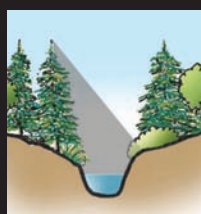


# Zonas de amortiguamiento para conservación

## Lineamientos para diseño de zonas de amortiguamiento, corredores y vías verdes



## Resumen

**Bentrup, G.** 2008. Zonas de amortiguamiento para conservación: lineamientos para diseño de zonas de amortiguamiento, corredores y vías verdes. Informe Técnico Gral. SRS-109. Asheville, NC: Departamento de Agricultura, Servicio Forestal, Estación de Investigación Sur. 128 p.

A partir de la revisión de más de 1400 publicaciones de investigación, se sintetizan, formulan e ilustran más de 80 lineamientos de diseño para zonas de amortiguamiento para conservación. Cada lineamiento describe una manera específica en que una zona de amortiguamiento vegetativa se puede aplicar para proteger el suelo, mejorar la calidad del aire y del agua, mejorar el hábitat acuático y de la flora y fauna silvestre, generar productos económicos, brindar oportunidades recreativas o embellecer el paisaje. La exposición de estos lineamientos, con base científica, se desarrolla en forma de reglas empíricas fáciles de entender a fin de facilitar la planificación y el diseño de zonas de amortiguamiento para conservación en paisajes rurales y urbanos. La versión en línea de esta guía incluye la lista de referencias bibliográficas de la publicación, así como también otros recursos para diseñar zonas de amortiguamiento: [www.bufferguidelines.net](http://www.bufferguidelines.net).

**Palabras clave:** zona de amortiguamiento, planificación de conservación, práctica de conservación, corredor, franja de filtro, vía verde, ripícola, zona de gestión de márgenes ribereñas, cortina rompevientos.

## Sobre el autor

**Gary Bentrup** es un investigador en planificación de paisajes del Centro Nacional de Agrosilvicultura, Departamento de Agricultura de los EE. UU., Servicio Forestal, Estación de Investigación Sur, Lincoln, NE 68538.



**Centro  
Nacional de  
Agrosilvicultura**



# Contenido

Reconocimientos .....	ii
<b>CÓMO USAR ESTA GUÍA</b>	
Objetivo de esta guía .....	1
La guía en línea .....	2
Limitaciones de esta guía .....	2
Conceptos de diseño de paisajes .....	3
Planificación de zonas de amortiguamiento para conservación .....	6
Cómo usar esta guía .....	13
<b>LINEAMIENTOS DE DISEÑO</b>	
1. Calidad del agua .....	17
2. Biodiversidad .....	49
3. Suelos productivos .....	69
4. Oportunidades económicas .....	77
5. Protección y seguridad .....	89
6. Estética y calidad visual .....	103
7. Recreación al aire libre .....	115
Glosario .....	125

[www.bufferguidelines.net](http://www.bufferguidelines.net)

Haga clic aquí 

- Versión en línea con más de 1400 referencias
- Presentación en línea con lineamientos
- Recursos adicionales para diseño de tampones

## Reconocimientos

El autor desea agradecer a todos los científicos cuya investigación se utilizó en la síntesis de esta guía. Colectivamente, su trabajo brinda una base científica invaluable para proteger y mejorar la salud y vitalidad de los lugares en que vivimos.

Digno de mención especial es Mike Dosskey del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Centro Nacional de Agrosilvicultura (National Agroforestry Center, NAC), quien creó la herramienta para calcular la anchura de zonas de amortiguamiento y contribuyó a la formulación de otros lineamientos sobre calidad del agua.

Asimismo, el autor desea expresar su profunda gratitud a sus numerosos colegas en NAC cuyo aporte e intercambio de información mejoró significativamente este proyecto, así como también al equipo de Southern Research Station Science Delivery por su colaboración y revisión editorial.

El autor desea reconocer a las siguientes personas cuyas revisiones técnicas mejoraron sustancialmente la calidad de esta guía:

**Lynn Betts**, USDA NRCS, Des Moines, IA

**Bill Berry**, Buffer Notes, Stevens Point, WI

**Jim Carlson**, New Castle, CO

**William Clark**, Iowa State University, Ames, IA

**Robert Corry**, University of Guelph, Guelph, ON, Canadá

**Mary Cressel**, USDA NRCS, Washington, DC

**Barth Crouch**, Pheasants Forever, Salina, KS

**Seth Dabney**, USDA ARS, Oxford, MS

**Richard T.T. Forman**, Harvard University, Cambridge, MA

**Wendell Gilgert**, USDA NRCS, Portland, OR

**Hank Henry**, USDA NRCS, Greensboro, NC

**George Hess**, North Carolina State University, Raleigh, NC

**Jerry Jasmer**, USDA NRCS, Casper, WY

**Craig Johnson**, Utah State University, Logan, UT

**Richard Kittelson**, Northeast Iowa RC&D, Postville, IA  
**John Kort**, PFRA Shelterbelt Centre, Indian Head, SK, Canadá  
**Mike Kucera**, USDA NRCS, Lincoln, NE  
**Jerry Lemunyon**, USDA NRCS, Fort Worth, TX  
**Rich Lewis**, NY Soil & Water Conservation Committee, Albany, NY  
**Greg McPherson**, USDA USFS, Davis, CA  
**Fabian Menalled**, Montana State University, Bozeman, MT  
**Roberta Moltzen**, USDA NRCS, Des Moines, IA  
**Judy Okay**, USDA USFS, Annapolis, MD  
**Jennifer Ousley**, U.S. EPA, Kansas City, KS  
**Jim Robinson**, USDA NRCS, Fort Worth, TX  
**Dick Rol**, Foothill Associates, San Diego, CA  
**Max Schnepf**, Soil and Water Conservation Society, Ankeny, IA  
**Richard Sutton**, University of Nebraska, Lincoln, NE  
**Bern Sweeney**, Stroud Water Research Center, Avondale, PA  
**Mark Tomer**, USDA ARS, Ames, IA  
**Lyn Townsend**, USDA NRCS, Portland, OR  
**Doug Wallace**, USDA NRCS, Columbia, MO

El financiamiento para esta investigación fue provisto en parte por el Centro para Agrosilvicultura de la Universidad de Misuri (University of Missouri Center for Agroforestry) bajo el proyecto «A Floodplain Analysis of Agroforestry's Physical, Biological, Ecological, Economic and Social Benefits» («Un análisis de los beneficios físicos, biológicos, ecológicos, económicos y sociales de la agrosilvicultura en una llanura aluvial») desde 1999 hasta 2006, al amparo del Acuerdo Cooperativo AG-02100251 con el Servicio de Investigación Agrícola del Departamento de Agricultura de los EE. UU. (USDA Agriculture Research Services, ARS) y CR-826704-01-0 con la Agencia de Protección Ambiental de los EE. UU. (U.S. Environmental Protection Agency, EPA). La información aquí provista es responsabilidad exclusiva del autor y podría no representar las políticas o puntos de vista del ARS o de la EPA.

Los fondos para contribuir con la impresión fueron provistos por: División de Silvicultura Estatal y Privada de la Región 2 del Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los EE. UU. (USDA). División de Silvicultura Estatal y Privada de la Región 8 del Servicio Forestal del USDA  
División de Silvicultura Estatal y Privada del Centro Nacional de

Agrosilvicultura del Departamento de Agricultura de los EE. UU.  
División de Ciencia y Tecnología sobre Agrosilvicultura  
del Servicio de Conservación de los Recursos Naturales del  
Departamento de Agricultura de los EE. UU.

Todas las fotografías son cortesía del Servicio de Conservación  
de Recursos Naturales del Departamento de Agricultura de los  
EE. UU. A excepción de la fotografía de ilustración que figura  
en la página 5, provista por Ryan Dee, el autor creó todas las  
ilustraciones.

## OBJETIVO DE ESTA GUÍA

Las zonas de amortiguamiento para conservación son franjas de vegetación incorporadas al paisaje para influenciar los procesos ecológicos y proveernos una variedad de bienes y servicios. Se los conoce por diversos nombres, como por ejemplo corredores para fauna silvestre, vías verdes, cortinas rompevientos y franjas filtro (fig. 1).

Los beneficios que las zonas de amortiguamiento para conservación nos brindan incluyen proteger los recursos del suelo, mejorar la calidad del aire y del agua, mejorar el hábitat de peces y de la vida silvestre, así como también embellecer el paisaje. Asimismo, las zonas de amortiguamiento ofrecen a los propietarios de tierras una gama de oportunidades económicas, entre otras, protección y mejora de los emprendimientos existentes.

Existe un cuantioso acervo de conocimientos científicos para guiar la planeación y el diseño de zonas de amortiguamiento. Infortunadamente, esta información está ampliamente dispersa a través de los vastos repositorios de literatura de investigación y no es fácilmente accesible o utilizable para la mayoría de planificadores.

El objetivo de esta publicación es brindar una síntesis de esta diversa base de conocimientos en lineamientos de diseño condensados y fáciles de comprender.



Figura 1. Zonas de amortiguamiento para conservación en un paisaje agrícola.

## La guía en línea

Se formularon más de 80 lineamientos de diseño a partir de más de 1400 artículos de investigación en disciplinas tan diversas como ingeniería agrícola, biología de la conservación, economía, hidrología, ecología de paisajes, ciencias sociales y ecología urbana.

La bibliografía de la versión en línea de esta guía cita estos artículos. Estas referencias pueden servir como un recurso valioso para información adicional de diseño.



- Versión en línea con más de 1400 referencias
- Presentación en línea con lineamientos
- Recursos adicionales para diseño de tampones

## Limitaciones de esta guía

Esta guía no es un libro de recetas para diseño. Algunos de los lineamientos representan muchos años de investigación y se ofrecen con un alto nivel de confianza, mientras que otros lineamientos están basados en investigación limitada y requieren un mayor grado de extrapolación para generalizarlos. Aún existen muchos vacíos en nuestros conocimientos sobre zonas de amortiguamiento y sus



funciones e impactos ecológicos y socioeconómicos. Es preciso que el planificador entrelace estos lineamientos con un profundo conocimiento del sitio, el paisaje y los objetivos de los propietarios de tierras para crear un diseño que optimice los beneficios y minimice los problemas potenciales.

En consecuencia, esta guía no funge como fuente única de información de diseño, sino más bien como un medio para facilitar y comunicar el proceso de diseño. Se deben consultar recursos, normas y asesoría pericial adicionales según sea necesario.

## Conceptos de diseño de paisajes

Un método de describir paisajes divide un paisaje en tres elementos básicos: retazos, corredores o zonas de amortiguamiento y matriz (fig. 2).



Figura 2. Paisaje descrito en términos básicos de ecología de paisajes.

**Retazo:** Un área relativamente pequeña que tiene una estructura y función diferente que la del paisaje circundante.

**Corredor o paisaje:** Un retazo lineal que generalmente tiene ciertas funciones acentuadas debido a su forma lineal (véase el cuadro en la página siguiente).

**Matriz:** El trasfondo dentro del cual los retazos y las zonas de amortiguamiento existen.

En paisajes desarrollados, los retazos son a menudo áreas residuales de áreas arboladas o praderas; los corredores son elementos lineales tales como cortinas rompevientos, hileras delimitadoras y áreas ripícolas; y la matriz es, generalmente, terreno desarrollado tal como tierra para cultivos o áreas urbanas.

Aunque esta guía se concentra en el diseño de zonas de amortiguamiento, es preciso considerar los retazos y matrices en el proceso de diseño para contribuir al logro de los muchos objetivos deseados. La ubicación, estructura y gestión de retazos cercanos y la matriz influyen los tipos de funciones que las zonas de amortiguamiento desempeñarán, así como su eficacia.

Las instalaciones de zonas de amortiguamiento podrían ser ineficaces si se diseñan sin comprender los procesos del paisaje. Por ejemplo, las zonas de amortiguamiento instaladas para estabilizar riberas de riachuelos podrían resultar ineficaces en una cuenca hidrográfica en vías de urbanización, a menos que se tome en cuenta el aumento dramático de los caudales debido a la superficie impermeable futura.

Las zonas de amortiguamiento son sólo una de las herramientas en el repertorio del planificador. Es preciso que los planificadores sean realistas al aplicar zonas de amortiguamiento, mediante el reconocimiento de las ventajas y limitaciones de las zonas de amortiguamiento para resolver y administrar problemas de recursos.

## Corredores, zonas de amortiguamiento y vías verdes

Se utiliza una variedad de términos para describir los retazos lineales. A menudo, estos términos están asociados con asuntos específicos de recursos (p. ej.: calidad del agua con zonas de amortiguamiento, vida silvestre con corredores y recreación y estética urbana con vías verdes).

Los términos empleados en esta guía son los términos comúnmente utilizados en la literatura propia de un asunto particular sobre recursos. Los planificadores deben concentrarse en los tipos de funciones a lograrse, no en la terminología.



## Planificación de zonas de amortiguamiento para conservación

### Funciones

Las zonas de amortiguamiento para conservación mejoran las condiciones de los recursos mediante la depuración de ciertas funciones del paisaje. Las principales necesidades que el diseño de zonas de amortiguamiento puede atender y sus funciones asociadas figuran en la tabla 1.

La mayoría de zonas de amortiguamiento desempeñan más de una función, aun si se diseñaron con sólo una función en mente. El diseño de zonas de amortiguamiento debe considerar las funciones previstas así como también las imprevistas que podrían ser o no deseables.

### Ubicación

La ubicación determina la yuxtaposición de una zona de amortiguamiento a condiciones problemáticas en el paisaje circundante. También determina características importantes del sitio, tales como tipo y pendiente del suelo, que pueden influenciar cuán eficaz puede ser una zona de amortiguamiento. Una ubicación dada podría ser mejor para una función específica, mientras que otra ubicación podría serlo para otra función (fig. 3).



Figura 3. La ubicación de una zona de amortiguamiento determina las funciones reales.

Se pueden utilizar sistemas de información geográfica (SIG) para identificar sitios adecuados para zonas de amortiguamiento. Al examinarse los factores del sitio necesarios para una función deseada del paisaje, se pueden identificar mejores ubicaciones donde un objetivo dado se puede satisfacer con una zona

**Tabla 1. Funciones de zonas de amortiguamiento relacionadas a enfoques y objetivos**

<b>Enfoque y objetivos</b>	<b>Funciones de una zona de amortiguamiento</b>
<b>Calidad del agua</b>	
Reducir la erosión y escorrentía de sedimento, nutrientes y otros contaminantes potenciales	Desacelerar el agua de escorrentía y mejorar la infiltración Atrapar contaminantes en la escorrentía superficial
Retirar contaminantes del agua de escorrentía y del viento	Atrapar contaminantes en el flujo subsuperficial Estabilizar el suelo Reducir la erosión de riberas
<b>Biodiversidad</b>	
Mejorar el hábitat terrestre	Aumentar el área del hábitat Proteger hábitats sensibles
Mejorar el hábitat acuático	Restaurar la conectividad Aumentar el acceso a recursos Proyectar sombra en riachuelos para mantener la temperatura
<b>Suelos productivos</b>	
Reducir la erosión del suelo	Reducir la energía del agua de escorrentía
Aumentar la productividad del suelo	Reducir la energía eólica Estabilizar el suelo Mejorar la calidad del suelo Retirar contaminantes del suelo
<b>Oportunidades económicas</b>	
Proveer fuentes de ingreso	Generar productos comercializables
Aumentar la diversidad económica	Reducir el consumo de energía
Aumentar el valor económico	Aumentar el valor de la propiedad Proveer fuentes de energía alternativas Prestar servicios de ecosistema
<b>Protección y seguridad</b>	
Proteger contra el viento o la nieve	Reducir la energía eólica
Aumentar el control biológico de plagas	Modificar el microclima Mejorar el hábitat para depredadores de plagas
Proteger contra aguas de inundación	Reducir los niveles de las aguas de crecidas y la erosión
Crear un ambiente seguro	Reducir riesgos
<b>Estética y calidad visual</b>	
Mejorar la calidad visual	Mejorar el interés visual
Controlar los niveles de ruido	Ocultar las vistas indeseables
Controlar los contaminantes del aire y los olores indeseables	Atenuar el ruido indeseado Filtrar los contaminantes del aire y los olores indeseables Separar las actividades humanas
<b>Recreación al aire libre</b>	
Promover recreación basada en la naturaleza	Aumentar el área natural Proteger las áreas naturales
Utilizar zonas de amortiguamiento como senderos recreativos	Proteger el suelo y las plantas Proveer un corredor para movimiento Mejorar la experiencia recreativa

de amortiguamiento. Los SIG son especialmente útiles para identificar ubicaciones donde una zona de amortiguamiento puede ser multifuncional.

Para mayor información sobre SIG y planificación y diseño de zonas de amortiguamiento, consúltese [www.bufferguidelines.net](http://www.bufferguidelines.net).

## **Estructura**

Las características estructurales de una zona de amortiguamiento tales como tamaño, forma y estructura de la vegetación determinan en gran parte cuán bien una zona de amortiguamiento es capaz de funcionar en una ubicación dada. Los planificadores pueden manipular estas variables para lograr los objetivos deseados. Los lineamientos en esta publicación tratan muchas de estas consideraciones de diseño y gestión.

## **Sistemas**

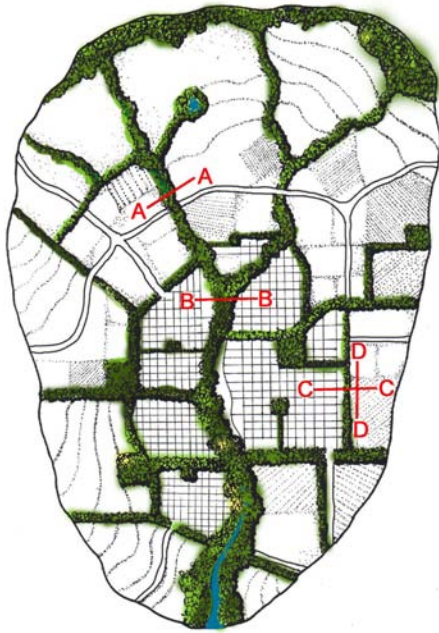
Típicamente, el diseño de zonas de amortiguamiento obedece a la necesidad de lograr varios objetivos: los objetivos de los propietarios individuales de tierras, los de la comunidad y los del público en general. A menudo, es preciso atender a diversos objetivos con varias zonas de amortiguamiento con diseños diferentes en ubicaciones diferentes, creándose así un sistema de zonas de amortiguamiento.

Cada objetivo tiene su propia escala y cada función de una zona de amortiguamiento opera a su propia escala. Cumplir una pluralidad de objetivos y funciones es una tarea compleja. Un proceso de planificación es un método estructurado para organizar y realizar esta tarea y asegurarse de abordar todos los objetivos. El resultado se denomina plan de paisaje.

Un proceso típico de planificación incluye los pasos siguientes:

- Identificación de problemas y oportunidades
- Determinación de objetivos
- Inventariado de recursos
- Análisis de recursos
- Formulación de alternativas
- Evaluación de alternativas y toma de decisiones

Figura 4. Plan conceptual y secciones ilustrativas de varios tipos de zonas de amortiguamiento para conservación en una cuenca hidrográfica. Cada zona de amortiguamiento logra conjuntos diversos de funciones y objetivos.



**Sección A-A**



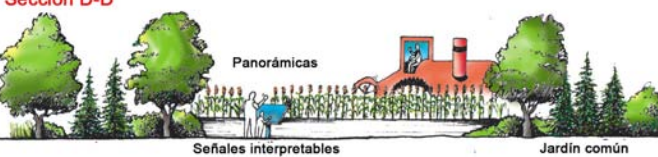
**Sección B-B**



**Sección C-C**



**Sección D-D**



- Implementación del plan
- Evaluación del plan

Para mayor información sobre procesos de planificación, consúltese [www.bufferguidelines.net](http://www.bufferguidelines.net). La figura 4 ilustra un plan conceptual de zonas de amortiguamiento para el paisaje elaborado mediante un proceso de planificación. La página siguiente presenta una descripción breve del plan.

El plano de zonas de amortiguamiento (fig. 4) demuestra cómo la ubicación de las zonas de amortiguamiento en la cuenca hidrográfica desempeña un papel clave en la determinación de las funciones y objetivos para un segmento particular del sistema de zonas de amortiguamiento.

**Sección A-A:** zona de amortiguamiento diseñada para filtrar la escorrentía agrícola para reducir los costos de tratamiento del agua potable para una comunidad. Esta zona de amortiguamiento brinda un hábitat y un conducto para la fauna silvestre a la vez que ofrece un sendero recreativo para el público.

**Sección B-B:** zona de amortiguamiento en un área más urbanizada. Un humedal construido en la zona de amortiguamiento trata la escorrentía antes de que ésta fluya hacia el riachuelo. Un área de recreación activa en la zona de amortiguamiento proporciona un cortafuegos para proteger viviendas. La vida silvestre también se beneficia de esta zona de amortiguamiento, pero este objetivo desempeña un papel menos significativo que en la sección A-A debido a la ubicación de la zona de amortiguamiento.

**Sección C-C:** zona de amortiguamiento entre un campo agrícola y un área residencial. Esta zona de amortiguamiento sirve como jardín común para residentes rurales y urbanos. Esta zona de amortiguamiento también provee control del ruido y protección contra la fumigación agrícola. En esta zona de amortiguamiento se pueden cosechar productos tales como frutas, nueces y árboles navideños.

**Sección D-D:** zona de amortiguamiento que ilustra como la zona de amortiguamiento en la sección C-C proporciona vistas estéticas en ubicaciones selectas. Otras consideraciones estéticas están incorporadas en el diseño para fomentar el uso



por humanos. Las señales informan a los residentes sobre las medidas de conservación en vigor para proteger los recursos naturales.

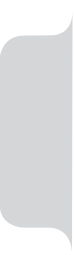
En resumen:

- Considerar el contexto del paisaje al diseñar zonas de amortiguamiento
- Diseñar cada zona de amortiguamiento para varios objetivos
- Estar conciente del potencial de efectos imprevistos de las zonas de amortiguamiento
- Reconocer los beneficios y limitaciones de las zonas de amortiguamiento
- Utilizar un proceso de planificación

Para comenzar a usar esta guía, consúltese la sección **Cómo usar esta guía**.







## CÓMO USAR ESTA GUÍA

Esta guía proporciona lineamientos con base científica para diseñar zonas de amortiguamiento. Los lineamientos están organizados en siete secciones de recursos:

1. Calidad del agua
2. Biodiversidad
3. Suelos productivos
4. Oportunidades económicas
5. Protección y seguridad
6. Estética y calidad visual
7. Recreación al aire libre

Para utilizar esta guía con eficacia, se sugiere un procedimiento paso a paso sencillo.

### **Cómo utilizar los lineamientos para diseño de zonas de amortiguamiento**

1. Identificar problemas de recursos que demandan atención
2. Seleccionar las funciones deseadas de las zonas de amortiguamiento para cada problema de la tabla 1
3. Consultar la sección de recursos para obtener lineamientos que traten sobre cada función deseada de las zonas de amortiguamiento
4. Preparar un plan o diseño preliminar de la zona de amortiguamiento
5. Refinar el plan mediante otros recursos según sea necesario

1. Se deben identificar los problemas apremiantes y los objetivos relacionados con ayuda del propietario de la tierra o partes involucradas, mediante un proceso de planificación. Anotar los objetivos (véase la tabla 2 como ejemplo).

Tabla 2. Tabla de ejemplo utilizada para organizar los objetivos de un proyecto, las funciones deseadas de las zonas de amortiguamiento y los lineamientos de diseño pertinentes

Objetivos	Funciones de la zona de amortiguamiento	Lineamientos a considerar
Reducir en un 50% el nitrógeno de la escorrentía y del flujo de agua subterránea poco profunda	<p>Desacelerar la escorrentía de agua y mejorar la infiltración</p> <p>Atrapar contaminantes en la escorrentía superficial</p> <p>Atrapar contaminantes en el flujo subsuperficial</p>	<p>1.1, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 1.12, 1.15, 1.19, 1.20, 1.21, 1.26, 2.7, 2.9, 3.1</p>
Mejorar el hábitat para que la población local de salamandras aumente en un 10%	<p>Aumentar el área del hábitat</p> <p>Proteger hábitats sensibles</p> <p>Restaurar la conectividad</p>	<p>2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11, 2.12, 1.4, 1.14, 5.3</p>
Reducir la erosión del suelo en un 50%	<p>Reducir la energía del agua de escorrentía</p> <p>Reducir la energía eólica</p> <p>Estabilizar el suelo</p>	<p>3.1, 3.2, 3.3, 1.1, 1.4, 1.6, 4.3, 4.4, 5.9</p>
Generar cinco productos leñosos para la industria de decoraciones florales	<p>Generar productos comercializables</p>	<p>4.1, 4.2, 4.4, 3.2</p>
Aumentar el control biológico de plagas de áfidos y trips	<p>Mejorar el hábitat para depredadores de plagas</p> <p>Modificar el microclima</p>	<p>5.1, 5.2, 5.3, 2.1, 2.2, 2.9, 3.2, 3.3, 4.4</p>
Mejorar la panorámica desde la residencia del propietario de tierras	<p>Mejorar el interés visual</p> <p>Ocultar vistas indeseables</p>	<p>6.1, 6.5, 6.6, 6.7, 2.1, 2.9, 2.1, 3.2</p>

2. Con base en los problemas y objetivos identificados, seleccionar las funciones de zona de amortiguamiento apropiadas de la tabla 1 y anotar estas funciones (véase la tabla 2 como ejemplo).
3. Consultar la sección de cada recurso y seleccionar lineamientos que traten sobre las funciones deseadas de la zona de amortiguamiento mediante la matriz lineamiento-función (fig. 5). Usar la matriz de diseño lineamiento-función adicional (fig. 6) para identificar lineamientos en las otras secciones de recursos que pudieran ser útiles. Anotar el número del lineamiento (véase la tabla 2 como ejemplo).
4. Utilizar los lineamientos seleccionados para preparar un plan preliminar de zonas de amortiguamiento. Podrían ser necesarios compromisos y compensaciones para abordar todos los objetivos y funciones de una zona de amortiguamiento.
5. Paso opcional: consultar las publicaciones referidas utilizadas para formular los lineamientos. La versión en línea de esta guía proporciona más de 1400 referencias ([www.bufferguidelines.net](http://www.bufferguidelines.net)). Estas publicaciones podrían proveer información de diseño adicional, entre otra, criterios de diseño más detallados para regiones geográficas específicas. Utilícense otros recursos impresos o en línea, peritos y experiencia personal para refinar el plan de la zona de amortiguamiento.

Se implementa el plan y se siguen los resultados con el transcurso del tiempo. Se ajustan el diseño de la zona de amortiguamiento y los planes futuros del mismo con base en dicho seguimiento.



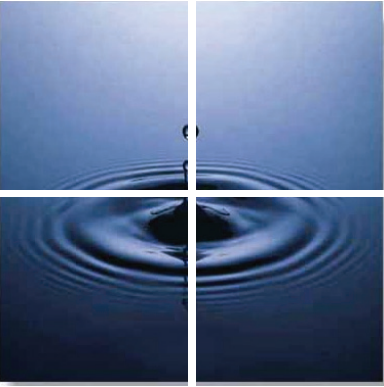
<b>Lineamientos de diseño para controlar la calidad del agua</b>	<b>Funciones de las zonas de amortiguamiento</b>				
	Reducir la velocidad de la escorrentía de agua y mejorar la infiltración	Atrapar contaminantes en el flujo subsuperficial	Atrapar contaminantes en el flujo superficial	Estabilizar el suelo	Reducir la erosión de las riberas
<b>Ubicación y disposición</b>					
1.1 Zonas de amortiguamiento y gestión de tierras	✓	✓	✓	✓	✓
1.2 Paisajes cársticos	✓	✓	✓		
1.3 Gelisuelos	✓	✓	✓		
1.4 Zonas de amortiguamiento deseadas en cuencas hidrográficas	✓	✓	✓	✓	✓
1.5 Disposición próxima a las fuentes	✓	✓	✓		
1.6 Diseño de sitios de zonas de amortiguamiento	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Tamaño y tipo de contaminante</b>					
1.7 Zona de amortiguamiento de anchura variable	✓	✓	✓		

Figura 5. Ejemplo de matriz lineamiento-función.

<b>Lineamientos de diseño suplementarios que podrían mejorar la calidad del agua</b>	<b>Funciones de las zonas de amortiguamiento</b>				
	Reducir la velocidad de la escorrentía de agua y mejorar la infiltración	Atrapar contaminantes en el flujo subsuperficial	Atrapar contaminantes en el flujo superficial	Estabilizar el suelo	Reducir la erosión de las riberas
2.1 Introducción a matrices	✓	✓	✓	✓	
2.2 Introducción a retazos	✓	✓	✓	✓	
2.9 Anchura del corredor	✓	✓	✓	✓	✓
2.11 Hábitat acuático y zonas de amortiguamiento	✓	✓	✓	✓	✓
2.12 Temperatura de riachuelos y zonas de amortiguamiento		✓			
3.1 Zonas de amortiguamiento y gestión de tierra para cultivos	✓	✓		✓	
3.2 Cortinas rompevientos para control de la erosión eólica				✓	

Figura 6. Ejemplo de matriz de diseño lineamiento-función adicional.









# 1. Calidad del agua

## Objetivos

- Reducir la erosión y escorrentía de sedimento, nutrientes y otros contaminantes potenciales
- Retirar contaminantes de la escorrentía de agua y del viento

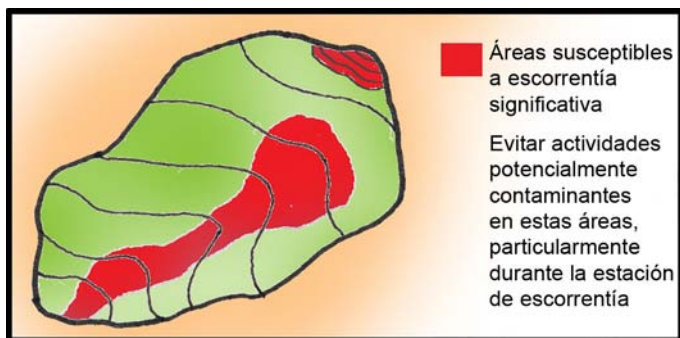
## Funciones de las zonas de amortiguamiento

1. Reducir la velocidad de la escorrentía de agua y mejorar la infiltración
2. Atrapar contaminantes en la escorrentía superficial
3. Atrapar contaminantes en el flujo subsuperficial
4. Estabilizar el suelo
5. Reducir la erosión de las riberas

Lineamientos de diseño para controlar la calidad del agua	Funciones de las zonas de amortiguamiento				
	Reducir la velocidad de la escorrentía de agua y mejorar la infiltración	Atrapar contaminantes en el flujo subsuperficial	Atrapar contaminantes en la escorrentía superficial	Estabilizar el suelo	Reducir la erosión de las riberas
<b>Ubicación y disposición</b>					
1.1 Zonas de amortiguamiento y gestión de tierras	✓	✓	✓	✓	✓
1.2 Paisajes cársticos	✓	✓	✓	✓	
1.3 Gelisuelos	✓	✓	✓	✓	
1.4 Zonas de amortiguamiento deseadas en cuencas hidrográficas	✓	✓	✓	✓	✓
1.5 Disposición próxima a las fuentes	✓	✓	✓	✓	
1.6 Diseño de sitios de zonas de amortiguamiento	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Tamaño y tipo de contaminante</b>					
1.7 Zona de amortiguamiento de anchura variable	✓	✓	✓	✓	

Lineamientos de diseño para controlar la calidad del agua	Funciones de las zonas de amortiguamiento				
	Reducir la velocidad de la escorrentía de agua y mejorar la infiltración	Atrapar contaminantes en la escorrentía superficial	Atrapar contaminantes en el flujo subsuperficial	Estabilizar el suelo	Reducir la erosión de las riberas
<b>Tamaño y tipo de contaminante (cont.)</b>					
1.8 Índice de área efectiva de zona de amortiguamiento	✓	✓	✓		
1.9 Ajustes por pendiente y tipo de suelo	✓	✓			
1.10 Zonas de amortiguamiento para sedimento	✓	✓			✓
1.11 Zonas de amortiguamiento para agentes patógenos	✓	✓			
1.12 Zonas de amortiguamiento para nitrógeno	✓	✓	✓		
1.13 Zonas de amortiguamiento para fósforo	✓	✓			
1.14 Zonas de amortiguamiento para pesticidas	✓	✓	✓		
1.15 Zonas de amortiguamiento para agua subterránea poco profunda			✓		
1.16 Escorrentía urbana y arcenes	✓	✓	✓		
1.17 Zonas de amortiguamiento y pastoreo		✓		✓	✓
1.18 Tolerancias para erosión de riberas		✓		✓	✓
1.19 Herramienta para diseño de anchura de zonas de amortiguamiento	✓	✓			
<b>Vegetación</b>					
1.20 Vegetación para retirar contaminantes	✓	✓	✓		
1.21 Barreras de grama con tallo rígido	✓	✓			
1.22 Vegetación para control de la erosión de riberas				✓	✓
1.23 Retiro de contaminantes en corrientes		✓			
1.24 Selección de especies	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Gestión</b>					
1.25 Retiro de sedimento	✓	✓			
1.26 Cosecha para retiro de nutrientes	✓	✓	✓		
1.27 Sucesión de plantas	✓	✓	✓		
1.28 Vegetación y tráfico	✓	✓			

<b>Lineamientos de diseño suplementarios que podrían mejorar la calidad del agua</b>	<b>Funciones de las zonas de amortiguamiento</b>				
	<b>Reducir la velocidad de flujo y mejorar la infiltración</b>	<b>Atrapar contaminantes en la escorrentía superficial</b>	<b>Atrapar contaminantes en el flujo subterráneo</b>	<b>Estabilizar el suelo</b>	<b>Reducir la erosión de las riberas</b>
2.1 Introducción a matrices	✓	✓	✓	✓	
2.2 Introducción a retazos	✓	✓	✓	✓	
2.9 Anchura del corredor	✓	✓	✓	✓	✓
2.11 Hábitat acuático y zonas de amortiguamiento	✓	✓	✓	✓	✓
2.12 Temperatura de riachuelos y zonas de amortiguamiento		✓			
3.1 Zonas de amortiguamiento y gestión de tierra para cultivos	✓	✓		✓	
3.2 Cortinas rompevientos para control de la erosión eólica				✓	
3.3 Cortinas rompevientos herbáceas				✓	
3.5 Zonas de amortiguamiento para fitorremediación	✓	✓	✓	✓	
5.3 Zonas de amortiguamiento y acarreo del rocío		✓			



## 1.1 Zonas de amortiguamiento y gestión de tierras

Es posible que los objetivos de control de calidad del agua no sean asequibles mediante zonas de amortiguamiento a menos que también exista una gestión de los usos del terreno adyacente para una mejor calidad del agua. Hay muchas maneras en que se pueden reducir las cargas contaminantes a partir de los usos del terreno adyacente. Consúltense otras publicaciones como guía. Véanse las consideraciones generales de gestión.

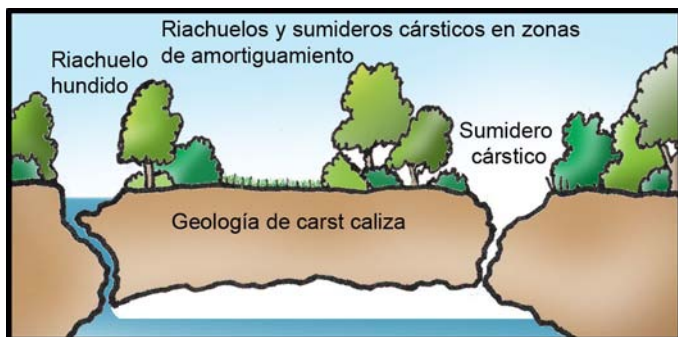
En algunos casos, podría ocurrir que prácticas inadecuadas de gestión de tierras en unas cuantas áreas dentro de una cuenca hidrográfica contribuyan a la mayoría de problemas de calidad del agua. El empleo de prácticas óptimas de gestión de tierras en estas pocas y selectas áreas podría redundar en mejoras significativas (véase la sección 1.4).

### Consideraciones generales de gestión administrativa

- Administrar las tierras para reducir la escorrentía y aumentar la infiltración.
- Mantener la cubierta vegetativa lo más que se pueda.
- Evitar actividades potencialmente contaminantes en las áreas más susceptibles a generar escorrentía significativa.
- Minimizar actividades potencialmente contaminantes durante las épocas del año más susceptibles a la generación de escorrentía.

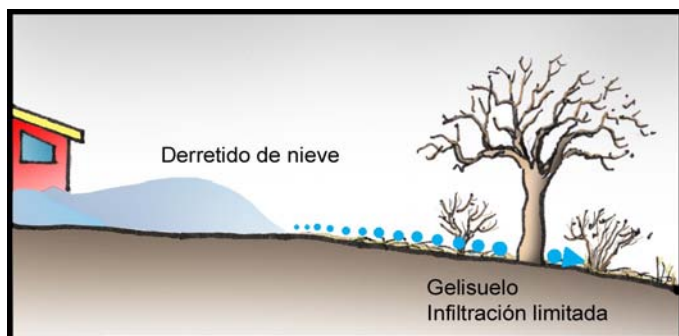


- Utilizar un sistema de zonas de amortiguamiento en terrenos elevados para reducir la escorrentía y la carga contaminante de las zonas de amortiguamiento ripícolas.



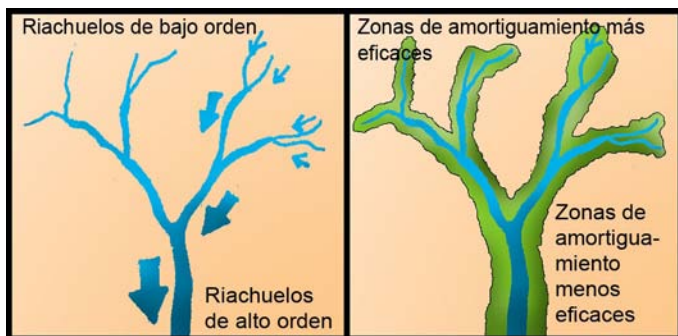
## 1.2 Paisajes cársticos

Los paisajes dominados por carst o caliza son particularmente susceptibles a problemas de calidad del agua debido a las conexiones directas y a menudo cortas entre el agua superficial y el agua subterránea. Se pueden usar zonas de amortiguamiento en torno a sumideros cársticos y riachuelos hundidos para minimizar la escorrentía contaminada que entra directamente al sistema de agua subterránea.



## 1.3 Gelisuelos

En regiones donde la escorrentía ocurre mientras el suelo está congelado, la eficacia de las zonas de amortiguamiento será mucho menor debido a la infiltración limitada. Será preciso utilizar otras prácticas óptimas de gestión además de las zonas de amortiguamiento.



## 1.4 Zonas de amortiguamiento deseadas en cuencas hidrográficas

Las zonas de amortiguamiento para controlar la calidad del agua son más eficaces en algunas áreas que en otras. Por lo general, la ubicación óptima de zonas de amortiguamiento en áreas con cargas altas de contaminantes y características adecuadas para el retiro de los contaminantes aporta el mayor beneficio sobre la calidad del agua.

### Consideraciones generales para una ubicación óptima

- Las zonas de amortiguamiento ripícolas a menudo son más eficaces a lo largo de riachuelos pequeños o de bajo orden que en riachuelos mayores o de alto orden puesto que la mayor parte del agua contribuida a los canales desde los terrenos elevados entra a lo largo de riachuelos de bajo orden.
- Las áreas de recarga del agua subterránea, los canales efímeros y otras áreas donde se acumula la escorrentía son áreas importantes a proteger con zonas de amortiguamiento.
- En algunas regiones, la escorrentía superficial proviene principalmente de áreas que se saturan durante tormentas. Donde estas áreas fuente de escorrentía corresponden a un área de carga de contaminantes, tales como un terreno cultivado, se deben proteger estas áreas con zonas de amortiguamiento.
- La escorrentía superficial de áreas cultivadas es mayor donde las pendientes son más pronunciadas y la textura de los suelos es más fina. Es importante proteger estas áreas con zonas de amortiguamiento.



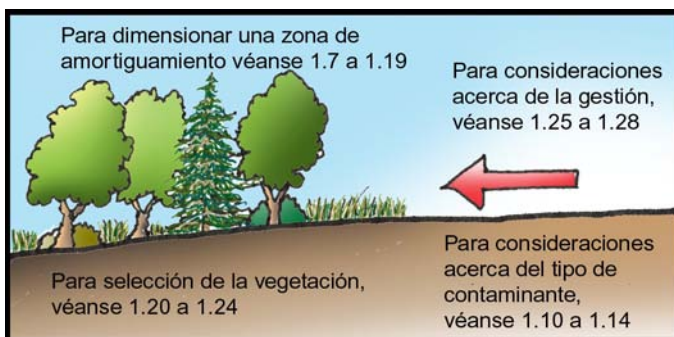


- Los SIG son útiles para realizar evaluaciones a escala de paisajes para determinar la ubicación óptima de zonas de amortiguamiento.



## 1.5 Disposición próxima a las fuentes

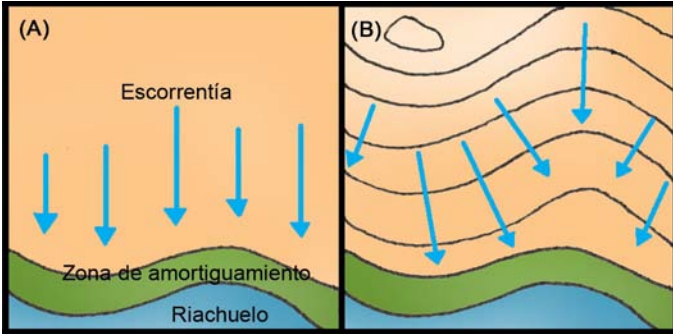
Se deben ubicar las zonas de amortiguamiento lo más cerca posible a la fuente de contaminación y a lo largo del contorno para promover un flujo poco profundo a través de la zona de amortiguamiento. Si no se sigue estrechamente el contorno, una zona de amortiguamiento podría incrementar la concentración del flujo de escorrentía y reducir la eficacia de la zona de amortiguamiento. Las barreras gramíneas pueden ayudar a esparcir flujos concentrados (véase la sección 1.21).



## 1.6 Diseño de sitios para zonas de amortiguamiento

Entre los elementos de diseño importantes para cualquier zona de amortiguamiento están: tamaño, clase de vegetación que contiene y cómo se realiza su gestión. Cada uno de estos elementos

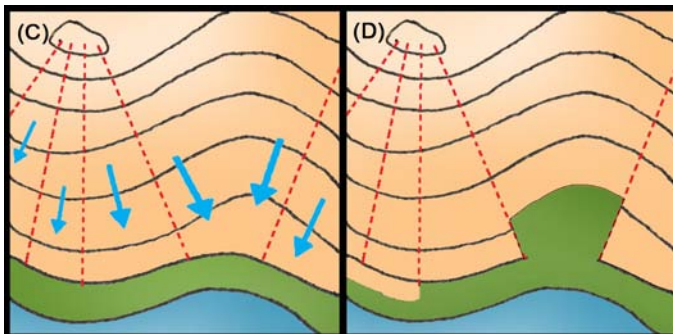
está dictado por factores del sitio, incluidos el tipo y carga de contaminación, la capacidad de la zona de amortiguamiento para atrapar y transformar estos contaminantes y el nivel deseado de reducción de la contaminación. Utilícense las figuras anteriores como una guía de los lineamientos sobre diseño de sitios para zonas de amortiguamiento.



## 1.7 Zona de amortiguamiento de anchura variable

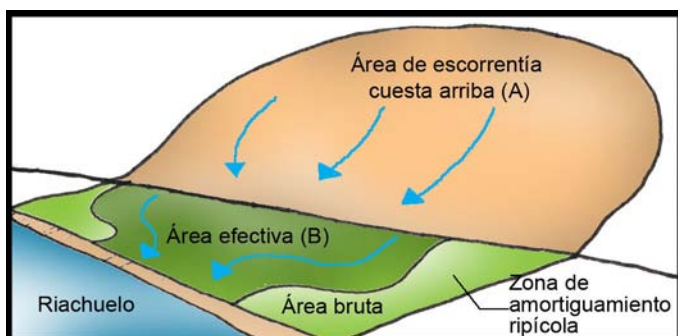
Las zonas de amortiguamiento podrían tener anchura fija cuando se tiene escorrentía uniforme (A). Sin embargo, a menudo la escorrentía no es uniforme y el flujo es divergente o convergente debido a la topografía, prácticas de arado y otros factores (B). Una zona de amortiguamiento de anchura fija es menos eficaz en estas situaciones.

En cambio, la anchura de la zona de amortiguamiento debe ser variable mediante el ensanchamiento y estrechamiento de la zona de amortiguamiento a medida que las cargas de escorrentía y condiciones del sitio de la zona de amortiguamiento varían.



Las áreas de escorrentía y las ubicaciones de las zonas de amortiguamiento correspondientes hacia los cuales aquélla fluye se pueden cartografiar (C). La anchura de la zona de amortiguamiento se puede modificar entonces para tomar en cuenta las diferencias en las cargas de escorrentía (D). Es preciso que las zonas de amortiguamiento sean más anchas para áreas de escorrentía cuesta arriba más extensas que contribuyen mayores cargas.

La relación entre el área de escorrentía cuesta arriba y el área de zona de amortiguamiento puede proveer una guía adicional para el diseño (véase la sección 1.8).



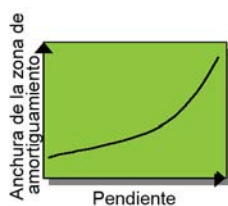
## 1.8 Índice de área efectiva de zona de amortiguamiento

La cantidad de escorrentía a través de un área de zona de amortiguamiento debe ser baja para lograr un retiro alto de contaminantes. Una consideración es basar el diseño en una relación de área de escorrentía cuesta arriba (A) a área efectiva de zona de amortiguamiento (B). Relaciones más bajas (p. ej., 20:1) pueden proveer un retiro sustancialmente mayor de contaminantes que relaciones más altas (p. ej., 50:1) en muchos casos. Nótese que el área efectiva de zona de amortiguamiento es la trayectoria real que la escorrentía recorre hacia la corriente y ésta podría ser más pequeña que el área bruta total de la zona de amortiguamiento.

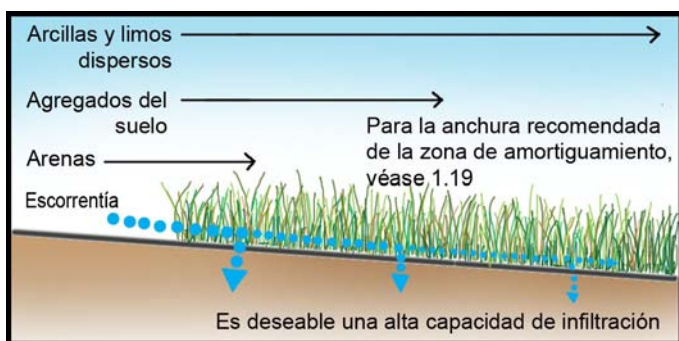
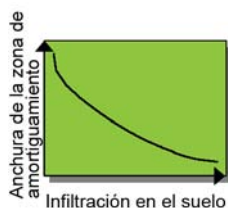
## 1.9 Ajustes por pendiente y tipo de suelo

La pendiente del terreno y el tipo de suelo tienen un impacto significativo en la capacidad de una zona de amortiguamiento para retirar contaminantes de la escorrentía superficial.

Las pendientes más pronunciadas reducen el rendimiento al permitir un mayor transporte de contaminantes y menos tiempo para infiltración. Las pendientes más pronunciadas precisan zonas de amortiguamiento más anchas.

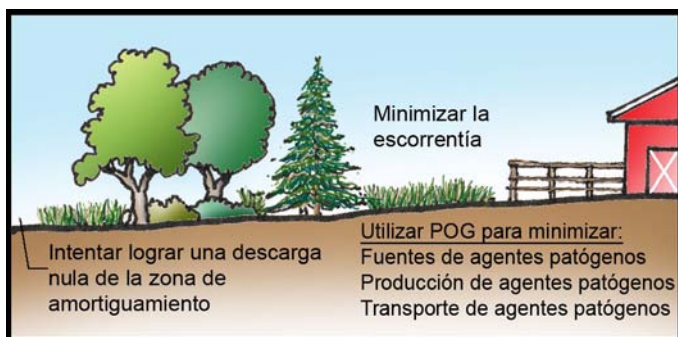


Los suelos con capacidad de infiltración más alta pueden reducir la escorrentía a un mayor grado que suelos con menor infiltración. Los suelos con menor capacidad de infiltración precisan zonas de amortiguamiento más anchas. Típicamente, los suelos de textura más fina poseen una infiltración más baja que los suelos arenosos.



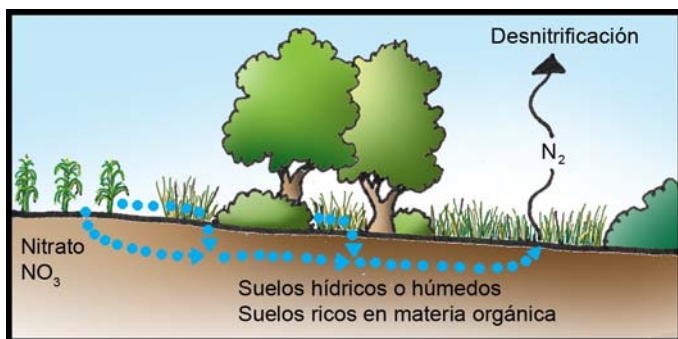
## 1.10 Zonas de amortiguamiento para sedimento

El sedimento es el contaminante retirado más eficazmente de la escorrentía mediante zonas de amortiguamiento. Los sedimentos de textura gruesa se asientan primero, mientras que las partículas más finas necesitan zonas de amortiguamiento más anchas para su retiro. Las zonas de amortiguamiento para atrapar sedimento se deben usar únicamente como una defensa final. Primero, es preciso mantener los suelos en su lugar lo más posible mediante prácticas óptimas de gestión para controlar el sedimento y la erosión. Véase la sección 1.25 sobre gestión de la acumulación de sedimentos.



## 1.11 Zonas de amortiguamiento para agentes patógenos

Las zonas de amortiguamiento pueden reducir agentes patógenos en la escorrentía superficial de tierras urbanas, pastos, campos con aplicación de estiércol y operaciones confinadas de alimentación de animales, pero son generalmente ineficaces por sí mismos para cumplir las normas de calidad del agua. Es preciso combinar las zonas de amortiguamiento con otras prácticas óptimas de gestión para cumplir dichas normas.



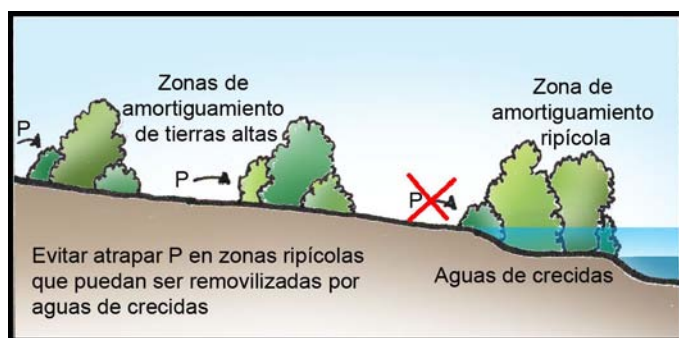
## 1.12 Zonas de amortiguamiento para nitrógeno

La mayoría del nitrógeno (N) se pierde con el agua superficial mediante el flujo sobre el terreno y en el agua subterránea mediante el lixiviado de nitrato ( $\text{NO}_3$ ). La absorción de N de las plantas generalmente no produce un retiro permanente puesto que a la larga, el N vuelve al suelo con la muerte y descomposición de las plantas, a menos que se cosechen (véase la sección 1.26).

La desnitrificación es el proceso primario para retirar N permanentemente con una zona de amortiguamiento. En la desnitrificación, las bacterias anaeróbicas transforman el nitrato en gas nitrógeno ( $N_2$ ), el cual se emite hacia la atmósfera. A continuación, figuran algunas características clave de sitios, las cuales promueven la desnitrificación eficaz mediante zonas de amortiguamiento.

### Consideraciones clave de diseño

- Los suelos deben ser ricos en materia orgánica, a menudo provista por el material de las plantas en descomposición.
- Es necesario que los suelos sean húmedos o hídricos.
- Los suelos deben tener permeabilidad entre moderada y alta para promover la infiltración, y al mismo tiempo deben tener drenaje deficiente para sustentar condiciones anaeróbicas. Las arenas gruesas profundas o grava podrían permitir la dispersión a aguas subterráneas más profundas antes de ocurrir la desnitrificación.
- Las temperaturas bajas y los suelos acidicos inhiben la desnitrificación.
- Véase la sección 1.19 para recomendaciones de anchura de zonas de amortiguamiento para escorrentía superficial de N.
- Véase la sección 1.15 para el flujo de agua subterránea poco profunda.



### 1.13 Zonas de amortiguamiento para fósforo

El fósforo (P) en la escorrentía ocurre como fósforo en partículas o como fósforo disuelto. El fósforo en partículas se une al sedimento y se puede capturar moderadamente bien

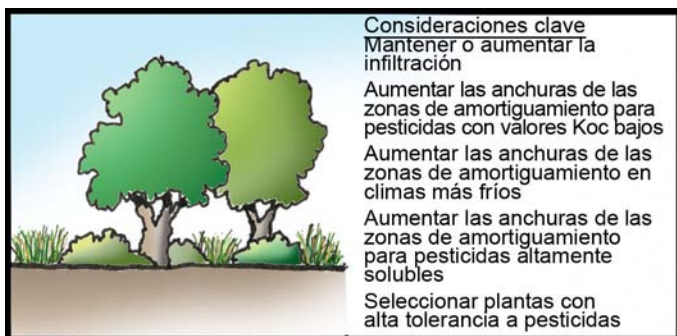
mediante deposición en zonas de amortiguamiento. Es necesario que el fósforo disuelto se infiltre con el agua de escorrentía y quede atrapado en el suelo.

A diferencia del N que puede emitirse hacia la atmósfera mediante desnitrificación, el P se acumula en la zona de amortiguamiento. Una vez que una zona de amortiguamiento está saturada con P, se puede convertir en una fuente de fósforo. Será necesario emplear otras prácticas óptimas de gestión para manejar el fósforo.

### Consideraciones clave de diseño

- Evitar la captura de P en zonas de amortiguamiento ripícolas que pudieran removilizarse con aguas de flujo.
- Véase la sección 1.19 sobre recomendaciones para la anchura de la zona de amortiguamiento.
- Las zonas de amortiguamiento que constan de cultivos no fertilizados o henares pueden atrapar y utilizar fósforo. El retiro de esta vegetación mediante cosecha podría ayudar a exportar el P, así como el N, fuera de la cuenca hidrográfica (véase la sección 1.26). Es necesario seleccionar plantas con alta demanda de nutrientes.





## 1.14 Zonas de amortiguamiento para pesticidas

Los pesticidas en la escorrentía se presentan ya sea unidos al sedimento o en forma disuelta. Los pesticidas disueltos son generalmente más susceptibles a salir de un área de aplicación y convertirse en un problema de contaminación.

Las propiedades de los pesticidas pueden proveer cierta guía sobre la movilidad del pesticida.

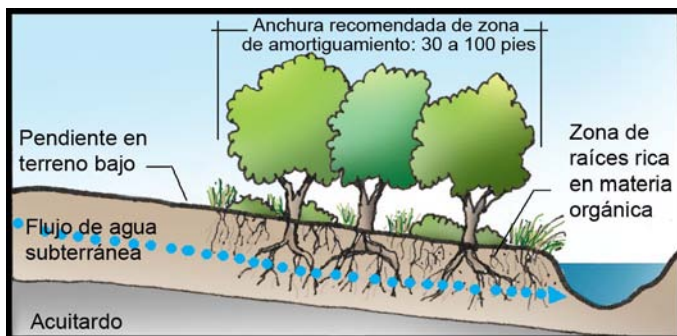
### Consideraciones clave de diseño

- Algunos pesticidas presentan alta adsorción a suelos mientras que la adsorción de otros es débil como lo indica el valor Koc o índice de adsorción al suelo. Véase la tabla siguiente para obtener recomendaciones.
- Los pesticidas con altas solubilidades en agua (p. ej.: > 30 ppm) por lo general necesitan zonas de amortiguamiento más anchas.
- Los pesticidas con períodos de semidegradación más prolongados (p. ej.: > 30 días) podrían necesitar zonas de amortiguamiento más anchas.
- Además de zonas de amortiguamiento, se deben utilizar otras prácticas óptimas de gestión para control de pesticidas (véanse las secciones 5.1 a 5.4).
- Véase la sección 1.19 sobre recomendaciones de anchuras de zonas de amortiguamiento.

Las propiedades de un pesticida se pueden encontrar en las etiquetas del producto.



Influencia del valor del Koc en zonas de amortiguamiento para pesticidas		
Valor Koc	Adsorción y movimiento	Recomendación para zona de amortiguamiento
< 500	Adsorción débil, movimiento con agua	Maximizar la infiltración de agua y el tiempo de contacto de la escorrentía con el suelo y la vegetación Generalmente necesita zonas de amortiguamiento más anchas
> 500	Adsorción fuerte, movimiento con sedimento	Maximizar la captura de sedimento en la zona de amortiguamiento Zonas de amortiguamiento más estrechas podrían ser suficientes



## 1.15 Zonas de amortiguamiento para agua subterránea poco profunda

Las zonas de amortiguamiento podrían entrar en contacto con el agua subterránea poco profunda y, mediante procesos variados, retirar algunos contaminantes transportados en la misma.

Nitrato

*Las tasas de retiro pueden ser > 75%*

Fósforo disuelto

*Retiro ineficaz*

Pesticidas

*Datos limitados a la fecha*

### Consideraciones clave de diseño

- Típicamente, el agua subterránea poco profunda se encuentra cerca de riachuelos, riberas de lagos y humedales. Las zonas de amortiguamiento son eficaces cuando o donde el agua subterránea poco profunda fluye hacia la corriente (y no viceversa).
- Donde el agua subterránea emerge como un manantial o rezumadero, ésta puede fluir a través de la zona de amortiguamiento demasiado rápido como para ser tratada eficazmente. Podría ser necesaria una zona de amortiguamiento más ancha para permitir la reinfiltración.

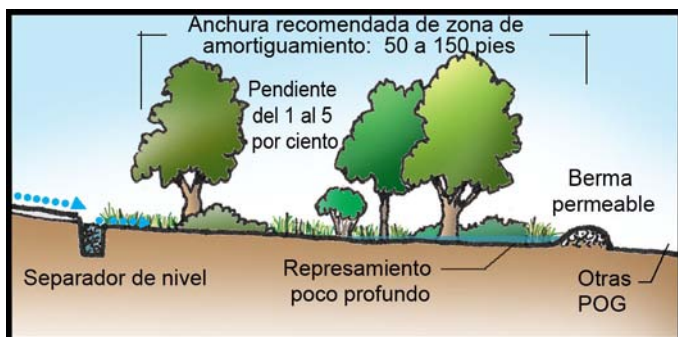


### Consideraciones clave de diseño (continuación)

- Las zonas de amortiguamiento a lo largo de riachuelos profundamente hendidos podrían no interceptar el agua subterránea. El agua subterránea podría ser menos profunda en ubicaciones más alejadas de estos riachuelos. Éstas podrían ser lugares eficaces para que las zonas de amortiguamiento filtren agua subterránea.
- La mayor parte de la reducción de nitrato en agua subterránea poco profunda ocurre en los primeros 30 a 100 pies después de entrar en la zona de amortiguamiento.
- El mayor retiro de nitrato ocurre en sitios donde el flujo de agua subterránea está confinado dentro de la zona de raíces (con una profundidad menor que aproximadamente 3 pies) por una capa densa de suelo (acuitardo) o lecho de roca.
- Seleccionar plantas con profundidad de raíz adecuada para interceptar el flujo de agua subterránea.
- Seleccionar plantas con tolerancia a las fluctuaciones estacionales del nivel freático y mayor biomasa de raíz.
- Debido a que las configuraciones del flujo de agua subterránea pueden ser muy complejas, consúltese a profesionales de la disciplina.
- En áreas donde el drenaje de agua subterránea se ha aumentado con tubos o zanjas de drenaje, el flujo de agua subterránea a menudo se desvía de las zonas de amortiguamiento, sin ser tratado. La colocación de humedales en la terminación de tubos o zanjas puede ayudar a reducir este problema.


**Zonas de amortiguamiento para contaminación de agua subterránea de poca profundidad**

Variable	Factores que aumentan el potencial de tratamiento
Pendiente	Menor pendiente del terreno (0 a 3 por ciento)
Profundidad a nivel freático	Nivel freático menos profundo (0 a 3 pies bajo la superficie)
Suelos hidricos	Presentes en una anchura significativa ( $\geq 30$ pies de anchura de zona de amortiguamiento)
Proximidad a la fuente	Zona de amortiguamiento más próxima a la fuente de contaminación
Clase de drenaje de suelo (natural)	Clasificación de drenaje: muy deficiente, deficiente y algo deficiente
Materia orgánica	Suelos con concentraciones altas de materia orgánica



## 1.16 Escorrentía urbana y arcenes

Las zonas de amortiguamiento para escorrentía urbana pueden ser eficaces para atrapar sedimento, pero generalmente son menos eficaces para contaminantes disueltos. Las zonas de amortiguamiento podrían ser ineficaces para aguas pluviales urbanas donde el alto volumen de escorrentía converge en la zona de amortiguamiento y es canalizado a través de ésta.

Es necesario diseñar las zonas de amortiguamiento para evitar que los flujos inunden la zona de amortiguamiento o se desvíen de ésta.

### Consideraciones clave de diseño

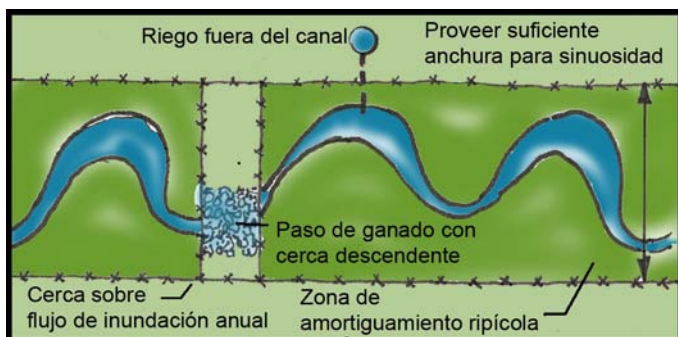
- Las zonas de amortiguamiento son más adecuadas para áreas con densidad baja a moderada (< 20 por ciento de cubierta impermeable).
- La longitud del flujo hacia una zona de amortiguamiento debe ser < 150 pies para superficies permeables y < 75 pies para superficies impermeables.
- Se puede usar un separador de nivel para dispersar el flujo concentrado a lo largo de la anchura de la zona de amortiguamiento.
- Se deben usar otras prácticas óptimas de gestión con zonas de amortiguamiento, incluida la urbanización de bajo impacto que minimice la cubierta impermeable.

Las zonas de amortiguamiento en arcenes con vegetación se pueden usar para mejorar la calidad del agua mediante filtración de la escorrentía.

Utilícense presas de retención para reducir la velocidad de movimiento del agua y aumentar el tiempo de retención.

Seleccionense plantas con tolerancia salina donde se utilice sal en carreteras.

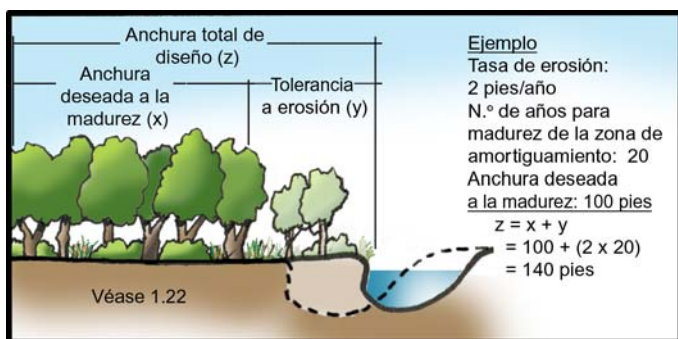




## 1.17 Zonas de amortiguamiento y pastoreo

A menudo es necesario cercar zonas de amortiguamiento ripícolas de pastos para proteger la calidad del agua.

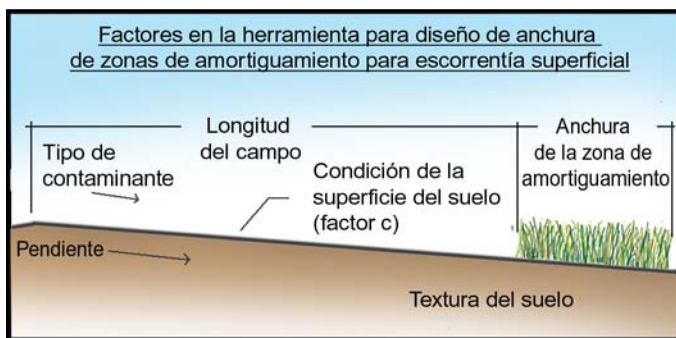
El pastoreo posee potencial limitado para retirar nutrientes de las zonas de amortiguamiento (véase la sección 1.26) y puede acelerar la erosión de la ribera. Se podría permitir el pastoreo de corta duración dentro de ciertas zonas de amortiguamiento ripícolas. El pastoreo no debe ocurrir cuando el suelo está húmedo, cuando las plantas están emergiendo o dando semilla, o cuando la cubierta vegetal es limitada o está bajo condiciones de sequía.



## 1.18 Tolerancias para erosión de riberas

Las zonas de amortiguamiento implementadas para reducir la erosión de la ribera de riachuelos podrían necesitar anchura adicional para permitir cierta erosión mientras la vegetación madura hasta el punto en que se vuelve eficaz. Es posible que la vegetación madura no detenga totalmente la erosión de la ribera de riachuelos puesto que cierta erosión es natural.

En varias cuencas hidrográficas severamente degradadas, la vegetación sola no reduce la erosión de la ribera de riachuelos y será necesario examinar otras causas.



## 1.19 Herramienta para diseño de anchura de zonas de amortiguamiento por escorrentía superficial

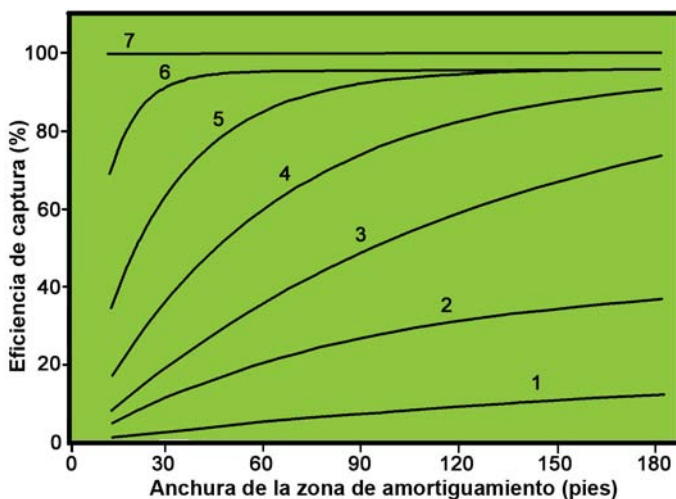
En cualquier sitio dado, el nivel de retiro de contaminantes de la escorrentía superficial depende primordialmente de la anchura de la zona de amortiguamiento. Se pueden usar el gráfico y las tablas que aparecen en las páginas siguientes para estimar la anchura de una zona de amortiguamiento para lograr el nivel deseado de retiro de contaminantes.

La herramienta está diseñada para generar rápidamente estimados de la anchura de diseño para una amplia gama de condiciones del sitio. Se efectúan ajustes por pendiente del terreno, textura del suelo, tamaño del campo y condición de la superficie del suelo. Se puede usar la herramienta para sedimento, contaminantes adheridos al sedimento y contaminantes disueltos.

Aunque se ideó esta herramienta específicamente para escorrentía agrícola, también se puede aplicar de manera más general a otros usos de la tierra.

Para mayor información sobre cómo se creó esta herramienta, consúltese la sección Preguntas formuladas frecuentemente al final de este lineamiento.

## Herramienta para diseño de anchura de zonas de amortiguamiento por escorrentía superficial



## Gráfico de anchura de zonas de amortiguamiento

Tabla A: Condiciones correspondientes a cada línea en el gráfico

Número de línea	Longitud del campo (pies)	Factor $c^1$	Pendiente (%)	Textura del suelo <sup>2</sup>	Tipo de contaminante
7	650	0.5	2	MAF	Sedimento
6	650	0.15	2	MAL	Sedimento
5	650	0.5	2	MAL	Sedimento
4	1300	0.5	2	MAL	Sedimento
3	1300	0.5	2	MAF	Disuelto
2	650	0.5	10	MAL	Sedimento
1	1300	0.5	2	MAL	Disuelto

1. Un factor  $c$  de 0.5 representa cultivos en hilera surcados y arados a disco, con un residuo moderado devuelto a la superficie del suelo. Un factor  $c$  de 0.15 representa el arado de conservación y ausencia de arado con alto nivel de residuo devuelto al suelo. Los valores del factor  $c$  para otras condiciones de gestión de la cubierta del suelo se encuentran en la página siguiente.

2. MAF = Migajón arenoso fino; MAL = Migajón de arcilla limosa

**Gráfico de anchura de zonas de amortiguamiento.**

Las siete líneas en el gráfico de anchura de zonas de amortiguamiento representan siete condiciones diferentes del sitio (mostradas en la tabla 1.19A) que describen el intervalo típico de sitios agrícolas. Las líneas dividen el intervalo completo de niveles posibles de retiro de contaminantes en incrementos prácticos. El uso de este gráfico consiste en seleccionar la línea que sea más apropiada para las condiciones de un sitio dado.

## Cómo usar la herramienta para diseño de anchura de zonas de amortiguamiento

1. Identificar en la tabla A el número de una línea de referencia para las condiciones que más se asemejen al sitio considerado.
2. Seleccionar en la tabla B el número de una línea que sea mayor o menor que el número de la línea de referencia, en base a cómo las condiciones del sitio considerado y el tipo de contaminante difieren de aquéllos en la línea de referencia. Para hacerlo:
  - Agregar los más y los menos para obtener el ajuste total.
  - Agregar el número de ajuste total al número de la línea de referencia. El resultado es el número de línea apropiado a utilizarse para determinar la anchura de diseño de la zona de amortiguamiento en el sitio considerado.
3. Identificar el nivel deseado de retiro de contaminante. A continuación, utilizar la línea apropiada en el gráfico y calcular la anchura correspondiente de zona de amortiguamiento que logre dicho nivel.

<b>Tabla B: Reglas de ajuste de selección de líneas</b>	
<b>Reglas de ajuste</b>	
Tipo de contaminante	3 líneas arriba (+3) de contaminantes disueltos a sedimento 2 líneas arriba (+2) de contaminantes disueltos a P total 1 línea abajo (-1) de sedimento a P total 3 líneas abajo (-3) de sedimento a contaminantes disueltos
Longitud del campo	1 línea arriba (+1) para cada reducción a la mitad de la longitud del campo 1 línea abajo (-1) para cada duplicación de la longitud del campo
Pendiente	1 línea arriba (+1) por cada reducción de la pendiente en un 2.5% 1 línea abajo (-1) por cada aumento de la pendiente en un 2.5%
Textura del suelo	1 línea arriba (+1) por cada categoría de suelo de grosor mayor 1 línea abajo (-1) por cada categoría de suelo más fina
Factor c	1 línea arriba (+1) por cada reducción de 0.35 en el factor c 1 línea abajo (-1) por cada aumento de 0.35 en el factor c



**Tipo de contaminante**

Los contaminantes disueltos incluyen nitratos, P disuelto y pesticidas solubles

**Longitud del campo**

Longitud del área tributaria a la zona de amortiguamiento

**Pendiente**

Pendiente promedio de la zona de amortiguamiento y del área tributaria

**Categorías de textura del suelo**

Gruesa = migajón arenoso, migajón de arcilla arenosa y migajón arenoso fino

Media = migajón arenoso muy fino, migajón y migajón limoso

Fina = migajón arcilloso, migajón de arcilla limosa y limo

**Factor c (de la ecuación universal de pérdida de suelo)**

Tierra para cultivos, arado limpio = 1.0 Tierra para cultivos, arado de tiro, residuo bajo = 0.8

Pastoreo, grama permanente = 0.003 Foresta, dosel vegetal completo = 0.0001

Sitio de construcción, sin mantillo = 1.0 Sitio de construcción con mantillo asegurado = 0.1

## Ejemplos que utilizan la herramienta para diseño de anchura de zonas de amortiguamiento

Las tablas ilustran dos ejemplos que utilizan la herramienta para diseño de anchura de zonas de amortiguamiento. En el ejemplo uno, la línea de referencia final después de ajustes es 4, mientras que en el ejemplo dos, la línea de referencia final es 1. Las líneas entrecortadas en el gráfico a continuación demuestran cómo obtener la anchura de diseño de la zona de amortiguamiento para los dos ejemplos con dos eficiencias de captura particulares deseadas.

Ejemplo uno - sedimento			
Variable	Línea de referencia inicial	Condición del emplazamiento	Regla de ajuste
Longitud del campo	650 pies	1150 pies	-1
Pendiente	2.0%	4.5%	-1
Textura del suelo	Migajón de arcilla limosa	Migajón	+1
Factor c	0.5	0.5	0
Tipo de contaminante	Sedimento	Sedimento	0
N.º de línea	5		

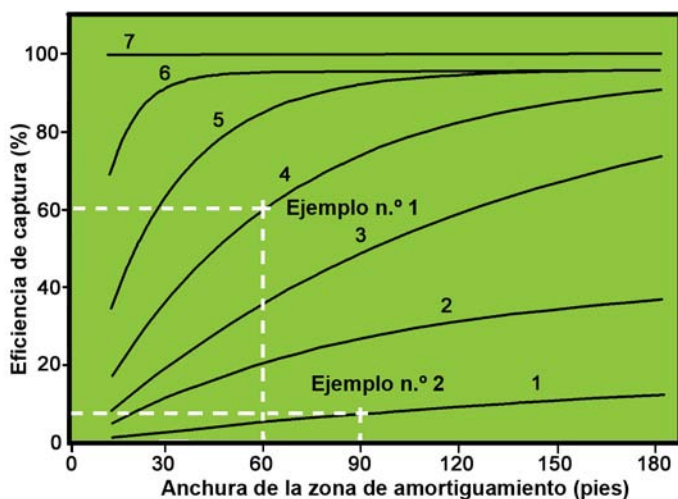
Ajustes totales:  $(-1)+(-1)+(1)+(0)+(0) = -1$

Línea de diseño final:  $(5) + (-1) = 4$

Ejemplo dos - nitrato			
Variable	Línea de referencia inicial	Condición del emplazamiento	Regla de ajuste
Longitud del campo	1300 pies	1310 pies	0
Pendiente	2.0%	5.0%	-1
Textura del suelo	Migajón de arcilla limosa	Migajón limoso	+1
Factor c	0.5	0.5	0
Tipo de contaminante	Sedimento	Disuelto	-3
N.º de línea	4		

Ajustes totales:  $(0)+(-1)+(1)+(0)+(-3) = -3$

Línea de diseño final:  $(4) + (-3) = 1$



### Herramienta para diseño de anchura de zonas de amortiguamiento: Preguntas formuladas frecuentemente

*¿Cómo se creó la herramienta?*

La herramienta se creó mediante un complejo modelo matemático de procesos de zonas de amortiguamiento denominado Modelo de Franjas de Filtro Vegetativo (Vegetative Filter Strip Model, VFSSMOD). Éste calcula cargas de escorrentía de agua y sedimento de campos agrícolas así como su deposición e infiltración dentro de zonas de amortiguamiento. Mediante este modelo se calcularon las eficiencias de captura de sedimento y agua para un intervalo de anchuras de zona de amortiguamiento y diferentes combinaciones de pendiente, textura del suelo, factor  $c$  del campo, y longitud de campo que son comunes en los campos agrícolas. Otras condiciones del sitio se mantuvieron constantes (véase la tabla a continuación). Para mayor información, consúltese Dosskey y otros (2008).

Condiciones constantes utilizadas para modelar simulaciones	
Factor	Condición
Zona de amortiguamiento	Gramina bien arraigada Pendiente y textura del suelo iguales que las del área tributaria La escorrentía se distribuye uniformemente
Fuente del campo	Arado de contorno (Factor de $P = 1.0$ ) Suelo prehumedecido
Lluvia	Un solo evento 2.4 pulgadas en 1 hora

## Herramienta para diseño de anchura de zonas de amortiguamiento: Preguntas formuladas frecuentemente (continuación)

*¿Cuáles son las limitaciones de esta herramienta?*

Esta herramienta no toma en cuenta la acumulación de sedimento a largo plazo ni el destino a largo plazo de los contaminantes disueltos. Estas limitaciones deben recordar a los usuarios que las eficiencias de captura estimadas son sólo estimados aproximados y podrían disminuir con el tiempo. Al reducirse el número de variables del sitio, el uso de la herramienta se vuelve más sencillo pero menos exacto que el modelo VFSMOD completo.

*¿Se pueden tomar en cuenta otros factores del sitio en la herramienta de diseño?*

Sí, toda condición del sitio que pudiera duplicar o reducir a la mitad la carga de escorrentía del campo debe dictar un ajuste de una línea abajo y una línea arriba de la línea de referencia inicial, respectivamente. Para tomar en cuenta tormentas de diseño con precipitaciones distintas, una tormenta de 3.6 pulgadas por hora y una de 1.5 pulgadas por hora aproximadamente duplicaría o reduciría a la mitad, respectivamente, la carga de escorrentía en comparación con la tormenta de 2.4 pulgadas por hora utilizada para generar las líneas de referencia.

*¿Qué sucede con zonas de amortiguamiento extremadamente estrechas, menores de 15 pies?*

Las zonas de amortiguamiento estrechas, con anchura menor de 15 pies, pueden ser eficaces para retirar sedimento en algunas ubicaciones. Éstas son ubicaciones cuyas condiciones son muy semejantes a las de las líneas 5, 6 y 7 (pendientes relativamente menores, áreas de escorrentía más pequeñas y suelos permeables).

*¿Qué tal si la herramienta muestra que las zonas de amortiguamiento no son particularmente eficaces para las condiciones de mi sitio?*

En algunos casos, la anchura estimada de la zona de amortiguamiento para lograr un nivel deseado de eficiencia de captura podría exceder lo que un terrateniente está dispuesto a dedicar para zona de amortiguamiento. Estas situaciones demandan prácticas de conservación alternativas o adicionales

para reducir la carga de escorrentía, un primer paso en el mejoramiento de la eficiencia de cualquier sistema de zona de amortiguamiento para conservación (véase a continuación y la sección 1.1).

**Herramienta para diseño de anchura de zona de amortiguamiento: Preguntas formuladas frecuentemente**  
(continuación)

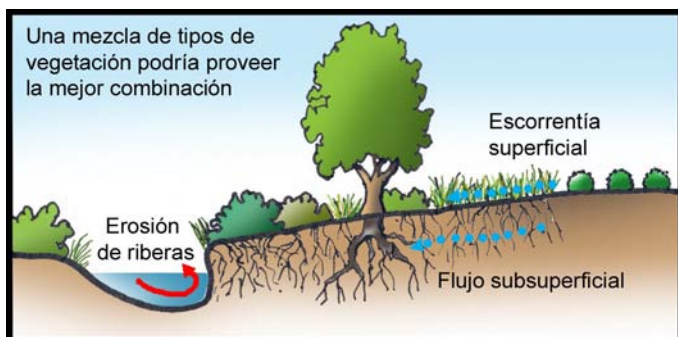


*¿Qué tal si el flujo de la escorrentía no es uniforme?*

El flujo no uniforme hacia una zona de amortiguamiento, de hecho, aumenta la carga de escorrentía hacia la porción de la zona de amortiguamiento que tiene contacto con el flujo, y reduce la eficacia de la zona de amortiguamiento. Selecciónese una línea inferior para calcular la anchura de la zona de amortiguamiento para el área efectiva (véanse las secciones 1.7 y 1.8). Las barreras gramíneas pueden ayudar a esparcir flujos concentrados y aumentar el área efectiva (véase la sección 1.21).

*¿Qué papel desempeñan los árboles y los arbustos?*

La creación de la herramienta de diseño de anchura de zonas de amortiguamiento consideró la grama (pasto) densa como el tipo de vegetación de la zona de amortiguamiento. Los árboles y arbustos pueden formar parte de la zona de amortiguamiento sin cambiar su eficiencia, siempre y cuando esté presente una capa densa del suelo (plantas y residuos) para proveer rugosidad y resistencia al flujo (véase la sección 1.20).



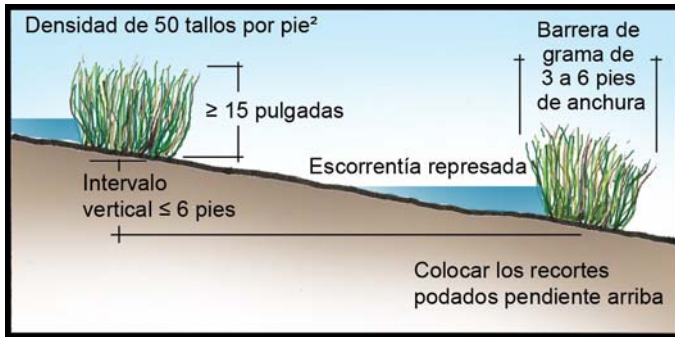
## 1.20 Vegetación para retirar contaminantes de la escorrentía

Las funciones de la vegetación para retiro de contaminantes incluyen reducir las velocidades del flujo, aumentar la deposición e infiltración y proveer absorción de nutrientes y materia orgánica para transformar los contaminantes.

Muchos tipos de vegetación pueden proveer estas funciones. Una mezcla de especies herbáceas y leñosas podría proveer la combinación óptima (véase la tabla a continuación). La selección de la vegetación se debe basar también en las capacidades del sitio y las preferencias del terrateniente.

Otros factores (p. ej.: anchura, pendiente, ubicación, coeficiente de área de zona de amortiguamiento y suelos) podrían tener más importancia que el tipo de vegetación.

<b>Selección de vegetación para controlar la calidad del agua</b>	
<b>Criterios generales</b>	
Escorrentía superficial	Alta densidad de tallos y restos Tallos rígidos Tolerancia a acumulación de sedimento Tolerancia de altos niveles de nutriente y otros contaminantes Crecimiento activo durante la estación de escorrentía
Flujo subsuperficial	Plantas con raíces que interceptan el flujo subsuperficial Plantas con biomasa más alta de raíces Tolerancia de suelos húmedos y altos niveles de nutrientes Evitar plantas con fijación de N
Erosión de ribera	Véanse 1.18 y 1.22



## 1.21 Barreras de grama (pasto) con tallo rígido

Las barreras gramíneas son franjas estrechas de gramas altas, densas, de tallo rígido, plantadas perpendicularmente a la pendiente. Estas barreras pueden desacelerar la escorrentía y empozarla, lo cual promueve infiltración y deposición del sedimento. Son utilizadas principalmente donde se formarían quebradas en terrenos con pendiente pronunciada y para desacelerar y dispersar el flujo concentrado.



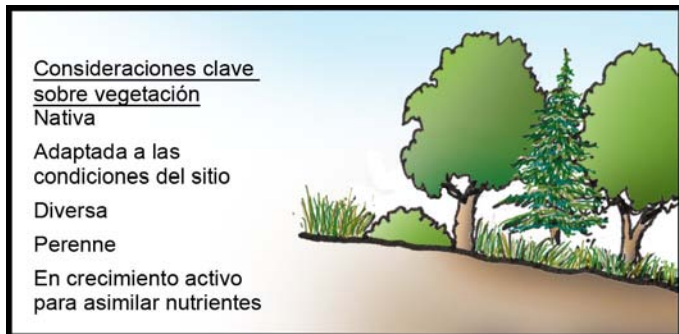
## 1.22 Vegetación para control de la erosión en riberas

Las plantas herbáceas con sistemas de raíces fibrosas son las más adecuadas para proteger las riberas contra la erosión superficial. Las especies leñosas con raíces más profundas son idóneas para aumentar la cohesión del suelo y reducir la falla masiva de laderas. Selecciónense especies leñosas que rebroten de raíces o ramas quebradas. A menudo, la selección óptima es una combinación de tipos de plantas.



### 1.23 Retiro de contaminantes en corrientes

Las zonas de amortiguamiento pueden mejorar los procesos en la corriente que retiran contaminantes transportados por los riachuelos. Los residuos de plantas favorecen la desnitrificación y degradación de pesticidas mientras que los residuos leñosos grandes promueven la deposición de sedimento (véase la sección 2.11). Las tasas de retiro de contaminantes en la corriente son muy variables. El impacto sobre el nivel de contaminación de riachuelos es generalmente mayor durante los períodos de caudal reducido y en pequeños arroyos.



### 1.24 Selección de especies

Utilícense comunidades históricas de plantas nativas para guiar la selección de la vegetación y selecciónese especies adaptadas a las condiciones del sitio. Utilícese una mezcla diversa de plantas para minimizar problemas de plagas y enfermedades. Selecciónese vegetación perenne para brindar cubierta permanente y para mejorar las tasas de infiltración con el transcurso del tiempo. La vegetación para absorción de nutrientes debe estar creciendo activamente durante la temporada de escorrentía.



## 1.25 Retiro de sedimento

El sedimento capturado en una zona de amortiguamiento cambia el flujo hacia la zona de amortiguamiento paulatinamente, y a menudo, produce flujos concentrados. Podría ser necesario retirar periódicamente el sedimento acumulado. Utilícense prácticas para control de la erosión en las áreas fuente para reducir la carga de sedimento y minimizar la necesidad de retiro futuro de sedimento de la zona de amortiguamiento. Evítese además la formación de una zanja o berma longitudinalmente al flujo de entrada de la zona de amortiguamiento debido a arado o deposición.



## 1.26 Cosecha para retiro de nutrientes

La cosecha y retiro de vegetación de la zona de amortiguamiento puede dar lugar al rebrote de plantas y absorción de nutrientes. Aunque se podría emplear el pastoreo para retirar vegetación, hasta un 60 a 90 por ciento de los nutrientes ingeridos vuelven al sistema como heces y orina. La cosecha se debe considerar en contexto con otras opciones de gestión.





## 1.27 Sucesión de plantas

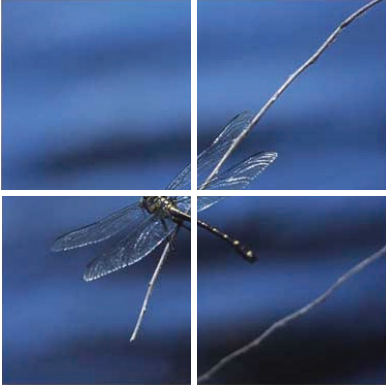
La escorrentía contaminada inclina la balanza a favor de especies con mayor tolerancia a la contaminación, lo cual podría cambiar la comunidad vegetal de la zona de amortiguamiento paulatinamente. Podría ser preciso seleccionar plantas con tolerancia a la carga de contaminantes. Con el tiempo, los árboles y arbustos se habrán establecido naturalmente en zonas de amortiguamiento herbáceas. Podría ser necesario el retiro periódico de árboles y arbustos para mantener zonas de amortiguamiento herbáceas frondosas o la mezcla deseada de especies leñosas.



## 1.28 Vegetación y tráfico

El tráfico en zonas de amortiguamiento compacta el suelo, lo cual reduce la infiltración y densidad de la vegetación. La vegetación leñosa podría proteger una zona de amortiguamiento contra el tráfico vehicular, y evitar así la compactación del suelo. Las zonas de amortiguamiento exclusivamente herbáceas son fáciles de eliminar, lo cual las vuelve más vulnerables a cambios en la gestión de tierras.









## 2. Biodiversidad

### Objetivos

- *Mejorar el hábitat terrestre*
- *Mejorar el hábitat acuático*

### Funciones de las zonas de amortiguamiento

1. Aumentar el área del hábitat
2. Proteger hábitats sensibles
3. Restaurar la conectividad
4. Aumentar el acceso a recursos
5. Proyectar sombra en riachuelos para mantener la temperatura

Lineamientos de diseño que benefician la biodiversidad	Funciones de las zonas de amortiguamiento				
	Aumentar el área del hábitat	Proteger hábitats sensibles	Restaurar la conectividad	Aumentar el acceso a recursos	Proyectar sombra en riachuelos para mantener la temperatura
2.1 Introducción a matrices	✓	✓	✓	✓	
2.2 Introducción a retazos	✓	✓	✓	✓	
2.3 Corredores y conectividad	✓	✓	✓	✓	
2.4 Corredores comparados con zonas de conectividad	✓	✓	✓	✓	
2.5 Red de corredores	✓	✓	✓	✓	
2.6 Cambio climático y corredores	✓	✓	✓	✓	✓
2.7 Pasaderas y claros	✓	✓	✓	✓	
2.8 Zonas de amortiguamiento y corredores	✓	✓	✓	✓	
2.9 Anchura de corredores	✓	✓	✓	✓	

<b>Lineamientos de diseño que benefician la biodiversidad</b>	Funciones de las zonas de amortiguamiento				
	Aumentar el área del hábitat	Proteger hábitats sensibles	Restaurar la conectividad	Aumentar el acceso a recursos	Proteger sombra en riachuelos para mantener la temperatura
2.10 Efectos de borde de corredores		✓	✓	✓	
2.11 Hábitats acuáticos y tampones	✓	✓	✓	✓	✓
2.12 Temperatura de riachuelos y zonas de amortiguamiento	✓	✓	✓	✓	✓
2.13 Carreteras y cruces viales de fauna silvestre			✓	✓	
2.14 Corredores en arcones	✓		✓	✓	

<b>Lineamientos de diseño suplementarios que podrían beneficiar la biodiversidad</b>	Funciones de las zonas de amortiguamiento				
	Aumentar el área del hábitat	Proteger hábitats sensibles	Restaurar la conectividad	Aumentar el acceso a recursos	Proteger sombra en riachuelos para mantener la temperatura
1.4 Zonas de amortiguamiento deseadas en cuencas hidrográficas	✓	✓	✓	✓	✓
1.14 Zonas de amortiguamiento para pesticidas		✓			
3.2 Cortinas rompevientos para control de la erosión eólica	✓	✓	✓	✓	✓
3.3 Cortinas rompevientos herbáceas	✓		✓	✓	
3.4 Cauces engramados	✓		✓	✓	
4.5 Cultivo en fajas contraviento	✓		✓	✓	
4.9 Hábitat polinizador de cultivos	✓		✓	✓	
5.1 Gestión de plagas de insectos mediante zonas de amortiguamiento	✓		✓	✓	
5.2 Plantas que atraen insectos beneficiosos	✓		✓	✓	
5.3 Zonas de amortiguamiento y deriva de pesticidas fumigados		✓			
6.5 Principios de estética ecológica	✓	✓	✓	✓	✓
7.1 Vida silvestre y diseño de senderos	✓	✓	✓	✓	
7.2 Zonas de amortiguamiento con distancia para iniciar evasión		✓	✓	✓	
7.3 Senderos paralelos a corredores		✓	✓	✓	✓



## 2.1 Introducción a matrices

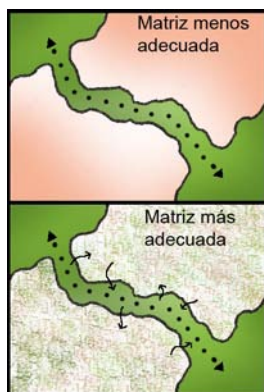
Es necesario considerar el papel de los retazos y de la matriz al diseñar corredores para mejorar la biodiversidad.

En paisajes dominados por humanos, la matriz consta a menudo de terrenos urbanizados (p. ej.: urbanos, agrícolas) mientras que los retazos son áreas residuales que tienen una comunidad vegetal y animal diferente que la del área circundante.

El valor potencial de los corredores para conectar retazos aislados depende del tipo y condición de la matriz. Generalmente un corredor es más valioso en paisajes donde la matriz es menos adecuada para biodiversidad.

A continuación se presentan las consideraciones para la gestión de la biodiversidad en matrices.

Para información sobre lineamientos para retazos, véase la página siguiente.



### Lineamientos clave para matrices

- Considerar la matriz en varias escalas espaciales y temporales.
- Agrupar el desarrollo para proteger más espacio abierto. Utilizar otros principios de crecimiento inteligentes donde sea posible.

- Minimizar la perturbación de la vegetación natural.
- Minimizar la introducción y esparcimiento de especies no nativas.
- Controlar las perturbaciones (p. ej.: producción de heno, desplazamiento de tierra) para reducir los impactos negativos.



## 2.2 Introducción a retazos

Típicamente, los retazos grandes conservan una gran variedad y calidad de hábitats, lo cual redundará en una mayor diversidad y abundancia de especies. Mientras más grande es un retazo, mayor es el porcentaje de hábitat interno del mismo. Esto beneficia a las especies internas, las cuales son a menudo las más vulnerables a la pérdida y fragmentación del hábitat.

Los requisitos mínimos de área de retazos para especies dependen en gran medida de las especies, calidad del hábitat y contexto del paisaje. La tabla a continuación brinda un resumen de los requisitos de área para retazos. En general, la fauna de mayor tamaño necesita retazos más grandes. Se debe consultar a un biólogo para refinar estos intervalos.



Intervalos de ejemplo de área mínima de retazos		
Categorías taxonómicas	Área de retazo	
 Plantas	5 a más de 250 acres	
 Invertebrados	50 pies <sup>2</sup> a más de 2.5 acres	
 Reptiles y anfibios	3 a más de 35 acres	
 Aves de pradera	12 a más de 135 acres	
 Aves acuáticas	Más de 12 acres	
 Aves de bosque	5 a más de 95 acres	
 Mamíferos pequeños	2.5 a más de 25 acres	
 Mamíferos grandes	40 acres a más de 2 millas cuadradas	
 Mamíferos depredadores grandes	3.5 a más de 850 millas cuadradas	

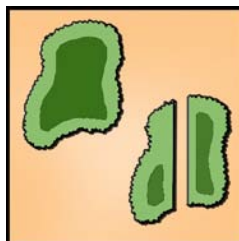
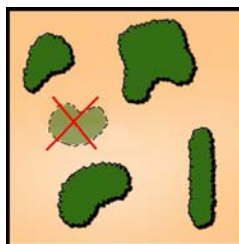
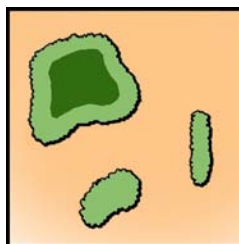
### Lineamientos clave para retazos

Los retazos pequeños desempeñan un papel crítico en la protección de la biodiversidad, particularmente en áreas con hábitat limitado.

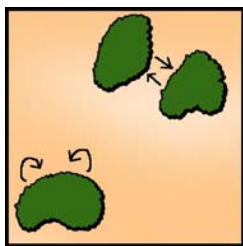
Los retazos pequeños pueden captar un intervalo de tipos de hábitat o hábitats únicos. Inclúyanse retazos grandes y pequeños en un plan.

La redundancia es un componente esencial de ecosistemas en todas las escalas. Si existen varios retazos en un área, la destrucción o degradación de uno de los retazos podría no amenazar gravemente a las especies o causar la pérdida de las mismas.

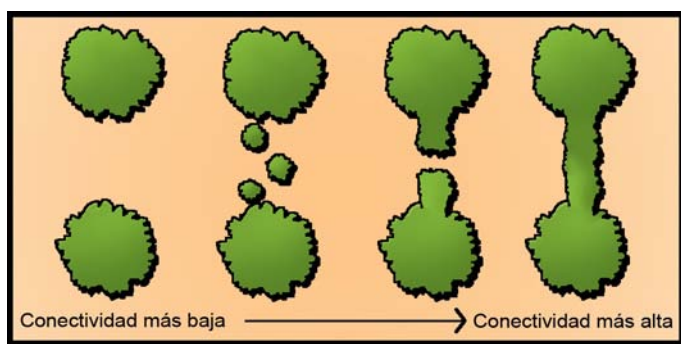
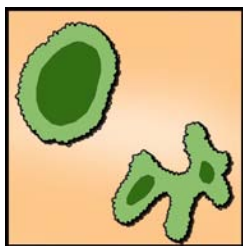
Entre dos retazos que tengan un área idéntica, uno fragmentado y uno unificado, el retazo unificado tendrá mucho más valor. La biodiversidad permanece más alta y se reducen los efectos de borde negativos.



A medida que la distancia entre retazos disminuye, las oportunidades de que las especies interactúen aumenta. Esta interacción potencial depende de las especies y de su capacidad de movimiento.



Un retazo menos complicado tiene una menor proporción de hábitat de borde y provee mayores beneficios a las especies internas, las cuales son a menudo las especies más vulnerables.



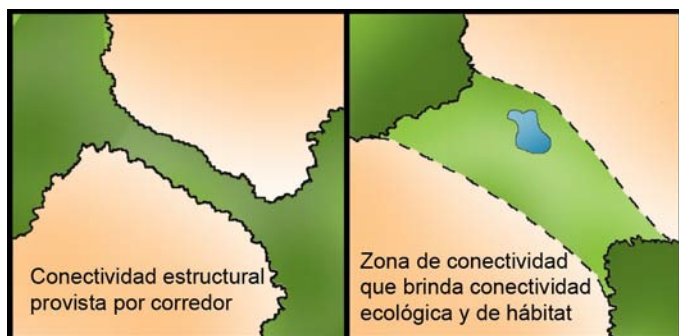
### 2.3 Corredores y conectividad

Conectar retazos con corredores puede beneficiar la biodiversidad al brindar acceso a otras áreas del hábitat, aumentar el flujo de genes y viabilidad de la población, habilitar la recolonización de retazos y proveer un hábitat.

En algunos casos, la conectividad puede ser indeseable o infructuosa. Los corredores pueden estar dominados por efectos de borde, pueden aumentar el riesgo de parasitismo y enfermedad, y pueden facilitar la dispersión de especies invasoras (véase la sección 2.10). Los corredores pueden ser infructuosos si no logran los requisitos de movimiento o hábitat para las especies objetivo.

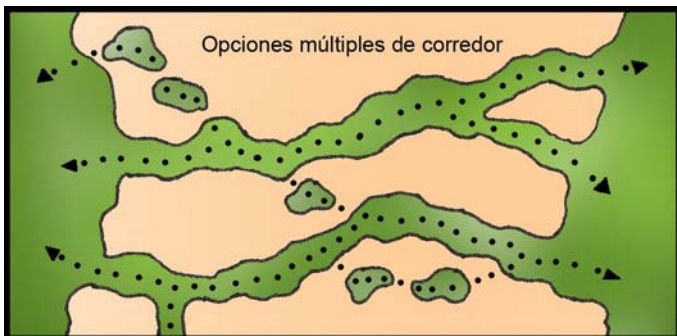
### Consideraciones clave de diseño

- Diseñar corredores a varias escalas espaciales y temporales.
- Proveer un hábitat de calidad en un corredor siempre que sea posible.
- Ubicar corredores a lo largo de rutas dispersas y de migración.
- No se debe limitar los corredores a una sola configuración topográfica, particularmente los corredores regionales.
- La similitud de vegetación entre corredores y retazos es beneficiosa.
- Restaurar conexiones históricas y en general evitar unir áreas no conectadas históricamente.



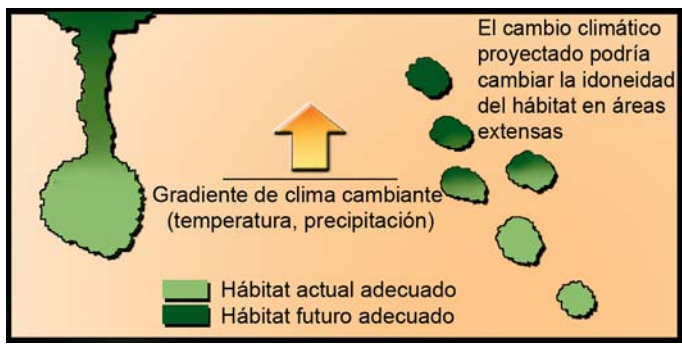
## 2.4 Corredores comparados con zonas de conectividad

Evítese limitar los corredores a franjas de un solo tipo de vegetación. En cambio, se debe diseñar los corredores como zonas de conectividad amplias. Con este enfoque, los corredores pueden mejorar la conectividad del hábitat al enlazar los diferentes tipos de hábitat requeridos por una especie, o bien, la conectividad ecológica donde los procesos del ecosistema se mantienen (p. ej.: cambio climático, dispersión de semillas).



### 2.5 Red de corredores

Una red redundante de corredores podría proveer varias trayectorias para movimiento, lo cual reduce el impacto si se elimina un corredor. Sin embargo, esta mayor conectividad podría facilitar la propagación rápida de problemas tales como enfermedades, parasitismo y especies invasoras. Una red de corredores podría ser un enfoque útil para abarcar la variedad de hábitats en una región.



### 2.6 Cambio climático y corredores

El cambio climático actual y proyectado podría tener impactos significativos en la biodiversidad y en otros recursos. Los corredores y las zonas de amortiguamiento podrían afectar estos impactos en diversas formas:

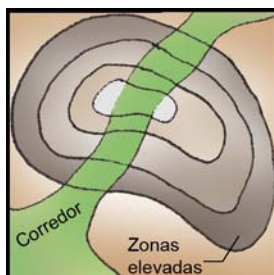
1. Reducir los gases con efecto de invernadero (véanse las secciones 4.2, 4.7 y 4.8)

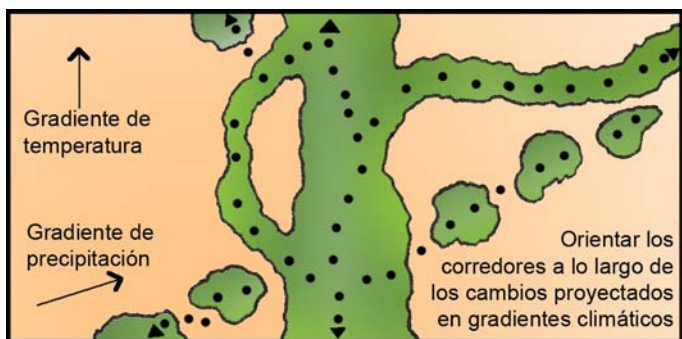
2. Permitir la migración de las especies a medida que el clima cambia
3. Proteger áreas sensibles contra el aumento de eventos climáticos tales como inundaciones y crecidas a lo largo de áreas costeras
4. Proveer un hábitat que ofrezca una variedad de refugios microclimáticos

Los corredores podrían ser de valor limitado para la biodiversidad si el cambio climático ocurre a una velocidad demasiado rápida como para permitir la migración y podrían, en definitiva, beneficiar sólo a aquellas especies sumamente móviles y adaptables, incluidas las especies invasoras.

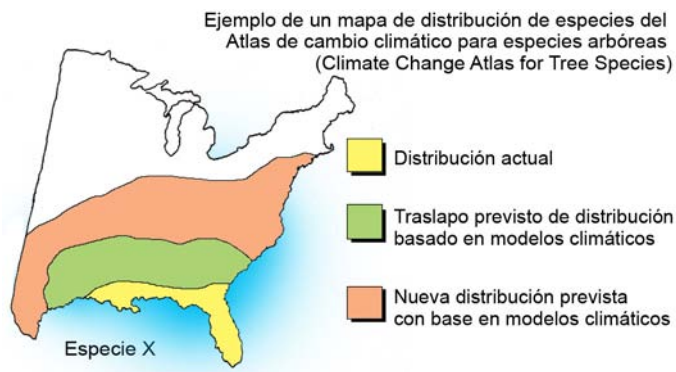
### Consideraciones clave de diseño

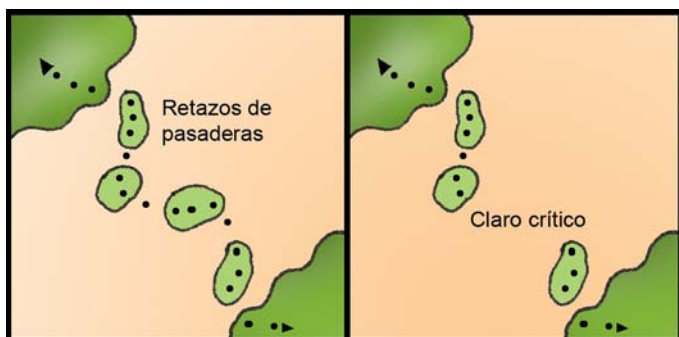
- Los corredores por cambio climático podrían ser más adecuados para paisajes con menos influencia del desarrollo humano.
- Las zonas de conectividad amplias son más eficaces que los corredores distintivos y estrechos (véase la sección 2.4).
- Una estrategia de pasaderas y corredores podría maximizar las oportunidades de dispersión y migración (véase la sección 2.7).
- Los corredores que atraviesan zonas elevadas podrían permitir la migración en paisajes montañosos.
- Ubicar corredores y retazos para brindar refugios climáticos en múltiples escalas espaciales.
- Incluir una variedad de sustratos geológicos y suelos para satisfacer las necesidades de plantas diversas.
- Las zonas de amortiguamiento ripícolas podrían contribuir a mitigar los cambios de temperatura en riachuelos debido al cambio climático (véase la sección 2.12).
- Orientar los corredores a lo largo de cambios proyectados en gradientes climáticos.





Al establecer plantaciones nuevas, de largo plazo, podría ser útil seleccionar plantas que pudieran adaptarse al cambio climático. Los atlas de distribuciones de plantas leñosas bajo un cambio climático modelado pueden servir de guía y ofrecer un entendimiento profundo sobre qué especies necesitarán migrar más para persistir. Explórese la web para encontrar un atlas sobre cambios climáticos para especies de árboles.





## 2.7 Pasaderas y claros

Los retazos pequeños pueden servir como pasaderas, lo cual permite movimiento de especies entre retazos grandes. Son importantes en paisajes fragmentados. Sin embargo, la pérdida de una pasadera puede a menudo inhibir el movimiento y aumentar el aislamiento de los retazos.

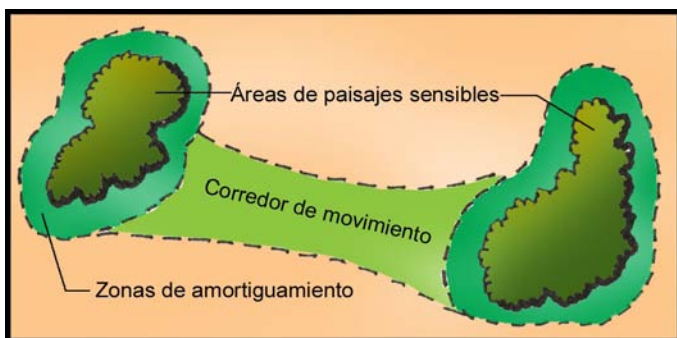
En cierto punto, la distancia entre pasaderas o un claro en un corredor continuo excederá un valor umbral, el cual una especie particular no estará dispuesta a cruzar o será incapaz de hacerlo. Estos claros críticos deben restaurarse a menudo.

### Consideraciones clave para ejercer control sobre los claros

- Mientras mayor sea el contraste entre el claro y la comunidad de plantas del corredor, más estrecho deberá ser el claro para no constituir una barrera.
- Las especies más pequeñas generalmente tienen umbrales de claro más pequeños.
- Las especies que precisan hábitats especializados tendrán umbrales de claro más pequeños.
- Para las especies orientadas visualmente, los umbrales de claro podrían determinarse mediante la capacidad de ver la siguiente pasadera o a través del claro.



- En los corredores ripícolas, restaurar los claros en los riachuelos de orden más alto primero para proveer el mayor beneficio a la biodiversidad.



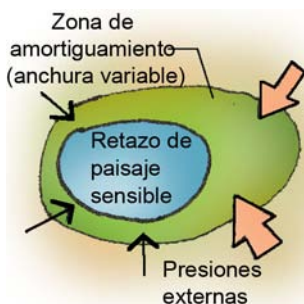
## 2.8 Zonas de amortiguamiento y corredores

Las zonas de amortiguamiento y los corredores están conectados como estrategia de conservación. Las zonas de amortiguamiento son áreas designadas, utilizadas para proteger retazos sensibles de paisaje (p. ej.: humedales, reservas para fauna silvestre) contra presiones externas negativas. Los corredores se utilizan para conectar los retazos de paisaje con zonas de amortiguamiento.

La anchura de la zona de amortiguamiento debe estar basada en las funciones ecológicas deseadas, contexto del paisaje y presiones externas. Se han recomendado zonas de amortiguamiento en terrenos elevados de 250 a 1000 pies, alrededor de humedales, para tortugas y fauna anfibia. Para reservas o parques de fauna silvestre, es preciso que las zonas de amortiguamiento tengan varias millas de anchura.

Consúltese la sección 2.10 sobre distancias de efecto de borde. Estas distancias pueden servir como una guía para crear zonas de amortiguamiento alrededor de retazos de hábitat para protegerlos contra los efectos de borde. Véase la sección 7.2 de guía sobre actividad humana y zonas de amortiguamiento.

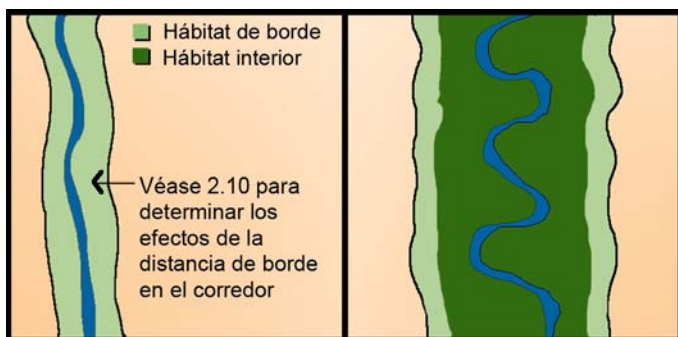




**Consideraciones clave**  
Anchura de tampón base bajo funciones ecológicas específicas

Modificar la anchura del tampón según el contexto del paisaje y las presiones externas

Administrar las actividades dentro del tampón en consonancia con los objetivos del retazo de paisaje



## 2.9 Anchura del corredor

Los corredores anchos, tanto en terrenos elevados así como ripícolas, brindan mayor área de hábitat con efectos de borde reducido, a la vez que generalmente promueven más oportunidades de movimiento para las especies. Los corredores ripícolas más anchos pueden facilitar la sinuosidad de riachuelos, con mayor calidad y diversidad de hábitat en general.

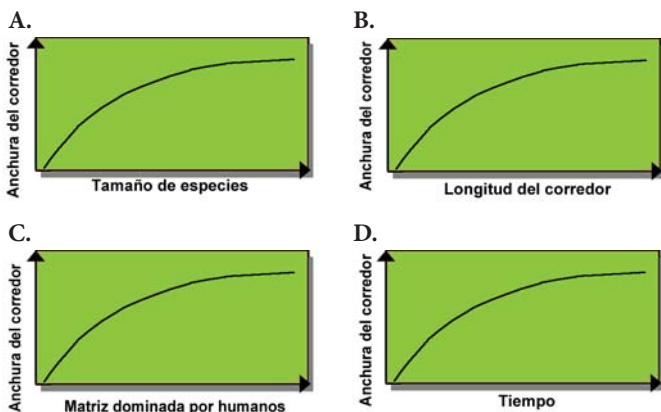
Muchos estudios han examinado el factor de la anchura del corredor para ciertas especies. Sin embargo, muchos de los estudios no han sometido a prueba una porción significativa de las anchuras de corredor como para determinar adecuadamente las anchuras óptimas del mismo. Además, para una anchura dada, la eficacia del corredor varía con la longitud del mismo, la continuidad del hábitat, la calidad del hábitat y muchos otros factores.

Con dichas limitaciones en mente, el gráfico de barras en la página siguiente resume la investigación sobre el movimiento de especies a través de corredores. La barra negra denota la anchura mínima de corredor sugerida, mientras que la barra gris indica el extremo superior de las anchuras recomendadas. Se deben refinar estos intervalos con un biólogo.

Con base en esta investigación, se pueden inferir algunas relaciones generales sobre la anchura del corredor (véanse los gráficos lineales).

A. Mientras más grande sea la especie, más ancho deberá ser el corredor necesario para facilitar el movimiento y brindar un hábitat potencial.

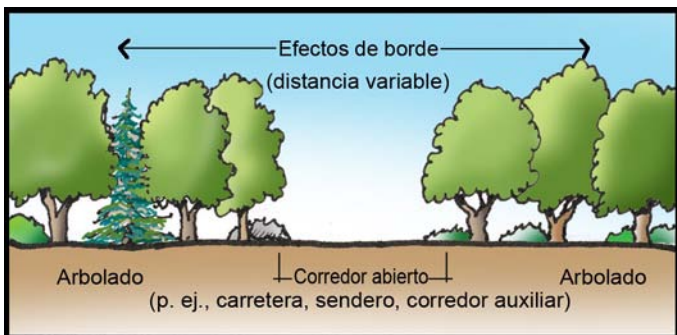
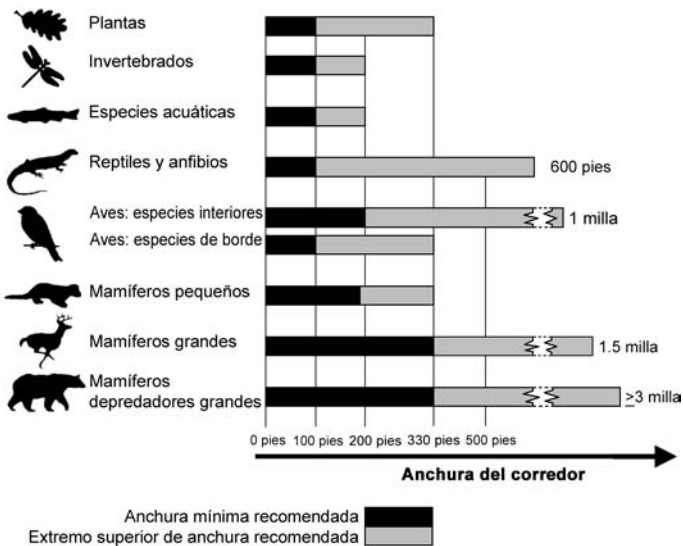
B. A medida que aumenta la longitud del corredor también debe aumentar la anchura. Los corredores más cortos tienen mayor probabilidad de proveer un aumento de conectividad que los corredores largos.



C. En general, en paisajes que proveen un hábitat limitado o que están dominados por uso humano, un corredor debe ser más ancho.

D. Los corredores que necesitan funcionar durante décadas o siglos deben ser más anchos. Algunas funciones que precisan un tiempo significativo incluyen la dispersión de organismos de desplazamiento lento, el flujo de genes y los cambios a la distribución de la migración debido al cambio climático.

### Resumen de anchura de corredores



## 2.10 Efectos de borde de corredores

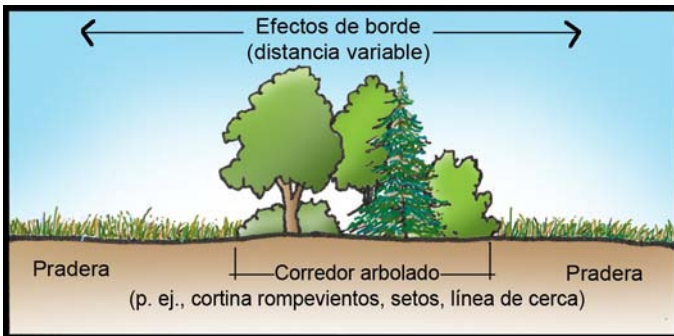
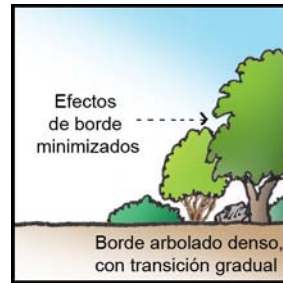
Los corredores establecidos en arbolados o praderas pueden crear efectos de borde negativos que se extienden dentro del arbolado o pradera. Los ejemplos incluyen corredores abiertos despejados para carreteras en arbolados y setos vivos establecidos en praderas.

Los efectos de borde negativos incluyen el mayor riesgo de parasitismo o enfermedad, mayor riesgo de depredación, condiciones microclimáticas adversas y competencia de

especies invasoras. Al diseñar corredores se deben considerar estos factores.

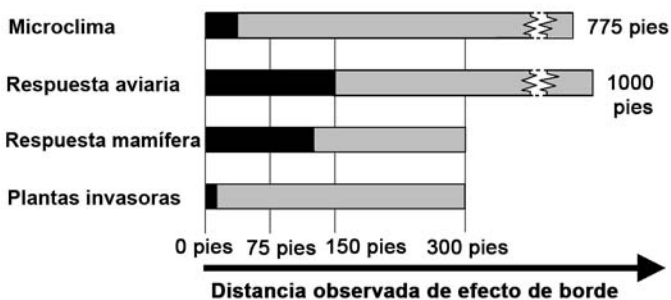
### Consideraciones clave para reducir los efectos de borde negativos

- Ubicar los corredores a lo largo de bordes existentes y evitar la fragmentación de retazos de hábitat.
- Consolidar los usos del corredor para minimizar la fragmentación (p. ej.: combinar los corredores de carreteras y servicios públicos).
- En arbolados, crear un borde denso con transición gradual, con vegetación para reducir la penetración de los efectos de borde.
- Generalmente los corredores más estrechos ejercen menos efectos de borde sobre el hábitat adyacente.
- Si el paisaje ya consiste de retazos dominados por bordes, un corredor probablemente no agregue impactos negativos adicionales.

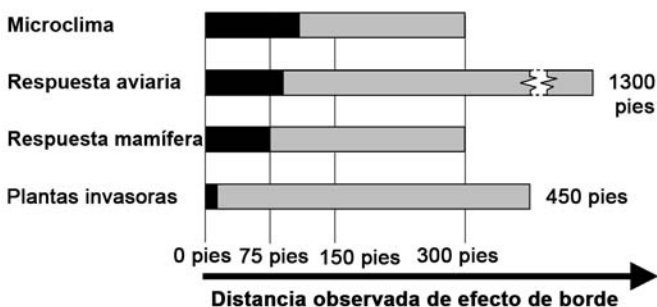


Estos gráficos brindan un resumen de los efectos de borde documentados. Estas distancias se pueden usar para estimar la zona de impacto y para diseñar maneras de reducir dichos impactos.

### Corredor abierto en área arbolada



### Corredor arbolado en pradera

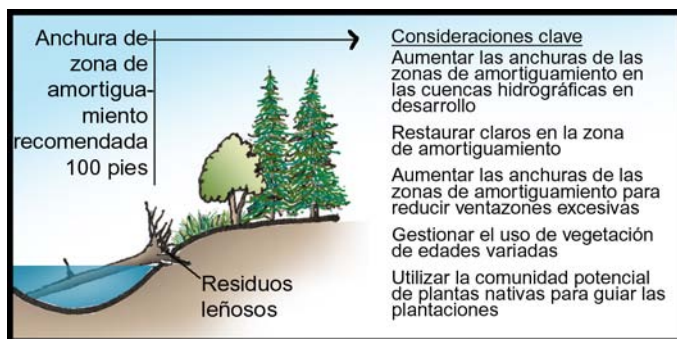


Distancia mínima observada de efecto de borde



Distancia máxima observada de efecto de borde





## 2.11 Hábitats acuáticos y zonas de amortiguamiento

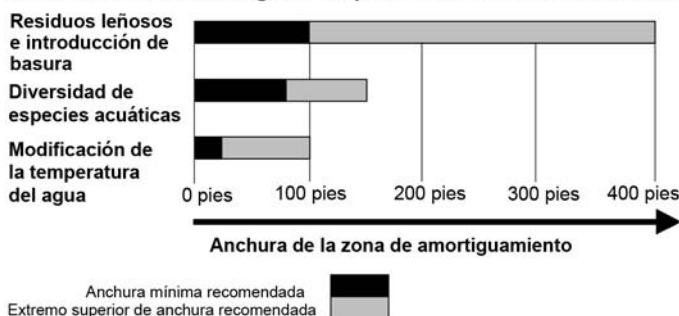
Los corredores o zonas de amortiguamiento ripícolas influyen la calidad del hábitat para especies acuáticas en varias maneras:

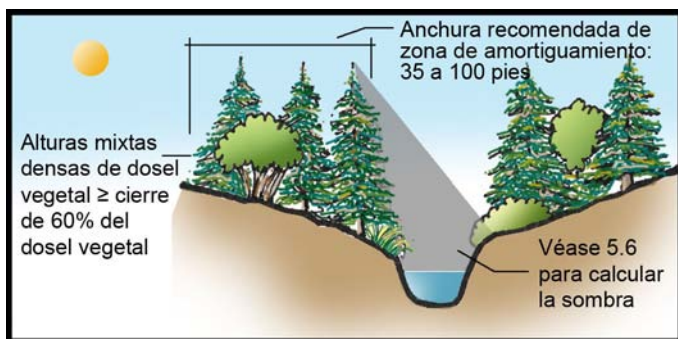
1. Proveen residuos leñosos para la estructura del hábitat acuático
2. Mantienen el microclima de la corriente (véase la sección 2.12)
3. Proveen alimentos para las especies acuáticas
4. Protegen la calidad del agua (véase la sección 1.0)

Las zonas de amortiguamiento ripícolas podrían no ser capaces de mantener una calidad deseable del hábitat acuático en cuencas hidrográficas altamente urbanizadas. También será necesario emplear otras estrategias de gestión del uso de la tierra.

El gráfico a continuación resume parte de la investigación sobre anchuras de zonas de amortiguamiento para las funciones de hábitats acuáticos y puede servir como punto de partida para el diseño.

**Anchura de zonas de amortiguamiento para funciones de hábitats acuáticos**





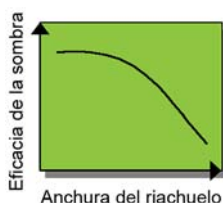
## 2.12 Temperatura de riachuelos y zonas de amortiguamiento

Las zonas de amortiguamiento pueden ayudar a mantener temperaturas más frías del agua en pequeños riachuelos si la vegetación proyecta sombra adecuada sobre la superficie del agua. Esto puede ser beneficioso para las especies acuáticas de agua fría y para la calidad del agua.

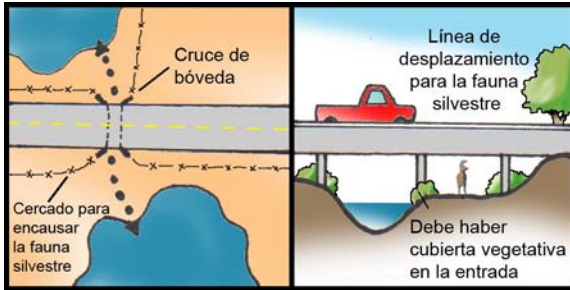
La sombra del riachuelo está compuesta de sombra topográfica provista por colinas cercanas, la sombra de la ribera y sombra de la vegetación. Los riachuelos con vegetación retirada, por lo general tienen aumentos indeseables de temperatura de 5 °C a 11 °C en el verano. El aspecto, la morfología del canal y la entrada de agua subterránea podrían afectar la temperatura más que las zonas de amortiguamiento.

### Consideraciones clave de diseño

- Incorporar sombra topográfica y de ribera en el diseño.
- Los árboles y los arbustos brindan la mayor sombra, pero las zonas de amortiguamiento para grama sin podar o sin pastoreo pueden proveer sombra en riachuelos con anchura menor de 8 pies.
- La eficacia de la sombra de la zona de amortiguamiento disminuye a medida que la anchura del riachuelo aumenta.
- Las ventazonas podrían ser comunes en zonas de amortiguamiento retenidas después de la tala de árboles maderables y se podrían necesitar zonas de amortiguamiento más anchas.

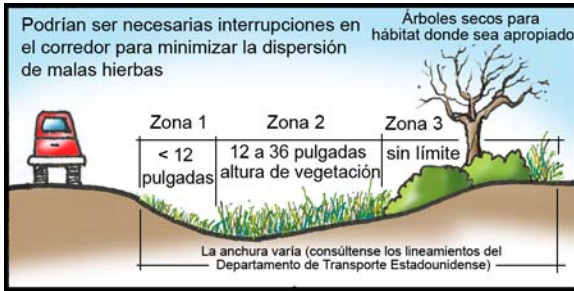


- Podrían ser necesarias zonas de amortiguamiento más anchas (150 a 1000 pies) para mantener otros factores microclimáticos (p. ej.: temperatura del suelo, humedad).



### 2.13 Carreteras y cruces viales de fauna silvestre

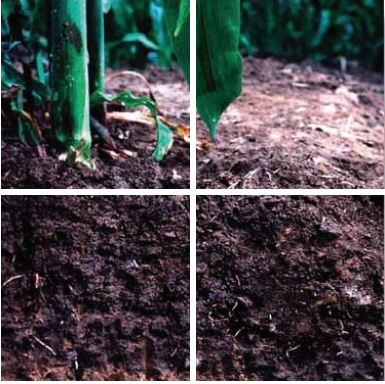
Cuando las carreteras bisecan corredores de fauna silvestre, se debe proveer un paso seguro mediante bóvedas, puentes, pasos a desnivel o cualquier combinación de éstos. Las evaluaciones a escala de paisaje pueden ayudar en la ubicación de cruces viales para la fauna silvestre. Al utilizarse bóvedas para los cruces viales, incluir bóvedas de distintos tamaños y evitar crear barreras al movimiento, tales como parrillas para despojos. Hay guías de diseño disponibles.



### 2.14 Corredores en arcenes

En áreas con hábitat limitado, los arcenes podrían ser beneficiosos para algunas especies aunque para otras podrían ser perjudiciales. Se debe controlar la altura de la vegetación para mantener visibilidad y reducir las colisiones potenciales entre vehículos y fauna silvestre. Es necesario utilizar plantas nativas y mantener el vigor de las mismas mediante segado o quemado cada 3 a 5 años; así como quemar o segar en bloques para asegurar que algunas porciones permanezcan no perturbadas.









# 3. Suelos productivos

## Objetivos

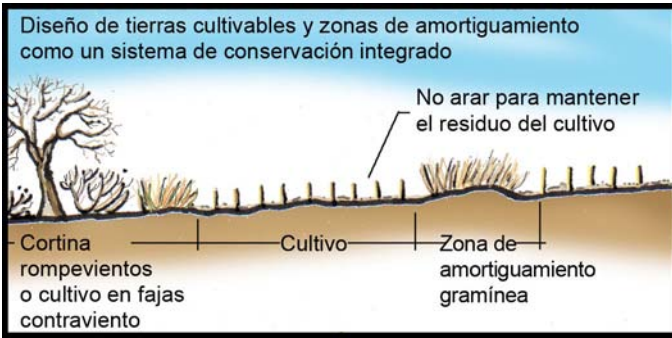
- Reducir la erosión del suelo
- Aumentar la productividad del suelo

## Funciones de las zonas de amortiguamiento

1. Reducir la energía del agua de escorrentía
2. Reducir la energía eólica
3. Estabilizar el suelo
4. Mejorar la calidad del suelo
5. Retirar contaminantes del suelo

Lineamientos de diseño para suelos productivos	Funciones de las zonas de amortiguamiento				
	Reducir la energía del agua de escorrentía	Reducir la energía eólica	Estabilizar el suelo	Mejorar la calidad del suelo	Retirar contaminantes del suelo
3.1 Zonas de amortiguamiento y gestión de cultivos	✓	✓	✓	✓	✓
3.2 Cortinas rompevientos para control de la erosión eólica	✓	✓	✓	✓	
3.3 Cortinas rompevientos herbáceas	✓	✓	✓	✓	
3.4 Cauces engramados	✓		✓		
3.5 Zonas de amortiguamiento para fitorremediación	✓	✓	✓	✓	✓

<b>Lineamientos de diseño suplementarios que podrían beneficiar a los suelos productivos</b>	<b>Funciones de las zonas de amortiguamiento</b>				
	<i>Reducir la energía del agua de escorrentía</i>	<i>Reducir la energía edica</i>	<i>Estabilizar el suelo</i>	<i>Mejorar la calidad del suelo</i>	<i>Retirar contaminantes del suelo</i>
1.1 Zonas de amortiguamiento y gestión de tierras	✓	✓	✓	✓	✓
1.4 Zonas de amortiguamiento deseadas en cuencas hidrográficas	✓	✓	✓	✓	✓
1.6 Diseño de sitios de zonas de amortiguamiento	✓		✓		
1.7 Anchura variable de la zona de amortiguamiento	✓		✓		
1.8 Índice de área efectiva de zona de amortiguamiento	✓		✓		
1.10 Zonas de amortiguamiento para sedimento	✓		✓	✓	✓
1.18 Tolerancias para erosión de riberas			✓	✓	
1.20 Vegetación para retirar contaminantes	✓		✓	✓	✓
1.22 Vegetación para controlar la erosión de riberas			✓	✓	
4.4 Cortinas rompevientos y rendimiento de cultivos	✓	✓	✓		✓
4.5 Cultivo en fajas contraviento	✓	✓	✓	✓	✓
5.10 Zonas de amortiguamiento arboladas para control de inundaciones	✓		✓		
7.4 Recreación en senderos y erosión del suelo	✓	✓	✓		

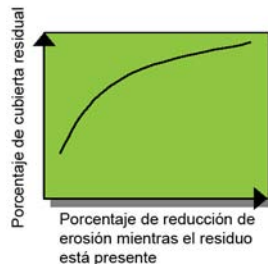


### 3.1 Zonas de amortiguamiento y gestión de cultivos

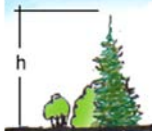
Las zonas de amortiguamiento no pueden reemplazar la gestión acertada de las tierras de cultivo. Atrapar suelo en zonas de amortiguamiento es ineficaz para mantener la productividad del suelo y puede convertirse en un problema de mantenimiento de largo plazo. La estrategia más eficaz es combinar las zonas de amortiguamiento con una gestión apropiada de tierras para cultivos.

#### Consideraciones clave para la gestión de tierras cultivables

- Establecer hileras de cultivo en el contorno.
- Usar arado de conservación o no arar para reducir la erosión hídrica y eólica. Se debe dejar el residuo en pie y orientado perpendicularmente a la dirección imperante del viento.
- Mantener el residuo del cultivo para reducir la evaporación y aumentar la infiltración. El residuo del cultivo en pie captura la nieve acarreada por el viento y aumenta la humedad del suelo.
- Utilizar cultivos de cubierta para proveer cubierta durante la temporada de barbechado.
- Utilizar cultivo en franjas para reducir el transporte de sedimentos.
- En situaciones de alta erosionabilidad, seleccionar un cultivo perenne para mantener la cubierta todo el año.
- Proveer agua de irrigación de una manera que minimice la erosión.



**Velocidad franca del viento, 20 mph, con densidad de 40 a 60%**



h distancia de cortina rompevientos	Zona de protección en dirección del viento				
	5h	10h	15h	20h	30h
millas por hora	6	10	12	15	19
% de velocidad franca del viento	30%	50%	60%	75%	95%

### 3.2 Cortinas rompevientos para control de la erosión eólica

Las cortinas rompevientos para control de la erosión del suelo constan generalmente de 1 a 3 hileras plantadas en ángulo recto a los vientos imperantes. El área protegida en la dirección del viento de una cortina rompevientos es función de la altura promedio y densidad de la cortina rompevientos.

Una cortina rompevientos protege un área de 10 a 15 veces la altura de los árboles. Una densidad de cortina rompevientos de 40 a 60 por ciento brinda la mayor protección en la dirección del viento contra la erosión del suelo. Se debe escoger follaje y características de ramificación de especies que logren la densidad deseada durante los períodos críticos de protección.

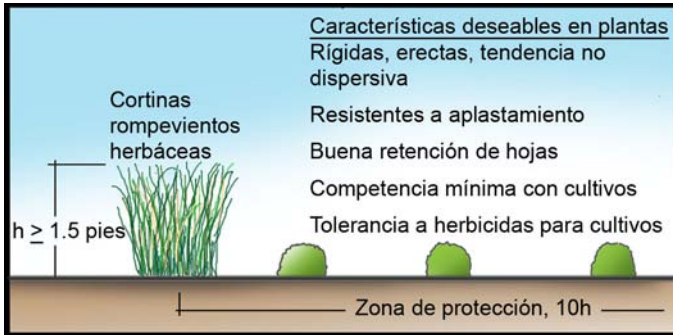
Las cortinas rompevientos de una sola hilera ofrecen resiliencia limitada porque un solo árbol muerto puede dejar un espacio en la cortina rompevientos. Los espacios producen mayores velocidades del viento y reducen la protección.

Las cortinas rompevientos multidireccionales brindan mayor protección que una cortina rompevientos en una sola dirección.



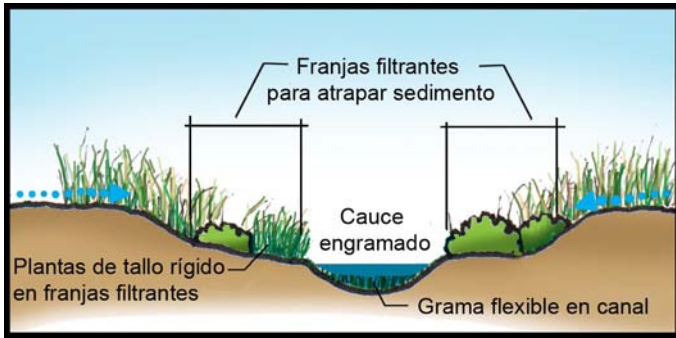
Se debe ubicar el acceso a carreteras al final de las cortinas rompevientos y extender las cortinas rompevientos más allá del área que se esté protegiendo.

Véanse las secciones 4.4, 5.7 y 5.8 para obtener información sobre otras funciones de las cortinas rompevientos.



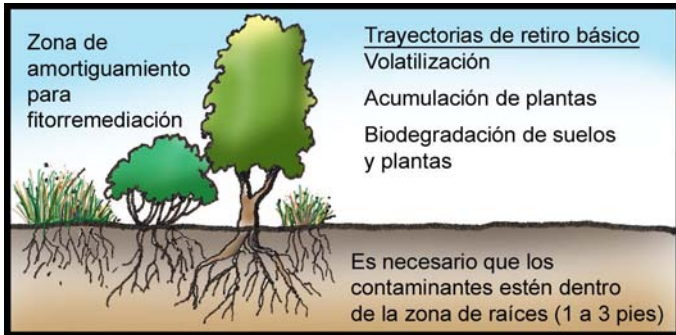
### 3.3 Cortinas rompevientos herbáceas

Las cortinas rompevientos herbáceas son plantas altas no leñosas establecidas en franjas estrechas para reducir la erosión del suelo y proteger los cultivos. En general, los mismos lineamientos de diseño en la sección 3.2 son pertinentes a las cortinas rompevientos sólo herbáceas. Las cortinas rompevientos herbáceas son adecuadas para situaciones con restricciones de altura, tales como en irrigación de pivote central.



### 3.4 Cauces engramados

Un cauce engramado es un canal de vegetación que transporta escorrentía a una velocidad no erosiva hacia una descarga estable. Se pueden mejorar los cauces engramados mediante franjas filtro para filtrar la escorrentía y atrapar sedimento fuera del cauce. La vegetación en el canal debe yacer en el suelo para dejar pasar el agua, mientras que la vegetación en las franjas filtro debe estar erguida y ser rígida para evitar sumergirse y para filtrar el sedimento de la escorrentía.



### 3.5 Zonas de amortiguamiento para fitorremediación

La fitorremediación es el uso de plantas para limpiar el suelo y el agua contaminada con metales, solventes y otros contaminantes. Las zonas de amortiguamiento para fitorremediación se pueden usar para tratar terrenos industriales contaminados, lixiviado de vertederos, desechos de minas y otros sitios con nivel bajo a moderado de contaminación.



Las limitaciones en el uso de fitorremediación incluyen el tiempo necesario para la remediación, contaminantes al nivel tolerable para las plantas usadas, biodisponibilidad de contaminantes y el nivel de limpieza requerido. Consúltense a profesionales del medio ambiente para diseñar un sistema eficaz.

### **Consideraciones clave de diseño**

- Seleccionar vegetación de crecimiento rápido, fácil de mantener y capaz de transformar los contaminantes a una forma no tóxica.
- Podría ser necesario realizar estudios de selección y ensayos de campo para determinar las plantas útiles.
- Evitar los monocultivos para reducir el riesgo de enfermedad y plagas.
- Es necesario que los contaminantes estén dentro de la zona superior de las raíces. Se podrían usar plantas con diferentes tipos y profundidades de raíces para tratar a mayor profundidad un suelo. Un sistema de raíces fibrosas es por lo general más eficiente.
- Determinar y mitigar los riesgos potenciales de la exposición para la fauna silvestre.
- Podría ser necesaria la cosecha de la vegetación y la disposición apropiada de la misma.









## 4. Oportunidades económicas

### Objetivos

- Proveer fuentes de ingreso
- Aumentar la diversidad económica
- Aumentar el valor económico

### Funciones de las zonas de amortiguamiento

1. Generar productos comercializables
2. Reducir el consumo de energía
3. Aumentar el valor de la propiedad
4. Proveer fuentes alternativas de energía
5. Prestar servicios de ecosistema

Lineamientos de diseño para generar oportunidades económicas	Funciones de las zonas de amortiguamiento				
	Generar productos comercializables	Reducir el consumo de energía	Aumentar el valor de la propiedad	Proveer fuentes alternativas de energía	Prestar servicios de ecosistema
4.1 Zonas de amortiguamiento y servicios de ecosistema	✓				✓
4.2 Inhibición del carbono	✓				✓
4.3 Cultivo forestal en zonas de amortiguamiento	✓				✓
4.4 Cortinas rompevientos y rendimiento de cultivos	✓		✓		✓
4.5 Cultivo en fajas contraviento	✓		✓		✓
4.6 Zonas de amortiguamiento para biocombustible	✓			✓	✓
4.7 Conservación de energía: emplazamiento			✓	✓	✓
4.8 Conservación de energía: áreas verdes			✓	✓	✓
4.9 Hábitat polinizador de cultivos	✓				✓

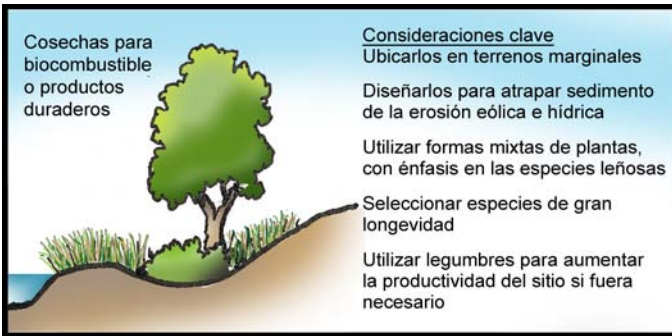
<b>Lineamientos de diseño para generar oportunidades económicas</b>	Funciones de las zonas de amortiguamiento				
	Generar productos comercializables	Reducir el consumo de energía	Aumentar el valor de la propiedad	Proveer fuentes alternativas de energía	Prestar servicios de ecosistema
4.10 Impacto económico de senderos	✓	✓	✓	✓	✓
4.11 Áreas verdes y el valor de la propiedad				✓	✓

<b>Lineamientos de diseño suplementarios que podrían generar oportunidades económicas</b>	Funciones de las zonas de amortiguamiento				
	Generar productos comercializables	Reducir el consumo de energía	Aumentar el valor de la propiedad	Proveer fuentes alternativas de energía	Prestar servicios de ecosistema
3.2 Cortinas rompevientos para control de la erosión eólica	✓	✓	✓	✓	✓
3.3 Cortinas rompevientos herbáceas	✓	✓	✓	✓	✓
3.5 Zonas de amortiguamiento para fitorremediación	✓	✓		✓	✓
5.1 Control de plagas de insectos mediante zonas de amortiguamiento	✓				✓
5.8 Cortinas rompevientos para ganado	✓	✓	✓		✓
6.2 Cortinas rompevientos para control de olores indeseables				✓	✓
6.3 Zonas de amortiguamiento para controlar la calidad del aire				✓	✓
6.4 Zonas de amortiguamiento para control del ruido				✓	✓
6.6 Corredores atractivos en arcenes				✓	✓
6.7 Zonas de amortiguamiento para ocultar vistas indeseables				✓	✓
7.5 Preferencias de los usuarios de senderos				✓	✓
7.6 Disposición de senderos		✓	✓		✓
7.7 Acceso y uso de senderos		✓	✓		✓



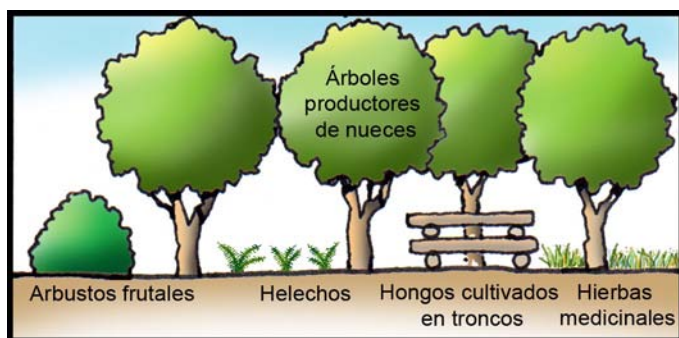
## 4.1 Zonas de amortiguamiento y servicios de ecosistema

Las zonas de amortiguamiento prestan servicios de ecosistema que son valiosos para la sociedad y los propietarios de tierras. Algunos servicios tienen mercados tales como cacería y alquileres recreacionales basados en las funciones del hábitat, pero muchos servicios son difíciles de cuantificar y tienen mercados limitados o inexistentes. Algunos servicios podrían llegar a ser mercados (p. ej.: calidad del agua, créditos de carbono). Arriba figuran algunas consideraciones para diseñar zonas de amortiguamiento con vista a maximizar los servicios de ecosistema.



## 4.2 Inhibición del carbono

El carbono inhibido en zonas de amortiguamiento se podría vender en mercados futuros de créditos de carbono. Utilizar árboles y otras plantas leñosas para almacenar cantidades significativas de carbono sobre el terreno. La mayor y más permanente inhibición de carbono se podría lograr si la vegetación se utiliza para productos duraderos. El carbono en suelo bajo las zonas de amortiguamiento puede aumentar a través de la acumulación de materia orgánica y la deposición de sedimentos.



### 4.3 Cultivos multiestrato en zonas de amortiguamiento

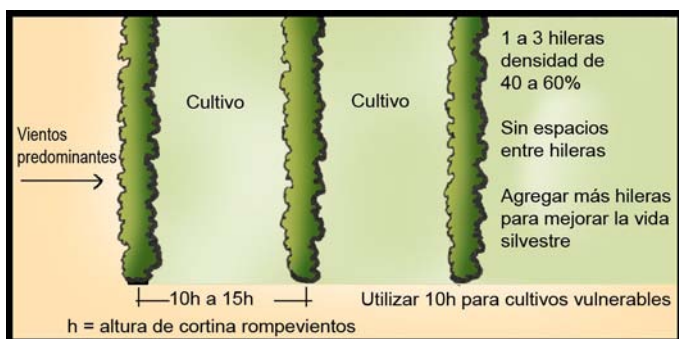
Productos útiles y comercializables pueden crecer bajo zonas de amortiguamiento arboladas (véase la tabla).

#### Consideraciones clave de diseño

- Seleccionar plantas que proveen varios beneficios.
- Usar plantas que proveen productos a corto y a largo plazo.
- Evitar plantas que compitan por los mismos recursos.
- Utilizar las diferentes capas del dosel vegetal para aumentar las opciones.
- Evitar plantas que pongan en peligro otros objetivos de la zona de amortiguamiento.

Productos potenciales a cultivarse en zonas de amortiguamiento	
Capa del dosel vegetal	Planta / Producto
Dosel superior	Árboles productores de nueces (p. ej.: pacanas, avellanas, nueces duras, piñones), madera (p. ej.: roble, nogal, arce), biocombustibles (p. ej.: álamo)
Dosel intermedio	Jarabes (p. ej.: arce, <i>acer negundo</i> ), corteza (p. ej.: cedro, abedul), ramas de hoja perenne, otros productos derivados de madera (p. ej.: virutas de cedro, aceites)
Capa arbustiva	Florales leñosos decorativos (p. ej.: sauce de ramas péndulas, mimbre rojo, acebo), bayas (p. ej.: ciruela silvestre, guillomo, pasas de Corinto)
Capa herbácea	Hierbas medicinales (p. ej.: ginseng, cimífuga, sanguinaria), hierbas culinarias (p. ej.: mentas, albahaca), decorativas (p. ej.: zacatón ( <i>Xerophyllum tenax</i> ), salal ( <i>Gaultheria shallon</i> ), helechos)
Zona de raíces	Hongos (p. ej.: trufas, champiñones)
Capa vertical	Bayas trepadoras (p. ej.: frambuesa), enredaderas (p. ej.: agridulce), hongos cultivados en troncos





#### 4.4 Cortinas rompevientos y rendimiento de cultivos

Las cortinas rompevientos pueden aumentar la cantidad y calidad del rendimiento de cultivos mediante la reducción de la erosión, el mejoramiento del microclima, la retención de humedad y la reducción de daños a la siembra por vientos de gran intensidad. Si los vientos imperantes son bidireccionales, podrían ser necesarias cortinas rompevientos en dos lados. Para promover la acumulación uniforme de nieve a través de un campo y brindar así humedad al suelo, utilizar una densidad de 30 a 40 por ciento.



#### 4.5 Cultivo en fajas contraviento

El cultivo en fajas contraviento es la siembra de cultivos entre hileras de plantas leñosas. Las consideraciones clave de diseño incluyen la selección de plantas leñosas que proporcionan productos comercializables, la estacionalidad y gestión del cultivo, requisitos de sol del cultivo y tamaño de la maquinaria agrícola en la medida que afecte los requisitos de espacio. El cultivo en fajas contraviento se puede cambiar a medida que el dosel de los árboles se cierra paulatinamente.



## 4.6 Zonas de amortiguamiento para biocombustible

Se pueden cultivar plantas herbáceas perennes y leñosas para producir biocombustibles. Los cultivos destinados a biocombustible pueden utilizarse para generar energía mediante co-combustión y gasificación, y el refinamiento de los mismos puede producir combustibles líquidos como etanol, biopetróleo y otros productos como materiales plásticos biodegradables y sustancias químicas especializadas.

Los cultivos para biocombustible sembrados en zonas de amortiguamiento pueden aumentar bloques mayores de plantaciones destinadas a biocombustible. La investigación indica que podría ser posible producir suficientes biocombustibles en zonas de amortiguamiento como para compensar la energía necesaria para producir cultivos entre las zonas de amortiguamiento.

Aunque otras especies podrían ser adecuadas, el álamo híbrido, el sauce y el pasto varilla son los cultivos para biocombustible más investigados (véase la tabla). Hay guías disponibles para cultivos destinados a biocombustibles.

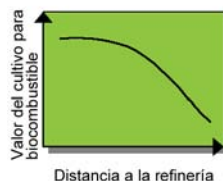
Resumen de la información actual sobre los principales cultivos para biocombustible			
Factor	Álamo ( <i>esp. populus</i> )	Sauce ( <i>esp. Salix</i> )	Pasto varilla ( <i>Panicum virgatum</i> )
Rendimiento actual <sup>1</sup> (toneladas secas/acre/año)	3.1 a 7.0	3.0 a 5.4	4.0 a 6.7
Tiempo para establecerse	Más de 3 años	Más de 3 años	Más de 2 a 3 años
Requisitos de pesticidas	Bajos	Bajos	Bajos
Requisitos de fertilizantes	Bajos a medianos	Bajos a medianos	Muy bajos
Demanda de agua	Mediana	Mediana	Bajos
Costo de establecimiento	Mediana	Mediana	Bajos
Longevidad de la plantación	¿15 a 30 años?	¿20 a 30 años?	¿20 a 30 años?
Intervalo de cosecha	3 a 10 años	3 a 4 años	Anual
Equipo para cosechar	Cortadora y astilladora de rollizos especializada	Cosechadora de forraje modificada	Empacadora de heno
Conversión de energía neta <sup>2</sup>	1:8 a 1:16	1:8 a 1:16	1:4 a 1:14
Tasas de erosión <sup>3</sup> (toneladas/acre/año)	0.09 a 0.9	0.09 a 0.9	0.09

**Notas:**

- Rendimientos variables bajo condiciones de subirrigación y fertilización entre baja y moderada.
- Los índices de energía neta calculados para biocombustibles varían ampliamente debido a las suposiciones iniciales y tipo de energía producida. Para una comparación general, el etanol de maíz produce un índice de energía neta de 1:1.6, mientras que el biocombustible de frijol de soya tiene un índice aproximado de 1:3.2.
- Para una comparación general, los cultivos anuales tienen tasas de erosión que varían desde 2.0 a 6.7 toneladas/acre/año.

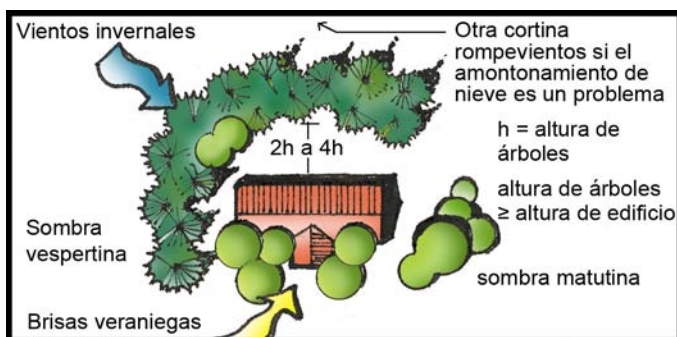
**Factores clave para ubicar zonas de amortiguamiento para biocombustible**

- A menudo, las tierras altamente erosionables son adecuadas.
- Otras tierras marginales podrían ser adecuadas, incluidas las susceptibles a inundaciones y con deficiencia de nutrientes (dependientes de las especies de plantas).
- Ubicarlos para lograr otros objetivos (p. ej.: protección de cultivos, mejorar la calidad del agua).
- El sitio debe estar cerca de una refinera de biocombustible para minimizar el transporte.



### Consideraciones clave de diseño

- Las perennes brindan más beneficios que las anuales.
- Las siembras mixtas pueden proveer más beneficios que los monocultivos (podría ser necesario separar los cultivos leñosos y los herbáceos para biocombustible).
- Considerar la maquinaria para plantar y cosechar en la disposición espacial.
- Seleccionar cultivos para biocombustible que se ajusten a las condiciones del sitio y que sean complementarios a las comunidades naturales de plantas en el área.
- Dejar parte del cultivo para biocombustible sin cosechar en un año dado para proveer otros beneficios.



### 4.7 Conservación de energía: emplazamiento

Las zonas de amortiguamiento establecidas con plantas apropiadas en las ubicaciones correctas pueden producir ahorros anuales de energía de 10 a 40 por ciento. Los elementos clave de diseño son el control de la sombra y el viento.

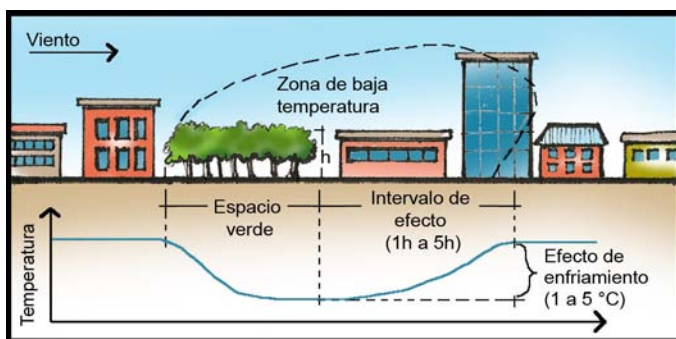
#### Control de la sombra

- Para enfriamiento, maximizar la sombra en las paredes oeste y este, así como sobre el techo.
- Los árboles plantados al sureste, sur o suroeste sólo proyectan sombra sobre un edificio en el verano si se extienden sobre el techo. Estos árboles deben ser de hoja caduca y deben ser podados para permitir el sol de invierno en las ventanas.
- Planear la sombra máxima en la parte más cálida del año y la sombra mínima en la más fría (véase la sección 5.6).

- Considerar la altura y forma final de la plantación, frondosidad y los períodos con y sin hojas.

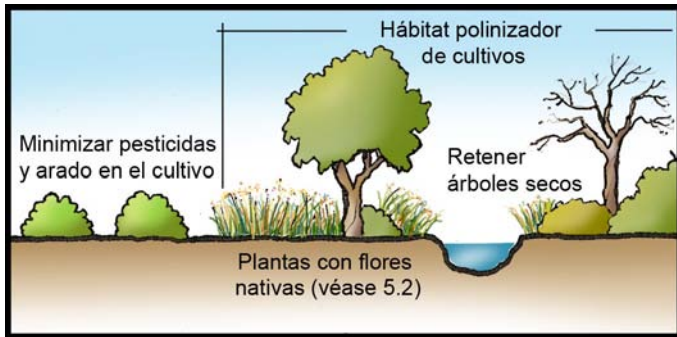
### Control del viento

- Para calentamiento, ubicar una cortina rompevientos densa de plantas de hoja perenne de 2 a 4 veces la altura de los árboles con el viento de cara al edificio.
- Para calentamiento, no se debe podar la cortina rompevientos. Escalonar hileras de plantas para evitar claros en caso de que muera un árbol.
- Si el amontonamiento de nieve es un problema, colocar otra cortina rompevientos de cara al viento, frente a la primera cortina rompevientos (véase la sección 5.7).
- Para enfriamiento, mantener el sotobosque abierto para permitir ventilación mediante las brisas de verano (las cuales vienen en una dirección diferente que los vientos de invierno; véase el diagrama).



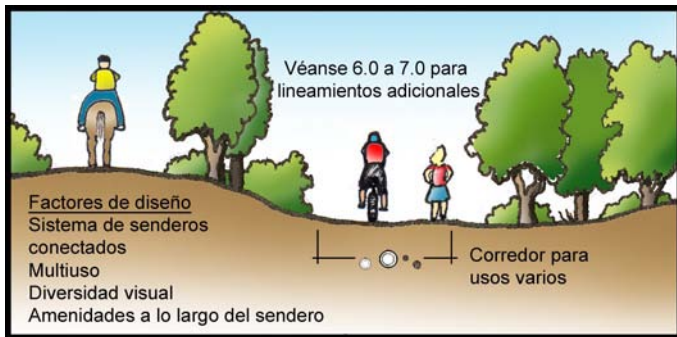
## 4.8 Conservación de energía: áreas verdes

Los parques y otras zonas de amortiguamiento de espacio verde pueden reducir el consumo de energía mediante la reducción de las temperaturas del aire adyacente. Efectos de enfriamiento de verano de 1 a 5 °C pueden extenderse de 1 a 5 alturas de árbol en el área construida. Para maximizar el enfriamiento, colocar las zonas de amortiguamiento a intervalos frecuentes. Cada grado de reducción puede disminuir la demanda de electricidad para enfriamiento de 2 a 4 por ciento.



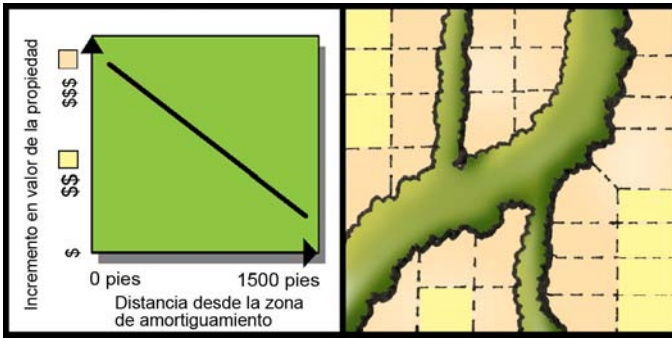
## 4.9 Hábitat polinizador de cultivos

Las zonas de amortiguamiento pueden proveer recursos valiosos a los polinizadores de cultivos, entre otros: sombra, sitios para anidar, agua, néctar, polen y protección contra pesticidas (véanse las secciones 5.2 a 5.3). Las zonas de amortiguamiento pueden reducir el viento y contribuir a la eficiencia del forrajeo y polinización. Idealmente, las zonas de amortiguamiento deben estar a menos de 1000 pies del cultivo.



## 4.10 Impacto económico de senderos

Las zonas de amortiguamiento o vías verdes que incluyen senderos pueden generar beneficios económicos mediante el aumento en el valor de la propiedad, turismo y reducción de costos al público. Las vías verdes pueden reducir los costos al público al servir como corredores para servicios públicos y evitar la urbanización de las áreas de alto riesgo (p. ej.: susceptibles a inundación). Los factores que aumentan el uso de senderos contribuyen a los beneficios económicos (véanse las secciones 6 y 7).



#### 4.11 Vías verdes y valor de la propiedad

Las vías verdes pueden incrementar el valor de la propiedad de parcelas cercanas entre 5 y 32 por ciento. Las vías verdes con características visuales deseables y oportunidades recreativas tienen valores de propiedad correspondientes más altos (véanse las secciones 6 y 7). La adquisición y desarrollo de vías verdes públicas podría ser autofinanciable a través del aumento del valor de la propiedad y el aumento subsiguiente en los impuestos a la propiedad.











## 5. Protección y seguridad

### Objetivos

- Proteger contra el viento o la nieve
- Aumentar el control de plagas biológicas
- Proteger contra aguas de inundación
- Crear un entorno seguro

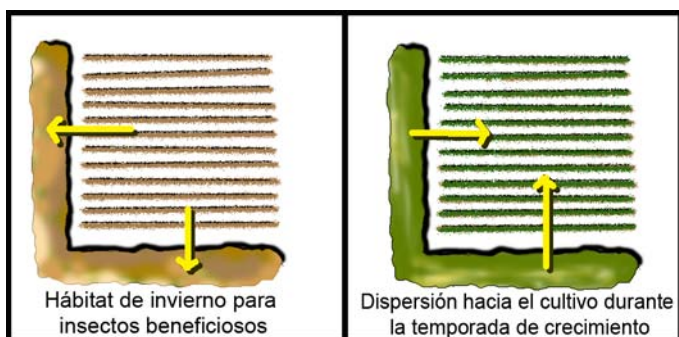
### Funciones de las zonas de amortiguamiento

1. Reducir la energía eólica
2. Modificar el microclima
3. Mejorar el hábitat para depredadores de plagas
4. Reducir los niveles de las aguas de inundación y la erosión
5. Reducir los riesgos

Lineamientos de diseño para protección y seguridad	Funciones de las zonas de amortiguamiento				
	Reducir la energía eólica	Modificar el microclima	Mejorar el hábitat para depredadores de plagas	Reducir los niveles de las aguas de crecidas y la erosión	Reducir riesgos
5.1 Control de plagas de insectos mediante zonas de amortiguamiento	✓	✓	✓		
5.2 Plantas que atraen insectos beneficiosos		✓	✓		
5.3 Zonas de amortiguamiento y deriva de pesticidas	✓	✓	✓		✓
5.4 Control de maleza mediante zonas de amortiguamiento	✓		✓		
5.5 Zonas de amortiguamiento e intersecciones viales					✓
5.6 Control de la sombra		✓			✓
5.7 Distribución del amontonamiento de nieve	✓	✓			✓
5.8 Cortinas rompavientos para ganado	✓	✓			
5.9 Zonas de amortiguamiento y atenuación de inundaciones				✓	✓

<b>Lineamientos de diseño para protección y seguridad</b>	Funciones de las zonas de amortiguamiento				
	Reducir la energía eólica	Modificar el microclima	Mejorar el hábitat para depredadores de plagas	Reducir los niveles de las aguas de crecidas y la erosión	Reducir riesgos
5.10 Zonas de amortiguamiento arboladas para control de inundaciones				✓	✓
5.11 Zonas de amortiguamiento con protección contra incendios arrasadores	✓	✓			✓

<b>Lineamientos de diseño suplementarios que podrían mejorar la protección y la seguridad</b>	Funciones de las zonas de amortiguamiento				
	Reducir la energía eólica	Modificar el microclima	Mejorar el hábitat para depredadores de plagas	Reducir los niveles de las aguas de crecidas y la erosión	Reducir riesgos
1.18 Tolerancias para erosión de riberas				✓	✓
2.2 Introducción a retazos		✓	✓		
2.9 Anchura de corredores		✓	✓	✓	
2.13 Carreteras y cruces viales de fauna silvestre					✓
2.14 Corredores en arcenes					✓
3.2 Cortinas rompevientos para control de la erosión eólica	✓	✓	✓		✓
3.3 Cortinas rompevientos herbáceas	✓	✓	✓		✓
4.4 Cortinas rompevientos y rendimiento de cultivos	✓	✓	✓		
4.5 Cultivo en fajas contraviento	✓	✓	✓		
4.7 Conservación de energía: emplazamiento	✓	✓			
4.8 Conservación de energía: áreas verdes	✓	✓			
4.9 Hábitat polinizador de cultivos	✓	✓	✓		
6.2 Cortinas rompevientos para control de olores indeseables	✓	✓			✓
6.3 Zonas de amortiguamiento para controlar la calidad del aire	✓	✓			✓

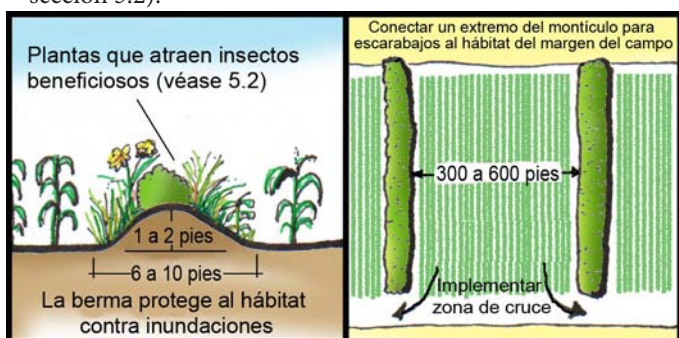


## 5.1 Control de plagas de insectos mediante zonas de amortiguamiento

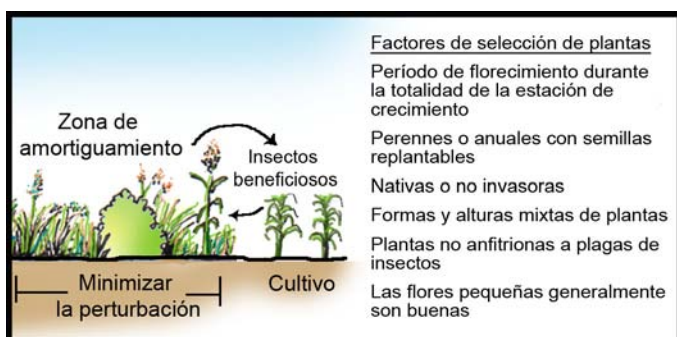
Las zonas de amortiguamiento pueden proveer un hábitat para insectos beneficiosos que se alimentan de plagas de insectos de los cultivos. Para promover la depredación, se debe entender el ciclo de vida del predador beneficioso y de la plaga.

### Consideraciones clave de diseño

- Proveer diversidad y estructura de plantas en la zona de amortiguamiento.
- Proteger la zona de amortiguamiento contra perturbaciones (p. ej.: pesticidas, arado).
- La depredación de plagas de insectos generalmente aumenta con el porcentaje de hábitat de la zona de amortiguamiento en el área.
- Ubicar zonas de amortiguamiento a través de los campos y el paisaje para promover la dispersión de insectos beneficiosos.
- Las zonas de amortiguamiento podrían proveer un hábitat para algunos insectos de plagas pero esto se puede reducir mediante la selección de las plantas apropiadas (véase la sección 5.2).



- Los montículos para escarabajos son bermas largas con plantas, que brindan un hábitat para insectos beneficiosos (veáse el dibujo anterior).



## 5.2 Plantas que atraen insectos beneficiosos

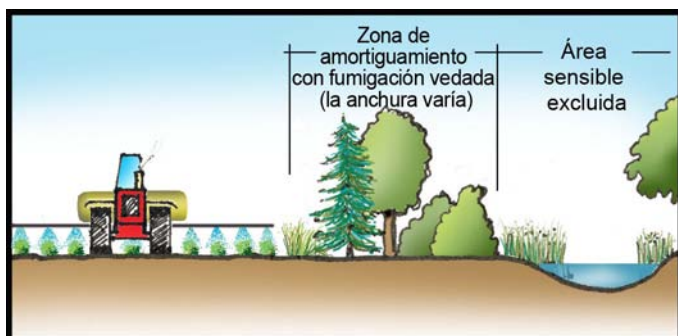
En las zonas de amortiguamiento se pueden sembrar plantas para atraer insectos beneficiosos que se alimentan de plagas de insectos. Las consideraciones incluyen la selección de plantas que florecen secuencialmente a través de la estación de crecimiento y evitar plantas que favorecen la abundancia de plagas.

Plantas que atraen insectos beneficiosos		
Beneficioso	Plagas	Plantas/Hábitat
<b>Chinche asesina</b> (familia Reduviidae)	Muchos insectos, incluidas moscas y orugas grandes	Plantaciones permanentes para refugio (p. ej., cortinas rompervientos)
<b>Abejas-Mariposas</b> (muchas familias)	Ninguna, pero importante para la polinización	Familias de chicharos, borrajas y asteráceas; algodoncillos, arbusto de las mariposas, otros
<b>Avispa braconídea</b> (familia Braconidae)	Oruga militar tardía, gusano del repollo, polilla de la manzana, lagarta peluda, barrenador europeo del maíz, áfido, orugas y otros insectos	Plantas de flores pequeñas con néctar, milenrama, girasol, chirivía
<b>Chinche damisela</b> (familia Nabidae)	Áfido, trips, saltahojas, saltapuntas, orugas	Familia de asteráceas, milenrama, eupatorium perfoliatum
<b>Escarabajo</b> (familia Carabidae)	Babosa, caracol, lagarta rosca, escarabajo de las papas de Colorado, lagarta peluda, orugas, semillas de maleza	Amaranto, pois amacolladas, plantaciones permanentes para refugio

## Plantas que atraen insectos beneficiosos

Beneficioso	Plagas	Plantas/Hábitat
<b>Mosca cernidora</b> (familia Syrphidae)	Áfido	Zanahoria y familia de asteráceas (coreopsis, girasoles, <i>solidago</i> ), chirivía, eupatorio
<b>Alas de encaje</b> (familia Chrysopidae)	Insectos de cuerpo suave, entre otros: áfido, trips, barrenador europeo del maíz, cochinilla rosada del Hibiscus, insectos escama, ácaro	Zanahoria y familia de asteráceas (coreopsis, girasoles, <i>solidago</i> )
<b>Mariquita</b> (familia Coccinellidae)	Áfido, ácaro araña, barrenador europeo del maíz, cochinilla rosada del Hibiscus	Familia de asteráceas, hierba de la mariposa, gramas nativas, hisopo de anís, chirivía, milenrama, langosta negra
<b>Chinche pirata diminuta</b> (familia Anthocorid)	Trips, ácaro araña, saltahojas, gusano de la mazorca del maíz, orugas pequeñas y otros insectos	Zanahoria y familia de asteráceas (margaritas, girasoles, milenrama, <i>solidago</i> ), saúco, potentilla, hisopo de anís, eupatorio y sauces
<b>Escarabajo errante</b> (familia Staphylinidae)	Áfido, nematodo, moscas	Gramas nativas, plantaciones permanentes para refugio
<b>Araña</b> (Salticidae, Thomisidae y otras familias)	Muchos insectos	Zanahoria y familia de asteráceas, hisopo de anís
<b>Chinche soldado</b> ( <i>Podisus maculiventris</i> )	Oruga militar tardía, mosca sierra, escarabajo de las papas de Colorado, escarabajo mexicano del frijol	Familia de asteráceas (girasoles, milenrama)
<b>Mosca de la familia Tachinidae</b>	Lagarta rosca, oruga militar tardía, escarabajo de mayo, lagarta peluda, chinche de las calabazas	Zanahoria y familia de asteráceas, amaranto
<b>Escarabajo tigre</b> (familia Cicindelidae)	Muchos insectos	Amaranto, pois amacolladas, plantaciones permanentes para refugio
<b>Avispas calcídidas</b> (muchas familias, incluida la Trichogrammatidae)	Gusano del abeto, gusano bellotero del algodón, gusano del cuerno del jitomate, gusano de la mazorca del maíz, barrenador del maíz, gusano de la manzana	Zanahoria y familia de asteráceas (margaritas, girasoles, milenrama, <i>solidago</i> ), potentilla, hisopo de anís, chirivía, eupatorio

Se prefieren las plantas nativas porque estas especies atraen insectos nativos beneficiosos y es menos probable que se conviertan en maleza agrícola. La tabla anterior proporciona una lista de insectos beneficiosos, las plagas con que se alimentan los insectos beneficiosos y las plantas o hábitats que atraen insectos beneficiosos.



### 5.3 Zonas de amortiguamiento y deriva de pesticidas

Las zonas de amortiguamiento pueden ayudar a proteger áreas sensibles excluidas contra la deriva de sustancias químicas. El diseño de zonas de amortiguamiento depende de muchas variables, entre otras: método de fumigación, viento, tipo de sustancia química y tipo de área sensible excluida.

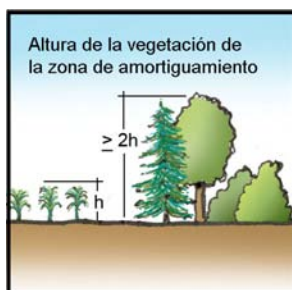
Los gráficos adyacentes resumen las recomendaciones para anchuras de zona de amortiguamiento con base en el método de fumigación y el tipo de área sensible excluida a protegerse. A continuación aparecen las consideraciones generales de diseño.

#### Consideraciones clave de diseño

- Usar vegetación con hojas finas o aciculares. Las plantas de hoja ancha capturan menos deriva de fumigación pero son apropiadas para reducir el viento.
- Usar vegetación con tolerancia a la sustancia química que se esté aplicando.
- Proveer una barrera permeable (densidad de 40 a 50 por ciento) para permitir el paso de aire. Varias hileras de vegetación son mejores que una sola hilera densa.
- La zona de amortiguamiento debe tener una altura al menos dos veces mayor que el cultivo.



- Usar una mezcla de formas de planta para asegurarse de que no hayan claros.
- Ubicarlos para interceptar los vientos imperantes y lo más cerca posible de la zona de fumigación.



La barra negra denota la anchura mínima recomendada, mientras que la barra gris indica el extremo superior de las anchuras recomendadas con base en la investigación actual. Este resumen debe servir solamente como punto de partida para el diseño.

#### Área sensible excluida



##### Vegetación

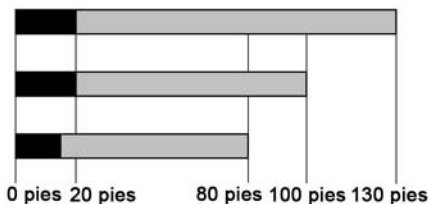
(p. ej.: plántulas, vegetación nativa)

##### Acuática

(p. ej.: humedal, peces)

##### Invertebrados

(p. ej.: abejas, mariposas)



Anchura de zona de amortiguamiento para fumigación terrestre

#### Área sensible excluida



##### Vegetación

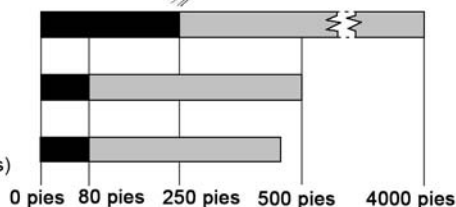
(p. ej.: plántulas, vegetación nativa)

##### Acuática

(p. ej.: humedal, peces)

##### Invertebrados

(p. ej.: abejas, mariposas)



Anchura de zona de amortiguamiento para fumigación aérea

Anchura mínima recomendada

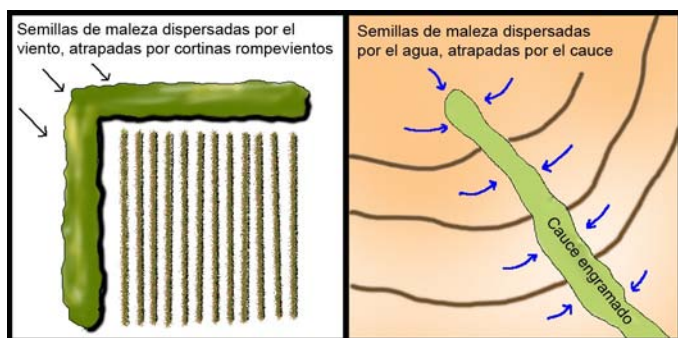


Intervalo superior de anchura recomendada



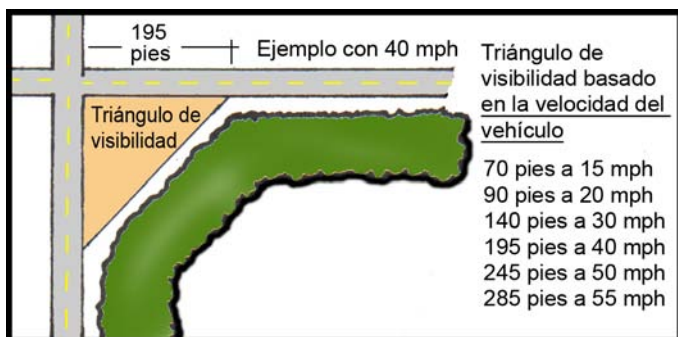
Debido a la variabilidad de la toxicidad química, es necesario emplear estos lineamientos conjuntamente con recomendaciones de gestión específicas para la sustancia química particular en uso. También hay disponibles modelos computarizados para ayudar a calcular el potencial de deriva de fumigación y las zonas de amortiguamiento.

Las zonas de amortiguamiento no deben sustituir otras medidas de seguridad. Es necesario usar prácticas óptimas de gestión adicionales para fumigación de sustancias químicas conjuntamente con las zonas de amortiguamiento.



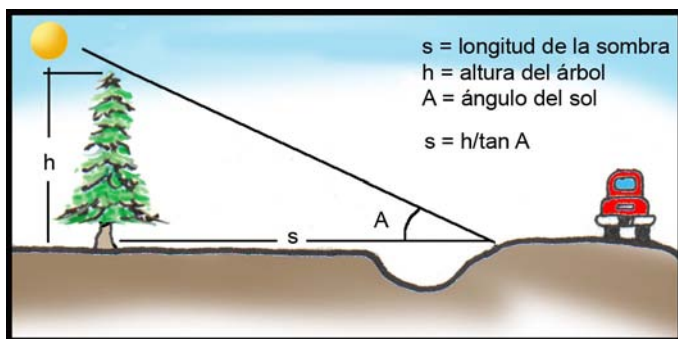
## 5.4 Control de maleza mediante zonas de amortiguamiento

Usualmente las zonas de amortiguamiento no constituyen una fuente de maleza y se pueden utilizar para controlarla. Las zonas de amortiguamiento pueden atrapar semillas de maleza dispersadas hídrica y eólicamente, lo cual reduce el área necesaria para control de maleza. La concentración de semillas de maleza ayuda a que los animales se alimenten con éstas. Una cubierta densa del suelo en una zona de amortiguamiento puede reducir la germinación de la maleza.



## 5.5 Zona de amortiguamiento e intersecciones viales

En intersecciones no controladas por señales de alto, diseñar las zonas de amortiguamiento para permitir visibilidad del tráfico que se aproxima. El triángulo visual se debe basar en la velocidad del vehículo. La altura de las plantas en el triángulo visual debe ser menor de 3 pies. Consúltense a las autoridades pertinentes para determinar si hay reglas sobre retiros en intersecciones.

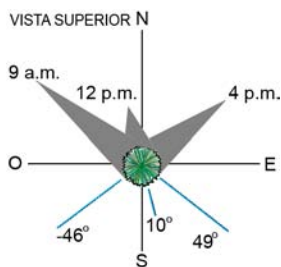


## 5.6 Control de la sombra

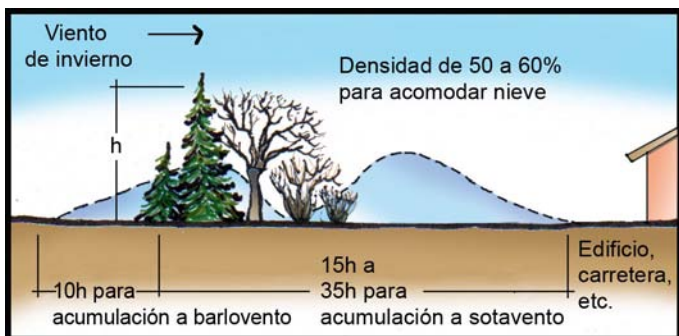
La sombra proyectada por zonas de amortiguamiento puede ser un factor clave de diseño. Por ejemplo, donde se mantienen las carreteras libres de nieve y hielo, se debe emplazar las zonas de amortiguamiento a cierta distancia de la carretera para permitir la luz del sol en la carretera. Donde se mantienen las carreteras con nieve persistente, la sombra constante podría ser deseable para evitar el hielo. También se debe considerar el efecto de las zonas de amortiguamiento sobre el amontonamiento de nieve (véase la sección 5.7).

Utilizar la fórmula  $s = h/\tan A$  para calcular la longitud de la sombra. Véase la tabla 5.6 para un ejemplo. Las calculadoras del ángulo solar, disponibles en la web, proveen el ángulo solar (A) y el ángulo del acimut para una ubicación dada con base en una fecha y hora.

Ejemplo: trayectoria del sol, domingo 21 de diciembre				
Longitud 100° Oeste; latitud 40° Norte; altura del árbol = 35 pies				
Hora	Ángulo del sol (A)	tan A	Acimut del sol (este del sur)	Longitud de sombra (pies)
9:00 a.m.	9°	0.1584	49°	221
12:00 p.m.	26°	0.4877	10°	72
4:00 p.m.	11°	0.1944	-46°	180

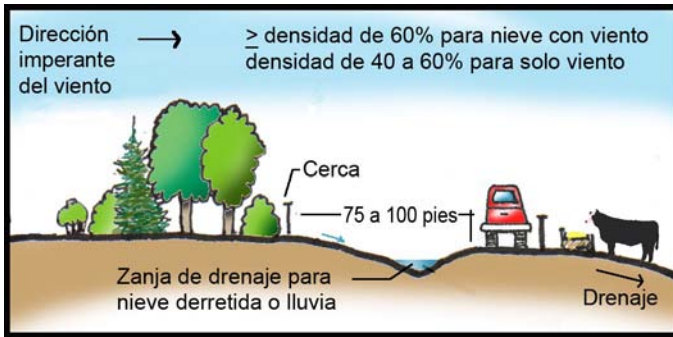


El ángulo del acimut se utiliza para trazar la dirección de la sombra sobre el terreno. El trazo de las sombras durante el día para las horas clave durante un año será útil para diseñar la zona de amortiguamiento (p. ej.: secciones 2.12, 4.4 y 4.7).



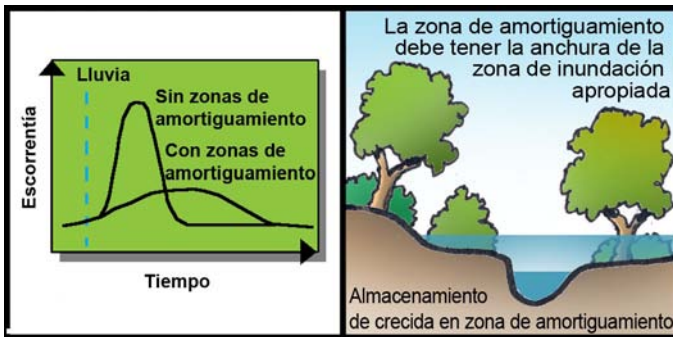
## 5.7 Distribución del amontonamiento de nieve

Para controlar el amontonamiento de nieve, se coloca una cortina rompevientos perpendicularmente a los vientos de invierno imperantes. Si la dirección de los vientos del invierno varía, se podrían necesitar dos cortinas rompevientos. Es necesario extender los extremos de la cortina rompevientos 50 a 100 pies más allá del área que necesita protección. La altura de las plantas influye en la capacidad de almacenamiento de nieve (es decir, la duplicación de la altura de las plantas cuadruplica el almacenamiento de nieve).



## 5.8 Cortinas rompevientos para ganado

Las cortinas rompevientos ubicadas perpendicularmente a los vientos de invierno pueden proteger al ganado al mismo tiempo que permiten que los vientos de verano de enfriamiento circulen en el corral de engorde o pastizal. Hay que proteger las cortinas rompevientos contra el apacentamiento, el cual puede reducir su eficacia. Se debe dirigir la escorrentía del corral de engorde lejos de los árboles, y también se debe tratar (véase la sección 1).



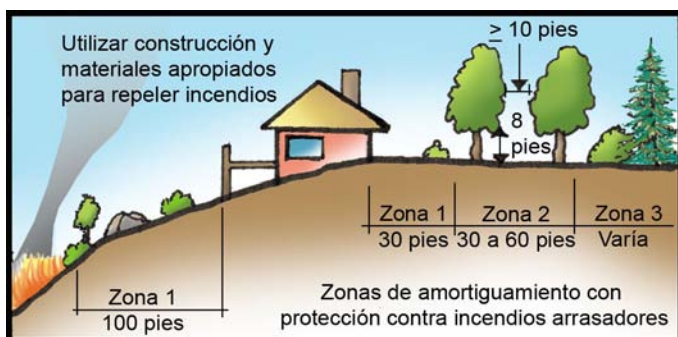
## 5.9 Zonas de amortiguamiento y atenuación de inundaciones

Durante eventos de inundación, las zonas de amortiguamiento ripícolas y los humedales pueden desacelerar la escorrentía y absorber el exceso de agua. Esto reduce los caudales máximos y puede reducir la inundación aguas abajo. Las zonas de amortiguamiento ripícolas aguas abajo podrían ser más eficaces en reducir la inundación que las zonas de amortiguamiento aguas arriba. La anchura de la zona de amortiguamiento debe corresponder a la anchura de la llanura aluvial en cuestión.



## 5.10 Barreras arboladas

Las zonas de amortiguamiento arboladas para control de inundaciones constituyen un sistema de zonas de amortiguamiento leñosas ubicado para controlar inundaciones y promover la deposición de sedimento. Una barrera arbolada primaria está orientada paralelamente al río y las barreras arboladas secundarias perpendicularmente al caudal de inundación. Las zonas de amortiguamiento leñosas junto a diques en el lado del canal pueden protegerlos contra ruptura y pueden reducir el daño a los diques en caso de fallos.



## 5.11 Zonas de amortiguamiento con protección contra incendios arrasadores

Se pueden utilizar las zonas de amortiguamiento para reducir el daño por incendio a edificios y áreas sensibles en paisajes susceptibles a incendios arrasadores.

**Zona 1.** Se necesita un mínimo de 30 pies para que los bomberos protejan una estructura contra un incendio arrasador. En una pendiente, aumentar la distancia a 100 pies

cuesta abajo de la estructura. Utilizar plantas de bajo crecimiento y baja inflamabilidad, espaciadas entre sí. Retirar el material muerto.

**Zona 2.** En la Zona 2 se pueden usar árboles y arbustos de hoja caduca y plantas coníferas ampliamente espaciadas. Hay que cortar las ramas hasta una altura de 8 pies desde el suelo (pero no más de un 30 por ciento de la altura del árbol) y espaciar los árboles de modo que las copas permanezcan al menos 10 pies aparte en la madurez. Es necesario retirar las escaleras combustibles (ramas de árboles y otros materiales que permiten que el fuego ascienda hasta la copa del árbol).

**Zona 3.** Se controla esta zona para mantener la salud del bosque y otros objetivos del propietario de las tierras. Se limita el número de árboles muertos o árboles secos en pie pero se designan algunos para la fauna silvestre (1 a 2 árboles secos en pie por acre).

Consúltese a un silvicultor local sobre lineamientos adicionales.

### **Características de plantas de inflamabilidad baja**

- Hojas húmedas flexibles y savia acuosa no espesa
- Sin o con poca acumulación de vegetación muerta en la planta
- Estructura abierta y suelta del ramaje

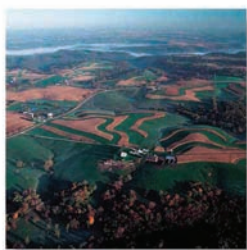






Estética  
y calidad visual





## 6. Estética y calidad visual

### Objetivos

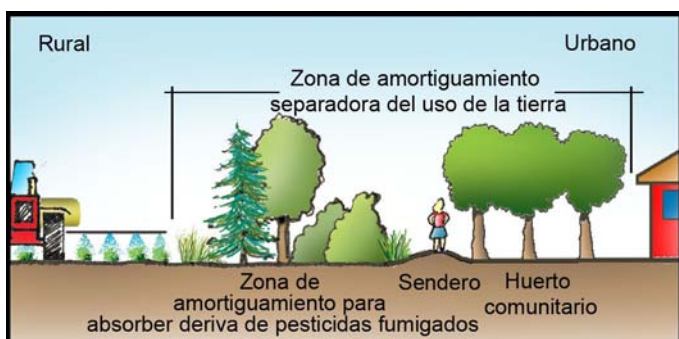
- *Mejorar la calidad visual*
- *Controlar los niveles de ruido*
- *Controlar los contaminantes del aire y los olores indeseables*

### Funciones de las zonas de amortiguamiento

1. Mejorar el interés visual
2. Ocultar vistas indeseables
3. Atenuar el ruido indeseable
4. Filtrar los contaminantes del aire y los olores indeseables
5. Separar las actividades humanas

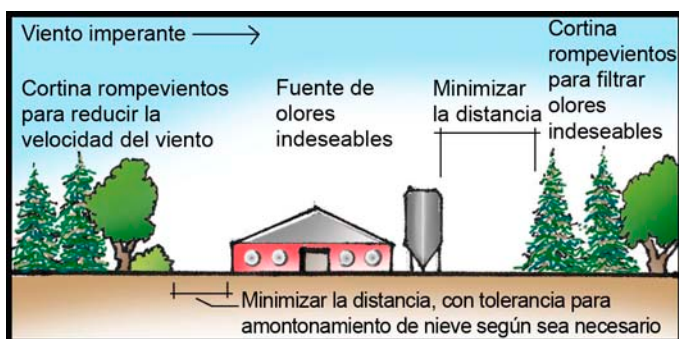
Lineamientos de diseño para estética y calidad visual	Funciones de las zonas de amortiguamiento				
	Mejorar el interés visual	Ocultar vistas indeseables	Reducir el ruido	Filtrar los contaminantes del aire y los olores indeseables	Separar las actividades humanas
6.1 Zona de amortiguamiento separadora de tierras urbanas y rurales	✓	✓	✓	✓	✓
6.2 Cortinas rompevientos para control de olores indeseables				✓	✓
6.3 Zonas de amortiguamiento para controlar la calidad del aire				✓	✓
6.4 Zonas de amortiguamiento para control del ruido			✓		✓
6.5 Desarrollo de la estética ecológica	✓				✓
6.6 Corredores atractivos en arcenes	✓	✓	✓	✓	✓
6.7 Zonas de amortiguamiento para ocultar vistas indeseables		✓			✓

<b>Lineamientos de diseño suplementarios que podrían contribuir a la estética y a la calidad visual</b>	<b>Funciones de las zonas de amortiguamiento</b>				
	<i>Mejorar el interés visual</i>	<i>Ocultar vistas indeseables</i>	<i>Reducir el ruido</i>	<i>Fillar los contaminantes del aire y los olores indeseables</i>	<i>Separar las actividades humanas</i>
2.1 Introducción a matrices	✓				
2.3 Corredores y conectividad	✓	✓	✓	✓	✓
2.9 Anchura de corredores	✓	✓	✓	✓	✓
2.13 Carreteras y cruces viales de fauna silvestre	✓				✓
2.14 Corredores en arcenes	✓	✓	✓	✓	✓
3.2 Cortinas rompevientos para control de la erosión eólica	✓			✓	✓
3.3 Cortinas rompevientos herbáceas	✓			✓	✓
4.10 Áreas verdes y el valor de la propiedad	✓	✓	✓	✓	✓
5.1 Control de plagas de insectos mediante zonas de amortiguamiento					✓
5.3 Zonas de amortiguamiento y deriva de pesticidas fumigados				✓	✓
5.4 Control de maleza mediante zonas de amortiguamiento					✓
5.7 Distribución del amontonamiento de nieve					✓
5.8 Cortinas rompevientos para ganado		✓		✓	✓



## 6.1 Zona de amortiguamiento separadora de tierras urbanas y rurales

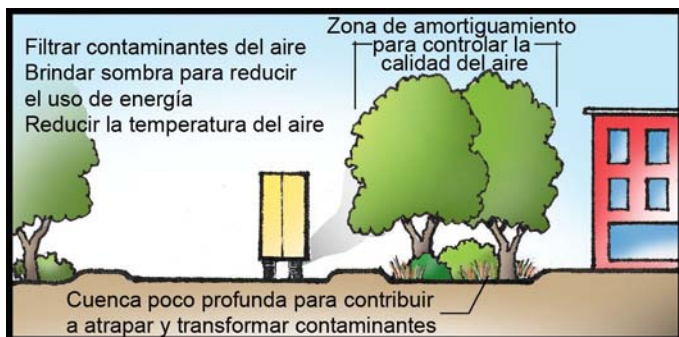
La interfaz rural-urbana es a menudo una zona de tensión debido a los usos y gestión conflictivos de la tierra. Se deben utilizar zonas de amortiguamiento como barreras físicas entre estos usos de la tierra y para proveer una variedad de beneficios. Se diseñan las zonas de amortiguamiento para minimizar los problemas contrapuestos (p. ej.: deriva de la fumigación, ruido, olor indeseable) a la vez que se proveen amenidades (p. ej.: senderos, jardines comunitarios).



## 6.2 Cortinas rompevientos para control de olores indeseables

Las cortinas rompevientos pueden reducir los olores indeseables de ganado e instalaciones de alcantarillado y otras fuentes productoras de olores indeseables. Es necesario plantar zonas de amortiguamiento con una mezcla de árboles altos y arbustos, particularmente coníferos, cerca de la fuente del olor indeseable. Se trata de lograr una densidad de 50 a

65 por ciento. Un sistema de cortina rompevientos alrededor del perímetro es deseable a menudo. Véase la sección 6.3 para obtener lineamientos adicionales.



### 6.3 Zonas de amortiguamiento para controlar la calidad del aire

La vegetación en las zonas de amortiguamiento puede afectar la calidad del aire local y regional de tres maneras principales: reducción de temperatura, retiro de contaminantes del aire y efectos sobre la energía en edificios.

**Reducción de temperatura.** La temperatura más baja del aire debido a árboles y a otra vegetación puede reducir las emisiones de muchos contaminantes dependientes de la temperatura.

**Retiro de contaminantes del aire.** Las plantas retiran contaminantes del aire mediante absorción a través de las hojas y por intercepción de las partículas aerotransportadas. A menudo, los contaminantes capturados por la vegetación se transfieren al suelo. Aunque los suelos y las plantas eliminan la toxicidad de algunos contaminantes, se deben considerar el destino final, la forma y el impacto de los contaminantes.

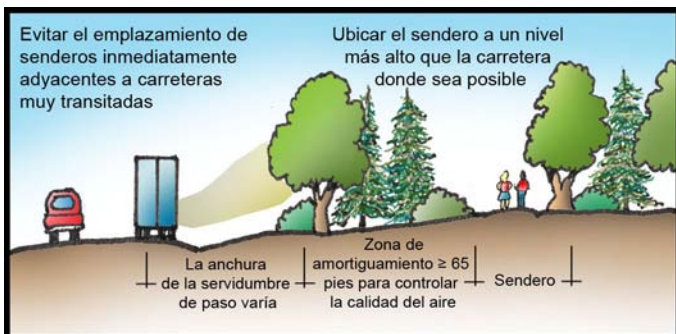
**Efectos sobre la energía en edificios.** Los árboles reducen el uso de energía en edificios, lo cual reduce las emisiones contaminantes de las plantas generadoras de electricidad.



Una zona de amortiguamiento de 65 a 600 pies de anchura podría reducir la contaminación por material particulado en un 40 a 75 por ciento, aunque muchos factores afectan el retiro de contaminantes

### Consideraciones clave de diseño

- Considerar factores meteorológicos, topográficos y otros a escala de paisaje en la ubicación de las zonas de amortiguamiento (p. ej.: secuencia cronológica de la contaminación, puntos de alta concentración).
- Plantar zonas de amortiguamiento alrededor de las fuentes de contaminación del aire y cerca de las mismas.
- Las zonas de amortiguamiento moderadamente densas son las mejores para el retiro de contaminantes.
- Utilizar árboles, arbustos y gramas para una captura multinivel.
- Plantar zonas de amortiguamiento en lugares de conservación de energía (véanse las secciones 4.7 a 4.8).



### Criterios de selección de plantas para retiro de contaminantes del aire

- Los árboles de hoja perenne pueden retirar más contaminantes; sin embargo, muchas especies coníferas son sensibles a los contaminantes comunes.
- Seleccionar plantas con ramaje denso y estructura de ramitas.

- Las hojas con superficies rugosas, resinosas y velludas capturan más partículas que las hojas lisas. Generalmente, las hojas más pequeñas son recolectoras más eficientes que las hojas grandes.
- Las especies herbáceas podrían adsorber más contaminantes gaseosos.
- Utilizar una variedad de especies para minimizar los riesgos de una diversidad baja.
- Utilizar especies de gran longevidad que requieran mantenimiento mínimo.
- Seleccionar especies con resistencia a plagas y enfermedades.
- Seleccionar especies adecuadas para el sitio (p. ej.: los entornos urbanos a menudo tienen suelos compactados y resecos).



## 6.4 Zonas de amortiguamiento para control del ruido

Las zonas de amortiguamiento pueden reducir el ruido de las carreteras y otras fuentes a niveles que permiten actividades al aire libre. Una zona de amortiguamiento plantada de 100 pies de anchura reduce el ruido en 5 a 8 decibeles (dBA).

El uso de una barrera en la zona de amortiguamiento tal como una forma fisiográfica puede aumentar significativamente la eficacia de la zona de amortiguamiento (reducción de 10 a 15 dBA por zona de amortiguamiento de 100 pies de anchura con una forma fisiográfica de 12 pies de altura).

A continuación se proveen lineamientos para carreteras. Se utilizan los diagramas de la página adyacente para calcular la distancia de retiro de una zona de amortiguamiento típica de 100 pies de anchura para lograr un nivel de ruido aceptable.



**Lineamientos de zonas de amortiguamiento para reducción del ruido a lo largo de carreteras****Carretera de velocidad moderada (< 40 mph)**

Plantar una zona de amortiguamiento de 20 a 50 pies de anchura, con el borde próximo de la zona de amortiguamiento dentro de una distancia de 20 a 50 pies del eje del carril de tráfico más cercano

**Carretera de alta velocidad ( $\geq 40$  mph)**

Plantar una zona de amortiguamiento de 65 a 100 pies de anchura, con el borde próximo de la zona de amortiguamiento dentro de una distancia de 50 a 80 pies del eje del carril de tráfico más cercano

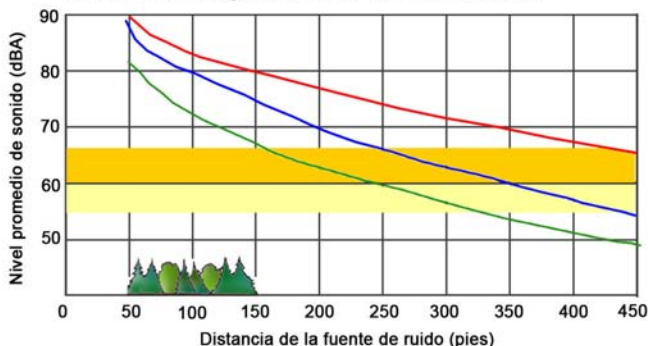
**Consideraciones clave de diseño**

- Ubicar la zona de amortiguamiento cerca de la fuente de ruido a la vez que se proporciona un retiro adecuado en caso de accidentes y amontonamiento de nieve.
- Las especies de hoja perenne brindan control del ruido todo el año.
- Crear una zona de amortiguamiento densa con árboles y arbustos para evitar claros.
- Seleccionar plantas con tolerancia al aire contaminado y métodos de descongelación.
- Las zonas de amortiguamiento naturales son menos eficaces que las zonas de amortiguamiento plantadas.
- Considerar la topografía y utilizar las formas fisiográficas existentes como barreras contra el sonido donde sea posible.

**Cómo calcular la distancia de retiro desde las zonas de amortiguamiento para control del ruido**

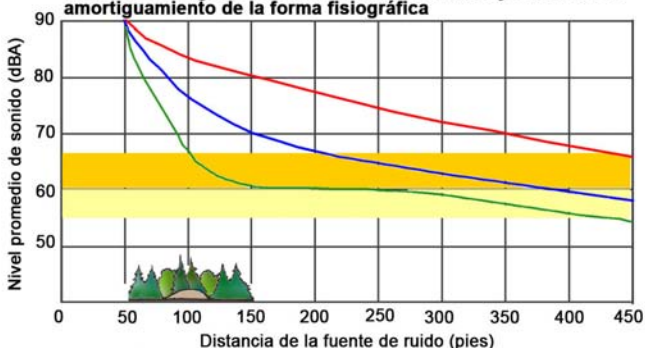
Ejemplo: Se necesita ubicar un sitio recreativo al aire libre cerca de una carretera de modo tal que cumpla los niveles de ruido deseados de 60 a 65 dBA. Si se utiliza una zona de amortiguamiento de árboles y arbustos de 100 pies de anchura, el sitio necesita estar de 100 a 200 pies detrás de la zona de amortiguamiento. El sitio puede estar ubicado inmediatamente detrás de la zona de amortiguamiento si se incorpora una forma fisiográfica de 12 pies de altura a la zona de amortiguamiento.

**Atenuación del nivel de ruido mediante distancia debido a la zona de amortiguamiento de árboles o arbustos**

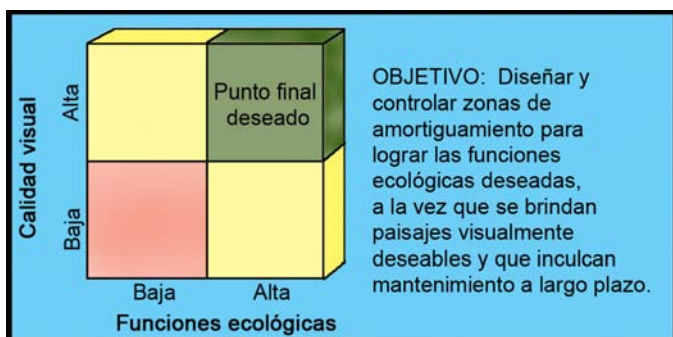


- Control (sin zona de amortiguamiento de árboles o arbustos; ruido de camiones a 55 mph)
- Ruido de camiones con zona de amortiguamiento de árboles o arbustos de 100 pies de anchura
- Ruido de automóviles con zona de amortiguamiento de árboles o arbustos de 100 pies de anchura

**Atenuación del nivel de ruido mediante distancia debido a la zona de amortiguamiento de árboles o arbustos y a la zona de amortiguamiento de la forma fisiográfica**



- Control (sin zona de amortiguamiento de árboles o arbustos; ruido de camiones a 55 mph)
- Ruido de camiones con zona de amortiguamiento de árboles o arbustos de 100 pies de anchura y forma fisiográfica de 4 pies de altura
- Ruido de camiones con zona de amortiguamiento de árboles o arbustos de 100 pies de anchura y forma fisiográfica de 12 pies de altura
- Niveles de ruido de 60 a 65 dBA aceptables para conversación al aire libre
- Niveles de ruido de 55 a 60 dBA aceptables para áreas residenciales durante el día



## 6.5 Desarrollo de la estética ecológica

Muchas personas, independientemente de sus antecedentes, prefieren elementos visuales similares en el paisaje. Algunos de éstos incluyen:

### Elementos visuales preferidos comúnmente

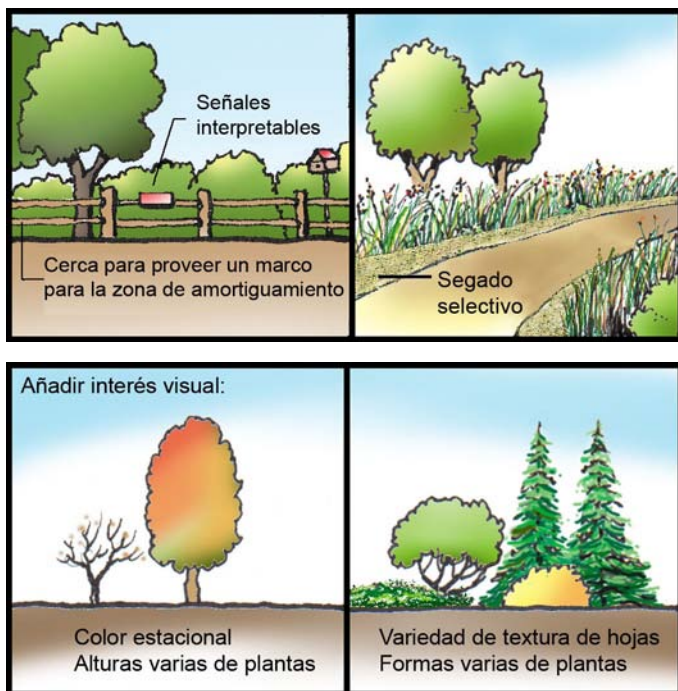
- Paisajes acuáticos (p. ej.: lagos, riachuelos sinuosos)
- Paisajes maquillados
- Paisajes tipo sabana o parque
- Árboles en escala con las características circundantes
- Ausencia de árboles muertos o derribados
- Vías acuáticas limpias, sin o con pocos residuos leñosos
- Árboles maduros grandes y árboles con copas amplias
- Espacios definidos por bordes (p. ej.: pastizal delimitado por arbolado)

Algunos de estos elementos visuales no son deseables para lograr objetivos tales como controlar la calidad del agua y el hábitat de la vida silvestre. Los paisajes naturalistas que proveen funciones ecológicas valiosas a menudo son vistos como sucios e indeseables, mientras que se percibe a los paisajes maquillados, con funciones ecológicas limitadas, como muestra de buena gestión y visualmente deseables.

El reto consiste en diseñar zonas de amortiguamiento que logren las funciones ecológicas deseadas y a la vez brinden paisajes que sean visualmente deseables y que inculquen un compromiso a largo plazo. La página siguiente proporciona estrategias para resolver este problema.

## Estrategias para mejorar la preferencia visual de zonas de amortiguamiento

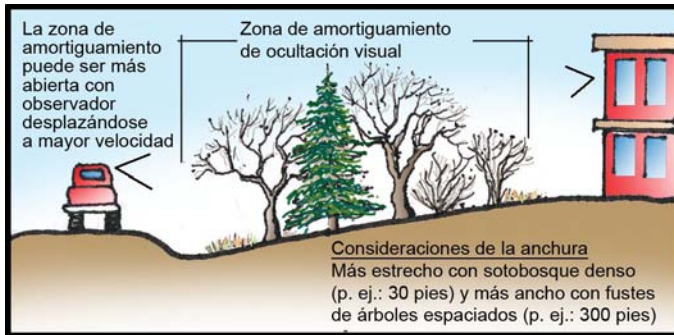
- Diseñar la parte de la zona de amortiguamiento a la vista del público para que sea visualmente placentera, mientras que el interior se puede diseñar para lograr las funciones ecológicas deseadas.
- Utilizar segado selectivo como muestra de gestión apropiada sin reducir en gran medida las funciones ecológicas.
- Proveer marcos visuales que contengan y provean orden alrededor de la zona de amortiguamiento (p. ej.: cerca de madera).
- Utilizar señales interpretables y programas de educación para aumentar el nivel de concientización y preferencias.
- Mejorar el interés visual y la diversidad mediante el aumento del color estacional y la variación de alturas, texturas y formas de plantas.
- Proveer mejoras sencillas al hábitat tales como cajas para anidar y comederos. La fauna silvestre usualmente aumenta la preferencia visual.
- Utilizar pautas de sembrado llamativas para indicar un paisaje diseñado.





## 6.6 Corredores atractivos en arcenes

Se pueden diseñar y atender corredores en arcenes para crear un ambiente de conducción placentero, ahorrar en costos de mantenimiento y reducir la tensión de los automovilistas. Crear interés visual mediante color, textura, forma y altura de las plantas. A velocidades superiores a 40 millas por hora, el área que está a más de 40 pies del lado de la carretera tendrá mayor detalle y será más importante visualmente. Véanse las secciones 5.5. a 5.7.



## 6.7 Zonas de amortiguamiento para ocultar vistas indeseables

Se utiliza vegetación densa con capas múltiples, particularmente arbustos, para ocultar vistas indeseables. Las plantas de hoja caduca proporcionan un 40 por ciento menos en capacidad de ocultar vistas indeseables que las plantas de hoja perenne después de la caída de las hojas. Por lo tanto, se podrían necesitar plantas de hoja perenne o una zona de amortiguamiento más ancha con plantas de hoja caduca para ocultar vistas indeseables todo el año. Tómese en cuenta la altura de la vegetación y el punto de vista en el diseño.











# 7. Recreación al aire libre

## Objetivos

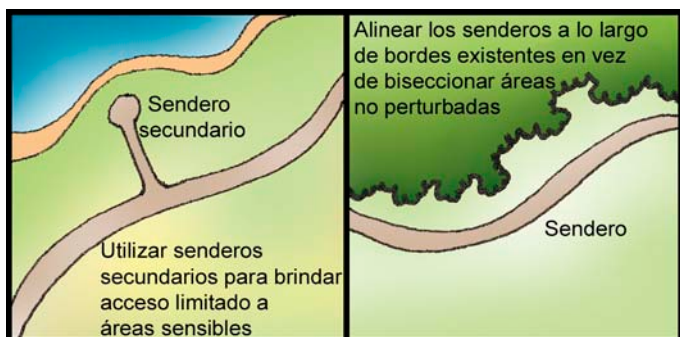
- Promover recreación basada en la naturaleza
- Utilizar las zonas de amortiguamiento como senderos recreativos

## Funciones de las zonas de amortiguamiento

1. Incrementar el área natural
2. Proteger las áreas naturales
3. Proteger el suelo y las plantas
4. Proveer un corredor para movimiento
5. Mejorar la experiencia recreativa

Lineamientos de diseño para recreación al aire libre	Funciones de las zonas de amortiguamiento				
	Aumentar el área natural	Proteger las áreas naturales	Proteger el suelo y las plantas	Proveer un corredor para movimiento	Mejorar la experiencia recreativa
7.1 Vida silvestre y diseño de senderos	✓	✓	✓	✓	✓
7.2 Zonas de amortiguamiento con distancia para iniciar evasión	✓	✓	✓	✓	✓
7.3 Senderos paralelos a corredores ripícolas	✓	✓	✓	✓	✓
7.4 Recreación en senderos y erosión del suelo		✓	✓		✓
7.5 Preferencias de los usuarios de senderos				✓	✓
7.6 Disposición de senderos	✓			✓	✓
7.7 Acceso y uso de senderos				✓	✓
7.8 Áreas verdes y seguridad pública					✓

Lineamientos de diseño suplementarios que podrían mejorar la recreación al aire libre	Funciones de las zonas de amortiguamiento				
	Aumentar el área natural	Proteger las áreas naturales	Proteger las y las plantas para movimiento	Proveer un corredor de experiencia recreativa	Mejorar la experiencia recreativa
1.18 Tolerancias para erosión de riberas		✓	✓		
1.22 Vegetación para control de la erosión de riberas		✓	✓		
2.1 Introducción a matrices	✓	✓	✓	✓	✓
2.3 Corredores y conectividad	✓	✓	✓	✓	✓
2.8 Zonas de amortiguamiento y corredores	✓	✓	✓	✓	✓
2.9 Anchura de corredores	✓	✓	✓	✓	✓
2.10 Efectos de borde de corredores		✓		✓	
2.11 Hábitats acuáticos y zonas de amortiguamiento	✓	✓	✓	✓	✓
2.13 Carreteras y cruces viales de fauna silvestre		✓		✓	
3.1 Zonas de amortiguamiento y gestión de cultivos			✓		
3.2 Cortinas rompevientos para control de la erosión eólica	✓		✓	✓	
4.10 Impacto económico de senderos				✓	✓
6.4 Zonas de amortiguamiento para control del ruido				✓	✓
6.5 Desarrollo de la estética ecológica				✓	✓
6.7 Zonas de amortiguamiento para ocultar vistas indeseables				✓	✓



## 7.1 Vida silvestre y diseño de senderos

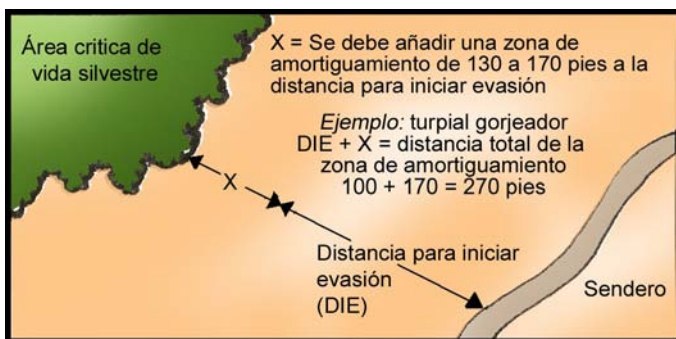
Se pueden diseñar los senderos para minimizar los impactos de la perturbación humana en la vida silvestre. Los factores que influyen los impactos a corto plazo incluyen: tipo de especies y distancia para ponerlas al descubierto; tipo e intensidad de actividad humana; época del año y hora del día; y tipo de actividad entre la vida silvestre. Consúltese a expertos en vida silvestre para obtener una guía.

### Consideraciones clave de diseño

- Alinear los senderos a lo largo de o cerca de bordes existentes creados por humanos o naturales en vez de biseccionar áreas no perturbadas (véase la sección 7.3).
- Mantener un sendero y su zona de influencia alejados de áreas específicas de especies sensibles conocidas.
- Evitar o limitar el acceso a retazos de hábitats críticos.
- Proveer diversidad en las experiencias de senderos, de modo que los usuarios de los mismos se vean menos inclinados a crear senderos por su cuenta.
- Usar senderos secundarios o senderos sin salida para brindar acceso a áreas sensibles debido a que estos senderos tienen menos volumen.
- Generalmente, concentrar la actividad en vez de dispersarla.
- Minimizar el impacto de la construcción de senderos.



- Concentrar el control de maleza en cruces viales y de senderos, al inicio de los senderos y en áreas ripícolas.
- Véase la sección 7.2 para zonas de amortiguamiento basadas en la distancia para iniciar evasión.



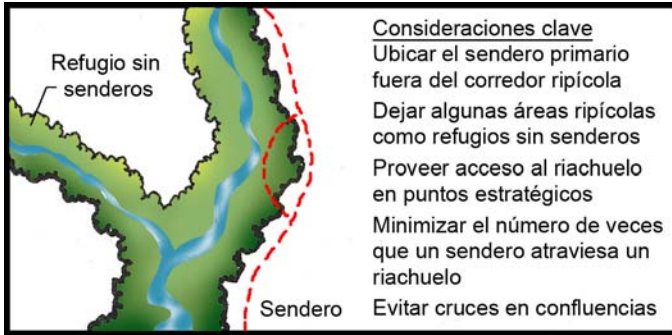
## 7.2 Zonas de amortiguamiento con distancia para iniciar evasión

La distancia para iniciar evasión (DIE) es la distancia a la cual un animal comienza a alejarse de una amenaza que se aproxima, tal como un usuario de senderos. Se ha registrado la DIE para una variedad de especies y estas distancias podrían servir como lineamientos generales para establecer zonas de amortiguamiento de áreas críticas para la fauna silvestre (véase la tabla 7.2).

Estas distancias están basadas en la aproximación de una sola persona a pie. Podrían necesitarse zonas de amortiguamiento más anchas al considerarse grupos de personas. Muchos otros factores influyen la DIE y se debe consultar a un biólogo de fauna silvestre.

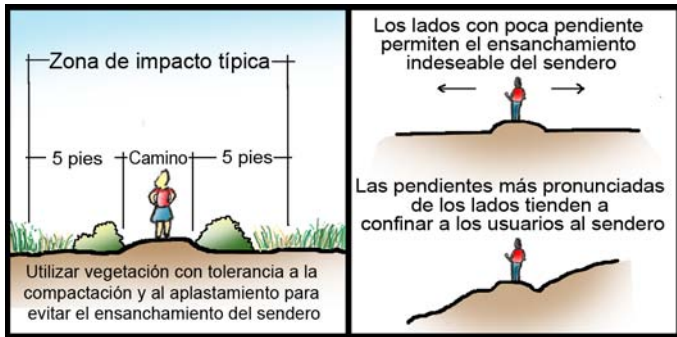
Distancia para iniciar evasión		Distancia para iniciar evasión	
Especies	Distancia de evasión (pies)	Especies	Distancia de evasión (pies)
Venado de cola oscura	490 a 820	Chorlitos dorados	660
Berrendo	770	Garza azulada	660
Alce	280 a 660	Esmerejón	60 a 600
Bisonte	330	Halcón de pradera	60 a 600
Águila dorada	345 a 1280	Garceta grande	330
Halcón calzado	175 a 2900	Turpial gorjeador	100
Águila calva	165 a 2900	Petirrojo	30

Nótese que la DIE es la distancia a la cual el animal comienza a evadir una amenaza; se debe agregar un retiro adicional a la DIE para crear una zona de amortiguamiento que minimice la perturbación de la fauna silvestre. Se han recomendado 130 a 170 pies para esta distancia adicional de zona de amortiguamiento.



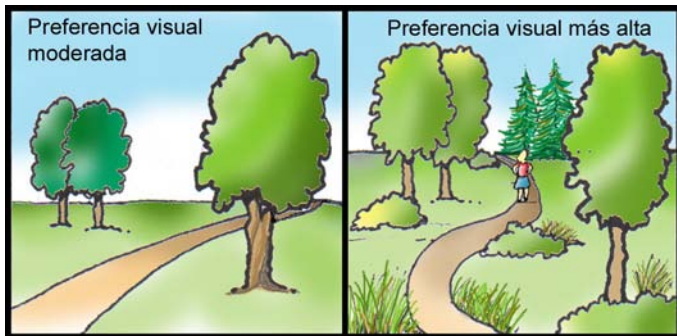
### 7.3 Senderos paralelos a corredores ripícolas

Los corredores ripícolas son áreas críticas para muchas funciones ecológicas que puede verse impactadas negativamente por senderos recreativos con diseño y gestión deficientes. Para minimizar los problemas de impacto y mantenimiento, se ubica el sendero primario en las afueras del corredor ripícola y luego se provee acceso al área ripícola en puntos estratégicos.



## 7.4 Recreación en senderos y erosión del suelo

Se reduce la erosión del suelo mediante la ubicación de senderos en suelos con erosionabilidad baja (p. ej.: textura gruesa, poca materia orgánica, baja humedad del suelo). Se diseñan los senderos para que sigan el contorno. Utilícense lomos de desviación de agua para encausar la escorrentía y alejarla del sendero. Instálense puentes sobre suelos húmedos y evítense pendientes pronunciadas. Considérese el uso de materiales para la superficie del sendero, tales como mantillo o grava triturada, para reducir la erosión.



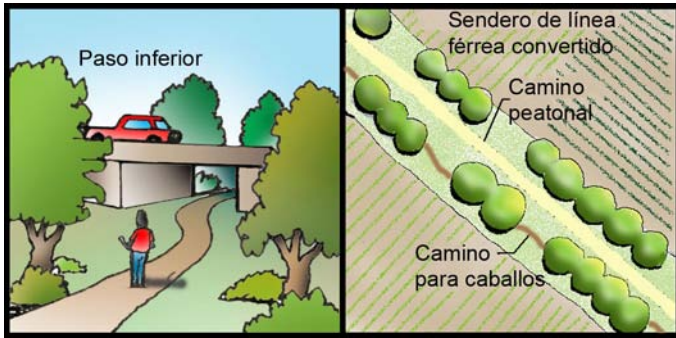
## 7.5 Preferencias de los usuarios de senderos

Los estudios de preferencias han identificado características que los usuarios de senderos consideran deseables en senderos de vías verdes. Se pueden utilizar dichas características para mejorar la experiencia recreativa y aumentar el uso del sendero.

## Consideraciones clave de diseño

- Generalmente los senderos que pasan a través de varios tipos de comunidades de plantas gozan de mayor preferencia.
- Incorporar paisajes acuáticos y elementos históricos o culturales donde sea posible (p. ej.: muros de piedra antiguos, canales).
- Los senderos que pasan a través de áreas abiertas con pocos árboles o características distintivas gozan de menos preferencia. Una mezcla de áreas abiertas y confinadas es deseable.
- Crear una sensación de misterio mediante un alineamiento curvilíneo del camino.
- Incorporar otros elementos visuales preferidos (véase la sección 6.5).
- Proveer senderos que estén conectados, sean accesibles a los usuarios y que promuevan una variedad de usos (véanse las secciones 7.6 a 7.8).
- Diseñar los senderos para reducir la exposición al ruido y la contaminación del aire (véanse las secciones 6.3 y 6.4).
- Crear puntos panorámicos donde los usuarios puedan apreciar la vida silvestre, a otros usuarios de senderos o características interesantes.





## 7.6 Disposición de senderos

Un sistema de senderos conectados ofrece una experiencia recreativa más placentera, segura y continua que los senderos desconectados. Se diseñan los senderos para proveer el paso seguro a través de barreras potenciales tales como carreteras (p. ej.: a través de puentes y pasos a desnivel en un sendero). Se podría convertir las líneas férreas abandonadas en senderos, las cuales a menudo sirven como un sendero regional importante en un área dada.

Los senderos regionales se desarrollan a menudo como las arterias principales de un sistema de senderos a las cuales se conectan los senderos locales. En áreas urbanizadas, una estrategia de desarrollo local de senderos podría ser un enfoque más útil que una estrategia regional. Los senderos locales pueden satisfacer con mayor periodicidad las necesidades diarias de recreación, movilización y acceso a la naturaleza, de los usuarios (véase el diagrama).

Los nodos representan puntos de origen y destino tales como parques y lugares de trabajo. En la estrategia regional, los senderos regionales se



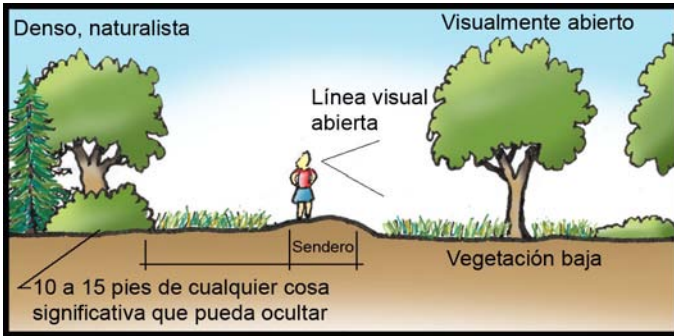


construyen primero y luego se efectúan las conexiones secundarias. En la estrategia local, se desarrolla una serie de senderos locales primero para proveer más opciones para uso peatonal.



## 7.7 Acceso y uso de senderos

Como un lineamiento general para senderos locales, la población deseada debe estar a menos de 5 millas del sendero y a 1 milla si el grupo es una población de mayor edad. Para senderos regionales, las personas podrían estar dispuestas a viajar 15 ó más millas para utilizar un sendero de vía verde. Hay que acomodar varios modos de viaje, pero considérese la separación de usos conflictivos (p. ej.: montar en bicicleta y montar a caballo).



## 7.8 Vías verdes y seguridad pública

Los senderos de vías verdes tienen bajas tasas de crimen documentadas en comparación a otros usos de terrenos desarrollados. Se puede controlar la vegetación para reducir la percepción de temor o crimen. La vegetación densa, natural, a un lado de un sendero no se percibe como insegura siempre y cuando el lado opuesto esté visualmente abierto. Se debe proveer 100 pies de visibilidad frontal y posterior en los senderos donde sea posible.



# Glosario

**acuitardo:** un lecho subterráneo o capa de suelo, roca o arcilla que es demasiado denso para permitir el paso fácil de agua.

**agentes patógenos:** microorganismos que pueden causar enfermedad en otros organismos o en humanos.

**anaeróbico(a):** sin oxígeno.

**arado de conservación:** un sistema de producción de cosechas en el cual se perturba el suelo lo menos posible.

**áreas ripícolas:** áreas de transición entre aquellas caracterizadas por ecosistemas terrestres y acuáticos. Las áreas ripícolas se distinguen mediante gradientes en condiciones biofísicas, procesos ecológicos y biota.

**áreas sensibles excluidas:** áreas adyacentes a áreas de aplicación por rociado de sustancias químicas y en las cuales el acarreo del rocío se considera inaceptable.

**biodisponibilidad:** el grado al cual los contaminantes en suelo contaminado están disponibles para biodegradación.

**carst:** un área irregular de piedra caliza en la cual la erosión ha producido fisuras, sumideros cársticos, corrientes subterráneas y cavernas.

**cohesión del suelo:** la capacidad de un suelo para mantenerse unido.

**conectividad:** la facilidad con que organismos y materiales pueden viajar entre dos puntos.

**corredor:** un retazo lineal. La forma lineal del corredor podría ayudar a que el corredor desempeñe ciertas funciones, tales como ocultar vistas indeseables y aumentar la conectividad de un hábitat.

**cubierta impermeable:** cualquier material de superficie dura tal como techos, asfalto o concreto que limita la infiltración e induce tasas elevadas de escorrentía.

**deposición:** el proceso geológico por el cual se agrega material a una forma fisiográfica o masa de terreno.

**depredación:** el acto de capturar a otro organismo para usarlo como alimento.

**desnitrificación:** reducción bacterial de nitrito a nitrógeno gaseoso bajo condiciones anaeróbicas.

**dispersión:** el proceso o resultado de la diseminación de organismos o partículas de un lugar a otro.

**efectos del borde:** los efectos ecológicos que resultan cuando dos o más tipos de hábitats coinciden en una interfaz. El borde puede ocurrir natural o artificialmente. La creación artificial de un borde puede tener impactos negativos si ésta altera los procesos ecológicos.

**establecimiento de objetivos:** implantación de la preservación, conservación u otras prácticas de gestión en porciones específicas del terreno, donde éstas aportarán los mayores beneficios.

**factor c:** la relación entre la pérdida de suelo de un terreno bajo un sistema específico de cosecha y gestión y la pérdida de suelo por el continuo barbechado y arado para cultivo del terreno.

**falla masiva de laderas:** el movimiento cuesta abajo de material en una ladera inestable.

**fitorremediación:** el uso de plantas para limpiar suelo y agua contaminados con metales, solventes y otros contaminantes.

**flujo concentrado:** escorrentía que se acumula o converge en canales bien definidos.

**franja de filtro:** franja o área de vegetación utilizada para retirar sedimento, materia orgánica y otros contaminantes de la escorrentía y aguas residuales.

**fuste:** el tronco de un árbol.

**índice de área de zona de amortiguamiento:** la relación entre el área tributaria de escorrentía cuesta arriba y el área de zona de amortiguamiento hacia la cual fluye la escorrentía.

**infiltración:** la entrada descendente de agua en el suelo u otro material.

**inhibición de carbono:** el retiro del dióxido de carbono de la atmósfera.

**lixiviado:** un líquido que ha entrado en contacto con desechos o que se ha desprendido de éstos.

**matriz:** el trasfondo dentro del cual existen los retazos y las zonas de amortiguamiento.

**migración:** el paso periódico de grupos de animales de una región a otra para alimentarse o reproducirse.

**parasitismo:** relación entre dos especies de organismos en la cual uno se beneficia a costa del otro, sin matarlo.

**pasaderas:** pequeños retazos de hábitat que permiten el movimiento de especies entre retazos grandes.

**permeabilidad:** la capacidad de un material para permitir el paso de un líquido.

**porosidad:** una medida de los espacios vacíos en un material.

**prácticas óptimas de gestión (POG):** métodos estructurales o no estructurales que previenen o reducen el movimiento de sedimento, nutrientes, pesticidas y otros contaminantes del terreno al agua superficial o subterránea.

**recarga de agua subterránea:** influjo de agua hacia un embalse subterráneo desde la superficie.

**refugios:** ubicaciones en las cuales especies han persistido mientras se han vuelto extintas en otras.

**retazo:** un área relativamente pequeña que tiene una estructura y función claramente diferente del terreno circundante.

**servicios de ecosistema:** servicios fungibles y no fungibles que un ecosistema proporciona a los humanos.

**Sistema de información geográfica (SIG):** un sistema de hardware y software utilizado para el almacenamiento, recuperación, cartografía y análisis de datos geográficos.

**suelo hídrico:** un suelo formado bajo condiciones de saturación o inundación, donde estas condiciones prevalecen durante un tiempo suficientemente prolongado en la temporada de crecimiento de modo que se desarrollen condiciones anaeróbicas en la parte superior del suelo.

**zona de amortiguamiento:** un retazo lineal. La forma lineal de la zona de amortiguamiento podría contribuir a que la zona de amortiguamiento desempeñe ciertas funciones, tales como ocultar vistas indeseables y aumentar la conectividad de un hábitat.

**valor Koc:** una medida de cuán firmemente un pesticida se enlaza o adhiere a partículas de suelo. Mientras mayor sea el Koc, más fuerte será la sujeción del pesticida a la materia orgánica del suelo y menor el potencial de lixiviación.

**ventazón:** desraizado de árboles por el viento.

**Bentrup, G.** 2008. Zonas de amortiguamiento para conservación: lineamientos para zonas de amortiguamiento, corredores y vías verdes. Informe Técnico Gral. SRS-109. Asheville, NC: Departamento de Agricultura, Servicio Forestal, Estación de Investigación Sur. 128 p.

A partir de la revisión de más de 1400 publicaciones de investigación, se sintetizan, formulan e ilustran más de 80 lineamientos de diseño de zonas de amortiguamiento para conservación. Cada lineamiento describe una manera específica en que una zona de amortiguamiento vegetativa se puede aplicar para proteger el suelo, mejorar la calidad del aire y del agua, mejorar el hábitat acuático y de la flora y fauna silvestre, generar productos económicos, brindar oportunidades recreativas o embellecer el paisaje. La exposición de estos lineamientos, con base científica, se desarrolla en forma de reglas empíricas fáciles de entender a fin de facilitar la planificación y el diseño de zonas de amortiguamiento para conservación en paisajes rurales y urbanos. La versión en línea de esta guía incluye la lista de referencias bibliográficas de la publicación, así como también otros recursos para diseñar zonas de amortiguamiento: [www.bufferguidelines.net](http://www.bufferguidelines.net).

**Palabras clave:** zona de amortiguamiento, planificación de conservación, práctica de conservación, corredor, franja de filtro, vía verde, ripícola, zona de gestión de márgenes ribereñas, cortina rompevientos.



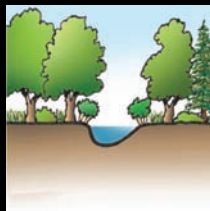
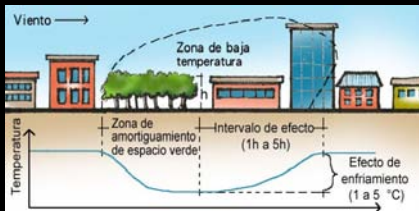




El Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (United States Department of Agriculture, USDA), está dedicado al principio de gestión de usos múltiples de los recursos forestales de la Nación para obtener el rendimiento sostenido de madera, agua, forraje, vida silvestre y recreación. Mediante la investigación en silvicultura, cooperación con los Estados y propietarios de bosques privados, y asimismo, la gestión de los Bosques Nacionales y de las Praderas Nacionales, dedica sus esfuerzos —bajo la dirección del Congreso— a proveer servicios cada vez mayores a una Nación en crecimiento.

El USDA prohíbe en todos sus programas y actividades la discriminación con fundamento en raza, color, nacionalidad, edad, impedimento físico o mental, y donde sea pertinente, sexo, estado civil, estado familiar, estado paterno o materno, religión, orientación sexual, información genética, creencias políticas, represalia, o porque la totalidad o parte del ingreso de un individuo proviene de algún programa de ayuda pública. (No todas las bases de dicha prohibición son pertinentes a todos los programas.) Las personas con algún impedimento que vuelva necesario un medio alternativo para comunicación sobre los programas (Braille, letra de molde grande, cintas auditivas, etc.) deben comunicarse con el Centro TARGET del USDA al (202) 720-2600 (voz y TDD).

Para entablar querrela por discriminación, dirigirse por escrito a USDA, Director, Office of Civil Rights, 1400 Independence Avenue, SW, Washington, D.C. 20250-9410, o bien, llamar al (800) 795-3272 (voz) o al (202) 720-6382 (TDD). El USDA es un proveedor y empleador que ofrece igualdad de oportunidades.



Centro Nacional de Agrosilvicultura

Una asociación colaborativa del



*Ciencia que puedes usar!*