ecosistemas naturales por pastos y cultivos. Esta sustitución se ha acelerado enormemente en los últimos 200 años, de tal manera que en ese periodo la superficie terrestre con uso agropecuario se ha triplicado. Evidentemente, el volumen de esta expansión y su aceleración se explica por el crecimiento de la población humana que requiere los productos agropecuarios para la mayor parte de su alimentación y otros usos.

La ocupación de terreno para uso agropecuario se ha desacoplado notablemente del ritmo de crecimiento de población humana. Así, mientras la población humana ha crecido en los últimos 50 años más de un 100%, la superficie de uso agropecuario lo ha hecho menos de un 10%. Este desacoplamiento entre el crecimiento de ambas variables se puede explicar por el proceso de *intensificación* de la producción agropecuaria. En agricultura, intensificar es producir más en menos superficie. En la actualidad se necesita sólo un 35% de la superficie que se necesitaba en 1960 para producir la misma cantidad de alimento (Figura 1).

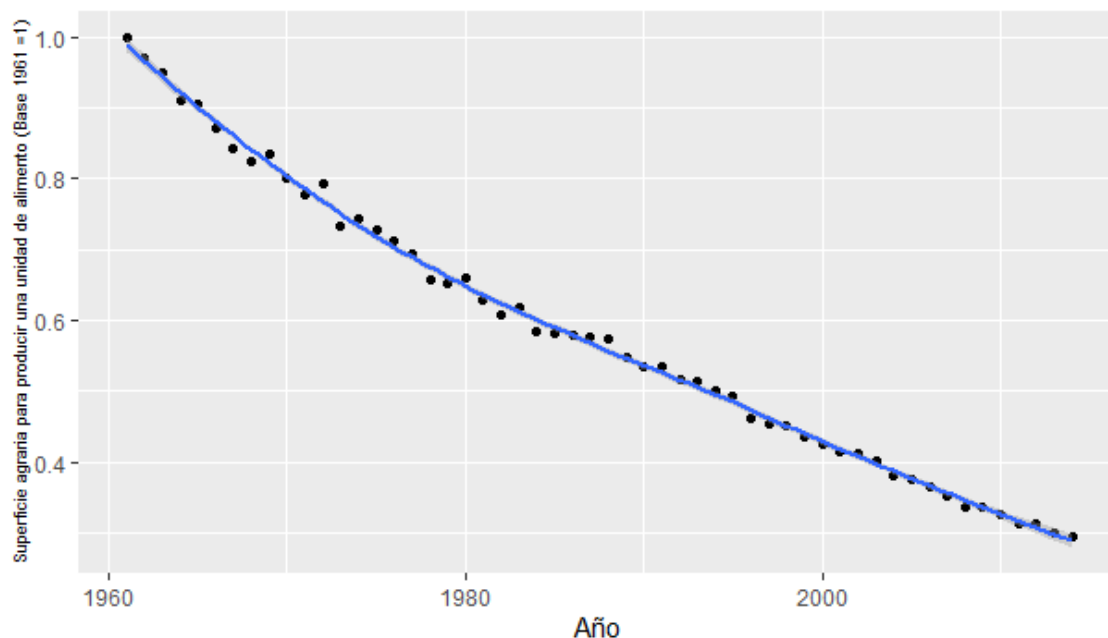


Figura 1. Superficie arable necesaria para producir una unidad de producto agrario (1961 =1; 1961-2014). Fuente: ourworldindata.org, basado en datos de FAO y elaboración propia.

De acuerdo con la FAO, sólo un 20% de la superficie agraria está irrigada, pero, por su mayor productividad, contribuye en un 40% a la producción mundial de alimentos. El regadío es quizás el más antiguo y mejor exponente de una tendencia histórica de la agricultura hacia la intensificación. En el regadío, además, se aplican otras técnicas de intensificación como el uso elevado de fertilizantes y pesticidas, mecanización, infraestructuras asociadas, etc. Los regadíos son, sin duda, el foco mundial de la intensificación agraria.

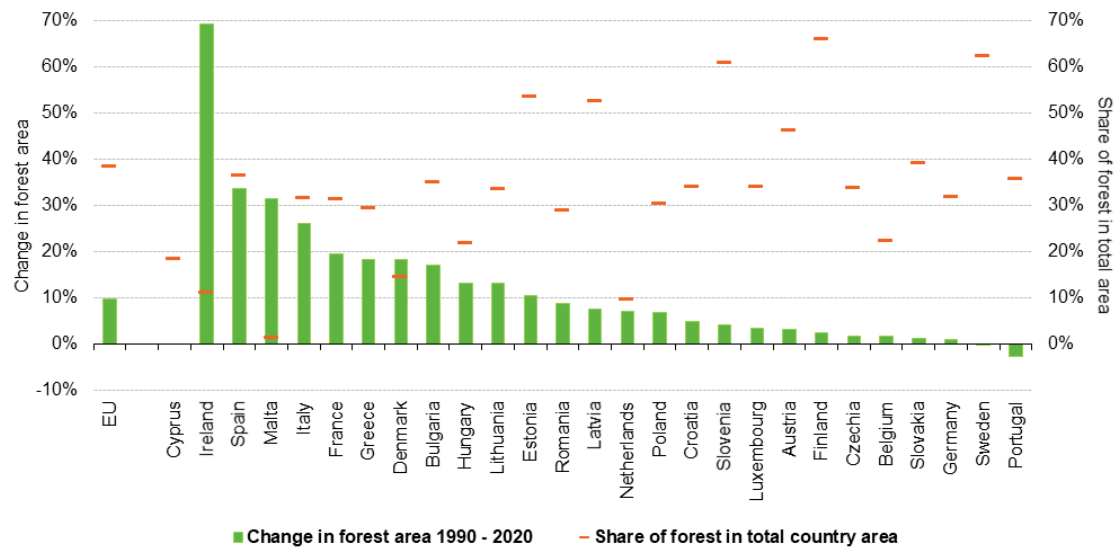
La intensificación agraria ha resultado imprescindible para alimentar a la población humana. La intensificación de la producción ha permitido la mejora económica de las explotaciones y de aquí mejorar las condiciones de vida de los productores y una mejor vertebración del territorio y garantizar el suministro de muchos productos acorde con la demanda.

En España, particularmente en algunas regiones, la agricultura es un sector estratégico. La intensificación, además, ha reducido de manera importante la necesidad de ocupar territorio, sustituyendo ecosistemas naturales por cultivos y pastos.

En este sentido, la intensificación ha disminuido el impacto ambiental de la agricultura contribuyendo a la retención de espacios naturales y, particularmente en los países desarrollados, al abandono de terrenos agrícolas marginales que han ido revertiendo a bosques y matorrales.

En Europa en 1990-2020 el área cubierta por bosques se ha incrementado en >10%, y en España más de un 30% (Figura 2). Una parte de este crecimiento de la superficie forestal arbolada es atribuible al abandono de terrenos agrícolas marginales.

Forest area in the EU, 1990–2020 (%)



Note: Data for 2020 are estimates. Data for Cyprus for 1990 are not available. Data for France refer to metropolitan France.
 Source: FAO, Eurostat (online data codes: for_area_efa and reg_area3)

eurostat 

Figura 2. Incremento de la superficie forestal en Europa (1990-2020). Fuente: Eurostat.

La intensificación ha permitido disminuir o moderar el impacto ambiental de la agricultura en términos de ocupación de suelo, pero el alto consumo de insumos, los cambios en las prácticas agrarias, la simplificación del paisaje y la exportación de nutrientes, sedimentos y agroquímicos tienen un impacto ambiental. Este impacto se traduce, entre otras cosas, en la disminución del valor de los servicios ecosistémicos.

Los servicios ecosistémicos son productos, condiciones o procesos en los ecosistemas naturales que directa o indirectamente benefician a los humanos. Un servicio ecosistémico clásico es la polinización, sin la cual parte de la producción agraria sería imposible. El excesivo uso de agroquímicos y la simplificación del paisaje disminuyen las poblaciones de polinizadores, lo que a su vez puede afectar a la producción agraria. Una estimación del valor de estos servicios en todo el planeta en 2014 alcanzaba los 125 billones de dólares, siendo el PIB mundial en esa fecha de 70 billones de dólares, es decir, los servicios ecosistémicos tenían un valor equivalente al 180% del PIB mundial (Costanza et al., 2014).

La afección al medio ambiente se puede producir *in situ* y *ex situ* y se puede visualizar puntualmente o a escala de paisaje. Por ejemplo, la pérdida de calidad del suelo y su erosión afectan a los servicios ecosistémicos que proporciona localmente (*in situ*) el suelo, en este caso

al cultivo, pero además incrementa la escorrentía y la exportación de sedimentos posiblemente con contaminantes y nutrientes asociados que pueden generar daños a mucha distancia (ex situ) afectando a poblaciones, infraestructuras, colmatando y contaminando cuerpos de agua, etc. El término paisaje tiene un significado coloquial que todos conocemos, pero existe además una acepción científica precisa y que es pertinente en esta exposición. El paisaje está compuesto por distintas unidades (por ejemplo, distintos de hábitats o usos del suelo) que se relacionan entre sí a través de flujos de materia, energía y movimientos de los seres vivos. No se pueden entender los procesos ecosistémicos desde una perspectiva puramente puntual, se deben tener en cuenta esas relaciones espaciales. La actividad agropecuaria altera la estructura y funcionamiento del paisaje y afecta a todos esos movimientos de materia, energía y seres vivos y por tanto la afección a los servicios ecosistémicos no se puede entender sólo desde los efectos puramente locales a escala de explotación particular o de un conjunto de explotaciones contiguas.

Los paisajes agrarios o agropecuarios pueden también mantener altos niveles de servicios ecosistémicos. En España encontramos ejemplos de estos paisajes, por ejemplo, en la dehesa o en los regadíos tradicionales de las vegas del Levante. Estos paisajes agrarios combinan producción agropecuaria, por lo general de alta calidad, valores culturales, biodiversidad, etc. Los efectos sobre el medio ambiente de la agricultura y su intensificación pueden, por tanto, ser mitigados. Un buen número de las acciones y medidas que se pueden llevar a cabo en esta mitigación no son especialmente costosas y requieren más un cambio cultural y de actitud que una cuantiosa inversión. Estas medidas no sólo redundan en una mejora ambiental in situ, ex situ y a escala de paisaje, sino que suponen una mejora de los servicios ecosistémicos hacia la propia agricultura y otras actividades económicas, por lo que tienen un impacto económico positivo reduciendo costes y/o incrementado producciones y su calidad.

En la sección 3 se desarrollan en mayor extensión y detalle los principios a aplicar en estas directrices, pero destacamos aquí los conceptos de no dañar significativamente el medio ambiente (DNSH, de sus siglas en inglés), intensificación ecológica y renaturalización. Estas son las líneas fundamentales para reducir el impacto de la agricultura en el medio ambiente.

3. Principios generales a aplicar

A continuación, se desarrollan brevemente los principios que se aplican en estas directrices. Las actuaciones que se recomiendan o se prescriben están inspiradas y delimitadas por estos principios. En general, todos los principios tienen como objetivo mejorar la integración ambiental del regadío, aumentando los servicios ecosistémicos, lo que redundará en la eficacia económica y la sostenibilidad del sistema agrario.

En la exposición de estos principios se hará énfasis en los conceptos que representan, mientras que su aplicación a la realidad es a través del catálogo de medidas (sección 5). Es en este catálogo donde se proporcionarán algunos ejemplos empíricos ilustrativos de cómo las medidas contribuyen a la consecución de los objetivos de sostenibilidad al tiempo que mejoran la eficiencia económica de los regadíos.

3.1. *No producir daño significativo al medio ambiente (DNSH)*

El Mecanismo de Recuperación y Resiliencia constituye el núcleo del Fondo de Recuperación que la UE ha establecido para hacer frente a las consecuencias económicas y sociales de la pandemia de COVID-19. Dentro de las regulaciones del Mecanismo se establece que ninguna medida (reformas, inversiones) incluida en los planes nacionales de recuperación y resiliencia puede producir un daño significativo al medio ambiente. Se citan explícitamente seis aspectos: mitigación del cambio climático; adaptación al cambio climático; protección y el uso sostenible del agua y los recursos marinos; economía circular; prevención y control de la contaminación; y la protección y restauración de la biodiversidad y los ecosistemas. Con respecto a estas directrices en concreto destacamos que las medidas están diseñadas para cumplir el DNSH en cuatro aspectos:

- La protección y uso sostenible del agua mediante medidas que contienen y mitigan la escorrentía y la erosión, aumentando la infiltración local de los recursos hídricos.
- La prevención y control de la contaminación mediante medidas similares a las señaladas en el epígrafe anterior que también limitan la carga contaminante que llega a la red drenaje por superficie o flujo subsuperficial o que se infiltra hacia los acuíferos.

- La protección y restauración de la biodiversidad y los ecosistemas mediante múltiples medidas de instauración de estructuras vegetales que favorecen la fauna a ella asociada y de medidas específicas de protección a la fauna contra riesgos que pueden generar las infraestructuras y para mejorar la habitabilidad de los regadíos para la fauna.
- La mitigación del cambio climático mediante el secuestro de carbono en las estructuras vegetales que se implanten y en el suelo sobre las que se instauren.

La relevancia del DNSH "(...) *tiene una importancia cuyo alcance y significado no puede mirarse de soslayo. En primer lugar, porque es una exigencia comunitaria que ha llegado para quedarse al engarzarse como pieza clave en la arquitectura comunitaria de las inversiones sostenibles, proceso denominado «taxonomía europea». En segundo lugar, por su relevancia como principio transversal, destinado a asegurar la sostenibilidad de todas las reformas e inversiones que le otorga el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia»* (Dávila, 2022).

La propia naturaleza de estas directrices es garantizar que las inversiones en el Plan sean conformes con el DNSH. Es decir, que cada una de las inversiones y obras asociadas vaya acompañada de medidas correctoras y de mitigación que garanticen el DNSH. Además, se han revisado todas las medidas propuestas cuidando de manera particular que ninguna de ellas, de manera inesperada, secundaria o indirecta, pueda producir un daño al medio ambiente en alguno de los seis aspectos.

3.2. *Intensificación ecológica*

La intensificación ecológica es un nuevo concepto que intenta superar la concepción tradicional de la intensificación agronómica. Su novedad es en parte puramente terminológica, ya que bajo esta denominación se incluyen técnicas clásicas de sostenibilidad en agricultura como la conservación de suelos.

La intensificación agronómica se ha basado, por lo general, en el aumento de insumos y en la utilización de compuestos artificiales (por ejemplo, nitrógeno de síntesis o pesticidas), pero también en una simplificación del paisaje y la reducción de los elementos naturales y seminaturales insertos en la matriz agrícola. Como se ha comentado, la intensificación ha reducido la expansión de los cultivos (reduciendo el impacto ambiental por esta causa) e incrementado la producción, pero también ha causado impactos significativos al medio

ambiente. La intensificación ecológica pretende mantener la producción agraria reduciendo su impacto ambiental mediante la sustitución de inputs artificiales por procesos ecológicos que no tienen un costo económico, por servicios ecosistémicos.

Dentro de la intensificación ecológica se engloban un número diverso de técnicas, como cultivos de cobertura para proteger el suelo, combinaciones de cultivos en la misma parcela como intercalar legumbres para aumentar el contenido en N del suelo, la siembra de los márgenes de cultivos con plantas ricas en flores que fomentan el número de polinizadores, o la implantación de otro tipo de estructuras vegetales que incrementan las poblaciones de enemigos naturales que facilitan el control de plagas.

La reducción de inputs artificiales que pretende la intensificación ecológica permite minimizar las externalidades de la agricultura a otros

sistemas, por ejemplo, reduciendo la emisión de gases de efecto invernadero o la exportación de nutrientes que pueden producir eutrofización. A su vez se incrementan los servicios ecosistémicos que benefician al propio agricultor (calidad del suelo, polinización, control de plagas) o a la sociedad (provisión de agua de calidad). Todo ello redundará en un beneficio económico en el largo plazo aumentando simultáneamente la eficiencia económica local y global de la agricultura.

Como se ve, algunas de las acciones se refieren a la gestión agronómica y las prácticas agrarias (cultivos de cobertura, combinación de cultivos) pero otra parte importante de la intensificación ecológica consiste en la manipulación del paisaje agrícola, recuperando o incrementando su diversidad y multifuncionalidad. Estas directrices se enfocan en esta última dirección. Todas las acciones son necesarias en la intensificación ecológica pero estas directrices se han diseñado para proyectos de mejora del regadío que incluyen la ejecución de obras de un tipo u otro, pero no las prácticas agrarias en sí mismas. Se aborda, por tanto, la manipulación del paisaje. No obstante, estas directrices llevan asociado un programa de formación y buenas prácticas donde sí se contempla que estos contenidos sean impartidos.

El propósito de estas directrices es proporcionar algunos elementos para que las inversiones que se realicen lleven asociadas actuaciones de la intensificación ecológica por su beneficio directo y por su carácter demostrativo que favorezca la adopción voluntaria de las medidas en el futuro, contribuyendo a extender su implantación.

3.3. Renaturalización

En inglés existe el término *rewilding* que tiene una diversidad de significados, pero que en su origen se refiere a la recuperación de las zonas más salvajes (*wilderness*), menos transformadas, disminuyendo el impacto humano. En el contexto de estas directrices se aboga por el término *renaturalización* con un sentido más restringido y que no afecta al uso agrario, pero que aborda la simplificación paisajística y la pérdida de biodiversidad que produce la intensificación, especialmente en las últimas décadas.

Por pérdida de naturalidad entendemos la supresión, reducción y degradación de elementos naturales y seminaturales en paisajes de matriz agrícola. Entre ellos están los márgenes de cultivo, los ribazos, la vegetación de ribera en la red de drenaje, los puntos aislados sin valor agrícola por sus características singulares (por ejemplo, un afloramiento rocoso), la supresión de estructuras tradicionales de conservación de suelos como muretes, la eliminación de árboles singulares, etc.

Evidentemente, en un uso agrario productivo la pérdida de naturalidad es intrínseca, pero una parte de la pérdida de naturalidad del paisaje agrario es innecesaria desde el punto de vista puramente agronómico. Es decir, una mayor naturalidad del paisaje no tiene porqué implicar una pérdida de producción agraria. Al contrario, bajo el principio de la intensificación ecológica la producción agraria debe mantenerse con un menor costo, sustituyendo insumos artificiales por servicios ecosistémicos.

La renaturalización del paisaje agrario está estrechamente conectada con la intensificación ecológica ya que la renaturalización adecuadamente enfocada debe contribuir a mejorar los servicios ecosistémicos que sustituyan parcialmente los inputs artificiales. Por ejemplo, la renaturalización contribuye a incrementar y estabilizar las poblaciones de polinizadores, enemigos naturales o aves insectívoras que proveen de servicios ecosistémicos relacionados con la polinización y el control de plagas. Adicionalmente, cuando hacemos énfasis en la renaturalización también ponemos de manifiesto cómo los paisajes agrarios pueden contribuir a la recuperación de la biodiversidad. De hecho, los paisajes agrarios tradicionales (tanto en secano como en regadío) albergan grandes valores naturales que se han visto disminuidos en las últimas décadas por cambios en las prácticas agrarias.

En Europa, las políticas de conservación, los planes de recuperación y la despoblación rural han contribuido de manera decisiva a la estabilización e incremento de poblaciones de especies ‘bandera’, muchas de ellas en peligro de extinción hace tan sólo unos años. Estas especies bandera suelen ser grandes vertebrados y, en particular, muchos grandes predadores. Ejemplos españoles del éxito de la recuperación de este tipo de especies los encontramos en el oso, el lince ibérico, el águila imperial ibérica, etc. Sin embargo, a la par que muchas de estas especies van recuperándose, la población de muchas especies comunes, especialmente las asociadas a paisajes agrarios, han ido reduciéndose conforme el paisaje agrario europeo ha ido simplificándose y la producción agraria intensificándose. Una manera de combatir esta crisis de biodiversidad pasa por una renaturalización de los paisajes agrarios, mediante medidas que contribuyen a la intensificación ecológica.

3.4. Incremento de los recursos no tróficos para la fauna

No todos los recursos que requieren los seres vivos son estrictamente tróficos (alimenticios). La renaturalización de los paisajes agrarios puede incrementarse mediante la implementación de estructuras vegetales que proporcionan hábitat y recursos alimenticios a los distintos grupos animales, pero hay otra serie de recursos que contribuyen a la renaturalización y facilitan la intensificación ecológica ya que son necesarios para que los animales ocupen determinadas, áreas, se reproduzcan y sobrevivan.

Entre este tipo de recursos señalaremos dos que se desarrollarán en las directrices: (i) incremento de los lugares de nidificación o refugio para los distintos grupos animales que resultan beneficiosos por sus servicios ecosistémicos en el control de plagas de invertebrados o roedores y para polinizadores; (ii) charcas y bebederos, que pueden ser temporales o permanentes, y permiten el establecimiento de pequeñas comunidades acuáticas, lugares de cría para anfibios y suministro de agua para vertebrados terrestres.

Respecto a lugares de nidificación y refugio, en los paisajes de matriz agraria suelen escasear los grandes árboles que proporcionan oquedades para la nidificación de un gran número de especies de hábitat trogloditas, la mayoría de ellas insectívoras. Igualmente, van desapareciendo edificios singulares que proporcionaban abundantes oportunidades para la nidificación de aves o el refugio de murciélagos. También existen numerosos invertebrados beneficiosos que requieren de paredes, taludes o madera con pequeñas oquedades para su reproducción.

En el ámbito de los regadíos es frecuente la implantación de balsas de regulación. Estos hábitats artificiales hasta cierto punto han contribuido a mitigar la enorme regresión de los humedales ocurrida durante el siglo XX. La instalación de plataformas flotantes en las mismas es un recurso no trófico que, facilita la nidificación de forma segura, contribuyendo a incrementar el valor de las balsas para la biodiversidad.

3.5. Reducción de la conectividad hidrológica

El núcleo central de estas directrices trata sobre el uso de estructuras vegetales de diverso tipo. Las recomendaciones son acerca de estructuras vegetales multifuncionales que contribuyan a la intensificación ecológica y la renaturalización de los paisajes agrarios, pero se da especial relevancia a la función de las barreras vegetales en reducir la conectividad hidrológica de los paisajes agrarios intensivos.

En áreas mediterráneas la generación de escorrentía se produce, generalmente, por la incapacidad del suelo para infiltrar lluvias intensas, mientras que, en áreas más húmedas, con lluvias menos intensas, se da más frecuentemente la generación de escorrentía por saturación del suelo, el punto donde el suelo es incapaz de almacenar más agua. En condiciones mediterráneas, para lluvias de mediana intensidad, es habitual que algunos de los flujos de escorrentía tengan un corto recorrido cuando llegan a una zona favorable para la retención y la infiltración, por ejemplo, si discurren desde una zona con laboreo y ligera pendiente hacia una zona plana y con vegetación natural. Las técnicas tradicionales de conservación de suelo, precisamente, están muy enfocadas a crear esas áreas de retención e infiltración. En el ámbito mediterráneo es frecuente hacerlo con muretes y abanalamientos cuyos taludes están cubiertos de vegetación natural. Esto facilita la captación de recursos hídricos y previene la erosión del suelo, lo que resulta en un beneficio para el cultivo. Si aumenta la conectividad, es decir si disminuyen las zonas de retención e infiltración, los flujos que antes tenían un corto recorrido tienen mucha mayor probabilidad de unirse entre ellos y generan caudales de difícil o imposible control y potencialmente dañinos aguas abajo.

Las transformaciones agrarias recientes producen una simplificación del paisaje (por ejemplo, por la agrupación de pequeñas parcelas y la supresión de la vegetación en los linderos) y en muchos casos conducen a la eliminación o no aplicación de medidas tradicionales de conservación de suelo. Esto produce un aumento de la conectividad hidrológica y aumenta el riesgo de erosión del suelo, transporte de sedimentos y grandes flujos de escorrentía aguas

abajo. La introducción de barreras vegetales en puntos clave de los paisajes agrarios disminuye la conectividad hidrológica y facilita la infiltración local de recursos hídricos, disminuyendo la erosión del suelo y mitigando la frecuencia e intensidad de avenidas. Además, como estructuras vegetales de carácter multifuncional que son, estas barreras vegetales contribuyen a la renaturalización del paisaje y su intensificación ecológica.

3.6. *Protección de recursos hídricos superficiales, subterráneos, estuarinos y costeros*

La intensificación se apoya en el uso de fertilizantes, destacando el uso de abonos nitrogenados. La alta solubilidad del nitrato unida a protocolos excesivos de fertilización y prescripciones no ajustadas de riego contribuye de manera significativa a la elevada contaminación por nitratos de muchas masas de agua, no sólo en España sino en el resto de Europa y muchas otras zonas del mundo. Para abordar este problema las *Directrices científico-técnicas para establecimiento de sistemas de monitorización por sensores del contenido de humedad del suelo* y las *Directrices científico-técnicas para el establecimiento de sistemas colectivos de monitorización automática para el control y seguimiento de la calidad del agua de riego* serán las herramientas fundamentales, pero una correcta utilización de barreras y estructuras vegetales puede contribuir a mitigar un problema que con la adopción de las citadas directrices mejorará pero no de manera inmediata por lo que las estructuras vegetales pueden contribuir a tratar los problemas más acuciantes.

Las estructuras vegetales que reducen la conectividad hidrológica contribuyen a esa protección de los recursos hídricos, pero están más enfocadas al control de escorrentías y mitigación de avenidas, mientras que hay estructuras vegetales apropiadas por disposición y estructura para una protección específica de los recursos hídricos, por ejemplo, zonas de amortiguamiento en las riberas de los cauces o humedales y criptohumedales en zonas de afloramiento de agua o canales de drenaje.

3.7. *Incremento de la conectividad ecológica*

La simplificación del paisaje tiende a incrementar la conectividad de los flujos de escorrentía y sedimentos, pero reduce la conectividad ecológica del paisaje, esto es, mientras que las escorrentías se mueven y se conectan entre sí con mayor facilidad, los seres vivos se mueven con mayor dificultad a través de un territorio en el que no existen retazos de hábitats adecuados.

El uso de estructuras vegetales con diversas funciones contribuye a la conectividad ecológica ya que crean hábitats seminaturales insertos en la matriz agraria. La recuperación de esta conectividad redundará, a su vez, en una mayor renaturalización del paisaje no sólo en términos de estructura sino de procesos y de ahí puede contribuir a la intensificación ecológica. Facilita que las poblaciones de polinizadores y enemigos naturales colonicen distintos puntos dentro de la matriz agraria, al igual que otras especies, incrementando la biodiversidad. Una mayor conectividad puede facilitar no sólo poblaciones mayores de animales que proveen de servicios ecosistémicos a los cultivos sino poblaciones más estables, asegurando así servicios ecosistémicos más predecibles.

Para conseguir una mayor conectividad ecológica no sólo es necesario la implantación de estructuras vegetales que generan hábitats favorables, sino que en lo que a conectividad ecológica se refiere es necesario considerar la disposición espacial de las distintas estructuras y su relación con espacios naturales o seminaturales dentro y fuera de la matriz agraria. No se produce el mismo efecto en la conectividad ecológica con una serie de estructuras aisladas dentro de la matriz agraria que con otras adecuadamente conectadas entre sí y con los espacios naturales y seminaturales circundantes, incluso si implantamos estructuras vegetales con superficies de tamaño similar. Una mejor conectividad se asegura mediante estructuras lineales, pero también considerando la disposición espacial de las estructuras vegetales de tal manera que se minimice la distancia entre ellas. Conectividad ecológica no implica únicamente estructuras continuas, sino que puede tratarse de estructuras que están dispuestas unas cerca de otras sin llegar a estar físicamente conectadas.

3.8. Mitigación de los impactos de las infraestructuras asociadas al regadío

Los proyectos previstos en el Plan incluyen gran cantidad de infraestructuras para la mejora de la eficiencia del regadío. En general, la instalación de una infraestructura supone una afección en mayor o menor grado al medio. Estas afecciones deben ser mitigadas o eliminadas en aplicación del principio DNSH. Se contemplan medidas específicas para todos los tipos de actuaciones (infraestructuras) que se ejecutarán en los proyectos de mejora con el objeto de eliminar o disminuir el impacto que pudieran tener. Todos los principios contemplados anteriormente se aplican en la mitigación de los impactos de las infraestructuras, en distintas combinaciones dependiendo del tipo de actuación.

3.9. *Fomento de la bioeconomía*

De acuerdo con FAO la bioeconomía es "*la producción basada en el conocimiento y la utilización de recursos, procesos y métodos biológicos para proporcionar bienes y servicios de forma sostenible en todos los sectores económicos*". La agricultura, intrínsecamente, es el mejor exponente de la bioeconomía. Es evidente que el concepto de bioeconomía tiene relación con la intensificación ecológica.

En el caso de aplicación a estas directrices el fomento de la bioeconomía tiene una forma restringida. Las acciones propuestas no son una manera generalizada de fomentar la bioeconomía pero contribuyen a extender el conocimiento de *procedimientos y métodos biológicos para proporcionar servicios* en entornos agrarios de regadío, impulsando un cambio cultural.

3.10. *Mejora del paisaje*

Los paisajes agrarios pueden tener una enorme calidad paisajística, combinando elementos culturales, cultivos, recuerdos, etc. La intensificación puede producir una pérdida de esta calidad del paisaje a través de una pérdida de elementos naturales y culturales, lo que da lugar a un paisaje de menor complejidad. Una adecuada aplicación de las directrices debe contribuir a restituir parte de esta calidad del paisaje y mejorar la apreciación de sus valores culturales. La calidad paisajística y cultural de los paisajes agrarios son un servicio ecosistémico y contribuye a mejorar la percepción de la actividad productiva entre los grupos de población ajena a ella.

3.11. *Acción demostrativa*

Los principios expuestos anteriormente atañen a una actualización de la agricultura intensiva hacia formas que deben ser más eficientes socioeconómicamente para la producción agraria y para la sociedad en su conjunto. Los proyectos a los que se aplican estas directrices no afectan, por lo general, a todo el perímetro regable de las zonas, sino que son obras parciales de mejora, normalmente mediante la implantación de infraestructuras. El enfoque, que se desarrolla posteriormente, es actuar sobre las infraestructuras que ponga en marcha el plan, pero también sobre zonas del perímetro regable no afectadas directamente por estas infraestructuras. Estas últimas zonas tendrán como objetivo servir como áreas demostrativas

que contribuyan a impulsar la actualización en la gestión de zonas agrarias de regadío hacia formas mejor integradas ambientalmente y económicamente más eficientes.

4. Catálogo de medidas

En esta sección se describe un catálogo de medidas que pueden ser aplicadas en el ámbito de las directrices. Son medidas diseñadas para cumplir con los principios desarrollados en la sección anterior.

Respecto al uso de estructuras vegetales tenemos una doble capa. La primera capa es lo que denominaremos *estructuras básicas* y son un conjunto de intervenciones de cuya combinación modular se construyen estructuras más complejas en una segunda capa que son las *medidas funcionales*.

Las estructuras vegetales son, en esencia, multifuncionales, es decir, una misma estructura puede servir a distintos propósitos dentro de los principios enunciados en la sección 3. Si creamos una estructura vegetal para reducir los flujos de escorrentía y erosión, esa estructura también ofrecerá flores a los polinizadores, refugio a las poblaciones de enemigos naturales y recursos tróficos o de otro tipo que contribuyen a mantener o aumentar la biodiversidad en los paisajes agrarios. Sin embargo, la mayoría de las estructuras vegetales se diseñarán e implantarán para tener una función principal, a esto nos referimos cuando hablamos de medidas funcionales. Para cumplir esa función puede ser adecuado utilizar más de un tipo de estructura básica. Asimismo, una estructura básica estará presente en varias medidas funcionales.

Por estructuras básicas entendemos: árboles y arbustos aislados, estructuras vegetales en alineación, estructuras vegetales areales (sobre polígonos) e hidrosiembra. Para facilitar su consulta, las generalidades sobre la implantación de estas estructuras, así como las particularidades técnicas de cada una de ellas se muestran como una serie de fichas en el *Anexo I. Fichas descriptivas de las estructuras vegetales básicas*.

En el resto de esta sección se describe el catálogo de medidas. Primero se describen ocho medidas funcionales que se pueden construir con distintas combinaciones de estructuras básicas de vegetación. Posteriormente, se contemplan siete medidas relacionadas con fauna. Los aspectos técnicos de las medidas para fauna también se muestran como una serie de fichas de consulta rápida en el *Anexo II. Fichas descriptivas de las medidas para la fauna*.

A nivel de proyecto debe procederse a una planificación de las medidas, identificando la naturaleza del proyecto, las actuaciones en las que se descompone y los problemas que se quieren corregir o mitigar. El análisis debe realizarse teniendo en cuenta aspectos in situ (qué efecto ha de tener la medida donde se localiza), ex situ (si se pretende que la medida repercuta de una manera u otra en lugares distintos del punto de actuación) y de paisaje (cómo contribuye la medida a conformar una estructura de paisaje deseable). Una guía para la planificación de las medidas se encuentra en la sección 6, *Planificación de las medidas*.

4.1. *Barreras vegetales para controlar la erosión y escorrentía*

Estructuras vegetales en forma de barrera que limitan la exportación de escorrentía y sedimentos desde una parcela a la siguiente o a otros elementos del paisaje, o bien contribuyen a limitar la erosión en terrenos afectados por una infraestructura, por ejemplo, los taludes de una balsa. Aunque su función principal es la mitigación de la escorrentía y la erosión, el desarrollo en el largo plazo de las barreras facilita la intensificación ecológica, la renaturalización del paisaje y la conectividad ecológica.

El tipo de estructuras vegetales básicas más habituales son las barreras vegetales en alineación, aunque la hidrosiembra es de aplicación sobre todo en taludes y zonas de difícil implantación.

Las barreras vegetales pueden ser muy eficientes en la reducción de la erosión y escorrentía. En Italia barreras mixtas de árboles, arbustos y hierbas, en distintas composiciones y con anchos de 4 a 6 m fueron capaces de reducir la escorrentía en un 78 % y la cantidad de sólidos en suspensión transportados > 90 % (Borin et al., 2010). La implantación de barreras de menos entidad basadas en la plantación de setos combinados con barreras de herbáceas con marcos de plantación de 0.5 m y una anchura total de la barrera de < 1 m redujo la escorrentía y la pérdida de suelo en >30% en campos de mijo de la India (Lenka et al., 2012). Este tipo de barreras, al retener escorrentía aumentan localmente la infiltración y aumentan la reserva hídrica. En el ejemplo anteriormente citado la cosecha se incrementó un 50% en presencia de las barreras vegetales. En condiciones de regadío, y especialmente de riego localizado combinado con la presencia de sondas de humedad, tal y como se dispone en las *Directrices científico-técnicas para establecimiento de sistemas de monitorización por sensores del contenido de humedad del suelo* esta capacidad de las barreras vegetales para generar zonas de

mayor humedad del suelo pueden permitir reducir las dotaciones de riego en determinados momentos.

4.2. Estructuras vegetales para controlar puntos calientes de conectividad hidrológica

Se trata de estructuras vegetales muy similares a las anteriores en cuanto a funcionalidad, pero diferentes en cuanto a localización. Estas estructuras se sitúan en ‘puntos calientes de conectividad’. Definimos como tales lugares donde convergen flujos de escorrentía en momentos de lluvias moderadamente intensas. Con el fin de cortocircuitar estos puntos de conectividad se crean estructuras vegetales que laminen los flujos y faciliten el estancamiento y la infiltración. No se aplican a zonas de alta conectividad, es decir, áreas donde ya se han concentrado flujos provenientes de muchos regueros o pequeños cauces, donde estos flujos puedan alcanzar grandes volúmenes que ya son incontrolables.

Utilizando la terminología hidrológica hablamos de realizar tratamientos en los cauces de orden más bajo y en las zonas donde discurre frecuentemente escorrentía en lluvias moderadamente intensas aun no tratándose de cauces. Se deben aplicar sobre regatos, regueros, pequeñas cárcavas y cabeceras de barrancos. Las estructuras vegetales se implantan preferentemente en los nodos de esa red, en los lugares donde se suelen conectar los flujos efímeros generados por una lluvia. Cuando hablamos de regueros nos referimos a pequeños surcos que se forman recurrentemente en los mismos sitios. Para estructuras de mayor entidad, como son las cárcavas, es conveniente que la revegetación se produzca no sólo en el nodo donde convergen las dos cárcavas sino una sección aguas arriba. Se prestará especial atención a los flujos causados por la red de caminos.

Las cárcavas revegetadas son capaces de infiltrar un 81% del flujo concentrado (es decir el que ocurre tras una lluvia intensa) cuando el lecho de la cárcava está seco y un 34% cuando está húmedo (Molina et al., 2009).

4.3. Estructuras vegetales para fomentar polinizadores y enemigos naturales

Estructuras y barreras vegetales cuya función principal no es la contención de flujos hidrológicos y que contienen abundantes recursos florales para polinizadores y otras plantas que pueden ser beneficiosas para albergar poblaciones de enemigos naturales. En el contexto de estas directrices se aplican a la corrección de todas las afecciones por infraestructuras que no impliquen un riesgo erosivo, como cubrir trazas de una tubería en zonas sin pendientes ni

taludes. También instalar en márgenes de parcelas, caminos, etc., que no presenten problemas erosivos.

Este tipo de estructuras están resultando de gran interés para la agricultura en Europa y se implantan bajo el auspicio de distintas políticas europeas, nacionales y regionales. Las estructuras resultan altamente efectivas en albergar una rica comunidad de polinizadores y enemigos naturales incluso en un breve lapso de tiempo. En la Figura 3 se muestran la comunidad de polinizadores y enemigos naturales establecida en setos de tan sólo 1-2 años en la Región de Murcia.

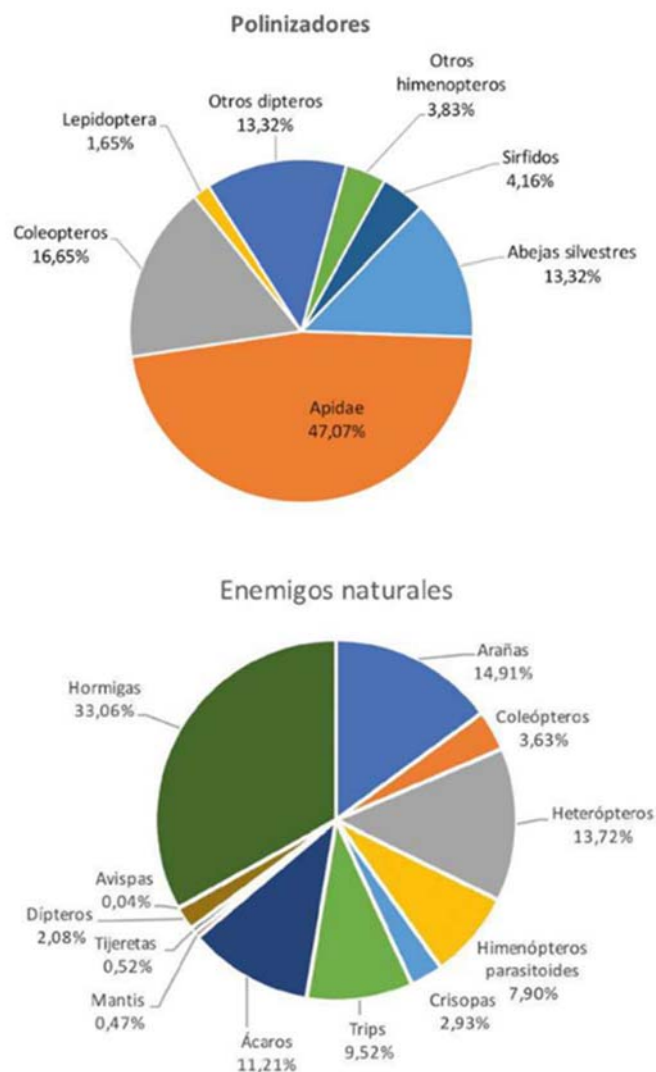


Figura 3. Comunidades de polinizadores y enemigos naturales establecidos en setos de 1-2 años en la Región de Murcia. Fuente: Sánchez-Balibrea et al. (2020).

Existen múltiples revisiones del efecto de medidas agroambientales y sus efectos sobre las poblaciones de polinizadores. Los efectos no dependen sólo de la medida en sí sino del contexto paisajístico en el cual se implementa. Así, Scheper at al. (2013) mostraron que el efecto de las medidas agroambientales sobre los polinizadores era mucho más evidente (positiva) en paisajes muy simplificados que en paisajes complejos. Medir el efecto es complicado por todos los efectos que intervienen más allá de la implantación de la medida en sí. En una revisión sistemática de 59 estudios se ha mostrado que la creación de estructuras vegetales en los márgenes de los campos de cultivos incrementa la abundancia y diversidad de los polinizadores, sin embargo, los resultados en la tasa de visita a de los polinizadores a los cultivos adyacentes o el efecto sobre la cosecha no arrojó resultados concluyentes, aunque en general son positivos (Lowe et al., 2021). Esta falta de efectos claros puede explicarse por la enorme heterogeneidad de situaciones que representan los estudios revisados. Particularmente, el contexto del paisaje que rodea las zonas cultivos puede tener una gran influencia en los resultados de estas medidas. Estructuras vegetales mal conectadas con las zonas naturales tienen dificultades para mantener poblaciones estables. Un ejemplo de esta complejidad. Recientemente se ha mostrado en otra amplia revisión de estudios en toda Europa en la que el factor que mejor explica el incremento de polinizadores es el 'contraste ecológico', la diferencia entre la diversidad y naturalidad de la medida implantada y el entorno agrícola que la rodea (Marja et al., 2019). A mayor contraste ecológico mayor efecto positivo en las poblaciones de polinizadores, lo que indica la potencialidad de la medida propuesta en su implantación en regadíos muy intensificados y simplificados.

4.4. Barreras vegetales para mitigar la contaminación por nutrientes

Barreras que se establecen en zonas de contacto con cauces, especialmente si tienen caudales permanentes y zonas sin contacto con cauces pero que puedan ser lugares preferentes de percolación al acuífero o donde se produzcan surgencias de agua por retornos de riego. Estas bandas de amortiguación son ampliamente utilizadas en Europa y Norte América. Bandas de 3 m con sauces pueden llegar a retener >70% del nitrato en barreras establecidas en Canadá (Hénault-Etier et al., 2019), y pequeñas barreras de herbáceas muestran capacidad de reducir el nitrato en agua subterránea cercanas a superficie el 56-98%.

4.5. Estructuras vegetales para recuperar terrenos degradados en los espacios intersticiales en zonas agrarias

Dentro de las zonas agrarias existen espacios intersticiales sin uso agrario que suelen presentar un acusado estado de degradación. Estos espacios intersticiales están muchas veces asociados a obras e infraestructuras del regadío o relacionadas con el cultivo en sí mismo. También son frecuentes espacios que no han podido ser transformados, como afloramientos rocosos. En general, por tratarse de áreas rodeadas de una intensa actividad suelen estar muy alterados y servir como escombreras y/o vertederos incontrolados. Las estructuras vegetales a implantar pueden ser de distinta tipología, pero la función principal de la medida es la mejora del paisaje y la renaturalización.

En términos de servicios ecosistémicos estas manchas renaturalizadas pueden incrementar los recursos tróficos disponibles para polinizadores y enemigos naturales y/o reducir las escorrentías y sedimentos de zonas que normalmente se encuentran muy degradadas y por tanto contribuir a beneficios como los contemplados en los apartados 4.1, 4.2. y 4.3, pero también al 4.7.

4.6. Estructuras vegetales para mitigar el efecto de infraestructuras

Puede ocurrir que tras el establecimiento de una nueva infraestructura en el pasado no se hiciera ningún tipo de restauración. Es un caso similar al indicado en el punto 4.5. pero que afecta a áreas más extensas y/o estructuras lineales de diversa longitud. Los beneficios en servicios ecosistémicos de las estructuras vegetales en este punto son también las que se reflejan en los apartados 4.1, 4.2 y 4.3.

Por otro lado, en el presente Plan se proponen diversas actuaciones cuya tipología requiere de una aproximación particular, que no encaja exactamente en las medidas funcionales expuestas hasta el momento. Un ejemplo claro es el caso de las plantas fotovoltaicas.

4.7. Estructuras vegetales para fomentar la conectividad ecológica

Los espacios agrarios, especialmente los más intensivos suponen barreras a la conectividad ecológica. Las estructuras vegetales contempladas en este epígrafe se diseñan para unir espacios naturales o seminaturales que quedan separados o aislados por zonas de cultivo intensivo, así como para facilitar la conectividad biológica dentro de la propia zona de cultivo.

Pueden ser estructuras lineales a lo largo de trazas de infraestructuras, o pequeñas islas aisladas pero que sirven como estación de paso entre zonas bastante distantes. La importancia de conectar las distintas estructuras vegetales que se implanten en el paisaje no es menor. En un estudio llevado a cabo en 229 paisajes de Europa occidental se ha mostrado que la mayor densidad de estructuras vegetales entre campos de colza incrementaba la densidad de abejas silvestres y el número de semillas producidas, pero que este efecto se debía sobre todo a través del movimiento de las abejas a lo largo de los márgenes de los campos y no a través de ellos (Hass et al., 2018).

4.8. Árboles y arbustos aislados

Los árboles aislados en los paisajes agrarios proporcionan recursos que habitualmente son escasos para la fauna (nidificación, dormideros, etc.) y contribuyen significativamente a la calidad del paisaje.

4.9. Mitigación de riesgo para la fauna en balsas e infraestructuras de riego asociadas

Las balsas de regulación o asociadas al uso de aguas regeneradas son una infraestructura común en muchos regadíos que puede suponer riesgos de ahogamiento para muchas especies sino están adecuadamente acondicionadas. En estructuras asociadas como acequias de cemento con paredes verticales se ha documentado el ahogamiento de gran número de anfibios y mamíferos (García, 2009). Para disminuir la probabilidad de ahogamiento las balsas, depósitos y grandes canales con lámina de agua descubierta deben combinar estructuras para dificultar el acceso a la fauna con estructuras que faciliten el escape en caso de caída accidental.

4.10. Mitigación de riesgos por líneas eléctricas

Las líneas eléctricas son una de las principales causas de mortalidad de las rapaces y otras aves en España. Para águila imperial quizás la rapaz más emblemática de España y que estuvo muy cerca de la extinción casi el 50% de la mortalidad no natural ha sido atribuida a colisiones y accidentes con líneas eléctricas (González et al., 2007). En algunas zonas de España y épocas del año la mortalidad de cigüeñas causada por líneas eléctricas puede alcanzar el 7% de la población (Garrido y Fernández-Cruz, 2003).

Muchas de las actuaciones contempladas en el Plan pueden requerir líneas e instalaciones eléctricas de nueva construcción. Se debe adecuar la línea o soterrar la línea e

instalaciones anexas para minimizar los riesgos de electrocución y colisión. En esta categoría se incluyen también las líneas eléctricas que estén asociadas a la ejecución de otra infraestructura. Por ejemplo, la acometida para una bomba anexa a una balsa de regulación.

4.11. Mejora de la habitabilidad de las balsas para la fauna

Durante los siglos XIX y XX los humedales españoles sufrieron una regresión muy importante lo que afectó a la población de aves acuáticas. La creación de distintas infraestructuras hidráulicas asociadas al regadío, particularmente las balsas, sirve para recuperar hábitats de alimentación y nidificación de especies de vertebrados e invertebrados, particularmente aves acuáticas. En el sureste de España se ha mostrado que las balsas de riego pueden ser cruciales para algunas especies de aves acuáticas (Sebastián-González et al., 2010), siendo además las balsas más naturalizadas las que tienen mayor atractivo para las aves. Estas funciones de soporte a la biodiversidad de estas estructuras artificiales se pueden potenciar sin afectar a su uso, mediante estructuras como islas artificiales.

4.12. Incremento de la disponibilidad de espacios para la nidificación de aves

Muchas aves son de nidificación troglodita (cavidades, grietas, oquedades) y las zonas agrarias afectan a la disponibilidad de este recurso. Tampoco existen grandes árboles que sirven como plataformas de nidificación para algunas especies. El objetivo de esta medida es aumentar los recursos de nidificación para estas especies mediante la disponibilidad de niales artificiales y de superficies adecuadas para la nidificación de especies que excavan galerías para nidificar en taludes (p. ej. avión zapador, abejaruco). Estas especies contribuyen al control de plagas, así en huertos de manzano de Asturias la instalación de cajas nido ha producido un 50% de descenso de la biomasa de artrópodos en los árboles y una disminución de la aparición de plagas (García et al., 2021).

4.13. Incremento de refugios para quirópteros

Los quirópteros (murciélagos) son insectívoros que pueden contribuir significativamente al control de plagas. En las zonas agrarias intensivas existe poca disponibilidad de refugios para murciélagos. Esta medida está enfocada a incrementar la disponibilidad local de refugios artificiales. Existen evidencias que esta medida contribuye a controlar plagas. En el Delta del Ebro los murciélagos son grandes consumidores del barrenador del arroz, una polilla que es una

plaga a nivel mundial. Después de la instalación de los refugios se ha observado un descenso en los niveles de la plaga (Puig-Montserrat et al., 2015).

4.14. Incremento de lugares de nidificación para insectos

Numerosos insectos, particularmente avispas y especies salvajes de abejas, requieren de pequeñas oquedades como refugio y lugar de reproducción. Estos recursos los proporciona, por ejemplo, la madera muerta. Incrementar la disponibilidad de estos refugios en zonas agrarias aumenta y estabiliza poblaciones de insectos que proporcionan servicios ecosistémicos a los cultivos.

En Reino Unido se ha mostrado que las medidas agroambientales han incrementado significativamente en las poblaciones de abejorros y abejas silvestres que crían en el suelo, sin embargo, la población de abejorros que crían en árboles y abejas solitarias que crían en cavidades no ha mejorado (Image et al., 2022). Estos autores encuentran que la capacidad de mejora de las poblaciones de polinizadores se encuentra limitada ahora por el desequilibrio entre la cantidad de recursos florales introducidos con las medidas agroambientales y la falta de recursos para nidificación, la escasez de un recurso no trófico.

4.15. Creación de pequeños cuerpos de agua

Los pequeños cuerpos de agua como charcas temporales o permanentes, charcas ganaderas, caudales temporales y espacialmente discontinuos son un recurso importante para la fauna, especialmente en paisajes mediterráneos con sequía intraanual en verano. En el sureste de España se estima que dos tercios de la avifauna utilizan este recurso y que el número de especies de aves se incrementa localmente en presencia de pequeños cuerpos de agua (Zamora-Marín et al., 2021). La recuperación y creación de pequeños cuerpos de agua contribuye a mejorar las condiciones de habitabilidad de los regadíos para la fauna, especialmente para anfibios y aves.

5. Planificación de las medidas

Como se comentó anteriormente, estas directrices se conciben con una doble vertiente: (i) mitigación del impacto ambiental de las actuaciones ejecutadas en el ámbito de cada proyecto, así como mejora ambiental de su entorno, todo ello bajo el principio DNSH; (ii)

acciones demostrativas de medidas que mejoran la sostenibilidad e integración ambiental de los regadíos españoles, de carácter voluntario.

Para la vertiente (i) cada proyecto planificará las medidas necesarias para mitigar el impacto de las actuaciones, tanto en su lugar concreto de implantación como en un entorno espacial variable a su alrededor dependiendo del tipo de actuación. Para la definición de esos entornos se proporciona una metodología sencilla (véase Cuadro 1).

Para la vertiente (ii), de carácter voluntario, se propone un proceso de acuerdo con la comunidad de regantes concernida en cada proyecto. El objeto de esta vertiente es que las acciones demostrativas estimulen el cambio hacia la sostenibilidad bajo los principios contemplados en la sección 3.

Es bien conocido que en agricultura la innovación y el cambio están estrechamente vinculados con la observación e intercambio de experiencias entre agricultores, que resultan tan importantes o más que la tradicional extensión agraria u otro tipo de asesoramiento. Por otro lado, la implantación de medidas adoptadas voluntariamente no es conflictiva y resulta más eficiente que cuando se realiza de modo coercitivo.

Dado el gran rango presupuestario entre proyectos se necesita un criterio claro y sencillo para dimensionar la inversión a realizar en la ejecución de las medidas voluntarias de la vertiente (ii) y de las recomendables (no estrictamente necesarias; véase más adelante) de la vertiente (i). Una aproximación sencilla y clara es establecer un porcentaje del presupuesto de ejecución material del proyecto para estas acciones, estipulándose dicha cantidad en aproximadamente el 2%.

Respecto a la vertiente (i) de corrección y/mitigación de las actuaciones a ejecutar, los proyectos no se clasificarán en tipos, sino que las medidas se orientarán en función de las actuaciones que componen cada proyecto. Después de una revisión de un número significativo de proyectos, se llegó a la conclusión que una tipología genérica de proyecto es menos útil para estas directrices ya que las medidas propuestas se particularizan por actuación y dentro de los proyectos estas actuaciones diversas no se agregan siempre o con gran frecuencia siguiendo un solo patrón que pudiera dar lugar a una tipología de proyectos clara y útil para las directrices.

Los tipos de actuaciones identificadas a partir de la documentación de los proyectos se muestran en la Tabla 1. Para facilitar el encuadre de los proyectos dentro de estas directrices en los siguientes epígrafes se detallan actuación por actuación el tipo de medidas aplicables.

Para el diseño de las medidas no sólo se evaluará la propia actuación sino un entorno alrededor de la misma. El objetivo de la evaluación del entorno es identificar los impactos in situ, ex situ y a nivel de paisaje que pueden tener cada una de las obras a ejecutar y por tanto implementar medidas que no sólo permitan la corrección de los impactos in situ sino la corrección y/o mitigación de los impactos ex situ y a nivel de paisaje. En el Cuadro 1 se muestra el procedimiento para delimitar ese entorno.

Tabla 1. *Tipos de actuaciones contempladas en los proyectos*

Actuación
Planta fotovoltaica
Balsa de regulación
Estación de tratamiento de aguas
Depósito
Estación de bombeo
Red de distribución y riego
Línea eléctrica
Muros de contención
Edificio de servicio (nave)

Cuadro 1. Procedimiento para definir el entorno de influencia de una actuación.

1. ¿Se trata de una actuación en un punto (con mayor o menor tamaño) o es una estructura lineal o una red?
 - 1.1. Si la instalación es en un punto el entorno es alrededor de ese punto.
 - 1.2. Si es una estructura lineal o una red de distribución el entorno es una banda alrededor de toda la estructura lineal o la red
2. ¿Afecta a un espacio natural o seminatural?
 - 2.1. Para acciones puntuales se debe chequear si la instalación se superpone (ocupa) o se sitúa a menos de 150 m de una zona no cultivada natural o seminatural. Estas zonas se incluirán como entorno de la actuación, no refiriéndonos a toda su extensión sino a las zonas más cercanas a la actuación (las fronteras de los espacios naturales o seminaturales que se encuentren a menos de 150 m de la actuación).
 - 2.2. Para estructuras lineales o en red, identificar y cartografiar todas las zonas naturales o seminaturales a menos de 50 m de la red. Todos estos espacios se incluirán en el entorno de la actuación conforme al criterio del 2.1, esto es, no referido a toda la extensión de las zonas naturales sino a aquellas distantes menos de 50 m de la actuación.
3. ¿Interfiere la actuación con la red de drenaje o con lugares de evacuación de escorrentías?

Por red de drenaje no nos referimos sólo a cauces como tales sino a zonas que pueden generar regueros en lluvias moderadamente intensas. Localizar los puntos de interferencia e identificar 150 m aguas arriba y abajo la zona afectada por la línea de drenaje o zona preferente de escorrentía, que se incluirá en el entorno del proyecto.
4. ¿Generará la actuación previsiblemente volúmenes de escorrentía y/o sedimentos?

La impermeabilización de las superficies, supresión de cobertura vegetal, alteración del relieve, vías de acceso, etc., previsiblemente puede generar mayores volúmenes de escorrentía. Identificar hacia dónde se evacúan las escorrentías e incluir en el entorno de la actuación la zona de escorrentía 150 m aguas abajo o hasta una zona de estancamiento, infiltración o conexión con un cauce.

Para la vertiente (ii) referida a acciones demostrativas acordadas con las respectivas comunidades de regantes se propone el procedimiento mostrado en el cuadro 2 con el fin de determinar qué medidas y dónde se implantarán. En cualquier caso, el equipo redactor de estas directrices realizará sesiones en línea conjuntas para proyectistas y comunidades de regantes para aclarar y homogeneizar el procedimiento en lo que sea necesario.

En resumen, los objetivos de la planificación de las medidas son: (i) conseguir que todas las actuaciones propuestas se adapten al principio DNSH; (ii) realizar acciones de mejora en el entorno de las actuaciones que contribuyan a la consecución de los principios generales de estas directrices (sección 3); (iii) generar ejemplos de actuación a escala local con fines demostrativos

que puedan ser replicados en el futuro por las comunidades de regantes y los comuneros en su actividad rutinaria.

A continuación, se muestran las medidas que pueden implementarse por tipo de actuación (epígrafes del 5.1 al 5.18 y Tablas de la 2 a la 13). Se distinguen dos niveles: *necesarias* y *recomendables*. Por necesarias entendemos medidas que deberían implementarse siempre que se implemente la actuación para apoyar el cumplimiento del principio DNSH. Las recomendables no se consideran estrictamente necesarias para cumplir con el DNSH.

La implementación de las medidas necesarias y recomendables va a depender también de las características de cada actuación concreta en términos de riesgo de incumplir el principio DNSH en el lugar de la actuación o en su entorno (tal como se define en el Cuadro 1). Por ejemplo, la construcción de una nave de servicio puede generar problemas de escorrentía en su entorno dependiendo de su localización particular, en unos casos será necesario corregir o mitigar este impacto y en otros no porque la instalación concreta no genera ese problema. En el texto se indica en qué condiciones las medidas necesarias lo son siempre y en cuáles sólo son necesarias según las características de la actuación en concreto. En las tablas resumen por actuación se distingue entre unas y otras con “*Siempre*” y “*Según características*”. Respecto a las medidas recomendables en las mismas tablas se indica con un “*S*” cuando la medida es recomendable cuando sea adecuada independientemente de las características concretas de la actuación y con “*Según características*” en su caso.

Sólo en casos excepcionales y que sean adecuadamente justificados desde el punto de vista técnico se prescindirá de alguna medida categorizada como necesaria para una actuación al ejecutar la misma.

Las medidas recomendables por actuación no son necesariamente exhaustivas porque resulta improbable que las directrices puedan recoger toda la casuística a la que den lugar los proyectos. Los proyectistas podrán añadir otras medidas de las contempladas en el catálogo a sus actuaciones siempre que contribuyan al DNSH siguiendo la lógica de los principios de estas directrices. Tras las medidas necesarias y recomendables para las actuaciones que se ejecutarán en los proyectos (epígrafes 5.1 a 5.9) se muestran las medidas recomendables para el programa demostrativo (vertiente ii) acordado con la comunidad de regantes (epígrafes 5.10 a 5.17). Las medidas recomendables se dan por problema a resolver como se muestra en el Cuadro 2. Para

dar flexibilidad y aumentar la aceptabilidad de esta vertiente no se contemplan medidas necesarias sino sólo medidas recomendables para cada situación.

Cuadro 2. *Identificación de zonas de actuación demostrativas acordadas con la comunidad de regantes.*

1. Interlocución con la comunidad de regantes, breve explicación de los principios de las directrices y del catálogo de medidas.
2. Determinar con la comunidad de regantes una opción de intervención de entre tres, sin excluir que se puedan combinar las opciones de actuación.
 - 2.1. Acciones dispersas por todo el polígono regable en puntos especialmente problemáticos (utilizar como guía la clasificación que figura en el punto 4 de este cuadro).
 - 2.2. Acciones concentradas en una zona concreta de la comunidad de regantes por criterios de vulnerabilidad, deterioro, impacto ex situ, valor paisajístico u otros criterios de igual validez.
 - 2.3. Terrenos propiedad de comuneros que deseen implementar las medidas.
3. Sea elegida una sola opción o una combinación de ellas se delimitarán las zonas de actuación y se procederá a cartografiar los elementos que requieren un tratamiento.
4. Esta cartografía seguirá la siguiente clasificación:
 - Zonas de contacto con cauces permanentes o temporales.
 - Presencia de zonas naturales cercanas.
 - Caminos que generen evacuación de escorrentías hacia otras zonas, particularmente a la red de drenaje.
 - Puntos de convergencia de regueros y regatos originados en campos de cultivo.
 - Afloramientos o surgencias de agua, particularmente los que puedan estar relacionados con los excedentes de riego.
 - Espacios intersticiales entre zonas cultivadas sin uso agrario.
 - Infraestructuras en uso que no hayan tenido un proceso anterior de restauración e integración ambiental.
 - Corrección de líneas eléctricas propiedad de la comunidad de regantes o de los comuneros.
 - Balsas de riego
5. La cartografía se realizará mediante una combinación de análisis SIG, inspección de campo y conocimiento previo de los técnicos o comuneros de la comunidad de regantes. En una situación ideal el análisis SIG combinado con inspección de campo exhaustiva, incluyendo inspecciones tras episodios de lluvia intensa, es el procedimiento más aconsejable. Sin embargo, dado lo constreñido del calendario para la ejecución del plan se aconseja dar especial relevancia al conocimiento previo de expertos locales, técnicos de la comunidad y comuneros.

Es especialmente importante documentar y monitorizar las medidas que se van a implementar en cada uno de los proyectos a llevar cabo. El enfoque general y los protocolos específicos por tipo de medida figuran en el Anexo III.

5.1. Medidas necesarias y recomendables para plantas fotovoltaicas

Resulta necesaria la ejecución de una barrera vegetal perimetral de naturalización con la funcionalidad que determine el proyectista, pero se recomienda hacer énfasis en barreras que fomenten polinizadores y enemigos naturales (medida 4.3), los setos pueden ser continuos o discontinuos y tendrán al menos 2 m. En las zonas que no den sombreado a las placas se pueden plantear estructuras vegetales que incorporen árboles y grandes arbustos.

Dentro o en el perímetro de influencia de la planta es necesaria la creación de charcas y bebederos que se alimenten por recolección de escorrentía mediante pequeñas modificaciones del relieve cuando haya en la parcela disponibilidad de terreno. Además, es recomendable la instalación de elementos para promover la biodiversidad tales como pequeños enclaves y refugios de vegetación, restauración de sotos, majanos para reptiles, posaderos, cajas nido de distintas tipologías para aves, murciélagos e insectos, etc.

Se considera parte integral del diseño todo camino de nueva construcción que sea necesario para acceder a la planta. Los caminos se diseñarán para que dispersen las escorrentías de tramos cortos hacia los laterales, donde una barrera vegetal diseñada para reducir escorrentía y erosión (medida 4.1) y aumentar la infiltración será instalada.

Si para la ejecución de la planta se requiere crear taludes los taludes serán revegetados con barreras cuya función primordial será la mitigación de la erosión y la escorrentía (medida 4.1).

La instalación de la planta se realizará en lo posible adaptándose a la pendiente del terreno, para evitar al máximo los movimientos de tierras y escorrentía. Si en el entorno de la instalación (tal y cómo se define en el Cuadro 1) se detecta que la planta altera la red de drenaje existente o genera un nuevo aporte de escorrentías y sedimento se ejecutarán barreras vegetales para la reducción de la erosión y la escorrentía y la conectividad hidrológica (medidas 4.1 y 4.2). En los principios de diseño de cada medida se encontrará una orientación sobre la aplicación a cada caso concreto.

Si la planta ocupa terrenos naturales o seminaturales, sea cual fuere su estado de conservación, se procurará crear una superficie equivalente renaturalizada en los espacios intersticiales del polígono de la comunidad de regantes (medida 4.5). Si no existe ocupación de terrenos naturales, pero en el entorno existe uno (Cuadro 1, para la definición del entorno; sea cual fuere su estado de conservación) se creará una estructura vegetal para la conectividad biológica entre ese terreno y la planta si existen terrenos disponibles (medida 4.7).

Se minimizará, siempre que sea posible, la alteración de la estructura del suelo sobre el que se asiente la planta utilizando, por ejemplo, sistemas de anclaje de las placas al terreno que requiera el mínimo uso posible de hormigonado (sistema de perfiles metálicos hincados). Dentro de la superficie ocupada por la planta será debe existir una cubierta vegetal suficiente que evite que el suelo permanezca desnudo y quede expuesto a la erosión por lluvia. Para ello se podrá establecer mediante crecimiento de la cubierta de vegetación natural o mediante la siembra de establecimiento de semillas de especies autóctonas o especies de cultivos herbáceos propios del entorno que sean beneficiosos para la fauna. En todos los casos, el control de la vegetación será mecánico y nunca utilizando herbicidas. Para el control mecánico habrá que definir los periodos de estos tratamientos para evitar o reducir la afección a las aves nidificantes en suelo. Se podrá utilizar ganado ovino en el manejo la cubierta, si existe esa posibilidad y la configuración de la instalación no es susceptible de daños por el ganado.

El vallado perimetral deberá cumplir las especificaciones establecidas en la normativa de ordenación de la caza de cada comunidad autónoma en cuanto al paso de animales silvestres. No se utilizarán alambres de espino ni otros elementos cortantes.

Se evitará en la medida de lo posible la iluminación de la planta, utilizando un régimen nocturno reducido a lo imprescindible. Los puntos de luz nunca serán de tipo globo y se procurará que el tipo empleado no disperse el haz luminoso, que debe enfocarse hacia abajo.

Tabla 2. Medidas para plantas fotovoltaicas.

<i>Epígrafe del catálogo / Fichas de los Anexos I y II</i>	<i>Medida</i>	<i>Necesaria</i>	<i>Recomendable</i>
4.1	Barrera vegetal para control de la erosión y la escorrentía	Según características	
4.2	Estructura vegetal para control de conectividad hidrológica	Según características	
4.3	Estructura vegetal para favorecer polinizadores y/o enemigos naturales	Siempre	
4.4	Barrera vegetal para mitigar la contaminación por nutrientes		
4.5	Estructuras vegetales para recuperar espacios intersticiales degradados		Sí
4.6	Estructuras vegetales para mitigar efectos de las infraestructuras		
4.7	Estructuras vegetales para fomentar la conectividad ecológica	Según características	
4.8	Árboles y arbustos aislados		Sí
4.9	Mitigación del riesgo para la fauna en balsas		
4.10	Mitigación de riesgos por líneas eléctricas		
4.11	Mejora de la habitabilidad de las balsas para la fauna		
4.12	Nidificación de aves		Sí
4.13	Refugios para quirópteros		Sí
4.14	Nidificación de insectos		Sí
4.15	Pequeños cuerpos de agua	Siempre	

5.2. Medidas necesarias y recomendables para balsas de regulación

La revegetación de los taludes de la balsa es necesaria, con barreras para mitigar erosión escorrentía (medida 4.1) situadas en bandas en toda la extensión del talud. Se puede realizar la revegetación también mediante hidrosiembra.

Es necesario la instalación de mallas para facilitar la salida de la fauna, y la instalación de rejillas de exclusión de fauna en las bocas de aspiración u otras salidas cuya función no sea la de aliviadero (medida 4.9).

Es recomendable la creación de pequeños cuerpos de agua (4.15) en el entorno de la balsa que puedan ser utilizados como bebedero como alternativa al acceso o intento de acceso a la balsa.

La instalación de islas flotantes para la reproducción de aves acuáticas es altamente recomendable (medida 4.11).

La naturalización de los márgenes es recomendable (medida 4.9).

Otras medidas recomendables son similares a las de las plantas fotovoltaicas en lo que corresponde a caminos de acceso, zonas naturales cercanas, interceptación de la red drenaje y generación de nuevas escorrentías. No obstante, se hará mayor énfasis en la generación de escorrentía y sedimentos de los taludes que va a ocurrir mientras la vegetación protectora no esté desarrollada.

Se recomienda que se utilicen los levantamientos topográficos de detalle de los que se pueda disponer para la construcción de la balsa para simular la dirección de las escorrentías. Si los flujos tienden a dispersarse homogéneamente por todo el borde inferior del talud, se plantará una barrera en forma de banda perimetral (medida 4.1). Si las escorrentías se concentran hacia una o unas líneas de drenaje se crearán estructuras para reducir la conectividad hidrológicas (medida 4.2).

Tabla 3. Medidas para balsas de regulación.

<i>Epígrafe del catálogo / Fichas de los Anexos I y II</i>	<i>Medida</i>	<i>Necesaria</i>	<i>Recomendable</i>
4.1	Barrera vegetal para control de la erosión y la escorrentía	Siempre	
4.2	Estructura vegetal para control de conectividad hidrológica		Según características
4.3	Estructura vegetal para favorecer polinizadores y/o enemigos naturales		
4.4	Barrera vegetal para mitigar la contaminación por nutrientes		
4.5	Estructuras vegetales para recuperar espacios intersticiales degradados		
4.6	Estructuras vegetales para mitigar efectos de las infraestructuras		
4.7	Estructuras vegetales para fomentar la conectividad ecológica	Según características	
4.8	Árboles y arbustos aislados		Sí
4.9	Mitigación del riesgo para la fauna en balsas	Siempre	
4.10	Mitigación de riesgos por líneas eléctricas		

<i>Epígrafe del catálogo / Fichas de los Anexos I y II</i>	<i>Medida</i>	<i>Necesaria</i>	<i>Recomendable</i>
4.11	Mejora de la habitabilidad de las balsas para la fauna		Sí
4.12	Nidificación de aves		
4.13	Refugios para quirópteros		
4.14	Nidificación de insectos		
4.15	Pequeños cuerpos de agua		

5.3. *Medidas necesarias y recomendables para estaciones de tratamiento de aguas*

Se debe revisar qué obras concretas se requieren para implementar esta actuación y referirse al epígrafe de cada una de esas obras en esta sección.

5.4. *Medidas necesarias y recomendables para depósitos*

Los depósitos son construcciones de diversa entidad para almacenar agua pero donde el acceso a la misma puede o no ser posible para la fauna. En varios depósitos de los proyectos del Plan la lámina de agua queda accesible a la fauna. El depósito es más peligroso para el ahogamiento de la fauna pues su tipología constructiva suele corresponder con paredes verticales de hormigón por las cuáles los animales no pueden trepar en caso de caída.

Es necesario la mitigación del riesgo con los cerramientos adecuados. Debido a la tipología constructiva las redes o superficies de mayor adherencia no tienen la misma eficacia que en las balsas. Por tanto, es necesario la construcción de rampas (medida 4.9) que permitan el escape. Para depósitos de dimensiones inferiores a 20 x 20 m se instalará una rampa. Conforme se incremente el tamaño del depósito se construirán rampas de tan manera que unas no disten de otras más de 30 m.

Es necesaria la instalación de cajas nido para aves (medida 4.12) y refugios de murciélagos (medida 4.13) en la estructura exterior del depósito.

Es recomendable la instalación de pequeñas estructuras vegetales para fomentar las poblaciones de polinizadores y enemigos naturales (medida 4.3) en el entorno del depósito si quedan espacios libres.

Es recomendable la instalación de árboles y arbustos aislados (medida 4.8) en el entorno del depósito.

Es recomendable la creación de charcas y bebederos (medida 4.15), particularmente aprovechando las escorrentías que generen las superficies impermeables del propio depósito.

Otras medidas necesarias o recomendadas son similares a las de las plantas fotovoltaicas en lo que corresponde a caminos de acceso, zonas naturales cercanas, ocupación de zonas naturales por la infraestructura, interceptación de la red drenaje y generación de nuevas escorrentías.

Tabla 4. Medidas para depósitos.

<i>Epígrafe del catálogo / Fichas de los Anexos I y II</i>	<i>Medida</i>	<i>Necesaria</i>	<i>Recomendable</i>
4.1	Barrera vegetal para control de la erosión y la escorrentía	Según características	
4.2	Estructura vegetal para control de conectividad hidrológica	Según características	
4.3	Estructura vegetal para favorecer polinizadores y/o enemigos naturales		Sí
4.4	Barrera vegetal para mitigar la contaminación por nutrientes		
4.5	Estructuras vegetales para recuperar espacios intersticiales degradados		Sí
4.6	Estructuras vegetales para mitigar efectos de las infraestructuras		
4.7	Estructuras vegetales para fomentar la conectividad ecológica	Según características	
4.8	Árboles y arbustos aislados		Sí
4.9	Mitigación del riesgo para la fauna en balsas	Siempre	
4.10	Mitigación de riesgos por líneas eléctricas		
4.11	Mejora de la habitabilidad de las balsas para la fauna		
4.12	Nidificación de aves	Siempre	
4.13	Refugios para quirópteros	Siempre	
4.14	Nidificación de insectos		
4.15	Pequeños cuerpos de agua		Sí

5.5. Medidas necesarias y recomendables para estaciones de bombeo

Para las estaciones de bombeo se recomiendan las mismas medidas que para los depósitos (epígrafe 5.4), excepto aquellas que se refieren a las rampas de escape para animales

de la lámina de agua. Es decir, se aplican todas las medidas que permiten naturalizar el edificio y su entorno.

5.6. *Medidas necesarias y recomendables para la red de distribución y riego*

Es necesario restaurar con vegetación todas las trazas de las tuberías que se instalen, salvo aquellas secciones de las trazas que transcurran bajo caminos, terrenos de cultivo, etc. La medida más adecuada son las estructuras para polinizadores y enemigos naturales con estructuras básicas a base de pequeños arbustos y hierbas perennes (medida 4.3) cuyas raíces no tengan capacidad de afectar a la tubería. Se procederá a la descompactación de la traza y de las zonas de tránsito de maquinaria para facilitar la colonización natural y la implantación de la vegetación de la restauración.

Es necesaria la instalación de cajas nido, refugios para quirópteros y refugios para insectos (medidas 4.12 a 4.14) a lo largo de la traza y una banda de 50 m alrededor de la traza sobre soportes que existan ya en el terreno, sean viables para ello y se disponga de la autorización del propietario: árboles, postes, edificios, etc.

Si alguna sección de la red transcurre a menos de 100 m de zonas no cultivadas es recomendable la medida de estructuras vegetales para fomentar la conectividad biológica, creando un corredor vegetado entre la zona natural y la traza de la red utilizando para ello bordes de caminos, ribazos entre parcelas, etc.

Tabla 5. *Medidas para red de distribución y riego.*

<i>Epígrafe del catálogo / Fichas de los Anexos I y II</i>	<i>Medida</i>	<i>Necesaria</i>	<i>Recomendable</i>
4.1	Barrera vegetal para control de la erosión y la escorrentía		
4.2	Estructura vegetal para control de conectividad hidrológica		
4.3	Estructura vegetal para favorecer polinizadores y/o enemigos naturales	Siempre	
4.4	Barrera vegetal para mitigar la contaminación por nutrientes		
4.5	Estructuras vegetales para recuperar espacios intersticiales degradados		
4.6	Estructuras vegetales para mitigar efectos de las infraestructuras		
4.7	Estructuras vegetales para fomentar la conectividad ecológica		Según características
4.8	Árboles y arbustos aislados		

<i>Epígrafe del catálogo / Fichas de los Anexos I y II</i>	<i>Medida</i>	<i>Necesaria</i>	<i>Recomendable</i>
4.9	Mitigación del riesgo para la fauna en balsas		
4.10	Mitigación de riesgos por líneas eléctricas		
4.11	Mejora de la habitabilidad de las balsas para la fauna		
4.12	Nidificación de aves	Siempre	
4.13	Refugios para quirópteros	Siempre	
4.14	Nidificación de insectos	Siempre	
4.15	Pequeños cuerpos de agua		

5.7. *Medidas necesarias y recomendables para líneas eléctricas*

Es necesaria la adecuación o soterramiento total o parcial de todas las líneas eléctricas de nueva construcción para disminuir el riesgo de electrocución y colisión por las aves (medida 4.10).

La viabilidad del soterrado de la línea eléctrica será evaluada. La línea eléctrica evitará afectar a hábitats naturales. En el caso de presentar trazado total o parcial en aéreo, se seleccionará la alternativa de ubicación que genere un menor riesgo de colisión y electrocución para las especies de la zona de proyecto.

Se recomienda crear pequeñas estructuras vegetales para polinizadores y enemigos naturales en el entorno de los apoyos (medida 4.3).

Tabla 6. Medidas para líneas eléctricas.

<i>Epígrafe del catálogo / Fichas de los Anexos I y II</i>	<i>Medida</i>	<i>Necesaria</i>	<i>Recomendable</i>
4.1	Barrera vegetal para control de la erosión y la escorrentía		
4.2	Estructura vegetal para control de conectividad hidrológica		
4.3	Estructura vegetal para favorecer polinizadores y/o enemigos naturales		Sí
4.4	Barrera vegetal para mitigar la contaminación por nutrientes		
4.5	Estructuras vegetales para recuperar espacios intersticiales degradados		
4.6	Estructuras vegetales para mitigar efectos de las infraestructuras		
4.7	Estructuras vegetales para fomentar la conectividad ecológica		
4.8	Árboles y arbustos aislados		

<i>Epígrafe del catálogo / Medida</i>	<i>Necesaria</i>	<i>Recomendable</i>
<i>Fichas de los Anexos I y II</i>		
4.9		
Mitigación del riesgo para la fauna en balsas		
4.10	Siempre	
Mitigación de riesgos por líneas eléctricas		
4.11		
Mejora de la habitabilidad de las balsas para la fauna		
4.12		
Nidificación de aves		
4.13		
Refugios para quirópteros		
4.14		
Nidificación de insectos		
4.15		
Pequeños cuerpos de agua		

5.8. *Medidas necesarias y recomendables para muros de contención*

Si el muro de contención genera previsiblemente desviación de escorrentías es necesario implantar barreras para mitigar la erosión (medida 4.1) y/o controlar conectividad hidrológica (medida 4.2).

Tabla 7. Medidas para muros de contención.

<i>Epígrafe del catálogo / Medida</i>	<i>Necesaria</i>	<i>Recomendable</i>
<i>Fichas de los Anexos I y II</i>		
4.1	Según características	
Barrera vegetal para control de la erosión y la escorrentía		
4.2	Según características	
Estructura vegetal para control de conectividad hidrológica		
4.3		
Estructura vegetal para favorecer polinizadores y/o enemigos naturales		
4.4		
Barrera vegetal para mitigar la contaminación por nutrientes		
4.5		
Estructuras vegetales para recuperar espacios intersticiales degradados		
4.6		
Estructuras vegetales para mitigar efectos de las infraestructuras		
4.7		
Estructuras vegetales para fomentar la conectividad ecológica		
4.8		
Árboles y arbustos aislados		
4.9		
Mitigación del riesgo para la fauna en balsas		
4.10		
Mitigación de riesgos por líneas eléctricas		
4.11		
Mejora de la habitabilidad de las balsas para la fauna		
4.12		
Nidificación de aves		
4.13		
Refugios para quirópteros		
4.14		
Nidificación de insectos		
4.15		
Pequeños cuerpos de agua		

5.9. Medidas necesarias y recomendables para edificios de servicio

Se contemplan el mismo conjunto de medidas que para los depósitos (epígrafe 5.4), exceptuando las medidas que tiene que ver con facilitar el escape de animales de una masa de agua.

5.10. Medidas recomendables para zonas de contacto con cauces permanentes y temporales

En los márgenes, barreras vegetales para disminuir la llegada de escorrentía, sedimentos y contaminantes al cauce (medida 4.4).

En el cauce restauración de la vegetación hidrófila para favorecer la conectividad ecológica (medida 4.7).

Tabla 8. Medidas para zonas de contacto con cauces permanentes o temporales.

<i>Epígrafe del catálogo / Medida</i>	<i>Necesaria</i>	<i>Recomendable</i>
<i>Fichas de los Anexos I y II</i>		
4.1	Barrera vegetal para control de la erosión y la escorrentía	
4.2	Estructura vegetal para control de conectividad hidrológica	
4.3	Estructura vegetal para favorecer polinizadores y/o enemigos naturales	
4.4	Barrera vegetal para mitigar la contaminación por nutrientes	Sí
4.5	Estructuras vegetales para recuperar espacios intersticiales degradados	
4.6	Estructuras vegetales para mitigar efectos de las infraestructuras	
4.7	Estructuras vegetales para fomentar la conectividad ecológica	Sí
4.8	Árboles y arbustos aislados	
4.9	Mitigación del riesgo para la fauna en balsas	
4.10	Mitigación de riesgos por líneas eléctricas	
4.11	Mejora de la habitabilidad de las balsas para la fauna	
4.12	Nidificación de aves	
4.13	Refugios para quirópteros	
4.14	Nidificación de insectos	
4.15	Pequeños cuerpos de agua	

5.11. Medidas recomendables en presencia zonas naturales cercanas

Estructuras vegetales que fomenten la conexión con zonas naturales aisladas en el interior de la matriz agrícola utilizando márgenes de camino, trazas de conducciones o divisiones entre parcelas (medida 4.7).

Además de estructuras lineales continuas se pueden recuperar espacios intersticiales degradados (medida 4.5) e implantar árboles o arbustos (medida 4.8).

Tabla 9. Medidas en presencia de zonas naturales cercanas.

<i>Epígrafe del catálogo / Fichas de los Anexos I y II</i>	<i>Medida</i>	<i>Necesaria</i>	<i>Recomendable</i>
4.1	Barrera vegetal para control de la erosión y la escorrentía		
4.2	Estructura vegetal para control de conectividad hidrológica		
4.3	Estructura vegetal para favorecer polinizadores y/o enemigos naturales		
4.4	Barrera vegetal para mitigar la contaminación por nutrientes		
4.5	Estructuras vegetales para recuperar espacios intersticiales degradados		Sí
4.6	Estructuras vegetales para mitigar efectos de las infraestructuras		
4.7	Estructuras vegetales para fomentar la conectividad ecológica		Sí
4.8	Árboles y arbustos aislados		Sí
4.9	Mitigación del riesgo para la fauna en balsas		
4.10	Mitigación de riesgos por líneas eléctricas		
4.11	Mejora de la habitabilidad de las balsas para la fauna		
4.12	Nidificación de aves		
4.13	Refugios para quirópteros		
4.14	Nidificación de insectos		
4.15	Pequeños cuerpos de agua		

5.12. Medidas recomendables para caminos que evacúen escorrentías hacia la red de drenaje

Corrección del camino para evacuar la escorrentía hacia los laterales en tramos más cortos con estructuras vegetales para controlar la conectividad hidrológica en los puntos de evacuación (medida 4.2) Creación de charcas temporales/bebederos en las zonas de evacuación

del camino hacia los laterales (medida 4.15). La charca se puede rodear de una orla de vegetación para favorecer polinizadores y enemigos naturales (medida 4.3).

Barreras vegetales para mitigar erosión y escorrentía en los márgenes del camino (medida 4.1).

Tabla 10. Medidas para caminos.

<i>Epígrafe del catálogo / Medida</i>	<i>Necesaria</i>	<i>Recomendable</i>
<i>Fichas de los Anexos I y II</i>		
4.1	Barrera vegetal para control de la erosión y la escorrentía	Sí
4.2	Estructura vegetal para control de conectividad hidrológica	Sí
4.3	Estructura vegetal para favorecer polinizadores y/o enemigos naturales	Sí
4.4	Barrera vegetal para mitigar la contaminación por nutrientes	
4.5	Estructuras vegetales para recuperar espacios intersticiales degradados	
4.6	Estructuras vegetales para mitigar efectos de las infraestructuras	
4.7	Estructuras vegetales para fomentar la conectividad ecológica	
4.8	Árboles y arbustos aislados	
4.9	Mitigación del riesgo para la fauna en balsas	
4.10	Mitigación de riesgos por líneas eléctricas	
4.11	Mejora de la habitabilidad de las balsas para la fauna	
4.12	Nidificación de aves	
4.13	Refugios para quirópteros	
4.14	Nidificación de insectos	
4.15	Pequeños cuerpos de agua	Sí

5.13. *Medidas recomendables para puntos de convergencia de regueros y regatos en campos de cultivo*

Estructuras vegetales para reducir la conectividad hidrológica en el punto de convergencia (medida 4.2).

Tabla 11. Medidas para puntos de convergencia de regueros.

<i>Epígrafe del catálogo / Medida</i>	<i>Necesaria</i>	<i>Recomendable</i>
<i>Fichas de los Anexos I y II</i>		
4.1	Barrera vegetal para control de la erosión y la escorrentía	
4.2	Estructura vegetal para control de conectividad hidrológica	Sí
4.3	Estructura vegetal para favorecer polinizadores y/o enemigos naturales	
4.4	Barrera vegetal para mitigar la contaminación por nutrientes	
4.5	Estructuras vegetales para recuperar espacios intersticiales degradados	
4.6	Estructuras vegetales para mitigar efectos de las infraestructuras	
4.7	Estructuras vegetales para fomentar la conectividad ecológica	
4.8	Árboles y arbustos aislados	
4.9	Mitigación del riesgo para la fauna en balsas	
4.10	Mitigación de riesgos por líneas eléctricas	
4.11	Mejora de la habitabilidad de las balsas para la fauna	
4.12	Nidificación de aves	
4.13	Refugios para quirópteros	
4.14	Nidificación de insectos	
4.15	Pequeños cuerpos de agua	

5.14. Medidas recomendables en afloramientos y surgencias de agua relacionadas con excedente de riego

Creación de una estructura vegetal para reducir la contaminación por nutrientes, creando un humedal o criptohumedal (medida 4.4). Si la lámina de agua en superficie no es permanente, pero se encuentra próxima a ella, se pueden crear una o varias charcas mediante excavaciones (medida 4.15).

Tabla 12. Medidas para afloramientos.

<i>Epígrafe del catálogo / Fichas de los Anexos I y II</i>	<i>Medida</i>	<i>Necesaria</i>	<i>Recomendable</i>
4.1	Barrera vegetal para control de la erosión y la escorrentía		
4.2	Estructura vegetal para control de conectividad hidrológica		
4.3	Estructura vegetal para favorecer polinizadores y/o enemigos naturales		
4.4	Barrera vegetal para mitigar la contaminación por nutrientes		Sí
4.5	Estructuras vegetales para recuperar espacios intersticiales degradados		
4.6	Estructuras vegetales para mitigar efectos de las infraestructuras		
4.7	Estructuras vegetales para fomentar la conectividad ecológica		
4.8	Árboles y arbustos aislados		
4.9	Mitigación del riesgo para la fauna en balsas		
4.10	Mitigación de riesgos por líneas eléctricas		
4.11	Mejora de la habitabilidad de las balsas para la fauna		
4.12	Nidificación de aves		
4.13	Refugios para quirópteros		
4.14	Nidificación de insectos		
4.15	Pequeños cuerpos de agua		Sí

5.15. *Medidas recomendables en espacios intersticiales entre cultivos sin uso agrario*

Creación de estructuras vegetales para recuperar el espacio intersticial (medida 4.5).

Si el espacio intersticial generará escorrentías (ruinas, edificios abandonados, suelo desnudo muy degradado) creación de barreras perimetrales para mitigar erosión y escorrentía (4.1). Si existen regueros preferentes de evacuación de la escorrentía creación de charcas para retener y/o laminar la escorrentía (medida 4.15).

Plantación de árboles y arbustos aislados (medida 4.8).

Tabla 13. Medidas para espacios intersticiales.

<i>Epígrafe del catálogo / Fichas de los Anexos I y II</i>	<i>Medida</i>	<i>Necesaria</i>	<i>Recomendable</i>
4.1	Barrera vegetal para control de la erosión y la escorrentía		Sí
4.2	Estructura vegetal para control de conectividad hidrológica		
4.3	Estructura vegetal para favorecer polinizadores y/o enemigos naturales		
4.4	Barrera vegetal para mitigar la contaminación por nutrientes		
4.5	Estructuras vegetales para recuperar espacios intersticiales degradados		Sí
4.6	Estructuras vegetales para mitigar efectos de las infraestructuras		
4.7	Estructuras vegetales para fomentar la conectividad ecológica		
4.8	Árboles y arbustos aislados		Sí
4.9	Mitigación del riesgo para la fauna en balsas		
4.10	Mitigación de riesgos por líneas eléctricas		
4.11	Mejora de la habitabilidad de las balsas para la fauna		
4.12	Nidificación de aves		
4.13	Refugios para quirópteros		
4.14	Nidificación de insectos		
4.15	Pequeños cuerpos de agua		Sí

5.16. Medidas recomendables para infraestructuras existentes sin restauración ambiental

Las medidas propias para la mitigación de los efectos de las infraestructuras, contempladas en los epígrafes 5.1 a 5.9, según el tipo de infraestructura al que se aplique. En este caso todas las medidas se consideran recomendadas y no existen medidas de obligado cumplimiento.

5.17. Medidas recomendables para líneas eléctricas existentes

Aplicar las medidas contempladas en el epígrafe 5.7. En este caso todas las medidas se consideran recomendadas y no existen medidas de obligado cumplimiento.

5.18. Medidas para balsas y depósitos existentes

En el caso que dentro de las medidas voluntarias adoptadas por la comunidad de regantes se opte por mejorar la integración ambiental de balsas y depósitos ya existentes las medidas recomendadas son la mismas contempladas para balsas (medida 5.2) y depósitos (medida 5.4) de nueva construcción que se ejecuten con el Plan (medida 5.2). En este caso todas las medidas son recomendables porque esta parte del programa es voluntario, pero se aconseja que se dé prioridad a las medidas que facilitan el escape de animales que caigan en la lámina de agua.

5.19. Resumen de medidas por actuación

Como referencia rápida, en la Tabla 14 se muestra para cada medida en qué tipo de actuación es necesaria o recomendable.

Tabla 14. Relación entre medidas y actuaciones. Esquema resumen

	Medida	Necesaria	Recomendable
4.1	Barrera vegetal para control de la erosión y la escorrentía	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Planta fotovoltaica (según características) ✓ Balsa de regulación (siempre) ✓ Depósito (según características) ✓ Estación de bombeo (según características) ✓ Muros de contención (según características) ✓ Edificios de servicio (según características) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Caminos (sí) ✓ Espacios intersticiales (sí) ✓ Infraestructuras sin restauración (sí)
4.2	Estructura vegetal para control de conectividad hidrológica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Planta fotovoltaica (según características) ✓ Depósito (según características) ✓ Estación de bombeo (según características) ✓ Muros de contención (según características) ✓ Edificios de servicio (según características) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Balsa de regulación (según características) ✓ Caminos (sí) ✓ Convergencia de regueros (sí) ✓ Infraestructuras sin restauración (según características)

	Medida	Necesaria	Recomendable
4.3	Estructura vegetal para favorecer polinizadores y/o enemigos naturales	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Planta fotovoltaica (siempre) ✓ Red de distribución y riego (siempre) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Líneas eléctricas (sí) ✓ Caminos (sí) ✓ Depósito (sí) ✓ Estación de bombeo (sí) ✓ Infraestructuras sin restauración (sí) ✓ Edificios de servicio (sí)
4.4	Barrera vegetal para mitigar la contaminación por nutrientes		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Contacto con cauces (sí) ✓ Afloramientos (sí)
4.5	Estructuras vegetales para recuperar espacios intersticiales degradados		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Planta fotovoltaica (sí) ✓ Depósito (según características) ✓ Estación de bombeo (según características) ✓ Edificios de servicio (según características) ✓ Presencia de zonas naturales (sí) ✓ Espacios intersticiales (sí) ✓ Infraestructuras sin restauración (sí)
4.6	Estructuras vegetales para mitigar efectos de las infraestructuras		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Infraestructuras sin restauración (sí)
4.7	Estructuras vegetales para fomentar la conectividad ecológica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Planta fotovoltaica (según características) ✓ Balsa de regulación (según características) ✓ Depósito (según características) ✓ Estación de bombeo (según características) ✓ Edificios de servicio (según características) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Red de distribución y riego (según características) ✓ Contacto con cauces (sí) ✓ Presencia de zonas naturales (sí) ✓ Infraestructuras sin restauración (según características)
4.8	Árboles y arbustos aislados		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Planta fotovoltaica (sí) ✓ Balsa de regulación (sí) ✓ Depósito (sí) ✓ Estación de bombeo (sí) ✓ Edificios de servicio (sí) ✓ Presencia de zonas naturales (sí) ✓ Espacios intersticiales (sí) ✓ Infraestructuras sin restauración (sí)

	Medida	Necesaria	Recomendable
4.9	Mitigación del riesgo para la fauna en balsas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Balsa de regulación (siempre) ✓ Depósito (siempre) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Infraestructuras sin restauración (sí)
4.10	Mitigación de riesgos por líneas eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Líneas eléctricas nuevas (siempre) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Infraestructuras sin restauración (sí) ✓ Líneas eléctricas existentes (sí)
4.11	Mejora de la habitabilidad de las balsas para la fauna		<ul style="list-style-type: none"> Infraestructuras sin restauración (sí) Balsas de regulación (sí)
4.12	Nidificación de aves	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Depósito (siempre) ✓ Estación de bombeo (siempre) ✓ Red de distribución y riego (siempre) ✓ Edificios de servicio (siempre) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Planta fotovoltaica (sí) ✓ Infraestructuras sin restauración (sí)
4.13	Refugios para quirópteros	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Depósito (siempre) ✓ Estación de bombeo (siempre) ✓ Red de distribución y riego (siempre) ✓ Edificios de servicio (siempre) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Planta fotovoltaica (sí) ✓ Infraestructuras sin restauración (sí)
4.14	Nidificación de insectos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Red de distribución y riego (siempre) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Planta fotovoltaica (sí) ✓ Infraestructuras sin restauración (sí)
4.15	Pequeños cuerpos de agua	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Planta fotovoltaica (siempre) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Depósito (sí) ✓ Estación de bombeo (sí) ✓ Edificios de servicio (sí) ✓ Caminos (sí) ✓ Afloramientos (sí) ✓ Espacios intersticiales (sí)

6. Referencias generales

Borin, M., Passoni, M., Thiene, M., Tempesta, T. (2010) Multiple functions of buffer strips in farming areas. *European Journal of Agronomy* **32**, 103-111.

Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S.J., Kubiszewski, I., Farber, S., Turner, R.K. (2014) Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change* **26**, 152-158.

Dávila, F.V. (2022) El principio de no causar un perjuicio significativo al medio ambiente (DNSH) como mecanismo de evaluación ambiental de las actuaciones del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia a propósito de la Orden HFP/1030/2021, del 29 de septiembre por la que se configura el sistema de gestión del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. *Actualidad Jurídica Ambiental* **117**, 10-37.

Garrido, J.R., Fernández-Cruz, M. (2003) Effects of power line son a white stork *Ciconia ciconia* population in central Spain. *Ardeola* **50**, 191-200.

González, L., Margalida, A., Mañosa, S., Sánchez, R., Oria, J., Molina, J., Caldera, J., Aranda, A., Prada, L. (2007). Causes and spatio-temporal variations of non-natural mortality in the Vulnerable Spanish imperial eagle *Aquila adalberti* during a recovery period. *Oryx* **41**, 495-502.

Hénault-Ethier L., Lucotte M., Smedbol É., Gomes M.P., Maccario S., Laprise M.E.L., Perron R., Larocque M., Lepage L., Juneau P., Labrecque M. (2019) Potential efficiency of grassy or shrub willow buffer strips against nutrient runoff from soybean and corn fields in southern Quebec, Canada. *Journal of Environmental Quality* **48**, 352 – 361.

Image, M., Gardner, E., Clough, Y., Smith, H.G., Baldock, K.C.R., Campbell, A., Garratt, M., Gillespie, M.A.K., Kunin, W.E., Mc Kerchar, M., Memmott, J., Potts, S.G., Senapathi, D., Stone, G.N., Wackers, F., Westbury, D.B., Wilby, A., Oliver, T.H., Breeze, T.D. (2022) Does agri-environment scheme participation in England increase pollinator populations and crop pollination services?. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **325**, 107755

Janssen M., Frings J., Lennartz B. (2018) Effect of grass buffer strips on nitrate export from a tile-drained field site. *Agricultural Water Management* **208**, 318 – 325.

García D., Miñarro M., Martínez-Sastre R. (2021) Enhancing ecosystem services in apple orchards: Nest boxes increase pest control by insectivorous birds. *Journal of Applied Ecology* **58**, 465 – 475.

García, P. (2009) Mortality of vertebrates in irrigation canals in an area of west–central Spain. *Animal Biodiversity and Conservation* **32**, 123-126.

Hass A.L., Kormann U.G., Tschardt T., Clough Y., Baillod A.B., Sirami C., Fahrig L., Martin J.-L., Baudry J., Bertrand C., Bosch J., Brotons L., Bure F., Georges R., Giralt D., Marcos-García M.Á., Ricarte A., Siriwardena G., Batáry P. (2018) Landscape configurational heterogeneity by small-scale agriculture, not crop diversity, maintains pollinators and plant reproduction in western Europe. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* a, art. no. 20172242

Lenka, N.K., Dass, A., Sudhishri, S., Patnaik, U.S. (2012) Soil carbon sequestration and erosion control potential of hedgerows and grass filter strips in sloping agricultural lands of eastern India. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **158**, 31-40.

Lowe, E.B., Groves, R., Gratton, C. (2021) Impacts of field-edge flower plantings on pollinator conservation and ecosystem service delivery – A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **310**, 10 7290.

Marja R., Kleijn D., Tschardt T., Klein A.-M., Frank T., Batáry P. (2019) Effectiveness of agri-environmental management on pollinators is moderated more by ecological contrast than by landscape structure or land-use intensity. *Ecology Letters* **22**, 1493-1500.

Molina, A., Govers, G., Van den Putte, A., Veerle, V. (2009) Reducing the hydrological connectivity of gully systems through vegetation restoration: combined field experiment and numerical modelling approach. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions* **13**, 1823–1836.

Puig-Montserrat, X., Torre, I., López-Baucells, A., Guerrieri, E., Monti, M.M., Ràfols-García, R., Ferrer, X., Gisbert, D., Flaquer, C. (2015) Pest control service provided by bats in Mediterranean rice paddies: linking agroecosystems structure to ecological functions. *Mammalian Biology* **80**, 237–245.

Sebastián-González, E., Sánchez-Zapata, J.A. & Botella, F. (2010) Agricultural ponds as alternative habitat for waterbirds: spatial and temporal patterns of abundance and management strategies. *European Journal of Wildlife Research* **56**, 11–20.

Scheper J., Holzschuh A., Kuussaari M., Potts S.G., Rundlöf M., Smith H.G., Kleijn D. (2013) Environmental factors driving the effectiveness of European agri-environmental measures in mitigating pollinator loss - a meta-analysis. *Ecology Letters* **16**, 912 – 920.

Zamora-Marín, J.M., Zamora-López, A., Jiménez-Franco, M.V., Calvo, J.F., Oliva-Paterna, J. (2021) et al. Small ponds support high terrestrial bird species richness in a Mediterranean semiarid region. *Hydrobiologia* **848**, 1623–1638.

7. Anexo I. Fichas descriptivas de las estructuras vegetales básicas

En este anexo se recoge la información necesaria para la implementación de actuaciones relacionadas con las barreras vegetales en sus diferentes modalidades. Se desarrolla en dos apartados: el primero relativo a la información general válida para todas ellas y la segunda mediante la aportación de una ficha con información de detalle para cada una de las actuaciones de restauración vegetal recogidas en la directriz.

7.1. Información general

7.1.1. Planificación previa

Antes de llevar a cabo la implementación de las barreras vegetales, es necesario aplicar el **Cuadro 2. Identificación de zonas de actuación demostrativas acordadas con la comunidad de regantes** de la sección 5, *Planificación de las medidas* de estas Directrices. Es imprescindible que sea tenido en consideración por parte de:

- **Comunidad de regantes.** El éxito y, sobre todo, el mantenimiento a largo plazo de las barreras vegetales implantadas dependerá directamente de la implicación de los gestores del territorio en la planificación de las medidas. Será fundamental conocer la dinámica de cada territorio donde se van a aplicar las barreras vegetales en lo que respecta especialmente a: la realidad social, las imposiciones productivas de los cultivos y las expectativas de los agricultores.
- **Proyectistas.** Deberán contar con apoyo de consultoras con experiencia en la restauración de paisajes agrarios y de especialistas en selección de especies vegetales adecuadas a los fines perseguidos.

7.1.2. Prescripciones técnicas para la ejecución y el mantenimiento de las actuaciones

7.1.2.1. Replanteo previo

Los diseños de las barreras vegetales establecidos por los proyectistas constituyen un punto de partida imprescindible para su implantación. No obstante, las empresas ejecutoras de las medidas deberán realizar un replanteo previo en campo de los diseños proyectados marcando de la forma más precisa posible la ubicación de cada una de las plantas, usando para ello los útiles apropiados tales como cintas métricas, cuerdas, estacas... (Figura 4).



Figura 4. *Replanteo con cinta métrica para la disposición de las plantas de un seto junto camino.*

Durante la fase de ejecución pueden sucederse situaciones inesperadas o no consideradas en el proyecto como cambios de decisión en el cultivo y manejo del terreno, deficiencias en los cálculos, presencia de algunos estorbos como afloramientos rocosos, servidumbres, necesidades de manejo de la parcela, etc., que enfatizan la necesidad del replanteo previo y que suelen implicar algunas adaptaciones de diseño a la realidad del terreno.

7.1.2.2. Calidad de planta y suministro

Todos los proyectos de restauración o implantación de la arquitectura vegetal de un territorio dependen de muchos factores. Para autores que han tratado este tema con anterioridad para trabajos en entornos forestales (Navarro y Martínez, 1997; Villar Salvador, 2003), en un escenario de normalidad en el que las especies son biogeográfica y ecológicamente adecuadas y las condiciones climáticas para la implantación son favorables, la calidad de planta es un factor determinante del éxito de la actuación.

Es importante que las plantas sean sanas, bien formadas, endurecidas pero no envejecidas y equilibradas entre la parte aérea y la subterránea. Lo más apropiado es que se suministren procedentes de cultivo o aclimatación en condiciones similares a las del destino final que vayan a tener (Figura 5).



Figura 5. *Distintos formatos de planta para labores de renaturalización de una explotación agrícola: contenedor, bolsa y bandeja forestal.*

Partiendo de la base de que una planta de calidad es aquella que conduce al éxito de la intervención, se podrían identificar parámetros de calidad específicos para cada actuación y localidad en particular. Dada la dificultad que esto conlleva, se hace necesario establecer unos mínimos de calidad que se ajusten lo mejor posible a la mayor parte de las actuaciones que se recogen en esta directriz.

Árboles

En cuanto a la calidad para los árboles se considerará un formato consolidado que permita tener un efecto inmediato en el paisaje. Aunque puede haber variaciones según la especie, se recomienda:

- ✓ 12-14 cm de perímetro de tronco medido a 1 m de altura, servida preferiblemente con cepellón o en contenedor.
- ✓ Las plantas deben poseer cepellones cohesionados sin sustratos adicionales al del cultivo (en suelo o en contenedor), y no deben presentar espiralización de las raíces. Para árboles de hoja caduca los cepellones deberán ser 35-45 cm de diámetro y 25-30 cm de profundidad; para los de hoja perenne las medidas serán de 25-30 cm de diámetro y 30-50 cm de profundidad.
- ✓ En caso de utilizar especies caducifolias a raíz desnuda, el sistema radical deberá incluir la cabellera de raíces finas y tener 35-45 cm de diámetro (Figura 6).



Figura 6. *Cepellón cohesionado y raíz desnuda equilibrada. Fuente: <https://arbolesfrutales.org>.*

- ✓ La altura total debe oscilar entre 2,50 y 3,50 m, con troncos o estípites rectos, carentes de heridas o cicatrices.
- ✓ Los árboles se podrán servir con forma flechada (sin cruz formada) o con cruz generada a una altura mínima de 2,50 m. La forma de la copa será proporcionada a la edad y tamaño del individuo en los árboles flechados, mientras que, en los árboles con cruz formada, deberá tener al menos 3 ramas principales equilibradas (Figura 7).



Figura 7. *Formato de árboles 12-14 cm de perímetro de tronco en cepellón (almez, *Celtis australis*), y en contenedor (álamo blanco, *Populus alba*), acopiados en campo para plantación en fincas de regadío.*

Para los casos en que se utilicen individuos de especies arbóreas en un formato más pequeño se estará a lo establecido para los arbustos en bandeja forestal o en contenedor descritos en el epígrafe siguiente.

Arbustos

Para este caso, los formatos más usuales empleados en obras de revegetación son:

✓ Para toda clase de arbustos: planta a raíz desnuda o con cepellón, de una savia, servida en bandeja forestal de alveolos, preferentemente de 0,20-30 l de capacidad; si se usan plantas de dos savias es recomendable que el contenedor sea de 0,30-0,40 l. Este tipo de presentación es muy variable, pudiendo encontrarse desde bandejas con 8 alveolos (con 1,50 l cada uno) hasta bandejas con 60 alveolos (con 0,15 l por unidad) (Figuras 8 y 9).



Figura 8. Bandeja forestal de 54 alveolos.
Fuente: <https://www.floresyplantas.net>.



Figura 9. Arbustos (*adelfa*, *Nerium oleander*, y *lentisco*, *Pistacia lentiscus*), en bandeja forestal junto con el material auxiliar (protectores, tutores, azadas y ahoyadora manual) necesario para la plantación.

✓ Arbustos pequeños o matas: en contenedor de 11-13 cm de diámetro (0,5-1 l de capacidad) con altura recomendable de la planta de 10-15 cm.

✓ Arbustos grandes: en contenedor de 15-16 cm de diámetro (1,5-2 l de capacidad) con altura recomendable de la planta de 20-40 cm.

No obstante, las condiciones de uso de este tipo de plantas pueden ser más variables y condicionar estos formatos pudiéndose utilizar, además de los anteriores:

✓ Arbustos a raíz desnuda que podrán ser: de 40-80 cm de altura y mayores de 80 cm. Este formato de suministro se aconseja para especies caducifolias de porte pequeño.

✓ Arbustos en contenedor o con cepellón (aconsejados para arbustos de hojas perenne y para todos los tamaños), que podrán

servirse: de 20-60 cm de altura en contenedor o cepellón de 1,5 l (14 cm), de 20-150 cm en contenedor o cepellón de 3 l (17 cm), de 40-150 cm en contenedor o cepellón de 6 l (20-22 cm) y de 60-150 cm en contenedor o cepellón de 10 l (25 cm).

Herbáceas

En el caso de las especies herbáceas conviene referirse a la calidad de las mezclas de semillas empleadas en las actuaciones en tanto que, por una parte, sería prolijo referirse especie por especie a todas las del enorme catálogo de posibilidades existente en cada ámbito biogeográfico y, por otra, utilizar otras formas de suministro basadas en planta viva y no en semilla, dificultaría y encarecería enormemente la ejecución de la obra. No obstante, hay algunas especies herbáceas perennes como el esparto (*Stipa tenacissima*) o el albardín (*Lygeum spartum*), que forman atochas y cuyo uso es de gran interés para barreras para mitigar erosión y escorrentía en áreas semiáridas cuya implantación no se realiza generalmente a partir de semillas sino según los protocolos que se describen para arbustos pequeños.

Se pueden establecer múltiples criterios para la composición de las mezclas de semillas en función de su finalidad, de la zona en las que se van a emplear y del manejo a las que se las someterá desde el momento mismo de la siembra. No obstante, y a falta de estándares, existe una dilatada experiencia en empresas del sector que permite extraer algunas variables comunes a numerosas mezclas comerciales:

- ✓ Deben contener entre 10 y 20 especies (puede disminuir el número cuanto más seguridad haya para la implantación de la mezcla utilizada). Se incluyen especies de ciclo corto (anuales de implantación muy rápida con una funcionalidad efímera) y especies de ciclo largo (perennes de implantación más lenta, pero funcionales hasta el medio plazo). Es recomendable que la mezcla no tenga más de un 10% en peso de especies anuales.
- ✓ Las gramíneas y leguminosas son dominantes en las mezclas con porcentajes variables (hasta el 60% en el caso de las primeras y hasta el 40% en el caso de las segundas).
- ✓ Las anteriores se acompañan de un amplio cortejo de especies que incluso puede ser seleccionado para cada una de las

actuaciones. Es necesario tener presente que cuanto menor sea la disponibilidad comercial de estas especies, mayor será el precio de la mezcla por la dificultad para obtener la composición final.

7.1.2.3. Distancia de plantación

Para aquellas actuaciones que no se basen en el uso de árboles o arbustos aislados de gran porte, se tendrán en cuenta las distancias entre individuos siguientes:

Árboles

La distancia de plantación entre árbol y árbol variará en función de las dimensiones potenciales de desarrollo de la especie o especies que se utilicen en las alineaciones. En general se tomará una distancia mínima de 5 m entre árboles de pequeño porte (4-6 m de altura), de 8 m para árboles de porte mediano (6-8 m de altura) y de 15 m para los de gran porte (por encima de 8-10 m de altura). Estas distancias son orientativas, pudiendo variar en función de la dinámica agrícola de cada explotación (trasiego de maquinaria agrícola, servidumbres de paso...) o en función de los condicionantes específicos que tenga una actuación concreta (presencia de afloramientos rocosos, pendientes inadecuadas...).

Arbustos

En barreras que usen arbustos, las distancias sugeridas son de 1,5 m para arbustos pequeños (hasta 1 m de altura potencial) y de 3 m para arbustos de gran porte (mayores de 1 m de altura). Como en el caso anterior, las distancias entre individuos variarán en función de los condicionantes que imponga la dinámica de la explotación o las características del terreno.

Herbáceas

El uso de herbáceas en barreras vegetales se hará con dosis de siembra que oscilarán entre 15-35 g/m² en función de las características de la zona a tratar. En general, dosis bajas (15-20 g/m²) se emplearán en terrenos más llanos y, por tanto, con menos riesgo para el éxito de la actuación, mientras que dosis altas (30-35 g/m²) se usarán en desmontes o terraplenes.

7.1.3. Ejecución de la plantación

Árboles

Se procederá a la plantación de todos los árboles mediante apertura mecanizada de hoyo con unas dimensiones mínimas de 80x80x80 cm, colocando el árbol en su interior y centrado, con posterior acoplamiento efectivo a tutor mínimo (D= 6 cm, h> 300 cm) de rollizo de pino torneado con punta, hincado un mínimo de 30 cm y atado con fijaciones de cincha textil o plástica no degradable, de 3-4 cm de anchura.

Si fuese necesario se rellenarán los hoyos con una mezcla constituida por la tierra extraída durante su apertura si es de buena calidad o por tierra vegetal enriquecida con enmiendas orgánicas (15 kg de estiércol curado y totalmente fermentado) y 2 kg de arena de río para enmienda edáfica. Para finalizar, se procederá a aportar un riego de implantación con 50 l de agua o hasta capacidad de campo que permita la consolidación de la planta y el suelo, mediante la eliminación de los poros de aire que quedaran en el mismo tras la plantación.

Dependiendo de la fauna existente (fundamentalmente roedores y lagomorfos) y de la palatabilidad de la especie arbórea utilizada, la base de los troncos deberá ir individualmente protegida mediante tubos protectores microperforados de 60 cm de altura.

Si se prevé la presencia puntual de ganado en las proximidades de la plantación, será necesaria la colocación de protectores tipo arbusto espinoso o el denominado comercialmente “cactus”, para evitar los daños originados por los animales tanto por la posible herbivoría, como por los daños mecánicos producidos por rozamiento y golpeo.

Arbustos

En el caso de los arbustos el hoyo de plantación será, como mínimo, de un diámetro 15 cm mayor que el diámetro de las raíces o el cepellón y de 30-40 cm de profundidad, de tal manera que las dimensiones mínimas y más comunes son 30x30x30 cm o 40x40x40 cm. El hoyo se rellenará con tierra fértil con las mismas características que las descritas para los árboles hasta la mitad de su profundidad, se compactará, se acabará de rellenar y se compactará finalmente (Figura 10).

Con objeto de salvaguardar a las plantas de la herbivoría, de facilitar su enraizamiento y de hacerlas fácilmente visibles, se protegerán individualmente con tubo protector microperforado de 40 cm que irá fijado mediante abrazaderas a un tutor de caña de bambú (D=6-8 mm y h>1 m). Finalmente, se deberá proporcionar riego de implantación de 5-15 l de agua, en función del formato empleado, o hasta alcanzar la capacidad de campo.



Figura 10. *Labores de plantación de doble línea de arbustos al tresbolillo en bordes con los cultivos; derecha: linde separación fincas, izquierda: borde cauce fluvial.*

Herbáceas

Como ya se ha citado, las plantas herbáceas se manejarán en forma de mezcla de semillas y su aplicación será mediante siembra, que económicamente resulta más barata que la plantación para este tipo de especies (Soto, 2003).

La superficie a tratar puede ser sembrada en su totalidad o bien se puede dividir para localizar la aplicación de las semillas en hoyos, surcos o fajas, dependiendo de las características de la actuación y del terreno en el que se ubica.

Dado el uso de estas especies en superficies pequeñas, para esta aplicación se usará siempre la forma manual a voleo, distribuyendo la semilla de manera uniforme sobre el suelo (normalmente haciendo dos pases perpendiculares). Dado que mediante esta forma de aplicación las semillas se quedan en superficie fácilmente expuestas a depredación, desecación y arrastre, es necesario realizar un rastrillado final para enterrar ligeramente las semillas.

Cuando la aplicación se haga sobre taludes, se dispondrá mayor cantidad de semilla en la parte alta del talud y en los bordes del mismo.

En zonas de clima mediterráneo se ejecutará la siembra preferentemente en otoño coincidiendo con las primeras lluvias. En zonas más frescas y húmedas, el aporte de semillas se puede prolongar hasta el inicio de la primavera.

7.1.4. Cuidados postplantación y labores de mantenimiento

Las labores de mantenimiento son imprescindibles durante, al menos, los dos primeros años tras la plantación y consistirán en:

Riego

Se instalará riego localizado siempre que existan las posibilidades de conexión a una red de riego cercana. Si no fuese posible, el riego de mantenimiento de las plantaciones ejecutadas en hoyos para planta procedente de bandeja forestal (30x30x30 o 40x40x40 cm) y hoyos realizados para la plantación árboles con porte considerable (hoyos > 80x80x80), se hará con manguera, y se procurará que se aplique directamente al hoyo evitando que el chorro de agua descalce la planta o destruya el alcorque. Se aportará un total de 15 l y 50 l respectivamente cada vez que se riegue, y se recomienda que durante el primer y segundo año se proporcionen dos riegos por mes entre los meses de junio a septiembre (Figura 11).



Figura 11. Primer riego manual de implantación con cuba aplicada a plantación lineal perimetral con árboles y arbustos.

Desbroces

Si la invasión de herbáceas espontáneas es considerable y no deseable para la supervivencia de la plantación, se recomienda la siega correspondiente a la totalidad de las superficies que integran las plantaciones. La siega se debe efectuar manualmente mediante motodesbrozadora equipada con hilo o cuchilla, de modo que la totalidad del estrato herbáceo quede a una altura no superior a los 5 cm. Según necesidades, la siega se realiza generalmente dos veces cada año de mantenimiento.

Binas y escardas

Una vez al año, los dos primeros años, se reformará el alcorque de las plantas con azada, mediante el aporcado del tallo de la planta, su pisado y la escarda y limpieza mediante escardillo tanto del interior del alcorque como del exterior, en 1 m de radio.

Reposición de marras

Esta labor consistirá en la repetición completa de los procedimientos de la fase de ejecución, durante el periodo de los cinco años que contempla el plan de seguimiento de los trabajos mediante la sustitución de las unidades de plantas marradas que se hayan comprobado después del verano.

7.1.5. Selección de especies

El éxito de una actuación de revegetación depende de múltiples factores, siendo la adecuada selección de especies a emplear uno de los más determinantes. Por ello, tal y como establecen Aramburu et al. (2009), entre otros autores, esta práctica ha de basarse en el conocimiento de: a) la dinámica del entorno biofísico y socioeconómico en el que se realiza la actuación y b) de las especies vegetales susceptibles de ser empleadas.

Factores trascendentes a tener en cuenta en el primer caso son las características macroclimáticas generales del espacio, las microclimáticas (como la exposición o el relieve), las geofísicas (edáficas, litológicas, etc.) y la coherencia paisajística con la dinámica de las explotaciones.

En función del objetivo de la actuación, las especies empleadas podrían seleccionarse por una serie de caracteres fisiológicos concretos:

- ✓ Control de erosión: alta capacidad para multiplicarse vegetativamente; crecimiento rápido con generación de sistemas radiculares densos con amplio desarrollo horizontal (en el caso de erosión laminar) o con raíces profundas y fuertes para prevenir movimientos de ladera

- ✓ Fijación de taludes en zonas húmedas: tallos flexibles y enraizantes, con sistemas radiculares densos y tolerancia a la inundación
- ✓ Depuración de aguas y/o suelos: crecimiento rápido y elevada capacidad de absorción de nutrientes; en el caso de aguas, especies hidrófilas.
- ✓ Creación de refugios o hábitats para fauna: porte adecuado para las especies de fauna a favorecer y, en la medida de lo posible, producción de alimento
- ✓ Sumideros de carbono: especies de crecimiento rápido y gran producción de biomasa
- ✓ Restauración del ciclo del agua: mezclas de especies que generen diversos estratos de vegetación y distintas profundidades de enraizamiento
- ✓ Restauración del ciclo de nutrientes: especies preferentemente caducifolias con hojas que se descompongan con facilidad junto con especies fijadoras de nitrógeno

Sobre la base de las consideraciones anteriores, se pueden establecer las siguientes recomendaciones para la selección de especies:

1. Se emplearán especies adaptadas a las condiciones biogeográficas, ecológicas y edafoclimáticas del ámbito de actuación, siendo oportuno trabajar las alineaciones con mezclas de arbóreas perennifolias y caducifolias; cuando se dispongan arbustivas y herbáceas y no se establezca un criterio específico de la actuación que lo impida, se usarán de forma general mezclas multifuncionales (con carácter protector, para favorecer polinizadores, con valor ornamental...).
- a. En general, es deseable usar plantas procedentes del mismo ámbito geográfico en el que se va a desarrollar la actuación.
- b. Si no hubiese disponibilidad, serán consideradas otras procedencias con características biofísicas similares.

- c. En actuaciones con un número de plantas leñosas elevado, puede ser conveniente diversificar el origen comercial de la planta, para asegurar una mayor diversidad genética.
2. Serán también apropiadas aquellas especies que, sin cumplir los requisitos anteriores, vengán siendo usadas tradicionalmente en la zona como proveedoras de determinados servicios de aprovisionamiento como las moreras (*Morus alba* o *M. nigra*) o las higueras (*Ficus carica*), de regulación como el almez (*Celtis australis*) o los olmos (*Ulmus* spp.) o culturales como el ciprés mediterráneo (*Cupressus sempervirens* 'Stricta') o la palma canaria (*Phoenix canariensis*) o datilera (*P. dactylifera*).
3. En ningún caso se utilizarán especies contenidas en el Catálogo Español de Especies Exóticas e Invasoras, publicado por el Ministerio para la Transformación Ecológica y el Reto Demográfico.

Dada la riqueza de la flora española y de la diversidad ecológica en la que se asienta, es complicado establecer una lista exhaustiva de las especies adecuadas para cada actuación en cada comarca específica. Por ello se recomienda la consulta de los trabajos editados en manuales de ámbito nacional y regional que pueden servir de orientación a los proyectistas para la seleccionar las especies vegetales en función de la aplicabilidad perseguida. Algunos de estos manuales están disponibles en la sección 10(*Recursos*) de estas directrices.

7.1.6. Consideraciones legales sobre las barreras vegetales en el paisaje agrario y la PAC

La Política Agraria Común (PAC) de la Unión Europea ha introducido el principio de la condicionalidad como parte de las condiciones agrarias y medioambientales que deben cumplir los agricultores que reciban pagos directos en este marco. La condicionalidad implica que no pueden percibir ayudas de la PAC las explotaciones agropecuarias cuya gestión sea contraria a la protección de los hábitats y las especies que recogen las Directivas de Aves y de Hábitats. Entre esas buenas condiciones que recoge la normativa se encuentra la protección de los elementos singulares del paisaje agrario para prevenir el deterioro de los hábitats, estableciendo como norma obligatoria su conservación.

El Real Decreto 1078/2014, de 19 de diciembre, por el que se establecen las normas de la condicionalidad, modificado por el RD 1156/2021 de 28 de diciembre, define su artículo 2 como particularidades topográficas o elementos del paisaje aquellas características del terreno

tales como setos, árboles aislados, en hilera y en grupos, lindes, charcas, lagunas, estanques y abrevaderos naturales, islas y enclaves de vegetación natural o roca, terrazas de retención y, cuando la comunidad autónoma así lo determine, majanos, pequeñas construcciones tales como muretes de piedra seca, antiguos palomares u otros elementos de arquitectura tradicional que puedan servir de cobijo para la flora y la fauna, a excepción de aquellas construcciones que pudieran entrañar algún riesgo sanitario para la cabaña ganadera o para la fauna silvestre. Además, se definen en él:

- ✓ Seto: alineación densa y uniforme de arbustos que se utiliza para cercar, delimitar o cubrir zonas y terrenos.
- ✓ Linde: banda de terreno estable que discurre paralela al límite de la parcela agrícola y la separa físicamente.
- ✓ Terraza de retención: los bancales de piedra seca, los ribazos provistos de vegetación herbácea, arbustiva o arbórea, las terrazas y zanjas de contorno en el caso de laboreo a nivel y las barreras vivas vegetales perpendiculares a la pendiente que, mediante el control de las escorrentías, protegen el suelo de la erosión.

Según la misma norma, que en su Anexo II recoge las Buenas Condiciones Agrarias y Medioambientales de la Tierra (BCAM), no se podrá efectuar una alteración de las particularidades topográficas o elementos del paisaje, salvo en el caso de contar con autorización expresa de la autoridad competente.

No obstante, teniendo en cuenta que los elementos del paisaje protegidos forman parte de la superficie admisible de la parcela agrícola en la que estén ubicados, se define el marco de aplicación y control de esta norma para algunos elementos, estableciéndose los siguientes límites máximos, que las comunidades autónomas podrán modificar de forma justificada, atendiendo a sus particularidades paisajísticas regionales o locales, así como a posibles casos específicos.

- ✓ Setos de una anchura de hasta 10 m
- ✓ Árboles en grupos que ocupen una superficie máxima de 0,3 ha
- ✓ Lindes de una anchura de hasta 10 m

- ✓ Charcas, lagunas, estanques y abrevaderos naturales de hasta un máximo de 0,1 ha. No se considerarán los depósitos de cemento o de plástico
- ✓ Islas y enclaves de vegetación natural o roca: hasta un máximo de 0,1 ha
- ✓ Terrazas de una anchura, en proyección horizontal, de hasta 10 m

En este sentido, las barreras vegetales que se implementen en los espacios definidos por la comunidad de regantes, pasarían a ser enclaves forestales protegidos por la legislación vigente (Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad) y, por consiguiente, elementos del paisaje agrario regulados por el mencionado RD.

Distancias legales de plantación respecto a zonas de afección

Por otra parte, antes de iniciar los trabajos de plantación de las barreras vegetales propuestas por esta directriz, hay que considerar la normativa de aplicación que regula las distancias de plantación de especies arbóreas y arbustivas respecto a servidumbres de paso, servidumbres de medianería, así como en las zonas que requieren de condicionantes y autorización sobre sus dominios públicos. Con ello se evitan los conflictos que pudieran generarse cuando las plantaciones se ubicaran en las inmediaciones de lindes entre predios, vías pecuarias, caminos públicos, carreteras, líneas eléctricas, gasoductos, líneas de ferrocarril, cauces públicos, etc.

Para ello, hay que analizar bien el entorno de la parcela en la que se quiere actuar con el objeto de identificar y reconocer correctamente todos los linderos que puedan generar servidumbre y así como las afecciones derivadas de la titularidad, usos y competencias sobre la zona objeto de plantación.

Para las distancias de plantación afectadas por lindes entre predios (Figura 12), hay que considerar:

1. En primer lugar, hay que acudir a la entidad local (ayuntamiento) del municipio en el que se quiera realizar la plantación para comprobar si hay alguna

ordenanza municipal que regule la distancia de plantación. Estas ordenanzas no pueden marcar una distancia menor de la que señala el Código Civil.

2. En caso de no existir normativa municipal, es importante saber si en la zona de actuación se lleva a cabo alguna costumbre particular sobre las distancias de plantación.

3. En caso de que no existan ni ordenanzas ni tradiciones consolidadas, será de aplicación el art. 591 Código Civil que establece: *"No se podrán plantar árboles cerca de una heredad ajena sino a la distancia autorizada por las ordenanzas o la costumbre del lugar, y en su defecto, a la de 2 m de la línea divisoria de la heredad si la plantación se hace de árboles altos y de 50 cm si la plantación es de arbustos o árboles bajos. Todo propietario tiene derecho a pedir que se arranquen los árboles que en adelante se plantaren a menor distancia"*.

4. Finalmente, para zonas agrícolas y de pradera, a falta de ordenanzas o de costumbres del lugar, y cuando la distancias de plantación establecidas en el art. 591 Código Civil puedan resultar en ciertos casos insuficiente y con objeto de resolver este problema y con la finalidad de hacer compatibles los derechos de los titulares de los predios que han de repoblarse, el Real Decreto 2661/1967 de 19 de octubre, por el que se aprueban las Ordenanzas a las que han de someterse las plantaciones forestales en cuanto a la distancia que han de respetar con las fincas colindantes, establece las siguientes distancias: especies de coníferas o resinosas, 3 metros; especies de frondosas, 4 metros; especies del género eucalipto, 6 metros (no utilizar estas especies). Cuando la colindancia se refiera a terrenos de pradera, las distancias anteriores se disminuirán en un metro para todas las clases de especies consideradas.

Hay que recordar que, por encima de las fuentes normativas a las que se refiere el art. 591 del Código Civil, está la voluntad de los vecinos o comuneros, que pueden convencionalmente derogar estas distancias, modificarlas y, en definitiva, ajustarlas a sus propios intereses. Tal posibilidad viene expresamente reconocida por el párrafo 2º del art. 551 del Código Civil cuando, refiriéndose a las servidumbres que impone la ley en interés de los particulares o por causa de utilidad privada, dice que «podrán ser modificadas por convenio de los interesados cuando no lo prohíba la ley ni resulte perjuicio a tercero».

Los árboles existentes en un seto vivo medianero se presumen también medianeros, y cualquiera de los dueños tiene derecho a exigir su derribo. Se exceptúan los árboles que sirven de mojones, los cuales no podrán arrancarse sino de común acuerdo entre los colindantes.

Destacamos también que algunas sentencias consideran que, si transcurren más de 20 años con los árboles/arbustos plantados a distancia inferior a la marcada, se pueden tener derechos adquiridos (prescripción adquisitiva) y ya no se podrán quitar.

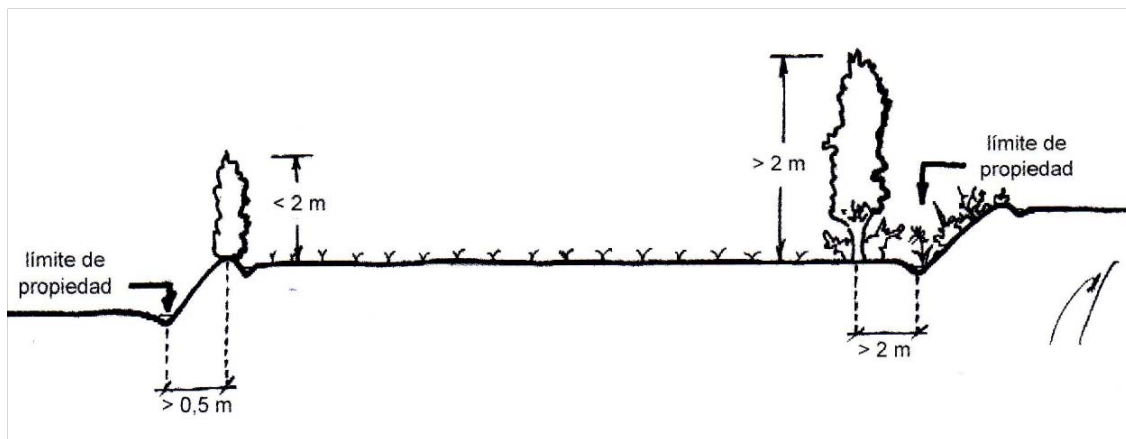


Figura 12. Distancia de plantación en servidumbres de medianería. Fuente: Domínguez, Roselló y Aguado (2002).

En el caso de las zonas de plantación afectadas por los dominios públicos en los que se requiere autorización para plantar se sugiere consultar Konrad, Díez y Rodríguez (2007). Extraído de los autores anteriores, se muestra la Figura 13 a modo de ejemplo.



Cauce fluvial

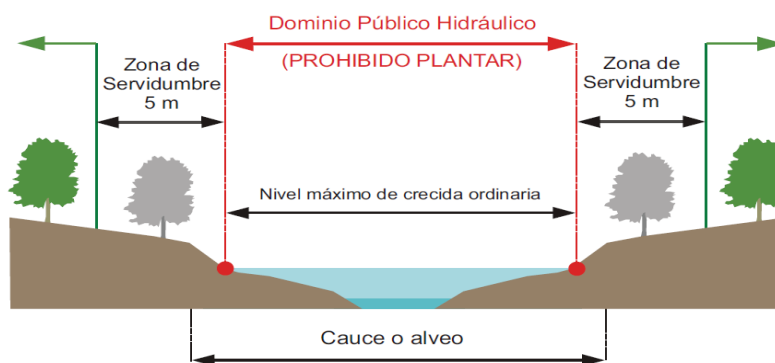


Figura 13. Distancia de plantación Dominio Publico Hidráulico. Fuente: Konrad, Díez y Rodríguez (2007).

7.1.7. Estimación de costes

Se presenta en la Tabla 15 una estimación orientativa de los costes por unidad de planta en una actuación genérica de barrera vegetal en la que se incluye: material vegetal en bandeja forestal, protectores y tutores para las plantas, además del mantenimiento de un año tras la plantación (consistente en binas, riegos de apoyo y reposición de marras), sobre la base de los cálculos recogidos en Gómez et al. (2019), actualizados a finales 2021.

Tabla 15. Resumen de costes estimativos en € por unidad de planta en diferentes condiciones de implantación (los precios no incluyen GG, BI ni IVA).

	Preparación del terreno	Material vegetal	Distribución del material vegetal	Plantación	Materiales auxiliares y colocación	Total	Cuidados post plantación (anual)	Total
Plantación manual en suelo con poca pendiente	1,45	0,50	0,05	0,41	1,92	4,33	2,75	7,08
Plantación en suelo preparado mecánicamente, suelto con poca pendiente	0,55	0,50	0,05	0,30	1,92	3,32	2,63	5,95
Plantación manual en suelo pedregoso y compactado con pendiente	3,28	0,50	0,25	1,42	1,92	7,37	3,35	10,72
Plantación suelo preparado mecánicamente, pedregoso y compactado con pendiente	1,85	0,50	0,25	1,92	1,92	6,44	3,05	6,48

Referencias específicas de las fichas de las estructuras vegetales básicas

Aramburu Maqua, M.P. et al. (2009) Especies vegetales de interés para la restauración minera en la Comunidad de Madrid. Consejería de Economía y Hacienda. Comunidad de Madrid

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas y Peritos Agrícolas de Cataluña (2007) Norma Tecnológica de Jardinería y Paisajismo NTJ 07A. Suministro de Material Vegetal. Calidad general del material vegetal. Barcelona

Domínguez, A.; Roselló, J.; Aguado, J. (2002) Diversidad vegetal en agricultura ecológica. SEAE-Phytoma. Valencia

Gómez, J.A.; Castillo, C.; Mora, J.; Lora, A.; Taguas, E.V.; Ayuso, J.L.; Guerrero-Casado, J.; Tortosa, F.S. (2019). Criterios técnicos para el diseño y evaluación de cárcavas, revegetación para diversificación del paisaje, muros de contención, mejora ambiental de fuentes y abrevaderos y construcción de charcas artificiales. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Junta de Andalucía.

Konrad, A.; Díez, F.; Rodríguez, R. (2007) Guía Distancias Legales de Plantaciones Forestales. Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Rural. Gobierno del Principado de Asturias

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2021). Catálogo Español de Especies Exóticas e Invasoras. <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/especies-exoticas-invasoras/ce-eei-catalogo.aspx>

Navarro Cerrillo, R.M.; Martínez Suárez, A. (1997). Las marras producidas por ausencia de cuidados culturales. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales 4: 43-57.

Soto Rey, M. (2003) Catálogo de especies herbáceas y leñosas bajas autóctonas para la revegetación de zonas degradadas en La Rioja. Consejería de Turismo, Medio Ambiente y Política Territorial. Gobierno de La Rioja

Villar Salvador, P. (2003) Importancia de la calidad de planta en los proyectos de revegetación. En Rey-Benayas, J.M.; Espigares Pinilla, T.; Nicolau Ibarra, J.M. (eds.) Restauración

de Ecosistemas Mediterráneos. Universidad de Alcalá de Henares y Asociación Española de Ecología Terrestre

Normativa de aplicación

Real Decreto 1156/2021, de 28 de diciembre, por el que se modifican los Reales Decretos 1075/2014, 1076/2014 y 1078/2014, todos ellos de 19 de diciembre, dictados para la aplicación en España de la Política Agrícola Común.

Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

Orden PCM/735/2021, de 9 de julio, por la que se aprueba la Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas

Real Decreto de 24 de julio de 1889 por el que se publica el Código Civil.

7.2. *Plantación de árboles o de grandes arbustos aislados*

Justificación

La existencia de árboles o grandes arbustos aislados en los paisajes del regadío proporcionan múltiples servicios ecosistémicos: preservan la humedad del suelo, proveen de sombra y lugar de descanso durante las labores agrícolas, proporcionan frutos locales de gran valor nutritivo y cultural, dotan de heterogeneidad al paisaje agrícola al convertirse en hitos y proporcionan hábitat para multitud de especies. En determinados paisajes extremadamente banalizados pueden constituir reservorios genéticos de especies de interés a nivel local y son elementos esenciales para dotar de conectividad ecológica a los paisajes insertos en la matriz agrícola. Finalmente, estos elementos incluso definen determinadas identidades culturales.

Ámbito de actuación

Dentro de los paisajes del regadío existen espacios intersticiales sin uso agrario. De forma general, los espacios susceptibles de ser intervenidos mediante la implantación de árboles y grandes arbustos aislados, estarán definidos por las zonas de borde con los cultivos, puntos húmedos, entornos de edificaciones e infraestructuras de servicio, etc., si bien también se podrán plantar dentro de las parcelas de tierra cultivable en aquellos lugares que puntualmente tengan peor vocación agrícola (Figura 14).



Figura 14. *Árboles aislados. A la izquierda, morera (*Morus alba*) ubicada en espacio intersticial definido por la cuneta de carretera y la entrada de un camino de servidumbre en la Comunidad de Regantes de la Zona Regable del Viar (Sevilla). Fuente: Google Earth. A la derecha, encina (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) junto a acequia de riego en una finca de la Vega del Guadalquivir.*

Descripción

Consistirá en la plantación aislada de árboles o arbustos grandes, a demanda de los comuneros, en los puntos elegidos dentro del paisaje de la comunidad de regantes y según las necesidades que se determinen. En cualquier caso, se tendrá en cuenta que no se generen conflictos con las dinámicas agrícolas ni en el momento de la implantación (cuando el tamaño del árbol o del arbusto permite la máxima aproximación de labores y maquinaria al individuo) ni en momentos posteriores (cuando el tamaño de la proyección de copa limita la mencionada aproximación).

Prescripciones técnicas para la ejecución

Por su propia condición de aislados, los ejemplares usados para esta actuación resultan ser especialmente vulnerables. Para tener la mayor posibilidad de éxito, deben descartarse para la implantación ejemplares de pequeño tamaño servidos en envase forestal; se utilizarán preferentemente:

- ✓ Árboles: ejemplares de 12-14 cm de perímetro de tronco a 1 m de altura, con cepellón o en contenedor, con 2,50-3,50 m de altura, flechados o con cruz formada a 2,50 m de altura mínima
- ✓ Arbustos: ejemplares de 60-150 cm de altura con cepellón o en contenedor de 10 l de capacidad

La calidad de las plantas, así como la ejecución de la plantación en cuanto al ahoyado, el riego de implantación y la protección de los ejemplares seguirá las especificaciones establecidas en las prescripciones técnicas generales contenidas en este anexo.

Ejecución

Las fases de la plantación serán las siguientes (Figura 15):

1º. Replanteo y marcaje del lugar de plantación.

2º. Ahoyado con la máxima antelación posible, sin que se produzca aterramiento, para favorecer la meteorización. El tamaño del hoyo será 2 veces el diámetro del cepellón y con la profundidad del mismo; acopio de la tierra de excavación si es de buena calidad.

3º. Comprobación del drenaje. Una operación sencilla consiste en poner agua en el hoyo; si se pierde inmediatamente o no se pierde en dos horas habrá que aplicar enmiendas con arcilla (en el primer caso) o con arena (en el segundo).

4º. Plantación retirando el material del cepellón que no sea degradable o el contenedor según el formato de la planta. La planta debe quedar centrada en el hoyo, vertical y con el cuello a ras de suelo o ligeramente elevado sobre el mismo.

5º. Rellenar el hoyo con tierra de buena calidad (procedente del ahoyado o de enmienda).

6º. Colocar el tutor y, si fuese necesario, el tubo protector.

7º. Realizar alcorque para riegos.

8º. Aportar riego de establecimiento hasta capacidad de campo.

9º. Si se produce asentamiento, añadir tierra hasta enrasar el cuello de la planta.



Figura 15. *Plantación de árbol (Morus alba) en suelo suelto y sin pendiente.*

Diseño

Lo primero que ha de tener en cuenta el proyectista a la hora de diseñar una plantación de árboles o arbustos aislados es el objetivo y la función que va a desempeñar en el espacio donde se va a desarrollar a lo largo del tiempo.

Es frecuente que estos elementos aislados se ubiquen en las proximidades a servidumbres de medianería, edificaciones, infraestructura viaria, de riego o de abastecimiento eléctrico, cultivos... por lo que las interferencias en copa o raíz en estas zonas pueden ser frecuentes. Por ello, el crecimiento del árbol se debe tener en cuenta en el diseño tanto en el eje de plantación, en el tamaño que va alcanzar en su estado maduro, en las pautas de desarrollo de la especie escogida, así como en las situaciones que puedan modificar todas estas características naturales. Considerar estas variables en las plantaciones evitará el posible debilitamiento del ejemplar, así como un exceso de cuidados posteriores y, por consiguiente, un incremento de los gastos de mantenimiento.

Selección de especies

Se emplearán especies adaptadas a las condiciones biogeográficas y ecológicas del ámbito de actuación, siendo oportuno el disponer de recursos hídricos (abundantes en los paisajes de regadío) en los periodos de déficit hídrico. Es conveniente la utilización de especies tanto perennifolias como caducifolias para generar variabilidad de hábitats.

Serán también apropiadas aquellas especies que, sin cumplir los requisitos anteriores, vengán siendo usadas tradicionalmente en la zona como proveedoras de determinados servicios de aprovisionamiento, de regulación o culturales.

En ningún caso se utilizarán las contenidas en el Catálogo Español de Especies Exóticas e Invasoras, publicado por el Ministerio para la Transformación Ecológica y el Reto Demográfico.

Recomendación de uso

La actuación descrita en esta ficha está indicada para las siguientes medidas funcionales:

- ✓ Estructuras vegetales para recuperar terrenos degradados en los espacios intersticiales en zonas agrarias
- ✓ Estructuras vegetales para mitigar el efecto de infraestructuras

- ✓ Estructuras vegetales para fomentar la conectividad biológica
- ✓ Incremento de la disponibilidad de espacios para la nidificación de aves

Presupuesto aproximado

Los precios de los árboles y arbustos recomendados en esta ficha son muy variables en función de la especie seleccionada. Sin querer ser precisos y a modo de orientación, se recogen en el siguiente cuadro algunos de los más comunes en los catálogos de los viveristas españoles:

ESPECIE	FORMATO COMERCIAL	PRECIO (€)
<i>Arbutus unedo</i>	12-14 cm de calibre en contenedor de 55 cm	140,00
<i>Celtis australis</i>	12-14 cm de calibre flechado con cepellón	69,95
<i>Ceratonia siliqua</i>	12-14 cm de calibre con copa a 2,20 m en contenedor de 55 cm	98,00
<i>Chamaerops humilis</i>	100-125 cm de altura en contenedor de 55 cm	84,00
<i>Cupressus sempervirens</i> 'Stricta'	300-350 cm de altura en contenedor de 55 cm	154,00
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	12-14 cm de calibre en contenedor de 45 cm	67,50
<i>Fagus sylvatica</i>	12-14 cm de calibre con cepellón	136,00
<i>Fraxinus angustifolia</i>	12-14 cm de calibre con cepellón	61,90
<i>Ficus carica</i>	12-14 cm de calibre en contenedor de 40 cm	41,50
<i>Laurus nobilis</i>	12-14 cm de calibre en contenedor de 50 cm	154,00
<i>Juglans regia</i>	12-14 cm de calibre en contenedor de 50 cm	40,50
<i>Phoenix canariensis</i>	300-350 cm de altura en contenedor de 70 cm	140,00
<i>Phoenix dactylifera</i>	175-200 cm de altura en contenedor de 60 cm	84,00
<i>Populus alba</i> 'Nivea'	12-14 cm de calibre en contenedor de 55 cm	42,00
<i>Populus nigra</i> 'Italica'	12-14 cm de calibre en contenedor de 40 cm	42,00
<i>Quercus ilex</i>	12-14 cm de calibre en contenedor de 40 cm	119,00
<i>Tamarix gallica</i>	12-14 cm de calibre en contenedor de 45cm	84,00
<i>Tilia platyphyllos</i>	de 12-14 cm de calibre con cepellón	79,10
<i>Viburnum tinus</i>	100-125 cm de altura en contenedor de 40 cm	63,00

El precio orientativo por unidad de plantación, incluyendo todas las labores descritas anteriormente, es:

Plantación de árbol de 12-14 cm de perímetro de tronco a 1 m del suelo suministrado con cepellón, con medios manuales, en terreno suelto, con aporte de un 25% de tierra vegetal cribada, en hoyo de 80x80x80 cm

Descripción	Precio (€)
Materiales para plantación	1,27
Tutor y cinta elástica	3,20
Equipos y maquinaria	0,52
Mano de obra	13,45
Costes directos complementarios	0,36
Total	18,80

Referencias específicas de la ficha

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas y Peritos Agrícolas de Cataluña (2003) Norma Tecnológica de Jardinería y Paisajismo NTJ 08C: Técnicas de plantación de árboles. Barcelona.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas y Peritos Agrícolas de Cataluña (2007) Norma Tecnológica de Jardinería y Paisajismo NTJ 08B: Trabajos de plantación. Barcelona.

Prevedello, J.A.; Almeida-Gomes, M.; Lindenmayer, D.B. (2018) The importance of scattered trees for biodiversity conservation: a global meta-analysis. Journal of Applied Ecology 55:205-214.

7.3. Estructuras vegetales en alineación

- Árboles en alineación sin arbustos (con 1 o varias líneas de plantación).
- Árboles en alineación con arbustos y herbáceas perennes (con 1 o varias líneas de plantación).
- Arbustos y herbáceas perennes en alineación (con 1 o varias líneas de plantación).

Justificación

La estructuras vegetales en alineación establecidas mediante la implementación de alineaciones de árboles, arbustos, combinaciones de árboles con arbustos, con y sin herbáceas perennes o anuales, pueden presentar múltiples funciones en los paisajes del regadío, como es el efecto cortavientos, la sombra y el descanso, tapar vistas indeseables, aportar equilibrio al paisaje dotándolo de valor expresivo según las especies utilizadas, crear referencias espaciales en los paisajes simplificados, consolidar las zonas de escorrentía y retener sedimentos en los límites de caminos, cauces y lindes de separación de fincas; además de los evidentes valores que aportan a la biodiversidad y la conectividad ecológica de los territorios.

Ámbito de actuación

De forma general, los espacios susceptibles de ser intervenidos mediante la implantación de alineaciones de barreras vegetales, estarán definidos por la orientación longitudinal que represente la linealidad de los bordes de cultivos generados en cada paisaje de las comunidades de regantes. Estos espacios suelen estar definidos por linderos de separación de parcelas y entre fincas, límites con vías de comunicación, zonas de contacto con cauces permanentes y entornos de edificaciones rurales, etc. En las Figuras 16-18 se muestran diversos ejemplos.



Figura 16. *Ejemplo de zona potencial de implantación de barreras vegetales en alineación. Bordes de caminos rurales.*



Figura 17. Ejemplo de zona potencial de plantación de barrera vegetal sobre linde formado acirate de separación de finca.

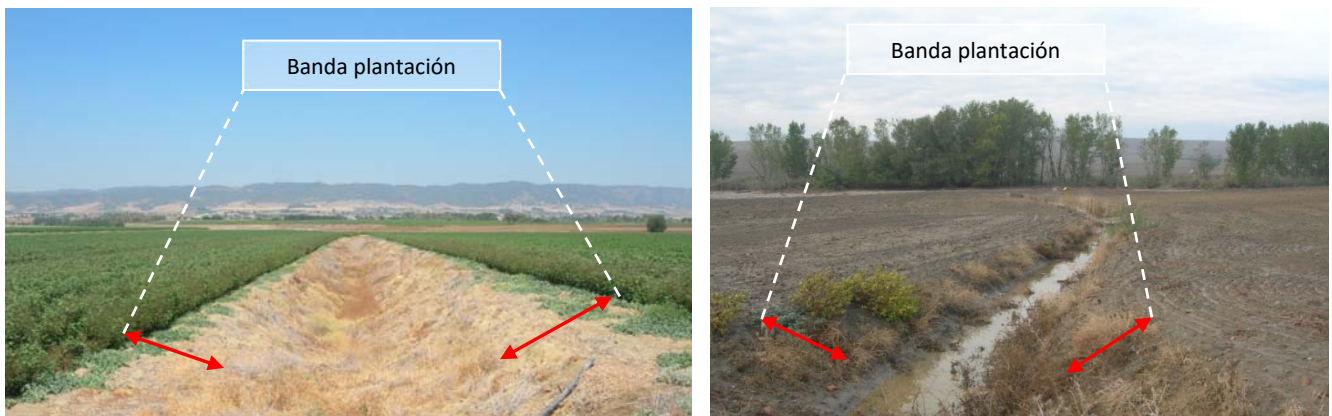


Figura 18. Ejemplo de zona potencial de plantación de barrera vegetal con líneas de arbustivas sobre borde de cauce permanentes de drenaje de una finca de regadío.

Descripción

Consistirá en la creación de una o varias líneas de plantación establecidas mediante la implementación de alineaciones de árboles o arbustos, o combinaciones de árboles con arbustos, con o sin herbáceas anuales, siempre que la presencia futura de éstas estructuras de vegetación no dificulte la gestión de la actividad agrícola.

Prescripciones técnicas para la plantación

Diseño plantación

Lo primero que ha de tener en cuenta el proyectista a la hora de diseñar una barrera vegetal en hilera es el objetivo y la función que va a desempeñar esa alineación en el espacio donde se va a desarrollar a lo largo del tiempo.

Hay que tener en cuenta que implantar vegetación leñosa en zonas de borde junto a cultivos e infraestructuras conlleva un futuro crecimiento de la vegetación, por lo que se debe atender extremadamente en el diseño el eje de plantación, el tamaño que va alcanzar en su estado maduro, las pautas de crecimiento de la especie escogida, así como las situaciones que puedan modificar su desarrollo. Todo esto hay que tenerlo en cuenta para que las plantaciones no generen posibles interferencias con el cultivo, dinámicas de la explotación, desplazamientos de la maquinaria, etc., que generen cuidados de mantenimiento excesivos y, por consiguiente, debilitamiento de las especies vegetales e incremento de los futuros gastos de mantenimiento. Esto se produce generalmente cuando las plantaciones son ubicadas en las proximidades a servidumbres de medianería, edificaciones, cualquier infraestructura viaria, de riego o de abastecimiento eléctrico, cultivos..., produciendo interferencias por el desarrollo de las masas en copa o raíz en estas zonas.

Aunque reciente, en la actualidad se empieza a disponer de información científica y de una amplia gama de aplicaciones, guías y manuales sobre diseño de barreras vegetales, que son aplicables para la toma de decisiones en el diseño y la composición del cortejo de especies vegetales, leñosas principalmente, que deben formar estas barreras, condicionadas a la función para que se las quiera emplear (control de plagas con fauna auxiliar, polinizadores, cerramiento, ornamental, cortavientos, control de erosión, gestión cinegética, etc.). Como referencias consultar:

✓ <https://www.diseñen.es>

✓ <https://creatuseto.fundacionfire.org>

https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/publicacion/19/12/CARCA_VAS_4-12-19-reduc.pdf

- ✓ https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/landing-page-%C3%ADndice/-/asset_publisher/zX2ouZa4r1Rf/content/manual-para-la-diversificaci-c3-b3n-del-paisaje-agrario-2003--1/
- ✓ <https://fundacionfire.org/publicacion/guia-para-la-plantacion-de-setos-e-islotos-forestales-en-campos-agricolas-mediterraneos/>
- ✓ <https://www.setosrm.org/publicaciones-y-material-digital-disponible/>
- ✓ <https://www.cajamar.es/storage/documents/007-diseno-de-infraestructuras-ecologicas-en-zonas-invernadas-v1-1436177266-312a2.pdf>

La calidad de las plantas, así como la ejecución de la plantación en cuanto al ahoyado, el riego de implantación y la protección de los ejemplares seguirá las especificaciones establecidas en las prescripciones técnicas generales contenidas en este anexo.

Herbáceas

La utilización de herbáceas anuales y perennes en los diseños de estas barreras son muy recomendables para crear a corto plazo barreras densas contra la escorrentía y potenciar márgenes para polinizadores y fauna auxiliar para control de plagas.

Las bandas a tratar pueden ser sembradas en su totalidad una vez que se han establecido las líneas de plantación con especies leñosas o bien se puede dividir para localizar la aplicación de las semillas en hoyos, surcos o fajas, dependiendo de las características de la actuación y del terreno en el que se ubica.

Dado que la aplicación de la siembra de estas especies se realiza en bandas generalmente estrechas y previamente se han establecido las plantas leñosas, la aplicación deberá hacerse de forma manual a voleo, distribuyendo la semilla de manera uniforme sobre el suelo (normalmente haciendo dos pases perpendiculares). Dado que mediante esta forma de aplicación las semillas se quedan en superficie fácilmente expuestas a depredación, desecación y arrastre, es necesario realizar un rastrillado final para enterrar ligeramente las semillas.

Árboles en alineación sin arbustos

La distancia de plantación entre árbol y árbol podrá variar en función de las dimensiones potenciales de desarrollo de la especie o especies que se utilicen en la alineación; en general se

tomará una distancia mínima de 5 m entre árboles de pequeño porte (4-6 m de altura), de 8 m para árboles de porte mediano (6-8 m de altura) y de 15 m para los de gran porte (por encima de 8-10 m de altura). Estas distancias son orientativas, pudiendo variar en función de dinámica agrícola de cada explotación (trasiego de maquinaria agrícola, servidumbres de paso, etc.; Figura 19).

En la Figura 20 se observa la distancia de separación de una plantación lineal con el camino. En este caso, al estar flanqueados ambos lados del camino por la plantación lineal, se ha dejado más espacio para no obstaculizar el paso de maquinaria.

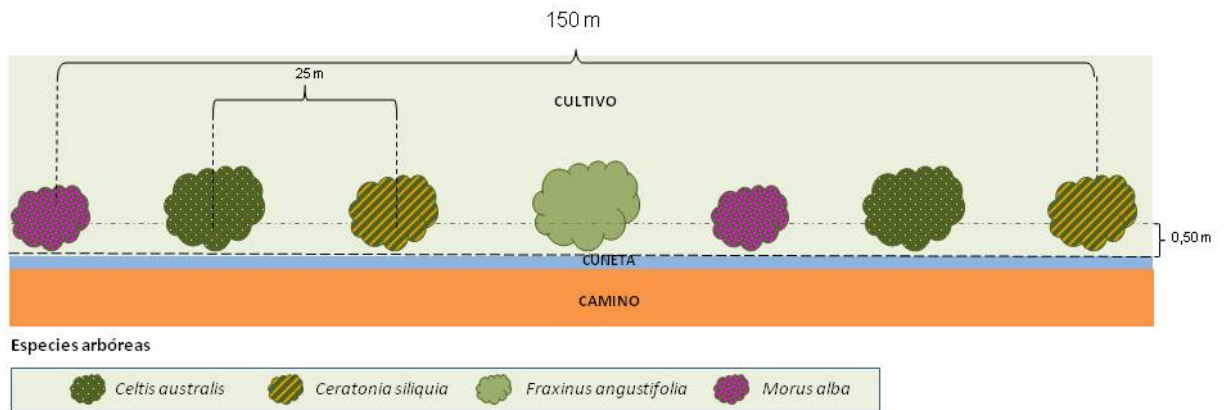


Figura 19. Diseño y distancias de plantación (25 m) con árboles que en el futuro van a desarrollar copa globosa y de gran porte.



Figura 20. Ejemplo de una plantación lineal a ambos lados de un camino de acceso a una finca.

Árboles en alineación con arbustos y herbáceas perennes

Cuando las barreras vegetales estén compuestas por arbustos y árboles en alineación las bandas podrán ser de longitud variable en función de las características del terreno. Las bandas podrán llevar tantas líneas de plantación como anchura se le quiera dar al seto, ya que dependiendo de su funcionalidad (control erosión, delimitador de propiedad, pantalla, etc.) y ubicación (linde, cauce permanente, talud, etc.), deberá tener las líneas adecuadas. Por lo general, es recomendable que la línea de plantación límite con el cultivo sea íntegramente plantada con especies arbustivas (matas pequeñas) mientras que la otra línea irá intercalada con especies arbustivas (medianas/grandes) y arbóreas siguiendo el patrón de distancia de 5 m entre árboles de pequeño porte (4-6 m de altura), de 8 m para árboles de porte mediano (6-8 m de altura) y de 15 m o más para los de gran porte (por encima de 8-10 m de altura). La planta será distribuida al tresbolillo con un marco de 1.5 x 2 m para las especies arbustivas grandes y 1.5 x 1 m para las matas pequeñas.

La proporción de árboles y arbustos será la resultante de aproximadamente de 120 arbustos/4 árboles por cada 100 m en dos líneas de plantación de seto, siendo el diseño adoptado para la plantación de un seto tipo con dos líneas de plantación el que se ilustra en el ejemplo aproximado de la Figura 21.

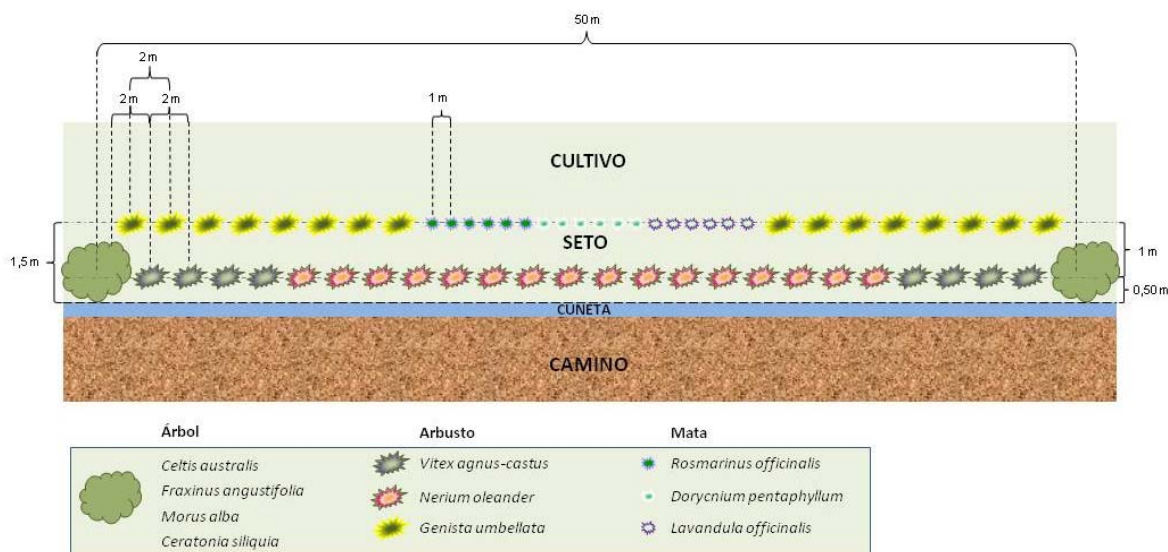


Figura 21. Módulo con dos líneas de plantación combinando especies arbóreas, arbustiva y matas, a lo largo de un camino rural.

Entre los objetivos de plantar árboles en alineación con arbustos en el borde de un camino (Figura 22), destacan la protección frente al sol y el viento, mejora estética y cerramiento de la finca.



Figura 22. Resultado de plantación árboles en alineación con arbustos en el borde de un camino.

Cuando las intervenciones de renaturalización se lleven a cabo en los bordes de cauces permanentes y arroyos de poca entidad degradados en los que no exista vegetación, se recomienda realizar el avenamiento, perfilado y refino del lecho y taludes, para definir las zonas de plantación, con el agrupamiento de las tierras extraídas, mediante retroexcavadora de tipo mixto.

El diseño de plantación (Figura 23) podrá estar formado por 2 bandas de plantación, situadas en taludes y zonas aledañas a cada margen del arroyo o cauce de actuación sin invadir el lecho del cauce. Cada banda de plantación contará con 2 líneas de plantación paralelas al eje del cauce y separadas por un 1,5 m de distancia. La plantación será lineal paralela al cauce, con arbustos de especies adecuadas dispuestos al tresbolillo, formando triángulos equiláteros de 1,5 metros de lado. Dependiendo del espacio, diseño y necesidades, se podrá insertar un grupeto de árboles de ribera de forma aleatoria.



Figura 23. Barreras de vegetación con dos líneas de plantación en cauces temporales.

Arbustos y herbáceas perennes en alineación

Comprende la plantación de especies de porte arbustivo y herbáceas, distribuidas linealmente en zonas continuas, localizadas generalmente en bordes de cultivos, a una distancia de plantación mínima de 1,5 m. La forma de añadir complejidad estructural a este diseño simple de barrera vegetal es combinando especies que añadan un cortejo diverso. Mediante una selección de arbustos grandes productores de floración y frutos carnosos, arbustos espinosos, leguminosas, arbustos pequeños con flor, garantiza el sostenimiento de una rica biodiversidad y funcionalidad (Tabla 16).

Tabla 16. Calendario de floración y beneficios para la agricultura para las especies utilizadas en la composición de un seto con diversas especies. Fuente: Elaboración propia a partir de Talavera, S., et al. (1988).

ESPECIE		FLORACIÓN												BENEFICIOS		INTERES APÍCOLA		
Tipo	N. Común N. Científico	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Plagas	Polinización	Producción	Valor apícola	
Arbusto	Sauzgatillo <i>Vitex agnus-castus</i>														3	1	-	-
Arbusto	Gayomba <i>Genista cinerea</i>														-	1	P	2
Arbusto	Lentisco <i>Pistacia lentiscus</i>														0	4	-	-
Arbusto	Retama de olor <i>Spartium junceum</i>														-	1	P	2
Mata	Romero <i>Rosmarinus officinalis</i>														3	5	N	3
Mata	Olivilla <i>Teucrium fruticans</i>														-	4	N	2

BENEFICIOS:

- Control de plagas: 0 (Nulo) / 5 (Muy alto)
- Apoyo a la polinización: 0 (Nulo) / 5 (Muy alto)

INTERES APÍCOLA:

- Valor apícola:

1. Especies que florecen en otoño-invierno y que presenta gran interés como fuente de polen y/o néctar para el mantenimiento y fortalecimiento de las colonias.

2. Especies abundantes o no, con una producción de néctar y/o polen moderada y de floración primaveral, las abejas presentan cierto interés por estas especies, fundamentales para la obtención de mieles multiflorales.

3. Especie muy productora de néctar o polen, y que, por su abundancia, apetencia de las abejas y fenología merece explotarse intensivamente para obtener mieles monoflorales o importantes cosechas de polen.

- Producción principal:

P = Polen

N = Néctar

Recomendación de uso

La actuación descrita en esta ficha está indicada para las siguientes medidas funcionales:

- ✓ Barreras vegetales para controlar la erosión y escorrentía
- ✓ Estructuras vegetales para controlar puntos calientes de conectividad hidrológica
- ✓ Estructuras vegetales para fomentar polinizadores y enemigos naturales
- ✓ Barreras vegetales para mitigar la contaminación por nutrientes

- ✓ Estructuras vegetales para recuperar terrenos degradados en los espacios intersticiales en zonas agrarias
- ✓ Estructuras vegetales para mitigar el efecto de infraestructuras
- ✓ Estructuras vegetales para fomentar la conectividad biológica
- ✓ Incremento de la disponibilidad de espacios para la nidificación de aves
- ✓ Incremento de lugares de nidificación para insectos

Presupuesto aproximado

En este apartado se expresa a modo descriptivo un precio orientativo por unidad de plantación de arbusto, incluyendo todas las labores descritas en el cuadro. Los precios de los arbustos recomendados en esta ficha son muy variables en función de las especies seleccionadas. Sin querer ser precisos y a modo de orientativo, y teniendo en cuenta que las intervenciones en espacios lineales requieren poca cantidad de planta, se ha establecido un precio para plantones de 1 savia en bandeja forestal de 300 cc de 0,67 € por unidad.

Plantación de especies de porte arbustivo suministrados en bandeja forestal 300 cc, distribuidas linealmente en zonas continuas de poca pendiente a una distancia mínima de 1,5 con medios manuales, en terreno suelto, en hoyo de 40x40x40 cm

<u>Descripción</u>	<u>Precio (€)</u>
Casillas picadas 40X40X40 <=700 cas/ha pte<=50	1,13
Planta tipo B, de 1 savia en bandeja forestal rígida 300 cc	0,67
Distribución planta, distancia <=500 m, pte <=50%	0,03
Plantación en casillas , pte<=50%	0,53
Aporte materia orgánica (compost) 40X40X20	0,31
Realización de rebalseta o alcorque	0,44
Colocación de protector contra roedores incluye material	2,00
Riego de implantación	0,36
Riego de mantenimiento especies forestales 1-2 SAVIAS	0,28
Transporte desde vivero al tajo (100-150 km), incluida la carga y descarga	0,31
Reposición de marras <=20% en hoyo y pte <=50%	0,90
TOTAL	6,97

Referencias específicas de la ficha

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas y Peritos Agrícolas de Cataluña (1993). Norma Tecnológica de Jardinería y Paisajismo. NTJ 08C Técnicas de plantación de árboles. Barcelona

Domínguez, A.; Roselló, J.; Aguado, J. (2002) “Diversidad vegetal en agricultura ecológica”. SEAE- Phytoma. Valencia

Konrad, A.; Díez, F.; Rodríguez, R. (2007) Guía Distancias Legales de Plantaciones Forestales. Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Rural. Gobierno del Principado de Asturias

Talavera, S., Herrera, J., Arroyo, J., Ortiz, P.L., Devesa, J.A. (1988). Estudio de la flora apícola de Andalucía Occidental. Lagasalia 15 (Extra): 567-591

<https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/especies-exoticas-invasoras/ce-eei-catalogo.aspx>

Rey-Benayas, J.M., Gómez Crespo, J.I. & Mesa Fraile, A.V. (2016). Guía para la plantación de setos e islotes forestales en campos agrícolas mediterráneos. Fire, Fund. Int. para la Restauración Ecosistemas.

Sánchez Balibrea, J., García Moreno, P., Martínez Pérez, J.F., López Barquero, P. & Navia-Osorio Pascual, R. Martínez Saura, C. (2010). Manual básico para la recuperación de la flora de interés ecológico en espacios agrícolas. ANSE, Murcia.

7.4. *Estructuras vegetales areales*

- Bosquetes de arbustivas y herbáceas perennes
- Bosquetes de arbóreas
- Bosquetes de arbóreas con arbustivas y herbáceas perennes

Justificación

Las estructuras vegetales formando bosquetes en superficie y en todas sus modalidades areales, presentan múltiples funciones en los paisajes del regadío. La principal en el contexto de esta directriz es contribuir a la restauración de los taludes y a la estabilización física de los mismos para evitar el deterioro por erosión de los muros de contención de las balsas de riego. Pero a su vez, y con una adecuada selección de especies, la renaturalización de la superficie de taludes y otros espacios es una buena oportunidad para compensar las afecciones ambientales que produce la construcción de balsas en el medio natural y la simplificación de los paisajes del regadío. En la mayor parte de los casos, las balsas de riego se encuentran rodeadas de cultivos agrícolas, y donde no hay cultivos, la vegetación natural ha quedado muy reducida a un cortejo de herbáceas anuales y perennes. La posibilidad de recuperar estos los taludes y superficies incultas con especies leñosas para dar cobijo y alimento a la flora y fauna silvestre e incrementar la renaturalización del paisaje y la conectividad ecológica de la matriz territorial, justifica la implementación de estas medidas.

Ámbito de actuación

Aparte de los taludes generados por las infraestructuras de los proyectos, en los paisajes agrarios de base intensiva de producción suelen existir espacios y superficies que, por la pendiente, pedregosidad o carácter intersticial, se mantienen improductivas para la agricultura (Figura 24). De forma general, suelen encontrarse aislados entre las parcelas de tierras arables o conectadas en el territorio a través de espacios intersticiales (lindes, cauces, bordes de caminos). Frecuentemente estas zonas areales se encuentran muy transformadas y desprovista de vegetación leñosa por distintas dinámicas (eliminación directa de la vegetación, quema de rastrojos, aplicación de herbicidas, etc.), siendo espacios susceptibles de ser intervenidos mediante la implantación de bosquetes.



Figura 24. Ejemplo de zona potencial de implantación de barreras vegetales areales en recintos improductivos en fincas de regadío.

Descripción

Consistirá en la creación de plantaciones establecidas de forma que cubran superficies areales en taludes de infraestructuras o espacios improductivos de los paisajes del regadío mediante la implementación de bosquetes con especies leñosas y herbáceas.

Prescripciones técnicas para la ejecución

Diseño plantación

Bosquetes de arbustivas y herbáceas perennes o Bosquetes de arbóreas con arbustivas y herbáceas perennes para estabilización de taludes.

Para la cubrición total de taludes, el sistema de marco de plantación adecuado es al tresbolillo. Las plantas ocuparan en el terreno cada uno de los vértices de un triángulo equilátero, guardado siempre la misma distancia entre plantas que entre filas. La distancia de plantación será de 1,5 m entre plantas para densificar lo antes posible estos espacios. Se colocarán plantas de porte arbóreo y arbustivo a razón de 1 árbol por cada 18 arbustos.

Para los casos de renaturalización de superficies en recintos improductivos y taludes de balsas no mayores a 2.000 m², además de la cobertura total mediante plantación de leñosas de la superficie afectada, uno de los diseños que se aconseja es la creación de bosquetes poligonales alternos con siembras de herbáceas, siempre que no estén condicionados por la topografía del terreno. Si la superficie de la parcela o talud a intervenir lo permite, como

orientación, la superficie mínima de cada uno de estos bosquetes debería estar entre 100 – 200 m². Este diseño resulta el más adecuado para mejorar el hábitat al generar heterogeneidad espacial a través de la creación de bosquetes dispersos dentro del recinto en lugar de una única masa. En los taludes de balsas se excluirá de la plantación de leñosas la plantación de árboles.

Para acelerar la cobertura en los bosquetes, la densidad de plantación será lo más próximo a 1 planta/m² en el caso de las especies arbustiva. La relación entre árboles (siempre de pequeño tamaño) y arbustos para estos bosquetes será de 1:5. La plantación se ejecutará al tresbolillo con un marco de plantación aproximado de 1.15 x 1 m, cubriendo toda la superficie del polígono (Figuras 25 y 26). La distribución de las plantas se llevará a cabo respetando uniformemente la relación 1:5 de árbol:arbustos, o sea, dentro de una misma línea de plantación por cada especie arbórea seguirán 5 arbustos que pertenecerán como mínimo a 3 especies distintas.

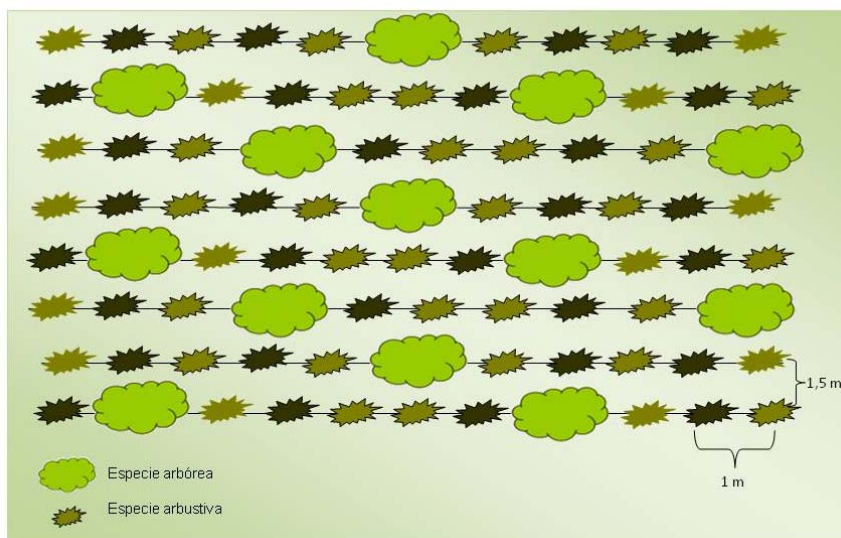


Figura 25. Marco de plantación bosquetes de arbustivas y herbáceas perennes o Bosquetes de arbóreas con arbustivas y herbáceas perennes para estabilización de taludes.



Figura 26. Resultado de la renaturalización mediante la plantación areal de un talud representativo de los paisajes agrarios simplificados existente en una finca.

Otro diseño recomendado en grandes taludes, es aplicando marcos o cuadros de plantación homogéneos donde la densidad de plantación dentro de ese cuadro sea la especificada anteriormente (1 x 1,5), y distribuir éstos homogéneamente al tresbolillo a lo largo de toda la superficie a plantar del talud o del recinto improductivo.

Los cuadros de plantación tendrán un tamaño que dependerá de la superficie del área a restaurar de manera que cubran homogéneamente toda la superficie. Una propuesta puede ser realizarlos de 6 metros de alto por 10 de ancho (60 m²), de manera que cada uno dé cabida aproximada a los plántones de una bandeja forestal (o adaptarlo a la cantidad de plántones que tengan cada una de las bandejas), aunque dependerá también de los condicionantes y del terreno (Figuras 27 y 28).

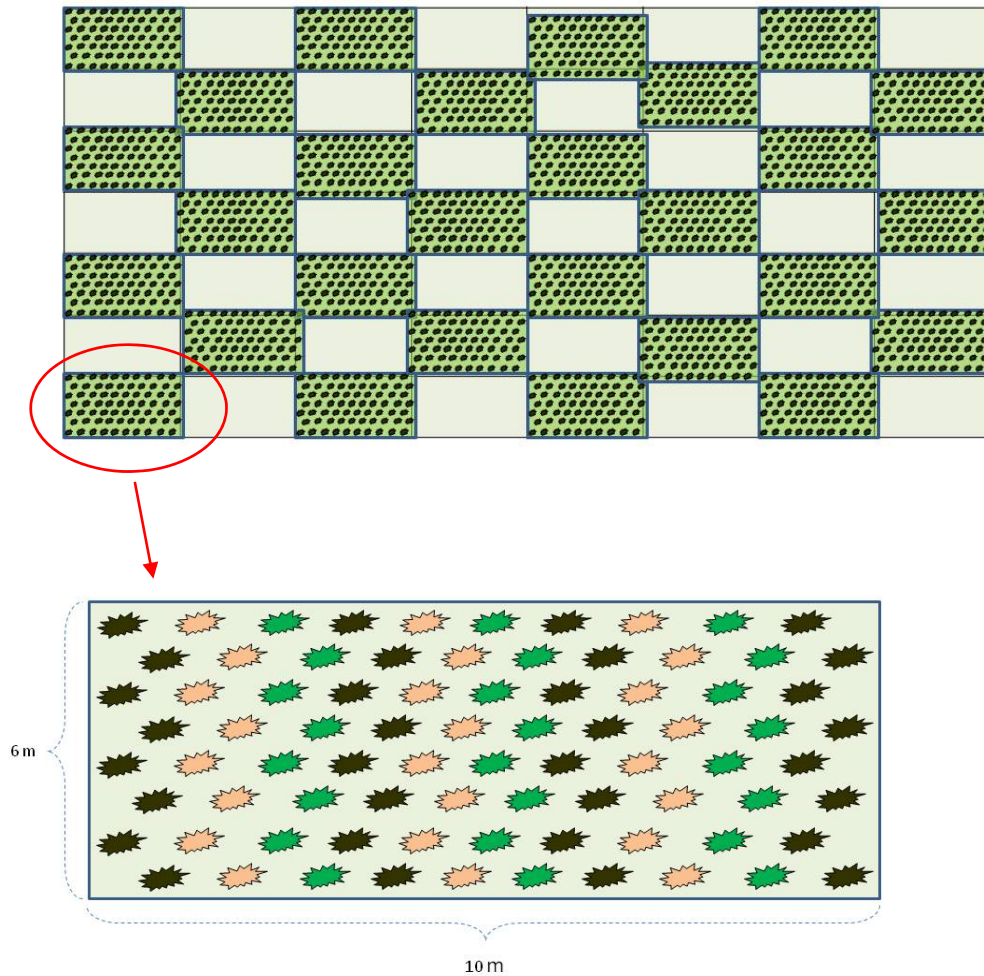


Figura 27. *Detalle de cuadro de plantación de 6 x 10 m² sobre talud.*

Es recomendable en la aplicación de estos diseños de plantación que los plántones de las especies seleccionadas estén mezclados en las bandejas antes de acometer la plantación, preferentemente en el vivero, siguiendo las proporciones y diseños desarrollados. Si estas mezclas no fueran realizadas en vivero, deben realizarse por personal con conocimientos botánicos, y supervisada por un técnico de la obra para evitar que se produzcan errores y daños durante el manejo de los plántones.

Paralelamente a estos cuadros de plantación, en desmontes y terraplenes, se recomienda establecer en las plataformas superiores una barrera vegetal lineal continua de tres líneas de plantación que mantengan la misma densidad de plantas que la especificada en esta ficha.



Figura 28. Detalle del resultado de la renaturalización de un recinto improductivo (y degradado) de una finca.

Recomendación de uso

La actuación descrita en esta ficha está indicada para las siguientes medidas funcionales:

- ✓ Estructuras vegetales para recuperar terrenos degradados en los espacios intersticiales en zonas agrarias
- ✓ Estructuras vegetales para mitigar el efecto de infraestructuras
- ✓ Estructuras vegetales para fomentar la conectividad biológica
- ✓ Incremento de la disponibilidad de espacios para la nidificación de aves
- ✓ Incremento de lugares de nidificación para insectos
- ✓ Barreras vegetales para controlar la erosión y escorrentía
- ✓ Estructuras vegetales para controlar puntos calientes de conectividad hidrológica
- ✓ Estructuras vegetales para fomentar polinizadores y enemigos naturales
- ✓ Barreras vegetales para mitigar la contaminación por nutrientes

7.5. Hidrosiembras

Justificación

Los suelos desnudos sobre taludes suponen un fuerte impacto visual, evidenciando las afecciones de las obras de infraestructuras asociadas a los paisajes del regadío que generan desmontes y terraplenes en caminos, balsas de riego, etc.

Se incluye en estas directrices, en el punto 5.2, la revegetación de los taludes de las balsas de riego como medida necesaria con barreras para mitigar erosión y escorrentía (medida 4.1) situadas en bandas en toda la extensión del talud.

En muchas ocasiones se realizan plantaciones para la renaturalización e integración de los taludes generados por desmontes de muchas infraestructuras, pero por lo general resultan insuficientes para cubrir de forma rápida y eficiente el suelo desnudo. Las siembras e hidrosiembras con mezclas de herbáceas consiguen, por el contrario, un recubrimiento total de los terrenos desnudos, mejorando su aspecto desde un punto de vista del paisaje, además de sus ventajas ecológicas.

Por todo ello, se recomienda una primera fase de restauración de taludes mediante hidrosiembras, cuyo objetivo será la implantación de un tapiz herbáceo.

Ámbito de actuación

Caminos de nueva construcción que generen desmontes y terraplenes en su trazado, taludes de balsas de riego, muros de contención, restauración de cauces permanentes.

Descripción

Consistirá en las siembras de mezclas de semillas de especies herbáceas y leñosas mediante la técnica de hidrosiembra: aportación al sustrato mediante presión de una mezcla de semillas, mulch, abonos y estabilizantes vehiculizados en agua.

Prescripciones técnicas para la ejecución

En general se emplean entre 6 y 15 g/m² de semillas para especies arbustivas y leñosas bajas y de 25 a 40 g/m² de semillas para una siembra de herbáceas.

La dosis deberá variar en caso de encontrarnos en desmote, terraplén o zona llana, según los siguientes valores indicativos:

- Hidrosiembra en desmote: 30-40 g/m²
- Hidrosiembra en terraplén: 25-30 g/m²
- Hidrosiembra en zona llana: 20-25 g/m²

A continuación, expondremos algunas directrices determinantes en este punto del proceso, para se pueda asegurar una correcta ejecución material de la restauración ambiental y paisajística mediante hidrosiembra:

- Se recomienda el uso de tierra vegetal siempre en todas las situaciones, ya que ésta cumple la misión de favorecer las condiciones edafológicas del suelo, crear una matriz que retienen físicamente las semillas y los plantones, así como la aportación suplementaria de semillas para la colonización vegetal. Con la aportación de tierra vegetal se aumenta la variedad de especies vegetales implantadas, así como la eficiencia en la creación de biomasa en los primeros estadios de la comunidad.
- El simple extendido de la tierra vegetal puede ser tanto o más eficiente que la hidrosiembra. Es importante que el origen de la tierra sea autóctono, aunque su calidad agronómica no sea suficiente, ya que así se aporta el banco de semillas propio del territorio.
- Asimismo, debe cuidarse el espesor de tierra vegetal extendido. Diversos estudios demuestran que espesores excesivos, puede incluso perjudicar el desarrollo de la cubierta vegetal debido a que las raíces no llegan a penetrar en la cara del talud, y se corre el riesgo de que una lluvia arrastre la tierra vegetal y las semillas asociadas. Aparte, las semillas que queden a más de 10 cm. de profundidad no germinarán, porque quedan enterradas a demasiada profundidad y no puede la plántula aflorar en superficie. Se recomienda un espesor de entre 10 y 15 cm, que son suficientes para aportar nutrientes a las plántulas y permiten una estabilización más rápida de la cubierta vegetal, reduciendo el riesgo de erosión tras episodios lluviosos.
- Deben evaluarse convenientemente actuaciones tales como la instalación de georredes u otros materiales de bioingeniería, en desmontes y taludes de gran pendiente.
- Por lo general las mezclas de semillas se componen fundamentalmente de gramíneas y leguminosas. Las gramíneas o poáceas forman la mayoría de la biomasa de las comunidades herbáceas. Las leguminosas se emplean por su gran interés ecológico, al fijar nitrógeno atmosférico, mejorando el suelo.

- La proporción adecuada de las mezclas es, aproximadamente, de dos gramíneas por cada leguminosa, siempre referido al número de semillas y no al peso, ya que cada especie presenta un tamaño diferente de semilla. Si se añaden además alguna especie cosmopolita como la *Sanguisorba minor*, perteneciente a la familia de las rosáceas, se aumenta la diversidad específica de la mezcla.
 - Por lo general las dotaciones de semilla que se proponen para siembras en seco son de 30 g/m². Para hidrosiembras se propone una dotación mayor, ya que se asentarán sobre terrenos más delicados por motivos de pendiente y cuya susceptibilidad al lavado será mayor. Dicha dotación es de 40 g/m².
 - Para hidrosiembras se utilizará la máquina denominada hidrosembradora, que distribuirá la mezcla de semillas, junto con agua, mulch, abonos y estabilizantes. Como referencia, las dosis de las mezclas de los distintos aditivos y semillas quedan reflejadas en la Tabla 17.

Tabla 17. Distintas dosis de aditivos y semillas de las fases de hidrosiembra.

	FASE 1	FASE 2
HIDROSIEMBRA	PASE SIEMBRA	PASE TAPADO
Mezcla de semillas herbáceas	30 gr/m ²	-
Estabilizador	60 gr/m ²	60 gr/m ²
Mulch	70 gr/ m ²	60 gr/m ²
Abono	50 gr/ m ²	-
Polímero absorbente	5 gr/m ²	-
Agua	4 l/m ²	2 l/m ²

Ejecución

Las etapas en la hidrosiembra en dos pasadas con máquina hidrosembradora, serán las siguientes:

- Preparación del terreno.

Eliminando surcos y regueros para evitar arrastres por el agua que circule por dichos accidentes del terreno. También puede ser conveniente, cuando se trata de suelos que llevan tiempo erosionados, romper la costra superficial y remover los cinco centímetros (5 cm) superiores.

- Fase de siembra.

En la primera pasada (fase de siembra) se cubre la zona con agua, mezcla de semillas, polímero absorbente, mulch, fertilizante y fijador

- Fase de tapado con la capa de mulch.

Esta operación se realizará inmediatamente después de la operación anterior, sin solución de continuidad y con la misma máquina, incluso siguiendo las mismas direcciones de lanzamiento que en la fase de siembra. En esta etapa se vuelve a insistir en el mulch, aunque ahora sin semillas y se añade el estabilizador. El sistema descrito es el de hidrosiembra en dos fases, sistema mucho más eficaz que el de hidrosiembra en una sola fase, donde se lanzan todos los materiales juntos y en una única pasada.

El proceso, descrito cronológicamente, consistirá en:

1º) Llenar el tanque de la hidrosiembra con agua hasta cubrir la mitad de las paletas del agitador; en este momento incorporar el mulch y esperar algunos minutos hasta que se haya extendido en la superficie del agua sin formar bloques o grumos que puedan causar averías en la máquina al ponerse en marcha el agitador.

2º) Poner en movimiento las paletas del agitador y continuar llenando el tanque hasta los 3/4 de su capacidad, al tiempo que se introduce en el interior del tanque las semillas y los posibles abonos preparasiembras.

Es recomendable tener en marcha el agitador durante 10 minutos más, antes de comenzar la siembra, para favorecer la disolución y estimular la facultad germinativa de las semillas. Seguir mientras tanto llenando de agua el tanque hasta que falten unos 10 cm. y entonces añadir el producto estabilizador de suelos. Con el llenado del tanque y el cierre de la trampilla se complete la operación.

3°) Colocar en forma conveniente la hidrosiembra con relación a la superficie a sembrar e iniciar la operación de siembra. Uno o dos minutos antes del comienzo, acelerar el movimiento de las paletas de los agitadores para conseguir una mejor homogeneización de la mezcla.

Desde el momento en que se mezclan las semillas hasta el momento en que se inicia la operación de siembra no transcurrirán más de 20 min.

Siempre que sea posible, el cañón de la hidrosembradora se situará inclinado por encima de la horizontal para lograr una buena distribución, es decir, el lanzamiento debe ser de abajo a arriba.

La hidrosiembra se realizará a través del cañón de la hidrosembradora, si es posible el acceso hasta el punto de siembra, o en caso contrario, por medio de una o varias mangueras enchufadas al cañón. La expulsión de la mezcla se realizará de tal manera que no incida directamente el chorro en la superficie a sembrar para evitar que durante la operación se produzcan movimientos de finos en el talud y describiendo círculos, o en zigzag, para evitar que la mezcla proyectada escurra por el talud. La distancia entre la boca del cañón (o de la manguera) y la superficie a tratar es función de la potencia de expulsión de la bomba, oscilando entre los 20 y 50 metros, y debe de ajustarse en obra, realizando las pruebas pertinentes a fin de evitar los efectos antes indicados.

A los 6 meses de realizar la hidrosiembra, es importante valorar la necesidad de realizar una nueva resiembra en las zonas donde no se alcance una cobertura del 90%. En climas mediterráneos, las mejores épocas para realizar las hidrosiembras son el comienzo de la primavera y el final del otoño.

Selección de especies

Las semillas seleccionadas para las mezclas deben proceder de cultivos controlados por los servicios oficiales y se deben obtener según las disposiciones del reglamento técnico

correspondiente. Es muy recomendable utilizar mezclas de especies autóctonas o adaptadas localmente. Siempre que sea posible y estén disponibles en el mercado, es preferible utilizar semillas propias de la zona de actuación o área geográfica cercana. En revegetaciones dentro de espacios naturales protegidos, hay que verificar el origen autóctono de las semillas empleadas.

El conjunto de especies vegetales que componen la mezcla de semillas para la hidrosiembra debe satisfacer los siguientes criterios:

1. Tener un crecimiento inicial rápido para asegurar una cobertura vegetal rápida del suelo que asegure una protección rápida y persistente contra la erosión en las estaciones vegetativas posteriores.
2. Tener un sistema radical denso en profundidad y/o en la superficie.
3. Ser duraderas y persistentes, especialmente en condiciones que favorecen la erosión.
4. Poder disponer de semilla en el mercado durante las épocas preferentes de siembra.
5. Servir como plantas nutricias o refugio para polinizadores e invertebrados.

En ningún caso se utilizarán las contenidas en el Catálogo Español de Especies Exóticas e Invasoras, publicado por el Ministerio para la Transformación Ecológica y el Reto Demográfico.

Recomendación de uso

La actuación descrita en esta ficha está indicada para las siguientes medidas funcionales:

- ✓ Estructuras vegetales para recuperar terrenos degradados en los espacios intersticiales en zonas agrarias
- ✓ Estructuras vegetales para mitigar el efecto de infraestructuras
- ✓ Estructuras vegetales para fomentar la conectividad biológica
- ✓ Incremento de lugares de nidificación para insectos

Presupuesto aproximado

El precio base de la hidrosiembra de herbáceas con semillas de leñosas a doble pase en taludes, incluida la preparación de la superficie y primer riego, variará principalmente dependiendo del tipo de semilla y el precio de las mezclas diseñadas. A modo de referencia, para una mezcla genérica el precio puede variar entre 1,70 €/m² para superficies menores a 10.000 m², y 1,00 €/m² para superficies mayores a 10.000 m².

Cada proyecto deberá valorar en su caso la necesidad o no de otras operaciones, como desbroces previos, aporte de tierra vegetal, fertilizaciones, etc., así como el precio de las mezclas diseñadas, que dependerán de las casas comerciales.

A modo de referencia para valorar se muestra una proyección de mezcla de hidrosiembra en dos pasadas, la primera de siembra y la segunda de tapado, desde hidrosembradora sobre camión, donde se incluye el transporte y puesta en uso de los elementos constituyentes de la mezcla, así como de la maquinaria y personal necesarios. La mezcla a proyectar será la siguiente en cada pasada:

Pase de siembra:

Mezcla de semillas, 30 gr/m²

Estabilizador, 60 gr/m²

Mulch, 70 gr/m²

Abono, 50 gr/m²

Polímero absorbente, 5 gr/m²

Agua, 4 l/m²

Pase de tapado:

Estabilizador, 60 gr/m²

Mulch, 60 gr/m²

Agua, 2 l/m²

Composición específica a modo de ejemplo. Especies, Kg/Ha :

Lolium rigidum, 75

Agropyron cristatum, 45

Festuca arundinacea, 45

Trifolium subterraneum, 30

Medicago sativa, 45

Melilotus officinalis, 45

Retama sphaerocarpa, 15

Referencias específicas de la ficha

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas y Peritos Agrícolas de Cataluña (2007)
Norma Tecnológica de Jardinería y Paisajismo NTJ NTJ 08H: 1996 Hidrosiembras. Barcelona

Soto Rey, M. (2003) Catálogo de especies herbáceas y leñosas bajas autóctonas para
la revegetación de zonas degradadas en La Rioja. Consejería de Turismo, Medio Ambiente y
Política Territorial. Gobierno de La Rioja

<https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/especies-exoticas-invasoras/ce-eei-catalogo.aspx>

<https://www.finncorp.com/es/hydroseeding/a-guide-to-the-best-practices-in-hydroseeding/>

8. Anexo II. Fichas descriptivas de las medidas para la fauna

En este anexo se incluye la descripción técnica de las medidas para la fauna. Mientras que las medidas con barreras vegetales tienen muchos elementos en común (calidad de la planta, implantación, riego, etc.) que requieren de una introducción general, no ocurre así con las medidas para la fauna contempladas en estas directrices. Su naturaleza técnica es más heterogénea y no hay muchas acciones comunes implementando una u otra medida por lo que se pasa directamente a las fichas descriptiva cada medida.

8.1. *Mitigación de riesgo para la fauna en balsas y otros almacenamientos de agua descubiertos*

Justificación

Las balsas de riego suponen un riesgo para el ahogamiento de mamíferos, reptiles, anfibios y aves. Este riesgo afecta no sólo a especies comunes sino también a otras de alto interés de conservación como las rapaces. Las balsas más antiguas de paredes rectas, lisas y sin escaleras o rampas son las más peligrosas, incluso para anfibios que sólo acuden para la reproducción y que pueden encontrar imposible la salida. Sin embargo, balsas más modernas, con paredes en talud, no están exentas de riesgo, especialmente aquellas con talud de elevada pendiente y superficie resbaladiza en las que una caída accidental implica un riesgo alto de ahogamiento. El cerramiento de las balsas modernas es general, pero estos cerramientos son eficaces para impedir el acceso a humanos y a mamíferos de gran y mediano tamaño, no así con reptiles, anfibios, mamíferos de pequeña talla y aves.

Ámbito de actuación

Balsas de nueva construcción en la ejecución del plan. Acondicionamiento de balsas ya existentes que no hayan tenido una integración ambiental dentro de los programas de actuaciones voluntarias acordadas con las comunidades de regantes.

Descripción

Conjunto de medidas que facilite el escape de la masa de agua en caso de caída de mamíferos, reptiles y aves, así como la salida de los anfibios una vez terminada la reproducción o el crecimiento juvenil. Las medidas que impiden el acceso perimetralmente (cerramiento) son

rutinarias y se implantan sobre todo para limitar el acceso a personas, pero respecto a la fauna no son tan importantes como las medidas de escape. Asimismo, se debe prevenir que el funcionamiento de la balsa (entrada y salida de caudales) cause daño a la fauna, lo que incluye además de a la fauna terrestre a la fauna acuática

Prescripciones técnicas para la ejecución

Existen diversos tipos de balsas: embalsamientos de pequeñas cuencas, muy habituales para su uso como charcas ganaderas, y balsas excavadas con sustrato natural, plástico o de hormigón habituales en el contexto del regadío. La tipología de las balsas en el Plan corresponde con balsas excavadas o construidas con taludes perimetrales cubiertas de plásticos impermeabilizantes, aunque en proyectos que impliquen el uso de aguas regeneradas podrían existir otros tipos constructivos, como balsas con paredes rectas de hormigón.

El principal problema de las balsas excavadas es la elevada pendiente dentro del vaso y, si la cubierta es un plástico impermeabilizante o cemento, es la superficie lisa y resbaladiza que dificulta la salida de animales que caigan accidentalmente, especialmente cuando la lámina de agua esta baja. Para balsas excavadas o construidas con paredes rectas de cemento sin salida el riesgo es máximo. Este tipo constructivo puede existir en instalaciones antiguas y debe ser considerado en el programa de integración ambiental acordado voluntariamente con las comunidades de regantes.

(i) Se recomienda que la pendiente general del vaso de la balsa se disminuya en la parte más cercana a la orilla, si es posible por el diseño y dentro de las limitaciones constructivas, de tal manera que el vaso tenga la pendiente general y una franja de entre 1 y 2 m hasta la cota superior de pendiente reducida (<1:3).

(ii) Se instalarán materiales que permitan la adherencia o el agarre para la fauna para facilitar su salida de la balsa en caso de caída accidental al agua. Entre los materiales adecuados se cuenta con redes de poliéster de alta densidad similares a las utilizadas en pesca, bandas de felpudo de rizo de vinilo (Figura 29), o redes de polipropileno habituales en equipamientos deportivos (redes de tenis, mallas de protección de pádel, etc.). Las redes o mallas tendrán luces de 20-30 mm, aunque se pueden alternar con mallas de luz de 10 mm, para facilitar la salida de los animales más pequeños. La estructura se fija a la orilla y se ancla al fondo, facilitando la salida de animales. La malla debe ser instalada por todo el perímetro, en forma de

bandas, de tal manera que cualquier punto de la lámina de agua se encuentre relativamente cercano a un punto de salida. Se recomienda que la distancia entre bandas de salida no exceda los 10 m y en, todo caso, se instale al menos una vía de salida por cada lado de la coronación de la balsa. El ancho de las bandas será de un mínimo 1-1,5 m.

(iii) Si se trata de balsas o depósitos de paredes rectas de cemento se construirán rampas de salida desde el fondo de la balsa o estructuras funcionalmente equivalentes que permitan la salida de los animales. La pendiente de la rampa debe ser de unos 30°. La rampa puede construirse con diversas formas constructivas y con diversos materiales a criterio de los proyectistas. Para balsas de tamaño relativamente grande será necesario la construcción de rampas de obra, mientras que para balsas pequeñas será suficiente con tablones fijados al borde superior de la balsa.

(iv) El cerramiento perimetral de acceso será el que se determine en la normativa de seguridad para impedir el acceso humano. Se deberá dejar al menos 1 m entre el límite del agua con la balsa completamente llena y el cierre perimetral, lo que permite espacio para la salida de los animales que hayan caído en la balsa. No obstante, se estudiará la viabilidad y seguridad de la instalación del cierre perimetral en la base del talud exterior de la balsa.

(v) Las balsas pueden estar dotadas de islas flotantes (ver epígrafe 8.3) que contribuyen a facilitar la salida del agua de animales caídos accidentalmente

(vi) Las bocas de aspiración estarán cubiertas por una jaula de rejilla con el fin de evitar la aspiración de especies netamente acuáticas y anfibios. Se evitará la instalación de rejillas en salidas con función de aliviadero.



Figura 29. *Material de felpudo de rizo de PVC.*

Mantenimiento

Las mallas para facilitar la salida de la fauna se revisarán anualmente, sustituyéndose aquellas bandas que hayan sufrido un deterioro que le reste funcionalidad.

El estado de la jaula de protección de las salidas de balsa se revisará cuando la gestión de la balsa lo permita, chequeando su integridad y sustituyéndola en caso de deterioro.

Presupuesto

El felpudo de rizo de PVC tiene un costo de unos 25 €/m². Las redes de polipropileno tienen un coste menor. Con luz de 20 mm el costo es de unos 7-8 €/m².

8.2. Mitigación de riesgos por líneas e instalaciones eléctricas

Justificación

En la ejecución del Plan se contempla la instalación de numerosas centrales fotovoltaicas, así como otras infraestructuras que pueden requerir la acometida de nuevas líneas eléctricas y otras instalaciones asociadas. Se ha estimado que las líneas eléctricas pueden causar la muerte de 5 millones de aves anualmente en España. Se trata, pues, de un tipo de infraestructura que resulta especialmente peligrosa. La peligrosidad de las líneas varía según su adecuación o no con medidas preventivas y su localización respecto al uso del espacio de las

distintas especies. La mortalidad generada por las líneas eléctricas afecta a numerosas especies de interés para la conservación y esto ocurre también en lugares fuera de espacios protegidos. El RD 1432/2008 establece una serie de medidas para evitar los riesgos de colisión y electrocución de la avifauna. Su ámbito de aplicación son zonas de protección como son zonas de reproducción de especies amenazadas, etc., que vienen definidas en el artículo 4 de dicho RD. Si bien una parte importante de las áreas en el ámbito del Plan se encuentran fuera de estas zonas de protección el esfuerzo inversor a realizar justifica que las nuevas eléctricas se adapten a las exigencias de prevención de riesgos de dicho RD en aras de cumplir con el DNSH y habida cuenta que muchos tendidos y apoyos no corregidos fuera de las zonas de protección siguen causando numerosas bajas. La corrección de un tendido ya existente requiere de una inversión mayor que la adaptación de un tendido *ex novo*. Más aún, si alguna de las líneas eléctricas de nueva instalación resultase en un número de bajas de especies de interés el propietario debería corregirlas, y de no hacerlo podría incurrir incluso en un proceso penal. Es, por tanto, preferible actuar a priori

Ámbito de actuación

Todas las líneas eléctricas de nueva instalación durante la ejecución de los proyectos del Plan.

Descripción

La alternativa de soterrado de la línea eléctrica siempre se considerará, y en su diseño se evitará afectar a hábitats naturales. En el caso de presentar trazado total o parcial en aéreo, se seleccionará la alternativa de ubicación que genere un menor riesgo de colisión y electrocución para las especies de la zona de proyecto

En el ámbito del Plan serán de aplicación las medidas de prevención contempladas en el RD 1432/2008.

Prescripciones técnicas para la ejecución

- i. Se recomienda soterrar al menos los últimos 100 m de la línea eléctrica si es una acometida a una balsa o la infraestructura asociada en sus inmediaciones como una estación de bombeo.

- ii. Para otras líneas eléctricas que transcurran en la cercanía de las balsas se procurará mantener distancias de más de 100 m entre las nuevas líneas y las balsas.
- iii. Se incrementará la visibilidad de los cables, mediante la utilización de dispositivos salvapájaros, seleccionando los modelos que estén obteniendo mejores resultados, según los estudios más recientes.
- iv. Se elegirán los tipos de apoyos y crucetas, su disposición y los materiales óptimos para reducir el riesgo de colisión y electrocución.
- v. Los diseños de apoyos y crucetas deberán cumplir las condiciones de distancias de seguridad establecidas en el Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, y procurando suplementariamente en la medida de lo posible que desde cada zona de potencial posada de un ave existan más de 150 cm de distancia hasta la zona donde se presente un elemento conductor.
- vi. Serán de aplicación prioritaria las [Recomendaciones técnicas para la corrección de los apoyos eléctricos del riesgo de electrocución de aves, para la adaptación de las líneas eléctricas al R.D. 1432/2008](#) publicado por el MITECO

8.3. *Adecuación de las balsas para la nidificación y alimentación de aves*

Justificación

Durante los siglos XIX y XX los humedales sufrieron una gran regresión en España. La proliferación de balsas de riego en las últimas décadas permite sustituir en parte esos hábitats como zona de alimentación y cría de aves acuáticas sin detrimento de la funcionalidad de la balsa. Las balsas pueden naturalizarse para que su uso por parte de la fauna se incremente.

Ámbito de actuación

Todas las balsas de nueva creación dentro del Plan. También podrán acometerse acciones de mejora en balsas ya existentes en las comunidades de regantes dentro de las medidas voluntarias demostrativas

Descripción de las medidas

Instalación de islas flotantes en las zonas centrales de la balsa ancladas al fondo y preferentemente provistas de vegetación.

Esta medida es muy recomendable para incrementar el valor ambiental de las balsas, pero la idoneidad de la misma se juzgará en cada proyecto en función del uso prioritario de la balsa, las necesidades de mantenimiento y de posibles usos alternativos como el acceso a helicópteros de lucha contra incendios.

Prescripciones técnicas

Las islas flotantes constan de una estructura con cuatro elementos básicos: flotadores, la superficie de la balsa, cubierta de tierra o grava y cajones o estructuras similares donde plantar vegetación helófitas (Figura 30). Los flotadores pueden construirse con distintos materiales como bloques de poliestireno, tubos de PVC estancados e incluso tubos metálicos.

Para la seguridad de la operación de la balsa el aspecto más importante es el anclaje de la balsa al fondo. Este anclaje debe constar de un anclaje de peso muerto al fondo y una cadena, así como una boya unida al anclaje de peso muerto por un cabo. El anclaje de peso muerto y el grosor de la cadena deben estar sobredimensionados de tal forma que la posibilidad de rotura y deriva de la isla sea prácticamente nula.

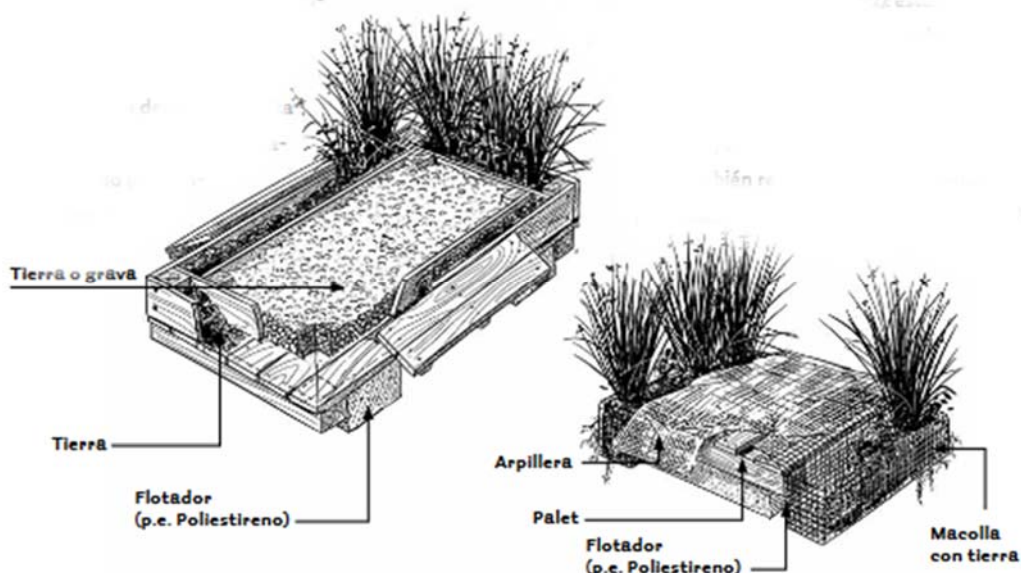


Figura 30. *Diversos modelos de islas flotantes para balsas. Fuente: Manual práctico de balsas agrícolas.*

Las islas flotantes deben ser fabricadas ad hoc, aunque hay algunas empresas que las fabrican, lo que es probablemente la solución más sencilla para proyectistas y contratistas.

8.4. Incremento de la disponibilidad de espacios para la nidificación de las aves, refugios para murciélagos e insectos

Justificación

Los espacios agrarios, particularmente los más intensivos presentan una baja disponibilidad de recursos no tróficos para muchas especies. Estos recursos no tróficos pueden ser limitantes, así muchas especies insectívoras tienen un hábito de nidificación troglodita (en cavidades) la falta de disponibilidad de estos espacios de reproducción limita el tamaño poblacional de especies beneficiosas. Otras especies no son trogloditas pero crían con facilidad en otro tipo de cajas nido. Especies de mayor tamaño como pequeñas rapaces diurnas y rapaces nocturnas contribuyen al control de plagas de roedores, particularmente topillos. Lo mismo se puede decir respecto a los murciélagos que no disponen en las zonas agrarias intensivas de refugios, siendo el grupo un depredador principal de insectos, entre ellos muchas plagas. Finalmente, muchas especies de insectos beneficiosas que son polinizadores o enemigos naturales tampoco encuentran refugios adecuados.

En conjunto, se trata de grupos taxonómicos muy diversos pero cuyo tratamiento es muy similar incrementar en el paisaje el número y disponibilidad de espacios favorables para la reproducción y el cobijo.

Descripción de las medidas

Todas las medidas se basan en la instalación de refugios, consistentes en pequeñas construcciones de madera o, menos habitualmente, otros materiales como cemento. El concepto original es el de caja nido. Distinguimos: estas cajas nido (para aves); refugios para murciélagos y refugios para insectos.

Las estructuras se colocan en el paisaje agrario en distintos emplazamientos. El más habitual son árboles. Las cajas nido suelen ir colgadas de un gancho o atornilladas o embreadas

en el tronco, dependiendo de la tipología de la caja. Los refugios de murciélago suelen ir sujetadas directamente al tronco.

En vez de un árbol se puede utilizar un poste u otra estructura similar, sobre todo en lo que se refiere a refugios de murciélagos

Algunos tipos de cajas nido son específicas para especies que nidifican en edificios o pueden hacerlo, como por ejemplo los vencejos. Estas cajas se pueden acoplar en las paredes del edificio. Los refugios de murciélagos se pueden instalar también sobre paredes de edificios.

Adicionalmente a la instalación de estructuras fabricadas, en las obras que impliquen movimiento de tierras con un componente importante de finos se estudiará la creación de taludes que favorezcan las colonias de cría de abejaruco (*Merops apiaster*) y avión zapador (*Riparia riparia*).

Repercusión en el medio natural

Incrementar las poblaciones de animales beneficiosos, fundamentalmente por su labor de control de plagas de insectos. Este servicio ecosistémico contribuye a aumentar las producciones y su calidad, reduciendo la necesidad de pesticidas.

Prescripciones técnicas

Antes de proceder a la adquisición o fabricación e instalación de los refugios se debe planificar el número, tipo y lugar de instalación de los mismos. Es importante diversificar el tipo de refugios ofrecidos de tal manera que se ofrezcan refugios a los distintos grupos faunísticos, y dentro de las aves a los distintos subgrupos.

A este respecto, para las aves, es recomendable que en primer lugar se obtenga un listado de la comunidad de aves local. No se trata de un inventario específico y puede utilizarse inventarios genéricos que se hayan realizado con anterioridad. Estos inventarios junto con las actuaciones en las que se va a realizar la instalación de los refugios sirven de guía el conjunto y tipos de cajas que se deben instalar. Hay que recordar que el tipo de cajas nido disponibles en el mercado se ha ido sofisticando y algunas son especie-específicas, es decir, se fabrican con el objetivo de atraer una sola especie y por ello tienen un diseño muy particular (Figura 31).



Figura 31. Caja específica para agateadores.

El material más común para las cajas es la madera, que se recomienda tenga algún tipo de tratamiento para aumentar su durabilidad. Existen cajas fabricadas con materiales alternativos de mayor precio, pero también mayor durabilidad y resistencias a las inclemencias del tiempo. Uno de estos materiales es, por ejemplo, el ‘cemento de madera’, una mezcla de serrín de madera, cal, cemento, etc., que garantiza durabilidades de más de 20 años. El sobrecoste de este tipo de materiales está más que compensado por su durabilidad.

Tipos básicos de cajas nido para aves y su colocación

Las cajas nido se colocan con una orientación entre N y SE con el fin de evitar el exceso de insolación o calor. La orientación S es la que recibe mayor insolación mientras que las orientaciones SW y W reciben una insolación similar a las E y SE pero en horas de mayor calor.

Las cajas nido se colocan sobre árboles y paredes. En el árbol pueden colgarse de una rama (Figura 32) o atornillarse al tronco. La primera opción es preferible por dos razones: se evitan daños al árbol y dan una mayor seguridad al dificultar el acceso a predadores. La altura de colocación debe ser un mínimo de 3.5 – 4 m para dificultar el acceso a gatos y la vandalización por personas.

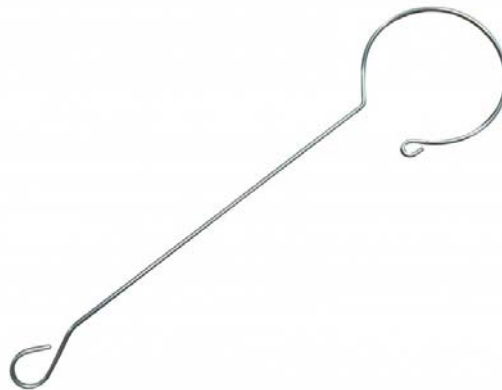


Figura 32. Gancho de acero para colgar una caja nido.

Tipos de cajas nido

Cajas para pequeñas aves con frente abierto (Figura 33), apropiadas para especies como petirrojos, colirrojos o lavandera blanca. Por los hábitos de estas especies, estas cajas pueden instalarse en árboles o grandes arbustos que formen una buena cobertura alrededor de la entrada de la caja. Estas cajas se pueden situar a una altura algo menor que la indicada de manera general si se dispone de árboles o grandes arbustos con gran espesura en el ramaje.



Figura 33. Caja nido con frente abierto.

Cajas para pequeñas aves a las que se accede a través de un agujero (Figura 34). El tamaño del agujero actúa como filtro de las especies que pueden criar. Para seleccionar sobre todo especies de marcado carácter insectívoro y evitar otras especies que pueden causar daños a las cosechas como los estorninos se recomienda que la entrada tenga un diámetro < 30 mm.



Figura 34. Caja nido cerrada con acceso por agujero.

Existen cajas nido específicas para especies que nidifican en edificios como vencejos (Figura 35) o aviones comunes.



Figura 35. Caja nido específica para especies que crían en edificios, en este caso vencejos.

Finalmente es interesante instalar cajas nido para pequeñas rapaces diurnas como cernícalo (Figura 36) o cernícalo primilla y pequeñas rapaces nocturnas (cárabo, autillo, mochuelo) que son ávidas consumidoras de insectos y pequeños roedores, entre ellos topillos que pueden constituir plagas importantes para las cosechas. Para este tipo de cajas de las que se colocan menos se puede considerar instalar soportes específicos, como postes de 4-5 m de alto.



Figura 36. Caja nido específica para cernícalo. Fuente: GREFA.

Refugios para murciélagos y su colocación

Al igual que para las aves existen distintos tipos de refugios. Un problema es la competencia en la ocupación de los refugios entre aves y murciélagos. En cajas nido típicas con un pequeño agujero de entrada las entradas de pequeño diámetro (12-20 mm) favorecen a los murciélagos sobre las aves pero excluyen a las especies de murciélagos de mayor talla. En este sentido es preferible la instalación de refugios específicos para murciélagos cuyo acceso es a través de la base del refugio (Figura 37).



Figura 37. *Instalación de refugio para murciélago. Obsérvese como el acceso está abierto en la base del refugio. Fuente: ANSE.*

La colocación de los refugios para los murciélagos es similar a la de los nidales para aves con algunas diferencias. Los refugios no se cuelgan, sino que se mantienen unidos a un tronco, poste o pared. Mientras que es recomendable distribuir las cajas nido de una manera regular porque la mayoría de las especies que las ocupan tienen un comportamiento territorial durante la reproducción los murciélagos suelen ser gregarios y resulta adecuado distribuir los refugios en grupos de cajas en los que las cajas individuales disten entre sí menos de 20 m. Mientras que para algunas especies de aves (petirrojo, colirrojo) puede resultar adecuado colocar la caja en un lugar entre la espesura de las ramas para murciélagos es muy recomendable que los accesos a la caja estén despejados de ramas, cables y otros obstáculos.

Refugios para insectos

Los refugios para insectos son popularmente conocidos como ‘hoteles’ para insectos o ‘bichos’. Son pequeñas estructuras que constan de agujeros, tubos o intersticios que permiten a los insectos utilizarlo como refugio, lugar de reproducción o invernada.

Los hoteles facilitan la presencia de abejas, avispas, tijeretas y un elenco de insectos predadores, de tal manera que dan soporte tanto a polinizadores como a enemigos naturales. Desde el punto de vista de la polinización y salvando las distancias pueden sustituir o complementar la instalación de colmenas de abejas domésticas que se da en algunos sitios como soporte a la polinización en cultivos o de abejorros en invernaderos.

La diversidad de estos refugios es muy alta (Figura 38). Para el Plan no se recomienda la instalación de estructuras grandes y complejas (p.ej. Figura 38) ya que resultan muy llamativas y por la falta de familiaridad con ellas podrían resultar fácilmente vandalizadas. Es preferible instalar estructuras similares a cajas nido para aves (Figura 38B)

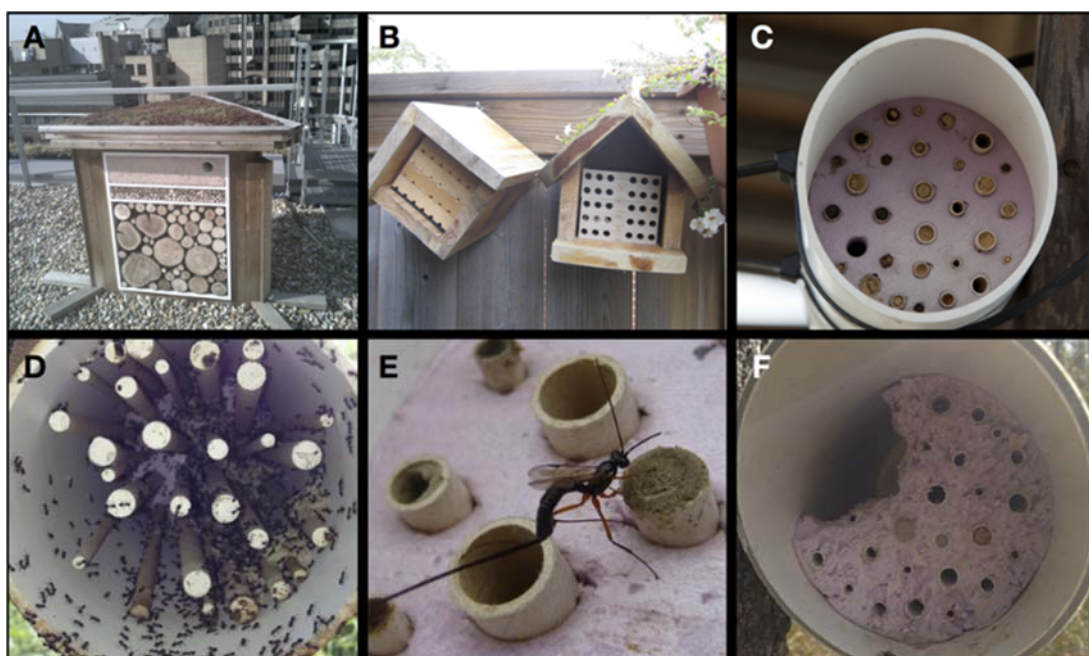


Figura 38. *Diversos tipos de refugios para insectos. Fuente: McIvor & Packer (2015).*

En cuanto a la localización las normas para cajas de aves son adecuadas en este caso con alguna modificación. Se deben colocar con una altura mínima de 2.5 m para evitar la perturbación por animales domésticos, se pueden colocar en troncos, postes y paredes. Al contrario que las aves, las exposiciones insoladas (norte) deben ser evitadas. Es importante que no estén sobre árboles que reciban directamente tratamientos fitosanitarios, o adyacentes a cultivos en forma tal que cuando se realice el tratamiento el refugio para insectos pueda verse afectado.

Presupuesto

Para aves las cajas nido más simples con madera certificada y con un tratamiento los precios están en torno a los 20-25 € por unidad. Con materiales más duraderos el precio oscila entre 35 y 50 €. Cajas nido específicas para especies que cría en edificios tienen precios más variables. Los nidales para vencejos más sencillos que se instalan en los edificios fabricados en madera simple se encuentran desde unos 25-35 €, mientras nidos específicos para avión común o golondrina (imitando sus construcciones naturales de barro) pueden encontrarse por ese precio. En este tipo de especies es común la nidificación colonial o semicolonial y se venden estructuras que permiten la nidificación de varias parejas simultáneamente. El precio de estas estructuras múltiples varía entre 60 y 200 €. Las cajas nido para pequeñas rapaces diurnas y nocturnas cuestan entre 50 y 150 € según la calidad de los materiales y el diseño constructivo para rapaces de mayor tamaño, pero de gran interés para el control de roedores como la lechuza el precio oscila entre 150 y 200 €.

Los refugios para murciélago oscilan entre 30 y 400 €. La diferencia en los precios además de por el tipo de material y fabricación se relaciona con el tamaño de los refugios, de tal forma que los más caros permiten albergar un gran número de murciélagos que, recordemos, descansan comunalmente incluso con varias especies.

Los refugios de pequeño tamaño para insectos tal y como se recomiendan en estas directrices tienen precios de 10 a 50 €.

8.5. Charcas y bebederos

Justificación

Las charcas y bebederos son pequeños cuerpos de agua que proporcionan recursos para la fauna, pero particularmente para mamíferos, aves y anfibios. Para los últimos, son especialmente importantes pues son imprescindibles para su reproducción.

Los paisajes de regadío disponen de mucho más acceso a láminas de agua que los de secano, pero algunos de esos recursos no están accesibles a ciertas especies por los cerramientos. Además, son recursos que están más accesibles a las aves que tienen mucha mayor movilidad y una red de charcas y bebederos dispersa da mejores oportunidades a otras especies como los anfibios. Finalmente, son estructuras que presentan muchos menos riesgos

que las balsas, ya que la probabilidad de ahogamiento es nula en muchas especies o mínima en otras. Las charcas y bebederos pueden servir como punto de atracción alternativo para los animales y desviarlos de las balsas.

Descripción

Hablaremos de bebederos y charcas, distinguiendo de una manera algo artificial. Se consideran bebederos pequeñas estructuras donde hay una fuente de agua y una cubeta de pequeño tamaño de 1-2 m² y que pueden tener una profundidad de unos pocos centímetros, suelen tener una alimentación permanente o casi permanente.

Por charcas entendemos estructuras más grandes entre 10 y 100 m², con profundidades máximas de 40-50 cm y que tienen alimentación variadas, pudiendo ser efímeras, temporales y permanentes.

Repercusión en el medio natural

Las charcas y bebederos incrementan la biodiversidad del paisaje agrario, son especialmente importantes para la presencia de anfibios y pueden proporcionar el recurso agua en momentos críticos del ciclo anual.

Prescripciones técnicas

Los bebederos y charcas tendrán dimensiones entre 1 y 100 m², aproximadamente.

Su alimentación será continua o discontinua. Para las de alimentación continua se recomienda que se aprovechen pequeños caudales de agua que aparezcan en surgencias naturales o en pequeñas filtraciones de la infraestructura hidráulica o similar. Los bebederos se localizarán de preferencia en lugares de alimentación continua.

Para las estructuras de alimentación discontinua se optimizará la recogida de escorrentía. Esto se puede hacer particularmente bien redirigiendo las escorrentías de las superficies impermeables como edificios, taludes, caminos, etc.

Las charcas de > 30 m² se diseñarán con profundidades máximas de 30 cm, aunque por las características del terreno se puede ampliar este rango a 50 cm.

Las charcas se impermeabilizarán salvo en aquellos lugares que la charca se haya instalado aprovechando una surgencia de agua (p.ej. efectos del retorno de riego en la red de drenaje). La impermeabilización se puede llevar a cabo mediante una compactación del terreno, especialmente en suelos de textura arcillosa. En suelos más arenosos se considerará asegurar la impermeabilización mediante un plástico impermeabilizante como PVC o HDPE como el utilizado para impermeabilizar las balsas de regulación, utilizando grosores adecuados (p. ej. Para PVC > 0.5 mm) y materiales de alta calidad con vida útil > 20 años. Se recomienda, en cualquier caso, realizar un test de impermeabilización antes de entregar la obra

Para la localización de la charca se pueden aprovechar depresiones del terreno en zonas donde converjan flujos de escorrentía episódicos o temporales o bien localizar esos puntos (especialmente en la evacuación de zonas impermeables o caminos) y crear la depresión. A este respecto es particularmente importante una observación detallada de la topografía que garantice recurrencia en el llenado de la charca. Es difícil dar una norma, pero el volumen de precipitación anual en la minicuenca vertiente a la charca debe ser al menos 10 veces el volumen de la charca en el caso de superficies impermeables (edificios) o poco permeables (caminos) o de gran pendiente (taludes de balsa) y >30 veces el volumen de la charca para superficies más permeables (suelo) y baja pendiente. Durante las obras de ejecución de las infraestructuras a las que se asocie una charca se puede realizar pequeñas modificaciones del terreno para conducir las escorrentías hacia las charcas. Por ejemplo, en una planta fotovoltaica localizada en una zona de pequeña o moderada pendiente se pueden hacer pequeñas modificaciones del terreno para conducir la escorrentía hacia una charca.

La cubeta se diseñará para tener una elevada razón perímetro superficie, con orilla irregular y formas alargadas. Asimismo, es recomendable que la cubeta tenga una profundidad irregular para crear heterogeneidad ambiental. Las orillas tendrán una baja pendiente para facilitar la entrada y salida de los anfibios.

El fondo de la cubeta se rellenará de una capa de arena de unos 10 cm antes de disponer el material impermeabilizante. Sobre la capa de arena se puede colocar un geotextil de alto gramaje y sobre éste el material impermeabilizante. El geotextil protege el material impermeabilizante. El material impermeabilizante se debe extender más allá de la orilla. Sobre el material impermeabilizante se dispondrán una capa de grava y tierra vegetal que facilite su colonización por la vegetación.

La orilla se revegetará con una banda de 1 a 2 m de anchura. Para las charcas es recomendable vegetación de ribera, pero debido a que resulta difícil prever el régimen hídrico de la charca, la mayoría de las cuales se alimentarán a partir de escorrentías efímeras o temporales, se recomienda crear una barrera para polinizadores y enemigos naturales (medida 4.3) y dejar a la colonización natural la aparición de especies de ribera y acuáticas.

Presupuesto

El presupuesto va a depender de la superficie de intervención y de las obras auxiliares a acometer, como la reconducción de escorrentías hacia la charca.

9. Anexo III. Protocolos de documentación y seguimiento de las medidas contempladas en estas directrices

La implementación de las medidas previstas en estas directrices tiene un alcance desconocido en España por su variedad, aplicación simultánea, número de comunidades de regantes implicadas y volumen de la inversión. Todas las medidas que se apliquen sobre las actuaciones contribuyen a que el plan de mejora de los regadíos en España cumpla con el DNSH pero, además, uniendo estas medidas a las que se apliquen de manera voluntaria dentro de los perímetros de riego como acciones demostrativas se generará un volumen de actuaciones muy elevado que funcione como prueba de concepto de las ideas de intensificación ecológica y renaturalización para aumentar los servicios ecosistémicos. Por todo ello es de la mayor importancia que las actuaciones se documenten adecuadamente y toda esa documentación se deposite en un solo repositorio que quede libremente disponible para realizar futuras evaluaciones del impacto real de las medidas implementadas. Por otro lado, el Plan obliga a que durante cinco años se realice un seguimiento de las medidas con el fin de asegurar que se realiza el mantenimiento adecuado y se mantienen operativas. Un protocolo de seguimiento es necesario para dar cumplimiento al Plan.

De la documentación precisa de las actuaciones y el seguimiento adecuado se obtendrá información que permita mejorar en el futuro este tipo de actuaciones.

Para que esta idea sea aplicada con éxito se requiere:

1. Un protocolo común para todos los proyectos de documentación para cada medida implementada.
2. El protocolo debe ser suficientemente detallado, pero no excesivamente complejo que sea de difícil aplicación.
3. Es prioritaria la geolocalización precisa de las actuaciones.
4. Se requiere que toda actuación sea documentada gráficamente.
5. Toda la información debe ser almacenada en un repositorio común en una estructura unificada de base de datos.

9.1. *Protocolo para medidas basadas en estructuras vegetales*

Una actuación puede presentar varias estructuras vegetales funcionalmente diferentes y posiblemente segregadas espacialmente de alguna manera. Por ejemplo, en una balsa se pueden implantar vegetación en la coronación para naturalizarla, barreras en el talud para mitigar la erosión, barreras en el camino de acceso de nueva creación para controlar las escorrentías que generan, estructuras de control de la conectividad hidrológica en los regueros de evacuación de los taludes, etc. Cada una de estas actuaciones de función y/o localización diferente debe ser documentada individualmente.

1. Proyecto (código SEIASA)
2. Código individual de identificación de la medida: Código del proyecto SEIASA – **EV** – número secuencial.
3. Indicar el tipo de medida de acuerdo con la tipología establecida en el catálogo de medidas puntos 4.1 a 4.8.
4. Indicar a qué actuación está asociada de acuerdo con la clasificación en 5.1 a 5.17. En el caso de ser la corrección de una infraestructura preexistente (5.16) indicar el tipo de infraestructura conforme a la clasificación establecida.
5. Actuación puntual, lineal o sobre un polígono
6. Según el punto 3 georreferenciar cada actuación de la manera correspondiente. Las estructuras lineales se georreferenciarán por tramos rectos, así si una estructura tiene varios segmentos con distintos ángulos de giro se georreferenciará punto de inicio y fin de cada segmento, aunque la información se proporciona por polilínea.
7. Número de plantones introducidos por especie. Características de los plantones por especie: número de savias, altura media aproximada, vivero de procedencia.
8. Modo de implantación.
9. Riego localizado o suministrado de manera manual.
10. Fecha de implantación (precisión mes-año).
11. Documentación gráfica previa a la actuación, labores de preparación, labores de plantación, estado final. Al menos tres imágenes de cada fase. Las fotografías deben incluir georreferencia en los metadatos.

9.2. *Protocolo para implantación de niales y refugios para aves, quirópteros e insectos*

Se realizará una ficha por cada nido o refugio implantado.

1. Proyecto (código SEIASA)
2. Código individual de identificación de la medida: Código del proyecto SEIASA – **NR** – número secuencial.
3. Indicar a qué actuación está asociada de acuerdo con la clasificación en 5.1 a 5.17. En el caso de ser la corrección de una infraestructura preexistente (5.16) indicar el tipo de infraestructura conforme a la clasificación establecida.
4. Fabricante y referencia del fabricante del modelo de nido o tipo de refugio
5. Especificar superficie de instalación: árbol o arbusto indicando especie, poste, pared, etc.
6. Altura de la instalación.
7. Orientación de la entrada, con una precisión de 45°. Es decir: N, NE, E....
8. Fecha de implantación (precisión mes-año)
9. Documentación gráfica. Al menos una imagen tras la instalación. Las fotografías deben incluir georreferencia en los metadatos de la imagen.

9.3. *Protocolo para instalaciones eléctricas*

1. Proyecto (código SEIASA)
2. Código individual de identificación de la medida: Código del proyecto SEIASA – **LE** – número secuencial.
3. Línea existente o de nueva construcción.
4. Descripción básica de la línea eléctrica.
5. Georreferenciación de los apoyos y, en su caso, de los tramos soterrados.
6. Tipo de apoyo.
7. Medias implementadas para mitigar la electrocución y la colisión.
8. Fecha de puesta en funcionamiento (precisión mes-año)
9. Documentación gráfica. Al menos una imagen del tipo de apoyo y de cada una de las medidas anti electrocución o colisión incorporadas. Las imágenes deben incluir georreferencia en los metadatos.

9.4. *Protocolo para balsas*

1. Proyecto (código SEIASA)
2. Código individual de identificación de la medida: Código del proyecto SEIASA – **BA** – número secuencial.
3. Descripción básica de la balsa (dimensiones, volumen).
4. Georreferenciación de la balsa.
5. Tipo y localización del cerramiento general.
6. Redes para facilitar la salida: material, proporción del perímetro equipo
7. Estructuras vegetales asociadas a la balsa, cada estructura vegetal se documentará conforme al protocolo 1, en este protocolo sólo se incluirá el código individual asignado a cada estructura vegetal.
8. Número de islas instaladas, material, dimensiones y tipo de construcción. Distancia a la orilla.
9. Fecha de puesta en funcionamiento (precisión mes-año)
10. Documentación gráfica. Al menos tres imágenes generales. Imágenes de detalle de las mallas de seguridad y de las balsas de nidificación. De éstas últimas una en tierra y otra tras la instalación. Las fotografías deben incluir georreferencia en los metadatos de la imagen.

9.5. *Protocolo para pequeños cuerpos de agua*

1. Proyecto (código SEIASA).
2. Código individual de identificación de la medida: Código del proyecto SEISA – **CH** – número secuencial.
3. Descripción básica del cuerpo de agua: dimensiones, volumen.
4. Georreferenciación.
5. Indicar si se aplica algún tratamiento de impermeabilización.
6. Código de la estructura vegetal asociada si la hubiere.
7. Descripción de la fuente de alimentación de agua a la charca
8. Fecha de puesta en funcionamiento (precisión mes-año)
9. Documentación gráfica. Al menos una imagen que debe incluir georreferencia en los metadatos de la imagen.

10. RECURSOS

Manuales

Camacho Martínez-Vara de Rey, J., Sánchez Gullón, E., Aguilar Silva, F., Gómez Jaén, A., Lozano García, A. (2011) Manual práctico de balsas agrícolas. Diseño y gestión para su mejora ambiental. Agencia Andaluza del Agua. Disponible en

https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/agencia_andaluza_del_agua/participacion/publicaciones/manual_de_balsas_agricolas.pdf

Costa J.C. (coord.) (2003). Manual para la Diversificación del Paisaje Agrario. 2ª edición. Ed. Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente. Sevilla. 143 pp. Disponible en

https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/landing-page-%C3%ADndice/-/asset_publisher/zX2ouZa4r1Rf/content/manual-para-la-diversificaci-c3-b3n-del-paisaje-agrario-2003--1/

Gómez, J.A.; Castillo, C.; Mora J.; Lora, A.; Taguas, E.V, Ayuso, J.L.; Guerrero-Casado, J.; Tortosa, F.S. (2019). Criterios técnicos para el diseño y evaluación de cárcavas, revegetación para diversificación del paisaje, muros de contención, mejora ambiental de fuentes y abrevaderos y construcción de charcas artificiales. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Junta de Andalucía. Depósito Legal SE- 1282-2019. Disponible en

https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/publicacion/19/12/CARCA_VAS_4-12-19-reduc.pdf

Gómez, J.A.; Taguas, E.V.; Vanwalleghem, T.; Giráldez, J.V.; Sánchez, F.; Ayuso, J.L.; Lora, A.; Mora, J. (2011). Criterios técnicos para el control de cárcavas, diseño de muros de retención y revegetación de paisajes agrarios. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Depósito Legal SE-6046-2011. Disponible en

<https://www.juntadeandalucia.es/servicios/publicaciones/detalle/75684.html>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2021). Catálogo Español de Especies Exóticas e Invasoras. Disponible en

<https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/especies-exoticas-invasoras/ce-eei-catalogo.aspx>

Rey Benayas, J.M., Gómez Crespo, J.I. y Mesa Fraile, A.V. 2016. Guía para la plantación de setos e islotes forestales en campos agrícolas mediterráneos. Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas, Madrid. Disponible en

<https://fundacionfire.org/publicacion/guia-para-la-plantacion-de-setos-e-islotes-forestales-en-campos-agricolas-mediterraneos/>

Sánchez-Balibrea, J.M.; Sánchez, J.A.; Barberá, G.G.; Castillo, V; Díaz, S.; Perera, L.; Pérez-Marcos, M.; de Pedro, L.; Reguilón, M. 2020. Manejo de setos y otras estructuras vegetales lineales para una agricultura sostenible. Edita: Asociación Paisaje y Agricultura Sostenible. GO Setos. Murcia. Disponible en

<https://www.setosrm.org/publicaciones-y-material-digital-disponible/>

Sánchez Balibrea, J., García Moreno, P., Martínez Pérez, J.F., López Barquero, P. & Navia-Osorio Pascual, R. Martínez Saura, C. (2010). Manual básico para la recuperación de la flora de interés ecológico en espacios agrícolas. ANSE, Murcia

<https://www.asociacionanse.org/download/40/>

Sancho, V., Lacomba, I. (2010) Conservación y restauración de puntos de agua para la biodiversidad. Colección Manuales Técnicos de Biodiversidad 2. Generalitat. Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme y Habitatge. Disponible en

<https://agroambient.gva.es/documents/91061501/161549814/Conservaci%C3%B3n+y+restauraci%C3%B3n+de+puntos+de+agua+para+la+biodiversidad/d5adbdbd5-4624-4252-b908-84c3f97c244a>

Soto Rey, M. (2003) Catálogo de especies herbáceas y leñosas bajas autóctonas para la revegetación de zonas degradadas en La Rioja. Consejería de Turismo, Medio Ambiente y Política Territorial. Gobierno de La Rioja. Disponible en

<https://www.larioja.org/medio-ambiente/es/publicaciones/monografias/contenidos/catalogo-especies-herbaceas-lenosas-bajas-autoctonas-revege>

Casas comerciales semillas silvestres

<https://cantuesoseeds.com/>

<https://semillasilvestres.com/>

<http://viveroflorauxiliar.es/>

Webs de interés

<https://www.diseñen.es>

<https://creatuseto.fundacionfire.org>

<https://www.cajamar.es/storage/documents/007-diseno-de-infraestructuras-ecologicas-en-zonas-invernadas-v1-1436177266-312a2.pdf>

<https://caff.org/ecologicalfarming/hedgerows/>

https://www.fs.usda.gov/nac/buffers/docs/GTR-SRS-109_Spanish.pdf

<https://hedgelink.org.uk/hedgerows/>

<https://hedgerowsurvey.ptes.org/>

<https://www.cpre.org.uk/>