

Universidades coordinadoras



# MÁSTER EN ESTUDIOS DE LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN

DEFENDIDO EN LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

Curso 2021-2022

EL PAPEL DE LA VEGETACIÓN EN LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO  
CLIMÁTICO EN UNA CIUDAD PATRIMONIO DE LA HUMANIDAD:  
EL EJEMPLO DE SALAMANCA (ESPAÑA)

AUTORA: María Santos Vicente

TUTOR: José Abel Flores Villarejo

Fdo.

Fdo.

Salamanca, a 10 de junio de 2022

# El papel de la vegetación en la adaptación al cambio climático en una ciudad Patrimonio de la Humanidad: el ejemplo de Salamanca (España)

*The role of vegetation in climate change adaptation in a World Heritage City: the case of Salamanca (Spain)*

## Resumen

En este trabajo se aborda la contribución de la flora y la vegetación en la adaptación al cambio climático en Salamanca, una ciudad que destaca por su rico patrimonio monumental, pero con escasas zonas verdes urbanas. Se han analizado las vulnerabilidades a las que está expuesta la ciudadanía en el contexto del cambio climático y el papel que ejerce la vegetación en la mitigación de estos riesgos y en la provisión de numerosos servicios ecosistémicos. En particular, se ha valorado un amplio listado de árboles y arbustos que se pueden utilizar para llevar a cabo distintas actuaciones de flora y su adecuación a los escenarios de cambio climático proyectados en una ciudad Patrimonio de la Humanidad.

**Palabras clave:** cambio global; vulnerabilidad; servicios ecosistémicos; flora; turismo; infraestructura verde

## Summary

This paper addresses the contribution of flora and vegetation to climate change adaptation in Salamanca, a city well-known for its rich monumental heritage, but with few urban green areas. We analyse the vulnerabilities to which citizens are exposed in the context of climate change and we evaluate the role of vegetation in climate adaptation and in the provision of numerous ecosystem services. Namely, we assess the suitability of an extensive list of trees and shrubs to be used in different flora actions in the projected climate change scenarios in a World Heritage City.

**Key words:** global warming; vulnerability; ecosystem services; flora; tourism; green infrastructure

## 1. Introducción

El cambio climático es un hecho constatado. La región mediterránea está sufriendo aumentos de temperatura superiores a la media del planeta en los últimos años y esto provoca una serie de impactos en cascada, como la disminución de los recursos hídricos, el incremento del riesgo de desertificación e incendios forestales y serios impactos sobre la salud humana, la actividad agrícola y el sector turístico.

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico [MITECO], 2020) establece el marco de referencia y coordinación nacional para las políticas de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. La adaptación contempla todas las acciones orientadas a evitar o minimizar los impactos potenciales del cambio climático y los riesgos derivados, a fin de reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de las sociedades y los ecosistemas. Pero la capacidad de adaptación tiene límites y los riesgos no deben evaluarse solo a nivel global, sino también a nivel regional y local.

Conscientes del gran desafío social y económico al que nos enfrentamos como sociedad y a la importancia de asumir compromisos políticos a nivel local, la iniciativa internacional del Pacto de los Alcaldes para el Clima y la Energía (2020) reúne a las autoridades locales y

regionales que, de forma voluntaria, se comprometen a implantar las medidas que promuevan unas ciudades descarbonizadas y resilientes a los impactos del cambio climático, acorde con los objetivos europeos.

La ciudad de Salamanca y su entorno, por su situación geográfica y sus características socioeconómicas, se enfrenta a importantes retos en relación con la adaptación al cambio climático y la gestión de los riesgos asociados, que afectarán a sectores claves de nuestra economía como el turismo, la agricultura o la generación de energía, entre otros. Por ello, el Ayuntamiento de Salamanca se adhirió en 2016 al Pacto de los Alcaldes y está elaborando su Plan de Acción para el Clima y la Energía Sostenible (PACES).

De forma paralela y complementaria, el Ayuntamiento, en el marco del proyecto «Estrategias de adaptación de las ciudades CENCYL al cambio climático» (Programa Operativo de Cooperación Transfronteriza España-Portugal; POCTEP 2014-2020) desarrolla la Estrategia Municipal de Adaptación al Cambio Climático de Salamanca (Ayuntamiento de Salamanca, 2020), que analiza las condiciones climáticas y socioeconómicas del municipio a fin de identificar los principales impactos previstos, evaluar el grado de resiliencia y determinar la vulnerabilidad a la que está expuesta la población salmantina.

En esta Estrategia, tienen una especial relevancia las acciones que proponen actuaciones sobre la vegetación, puesto que los espacios verdes se asocian directamente a la mejora de los servicios ecosistémicos y aportan beneficios directos e indirectos a los ciudadanos.

En concreto, el desarrollo del Plan Especial de Infraestructura Verde y Biodiversidad de Salamanca (PEPIVB) se pondrá en marcha a través del LIFE Vía de la Plata (2020; 2021), un proyecto piloto que mejorará los servicios de los ecosistemas urbanos y periurbanos al convertir los 6,9 km de la Vía de la Plata que atraviesan la ciudad de Salamanca en un corredor verde, con el reto adicional de implantar este modelo pionero y transferible en una ciudad Patrimonio de la Humanidad (Ayuntamiento de Salamanca, 2021).

El objetivo de este estudio es analizar cómo las soluciones basadas en la naturaleza (SBN) propuestas en el LIFE Vía de la Plata y, en particular, las actuaciones sobre la flora y la vegetación contribuyen a mejorar los servicios ecosistémicos, a desarrollar la capacidad de adaptación y a reducir la vulnerabilidad frente al cambio climático en el municipio de Salamanca. Para ello: a) analizaremos los principales impactos y vulnerabilidades a los que está sometida la población salmantina a causa del cambio climático; b) examinaremos qué actuaciones se proponen en distintas zonas urbanas y periurbanas; c) prestaremos especial atención a la idoneidad de las especies seleccionadas para la plantación; d) a modo de conclusión, valoraremos la efectividad de dichas actuaciones en la mejora de los servicios de los ecosistemas y en la adaptación al cambio climático, y su adecuación a las particularidades concretas de las actuaciones en una ciudad Patrimonio de la Humanidad.

## **2. Conocimiento actual del cambio climático en nuestra zona de estudio**

El cambio climático tiene un importante impacto sobre las áreas urbanas, dado que afecta a la provisión de servicios básicos como el transporte, el agua, la energía, la vivienda, la salud o los servicios sociales; es decir, afecta a la calidad de vida de las personas que habitan en el medio urbano (MITECO, 2020). El desplazamiento de la población desde las zonas rurales a las urbanas, donde ya viven el 80 % de los españoles, no hace sino agravar la presión sobre la calidad ambiental en las ciudades.

Se estima que, debido a las actividades humanas, se ha provocado un calentamiento global de aproximadamente 1,0 °C con respecto a los niveles preindustriales y es probable que

alcance 1,5 °C entre 2030 y 2052 si se mantiene el aumento al ritmo actual (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2018, 6).

Los países de la cuenca del Mediterráneo sufrirán con mayor intensidad las consecuencias del cambio climático y España no es una excepción. Como avalan los datos recopilados por la Agencia Estatal de Meteorología ([AEMET], 2021, 1), la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera sigue aumentando a un ritmo anual de aproximadamente 2,3 ppm, la temperatura media global en superficie superó en 1,2 °C a la del periodo de referencia preindustrial, el año 2020 fue uno de los tres años más cálidos (a escala global desde que hay registros) y el sexenio 2015-2020 el más cálido registrado. El incremento de la temperatura desde mediados del siglo XIX hasta hoy ha sido aproximadamente de 1,7 °C; en su mayor parte (1,3 °C) producido en los últimos 60 años.

Para la propuesta del LIFE Vía de la Plata (2020, 28-29) se analizó la serie histórica de datos meteorológicos de la AEMET 1971-2016 en el ámbito de estudio y se observó un ascenso progresivo de las temperaturas medias, máximas y mínimas (especialmente en la última década), la modificación de los límites estacionales (incremento de días tropicales, que superan la temperatura media de 20 °C, y otros parámetros climáticos) y el aumento progresivo de la superficie árida. En la provincia de Salamanca, los escenarios climáticos o trayectorias de concentración representativas (RCP, por sus siglas en inglés) que se plantean en función del rango del posible forzamiento radiactivo anual hasta 2100 (AEMET, 2022; basado en IPCC, 2014) prevén ascensos de temperatura hasta de 4 °C (Fig. 1A) y un descenso de las precipitaciones anuales del 5-15 %. A diferencia de las proyecciones que se estiman para la zona suroriental de la península ibérica, ningún escenario prevé un incremento de las precipitaciones intensas. Sí se predice, en cambio, un incremento en la duración de las olas de calor como consecuencia del aumento de los días cálidos (Fig. 1B y 1C) y de los periodos secos al reducirse los días de lluvia (Fig. 1D).

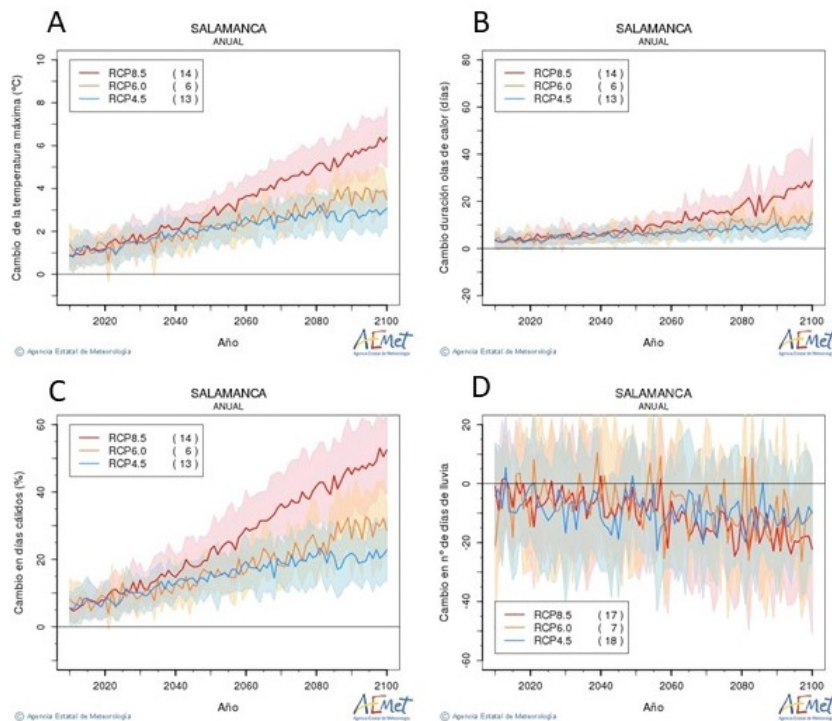


Fig. 1. Gráficos de evolución de proyecciones del cambio climático hasta 2100 para la provincia de Salamanca. A) Cambio de la temperatura máxima anual (°C). B) Cambio de la duración de las olas de calor (días). C) Cambio en el porcentaje de días cálidos. D) Cambio en el número de días de lluvia. Fuente: AEMET (2022).

Estos escenarios climáticos afectarán, sin duda, a la capacidad de los ecosistemas para proporcionar servicios. El último informe de evaluación del IPCC (2022, 11) indica que, en la región mediterránea, se han producido cambios observados con un alto nivel de confianza en la estructura de los ecosistemas terrestres y marinos y en el rango de distribución de las especies. Además, con un nivel medio de confianza, se aprecian cambios en la provisión de los servicios de los ecosistemas terrestres.

Los servicios que prestan los ecosistemas (o servicios ecosistémicos) son los beneficios directos e indirectos que los ecosistemas aportan a las personas. Estos beneficios incluyen: los servicios de provisión, como agua, alimento o energía; servicios de regulación, como el control de la calidad de las aguas, el mantenimiento del hábitat o de los ciclos de los nutrientes; y, servicios culturales, incluidos los recreacionales, espirituales, etc. (Evaluación de Ecosistemas del Milenio, 2003, 3). De la provisión de estos servicios depende no solo la economía de la sociedad, sino la salud, la seguridad y las relaciones sociales, y en este aspecto cobran especial importancia los espacios verdes, que no abundan en la ciudad de Salamanca. Es por ello por lo que, entre las acciones propuestas para la adaptación al cambio climático en el municipio, destacan aquellas centradas en la flora y vegetación; en concreto, 21 de las 41 SBN propuestas son actuaciones directas de flora (LIFE Vía de la Plata, 2021, 18-24) que prestarán importantes servicios a la ciudadanía como el almacenamiento de carbono, el enfriamiento del ambiente, la creación de zonas de recreo o la amortiguación del ruido. En definitiva, la creación y ampliación de espacios verdes mejorará las condiciones ambientales y el bienestar de los ciudadanos, lo que contribuirá a mejorar la calidad de vida en la ciudad de Salamanca.

### **3. Salamanca: una ciudad vulnerable ante el clima que se avecina**

Salamanca es una ciudad de tamaño mediano (143 269 habitantes; Instituto Nacional de Estadística [INE], 2022), compacta (tan solo 39,34 km<sup>2</sup>) y con un límite claro entre la zona urbana y la periferia. El río Tormes vertebró la ciudad de este a oeste y la vía pecuaria ancestral Vía de la Plata la recorre de norte a sur.

Desde el punto de vista urbanístico, destaca por su rico patrimonio histórico-monumental, espacios públicos pavimentados y una clara escasez de zonas verdes, prácticamente inexistentes en la zona patrimonial.

Esta morfología urbana favorece la absorción y retención térmica y, como consecuencia, se genera una isla de calor urbana en la ciudad (Alonso *et al.*, 2004, 26). Los materiales de edificación absorben la radiación solar de onda corta y emiten energía de onda larga, que es retenida por la atmósfera y conlleva el aumento en la temperatura de las capas atmosféricas más bajas. La vegetación de las zonas urbanas puede contrarrestar ese efecto gracias a la sombra que proyecta y a la evapotranspiración, que ayudan a que ese aire en capas bajas se caliente menos.

Este efecto de islas de calor urbana también se ve acrecentado por las condiciones meteorológicas. Ante situaciones estables, con poco viento, sin precipitaciones y con cielos despejados, aumenta la intensidad de este efecto (Alonso *et al.*, 2004, 26). Por tanto, las condiciones que proyectan los escenarios de cambio climático para Salamanca propiciarán la intensificación de este «efecto invernadero local» y se producirá un empeoramiento del confort térmico de la ciudad, con un efecto negativo sobre la población residente.

Existen numerosos estudios (por ejemplo, Karimi y Mohammad, 2022; Miró y Olcina, 2020; y referencias allí citadas) que reflejan la relación directa entre el confort climático (temperaturas máximas diarias y nocturnas, precipitación, viento, etc.) y la preferencia en la demanda de ciertos destinos turísticos frente a otros. Por tanto, este desconfort climático

puede tener también un importante efecto sobre el sector turístico, una fuente de ingresos muy importante en la ciudad.

Adicionalmente, el emplazamiento de la ciudad la hace especialmente vulnerable al riesgo de sequía y, con los cambios del régimen de precipitaciones que pronostican los escenarios de cambio climático, la escasez de agua y la dificultad de abastecimiento de la población son riesgos reales. Por ello, es necesario ejecutar intervenciones urbanas que contribuyan a disminuir la vulnerabilidad ante el riesgo de escasez, incluso de grandes sequías.

El cambio en las condiciones climáticas no solo afecta a los ecosistemas naturales periurbanos y a los servicios que proveen, sino que también alteran los ecosistemas antropizados urbanos. Esta alteración puede conllevar pérdida de biodiversidad, cambios en las especies presentes, introducción de especies exóticas (incluidas las invasoras) y la aparición de plagas (Wilby y Perry, 2006), por lo que incrementar la resiliencia de estos ecosistemas es esencial para reducir su vulnerabilidad.

En relación con las especies exóticas, hay numerosos estudios que corroboran la relación entre la modificación de los rangos climáticos con el ascenso latitudinal de ciertos vectores transmisores de enfermedades infecciosas, como el dengue, la malaria o la fiebre viral hemorrágica de Crimea-Congo (López-Vélez y Molina Moreno, 2005). De esta última enfermedad, que puede ser mortal, se han detectado ya varios casos en los últimos años en la provincia de Salamanca (Instituto de Salud Carlos III, 2021).

Por otra parte, el incremento en la duración de las olas de calor que se predice en Salamanca será un problema de salud pública de especial relevancia. Se estima que la ola de calor acontecida en 2003 provocó un exceso de 70 000 muertes en doce países europeos y que, para 2050, estos fenómenos meteorológicos causarán un exceso de 120 000 muertes anuales en la Unión Europea, sobre todo entre personas mayores (Menne, 2015), más vulnerables a las altas temperaturas ya que se pierde capacidad de termorregulación con la edad. Este problema es especialmente acuciante en una ciudad como Salamanca, que es una de las ciudades más envejecidas de España, donde el 61 % de la población tiene más de 65 años (INE, 2021) y es una tendencia en claro aumento en los últimos años.

Además, las altas temperaturas suelen ir asociadas a episodios más intensos de contaminación atmosférica y, en particular, a la contaminación por ozono troposférico. Esto se asocia a problemas respiratorios y cardiovasculares que pueden causar muertes prematuras; en España se estima que, en 2012, hubo 1800 muertes prematuras atribuibles a la exposición a ozono troposférico (Agencia Europea de Medio Ambiente [AEMA], 2020). En Castilla y León, el 10,13 % de la población se ha visto afectada por la superación del valor objetivo de protección a la salud humana por ozono y, en concreto, se supera habitualmente este valor en la estación de medición de calidad del aire situada en El Maíllo, en el sur de la provincia de Salamanca (Junta de Castilla y León, 2021, 11-13). Los datos de incremento de mortalidad asociada a contaminación atmosférica relacionada con partículas PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> también son claros; un estudio independiente reciente que recopila datos de más 650 ciudades en el mundo (entre otras, Salamanca) relaciona de forma evidente la exposición diaria a estos contaminantes con la mortalidad prematura debida a problemas respiratorios y cardiovasculares (Liu *et al.*, 2019). En este aspecto, cabe destacar los episodios de calima que se han sufrido recientemente en la ciudad (Almarcha, 2022; Granda, 2022), que arrastran partículas sólidas en suspensión y agravan los procesos respiratorios patológicos.

Dado que los escenarios climáticos planteados conllevan un impacto sobre los ecosistemas naturales y urbanos, la incidencia de este cambio sobre las alergias estacionales (como la alergia al polen) provocará un impacto sobre la salud de la población salmantina. Los episodios de sequía y de vientos intensos que transporten polen alergénico a larga distancia afectarán al manejo de estas enfermedades en nuestro entorno, donde se estima que afecta

al 10-25 % de la población (Sgambatti *et al.*, 2014). Hay fuertes indicios de que las plantas tienen una producción más temprana y masiva de polen cuando las temperaturas son más altas, incluidas las zonas urbanas (Obón de Castro y Rivera, 2022), que se verá acrecentado por el efecto de isla de calor urbana. El incremento de la aridez favorece la extensión de los sistemas estepas de gramíneas, cuyo polen es el principal aeroalérgeno en todo el mundo, y las zonas periurbanas de Salamanca son especialmente susceptibles a esta expansión. Algunas plantas exóticas oportunistas que pueden llegar a colonizar los terrenos abandonados son altamente alergénicas, como *Ambrosia artemisiifolia* L., para la que se aprecia un aumento de sensibilización al polen en la población (Obón de Castro y Rivera, 2022). Dado que el PEPIVB a través del proyecto LIFE incide en la revegetación de las áreas urbanas y periurbanas, hay que tener en especial consideración el potencial alergénico de las especies escogidas a fin de evitar la sensibilización de la población a nuevos tipos polínicos y no empeorar los problemas de salud de los ciudadanos ya afectados.

#### **4. La Vía de la Plata como corredor verde**

Una de las principales causas de reducción de la biodiversidad y, por tanto, de la pérdida de resiliencia de los ecosistemas, es la desconexión entre los ecosistemas naturales exteriores y los ecosistemas periurbanos debido a la fragmentación del hábitat por infraestructuras lineales (principalmente, carreteras y autovías, que actúan como barrera para el paso de ciertas especies) y a la ausencia de corredores ecológicos o corredores verdes en las ciudades (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2013).

La Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad en su artículo 20 establece que se deben plantear mecanismos para lograr la conectividad ecológica del territorio, estableciendo o restableciendo corredores y, en particular, conectando los espacios protegidos Red Natura 2000; para ello, tendrán un papel prioritario las vías pecuarias, entre otros elementos del territorio.

Las vías pecuarias son las rutas por donde discurre tradicionalmente el tránsito ganadero, pero que también pueden estar destinadas a otros usos compatibles y complementarios inspirados en el desarrollo sostenible y el respeto al medio ambiente y al patrimonio natural y cultural. En Castilla y León, la red de vías pecuarias tiene una extensa representación y actualmente se reconocen unos 22 000 km (Junta de Castilla y León, *s.f.*). A pesar de la obligación legal de protegerlas, muchos tramos se encuentran en un estado de conservación deficiente y es difícil seguir su trazado al atravesar las áreas urbanas.

En la provincia de Salamanca se han catalogado casi 2000 km de vías pecuarias, entre cañadas, cordeles, veredas y coladas (Junta de Castilla y León, *s.f.*). En el término municipal de Salamanca confluyen diez vías pecuarias, entre las que destaca por su importancia histórica la Vía de la Plata, que cruza el término de norte a sur con una longitud de 6,9 km.

El LIFE Vía de la Plata (2020) propone recuperar esta vía pecuaria a su paso por Salamanca como un corredor verde urbano, que conecte los sistemas naturales periurbanos entre sí y con los espacios protegidos de la Red Natura 2000 próximos (Riberas del Río Tormes y afluentes, ES4150085).

La selección de esta vía como corredor verde urbano y primer eje de la Infraestructura Verde en la ciudad viene determinada por su continuidad territorial norte-sur, que permite conectar una amplia variedad de ecosistemas presentes en la zona; pero también por su importancia histórica, ya que fue una vía muy transitada (no solo por el ganado), que permitió la comunicación y el comercio entre el norte y el sur de la península ibérica, lo que aportó a la ciudad de Salamanca unas características culturales propias. Además, forma parte de la red de los caminos peninsulares de peregrinación a Santiago de Compostela (Camino Mozárabe),

de la Red de Caminos Naturales de España (Camino Natural Vía de la Plata) y de la ruta ciclista europea de larga distancia Eurovelo 1 (LIFE Vía de la Plata, 2021).

Dado que las características urbanas y ambientales del corredor verde a lo largo del municipio son diversas, se ha dividido el trazado en seis zonas piloto representativas (261 ha y 16 km de longitud), en las que se desarrollarán distintas actuaciones que permitirán recuperar numerosos servicios ecosistémicos. Las seis zonas pilotos (Ayuntamiento de Salamanca, 2021), listadas en la Tabla 1 y representadas en la Fig. 2, y las unidades ambientales presentes en cada zona son:

Zonas piloto	Unidades ambientales
Z1: corona de secano de la zona norte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultivos y praderas</li> <li>• Bosquetes, matorrales y setos</li> </ul>
Z2: zonas urbanas ensanches	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Edificios y bloques de viviendas con espacios verdes</li> <li>• Plazas con espacios verdes</li> <li>• Plazas sin espacios verdes</li> <li>• Patios de manzana</li> <li>• Parques y jardines</li> <li>• Calles con tráfico con arbolado</li> <li>• Calles con tráfico sin arbolado</li> </ul>
Z3: zona urbana patrimonial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Edificios y bloques de viviendas con espacios verdes</li> <li>• Plazas con espacios verdes</li> <li>• Plazas sin espacios verdes</li> <li>• Patios de manzana</li> <li>• Parques y jardines</li> <li>• Calles con tráfico con arbolado</li> <li>• Calles con tráfico sin arbolado</li> <li>• Calles peatonales</li> </ul>
Z4: la conexión con el río Tormes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cursos de agua y ribera</li> </ul>
Z5: la vaguada del Zurguén	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bosquetes, matorrales y setos</li> <li>• Cursos de agua y ribera</li> </ul>
Z6: la zona de monte bajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultivos y praderas</li> <li>• Bosquetes, matorrales y setos</li> </ul>

Tabla 1. Zonas piloto definidas en el LIFE Vía de la Plata y unidades ambientales presentes. Fuente: elaboración propia a partir de Ayuntamiento de Salamanca (2021) y LIFE Vía de la Plata (2021).

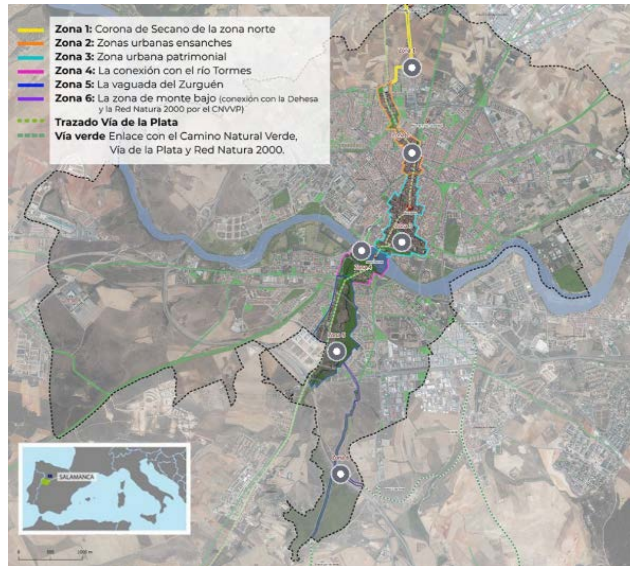


Fig. 2. Zonas piloto definidas en el corredor verde de la Vía de la Plata a su paso por el término municipal de Salamanca. Fuente: Ayuntamiento de Salamanca (2021).

### 5. Las actuaciones de flora propuestas y los servicios ecosistémicos

El proyecto LIFE Vía de la Plata (2021) pretende demostrar, mediante el desarrollo de prototipos, la eficacia de la implantación de 41 actuaciones tipo de SBN en una ciudad Patrimonio de la Humanidad que ayuden a la toma de decisiones en cuanto a la puesta en práctica de infraestructura verde y que mejoren los servicios de los ecosistemas y la adaptación al cambio climático. Estas actuaciones tipo se desarrollarán con acciones en cuatro ámbitos: flora, fauna, agua y culturales-patrimonio y ciudadanas.

En el dossier informativo (LIFE Vía de la Plata, 2021, 18-24; Fig. 3) se recoge cada una de las actuaciones asociada a: las zonas de actuación donde se llevarán a cabo, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Organización de las Naciones Unidas, 2015) con las que están alineadas y los servicios de los ecosistemas que pretenden mejorar. Se incluyen también algunas fotografías a modo de ejemplo de la actuación que se desarrollará.



























ACTUACIÓN 13	ACTUACIÓN 14	ACTUACIÓN 15	ACTUACIÓN 16	ACTUACIÓN 17	ACTUACIÓN 18
Setos perimetrales discontinuas, formando especies arbóreas y arbustivas en zonas colindantes al tráfico rodado	Creación de muros verdes	Creación de marquillas: pergolas verdes	Creación de alcorques vivos	En vías peatonales: fomento de instalación de elementos verdes en terrazas de hostelería	Naturalización de praderas y reintroducción de césped
ZONA DE ACTUACIÓN	ZONA DE ACTUACIÓN	ZONA DE ACTUACIÓN	ZONA DE ACTUACIÓN	ZONA DE ACTUACIÓN	ZONA DE ACTUACIÓN
21 22 23 24 25 26	21 22 23 24 25 26	21 22 23 24 25 26	21 22 23 24 25 26	21 22 23 24 25 26	21 22 23 24 25 26
X	X	X	X	X	X
ODS	ODS	ODS	ODS	ODS	ODS
3 11 13 15	3 11 13 15	3 11 13 15	3 11 13 15	3 8 11 13 15	3 11 13 15
SERVICIO ECOSISTÉMICO (*)	SERVICIO ECOSISTÉMICO (*)	SERVICIO ECOSISTÉMICO (*)	SERVICIO ECOSISTÉMICO (*)	SERVICIO ECOSISTÉMICO (*)	SERVICIO ECOSISTÉMICO (*)
Provisión: 1.1.1.1	Provisión: 1.1.1.1	Provisión: 1.1.1.1	Provisión: 1.1.1.1	Provisión: 1.1.1.1	Provisión: 1.1.1.1
Regulación: 2.1.1.2 - 2.1.2.3 - 2.2.1.4 - 2.2.2.1 - 2.2.2.3 - 2.2.3.1 - 2.2.6.1 - 2.2.6.2	Regulación: 2.1.1.2 - 2.1.2.3 - 2.2.1.4 - 2.2.2.1 - 2.2.2.3 - 2.2.3.1 - 2.2.6.1 - 2.2.6.2	Regulación: 2.1.1.2 - 2.1.2.3 - 2.2.1.4 - 2.2.2.1 - 2.2.2.3 - 2.2.3.1 - 2.2.6.1 - 2.2.6.2	Regulación: 2.1.1.2 - 2.1.2.3 - 2.2.1.4 - 2.2.2.1 - 2.2.2.3 - 2.2.3.1 - 2.2.6.1 - 2.2.6.2	Regulación: 2.1.1.2 - 2.1.2.3 - 2.2.1.4 - 2.2.2.1 - 2.2.2.3 - 2.2.3.1 - 2.2.6.1 - 2.2.6.2	Regulación: 2.1.1.2 - 2.2.1.2 - 2.2.1.3 - 2.2.2.1 - 2.2.2.3 - 2.2.3.1 - 2.2.4.1 - 2.2.4.2 - 2.2.6.1
Culturales: 3.1.1.1 - 3.1.1.2 - 8.1.2.1 - 8.1.2.4	Culturales: 3.1.1.1 - 3.1.1.2 - 8.1.2.1 - 8.1.2.4	Culturales: 3.1.1.1 - 3.1.1.2 - 8.1.2.1 - 8.1.2.4	Culturales: 3.1.1.1 - 3.1.1.2 - 8.1.2.1 - 8.1.2.4	Culturales: 3.1.1.1 - 3.1.1.2 - 8.1.2.1 - 8.1.2.4	Culturales: 3.1.1.1 - 3.1.1.2 - 8.1.2.1 - 8.1.2.4
FOTOS (**)	FOTOS (**)	FOTOS (**)	FOTOS (**)	FOTOS (**)	FOTOS (**)

Fig. 3. Ejemplo del esquema de las actuaciones basadas en la naturaleza que se pretenden llevar a cabo y la información asociada. Fuente: LIFE Vía de la Plata (2021, 20)

En relación con las actuaciones sobre la flora, se ejecutarán 21 actuaciones agrupadas en las siguientes categorías: plantaciones de árboles y arbustos (9 actuaciones), pantallas verdes urbanas (8), praderas (1), plantas acuáticas (1), exóticas invasoras (1) y huertos urbanos (1).

Todas ellas están orientadas a incrementar la superficie verde en el municipio e impactar de forma positiva en la biodiversidad vegetal, no solo en el término municipal, sino en el entorno, mejorando los servicios ecosistémicos más allá del área de actuación.

Las 21 actuaciones de flora que se proponen en las distintas zonas piloto y las actuaciones de carácter general son las siguientes (Tabla 2):

Actuaciones	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	G
<b>Plantaciones de árboles y arbustos</b>							
1. Reforestar, creando islotes densos de vegetación en caminos rurales							
2. Plantaciones con especies (árboles, arbustos) propicias para la adaptación al cambio climático: zona de secano							
3. Plantaciones con especies (árboles, arbustos) propicias para la adaptación al cambio climático: zona urbana							
4. Plantaciones con especies (árboles, arbustos) propicias para la adaptación al cambio climático: zona urbana patrimonial							
5. Plantaciones con especies (árboles, arbustos) propicias para la adaptación al cambio climático: zona de ribera							
6. Plantaciones con especies (árboles, arbustos) propicias para la adaptación al cambio climático: zona de vaguada							
7. Plantaciones con especies (árboles, arbustos) propicias para la adaptación al cambio climático: zona de monte bajo							
8. Conexión en la zona 6 con el Camino Natural Vía Verde de la Plata y su red de corredores secundarios							
9. Plantación para mejora de la conectividad urbana							
<b>Pantallas verdes urbanas</b>							
10. Fachadas verdes							
11. Instalación de macetas y pantallas verdes en balcones, muros y terrazas							
12. Pantallas verdes en solares, patios, claustros conventuales y espacios de desahogo del viario urbano afectado							
13. Setos perimetrales discontinuos, con árboles y arbustos, en zonas colindantes al tráfico rodado							
14. Creación de muros verdes							
15. Creación de marquesinas-pérgolas verdes							
16. Creación de alcorques vivos							
17. Fomento de instalación de elementos verdes en terrazas de hostelería de viales peatonales							
<b>Praderas</b>							
18. Naturalización de praderas y eliminación de césped							
<b>Plantas acuáticas</b>							









Actuaciones	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	G
19. Incorporar plantas acuáticas (ej., nenúfares) en las orillas del río							
<b>Exóticas invasoras</b>							
20. Eliminación de las especies exóticas invasoras							
<b>Huertos urbanos</b>							
21. Actuaciones para favorecer la mejora de los servicios ecosistémicos en los huertos urbanos del proyecto EDUSI TORMES+							

Tabla 2. Listado de actuaciones de flora en las seis zonas piloto del corredor verde Vía de la Plata (Z1-Z6) y actuaciones generales (G). Fuente: elaboración propia a partir de los datos disponibles en Ayuntamiento de Salamanca (2021; apartado Actuaciones) y LIFE Vía de la Plata (2020).

Estas actuaciones tipo de flora están orientadas a la mejora de 26 servicios ecosistémicos (SE): servicios de provisión (7 SE), de regulación (15 SE) y culturales (4 SE). Cada actuación de flora contribuirá a la mejora de diversos servicios, que se clasifican siguiendo la clasificación CICES (Clasificación Internacional Común de los Servicios Ecosistémicos, por sus siglas en inglés), desarrollada por la AEMA (2022). Las clases de servicios se concretan, a nivel local, según el beneficio que generen en el ámbito del proyecto (LIFE Vía de la Plata, 2020). Se relacionan a continuación los servicios ecosistémicos que se verán mejorados en Salamanca y su entorno a través de las distintas actuaciones de flora (Tabla 3):

División	Código	Servicios ecosistémicos locales	Actuaciones de flora
<b>Sección: Provisión</b>			
<b>Biomasa</b>	1.1.1.1	• Cultivo de plantas y frutos en terrazas y huertas para el autoabastecimiento familiar	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 21
	1.1.5.1	• Recogida de bayas y frutos carnosos (moras, endrinas, arándanos) para autoabastecimiento	1, 2, 3, 4, 5, 6,
		• Cantidad de frutos recogidos y valor económico en el mercado	7, 8, 9
	1.1.5.2	• Recogida de mimbres y fibras para artesanía • Recogida de plantas medicinales para medicina tradicional	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
1.1.5.3	• Aprovechamiento de madera de la limpieza de bosquetes y jardines para calefacción	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	
<b>Material genético</b>	1.2.1.1	• Los cultivos de las huertas y los bosquetes pueden ser importantes recursos genéticos para la producción de variedades locales que sea necesario conservar	21
	1.2.1.2	• Los cultivos de las huertas bosquetes y plantaciones urbanas pueden ser importantes recursos genéticos para la producción de nuevas variedades locales con propiedades organolépticas deseables	21
	1.2.1.3	• Los bancos de germoplasma colaboran habitualmente con productores biológicos locales o para producir semillas de variedades tradicionales que se estén perdiendo	21

División	Código	Servicios ecosistémicos locales	Actuaciones de flora
<b>Sección: Regulación</b>			
<b>Transformación de las entradas bioquímicas o físicas en los ecosistemas</b>	2.1.1.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulación climática por secuestro de carbono en suelo y vegetación que ayuda a controlar el cambio climático</li> <li>• Filtración y secuestro de abonos y sustancias contaminantes (de origen agrícola en el agua de escorrentía) a través de las raíces y de los microorganismos del suelo</li> <li>• Secuestro de materia orgánica en el agua del río por la vegetación acuática</li> </ul>	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21
	2.1.2.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pantalla visual de vegetación tanto en el campo como en la ciudad</li> </ul>	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17
	2.2.1.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las raíces de la vegetación sujetan el suelo y evitan su arrastre y pérdida por el agua</li> </ul>	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
	2.2.1.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retención del suelo evitando los deslizamientos de tierras</li> </ul>	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 18
<b>Regulación de las condiciones físicas, químicas y biológicas</b>	2.2.1.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de la evaporación de ríos por la sombra de la vegetación de ribera y plantas acuáticas</li> <li>• La vegetación fortalece la estructura del suelo, que favorece la infiltración del agua en el suelo y aumenta la disponibilidad de agua, especialmente importante en la región mediterránea</li> <li>• Los prados arbustos y árboles ayudan a regular las inundaciones ya que ralentizan el flujo de agua en períodos de fuertes lluvias dando tiempo a la descarga de los ríos</li> <li>• La vegetación regula el retorno de agua a la atmósfera mediante la evapotranspiración, lo que ayuda a amortiguar las temperaturas extremas</li> </ul>	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 19, 21
	2.2.1.4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los setos y bosques ayudan a amortiguar los efectos del viento pudiendo dar protección hasta una extensión de 10 veces su altura a praderas y tierras de cultivo</li> </ul>	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17
	2.2.2.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La diversidad de especies con flor de bosques, setos, prados y pantallas de vegetación sirve de alimento a una gran cantidad de polinizadores</li> <li>• Mayor producción en el campo y en huertos por presencia de polinizadores; mejora de la biodiversidad por polinización de especies</li> </ul>	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21
	2.2.2.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El aumento de las superficies vegetales y las condiciones para fauna mejora la biodiversidad y los hábitats</li> </ul>	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21
	2.2.3.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En bosques y setos habitan gran diversidad de aves que se alimentan de ciertos insectos que pueden convertirse en plagas</li> </ul>	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20

División	Código	Servicios ecosistémicos locales	Actuaciones de flora
	2.2.3.2	• La eliminación de especies exóticas invasoras combate las enfermedades que transmiten las especies autóctonas	20
	2.2.4.1	• Las raíces mejoran la aireación del suelo y su calidad para alojar invertebrados beneficiosos	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 18, 21
	2.2.4.2	• Las raíces de la vegetación extraen nutrientes del suelo y los almacenan en sus tejidos evitando que se pierdan por lixiviación • La hojarasca es fuente de nutrientes para los organismos del suelo • El pastoreo y la ganadería extensiva favorecen la fertilidad del suelo	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 18, 21
	2.2.5.1	• Las plantas acuáticas y bosques de ribera absorben nutrientes y contaminantes del agua y mejoran su calidad	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 19
	2.2.6.1	• El intercambio de gases entre la vegetación y la atmósfera retiene algunos contaminantes y mantiene una buena calidad del aire	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21
	2.2.6.2	• Adaptación a las olas de calor: a nivel local, la vegetación permite una amortiguación de la temperatura dando sombra y moderando la velocidad del viento	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17
<b>Sección: Cultural</b>			
<b>Interacciones directas, in situ y al aire libre, con los ecosistemas</b>	3.1.1.1	• La infraestructura verde ofrece una oportunidad para realizar actividades al aire libre y para mejorar la salud de la ciudadanía	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21
	3.1.1.2	• La biodiversidad ofrece una oportunidad para disfrutar de los paisajes naturales o seminaturales, de observar la fauna y disfrutar de sus sonidos alejados de las molestias de la ciudad	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21
	3.1.2.1	• La infraestructura verde ofrece un marco para realizar estudios de investigación y mejorar el conocimiento científico de los ecosistemas urbanos y sus oportunidades para la gestión de las vulnerabilidades frente al cambio climático	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21
	3.1.2.4	• La infraestructura verde de una ciudad patrimonio es una fuente de inspiración y disfrute estético a través de la fusión de naturaleza, patrimonio y arte	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19

Tabla 3. Listado de los servicios ecosistémicos locales que pretenden mejorar las actuaciones de flora. Fuente: elaboración propia a partir de LIFE Vía de la Plata (2020, 2021).

Por tanto, la selección de actuaciones que se deben realizar en cada zona viene determinada por la diversidad y características de las unidades ambientales que las componen y por los servicios ecosistémicos susceptibles de verse beneficiados con dichas actuaciones. A partir del estudio de estas variables, se realizará la selección de especies que pueden ser utilizadas en cada zona y actuación.

## 6. El paso clave: la selección de especies en el marco de una ciudad Patrimonio de la Humanidad

Uno de los aspectos más complejos a la hora de implementar las actuaciones de flora es la selección de las especies que se van a utilizar. En este proyecto se priorizarán las plantas autóctonas, que están siempre mejor adaptadas a las condiciones ambientales del entorno.

En primer lugar, las plantas seleccionadas deben ser adecuadas para los escenarios proyectados de cambio climático; es decir, respecto a las condiciones climáticas actuales, deben ser capaces de soportar temperaturas más elevadas (además de las heladas invernales propias del territorio) y períodos de sequía más prolongados; se evitarán los árboles y arbustos que tengan unos requerimientos hídricos elevados, ya que se prevén períodos de sequía y de escasez de abastecimiento.

Tendrán, también, las características fenotípicas apropiadas para la actuación concreta (por ejemplo, plantas perennes para las pantallas vegetales o plantas trepadoras para pérgolas verdes). Además, hay que contemplar otros aspectos como la capacidad alergénica del polen, la velocidad de crecimiento de las plantas o la sombra que proyectan los árboles, que será importante a la hora de mitigar el efecto isla de calor urbana. Adicionalmente, en el caso de las actuaciones en la zona urbana patrimonial, valoraremos el aspecto ornamental de las especies elegidas.

En el LIFE Vía de la Plata (2020) se proponen una serie de taxones que se consideran adecuados para las actuaciones encaminadas a la adaptación al cambio climático y a la mejora de los servicios ecosistémicos. El listado de árboles y arbustos propuesto por zonas y para las actuaciones globales es el siguiente (Tabla 4):

Nombre científico	Nombre común	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5a	Z5b	Z6	Global
<b>Árboles</b>									
<i>Alnus glutinosa</i>	Aliso				☼	☼			
<i>Arbutus unedo</i>	Madroño		☼	☼					☼
<i>Celtis australis</i>	Almez		☼						☼
<i>Cercis siliquastrum</i>	Árbol del amor		☼	☼					☼
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Fresno				☼	☼			
<i>Juniperus thurifera</i>	Sabina		☼	☼					☼
<i>Pinus pinea</i>	Pino piñonero	☼						☼	
<i>Populus nigra</i>	Chopo negro				☼	☼			
<i>Quercus ilex</i>	Encina	☼	☼	☼			☼	☼	☼
<i>Quercus robur</i>	Roble carballo	☼	☼	☼			☼	☼	☼
<i>Quercus suber</i>	Alcornoque		☼	☼			☼		☼
<i>Salix alba</i>	Sauce blanco				☼	☼			
<i>Salix fragilis</i>	Mimbrera				☼	☼			
<i>Tilia</i> sp.	Tilo		☼	☼					☼
<i>Ulmus minor</i>	Olmo				☼	☼			
<b>Arbustos</b>									
<i>Cistus ladanifer</i>	Jara pringosa	☼					☼	☼	
<i>Cytisus scoparius</i>	Escoba negra	☼	☼	☼			☼	☼	☼
<i>Daphne gnidium</i>	Torvisco	☼	☼	☼			☼	☼	☼

Nombre científico	Nombre común	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5a	Z5b	Z6	Global
<i>Erica arborea</i>	Brezo blanco		☼	☼					☼
<i>Genista florida</i>	Retama blanca	☼					☼	☼	
<i>Jasminum fruticans</i>	Jazmín		☼	☼					☼
<i>Lavandula stoechas</i>	Lavanda	☼	☼	☼				☼	☼
<i>Lavandula</i> sp.	Lavanda		☼	☼			☼		☼
<i>Lonicera peryclimenum</i>	Madreselva				☼	☼			
<i>Lonicera</i> sp.	Madreselva		☼	☼					☼
<i>Mahonia aquifolium</i>	Mahonia		☼	☼					☼
<i>Mirtus communis</i>	Mirto			☼					☼
<i>Nerium oleander</i>	Adelfa	☼	☼	☼			☼	☼	☼
<i>Prunus spinosa</i>	Endrino				☼	☼			
<i>Rosa canina</i>	Rosal silvestre				☼	☼			
<i>Rubus ulmifolius</i>	Zarzamora				☼	☼			
<i>Ruscus aculeatus</i>	Rusco		☼	☼					☼
<i>Salix atrocinerea</i>	Sauce ceniciento				☼	☼			
<i>Salix caprea</i>	Sauce cabruno				☼	☼			
<i>Salix salviifolia</i>	Sauce blanco				☼	☼			
<i>Salvia officinalis</i>	Salvia	☼					☼	☼	
<i>Salvia</i> sp.	Salvia		☼	☼					☼
<i>Sambucus nigra</i>	Sáuco				☼	☼			
<i>Sorbus aria</i>	Mostajo					☼			
<i>Spartium junceum</i>	Retama de olor	☼					☼	☼	
<i>Tencrium fruticans</i>	Olivilla		☼	☼					☼
<i>Thymus mastichina</i>	Tomillo aceitunero		☼	☼					☼
<i>Thymus zygis</i>	Tomillo salsero		☼	☼					☼
<i>Thymus</i> sp.	Tomillo	☼					☼		
<i>Viburnum tinus</i>	Durillo		☼	☼					☼

Tabla 4. Listado de árboles y arbustos propuestos para realizar las actuaciones de flora en las distintas zonas piloto y actuaciones globales. La zona 5 (ribera) se dividen en dos áreas: la más próxima al cauce del río (Z5a) y la más alejada (Z5b). Fuente: elaboración propia a partir de datos de LIFE Vía de la Plata (2020).

A fin de evaluar la idoneidad de las especies seleccionadas, comprobaremos que cumplen con los requisitos comentados anteriormente para su adecuación a los futuros escenarios climáticos.

En primer lugar, se ha evaluado el listado de árboles. Respecto a su carácter autóctono, las especies seleccionadas se encuentran en su mayoría presentes en la península ibérica, si bien no todas viven de forma natural en el ámbito geográfico del proyecto, como sería deseable. Para verificar su distribución natural, se han consultado diversas fuentes fiables, principalmente la obra *Flora iberica* (Castroviejo, 1986-2021) y las fuentes recopiladas en las bases de datos de Anthos (2011-2022) y Flora Vasculare (2022).

La tolerancia al calor, a las heladas, resistencia a la sequía, los requisitos hídricos y la sombra proyectada se han consultado, además, en Asturnatura (2022), Martínez *et al.* (2008), Rosillo

(2020) y Selga *et al.* (2012). La capacidad alergénica del polen se ha basado en la información de Gutiérrez Bustillo *et al.* (2001) y de la Red de Aerobiología de Castilla-La Mancha (2022).

La información recopilada se muestra en la Tabla 5:

Nombre científico	1. Autóctona península ib.	2. Autóctona Salamanca	3. Resistencia calor	4. Resistencia heladas	5. Resistencia sequía	6. Requisitos hídricos	7. Sombra proyectada	8. Densidad sombra	9. Crecimiento	10. Alergenicidad
<i>Alnus glutinosa</i>	●	●	●●	●●●	●	●	●●	●●	●●	●●
<i>Arbutus unedo</i>	●	●	●●●	●●	●●●	●●	●●	●●●	●	○
<i>Celtis australis</i>	●	●	●●●	●●●	●●●	●●	●●●	●●●	●●	○
<i>Cercis siliquastrum</i>	●	●	●●●	●●●	●●●	●●	●●	●●	●●	○
<i>Fraxinus angustifolia</i>	●	●	●●	●●	●●●	●●	●●	●●	●●●	●●
<i>Juniperus thurifera</i>	●	●	●●	●●●	●●	●●	●●	●●●	●	●●
<i>Pinus pinea</i>	●	●	●●●	●●	●●●	●●	●●●	●●●	●●	●
<i>Populus nigra</i>	●	●	●●	●●●	●●	●●	●●	●●	●●●	●
<i>Quercus ilex</i>	●	●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●	●	●
<i>Quercus robur</i>	●	●	●	●●●	●	●●	●●●	●●●	●●	●
<i>Quercus suber</i>	●	●	●●●	●	●●●	●●	●●●	●●●	●	●
<i>Salix alba</i>	●	●	●●●	●●●	●	●	●●	●●	●●●	●
<i>Salix fragilis</i>	●	●	●●●	●●●	●	●	●●	●●	●●●	●
<i>Tilia platyphyllos</i>	●	●	●	●●●	●●	●●	●●●	●●●	●●	○
<i>Ulmus minor</i>	●	●	●●●	●●●	●●	●●	●●●	●●●	●●●	○

Tabla 5. Listado de árboles propuestos para realizar las actuaciones de flora, necesidades ambientales y otros criterios. Fuente: elaboración propia a partir de fuentes consultadas (ver texto). Leyenda: 1. Autóctona en la península ibérica: ● Sí ● No. 2. Autóctona en el entorno de la ciudad de Salamanca: ● Sí ● No. 3. Resistencia al calor: ● Sensible ●● Tolerante ●●● Resistente. 4. Resistencia a las heladas: ● Sensible ●● Tolerante ●●● Resistente. 5. Resistencia a la sequía: ● Sensible ●● Tolerante ●●● Resistente. 6. Requisitos hídricos: ● Altos ●● Medios ●●● Bajos. 7. Sombra proyectada: ●● Media ●●● Alta. 8. Densidad de sombra: ●● Media ●●● Densa. 9. Velocidad de crecimiento: ● Lento ●● Moderado ●●● Rápido. 10. Alergenicidad: ○ Nula ● Baja ●● Moderada.

A excepción de *Cercis siliquastrum* L. (Fig. 4A), muy utilizado como árbol ornamental, el resto de los árboles seleccionados son autóctonos de la península ibérica. Sin embargo, destacan otras tres especies que no aparecen de forma natural en el entorno de la ciudad de Salamanca: *Juniperus thurifera* L. (Fig. 4B), *Quercus robur* L. y *Tilia* sp. (*T. platyphyllos* Scop. es la especie de distribución más amplia en la península).

Independientemente de su distribución natural, la sabina albar (*Juniperus thurifera*) parece ser una especie adecuada para las actuaciones que se proponen en las zonas 2 y 3 (zona urbana y zona patrimonial), ya que se trata de una planta perenne con valor ornamental y que tolera las condiciones adversas que se prevén (calor y sequía). No obstante, habría que controlar el número de ejemplares que se plantan ya que se trata de una especie moderadamente alergénica, como otros integrantes de la familia Cupressaceae.

Los tilos (*Tilia* spp) son muy comunes en parques y jardines, sobre todo en la mitad septentrional de la península. Aunque tiene algunas características favorables para la adaptación al cambio climático en la ciudad de Salamanca, como la densidad y proyección de la sombra, muy apropiadas para paliar el efecto isla de calor urbana, posee dos grandes inconvenientes: es sensible a las altas temperaturas y además tiene unas necesidades hídricas moderadas, que pueden ser elevadas en la época de más calor. En la actualidad existen varios ejemplares de tilos de buen porte en el centro patrimonial de Salamanca que parecen soportar sin problema las condiciones climáticas actuales; habría que evaluar su estado a medio plazo y su capacidad real de adaptación sobre el terreno.

Respecto al roble carballo (*Quercus robur*), el proyecto plantea su uso como especie a utilizar de forma general en las actuaciones de flora propuestas en todas las zonas, excepto en las riberas del Tormes (Z4) y Zurguén (Z5a). Su uso no parece apropiado para los escenarios climáticos que se proyectan, ya que no es resistente ni al calor ni a la sequía, es sensible a las altas insolaciones y además tiene unos requisitos hídricos moderados, por lo que sería necesario intensificar el riego en los períodos más secos. Debido a estos requisitos ambientales, esta especie de roble no se presenta de forma natural en el entorno del término municipal de Salamanca; su distribución se centra en las zonas de Europa y norte de la península ibérica con clima templado y sin período seco o muy corto y llega de forma muy puntual al norte del río Tajo (Amaral Franco, 1990, 25), con una pequeña población al sur de la provincia de Salamanca, en la sierra de Francia.

El empleo del pino piñonero (*Pinus pinea* L.; Fig. 4C) no parece desacertado en las zonas en las que se propone, sobre todo en la corona norte de secano (Z1). No obstante, hay que tener en cuenta que los pinos sufren con frecuencia plagas y enfermedades, por lo que será necesario controlar de forma intensiva el estado fitosanitario de los ejemplares plantados. En Castilla y León, la principal plaga se debe a la procesionaria del pino, que produce severas defoliaciones (Junta de Castilla y León, 2019, 17); además, la oruga tiene pelos urticantes que pueden ocasionar problemas por contacto a personas y animales domésticos (Diario Veterinario, 2019).

El resto de las especies sí pueden considerarse buenas candidatas para el uso en las actuaciones de flora y recuperación de los servicios ecosistémicos en las distintas zonas, ya que presentan un buen perfil de características, sobre todo en relación con la resistencia al calor y a la sequía, y a sus necesidades hídricas, que encajan con los objetivos de adaptación al cambio climático.

Además de los árboles propuestos, se podrían utilizar algunas otras especies que cumplan con los requisitos mencionados. Por ejemplo, el olivo (*Olea europea* L.) es resistente al calor y a la sequía, tiene pocos requisitos hídricos y gran valor ornamental ligado al ámbito mediterráneo; sería apropiado para su uso en la zona patrimonial, donde ya hay algunos ejemplares plantados. En todo caso, también debería controlarse el número de ejemplares por tener un polen altamente alergénico.

Otra especie interesante y autóctona es el arce de Montpellier (*Acer monspessulanum* L.; Fig. 4D), árbol caducifolio de porte medio, también apto para los escenarios planteados y muy apreciado en jardinería por la coloración rojiza de sus hojas en otoño.



Fig. 4. Algunos árboles apropiados para realizar las actuaciones de flora propuestas. A) *Cercis siliquastrum*. B) *Juniperus thurifera*. C) *Pinus pinea*. D) *Acer monspessulanum*. Fotografías de la autora.

Respecto a la evaluación del listado de arbustos, se han analizado las mismas características, excepto las referidas a la sombra, al crecimiento y a la capacidad alérgica. La información recopilada se muestra en la Tabla 6:

Nombre científico	1. Autóctona península ib.	2. Autóctona Salamanca	3. Resistencia calor	4. Resistencia heladas	5. Resistencia sequía	6. Requisitos hídricos
<i>Cistus ladanifer</i>	●	●	●●●	●●●	●●●	●●●
<i>Cytisus scoparius</i>	●	●	●●●	●●●	●●	●●
<i>Daphne gnidium</i>	●	●	●●●	●●●	●●	●●
<i>Erica arborea</i>	●	●	●●	●●●	●●●	●●
<i>Genista florida</i>	●	●	●●	●●●	●●	●●
<i>Jasminum fruticans</i>	●	●	●●●	●●	●●	●●
<i>Lavandula stoechas</i>	●	●	●●●	●●●	●●●	●●●
<i>Lonicera peryclimenum</i>	●	●	●●	●●	●●	●●
<i>Mahonia aquifolium</i>	●	●	●●●	●●●	●●●	●●
<i>Myrtus communis</i>	●	●	●●●	●●	●●●	●●●
<i>Nerium oleander</i>	●	●	●●●	●●	●●●	●●●
<i>Prunus spinosa</i>	●	●	●●	●●●	●●	●●
<i>Rosa canina</i>	●	●	●●●	●●●	●●●	●●●
<i>Rubus ulmifolius</i>	●	●	●●●	●●●	●●●	●●●
<i>Ruscus aculeatus</i>	●	●	●●	●●	●●	●●
<i>Salix atrocinerea</i>	●	●	●●	●●	●	●
<i>Salix caprea</i>	●	●	●●	●●	●	●
<i>Salix salviifolia</i>	●	●	●●	●●●	●	●
<i>Salvia officinalis</i>	●	●	●●●	●●	●●●	●●●
<i>Sambucus nigra</i>	●	●	●●	●●●	●●	●●
<i>Sorbus aria</i>	●	●	●	●●●	●●	●●
<i>Spartium junceum</i>	●	●	●●●	●●●	●●●	●●●
<i>Teucrium fruticans</i>	●	●	●●●	●●	●●●	●●●
<i>Thymus mastichina</i>	●	●	●●●	●●●	●●●	●●●
<i>Thymus zygis</i>	●	●	●●●	●●●	●●●	●●●
<i>Viburnum tinus</i>	●	●	●●●	●●●	●●	●●●

Tabla 6. Listado de arbustos propuestos para realizar las actuaciones de flora, necesidades ambientales y otros criterios. Fuente: elaboración propia a partir de fuentes consultadas (ver texto). Leyenda: 1. Autóctona en la península ibérica: ● Sí ● No. 2. Autóctona en el entorno de la ciudad de Salamanca: ● Sí ● No. 3. Resistencia al calor: ● Sensible ●● Tolerante ●●● Resistente. 4. Resistencia a las heladas: ● Sensible ●● Tolerante ●●● Resistente. 5. Resistencia a la sequía: ● Sensible ●● Tolerante ●●● Resistente. 6. Requisitos hídricos: ● Altos ●● Medios ●●● Bajos.

Todos los arbustos propuestos, excepto *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt. son autóctonos de la península ibérica y, en su mayoría, habitan de forma natural en el entorno de Salamanca. Algunas de las plantas seleccionadas no son propias de los alrededores de Salamanca, sino del sur de la península, como *Myrtus communis* L. (mirto), *Nerium oleander* L. (adelfa), *Teucrium fruticans* L. (olivilla) o *Spartium junceum* L. (retama de olor); o bien de zonas más septentrionales, como *Sorbus aria* (L.) Crantz (mostajo) o *Salix caprea* L. (sauce cabruno) Respecto a *Salvia officinalis* L., aparece en la península puntualmente como planta naturalizada procedente de antiguos cultivos, ya que se utilizaba como especie de uso alimenticio y

medicinal (Sáez, 2010, 306-308). Todas las plantas seleccionadas tienen unas características apropiadas para la adaptación al cambio climático en las zonas en que se emplean, excepto el mostajo, que es sensible a las altas temperaturas (y que, por su porte, más debe considerarse árbol que arbusto). No obstante, sería recomendable el empleo de una mayor variedad de plantas autóctonas de la zona para que la provisión de ciertos servicios ecosistémicos, como la conservación de los recursos genéticos locales o el mantenimiento de la biodiversidad de los polinizadores, sea más eficiente.

Así, en el caso de plantar tomillos (*Thymus* sp.) o lavandas (*Lavandula* sp.), se propone el uso exclusivo de las especies que habitan en nuestro entorno: *Th. zygis* L., *Th. mastichina* (L.) L. y *L. pedunculata* (Miller) Cav. (Fig. 5A-C). Podría utilizarse también con este fin otro representante de la familia de las labiadas, el romero (*Rosmarinus officinalis* L.; Fig. 6A), planta de gran interés en la producción de miel, u otros arbustos nativos de pequeño porte como *Helichrysum stoechas* DC. (Fig. 6B) o *Helianthemum umbellatum* Miller.



Fig. 5. Algunos arbustos apropiados para realizar las actuaciones de flora propuestas (I). A) *Thymus zygis*. B) *Thymus mastichina*. C) *Lavandula pedunculata*. Fotografías de la autora.

Con relación a la adelfa (Fig. 6C), su uso debería restringirse al empleo puntual en jardinería y no debería utilizarse en la repoblación de zonas naturales más o menos áridas o próximas a los cauces de ríos, ya que los adelfares no son una comunidad vegetal que esté presente de forma natural en nuestro territorio y además libera diversos compuestos químicos tóxicos que pueden provocar intoxicaciones muy graves (Ortiz y Arista, 2012, 103-106).

Al igual que la adelfa, también está muy extendido el uso de la retama de olor como planta ornamental en las medianas de las autovías y las cunetas. Sin embargo, se trata de arbusto invasor que se expande rápidamente por semillas y que está causando importantes problemas

ecológicos al desplazar a las comunidades vegetales nativas. La retama de olor aparece en el Catálogo español de especies exóticas invasoras (Real Decreto 630/2013) como especie invasora a erradicar en las Islas Canarias; pero no es un problema exclusivo del archipiélago, sino también de otras zonas como, por ejemplo, el centro de España (Gavilán *et al.*, 2016).

En la zona urbana y urbana patrimonial también pueden introducirse algunos arbustos autóctonos y ornamentales que contribuyan a la mejora de los servicios ecosistémicos, como el labiérnago (*Phillyrea angustifolia* L.), algunos brezos (por ejemplo, *Erica australis* L., y *Calluna vulgaris* L.) o las clemátides trepadoras (*Clematis vitalba* L. y *C. campaniflora* Brot.; Fig. 6D). Aunque no es una planta autóctona, se utiliza con frecuencia en jardinería el árbol del paraíso (*Elaeagnus angustifolia* L.), que está bien adaptado a temperaturas altas y condiciones de sequía.



Fig. 6. Algunos arbustos apropiados para realizar las actuaciones de flora propuestas (II). A) *Rosmarinus officinalis*. B) *Helichrysum stoechas*. C) *Nerium oleander*. D) *Clematis campaniflora*. Fotografías de la autora.

## 7. A modo de conclusión

En este trabajo se ha tratado de reflejar cómo puede contribuir la diversidad de flora y vegetación en la adaptación al cambio climático, en el marco del Plan Especial de Infraestructura Verde y Biodiversidad de Salamanca y el proyecto LIFE Vía de la Plata. Nuestra ciudad cuenta con un rico patrimonio histórico-monumental, pero los espacios verdes urbanos son muy escasos.

Los escenarios climáticos que se proyectan para nuestra zona prevén aumentos de temperatura media, incremento de días cálidos y períodos de sequía más prolongados. La ciudad es vulnerable ante estos cambios que llevan aparejados riesgos como, por ejemplo, el incremento del efecto isla de calor urbana; el confort climático es un motivo de selección de destino turístico y un empeoramiento de las condiciones puede conllevar una reducción del turismo, fuente de ingresos esencial para la ciudad.

Este «efecto invernadero local» puede paliarse con la ampliación y creación de nuevos espacios verdes urbanos, conectados con los ecosistemas periféricos a través del corredor verde de la Vía de la Plata. Además, las numerosas actuaciones de flora planteadas contribuyen a la mejora de una variedad de servicios ecosistémicos de provisión, de regulación y culturales, que beneficiarán a los ciudadanos de la ciudad y su entorno.

Los árboles y arbustos que se utilizarán en las distintas actuaciones son, en su mayoría, especies autóctonas especialmente aptas para las condiciones climáticas que se proyectan; se desaconseja el uso de algunos de los inicialmente seleccionados (por ejemplo, el roble carballo) por su falta de adecuación a las condiciones de adaptación al cambio climático y se sugiere el uso de algunas especies adicionales a fin de incrementar la diversidad específica y contribuir en mayor medida a la mejora de los servicios de los ecosistemas.

Esta mejora de servicios será cuantificada mediante estaciones de monitorización del estado de los servicios de los ecosistemas en la zona de actuación, que medirán parámetros meteorológicos, de calidad del aire, ruido ambiental, etc., a fin de comparar los niveles de dichos parámetros antes y después de las actuaciones, a corto, medio y largo plazo. El análisis innovador de los datos mediante técnicas de aprendizaje por refuerzo profundo permitirá, además, hacer predicciones sobre los escenarios climáticos y tomar medidas más adecuadas para la adaptación al cambio que reduzcan la vulnerabilidad.

Uno de los aspectos clave es que Salamanca será la primera ciudad Patrimonio de la Humanidad que va a establecer una red de infraestructura verde en el municipio. En este sentido es necesario atender a dos cuestiones fundamentales: es importante que la zona histórica no pierda su identidad y se debe vincular patrimonio cultural con patrimonio natural. Se ha de prestar especial atención a la elección de las especies en función de su capacidad para adaptarse al cambio climático y mejorar los servicios de los ecosistemas, pero también a su valor ornamental y paisajístico, fundamental en aquellas actuaciones que se efectúen en la zona urbana patrimonial, como la creación de fachadas, pantallas y pérgolas verdes o la instalación de macetas y elementos verdes en balcones y terrazas de hostelería. Por todo lo expuesto, es conveniente que el casco histórico cuente con una estética coherente e integrada, acorde con el patrimonio monumental que posee y que cuente con el apoyo de la ciudadanía, que serán los principales beneficiarios de este proyecto.

## Referencias bibliográficas

- Agencia Estatal de Meteorología [AEMET] (2021). *Informe sobre el estado del clima de España 2020*. Madrid: Agencia Estatal de Meteorología, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. 144 pp. Recuperado de [https://www.aemet.es/es/conocerlas/recursos\\_en\\_linea/publicaciones\\_y\\_estudios/publicaciones/detalles/informe\\_estado\\_clima](https://www.aemet.es/es/conocerlas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/publicaciones/detalles/informe_estado_clima) (Consultado: 20 de mayo de 2022).
- Agencia Estatal de Meteorología [AEMET] (2022). Proyecciones climáticas para el siglo XXI. Regionalización AR5-IPCC. Gráficos de evolución. Salamanca. Recuperado de [http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio\\_climat/result\\_graficos?opc4=0&opc1=37&opc6=0](http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio_climat/result_graficos?opc4=0&opc1=37&opc6=0) (Consultado: 7 de junio de 2022).
- Agencia Europea de Medio Ambiente [AEMA] (2020). Muertes prematuras atribuibles a la contaminación atmosférica. Recuperado de <https://www.eea.europa.eu/es/pressroom/newsreleases/muchos-europeos-siguen-expuestos-a/muertes-prematuras-atribuibles-a-la> (Consultado: 22 de mayo de 2022)
- Agencia Europea de Medio Ambiente [AEMA] (2022). *CICES*. Towards a common classification of ecosystem services. Recuperado de <https://cices.eu/> (Consultado: 23 de mayo de 2022).
- Almarcha, M. (2022, 20 de mayo). ¿Cuándo llega la calima? Tormentas y lluvia de barro. *Eltiempo.es*. Recuperado de <https://www.eltiempo.es/noticias/cuando-llega-la-calima-polvo-y-tormentas-a-la-vista> (Consultado: 22 de mayo de 2022)
- Alonso García, M. S., Fidalgo Martínez, M. R. y Labajo Salazar, J. L. (2004). El clima de las ciudades: isla de calor de Salamanca. *Revista de salud ambiental*, 4(1-2), 25-29.
- Amaral Franco, J. (1990). *Quercus* L. En: S. Castroviejo, S. et al. (eds.). *Flora iberica*, 2, 15-36. Madrid: Real Jardín Botánico, CSIC. Recuperado de [http://www.floraiberica.es/floraiberica/texto/pdfs/02\\_041\\_03\\_Quercus.pdf](http://www.floraiberica.es/floraiberica/texto/pdfs/02_041_03_Quercus.pdf) (Consultado: 29 de mayo de 2022)
- Anthos (2011-2022). *Anthos. Sistema de información sobre las plantas de España*. Madrid: Real Jardín Botánico, CSIC - Fundación Biodiversidad. Recuperado de <http://www.anthos.es/> (Consultado: 26 de mayo de 2022)
- Asturnatura (2022). Asturnatura.com: naturaleza y patrimonio. Recuperado de <https://www.asturnatura.com/> (Consultado: 26 de mayo de 2022)
- Ayuntamiento de Salamanca (2020). *Estrategia Municipal de Adaptación al Cambio Climático de Salamanca. Plan de Acción*. Salamanca: Ayuntamiento de Salamanca y Ciudades Verdes CENCYL. Recuperado de [http://www.redciudadescencyl.eu/cambio%20climatico/PLAN\\_ACCION\\_EMA\\_CC\\_SA.pdf](http://www.redciudadescencyl.eu/cambio%20climatico/PLAN_ACCION_EMA_CC_SA.pdf) (Consultado: 10 de mayo de 2022)
- Ayuntamiento de Salamanca (2021). LIFE Vía de la Plata. Recuperado de <https://www.lifeviadelaplata.com/> (Consultado: 10 de mayo de 2022)
- Castroviejo, S. (coord. gen.) (1986-2021). *Flora iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares*. Madrid: Real Jardín Botánico, CSIC.
- Diario Veterinario (2019, 25 de noviembre). “Es el momento de actuar contra la procesionaria”, puede causar la muerte en perros. Recuperado de <https://www.diarioveterinario.com/t/1642043/momento-actuar-contra-procesionaria-puede-causar-muerte-perros> (Consultado: 29 de mayo de 2022)

- Evaluación de Ecosistemas del Milenio (2003). *Ecosistemas y Bienestar Humano: Un Marco para la Evaluación. Resumen*. Informe del Grupo de Trabajo sobre Marco Conceptual de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio. Recuperado de <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.3.aspx.pdf> (Consultado: 20 de mayo de 2022)
- Flora Vascular (2022). *Flora vascular* [basada en *Flora Vascular de Andalucía Occidental* y *Flora iberica*]. Recuperado de <https://www.floravascular.com/> (Consultado: 26 de mayo de 2022)
- Gavilán, R.G., Sánchez-Mata, D., Gaudencio, M., Gutiérrez-Girón, A. y Vilches, B. (2016). Impact of the non-indigenous shrub species *Spartium junceum* (Fabaceae) on native vegetation in central Spain. *Journal of Plant Ecology*, 9(2), 132-143. DOI: <https://doi.org/10.1093/jpe/rtv039>
- Granda, R. (2022, 16 de marzo). Episodio extremo de calima en España: un evento sin precedentes. *Eltiempo.es*. Recuperado de <https://www.eltiempo.es/noticias/calima-lluvia-barro-cielo-naranja-borrasca-celia> (Consultado: 22 de mayo de 2022)
- Gutiérrez Bustillo, M., Sáenz Laín, C., Aránguez Ruiz, E. y Ordóñez Iriarte, J.M. (2001). *Polen atmosférico en la Comunidad de Madrid*. Documentos Técnicos de Salud Pública. Consejería de Sanidad. Comunidad de Madrid. 206 pp. Recuperado de <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM009130.pdf> (Consultado: 22 de mayo de 2022)
- Instituto de Salud Carlos III (2021). Fiebre hemorrágica de Crimea-Congo. Casos notificados a la Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica. España 2021. Recuperado de [https://www.isciii.es/QueHacemos/Servicios/VigilanciaSaludPublicaRENAVE/EnfermedadesTransmisibles/Documents/archivos%20A-Z/Fiebre Hemorr%C3%A1gica Crimea Congo/Informe%20final casos%20FHCC RENAVE 2021.pdf](https://www.isciii.es/QueHacemos/Servicios/VigilanciaSaludPublicaRENAVE/EnfermedadesTransmisibles/Documents/archivos%20A-Z/Fiebre%20Hemorr%C3%A1gica%20Crimea%20Congo/Informe%20final%20casos%20FHCC%20RENAVE%202021.pdf) (Consultado: 21 de mayo de 2022)
- Instituto Nacional de Estadística [INE] (2021). Población residente por fecha, sexo y edad. Principales series desde 1971: Salamanca. Recuperado de <https://www.ine.es/jaxiT3/Tabla.htm?t=31304> (Consultado: 22 de mayo de 2022)
- Instituto Nacional de Estadística [INE] (2022). Cifras oficiales de población resultantes de la revisión del Padrón municipal a 1 de enero de 2021: Salamanca. Recuperado de <https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=2911> (Consultado: 20 de mayo de 2022)
- Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC] (2014). *Cambio climático 2014: Informe de síntesis*. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del IPCC. 176 pp. Recuperado de [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf) (Consultado: 20 de mayo de 2022)
- Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC] (2018). «Resumen para responsables de políticas». En: Masson-Delmott, V. et al. (eds.). *Calentamiento global de 1,5 °C, Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza*. 32 pp. Recuperado de [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf) (Consultado: 20 de mayo de 2022).
- Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC] (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. IPCC Sixth Assessment Report*. Working Group II. 96 pp.

- Recuperado de [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGII\\_FinalDraft\\_TechnicalSummary.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_FinalDraft_TechnicalSummary.pdf) (Consultado: 20 de mayo de 2022)
- Junta de Castilla y León (*sin fecha*). *Las vías pecuarias en Castilla y León*. Consejería de Medio Ambiente de Castilla y León. Recuperado de <https://medioambiente.jcyl.es/web/es/medio-natural/vias-pecuarias.html> (Consultado: 22 de mayo de 2022)
- Junta de Castilla y León (2019). *Redes de Rango I y Rango II de Seguimiento de Daños en los Bosques de Castilla y León 2019. Revisión Fitosanitaria de Puntos en Masas Forestales Certificadas a Escala Regional según Criterios PEFC*. Informe Fitosanitario General. Junta de Castilla y León. Centro de Sanidad Forestal de Calabazanos. 88 pp. Recuperado de <https://medioambiente.jcyl.es/web/es/medio-natural/redes-seguimiento-danos-bosques.html> (Consultado: 29 de mayo de 2022)
- Junta de Castilla y León (2021). *Informe de la calidad del aire en Castilla y León. Año 2020*. Red de Control de la Calidad del Aire de Castilla y León. Dirección General de Calidad y Sostenibilidad Ambiental. Consejería de Fomento y Medio Ambiente. 123 pp. Recuperado de <https://medioambiente.jcyl.es/web/es/calidad-ambiental/informes-anuales-calidad-aire.html> (Consultado: 22 de mayo de 2022)
- Karimi, A. y Mohammad, P. (2022). Effect of outdoor thermal comfort condition on visit of tourists in historical urban plazas of Sevilla and Madrid. *Environmental Science and Pollution Research*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-022-20058-8>
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 299, de 14 de diciembre de 2007, 51275 a 51327. Recuperado de <https://www.boe.es/eli/es/l/2007/12/13/42/con> (Consultado: 22 de mayo de 2022)
- LIFE Vía de la Plata (2020). *Climate Change Adaptation in the Heritage City of Salamanca (ES): Ecosystem services, Green Infrastructure and Big Data (LIFE19 CCA/ES/001188)*. Technical Applicate Forms. 328 pp. [Documento privado; disponible para su consulta bajo petición]
- LIFE Vía de la Plata (2021). *Adaptación al cambio climático de la Ciudad Patrimonio de Salamanca: infraestructura verde, servicios de los ecosistemas y Big Data. Hacia un nuevo modelo de ciudad sostenible*. Dossier informativo. 44 pp. Recuperado de [https://www.lifeviadelaplata.com/wp-content/uploads/2021/03/life\\_via\\_de\\_la\\_plata\\_dossier.pdf](https://www.lifeviadelaplata.com/wp-content/uploads/2021/03/life_via_de_la_plata_dossier.pdf) (Consultado: 18 de mayo de 2022)
- Liu, C. *et al.* (2019). Ambient particulate air pollution and daily mortality in 652 cities. *New England Journal of Medicine*, 381(8), 705-715. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1817364>
- López-Vélez, R. y Molina Moreno, R. (2005). Cambio climático en España y riesgo de enfermedades infecciosas y parasitarias transmitidas por artrópodos y roedores. *Revista Española de Salud Pública*, 79, 177-190.
- Martínez, J.J., Franco, J.A. y Colomer, M.J. (2008). *Especies silvestres mediterráneas con valor ornamental: selección, viverística y utilización en jardinería*. Murcia: Dirección General de Patrimonio Natural y Biodiversidad, Consejería de Agricultura y Agua. 224 pp. ISBN 978-84-691-8182-9. Recuperado de <https://repositorio.upct.es/handle/10317/909> (Consultado: 26 de mayo de 2022)

- Menne, B. (2015). *El cambio climático y la salud humana*. Agencia Europea de Medio Ambiente. Recuperado de <https://www.eea.europa.eu/es/senales/senales-2015/entrevista/el-cambio-climatico-y-la#:~:text=La%20contaminaci%C3%B3n%20atmosf%C3%A9rica%20puede%20provocar,afectan%20a%20la%20salud%20p%C3%BAblica> (Consultado: 22 de mayo de 2022)
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2013). *Identificación de áreas a desfragmentar para reducir los impactos de las infraestructuras lineales de transporte en la biodiversidad*. Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte, 6. Madrid. 262 pp. Recuperado de <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/6-identificac-areas-a-defragmentar-tcm30-195797.pdf> (Consultado: 22 de mayo de 2022)
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico [MITECO] (2020). *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030*. Madrid. 246 pp. Recuperado de <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/plan-nacional-adaptacion-cambio-climatico/> (Consultado: 10 de mayo de 2022)
- Miró Pérez, J. J. y Olcina Cantos, J. (2020). Cambio climático y confort térmico. Efectos en el turismo de la Comunidad Valenciana. *Investigaciones Turísticas*, 20, 1-30. DOI: <https://doi.org/10.14198/INTURI2020.20.01>
- Obón de Castro, C. y Rivera, D. (2022, 25 de abril). Más polen y más alergias más graves por el cambio climático. *The Conversation*. Recuperado de <https://theconversation.com/mas-polen-y-mas-alergias-mas-graves-por-el-cambio-climatico-180977> (Consultado: 26 de mayo de 2022)
- Organización de las Naciones Unidas (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Resolución 70/1 (25 de septiembre de 2015). Recuperado de [https://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=S](https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=S) (Consultado: 25 de mayo de 2022)
- Ortiz, P.L. y Arista, M. (2012). *Nerium L.* En: Talavera, S. et al. (eds.). *Flora iberica*, 11, 103-106. Madrid: Real Jardín Botánico, CSIC. Recuperado de [http://www.floraiberica.es/floraiberica/texto/pdfs/11\\_131\\_01\\_Nerium.pdf](http://www.floraiberica.es/floraiberica/texto/pdfs/11_131_01_Nerium.pdf) (Consultado: 30 de mayo de 2022)
- Pacto de los Alcaldes para el Clima y la Energía (2020). *Guía para la presentación de informes*. Pacto de los Alcaldes, Oficina en Europa. 55 pp. Recuperado de [https://www.pactodelosalcaldes.eu/index.php?option=com\\_attachments&task=download&id=897](https://www.pactodelosalcaldes.eu/index.php?option=com_attachments&task=download&id=897) (Consultado: 10 de mayo de 2022)
- Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 185, de 3 de agosto de 2013, 56764 a 56786. Recuperado de <https://www.boe.es/eli/es/rd/2013/08/02/630> (Consultado: 30 de mayo de 2022)
- Red de Aerobiología de Castilla-La Mancha (2002). *Principales especies alergénicas*. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha y Universidad de Castilla-La Mancha. Recuperado de <https://www.polencastillalamancha.com/especies> (Consultado: 26 de mayo de 2022)
- Rosillo Muñoz, L. (2020). *Análisis de jardín mediante criterios ambientales y propuesta de adaptación al cambio climático*. Trabajo de Grado. Universidad Politécnica de Cartagena.

Recuperado de <https://repositorio.upct.es/handle/10317/9120> (Consultado: 26 de mayo de 2022)

Sáez, L. (2010). *Salvia* L. En: Morales, R. *et al.* (eds.). *Flora iberica*, 12, 298-326. Madrid: Real Jardín Botánico, CSIC. Recuperado de [http://www.floraiberica.es/floraiberica/texto/pdfs/12\\_140\\_15\\_Salvia.pdf](http://www.floraiberica.es/floraiberica/texto/pdfs/12_140_15_Salvia.pdf) (Consultado: 30 de mayo de 2022)

Selga, J., Terricabras, A. y Ibero, A. (2012). *Guia per a la selecció d'espècies de verd urbà: arbrat viari* [Guía para la selección de especies de verde urbano: arbolado viario]. Barcelona: Diputación de Barcelona. 132 pp. Disponible en: [https://llibreria.diba.cat/cat/libro/guia-per-a-la-seleccio-d-especies-de-verd-urba-arbrat-viari\\_59509](https://llibreria.diba.cat/cat/libro/guia-per-a-la-seleccio-d-especies-de-verd-urba-arbrat-viari_59509) (Consultado: 26 de mayo de 2022)

Sgambatti Celis, L., Jañes Moral, M., y Gil Melcón, M. (2014). *Rinitis alérgica*. En: SEORL. Libro virtual de formación en otorrinolaringología. 15 pp. Recuperado de <https://seorl.net/PDF/Nariz%20y%20senos%20paranasales/054%20-%20RINITIS%20AL%20C3%89RGICA.pdf> (Consultado: 22 de mayo de 2022)

Wilby, R. L. y Perry, G.R.W. (2006). Climate change, biodiversity and the urban environment: a critical review based on London, UK. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 20(1), 73-98. DOI: <https://doi.org/10.1191/0309133306pp470ra>