

INDNATUR

INTERREG POCTEP 0599_INDNATUR_2_E

Actividad 2. Entregable nº 3

Documento de medidas sobre las SbN para
incorporar en herramientas de planeamiento en
España y Portugal

Autores: UVa

E2.3: Documento de medidas sobre las Soluciones basadas en la Naturaleza para incorporar en herramientas de planeamiento en España y Portugal

Referencias técnicas

Acrónimo del proyecto	INDNATUR
Título del proyecto	Mejora del entorno urbano en áreas industriales, adaptación al cambio climático y mejora de la calidad del aire a través de Soluciones basadas en la Naturaleza
Coordinadora del proyecto	M. Rosario del Caz Enjuto Universidad de Valladolid charo@arq.uva.es
Duración del proyecto	Junio 2019 - 5 de septiembre de 2022

Número de entregable	E2.3
Código de actividad	2 _ Acciones piloto de aplicación de Soluciones basadas en la Naturaleza en polígonos industriales
Beneficiario responsable de este informe	UVa

© Miembros del Consorcio INDNATUR

E2.3: Documento de medidas sobre las Soluciones basadas en la Naturaleza para incorporar en herramientas de planeamiento en España y Portugal

Tareas y responsables / autores

Redacción del informe	M. Rosario del Caz Enjuto (UVa)
Apoyo a la redacción del informe	Alicia Sáinz Esteban (UVa) Claudia Sánchez Escudero (UVa)
Revisión del informe	Isabel Sánchez Íñiguez de la Torre (AVa)

E2.3: Documento de medidas sobre las Soluciones basadas en la Naturaleza para incorporar en herramientas de planeamiento en España y Portugal

Acrónimos

AVa _ Ayuntamiento de Valladolid
CMB _ Camara Municipal de Bragança
PGOU _ Plan General de Ordenación Urbana
SbN _ Soluciones basadas en la Naturaleza
SUDS _ Sistemas de drenaje urbano sostenible
UVa _ Universidad de Valladolid

E2.3: Documento de medidas sobre las Soluciones basadas en la Naturaleza para incorporar en herramientas de planeamiento en España y Portugal

Índice

1 Introducción	6
2 Análisis sobre las medidas relacionadas con SbN incorporadas en el planeamiento vigente en Castilla y León	7
3 Nuevas medidas específicas y estándares a incorporar en el planeamiento urbano	14
4. Bibliografía y fuentes documentales	40

E2.3: Documento de medidas sobre las Soluciones basadas en la Naturaleza para incorporar en herramientas de planeamiento en España y Portugal

1 Introducción

El presente documento tiene como objetivo la redacción de un conjunto de medidas sobre SbN que pudieran incorporarse a las diferentes herramientas de planeamiento urbano de las ciudades de Castilla y León. Las medidas que se proponen podrían aplicarse específicamente en las áreas industriales de las ciudades y, con carácter general, en todos los ámbitos urbanos de la ciudad, tanto de regeneración urbana como de nuevo desarrollo, con el fin de fomentar la mejora ambiental, social, económica y cultural.

El documento propone para cada una de las SbN que se han manejado en el proyecto INDNATUR estándares mínimos, así como recomendaciones relativas a la concepción, implementación, gestión y mantenimiento de las mismas. En el apartado anterior, se muestran los resultados de un análisis del planeamiento general de los municipios de mayor entidad de las nueve provincias de Castilla y León. Dicho análisis nos ha permitido conocer que el planeamiento vigente en esta Comunidad Autónoma no incluye expresamente términos como: soluciones basadas en la naturaleza, infraestructura verde o sistemas de drenaje urbano sostenible. Sin embargo, sí existen ordenanzas que regulan algunas de las SbN utilizadas en el proyecto; particularmente: arbolado en alineación, o cierre vegetal de parcela, si bien predominan los criterios cuantitativos frente a los cualitativos.

Si bien estos documentos de planeamiento general no recogen las SbN con carácter normativo, varios de los ayuntamientos han desarrollado o están desarrollando otros planes, estrategias, agendas urbanas donde ya sí que aparecen recomendaciones para la inclusión de este tipo de soluciones en las intervenciones urbanas y edificatorias (ver, por ejemplo: la Estrategia de Cambio Climático de Valladolid, 2022). Aunque generalmente no tienen un carácter vinculante, puede decirse que va apreciándose un cambio de actitud que, es deseable, conduzca a la incorporación de ordenanzas en los documentos de planeamiento urbanístico.

Se proponen estándares y medidas específicas que podrían incorporarse como ordenanzas al planeamiento sobre las siguientes SbN: arbolado en alineación; cuneta verde/cuneta filtrante; alcorque vivo/alcorque jardín; jardín de lluvia; estanque de retención; cauce renaturalizado; aparcamiento naturalizado; reverdecimiento de parcela; jardín portátil; cubierta verde; paramento vertical verde; y cerramiento vegetal de parcela.

E2.3: Documento de medidas sobre las Soluciones basadas en la Naturaleza para incorporar en herramientas de planeamiento en España y Portugal

2 Análisis sobre las medidas relacionadas con SbN incorporadas en el planeamiento vigente en Castilla y León

Con objeto de conocer hasta qué punto se proponen Soluciones basadas en la Naturaleza en el planeamiento del área de acción del proyecto INDNATUR, se han analizado los Planes Generales de Ordenación Urbana de los municipios castellanoleoneses. Se ha buscado en la normativa de estos planes artículos que recomienden u obliguen la implantación de este tipo de soluciones.

Se ha partido del Entregable E1.3_Catálogo de fichas de Soluciones basadas en la Naturaleza, en el que se seleccionaron 13 tipos de SbN como las más aptas para su aplicación en áreas industriales, aun cuando pueden ser aplicables también a espacios residenciales, comerciales, etc. Varios de los términos empleados en la elaboración de dichas fichas son los que se han tratado de localizar en los documentos de planeamiento general; específicamente, en las ordenanzas. A este listado de términos específicos se han añadido otros de carácter general, como SbN, SUDs, infraestructura verde, etc. A continuación, se muestra un listado de términos que se ha tratado de localizar en el planeamiento (Tabla 1):

Para ello, se ha utilizado la siguiente lista de palabras o raíces de palabra clave: árbol-, filtrante, permeable, verde, drenaje, sostenible, vegeta-, alcorque, lluvia, estanque, retención, jardín, natura-, residu-.

Soluciones basadas en la Naturaleza _ SbN	Aparcamiento naturalizado	Alcorques jardín
Infraestructura verde	Paramento vertical verde	Jardín portátil
Sistemas de drenaje urbano sostenible _ SUDS	Reverdecimiento de parcela	Cubierta verde
Depuración natural de aguas residuales	Estanque de retención	Cuneta verde
Arbolado en alineación	Cauces naturalizados	Jardín de lluvia
Banda filtrante en aparcamiento	Cerramiento vegetal de parcela	

Tabla 1. Términos analizados en los PGOU de Castilla y León. Fuente: Alicia Sáinz Esteban

Los planes analizados están reflejados en la Tabla 2. Se han analizado los PGOU más recientes, todos ellos aprobados en el siglo XXI. El más antiguo es de 2006 y el más reciente de 2020, señalados en la tabla.

E2.3: Documento de medidas sobre las Soluciones basadas en la Naturaleza para incorporar en herramientas de planeamiento en España y Portugal

Provincia	Municipio	Instrumento	Fecha de publicación
Ávila	Ávila	PGOU	04/12/2006
	Burgos	PGOU	10/04/2014
Burgos	Villagonzalo Pedernales	PGOU	20/12/2013
	La Bañeza	PGOU	08/03/2016
León	Villablino	PGOU	02/11/2012
	Aguilar de Campoo	PGOU	18/11/2015
	Venta de Baños	PGOU	18/07/2016
	Dueñas	PGOU	14/03/2014
Palencia	Palencia	PGOU	07/11/2008
	Villamuriel de Cerrato	PGOU	26/06/2015
	Béjar	PGOU	16/07/2014
	Carbajosa de la Sagrada	PGOU	20/03/2017
Salamanca	Santa Marta de Tormes	PGOU	12/06/2012
	Villamayor	PGOU	13/04/2015
	El Espinar	PGOU	25/05/2018
Segovia	Segovia	PGOU	03/01/2008
	San Leonardo de Yagüe	PGOU	14/12/2015
Soria	Soria	PGOU	16/03/2006
	Arroyo de la Encomienda	PGOU	23/08/2013
	Nava del Rey	PGOU	22/04/2014
	Peñafiel	PGOU	26/11/2012
	Renedo de Esgueva	PGOU	12/08/2015
	Santovenia de Pisuerga	PGOU	12/09/2018
	Valladolid	PGOU	19/06/2020
Valladolid	Villanubla	PGOU	25/05/2012
Zamora	Toro	PGOU	09/04/2013

Tabla 2. PGOU de Castilla y León analizados. Fuente: Alicia Sáinz Esteban

Para iniciar el análisis, se ha tenido en cuenta la fecha de publicación del instrumento, tomándose en primer lugar aquellos planes que han sido aprobados recientemente, concretamente desde el año 2015. Se ha realizado así porque se ha considerado más probable localizar este tipo de términos en el planeamiento aprobado en los últimos años.

De forma general, es muy evidente la ausencia de gran parte de los términos buscados. A continuación, se muestra el listado de términos coloreados en verde, amarillo y rojo, siendo el color rojo los términos que no aparecen en el planeamiento y en verde los que sí que aparecen. En amarillo se señalan aquellos otros que, sin aparecer explícitamente, tienen relación con las SbN planteadas en INDNATUR o bien se mencionan en algún PGOU, pero no se regulan. Como se puede comprobar, se observa que tan solo se suelen plantear las soluciones referidas a arbolado, cerramiento vegetal de parcela y en algunos casos al reverdecimiento de parcela.

E2.3: Documento de medidas sobre las Soluciones basadas en la Naturaleza para incorporar en herramientas de planeamiento en España y Portugal

Soluciones basadas en la Naturaleza _ SbN	Aparcamiento naturalizado	Alcorques jardín
Infraestructura verde	Paramento vertical verde	Jardín portátil
Sistemas de drenaje urbano sostenible _ SUDS	Reverdecimiento de parcela	Cubierta verde
Depuración natural de aguas residuales	Estanque de retención	Cuneta verde
Arbolado en alineación	Cauces naturalizados	Jardín de lluvia
Banda filtrante en aparcamiento	Cerramiento vegetal de parcela	

Tabla 3. Presencia/ausencia de los términos buscados en los PGOU de Castilla y León analizados. Fuente: Alicia Sáinz Esteban

Son los planes más recientes los que ofrecen soluciones de este tipo. Según nos alejamos de la fecha actual, los planes van ofreciendo menores soluciones relacionadas con la vegetación. A modo de ejemplo, el PGOU de Valladolid propone en distintas ordenanzas soluciones que favorecen, por ejemplo, la colocación de pavimentos filtrantes, bandas ajardinadas, ajardinamiento de cubierta o vegetación trepadora en paramentos verticales.

En la tabla a continuación, se muestra el análisis del planeamiento en cada municipio. Se han buscado los términos mencionados, indicando en la tabla con color verde si están presentes en el planeamiento, y con color naranja cuando no se mencionan. Además, se ha indicado con las letras N y R si las medidas que aparecen se plantean de modo normativo, es decir, obligatorio (N), o a modo de recomendación (R).

Municipio	Fecha de publicación	Soluciones basadas en la Naturaleza	Infraestructura verde	Sistemas de drenaje urbano sostenible	Depuración natural de aguas residuales	Arbolado en alineación	Cuneta verde	Banda filtrante de aparcamientos	Alcorques vivos	Jardín de lluvia	Estanque de retención	Cauces naturalizados	Aparcamiento naturalizado	Reverdecimiento de parcela	Jardín portátil	Cubierta verde	Paramento vertical verde	Cerramiento vegetal de parcela
Soria	16/03/2006					N												R
Ávila	04/12/2006												N					N
Segovia	03/01/2008			N		N	N	N					N					N

E2.3: Documento de medidas sobre las Soluciones basadas en la Naturaleza para incorporar en herramientas de planeamiento en España y Portugal

Municipio	Fecha de publicación	Soluciones basadas en la Naturaleza	Infraestructura verde	Sistemas de drenaje urbano sostenible	Depuración natural de aguas residuales	Arbolado en alineación	Cuneta verde	Banda filtrante de aparcamientos	Alcorques vivos	Jardín de lluvia	Estanque de retención	Cauces naturalizados	Aparcamiento naturalizado	Reverdecimiento de parcela	Jardín portátil	Cubierta verde	Paramento vertical verde	Cerramiento vegetal de parcela
Palencia	07/11/2008					N												N
Villanubla	25/05/2012					N												R
Santa Marta de Tormes	12/06/2012					N												R
Villablino	02/11/2012					R												R
Peñafiel	26/11/2012																	R
Toro	09/04/2013					R	R											R
Arroyo de la Encomienda	23/08/2013					R	R							N				R
Villagonzalo Pedernales	20/12/2013							R										R
Dueñas	14/03/2014					N								N				R
Burgos	10/04/2014				N	N							N					N
Nava del Rey	22/04/2014					N								R				R
Béjar	16/07/2014				R	N	R											
Villarmayor	13/04/2015																	
Villamuriel de Cerrato	26/06/2015					R												R
Renedo de Esgueva	12/08/2015					N								N				N
Aguilar de Campoo	18/11/2015					R							R					
San Leonardo de Yagüe	14/12/2015					R												R
La Bañeza	08/03/2016			R		R	R							N				R
Venta de Baños	18/07/2016													N				N

E2.3: Documento de medidas sobre las Soluciones basadas en la Naturaleza para incorporar en herramientas de planeamiento en España y Portugal

Municipio	Fecha de publicación	Soluciones basadas en la Naturaleza	Infraestructura verde	Sistemas de drenaje urbano sostenible	Depuración natural de aguas residuales	Arbolado en alineación	Cuneta verde	Banda filtrante de aparcamientos	Alcorques vivos	Jardín de lluvia	Estanque de retención	Cauces naturalizados	Aparcamiento naturalizado	Reverdecimiento de parcela	Jardín portátil	Cubierta verde	Paramento vertical verde	Cerramiento vegetal de parcela
Carbajosa de la Sagrada	20/03/2017					R								N				N
El Espinar	25/05/2018																	
Santovenia de Pisuerga	12/09/2018					N												N
Valladolid	19/06/2020					N	R	N					N	N		R	N	N

	No presente en normativa
N	Presente en normativa como condición obligatoria
R	Presente en normativa como recomendación

Tabla 4. Soluciones basadas en la Naturaleza en los PGOU de cada municipio analizado. Fuente: Alicia Sáinz Esteban

En esta tabla 4 se ve de forma clara que las propuestas más repetidas en el planeamiento son las de arbolado en alineación y las de cerramiento vegetal de parcela. En algunos casos, se observa la medida de reverdecimiento de parcela, y en muy pocos casos se han detectado otras soluciones, como la de aparcamiento naturalizado, sistemas de drenaje urbano sostenible, depuración natural, banda filtrante de aparcamiento o cuneta verde.

Se han ordenado los resultados de la tabla 4 por orden cronológico, de forma que los planes más antiguos están en la parte superior de la tabla y los más recientes en la parte inferior. Se ha realizado así para tratar de visualizar si existe un aumento de las soluciones empleadas visibles en el tiempo, a lo largo de los años analizados. No es visible ninguna tendencia, sino que las soluciones empleadas son constantes en ese periodo.

E2.3: Documento de medidas sobre las Soluciones basadas en la Naturaleza para incorporar en herramientas de planeamiento en España y Portugal

3 Nuevas medidas específicas y estándares a incorporar en el planeamiento urbano

Partiendo del Catálogo de fichas técnicas de SbN para su implementación en áreas industriales, desarrollado en el entregable E1.3, se exponen a continuación aquellas normas que el proyecto INDNATUR propone incorporar en el planeamiento urbanístico para contribuir a lograr ciudades más saludables, sostenibles y resilientes.

Soluciones basadas en la Naturaleza. Este concepto no se menciona en ninguno de los planes generales de las principales ciudades de Castilla y León. Se propone su incorporación en los documentos de planeamiento, definiéndolo y regulando la obligatoriedad de incorporar soluciones de este tipo en los nuevos desarrollos urbanísticos y en la regeneración de tejidos existentes. En la Fig. 1. Se muestran los servicios ecosistémicos proporcionados por las SbN.



Fig. 1. Servicios ecosistémicos proporcionados por las SbN. Fuente: Rosalía Simón de Lama (UVa), a partir de "Servicios ecosistémicos y biodiversidad", FAO: <https://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es/>

Infraestructura verde. Este concepto no se menciona en ninguno de los planes generales de las principales ciudades de Castilla y León. Se propone su incorporación en los documentos de planeamiento, definiéndolo y regulando la obligatoriedad de garantizar la **conectividad** de los diferentes espacios verdes y/o naturales; de promover la **identificación y protección**

E2.3: Documento de medidas sobre las Soluciones basadas en la Naturaleza para incorporar en herramientas de planeamiento en España y Portugal

de los elementos de infraestructura verde existentes, y de **planificación estratégica** y a todas las escalas (arquitectónica, urbana, periurbana y territorial).

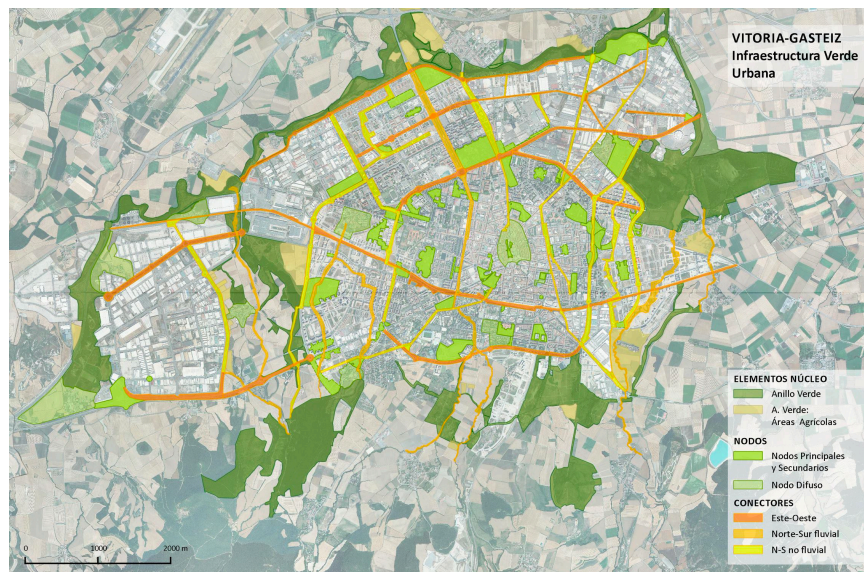


Fig. 2. Infraestructura verde urbana de Vitoria_Gasteiz, donde puede apreciarse el concepto de conectividad entre espacios verdes de diversas escalas. Fuente: Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz

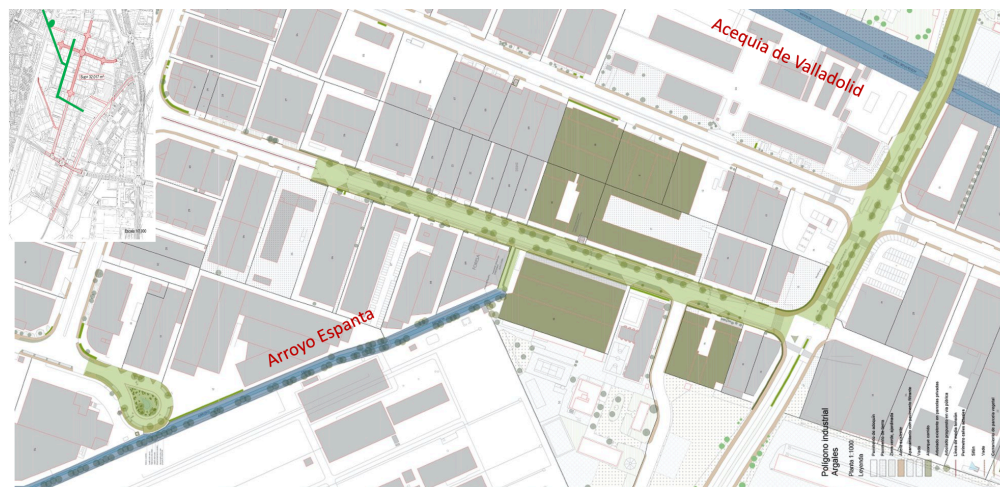


Fig. 3. Corredor verde-azul en Argales (Valladolid), en verde. Se ha buscado la conectividad con otros dos elementos naturalizados de interés (acequia de Valladolid y tramo del arroyo Espanta). Fuente: M. Rosario del Caz Enjuto (UVa) y Alicia Sáinz esteban (UVa).

Sistemas de drenaje urbano sostenible _ SUDS. Este concepto no se menciona en ninguno de los planes generales de las principales ciudades de Castilla y León. Se propone su incorporación en los documentos de planeamiento, definiéndolo y regulando la obligatoriedad de incorporar sistemas de este tipo para permitir la retención, filtración, e infiltración de agua de lluvia en el subsuelo, así como la depuración natural de aguas pluviales y/o grises.

E2.3: Documento de medidas sobre las Soluciones basadas en la Naturaleza para incorporar en herramientas de planeamiento en España y Portugal

Comparación entre un sistema de drenaje convencional y un sistema de drenaje diseñado como solución basada en la naturaleza: las SBN son multifuncionales, aportan una gama de beneficios ambientales dinámicos y siempre activos, durante todo el tiempo de uso, en comparación con una infraestructura convencional, generalmente monofuncional.

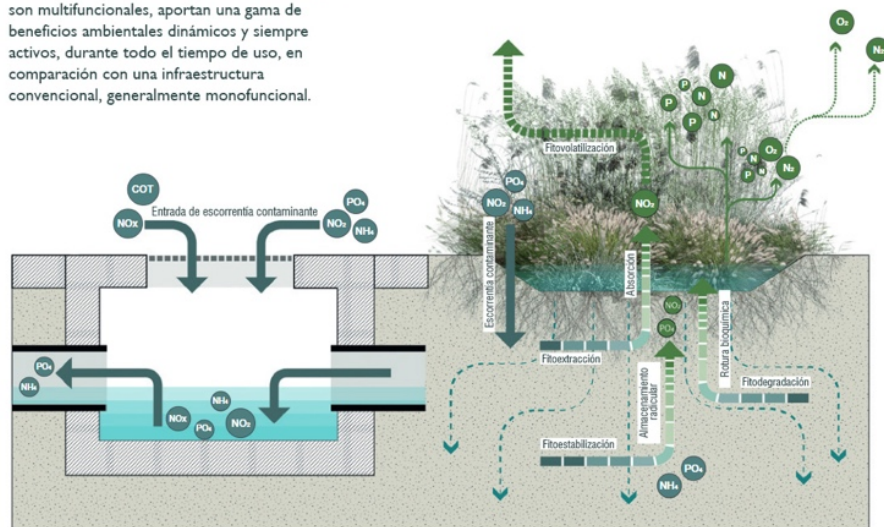


Fig. 4. Comparación entre un sistema de eliminación de aguas de lluvia convencional y un SUDS. Fuente: Claudia Sánchez Escudero (UVa), a partir de Montlleó y Spanou (2022).

Arbolado en alineación. Se trata de un tipo de solución que aparece en todos los planes generales, si bien con criterios, por lo general, poco ambiciosos y relacionados con la ornamentación más que con la ecología. Dados los beneficios que aportan los árboles, se propone una mayor regulación sobre el arbolado en alineación.

Propuesta de normativa:

- **Nº de árboles y marco de plantación:** con criterio general se plantarán árboles en todas las aceras cuya anchura sea igual o superior a 2,5 m. El marco de plantación dependerá del porte de la especie elegida, una vez ésta haya alcanzado su madurez. Debe promoverse, en cualquier caso, la formación de un dosel continuo cuando los árboles hayan alcanzado su desarrollo definitivo.
En vías de coexistencia o medianas de vías anchas se seguirá con el mismo criterio, siempre que se cumplan las servidumbres señaladas a continuación.
- **Servidumbres del arbolado.** La separación entre los árboles y las farolas y entre éstos y los semáforos u otras señales de tráfico será, como mínimo, de 4 m en el primero de los casos y de 4,5 metros en el segundo. En la figura 5 se señalan las principales servidumbres del arbolado.
- **Especies recomendadas.** En la figura 6 se señalan algunas de las especies recomendadas para ir introduciendo paulatinamente en el viario de Valladolid. Se establecen diferentes zonas en función del espacio disponible (Sierra Soliño, 2021, 201).
- **Alcorques.** En la construcción de nuevas aceras y en la remodelación de las existentes, los alcorques serán alargados en el sentido de circulación peatonal y estarán enrasados con la acera para facilitar la recogida de aguas pluviales. El borde del alcorque debe

E2.3: Documento de medidas sobre las Soluciones basadas en la Naturaleza para incorporar en herramientas de planeamiento en España y Portugal

mantener, como mínimo, 0,4 m de distancia con el tronco del árbol (Sierra Soliño, 2021, 178-181). Es necesario, también, garantizar un volumen mínimo de suelo útil para el correcto desarrollo de las raíces. Ver Figs. 7, 8 y 9.

- **Mantenimiento.** En términos generales, se permitirá el desarrollo en estructura natural del arbolado, llevando a cabo solamente las podas necesarias de formación, refaldado y seguridad. En el caso de que haya interferencias entre el arbolado y las edificaciones, se realizarán podas de acompañamiento, que acompaña al árbol en su desarrollo asimétrico, generando árboles con una estructura natural intervenida en lado de fachada y mantenida en el lado libre de la forma más natural posible (Sierra Soliño, 2021, 48-56). En la figura 10 se muestra el esquema de arbolado en viario sometido a poda de acompañamiento.

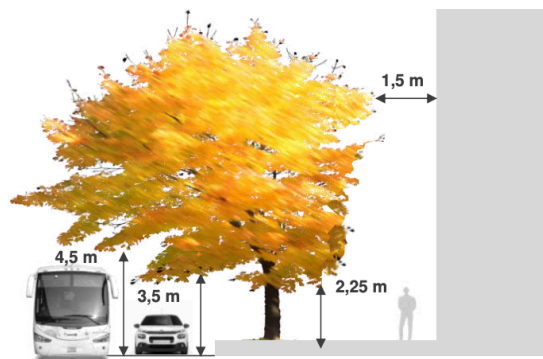


Fig. 5. Servidumbres de arbolado en vías urbanas. Fuente: Sierra Soliño (2021).

ESPACIO 1	ESPACIO 2	ESPACIO 3	ESPACIO 4
<i>Acer campestre</i> "Lienco"	<i>Acer campestre</i> "Elsrijk"	<i>Pyrus calleryana</i>	<i>Acer saccharinum</i> "Laciniatum Wieri"
<i>Crataegus laevigata</i>	<i>Acer campestre</i> "Queen Elisabeth"	"Redspire"	<i>Fraxinus excelsior</i> "Westhof's Glorie"
"Paul Scarlet"	<i>Acer platanoides</i> "Columnare"	<i>Pyrus communis</i>	<i>Pterocarya fraxinifolia</i>
<i>Crataegus x lavallei</i>	<i>Acer platanoides</i> "Globosum"	"Beech hill"	<i>Tilia euchlore</i>
"Carrierei"	<i>Alnus glutinosa</i> "Imperialis"	<i>Styphnolobium</i> 'Fleright'	<i>Tilia tomentosa</i>
<i>Fraxinus ornus</i>	<i>Alnus glutinosa</i> "Pyramidalis"	PRINCETON UPRIGHT	<i>Tilia tomentosa</i> 'Szeleste'
"Mecsek"	<i>Cercis canadensis</i>	(Sophora)	<i>Ulmus resista</i> "Sapporo autumn gold" Resista
<i>Fraxinus ornus</i> 'Paus	<i>Cercis canadensis</i> "Forest pansy"	<i>Styphnolobium</i> j.	<i>Zelkova serrata</i> "Flekova" Green Vase
Johannes-Paulus II	<i>Cercis sinensis</i>	"Columnare" (Sophora	<i>Acer saccharinum</i> "Laciniatum Wieri"
"Obelisc"	<i>Chitalpa tashkentensis</i> "Pink Dawn"	'Columnare')	<i>Fraxinus excelsior</i> "Westhof's Glorie"
<i>Rhus typhina</i>	<i>Chitalpa tashkentensis</i> "Summer	<i>Styphnolobium</i> j. 'Regent'	<i>Pterocarya fraxinifolia</i>
	Bells"	(Sophora 'Regent')	<i>Tilia euchlore</i>
	<i>Ginkgo biloba</i> "fastigiata"	<i>Tilia cordata</i>	<i>Tilia tomentosa</i>
	<i>Gleditsia triacanthos</i> "Elegantissima"	"Greenspire"	<i>Tilia tomentosa</i> 'Szeleste'
	<i>Gleditsia triacanthos</i> "Rubylace"	<i>Ulmus</i> "Columella"	<i>Ulmus resista</i> "Sapporo autumn gold" Resista
	<i>Gleditsia triacanthos</i> "Skylene"	<i>Ostrya carpinifolia</i>	<i>Zelkova serrata</i> "Flekova" Green Vase
	<i>Gleditsia triacanthos</i> "Sunburst"	<i>Prunus cerasifera</i> 'Nigra'	
	<i>Koelreuteria bipinnata</i>		

Fig. 6. Nuevas especies arbóreas recomendadas para introducir en el viario de Valladolid. Fuente: Sierra Soliño (2021).

PORTE	SUPERFICIE MÍNIMA	ANCHURA MÍNIMO	SUPERFICIE RECOMENDABLE	ANCHURA RECOMENDABLE
Pequeño	1 m ²	0,8 m	1,5 m ²	1 m
Medio	2 m ²	1 m	3 m ²	1,5 m
Grande	3 m ²	1,5 m	5 m ²	2 m

ANCHO DE COPA	PORTE	VOLUMEN DE SUELO ÚTIL	VOLUMEN RECOMENDABLE
2-4 m	Pequeño	3-6 m ³	6 m ³
4-6 m	Medio	6-12 m ³	12 m ³
6-8 m	Medio	12-20 m ³	15 m ³
>8 m	Grande	≥20m ³	24 m ³

Figs. 7 y 8. Arriba: Dimensiones mínimas de los alcorques según el porte de los árboles. Abajo: Volumen mínimo de suelo útil. Fuente: Sierra Soliño (2021).

E2.3: Documento de medidas sobre las Soluciones basadas en la Naturaleza para incorporar en herramientas de planeamiento en España y Portugal

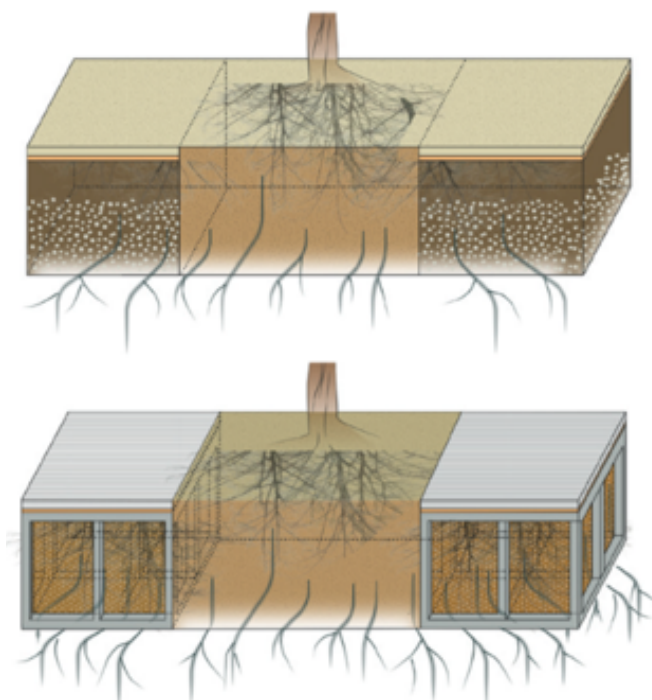


Fig. 9. Propuestas de suelo estructural para alcórcos. Arriba: suelo estructural con gravas. Abajo: suelo estructural con celdas. Ambas permiten un correcto desarrollo radicular. Fuente: Montlleò y Spanou (2022).

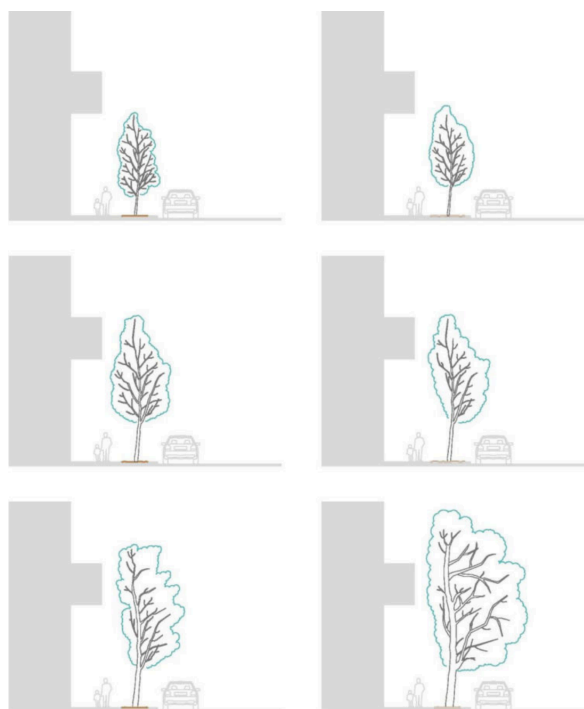


Fig. 10. Poda de acompañamiento, que permite hacer compatible la plantación de árboles con la presencia de interferencias como edificaciones. Fuente: Montlleò y Spanou

E2.3: Documento de medidas sobre las Soluciones basadas en la Naturaleza para incorporar en herramientas de planeamiento en España y Portugal

Cuneta verde/cuneta filtrante. Las cunetas verdes implementadas en el viario contribuyen a paliar los efectos de las inundaciones ante aguaceros fuertes y favorecen la infiltración de agua en el subsuelo. Este tipo de canales tiene poca profundidad y debe estar cubiertas de vegetación con capacidad de adaptación a periodos de sequía y a inundaciones. La *Guia tècnica per al disseny de SUDS a Barcelona* (Comissió de SUDS de l'Ajuntament de Barcelona, 2020, 28 y 29) recoge las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda que la sección sea trapezoidal o parabólica, con una base superior a los 40 cm, y con una profundidad no superior a 60 cm.
- La pendiente longitudinal recomendada para que el agua de lluvia no coja velocidades excesivas que puedan ocasionar problemas de erosión será del 1% al 3%. Para pendientes superiores, se recomienda colocar elementos disipadores de energía, para reducir la velocidad del agua, como ahora escolleras, fibra de coco, etc.
- Se recomienda una pendiente lateral entre 3H:1V y 4H:1V.



Figs. 11 y 12. A la izquierda: diferentes soluciones de cuneta verde. A la derecha: cuneta verde en Argales, con filtración directa al subsuelo y realizada a base de gravas de diverso calibre Diferentes. Fuentes: Claudia Sánchez Escudero (UVa), a partir de Montlleò y Spanou (2022) y M. Rosario del Caz Enjuto (UVa).

Banda filtrante de aparcamiento. La mayor parte de las calles urbanas de los municipios de Castilla y León presenta acabados impermeables que impiden la infiltración de agua de lluvia en el subsuelo. Las bandas de aparcamiento, presentes en la gran mayoría de ellas, pueden realizarse con pavimentos semifiltrantes que cumplan esta función. Se propone el siguiente estándar: un mínimo del 50% de la superficie de bandas de aparcamiento de un barrio existente o nuevo sector se realizará con pavimentos drenantes (tipo adoquín con junta verde, bloques perforados, etc.).

E2.3: Documento de medidas sobre las Soluciones basadas en la Naturaleza para incorporar en herramientas de planeamiento en España y Portugal

Cuando la acera no tenga las dimensiones mínimas requeridas (2,50 m) se intercalarán árboles centrados en el ancho de la banda de aparcamiento (al menos 1 cada dos plazas de estacionamiento) y protegidos contra posibles golpes al aparcar.



Figs. 13 y 14. A la izquierda: capacidad drenante de diversos tipos de pavimentos. A la derecha: bandas de aparcamiento filtrante en Argales (Valladolid). Fuentes: Montlleò y Spanou (2022) y M. Rosario del Caz Enjuto (UVa), respectivamente.

Alcorques vivos/alcorques jardín. Por lo general, los alcorques de las ciudades no presentan vegetación, bien porque se elimina bien porque éstos se tapan con diferentes tipos de soluciones: adoquines, pavimentos flexibles, rejillas, etc. Sin embargo, estos espacios pueden jugar un papel importante, fomentando el incremento de la biodiversidad, el control biológico de plagas y la calidad paisajística del espacio. Se propone la siguiente normativa:

- Se evitará la plantación de plantas de temporada y se optará por la siembra de diferentes variedades de herbáceas de flor con baja demanda de agua, o bien se permitirá el crecimiento de la vegetación espontánea. Se proscribire el uso de herbicidas y plaguicidas y se optará por la siega controlada (en su caso) y por el control biológico de plagas.
- Se dispondrán alcorques enrasados con el nivel de la acera que permitan la recogida del agua de escorrentía de esta. En aceras estrechas o en las que exista mucho tránsito peatonal se recomienda disponer algún tipo de protección alrededor del alcorque.

E2.3: Documento de medidas sobre las Soluciones basadas en la Naturaleza para incorporar en herramientas de planeamiento en España y Portugal



Figs. 15 y 16. A la izquierda: alcorque jardín en Argales. A la derecha: plantación de alcorques dentro de la iniciativa Apadrina un Alcorque (Ayuntamiento de Valladolid). Fuente: M. Rosario del Caz Enjuto (UVA) y El día de Valladolid, 30.05.2021, respectivamente.

Jardín de lluvia. Se trata de un SUDS que permite la gestión sostenible de las aguas pluviales. Su principio de funcionamiento es el mismo que el de las cunetas verdes arriba expuestas. Se recomienda su implantación en rotondas y otros espacios de pequeña escala donde puedan canalizarse de manera sencilla las aguas de escorrentía.

Las condiciones básicas de los mismos son:

- Disposición a una cota inferior a la de la calzada.
- Profundidad no inferior a 60 cm.
- Relleno con gravas de diferente calibre en la parte central y capa de tierra vegetal en el perímetro.
- Apertura de huecos o rebajes en el bordillo para permitir la entrada del agua de escorrentía.
- Plantación de vegetación (en la zona donde puede producirse encharcamiento) con capacidad de adaptación a periodos de sequía y a inundaciones. Ver figs. 17-20.

E2.3: Documento de medidas sobre las Soluciones basadas en la Naturaleza para incorporar en herramientas de planeamiento en España y Portugal



Fig. 17, 18, 19 y 20. Jardín de lluvia construido en la rotonda de la calle Pilar Miró del polígono de Argales.
Fuente: M. Rosario del Caz Enjuto (UVa).

Estanque de retención. Los estanques de infiltración o detención son zonas de almacenamiento de agua de lluvia con una lámina permanente de agua y con vegetación. Se recomienda su implantación en zonas donde el nivel freático es alto y el nivel de precipitación permite satisfacer un volumen mínimo permanente de agua durante, o bien pueden recibir aportes esporádicos de agua, en caso de necesidad. La función principal de los estanques o humedales artificiales es la sedimentación de partículas sólidas y la absorción de nutrientes por parte de la vegetación. También favorecen el desarrollo de la fauna y la flora y el crecimiento de la biodiversidad.

Los principales aspectos a considerar de cara al diseño y la implantación de estos dispositivos son los siguientes (Comissió de SUDS de l'Ajuntament de Barcelona, 2020, 30):

E2.3: Documento de medidas sobre las Soluciones basadas en la Naturaleza para incorporar en herramientas de planeamiento en España y Portugal

- Los estanques no pueden recibir aportaciones directas de las aguas de escorrentía urbana, ya que la elevada carga de sedimentos y partículas contaminantes podría afectar a la flora y la fauna que habitan. Por tanto se recomienda combinar los estanques con otros dispositivos previos de filtración y sedimentación.
- Se recomienda una profundidad máxima de la lámina permanente de agua de entre 1 y 2 m, y la altura disponible para el almacenamiento del agua de lluvia debe ser como mínimo de 1 m.
- Tienen que incorporar elementos aliviaderos al medio receptor para evacuar correctamente el exceso de aportación de agua en episodios de lluvia de elevada intensidad.
- Requiere de dispositivos de disipación de energía y sedimentación del agua de escorrentía equivalentes al 5-10% de su superficie y volumen para su correcto funcionamiento.
- Se recomienda una relación entre longitud y anchura de 3:1.
- En terrenos permeables, en caso de que el terreno lo permita, es aconsejable incorporar zonas de infiltración en el propio estanque.



Fig. 21. Estanque de retención. Fuente: Sudsostenible, <http://sudsostenible.com/tipologia-de-las-tecnicas/medidas-estructurales/estanques-de-retencion/>

Cauces renaturalizados. Los sistemas hidrográficos de los municipios suelen estar conformados por cursos capilarizados, fuertemente vinculados a la topografía del lugar, que van de los ríos a los arroyos, barrancos, regueras, etc. Con frecuencia, la urbanización ha ido alterando dicho sistema canalizando, tapando, desviando o soterrando muchos de los cursos de menor entidad. Sin embargo, estos elementos llevan aparejado un alto valor ecológico; de

E2.3: Documento de medidas sobre las Soluciones basadas en la Naturaleza para incorporar en herramientas de planeamiento en España y Portugal

ahí que se considere ineludible recuperarlos y renaturalizarlos, incorporándolos a la Infraestructura verde urbana.

Se propone: renaturalizar, con carácter general, todos los cursos de agua sean naturales o artificiales (canales, acequias) siguiendo las siguientes directrices (Molina Holgado, 2005, 114-115):

- Primar la formación de paseos arbolados, de sombra, con árboles de hojas caduca
- Crear parterres longitudinales con setos, árboles bajos y planta herbácea de flor, de anchura variable según las dimensiones del área de actuación.
- Desarrollar tratamientos verdes en las escolleras, con la finalidad de mejorar la actual integración y conexión estructural cauce-calle
- Identificar y delimitar pequeños tramos de acceso restringido como refugios de fauna (dormideros de Cormorán grande, zonas de nidificación de anátidas, etc.)



Figs. 22, 23 y 24. Renaturalización del cauce seco del arroyo Espanta en Argales. Fuente: M. Rosario del Caz Enjuto (UVa).

E2.3: Documento de medidas sobre las Soluciones basadas en la Naturaleza para incorporar en herramientas de planeamiento en España y Portugal

Aparcamiento naturalizado. Varios de los planes generales consultados para realizar la primera parte de este entregable aluden a la necesidad de incorporar vegetación en las playas o superficies destinadas al aparcamiento, si bien se aluden motivos de índole paisajística. Desde el proyecto INDNATUR se considera ineludible ranturalizar estos espacios que, por lo general, son grandes y duros. Se prescribe, en consecuencia, lo siguiente:

- Plantación de arbolado que cubra como mínimo, una vez alcanzado su desarrollo final, el 30% de la superficie del aparcamiento.
- Al menos el 40% de la superficie del mismo será drenante, con pavimentos que permitan la infiltración, del tipo adoquín con junta abierta; pavicésped, terrizo, etc.
- Se dispondrán cunetas filtrantes o alcorques corridos deprimidos que permitan recoger y filtrar el agua de escorrentía.



Fig. 25. Aparcamiento en TAE Techonopole, Bretenière Côte d'Or, Borgoña, Francia. Fuente: <https://www.mayottoussaint.fr/portfolio/breteniere-tae-technopole-agro-environmental/>

Reverdecimiento de parcela. En las últimas décadas se ha ido consolidando la práctica de sellar con pavimentos impermeables buena parte de los espacios libres de las parcelas tanto residenciales (salvo unifamiliares) como de otros usos (industriales, entre ellos). Se propone revertir esta situación en espacios existentes atendiendo a las siguientes prescripciones, de obligado cumplimiento también en parcelas de nuevas edificaciones:

- Al menos el 60% de la superficie libre de la parcela tendrá suelo permeable que permita plantación de especies bien sean estas herbáceas, arbustivas o arbóreas.
- Se plantará al menos un árbol por cada 100 m² de parcela.
- En los paramentos verticales ciegos se dispondrá al menos un 40% de vegetación trepadora.

E2.3: Documento de medidas sobre las Soluciones basadas en la Naturaleza para incorporar en herramientas de planeamiento en España y Portugal

- En patios donde no haya adecuadas condiciones de soleamiento resultan muy adecuadas las especies adaptadas a las situaciones de sombra y media sombra.



Fig. 26. Patio de manzana reverdecido en el barrio Prenzlauerberg (Berlín). Forma parte del Programa de reverdecimiento de patios. Fuente: M. Ángeles Orduña Gañán.

Jardín portátil. Constituye una forma de incorporar arbolado de pequeño porte o bien arbustos y herbáceas en aquellos lugares donde no sea posible plantar árboles directamente en el suelo, debido a la presencia de estaciones incompatibles con las raíces u otras circunstancias.



Fig. 27. Comparación entre un sistema de eliminación de aguas de lluvia convencional y un SUDS. Fuente: Claudia Sánchez Escudero (UVA), a partir de Montlleò y Spanou (2022).

E2.3: Documento de medidas sobre las Soluciones basadas en la Naturaleza para incorporar en herramientas de planeamiento en España y Portugal

Cubierta verde. Aunque existen ejemplos de implementación de esta SbN en muchos municipios, la obligatoriedad de implementarlas no aparece en las normativas españolas, aunque sí en las de otros países. Se proponen las siguientes prescripciones:

- En los nuevos desarrollos urbanísticos, se implementará cubierta verde en al menos el 50% de la superficie de tejado o azotea. En los tejidos existentes irán incorporándose en igual proporción siempre que se lleven a cabo obra de rehabilitación.

- Se optará por la cubierta extensiva, caracterizada por poseer una vegetación tapizante de plantas en su mayoría autóctonas, como sedums, suculentas, musgo y hierbas naturales.

- Las plantas deben ser resistentes tanto a las heladas como a la excesiva radiación solar. Además, han de soportar épocas de escasez de agua por pocas precipitaciones naturales o por riego por goteo (recomendado).



Fig. 28. Cubierta verde en una nave de mecanizado industrial de Ampo, Idiazabal, Guipúzcoa.

Fuente: <https://www.interempresas.net/Instaladores/Articulos/213156-Knauf-Insulation-instala-una-cubierta-verde-de-6800m2-en-Guipuzcoa.html>

Paramento vertical verde. Se trata de una SbN sencilla pero eficaz, tanto desde el punto de vista ecológico como económico (ya que contribuye al aislamiento térmico de las edificaciones).

- Se descarta, de forma generalizada, la instalación de jardines verticales, por ser esta una solución con un mal ratio coste/beneficio (ecológico), mientras que debe optarse, en general, por la vegetación trepadora.

E2.3: Documento de medidas sobre las Soluciones basadas en la Naturaleza para incorporar en herramientas de planeamiento en España y Portugal

- Aunque las plantas trepadoras como la *Hedera helix* (hiedra) o la *Parthenocissus quienquefolia* (parra virgen) se adhieren de forma espontánea a los paramentos, es recomendable utilizar soportes inoxidables e imputrescentes donde las plantas puedan fijarse y mediante los cuales se oriente el crecimiento.
- Se establece un estándar mínimo de al menos el 50% de la superficie de medianeras y muros ciegos de un determinado barrio, espacio comercial, área industrial, etc. debe cubrirse con vegetación de tipo trepadora.



Fig. 29. Tapia cubierta de vegetación trepadora en Montmartre, París. Fuente: M. Rosario del Caz Enjuto.

Cerramiento vegetal de parcela. Esta solución se plantea en gran parte de los documentos de planeamiento general consultados, si bien el objetivo último es el permitir la realización de cerramientos de parcela de mayor altura que un simple vallado. En la mayoría de los casos se fija un antepecho de fábrica de baja altura (unos 50 cm) que permite completarse con cerrajería o vegetación. El proyecto INDNATUR plantea el cerramiento vegetal como una contribución a mejorar las condiciones ambientales del viario. Se plantean, en consecuencia, las siguientes prescripciones:

- Los cerramientos de parcela incorporarán seto vegetal al menos en el 70% de su longitud.

E2.3: Documento de medidas sobre las Soluciones basadas en la Naturaleza para incorporar en herramientas de planeamiento en España y Portugal

- Se optará por especies autóctonas o adaptadas, con baja demanda de agua, que no estén recogidas dentro del catálogo de especies invasoras del Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico.



Fig. 30. Plantación de seto a base de *Trachelospermum Jasminoides* en una de las parcelas privadas del polígono de Argales. Fuente: M. Rosario del Caz Enjuto.

E2.3: Documento de medidas sobre las Soluciones basadas en la Naturaleza para incorporar en herramientas de planeamiento en España y Portugal

4 Bibliografía y fuentes documentales

- Comissió de SUDS de l'Ajuntament de Barcelona (2020), *Guia tècnica per al disseny de SUDS a Barcelona*.
https://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/sites/default/files/PlecPrescripcionsTecniquesDrenatge_Guia.pdf
- FAO, Servicios ecosistémicos y biodiversidad”, <https://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es/>
- MITECO (2021), *Estrategia nacional de infraestructura verde y de la conectividad y la restauración ecológicas*. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/infraestructura-verde/Infr_verde.aspx
- Molina Holgado, P., Berrocal Menárguez, A. B. y Mata Olmo, R. (2005), *Guía de vegetación para ambientes urbanos*, Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo Área del Ayuntamiento de Madrid.
- Montlleò, M. y Spanou, I. (2022), *Cart del verd i de la biodiversitat*, Ajuntament de Barcelona i Barcelona Regional. <https://ajuntament.barcelona.cat/premsa/wp-content/uploads/2022/06/1bfa1daf-541e-48c1-8fb2-7aded00c488c -1.pdf>
- Planes Generales de Ordenación Urbana de Ávila, 2006; Burgos, 2014; Villagonzalo Pedernales, 2013; La Bañeza, 2016; Villablino, 2012; Aguilar de Campoo, 2015; Venta de Baños, 2016; Dueñas, 2014; Palencia, 2008; Villamuriel de Cerrato, 2014; Béjar, 2014; Carbajosa de la Sagrada, 2017; Santa Marta de Tormes, 2012; Villarmayor, 2015; El Espinar, 2018; Segovia, 2008; San Leonardo de Yagüe, 2015; Soria, 2006; Arroyo de la Encomienda, 2013; Nava del Rey, 2014; Peñafiel, 2012; Renedo de Esgueva, 2015; Santovenia de Pisuerga, 2018; Valladolid, 2020; Villanubla, 2012 y Toro, 2013.