

Memoria

# Evaluación de los servicios ecosistémicos

---

AYUNTAMIENTO DE  
ALFARNATE

---





## Contenido

<b>1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>2</b>
1.1	Contextualización .....	2
1.2	Objetivo general .....	8
1.3	Objetivos específicos:.....	8
<b>2</b>	<b>Marco legal y estratégico.....</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Diagnóstico del territorio.....</b>	<b>11</b>
3.1	Caracterización del municipio .....	11
3.1.1	Medio físico .....	11
3.1.2	Análisis demográfico .....	14
3.1.3	Análisis económico .....	16
3.2	Inventario de espacios verdes del municipio: .....	17
3.2.1	Localización y características de áreas verdes, arbolado urbano, parques. ....	17
3.2.2	El cerezo como especie estratégica: Relevancia cultural, agrícola y paisajística; potencial para reforzar la identidad local y el turismo. ....	34
3.3	Evaluación de SE: .....	35
3.4	Diseño de la red ecológica municipal.....	67
3.5	Integración de elementos culturales y paisajísticos.....	68
3.6	Beneficios esperados.....	69
<b>4</b>	<b>Plan de acción para el desarrollo de la infraestructura verde .....</b>	<b>69</b>
4.1	Propuestas de intervenciones directas:.....	69
4.2	Comunicación y formación:.....	75
<b>5</b>	<b>Plan de gestión.....</b>	<b>75</b>
5.1	Presupuesto del ayuntamiento en gestión de la infraestructura verde urbana .....	75
5.2	Gestión municipal de la infraestructura verde .....	75
<b>6</b>	<b>Evaluación y seguimiento .....</b>	<b>77</b>
6.1	Introducción y vinculación con los objetivos de la memoria .....	77
6.2	Metodología de seguimiento .....	78
6.3	Sistema de indicadores .....	79
6.4	Revisión quinquenal y actualización de la estrategia.....	80
<b>7</b>	<b>Anexos.....</b>	<b>80</b>

## 1 Introducción

### 1.1 Contextualización

#### Definición de Infraestructura Verde (IV)

En base a la **Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas** se define **Infraestructura verde** como “una red estratégicamente planificada de espacios naturales y seminaturales y otros elementos ambientales diseñados y gestionados para ofrecer una amplia gama de servicios de los ecosistemas”. Esta red incluye espacios verdes o azules (en ecosistemas acuáticos) y otros elementos físicos en áreas terrestres (naturales, rurales y urbanos) y marinos.

Para entender correctamente el concepto de infraestructura verde, debemos familiarizarnos con otros conceptos vinculados como el capital natural, multifuncionalidad, soluciones basadas en la naturaleza, servicios ecosistémicos, conectividad, restauración ecológica o resiliencia y capacidad de adaptación, estas definiciones pueden ser consultadas en el anexo de esta memoria.

En los entornos urbanos, los elementos de infraestructura verde aportan múltiples beneficios: mejoran la salud y el bienestar, proporcionan sombra, regulan la temperatura, purifican el aire y mejoran la calidad del agua. Los espacios periurbanos, por su parte, actúan como zonas de transición entre áreas urbanas y naturales o agroforestales. Estos ecotonos, de especial relevancia ecológica, funcionan como zonas tampón y albergan una gran cantidad de parques y bosques que ofrecen importantes servicios a la población.

De acuerdo a la Estrategia Estatal de Infraestructura Verde y Conectividad y Restauración Ecológica, los elementos que pueden formar parte de la infraestructura verde son muy variados, desde espacios protegidos para la conservación de la biodiversidad hasta espacios verdes urbanos o una red de setos en los márgenes de campos de cultivo. Se incluyen también áreas restauradas e incluso algunos elementos de la infraestructura gris, como pueden ser los pasos de fauna y drenajes para minimizar la fragmentación causada por las infraestructuras lineales.

En el ámbito urbano, esta red incluye parques, jardines, ríos, riberas, huertos urbanos, estanques, zonas recreativas, vías pecuarias, calles arboladas, cubiertas verdes, cementerios, charcas, acequias, patios escolares y otros espacios con valor ecológico y social.

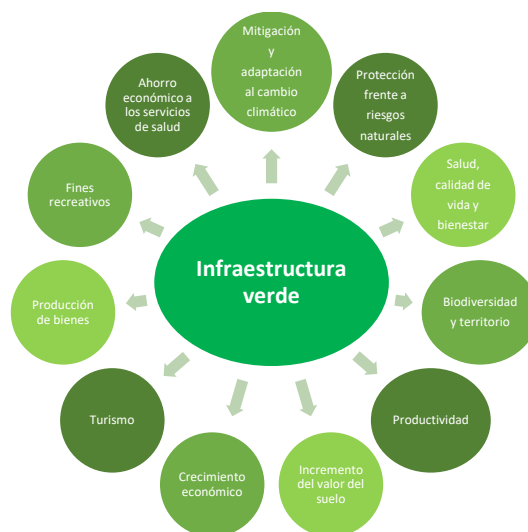


Ilustración 1: beneficios de la infraestructura verde

## Definición y clasificación de los servicios ecosistémicos

Los **servicios ecosistémicos** se definen como las contribuciones directas o indirectas de los ecosistemas al bienestar humano. Estas contribuciones se enmarcan en términos de “*qué hacen los ecosistemas*” para las personas. Tienen el potencial añadido de favorecer la fijación de población en el territorio. La producción de alimentos resultantes de la fertilización natural por la disponibilidad de nutrientes en el suelo, la disponibilidad de madera extraída de árboles, y de agua transportada por la atmósfera y los ríos, son algunos de los ejemplos de servicios que nos proveen los ecosistemas.

La intensa explotación y consecuente degradación de los ecosistemas por el ser humano animó a desarrollar el concepto de servicios ecosistémicos como método para sensibilizar a la sociedad poniendo en valor los beneficios que la naturaleza nos ofrece de forma abundante y gratuita. Cada vez más la cuantificación de estos se está incorporando a las distintas escalas espaciales y de gestión como medida de planificación del uso del territorio, desarrollo de infraestructuras y contabilidad monetaria.

La clasificación de los servicios ecosistémicos puede variar según la fuente consultada, en el desarrollo de esta memoria se va a utilizar el sistema de clasificación desarrollado por el grupo de trabajo de los servicios ecosistémicos de la Unión Europea, la lista CICES (Common international classification for ecosystem services), que es la más utilizada actualmente.

En CICES los **servicios ecosistémicos** se definen como las **contribuciones que los ecosistemas hacen al bienestar humano, y que son distintos de los bienes y beneficios que las personas derivan posteriormente de ellos**. Y los clasifica en tres categorías principales:

- **Servicios de abastecimiento:** aquellas contribuciones directas al bienestar humano provenientes de la estructura biótica y geótica de los ecosistemas. Principalmente se refieren a los servicios que se encargan del suministro de materiales y las fuentes de energía proporcionadas por los ecosistemas. Algunos ejemplos son: agua dulce, madera, fibra, recursos genéticos, medicinas, etc.
- **Servicios de regulación o mantenimiento:** aquellas contribuciones indirectas al bienestar humano provenientes del funcionamiento de los ecosistemas. Principalmente se refieren a los servicios que se encargan del mantenimiento de las funciones de las estructuras que regulan los ecosistemas. Algunos ejemplos son: regulación climática, regulación de la calidad de aire, regulación hídrica y depuración del agua, control de la erosión y fertilidad del suelo, etc.
- **Servicios culturales:** aquellas contribuciones intangibles que la población obtiene a través de su experiencia directa con los ecosistemas y su biodiversidad. Algunos ejemplos son: identidad cultural y sentido de pertenencia, sentimiento espiritual y religioso, actividades recreativas y de ecoturismo, educación ambiental, etc

Es importante señalar las interacciones que se producen entre los diferentes servicios. Estas interacciones pueden ser de dos tipos:

- Sinergias: interacciones positivas en las que un servicio potencia la generación de otro.
- De compensación (trade off): interacciones negativas en las que un servicio merma otro o incluso hace que este desaparezca.

Por ejemplo, un bosque periurbano, al ofrecer un servicio de provisión cuando se corta la madera, hace que merme el de regulación, por tanto, es un efecto negativo. Por otra parte, un



árbol en medio urbano a libre crecimiento y centenario produce un mayor servicio de regulación térmica a la vez que cultural, ya que forma parte de la historia del sitio.

### Relaciones entre los servicios ecosistémicos, la infraestructura verde y la restauración ecológica

Comprender la interrelación entre la infraestructura verde, la conectividad ecológica, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos resulta esencial para orientar una planificación territorial sostenible y una gestión eficiente del capital natural. Esta comprensión permite diseñar estrategias integradas que garanticen el equilibrio entre la conservación de los ecosistemas y las necesidades socioeconómicas de la población.

El uso de los servicios ecosistémicos como base para la toma de decisiones exige disponer de información científica sólida y de indicadores precisos que permitan cuantificar y valorar dichos servicios. En la actualidad, uno de los principales retos consiste en mejorar el conocimiento sobre el papel funcional de la biodiversidad en la provisión y sostenimiento de los servicios ecosistémicos, especialmente en contextos urbanos y periurbanos.

Es importante recordar que los ecosistemas generan múltiples servicios de manera simultánea, pero rara vez es posible maximizarlos todos al mismo tiempo. En ocasiones, potenciar un servicio (por ejemplo, la producción agrícola) puede reducir la provisión de otros (como la regulación hídrica o la conservación del suelo). Por ello, resulta imprescindible identificar las prioridades de gestión y orientar las políticas hacia una gestión equilibrada y multifuncional del territorio, capaz de satisfacer las demandas sociales sin comprometer la integridad ecológica a largo plazo.

### Importancia en entornos urbanos y rurales.

Resulta evidente que hasta ahora y para la mayoría de la población, los espacios verdes, entendidos como parques y jardines, son espacios independientes, unitarios, principalmente con fines meramente ornamentales y considerados, en general, como un coste (diseño, ejecución y, especialmente, el mantenimiento) para los servicios municipales. Sin embargo, deben entenderse como una infraestructura funcional, donde se producen flujos ecológicos y servicios que generan beneficios ambientales, sociales y económicos.

Por tanto, es imperativa la integración de los elementos que forman parte de la infraestructura verde urbana y periurbana como parques, jardines, láminas de agua, árboles, cubiertas verdes, cementerios, etc., como ingredientes básicos de esa planificación. En el panorama internacional, los estudios e investigaciones al respecto ponen de manifiesto la gran y diversa cantidad de beneficios y servicios que generan, que pueden ser de diferentes tipos, como económicos, sociales, medioambientales, etc. y, gracias a su difusión, la sociedad es cada día más consciente de su necesidad.

Los elementos más conocidos o identificables de la infraestructura verde por la población en general son los parques y jardines.

En un documento elaborado por la Asociación de Empresas de Gestión de Infraestructura Verde (ASEJA) denominado *“Estudio sobre la contribución económica, social y ambiental de los parques y jardines a las ciudades españolas”* se presentan una serie de datos numéricos de gran interés que pueden servir para comprender la importancia de la infraestructura verde. Toman como ejemplo las ciudades más representativas de nuestro país, pero pueden extrapolarse a otros municipios como Alfarnate:



Según este estudio, el mantenimiento de los parques y jardines alcanza los 850 millones de euros anuales (si se incluye la conservación de parques, jardines, obras y servicios) y da empleo a más de 12.000 personas. Representa el 1,5% del volumen presupuestario de los ayuntamientos de toda España.

En cuanto al impacto económico vinculado a los parques y jardines, asciende a 11 euros/m<sup>2</sup>/año, es decir, si la ratio medio de precio de mantenimiento por m<sup>2</sup> es del orden de 2,8 euros, implica que los parques y jardines generan un impacto económico positivo mayor, hasta cuatro veces más. Según este estudio, los ciudadanos estarían dispuestos a pagar por utilizar los parques y jardines 5,9 euros/m<sup>2</sup>/año. De especial interés es el dato de que los espacios verdes proporcionan un ahorro en sanidad pública del orden de 0,83 euros/m<sup>2</sup>/año, resultado de menores costes sanitarios por incremento de actividad física en el uso de parques y jardines. Haciendo hincapié en la importancia de la infraestructura verde en la salud pública en Estados Unidos, un estudio en Filadelfia demostró que el mantenimiento de espacios verdes revierte en 60,93 millones de euros por año en salud pública.

Las acciones que se llevarán a cabo en el marco municipal deberán orientarse hacia la gran cantidad de espacios que forman parte de la infraestructura verde que forman parte del entorno urbano y rural de los municipios. Estas acciones se enmarcan en una estrategia territorial de gran importancia.

La Infraestructura Verde urbana presenta igualmente un carácter multifuncional aportando numerosos servicios ecosistémicos:

#### **ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO**

1. Prevención de inundaciones, regulación de escorrentías.
2. Reducción de los riesgos derivados de las inundaciones, regulación de avenidas.
3. Incremento de la recarga de agua de los acuíferos.
4. Regulación térmica y disminución de las islas urbanas de calor.
5. Mejora de la permeabilidad ecológica -movimiento y refugio de especies ante condiciones climáticas extremas mediante la creación de redes ecológicas.

#### **MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO**

6. Incremento de secuestro de carbono (efecto sumidero).
7. Reducción de emisiones de carbono provenientes de los vehículos motorizados por el incremento de las infraestructuras de transporte público y movilidad sostenible (paseos, bici carriles...).
8. Generación de fuentes de energía renovable (“edificios verdes”).
9. Reducción del consumo de energía (por la atemperación climática por parte del arbolado, fachadas verdes, edificación bioclimática).

#### **MEJORA DE LA BIODIVERSIDAD**

10. Mantenimiento, protección y mejora de los hábitats naturales, la vida silvestre y la biodiversidad.
11. Incremento de la biocapacidad.

#### **MEJORA DE LA CALIDAD AMBIENTAL**

12. Mejora de la calidad del aire.
13. Mejora de la calidad del agua (purificación del agua).



14. Reducción de los niveles de ruido.
15. Mejora y mantenimiento de los valores del suelo agrícola (aumento de la fertilidad del suelo).
16. Control de la erosión del suelo.

#### MEJORA DE LA SALUD Y EL BIENESTAR

17. Mejora de los valores estéticos.
18. Incremento de recursos para la práctica del deporte y el ocio.
19. Incremento de recursos para la contemplación y el bienestar espiritual.
20. Generación de recursos para la formación y la educación.
21. Generación de recursos comunitarios (implicación de la ciudadanía).
22. Incremento de sentimiento de pertenencia e identidad.
23. Agricultura urbana y producción de alimentos de proximidad.

#### Los jardines japoneses y el desarrollo sostenible

La tradición paisajística japonesa representa uno de los sistemas de diseño de espacios naturales más sofisticados y consolidados del mundo, con una trayectoria histórica que se remonta al período Heian (794–1185) y que continúa siendo un referente internacional en materia de sostenibilidad, gestión del agua y biodiversidad. La incorporación de sus principios filosóficos y técnicos al proyecto SakuraFusion no constituye únicamente un ejercicio de intercambio cultural, sino que aporta fundamentos conceptuales directamente aplicables a la planificación de infraestructura verde en el municipio de Alfarnate.

La filosofía que subyace al diseño de los jardines japoneses se articula en torno a varios principios estéticos y funcionales de especial relevancia para la gestión ecosistémica. El concepto de *shizen* (自然), o naturalidad, establece que el diseño del jardín debe subordinarse a los procesos naturales, empleando materiales no alterados y formas orgánicas que mimeticen el comportamiento de la vegetación y el agua en su estado silvestre. Este principio es funcionalmente equivalente al enfoque de las soluciones basadas en la naturaleza (SbN) promovidas por la Unión Europea y la Estrategia Nacional de Infraestructura Verde española, que priorizan el uso de procesos ecológicos naturales frente a soluciones de ingeniería convencional. El concepto de *wabi-sabi* (侘寂), por su parte, incorpora la valoración de la imperfección y la transitoriedad, entendiendo la temporalidad estacional como un valor estético en sí mismo: la floración primaveral, la caída de la hoja en otoño o la textura de los musgos sobre las rocas son expresiones de los ciclos naturales que los jardines japoneses celebran deliberadamente. En Alfarnate, este principio encuentra una resonancia directa en la floración primaveral de los cerezos —el denominado *sakura* local—, fenómeno que comparte con el *hanami* japonés tanto su carga simbólica como su potencial turístico y cultural. Finalmente, el concepto de *ma* (間), entendido como el valor del espacio vacío y el silencio, orienta hacia diseños donde la ausencia de elementos tiene tanto peso como su presencia, favoreciendo ambientes de contemplación y descanso que incrementan los servicios culturales del espacio verde.



*Ilustración 2: Jardín japonés de Shinjuku (Japón)*

Desde el punto de vista funcional, los grandes jardines japoneses constituyen ejemplos paradigmáticos de gestión integrada de servicios ecosistémicos. El jardín Kenroku-en, en Kanazawa, declarado Lugar Especial de Belleza Escénica Nacional de Japón, alberga más de 8.750 árboles de 183 especies distintas en sus 11,4 hectáreas, integrando sistemas de conducción de agua mediante presión natural y gestionando de forma simultánea servicios de regulación hídrica, regulación climática, biodiversidad y recreación (Asociación Española del Jardín Japonés, s.f.). El jardín de rocas de Ryōan-ji, en Kioto, representa a su vez el modelo más depurado de diseño minimalista (*karesansui*), donde la ausencia de vegetación densa no impide la provisión de servicios culturales de primer orden —contemplación, bienestar espiritual, identidad patrimonial— siendo uno de los jardines más visitados del mundo y referente de los servicios culturales reconocidos por la clasificación CICES.

En el contexto español, la integración de influencias paisajísticas diversas en espacios verdes históricos ofrece precedentes cercanos de gran valor. El Carmen de los Mártires, en Granada, declarado Bien de Interés Cultural, ilustra cómo un mismo espacio verde puede articular estilos jardineriles distintos —francés, inglés, andalusí y romántico— generando un conjunto multifuncional con altos valores ecológicos, culturales y patrimoniales en el entorno de la Alhambra (Ayuntamiento de Granada, s.f.). Este referente territorial, geográficamente próximo a Alfarnate, demuestra que la integración de culturas paisajísticas distintas en un espacio verde urbano es no solo viable, sino enriquecedora de la biodiversidad y del capital cultural del municipio.

La aplicación de estos principios al proyecto del Jardín Japonés de Alfarnate y, de forma más amplia, a la estrategia de infraestructura verde municipal, se traduce en orientaciones concretas: el empleo prioritario de materiales y especies autóctonas compatibles con las condiciones climáticas locales (*shizen*), la planificación de la vegetación en función de su fenología estacional para maximizar los servicios culturales a lo largo del año (*wabi-sabi*), la incorporación de láminas de agua con criterios de regulación hídrica natural (gestión integrada del recurso hídrico), y el diseño de espacios de contemplación y silencio que incrementen el bienestar subjetivo de la población (*ma*). En conjunto, los jardines japoneses no se conciben únicamente como elementos ornamentales, sino como infraestructuras ecológicas productoras de servicios ecosistémicos de regulación, aprovisionamiento y culturales, en perfecta coherencia con el marco conceptual que orienta la presente memoria.



## 1.2 Objetivo general

El objetivo general de esta memoria es poner en valor y evaluar los servicios ecosistémicos urbanos de mayor relevancia para el municipio de Alfarnate y elaborar una estrategia de gestión para la optimización de los mismos.

## 1.3 Objetivos específicos:

### **OE1. Inventariar y caracterizar los espacios verdes y el arbolado del municipio de Alfarnate**

Elaborar un inventario sistemático de todas las zonas verdes, el arbolado de alineación y los elementos de vegetación presentes en el entorno urbano y periurbano del municipio, identificando sus características estructurales, composición florística y estado fitosanitario. Este inventario constituirá la base de datos de partida para la evaluación de los servicios ecosistémicos y para la planificación de la infraestructura verde, e incluirá un inventario específico de las plantaciones de cerezos (*Prunus avium* y especies afines) dado su valor estratégico para el municipio en el marco del proyecto SakuraFusion.

### **OE2. Evaluar los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, regulación y culturales de mayor relevancia para el municipio**

Identificar, clasificar y cuantificar —cuando sea metodológicamente posible— los servicios ecosistémicos que prestan los espacios naturales, agrícolas y urbanos de Alfarnate, utilizando la clasificación CICES como marco taxonómico de referencia, y herramientas de análisis específicas como i-Tree ECO y ARIES. La evaluación incluirá, cuando los datos lo permitan, una valoración económica de los servicios identificados, con el fin de dimensionar el capital natural del municipio y facilitar su incorporación a la toma de decisiones estratégicas.

### **OE3. Formular una propuesta de Infraestructura Verde municipal**

Diseñar una propuesta de red de infraestructura verde para Alfarnate que integre los espacios naturales, seminaturales, agrícolas y urbanos existentes en una red funcional y conectada, mejorando la provisión de servicios ecosistémicos y la biodiversidad del municipio. La propuesta incorporará criterios de planificación derivados de la Estrategia Nacional de Infraestructura Verde (2021) y de la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad, e integrará referencias culturales y paisajísticas vinculadas al proyecto SakuraFusion, con especial atención a los elementos de conexión entre la cultura paisajística japonesa y los valores naturales locales.

### **OE4. Proponer un plan de acción con medidas de intervención directa, comunicación y formación**

Definir un conjunto de actuaciones concretas —tanto de intervención directa sobre el territorio como de sensibilización, formación ciudadana e impulso al sector económico local— orientadas a implementar la estrategia de infraestructura verde. Este objetivo incluye la identificación de posibles líneas de financiación mediante subvenciones, programas europeos y convocatorias de la Junta de Andalucía, que permitan desarrollar las actuaciones propuestas en un horizonte temporal viable para un municipio de las características de Alfarnate.

### **OE5. Establecer un sistema de seguimiento y evaluación del grado de cumplimiento de los objetivos**



Definir un conjunto de indicadores de seguimiento vinculados a cada uno de los objetivos específicos anteriores, que permitan verificar periódicamente el avance en la implementación de la estrategia de infraestructura verde, detectar desviaciones y adaptar las medidas de gestión a los resultados obtenidos. El sistema de seguimiento estará adaptado a la capacidad técnica y presupuestaria del Ayuntamiento de Alfarnate.

## 2 Marco legal y estratégico

La Infraestructura verde se fundamenta en una ley básica estatal, la **Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad**. Esta ley dedica su artículo 15 a establecer el marco estratégico de la Infraestructura Verde y de la conectividad y restauración ecológicas, con el objetivo de garantizar la conectividad ecológica y la restauración del territorio español.

A raíz de este articulado y con la colaboración entre el Estado y las Comunidades Autónomas se elaboró la **Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas**. Esta fue aprobada mediante la Orden PCM/735/2021, de 9 de julio, por la que se aprueba la Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas

Tiene como objetivo marcar las directrices para la identificación y conservación de los elementos del territorio que componen la infraestructura verde del territorio español, terrestre y marino, y para que la planificación territorial y sectorial que realicen las Administraciones públicas permita y asegure la conectividad ecológica y la funcionalidad de los ecosistemas, la mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático, la desfragmentación de áreas estratégicas para la conectividad y la restauración de ecosistemas degradados.

Además de esta estrategia son muchas las normas básicas del Estado en materia de medio ambiente o relacionadas con este que se refieren a conceptos o mencionan directamente la infraestructura verde. Entre ellas destacamos:

- Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español
- Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas
- Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas
- Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes,
- Ley 45/2007, de 13 de diciembre, para el desarrollo sostenible del medio rural
- Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino
- Real Decreto 556/2011, de 20 de abril, para el desarrollo del Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad
- Real Decreto 1274/2011, de 16 de septiembre, por el que se aprueba el Plan estratégico del patrimonio natural y de la biodiversidad 2011-2017
- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana
- Real Decreto 389/2016, de 22 de octubre, por el que se aprueba el Plan Director de la Red de Parques Nacionales
- Real Decreto 363/2017, de 8 de abril, por el que se establece un marco para la ordenación del espacio marítimo
- Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley

43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero

Además de la normativa estatal, las comunidades autónomas en el ejercicio de sus competencias han desarrollado normativa específica relevante en materia de medio ambiente que afectará tanto de forma directa como indirecta la infraestructura verde.

#### **Normativa autonómica y municipal relevante.**

- Ley 8/2003, de 28 de octubre, de la flora y fauna silvestres, que regula la conservación, el uso sostenible y la restauración de los ecosistemas naturales y seminaturales andaluces.
- Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el Inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección.
- Ley 8/2018, de 8 de octubre, de medidas frente al cambio climático y para la transición hacia un nuevo modelo energético en Andalucía.
- Decreto 356/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Plan Andaluz de Medio Ambiente (PAMA 2030), que establece como eje estratégico la consolidación de una red regional de Infraestructura Verde.
- Plan Andaluz de Acción por el Clima (PAAC), aprobado en 2021, que refuerza las medidas de adaptación y mitigación vinculadas a la planificación ecológica y territorial.
- Estrategia Andaluza de Infraestructura Verde y Conectividad Ecológica, que persigue integrar las políticas de conservación de la naturaleza, ordenación del territorio y desarrollo sostenible bajo un enfoque común de conectividad.
- Estas herramientas de planificación regional constituyen el marco operativo para la aplicación práctica de la Infraestructura Verde en el territorio andaluz, promoviendo la coordinación entre los diferentes niveles administrativos y sectores competentes.

A nivel municipal:

- Plan General de Ordenación Urbanística (PGOU) de Alfarnate

#### **Relación con compromisos internacionales**

El marco jurídico europeo y global aporta los principios estratégicos que sustentan la planificación de la Infraestructura Verde. En el ámbito comunitario, destaca la Estrategia de Biodiversidad de la Unión Europea para 2030, que establece como meta la creación de una red transeuropea de Infraestructura Verde y la restauración de al menos el 30 % de los ecosistemas degradados.

Asimismo, el Pacto Verde Europeo (European Green Deal) promueve la integración de la naturaleza en las áreas urbanas y periurbanas, el incremento de la conectividad ecológica y la incorporación de soluciones basadas en la naturaleza como eje del desarrollo económico sostenible.

A nivel internacional, el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas proporcionan el marco global de referencia. En particular, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) más vinculados con la Infraestructura Verde son:

- ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles.
- ODS 13: Acción por el clima.



- ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres.

Como legislación específica internacional tenemos:

- Directiva de Hábitats 92/43/CEE
- Directiva de Aves 2009/147/CE

### 3 Diagnóstico del territorio

#### 3.1 Caracterización del municipio

A continuación, vamos a desarrollar las principales características del municipio de Alfarnate mediante una breve descripción del entorno físico, demográfico y socioeconómico

##### 3.1.1 Medio físico

Alfarnate pertenece a la comarca de la Axarquía en la provincia de Málaga. Se encuentra situado a una altitud media de 925 metros sobre el nivel del mar, convirtiéndolo en el pueblo de mayor altitud de la provincia. Esta característica le confiere unas condiciones ambientales singulares que lo destacan del contexto malagueño.

El territorio combina un núcleo urbano de pequeño tamaño enmarcado en un entorno agrícola tradicional y un rico patrimonio natural.

###### 3.1.1.1 *Relieve*

El paisaje que rodea al núcleo poblacional de Alfarnate está formado por sierras abruptas como la Sierra de Enmedio y la Sierra de Alhama, ubicadas en dirección norte, o la Sierra del Jobo-Chamizo, ubicada al sur. Estos sistemas montañosos tienen cumbres que pueden llegar a superar los 1600 m de altitud, con pendientes acusadas y un modelado kárstico formado por los procesos de disolución de los materiales carbonatados predominantes. En cuanto a la orografía, existe un fuerte contraste entre las zonas ubicadas al fondo del valle, las cuales son principalmente zonas llanas y con un suelo ideal para la explotación agrícola, y las zonas circundantes con relieve abrupto que son poco accesibles y mantienen una mayor naturalidad. Este fuerte contraste va a tener una gran influencia no solo sobre el uso del suelo por parte de las poblaciones cercanas (núcleos poblacionales, red de carreteras, etc.), sino por las comunidades vegetales y animales que van a habitar estos territorios.

###### 3.1.1.2 *Edafología*

El sustrato del municipio de Alfarnate está principalmente compuesto por materiales carbonatados (calizas y dolomías) pertenecientes a las sierras que rodean el municipio. La disolución de estos materiales ha favorecido el desarrollo de suelos poco profundos, pedregosos y con abundante afloramiento rocoso, clasificados en su mayoría como Leptosoles. Estos suelos se caracterizan por tener una escasa capacidad de retención hídrica y un bajo desarrollo de horizonte edáfico. Es frecuente encontrar este tipo de suelo en laderas con marcada pendiente, donde la erosión limita el espesor del perfil.

En el fondo de los valles entre montañas se produce la acumulación de materiales detríticos procedentes de la erosión de las sierras colindantes. Esto, sumado a la pendiente suave ha favorecido el desarrollo de suelos más profundos y fértiles, principalmente Cambisoles y Regosoles, con texturas franco-arcillosas. Estos suelos son adecuados para la actividad agrícola, siendo utilizados de forma tradicional en esta zona para el cultivo de cereales, olivares y hortalizas.



### 3.1.1.3 Hidrografía

El principal cauce de agua es el río Sabar, afluente del río Guadalhorce, que atraviesa el término municipal y constituye el eje hidrográfico de la depresión. El caudal de este río es mayor en primavera, coincidiendo con los momentos de mayor pluviometría. A este río vierten algunos arroyos tributarios temporales, como el arroyo Morales y el arroyo Palancar.

La presencia de acuíferos en los macizos calizos que rodean el municipio es determinante para la hidrología. Estos acuíferos, formados por la disolución kárstica, actúan como principal reserva de agua en la zona y alimentan manantiales y fuentes históricamente utilizadas para el abastecimiento humano y agrícola, como la fuente del Conejo, ubicada en el municipio de Alfarnatejo.

### 3.1.1.4 Clima

El municipio de Alfarnate presenta un clima mediterráneo continentalizado fuertemente marcado por su altitud y por ubicarse en una depresión entre sierras. Estas condiciones moderan la influencia del mar y favorecen una mayor amplitud térmica anual respecto a otras localidades del litoral malagueño. Las temperaturas medias anuales se encuentran entre los 13 y los 15 °C, con inviernos fuertes en los que las heladas y nevadas son frecuentes, y veranos moderados respecto a otros municipios de la zona gracias a la altitud y a la ventilación del valle. Las precipitaciones medias anuales oscilan entre 600 y 800 mm, concentradas principalmente en los meses otoñales y primaverales, con un marcado carácter torrencial en algunos episodios. Los veranos son secos, produciendo periodos de sequía estival que afecta notablemente a la hidrología superficial y, por tanto, a las comunidades vegetales y animales, así como a la gestión de los recursos hídricos locales.

### 3.1.1.5 Vegetación

La vegetación del municipio de Alfarnate se encuentra fuertemente influenciada por su localización en una depresión rodeada de sierras calizas, así como por el clima mediterráneo. Este marco físico y bioclimático propician la presencia de formaciones vegetales propias del piso mesomediterráneo superior con tendencia al supramediterráneo, principalmente dominadas por el encinar (*Quercus ilex*) acompañado de matorral mediterráneo.

En las zonas naturalizadas destacan los encinares y quejigares, los cuales suelen ir acompañados de especies como el espino blanco (*Crataegus monogyna*), el endrino o arañón (*Prunus spinosa*), el escaramujo (*Rosa canina*) o la cornicabra (*Pistacia terebinthus*). En las laderas calizas, las cuales son zonas más soleadas y secas, predominan comunidades de matorral esclerófilo como la coscoja (*Quercus coccifera*), el romero (*Rosmarinus officinalis*), la genista (*Genista hirsuta*) o el tomillo blanco (*Thymus mastichina*).

En cotas más elevadas y umbrías aparecen comunidades típicas de ambientes supramediterráneos, con la presencia de especies como *Acer granatense*, *Amelanchier ovalis* o *Berberis hispánica*, que otorgan a la zona un mayor valor desde el punto de biogeográfico. Además, la presión antrópica ha propiciado la expansión de pinares de repoblación (*Pinus halepensis* y *Pinus pinaster*), los cuales se incluyen también en zonas verdes dentro de áreas urbanas y periurbanas.

El curso del río Sabar también tiene una fuerte influencia sobre la vegetación. Asociados a este río, así como a otros arroyos asociados a este, se conservan rodales de vegetación riparia con especies como *Populus nigra*, *Salix alba*, *Fraxinus angustifolia* y *Ulmus minor*, aunque estos se encuentran muy fragmentados debido a la transformación del territorio por la actividad urbana y agrícola.

El uso agrícola ha configurado un paisaje dominado por cultivos tradicionales como olivares, huertas y campos de cereal, estableciendo un mosaico agroecológico con la presencia esporádica de manchas de vegetación natural en las lindes de los cultivos.

#### 3.1.1.6 Fauna

La fauna del entorno del municipio de Alfarnate está marcada por la transición entre ambientes de media montaña y los agroecosistemas tradicionales del valle, lo que se traduce en una gran diversidad de especies asociadas tanto a medios naturales como a zonas transformadas por el ser humano.

Dentro de los mamíferos, destacan especies propias del medio forestal como el jabalí (*Sus scrofa*), el zorro (*Vulpes vulpes*), la gineta (*Genetta genetta*) o el tejón (*Meles meles*), junto a pequeños carnívoros y roedores que encuentran refugio en lindes y ribazos. En áreas abiertas y agrícolas son comunes especies como el conejo (*Oryctolagus cuniculus*) y la liebre ibérica (*Lepus granatensis*), que además constituyen una base alimenticia de muchos depredadores.

La avifauna presenta una gran diversidad y riqueza, siendo uno de los grupos más representativos de la biodiversidad local. En ambientes forestales se observan especies como el arrendajo (*Garrulus glandarius*), el pico picapinos (*Dendrocopos major*) o el carbonero común (*Parus major*), mientras que en áreas de matorral y cultivos aparecen aves ligadas a medios abiertos como la perdiz roja (*Alectoris rufa*), la cogujada común (*Galerida cristata*) y diversas especies de aláudidos y fringílicos. Las sierras circundantes y cortados rocosos acogen rapaces como el águila real (*Aquila chrysaetos*), el águila perdicera (*Aquila fasciata*), el cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*) y el búho real (*Bubo bubo*), algunas de ellas catalogadas con diferentes grados de protección.

Entre los reptiles destacan especies típicas de la zona del mediterráneo como la lagartija colilarga (*Psammodromus algirus*), la lagartija ibérica (*Podarcis hispanica*), el lagarto ocelado (*Timon lepidus*) y serpientes como la culebra de escalera (*Zamenis scalaris*) o la culebra bastarda (*Malpolon monspessulanus*). En ambientes húmedos y riberas del río Sabar se encuentran anfibios como el sapo común (*Bufo spinosus*), el sapo corredor (*Epidalea calamita*) y la ranita meridional (*Hyla meridionalis*).

La entomofauna asociada a medios agrícolas y forestales también presenta una notable diversidad, con especies polinizadoras como abejas (*Apis mellifera*), abejorros (*Bombus spp.*) y numerosas mariposas, junto a escarabajos coprófagos y otros invertebrados que cumplen funciones ecológicas esenciales en el reciclado de nutrientes y en la polinización de cultivos y plantas silvestres.

#### 3.1.1.7 Categorías de protección

El término municipal de Alfarnate se encuentra enmarcado dentro de un entorno de alto valor ambiental y paisajístico, caracterizado por la presencia de ecosistemas de montaña mediterránea, zonas forestales de gran biodiversidad y paisajes agrícolas tradicionales.

Estos valores naturales están amparados por diversas figuras de protección ambiental reconocidas a nivel europeo, estatal y autonómico, que garantizan la conservación de los recursos naturales, hábitats y especies de interés.

A continuación, se describen las principales categorías de protección que afectan directamente al municipio:

### Catálogo de montes públicos de Andalucía

El territorio de Alfarate cuenta con varios montes catalogados de titularidad pública, gestionados en el marco de la normativa autonómica de conservación forestal.

Estos montes, inscritos en el Catálogo de Montes Públicos de Andalucía, constituyen espacios de especial relevancia ecológica y funcional dentro de la infraestructura verde, al contribuir a la fijación del suelo, la regulación hidrológica, la captura de carbono y la conectividad de hábitats.

Los montes públicos que afectan al término municipal son los siguientes:

- MA-30050-AY: Sierra de En medio
- MA-60010-JA: Explotación Forestal El Navazo

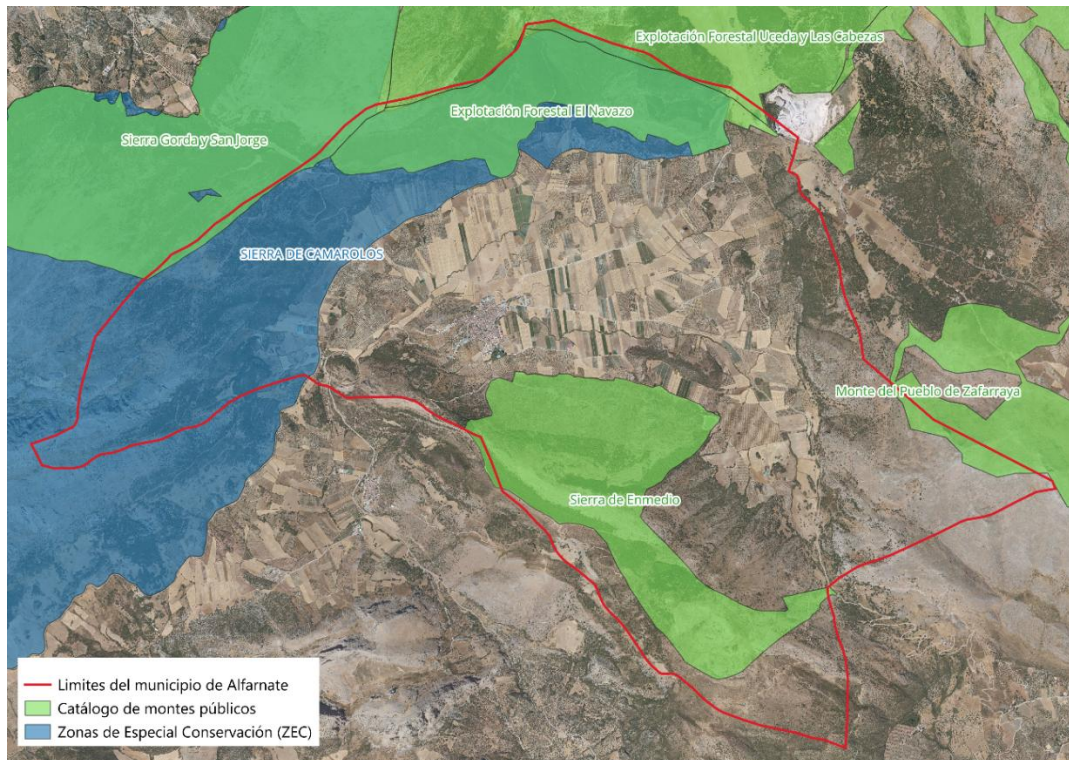
De forma parcial o tangencial, también se ven representados otros montes públicos cuya superficie afecta en pequeña medida al término de Alfarate, reforzando su entorno natural protegido: MA-30022-AY: Sierra Gorda y San Jorge

- GR-60027-JA: Explotación Forestal Uceda y Las Cabezas
- GR-30032-AY: Monte del Pueblo de Zafarraya

## RED NATURA 2000

Dentro del marco europeo de conservación ambiental, Alfarate forma parte de la Red Natura 2000, principal instrumento de la Unión Europea para la protección de la biodiversidad.

- Zonas de Especial Conservación (ZEC): ES6170012ZEC - **SIERRA DE CAMAROLOS**



Plano 1: Figuras de protección en el municipio de Alfarate

### 3.1.2 Análisis demográfico

#### 3.1.2.1 Estructura y evolución de la población

Según el Padrón Municipal correspondiente al año 2024, Alfarate cuenta con una población total de 1.045 habitantes. De ellos, 542 son hombres y 503 mujeres, lo que supone una



distribución por sexo del 51,86 % de población masculina frente al 48,14 % de población femenina. Este reparto evidencia una ligera mayoría de varones, en contraste con la media provincial, donde las mujeres representan el 51,14 % del total y los hombres el 48,86 %.

La evolución demográfica de Alfarnate durante el periodo comprendido entre 1998 y 2024 pone de manifiesto una tendencia regresiva. En 1998, el municipio registraba 1.451 habitantes, mientras que en 2024 la cifra se reduce a 1.045. Esta pérdida acumulada de 406 personas en un intervalo de veintiséis años representa una disminución del 27,98 % en términos relativos.

El máximo poblacional reciente se alcanzó en el año 2006 con 1.386 habitantes. Desde entonces, la población ha seguido una trayectoria descendente, con ligeros repuntes en determinados ejercicios, como en 2021 o 2023, que no han revertido la tendencia general. Esta evolución es coherente con los procesos de despoblación que afectan a numerosos municipios rurales de Andalucía, especialmente en áreas de interior con limitadas oportunidades laborales y educativas.

### *3.1.2.2 Envejecimiento y relevo generacional*

La distribución por edades de la población de Alfarnate pone de manifiesto un perfil demográfico desequilibrado, caracterizado por el predominio de los grupos de mayor edad y una base poblacional cada vez más reducida. Esta configuración refleja un proceso de envejecimiento consolidado y una creciente dificultad para asegurar el relevo generacional.

Según los datos disponibles en marzo de 2025, el grupo más numeroso corresponde a las personas con 80 años o más, con un total de 115 habitantes, lo que representa el 11 % de la población. Este tramo presenta una clara feminización, con un 62,61 %.

Por el contrario, la población de entre 0 y 14 años, correspondiente a la infancia, apenas alcanza los 95 habitantes, lo que supone el 9,09 % del total. A ello se suma un bajo porcentaje de jóvenes de entre 15 y 29 años, que representan solo el 13,01 %. Estos valores evidencian una base demográfica débil e insuficiente para garantizar la renovación poblacional a medio plazo.

El grupo comprendido entre los 30 y los 64 años, que constituye el grueso de la población en edad activa, concentra el 46,79 % de los residentes. En cambio, la población mayor de sesenta y cinco años asciende al 31,10 %, lo que refuerza el diagnóstico de envejecimiento estructural.

### *3.1.2.3 Población extranjera y diversidad cultural*

En Alfarnate, la proporción de población extranjera es considerablemente inferior a la registrada en el ámbito provincial y autonómico. Según datos del Observatorio Argos de la Junta de Andalucía, en septiembre de 2023 residían en el municipio 72 personas de origen extranjero, lo que representa un 6,89 % del total de habitantes. Esta cifra se encuentra claramente por debajo de la media de la provincia de Málaga, situada en el 18,51 %, así como del promedio andaluz, que alcanza el 9,88 %.

Esta baja presencia de población inmigrante puede atribuirse a varios factores, como el reducido tamaño del municipio, la escasa diversificación económica y la limitada disponibilidad de servicios y oportunidades laborales. Estas condiciones dificultan la atracción y fijación de nuevos residentes, que suelen concentrarse en zonas urbanas o en destinos turísticos con mayor dinamismo.

En cuanto a su procedencia, predomina claramente el continente africano, con 54 personas, lo que equivale al 75 % del total. Le siguen América, con 11 residentes que representan un 15,28 %, y Europa, con 7 personas que representan el 9,72 %.

y Europa, con 7 personas, lo que supone un 9,72 %. No se ha registrado población extranjera originaria de Asia

### 3.1.3 Análisis económico

#### 3.1.3.1 *Estructura productiva y principales sectores económicos*

El análisis de la estructura económica municipal destaca el claro carácter rural del municipio, donde el sector primario domina tanto en empleo como en número de empresas y establecimientos. Esta realidad, común en los municipios del interior de la provincia, contrasta notablemente con la situación provincial y autonómica, en las que el sector servicios concentra la mayor parte de la actividad económica.

En primer lugar, si atendemos al número de contratos registrados por sectores y sexo durante el año 2024, se observa que la agricultura representa el principal motor de empleo local. En concreto, se firmaron 409 contratos en este sector, lo que equivale al 63,91 % del total registrado en el municipio. Esta cifra es muy superior al peso que tiene la agricultura en el conjunto de Málaga, que es del 9,17 %, y en Andalucía, que alcanza el 26,32 %. Este dato refleja claramente la especialización productiva del territorio en actividades agrarias, manteniéndose como base fundamental de la economía de la zona. El sector servicios ocupa la segunda posición con 207 contratos, un 32,34 %, seguido muy de lejos por la construcción y la industria.

En cuanto a la distribución por sexo, se constata una mayor participación masculina en los sectores de agricultura, industria y construcción, mientras que el sector servicios es el único donde las mujeres superan ligeramente a los hombres, con 117 contratos frente a 90. Esta diferencia podría estar vinculada a actividades relacionadas con el comercio, la hostelería y los servicios sociales.

#### 3.1.3.2 *El cerezo como motor económico del sector primario local*

Dentro del sector agrícola, que como se ha visto concentra casi dos tercios de la actividad laboral del municipio, el cerezo (*Prunus avium* y especies afines) ocupa una posición de especial relevancia que merece ser destacada de forma explícita en el análisis económico. Alfarate es uno de los municipios cereceros más significativos de la comarca de la Axarquía y del interior malagueño, con una producción vinculada a una variedad propia de gran calidad y apreciación en el mercado.

La actividad en torno al cerezo genera empleo de carácter estacional muy concentrado en los meses de mayo y junio, periodo que coincide con la campaña de recolección. Esta estacionalidad marca de forma determinante el mercado laboral municipal y explica en parte los picos de contratación en el sector agrícola registrados durante ese período. Más allá del empleo directo en la recolección, el cultivo del cerezo articula una cadena de valor local que abarca el transporte, el envasado, la comercialización y, de forma creciente, el turismo de proximidad asociado a la floración primaveral.

Este último aspecto cobra una dimensión estratégica singular en el marco del proyecto SakuraFusion. La floración de los cerezos en Alfarate, concentrada entre los meses de febrero y marzo, constituye un atractivo paisajístico y cultural de primer orden con un potencial turístico todavía insuficientemente desarrollado. La conexión simbólica y cultural con la tradición japonesa del hanami —la contemplación de la floración del cerezo— ofrece una oportunidad única para posicionar al municipio en un nicho de turismo de naturaleza y cultura diferenciado, capaz de generar actividad económica en los meses de menor empleo agrícola y de diversificar la base productiva local más allá del monocultivo estacional.

En términos de capital natural, el cerezo no constituye únicamente una fuente de ingresos agrícolas directos, sino también un elemento de la infraestructura verde territorial que presta servicios ecosistémicos de regulación —especialmente en lo referente a la conservación del suelo en pendiente y la polinización— y culturales de gran valor para la identidad y cohesión del municipio. Estos aspectos se desarrollan en detalle en los apartados 3.2.2 y 3.3 de la presente memoria, a los que el análisis económico debe quedar explícitamente vinculado como diagnóstico de partida.

### 3.2 Inventario de espacios verdes del municipio:

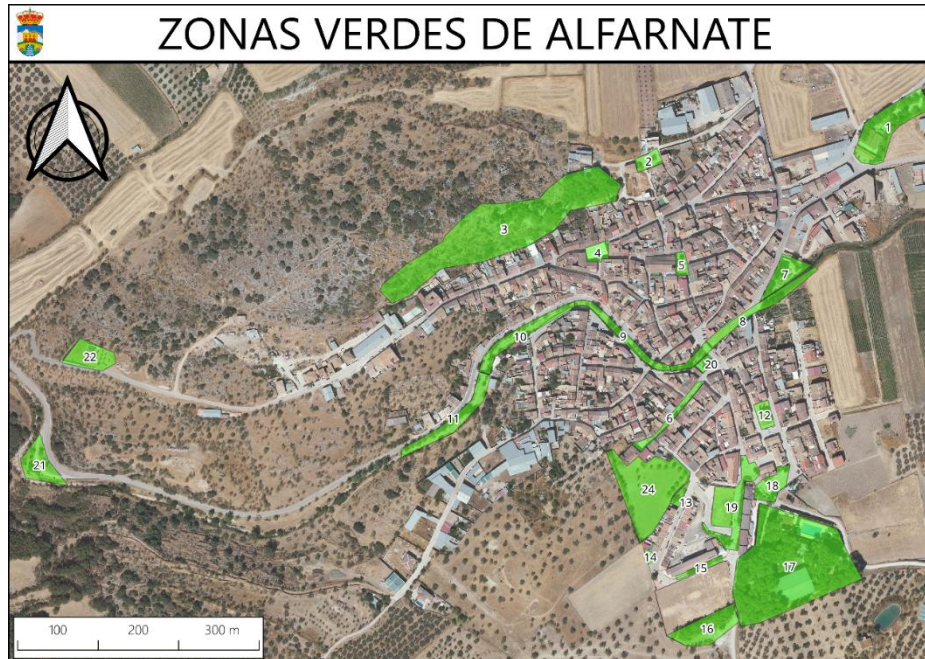
#### 3.2.1 Localización y características de áreas verdes, arbolado urbano, parques.

La realización de un inventario de los espacios verdes del municipio de Alfarnate constituye un paso fundamental para comprender la estructura, funcionalidad y distribución de su infraestructura verde urbana y periurbana. Este inventario permite disponer de una base de información detallada y actualizada sobre la localización, extensión y características ecológicas de las diferentes áreas verdes, parques, zonas arboladas y elementos vegetales integrados en el entorno urbano.

Para la realización del inventario de las zonas verdes se ha tomado la base de un antiguo inventario de flora realizado para Alfarnate. Se han establecido un total de 24 zonas verdes distribuidas a lo largo del núcleo urbano, entre las que se incluyen plazas, jardines, calles arboladas, parques, instalaciones deportivas y recreativas, así como áreas de cultivo y espacios vinculados al curso del arroyo Sabar.

Esas 24 zonas se dividen en zonas verdes ya presentes en el municipio (zonas de la 1 a 24 excluyendo la zona 23)

La zona 23 engloba el futuro emplazamiento del jardín japonés que se proyecta en el marco del proyecto SakuraFusion.

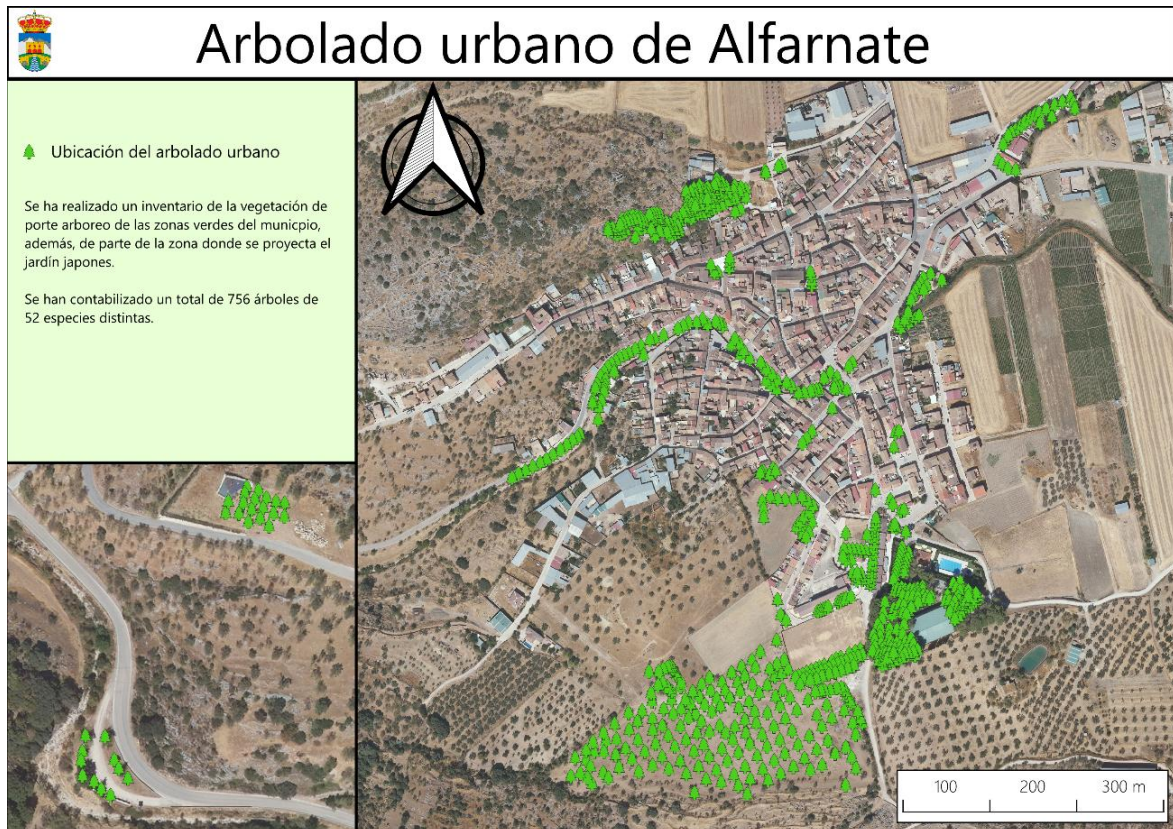


*Plano 2: Zonas verdes presentes en el entorno urbano de Alfarnate.*



Plano 3: Zona proyectada para el futuro Jardín japonés de Alfarnate

De estas zonas se ha realizado un inventario botánico. Este inventario incluye la identificación taxonómica de todas las especies presentes en estas zonas verdes, haciendo hincapié en las especies de porte arbóreo. Además, de estas últimas se ha llevado a cabo la georreferenciación (plano 3) de los ejemplares identificados, así como la toma de parámetros dasométricos (altura, diámetro del tronco, diámetro de la copa, etc.) y fitosanitarios.



Plano 4: georreferenciación del arbolado urbano

A continuación, se realizará una descripción de las distintas zonas verdes y de las especies de mayor importancia presentes en cada una de estas.

**Zona 1:** Calle Panteón

Este espacio se encuentra en el extremo nororiental del núcleo urbano, calle Panteón, donde se encuentra una pequeña plaza, que da acceso al tanatorio, y que se continua con una calle arbolada hasta una amplia plaza que da acceso al cementerio. En este espacio se han evaluado los árboles, arbustos y herbáceas, don se han identificado 14 especies vegetales distintas.

Cabe destacar la alineación de plátanos de sombra (*Platanus x hispanica*) que delimitan la plaza de acceso al cementerio, además de elemento decorativo son fuente de sombra para casi todo el espacio, que junto con pequeños espacios ajardinados por arbustos ornamentales como el limpiatubos (*Callistemon citrinus*, Adelfas (*Nerium oleander*) y Rosas (*Rosa x hybrida*) y arboles como fresnos (*Fraxinus angustifolia*) crean un pequeño refugio climático.



**Zona 2:** Plaza junto callejón del Sol.

Esta pequeña plaza se encuentra junto al callejón del Sol, situada al norte del municipio, donde dos pequeñas zonas ajardinadas donde se evalúan hasta 5 especies distintas, entre ellas destaca un hermoso ejemplar de pinsapo (*Abies Pinsapo*) especie que se encuentra catalogada En Peligro (EN) por la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). Además, existen varios ejemplares de Durillo (*Viburnum tinus*) y Evónimo (*Euonymus japonicus*) que junto con un gran grupo de Don Diego de Noche (*Mirabilis jalapa*) completan esta zona ajardinada.



**Zona 3:** Mirador del Santo Cristo.

El Mirador del Santo Cristo es un afloramiento rocoso ubicado al norte, junto al casco urbano formado por rocas calizas, que conforma un paraje natural formado por un denso pinar de pino carrasco (*Pinus halepensis*) y es una de las principales zonas verdes de la localidad que actúa a su vez como una importante zona de alto valor cultural y recreativo.



Este destacado mirador natural con vistas panorámicas de toda la localidad, al mirar al sur, y la fértil vega de alfarnate al norte. Es también referente en la localidad por ser la ubicación de una pequeña ermita que alberga la imagen del cristo, y punto final de viacrucis urbano, convirtiéndose en punto tradicional de devoción. La zona cuenta con espacios de descanso y picnic que añaden valor recreativo y turístico.



Además de la alta densidad de pinos, en esta zona se han identificado hasta 13 especies vegetales, contando con especies autóctonas como cipreses, matagallos o jara. Los *Cupressus sempervirens* son acompañados por arbustos como la Adelfa (*Nerium oleander*), Lentisco o Cornicabra (*Pistacia terebinthus*) y retama blanca (*Retama monosperma*).

En este lugar también se han identificado algunos individuos de Pita (*Agave americana*), especie incluida en el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras, esta especie puede generar un impacto negativo sobre los ecosistemas locales. Su capacidad de resistir la sequía y formar densas poblaciones, desplazando la vegetación autóctona mediterránea, reduciendo la diversidad florística y limitando la generación de natural de encinas, jaras y otras especies propias de matorral y pastizal.



Además, su porte robusto, de hojas grandes con extremo pinchante, dificultan el tránsito de fauna y personas, alterando los usos tradicionales, reduciendo recursos hídricos y nutrientes del suelo, favoreciendo procesos de empobrecimiento edáfico y reduciendo el hábitat disponible. Por lo que esta especie se convierte en una amenaza para la conservación de la biodiversidad y la integridad paisajística de las zonas naturales y periurbanas de Alfarnate.

**Zona 4:** Plaza del Ayuntamiento.

La plaza de la Constitución es una zona donde se ubica el Ayuntamiento de la localidad, existen en esta plaza varios parterres laterales con árboles ornamentales y una fuente ajardinada en la parte central, que se completa con algunos maceteros móviles.

Se identifican hasta 10 especies vegetales, donde destacan el Ciruelo rojo (*Prunus cerasifera*), Madroño (*Arbutus unedo*), Cica (*Cyca revoluta*) en los parterres laterales y en los maceteros. Bordeando la fuente se identifican especies ornamentales de porte arbustivo como rosales (*Rosa x hybrida*), abelias (*abelia grandiflora*), buganvillas (*Bougainvillea glabra*) y romeros (*Rosmarinus officinalis*).



**Zona 5:** Plaza de la Iglesia.

La plaza de la iglesia de Santa Ana es una pequeña zona, donde 4 ejemplares arbóreos dan relevancia al espacio que ocupan. Se identifican dos ejemplares de Magnolio (*Magnolia grandiflora*) y dos ejemplares de Ginkgo (*Ginkgo biloba*).



Estos 4 ejemplares y su disposición hacen que este pequeño espacio se sienta mucho más armonioso. El magnolio con su espectacular floración y el ginkgo por su particular hoja y cambio de coloración durante el otoño. El ginkgo se considera un fósil viviente, por su origen asiático presenta un gran valor ornamental y es una rareza en el contexto mediterráneo. La UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) incluye esta especie en la lista roja como especie En Peligro (EN) en estado silvestre, aunque a nivel ornamental y de cultivo esta muy extendido en ciudades, parques y jardines de todo el mundo.

**Zona 6:** Calle ermita y Plaza de Monsalud.

La calle ermita finaliza en una pequeña plaza donde se encuentra la Ermita de Monsalud, se han identificado hasta 6 especies vegetales en los alcorques y macetas que se distribuyen a lo largo de la calle y el espacio de la citada plaza.



En los alcorques del acerado encontramos ejemplares vegetales de Naranja (*Citrus x aurantium*), el espino blanco (*Crataegus monogyna*) y el ciruelo rojo (*Prunus cerasifera*). En los maceteros encontramos especies ornamentales como la Thuya (*Thuja orientalis*), el falso jazmín (*Trachelospermum jasminoides*) y el rosal (*Rosa x hybrida*).

**Zona 7:** Parque de la Erilla.

En el extremo oriental del pueblo, junto al margen del río, se encuentra el parque de la Erilla, donde dos alineaciones de arbolado plantado en alcorques se encuentran con una zona de juegos infantil, identificando 3 especies vegetales distintas.



Se han identificado ejemplares jóvenes de árbol botella (*Brachychiton populneus*), un gran ejemplar de Morera negra (*Morus nigra*) y un ejemplar de Castaño de indias (*Aesculus hippocastanum*). Este último es una especie ornamental introducida que aporta un notable valor estético y paisajístico. El castaño de indias se encuentra incluido en la Lista Roja de la UICN como Vulnerable (VU), debido al declive de sus poblaciones naturales, originaria de los Balcanes, sin embargo, a nivel ornamental está ampliamente extendida en parques y zonas urbanas de toda España.

**Zona 8,9,10, y 11:** Arroyo del Palancar/ Río Sabar.

Estas zonas corresponden al curso del río que atraviesa la localidad, el arroyo del Palancar que nace en la sierra de Enmedio y que con la confluencia con otros pequeños arroyos se convierten en el río Sabar. Se han identificado en estas zonas un total de 44 especies vegetales de porte arbóreo, arbustivo y herbáceo.

El carácter lineal y transversal de esta infraestructura verde respecto al núcleo urbano, cumple una importante función ambiental, aporta frescura en las épocas estivales y sirve de pulmón verde durante todo el año.



Destaca la presencia de especies asociadas a zonas húmedas como árboles como Fresnos (*Fraxinus angustifolia*), Chopos (*Populus x canadiensis*) o Álamos (*Populus alba*), especies de matorral como Retama blanca (*Retama monosperma*), zarzas (*Rubus ulmifolius*) o las adelfas (*Nerium oleander*). Las herbáceas condicionadas, por la mayor o menor presencia de agua, van desde el Amaranto (*Amaranthus spp.*), la Cañaheja (*Ferula communis*) en zonas secas, hasta Juncos (*Juncus spp.*) o Hierba de San Antonio (*Epilobium hirsutum*) en zonas más húmedas o presencia de agua.

Además, se identifican especies generalistas como Plátano de sombra (*Platanus x hispanica*), Acacia blanca (*Robinia pseudoacacia*) o el Sauce llorón (*Salix babilónica*), así como especies frutales como el Nogal (*Juglans regia*), la Higuera (*Ficus carica*) o el Membrillo (*Cydonia oblonga*) mostrando la influencia humana en esta zona.



A lo largo del transcurso del río por la localidad se adorna con macetas y arriates, una gran variedad de especies ornamentales como rosales (*Rosa x hybrida*) lavandas (*Lavándula angustifolia*) o don diego de noche (*Mirabilis jalapa*), entre otras.

**Zona 12:** Mercado.

Se han identificado siete especies vegetales en esta zona, se distribuyen en los laterales del edificio que alberga el mercado municipal, en distintos alcorques y numerosas maceteros y macetas. Destacar la presencia de especies como el árbol de Júpiter (*Lagerstroemia indica*), la Fotinia (*Photinia sp*) o Limpiatubos (*Callistemon citrinus*). También un gran número de macetas de Pilistras (*Aspidistra elatior*) y de Thuya (*Thuja orientalis*).



**Zona 13:** Entrada a la zona Embajada.

Esta zona es una pequeña plaza situada al sur del núcleo urbano, es anterior a la zona donde se realizan los actos representativos de la Embajada. La vegetación presente en este espacio está plantado en pequeños alcorques, destacando especies como Cinamomo (*Melia azedarach*), el árbol del amor (*Cercis siliquastrum*) y arce negundo (*Acer negundo*). También algunas herbáceas esporádicas del género *Amaranthus spp.* que nacen en los alcorques.



**Zona 14:** Plaza calle Pozo Grande.

Al final de la calle Pozo Grande se encuentran dos espacios con alcorques donde se identifican dos ejemplares de Espino blanco (*Crataegus monogyna*) y un hermoso ejemplar de Casuarina (*Casuarina cunninghamiana*) conocido como pino australiano.



**Zona 15:** Lateral trasero Colegio Monsalud.

Desde la calle pozo grande accedemos a la zona del colegio Monsalud, donde todo su lateral está ocupado por una alineación vegetal que proporciona sombra a los patios infantiles del colegio. Se han identificado hasta 10 ejemplares de arce negundo y fresno.



**Zona 16:** Lateral Campo de fútbol.

Esta zona boscosa está formada por tres largas alineaciones vegetales a lo largo del lateral del campo del fútbol, dando cobijo a tres escalones de gradas de esta instalación deportiva. Se identifican tres especies arbóreas *Acer negundo*, *Fraxinus angustifolia* y *Ulmus Pumila*. En el espacio que sirve de conexión con el parque del ejido, existen algunos ejemplares de Pino carrasco (*Pinus halepensis*).

Se han identificado una importante cobertura vegetal herbácea, donde destacan el cardo corredor (*Eryngium campestre*), la cola de zorra (*Polypogon monspeliensis*) o la esparraguera (*Asparagus officinalis*).



### **Zona 17:** Parque el Ejido.

Esta zona corresponde con uno de los principales espacios verdes y recreativos de Alfarnate, próximo al núcleo urbano y concebido como un área de esparcimiento y encuentro social. Se trata de una amplia área ajardinada, zonas de arbolado de sombra, zonas de césped, áreas infantiles y espacios para la práctica deportiva, además de emplazarse la piscina y polideportivo municipales, lo que convierte a este parque el enclave de referencia tanto para la población local como para los visitantes. Se han identificado hasta un total de 24 especies vegetales distintas en esta zona.



El parque de el Ejido cumple un papel ambiental relevante como pulmón verde del municipio, que contribuye a la regulación microclimática y al enriquecimiento de la biodiversidad urbana, posee una gran variedad florística y ornamental.

Especies arbóreas que más destacan son el árbol del amor, el ginkgo, o el almez, como especies arbustivas sobresalen la tuya, o el romero, y de porte herbáceo, la hortensia de invierno, el tomate del diablo o la malva.

Otras especies típicas de ambientes mediterráneos que alberga el parque, son el palmito, el durillo o el majuelo, así como el número grupo de pinos carracos que dan identidad a todo el espacio.



Se destaca la presencia de varios ejemplares de Pinsapo (*Abies pinsapo*), especie endémica de las sierras béticas, catalogada como especie en peligro de extinción en el ámbito andaluz, y con una distribución natural muy restringida a enclaves concretos de la serranía de Ronda y sierra de Grazalema. Su existencia en espacios verdes del municipio aporta un valor botánico y educativo, al acercar a la población una especie emblemática del patrimonio natural andaluz.

**Zona 18:** Plaza Andalucía (consultorio).

Esta zona es una pequeña plaza a modo de rotonda que se encuentra rodeada de tres parterres o zonas ajardinadas que contiene principalmente especies arbustivas como Magnolio (*Magnolia grandiflora*), el Limpiatubos o Callistemon, o el evónimo (*Euonymus japonicus*), también herbáceas como la margarita amarilla (*Euryops pectinatus*) o la santolina (*Santolina chamaecyparissus*). En esta zona se encuentra dos especies de palmeras, una de ellas es la única palmera originaria de Europa, el palmito (*Chamaerops humilis*) y otra la palmera de California (*Washingtonia filifera*) único ejemplar en la localidad.



**Zona 19:** Parking de calle García Lorca.

La calle García Lorca da acceso a un pequeño Parking arbolado con jóvenes cerezos, además la propia calle tiene en uno de sus lados una alineación arbolada. Se han identificado hasta 11 especies vegetales.

En la alineación de la calle encontramos varias especies plantadas en alcorques, Fresnos (*Fraxinus angustifolia*), arce negundo, árbol botella (*Brachychiton populneus*), catalpa (*Catalpa bignonioides*) y cerezos (*Prunus avium*).



En esta zona se encuentra un gran espacio para aparcar donde se distribuyen varias alineaciones de jóvenes cerezos (*Prunus avium*).

Existen también zonas ajardinadas colindantes con el colegio Monsalud y un espacio recreativo de toboganes infantiles, estos espacios contienen una importante variedad de especies ornamentales, tanto arboles cerezos u olivos, como arbustos como Adelfas, Abelias, Tuyas, Laurel (*Laurus novocanariensis*), Lentiscos (*Pistacia lentiscus*) y Rosales.



**Zona 20:** Plaza del Jardín o del Pilar.

Esta pequeña plaza situada junto al cauce del arroyo, dispone de especies ornamentales principalmente y es centro de distintas actividades de ocio y reunión de los vecinos de Alfarnate.

Se han identificado especies como el ciprés (*Cupressus sempervirens*), el jazmín blanco (*Jasminum officinale*) y un ejemplar de Tilo plateado (*Tilia tomentosa*). También en maceteros se han identificado magnolios.



**Zona 21:** Mirador de la gran senda.

Este espacio a las afueras del casco urbano, fue antiguamente el vertedero municipal, reacondicionado a un nuevo uso de ocio y descanso, con una zona de atracciones de uso infantil y otra zona de bancos para descanso y meditación, contemplando la Sierra del Jobo, Tajo de la Palomera y los Tres Mogotes.

Se han identificado en esta zona ejemplares jóvenes de olmos (*Ulmus pumila*) y cerezos (*Prunus avium*) con la presencia de algunos arbustos como Liriodendro sp. o la santolina (*Santolina chamaecyparissus*), también herbáceas como el marrubio (*Marrubium vulgare*) o la alfalfa (*Medicago sativa*).

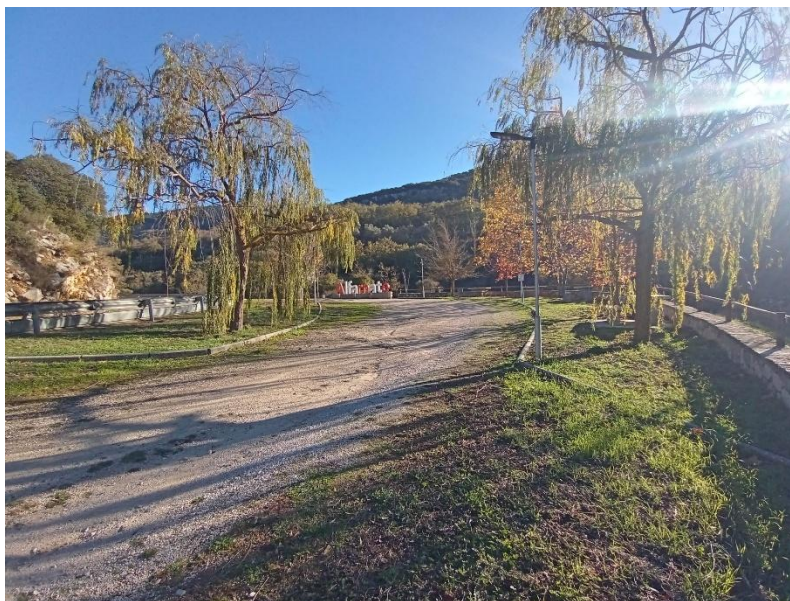


**Zona 22:** Entrada localidad o Carboncillo.

El carboncillo es una pequeña zona ajardinada en la entrada occidental, por carretera, a la localidad, sirve de bienvenida a los visitantes ofreciendo bonitas vistas a la variedad de especies tanto ornamentales como autóctonas.

Se han identificado variedades vegetales ornamentales como el Ginkgo, el escaramujo o el castaño de indias, así como especies típicas de matorral mediterráneo en las que se destaca el madroño, la retama blanca o la zarza (*Rubus ulmifolius*).

La proximidad al cauce del río propicia la presencia de especies como fresnos, el sauce llorón (*Salix babylónica*) y nogales (*Juglans regia*).



**Zona 23:** Zona futuro Jardín japones.

Esta zona es una gran extensión agrícola de más de 150 olivos (*Olea europaea*), con 33 ejemplares de almendros (*Prunus dulcis*) distribuidos por algunos puntos de la finca. Existe

también una gran cobertura de herbáceas, que no se han podido identificar por encontrarse secos debido al verano, fecha en las que se realizaron las tareas de campo.



Esta zona no es una infraestructura verde aun, este espacio se ha estudiado como posible ubicación de un **Jardín Japones** que el Ayuntamiento de Alfarnate desea construir como objetivo primordial en su proyecto de reto demográfico SakuraFusion, donde se aúnan tres líneas de actuación, una de **turismo sostenible** que aproveche los servicios ecosistémicos locales, otra el **establecimiento de una infraestructura verde** integrada con elementos culturales japoneses y una tercera la **gestión del proyecto** que garantice su correcta ejecución.

El estudio de esta zona servirá para valorar mucho más fehacientemente los beneficios ecosistémicos que proporcionará el futuro Jardín japonés, en la población de Alfarnate.

#### **Zona 24:** Zona Embajada (iglesia).

Esta zona es una explanada abierta junto a la Ermita de Monsalud, y que son terrenos propiedad de la Iglesia. Este espacio es destinado por el ayuntamiento para la celebración y teatralización de sus fiestas de *Moros y Cristianos*, denominada y conocida como “**La Embajada**”.

Se han identificado en esta zona ejemplares de almendros (*Prunus dulcis*), fresnos (*Fraxinus angustifolia*), plátanos de sombra (*Platanus x hispanica*), tuya (*Thuja orientalis*) y adelfas (*Nerium oleander*).



Tabla 1: superficie de las zonas verdes de Alfarnate

Zona	Denominación	Área (ha)	Área (m2)
1	Calle Panteón	0,36	3.645,96
2	Calle Sol	0,06	577,52
3	Santo Cristo	1,44	14.409,90
4	Pl. de la Constitución	0,06	581,35
5	Iglesia de Santa Ana	0,04	406,53
6	Ermita Monsalud	0,08	798,08
7	Parque de la Erilla	0,13	1.294,49
8	Río Sabar	0,21	2.124,38
9	Río Sabar	0,12	1.247,28
10	Río Sabar	0,17	1.722,04
11	Río Sabar	0,19	1.917,43
12	Mercado	0,06	587,64
13	Pozo Grande	0,03	260,97
14	La Arquilla	0,02	158,03
15	Colegio Monsalud	0,04	390,06
16	Campo de fútbol	0,23	2.286,79
17	El Ejido	1,48	14.807,49
18	Plaza de Andalucía	0,11	1.133,13
19	Calle García Lorca	0,31	3.064,83
20	Plaza del Pilar	0,03	271,57
21	Mirador Gran Senda	0,17	1.666,69
22	Carboncillo	0,16	1.640,44
23	Zona jardín japones	7,72	77.204,42
24	Zona embajada	0,60	5.975,94
<b>Total:</b>		<b>13,82</b>	<b>138.172,96</b>

La zona 23 corresponde al emplazamiento del futuro Jardín Japonés, actualmente no operativa como zona verde. La superficie de zonas verdes existentes asciende a 6,10 ha.

### 3.2.2 El cerezo como especie estratégica: Relevancia cultural, agrícola y paisajística; potencial para reforzar la identidad local y el turismo.

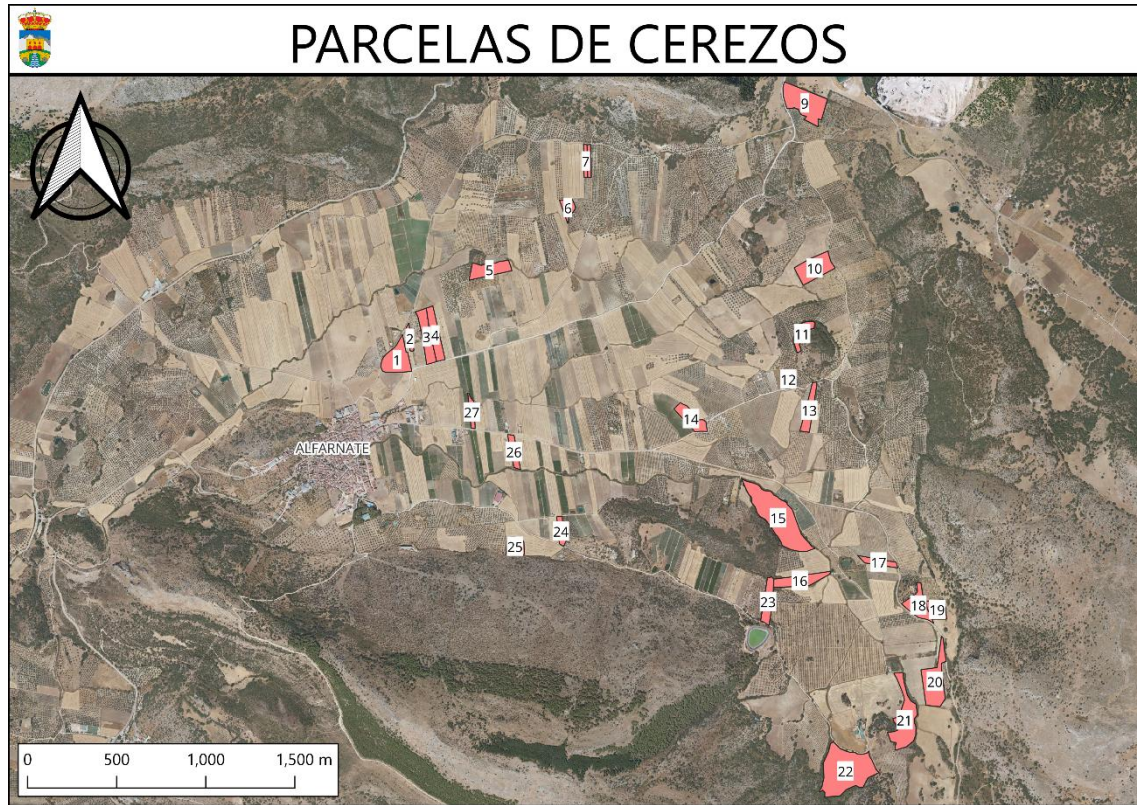
A pesar de que en este trabajo nos centramos en la infraestructura verde urbana, es de gran importancia mencionar el cerezo como especie clave en este proyecto y que también proporciona multitud de servicios ecosistémicos.

La presencia de los cerezos en el entorno urbano es reducida estando presente en algunas de las zonas verdes del pueblo.

- Plaza del ayuntamiento.
- Aparcamientos junto a colegio.
- Mirador de la Gran senda.

Obviando esas tres ubicaciones la mayor parte de los cerezos se encuentran en las zonas agrícolas del municipio como plantaciones productivas. En el siguiente mapa podemos observar las principales fincas de cerezos del municipio y su localización geográfica. Hay que tener en cuenta que estas son las fincas de cerezos de las que se ha podido tener constancia, en el

municipio. Además, por parte del Ayuntamiento se incentiva la plantación de cerezos por lo que se prevé que la superficie de estos aumente en un futuro.



Plano 5: localización de las plantaciones de cerezos en la zona agrícola de alfarnate

Parcela	Área (ha)	Área (m <sup>2</sup> )	Parcela	Área (ha)	Área (m <sup>2</sup> )
1	2,12	21.160	15	5,95	59.490
2	0,31	3.130	16	1,55	15.540
3	1,58	15.830	17	0,66	6.560
4	1,44	14.370	18	1,59	15.940
5	1,58	15.830	19	1,02	10.180
6	0,64	6.440	20	2,81	28.140
7	0,37	3.660	21	3,26	32.550
8	0,36	3.590	22	6,05	60.510
9	3,34	33.350	23	1,20	12.030
10	2,25	22.510	24	0,49	4.870
11	0,78	7.840	25	0,94	9.390
12	0,59	5.880	26	0,69	6.880
13	1,11	11.060	27	0,46	4.610
14	1,28	12.790	<b>Total:</b>	<b>44,41</b>	<b>444.130</b>

### 3.3 Evaluación de SE:

#### Lista CICES

Para la evaluación de los servicios ecosistémicos de Alfarnate se ha tomado como referencia la **Clasificación Internacional de Servicios de los Ecosistemas (CICES, por sus siglas en inglés)**. La lista CICES es una clasificación internacional utilizada para categorizar y describir los servicios



que los ecosistemas proporcionan a la humanidad. Fue desarrollada con el objetivo de estandarizar la terminología y la comprensión de los servicios ecosistémicos y establecer unas bases comunes que faciliten el estudio comparativo de estos. Esta no trata de reemplazar a otros sistemas de clasificación, sino de permitir la traducción fácil entre ellos.

La lista CICES desarrolla la clasificación de los servicios ecosistémicos mediante una estructura jerárquica de cinco niveles, donde cada nivel es progresivamente más detallado y específico. Para ejemplificar este funcionamiento jerárquico vamos a utilizar las contribuciones que los ecosistémicas realizan a los cultivos como los cereales:

**Sección:** Aprovisionamiento.

**División:** Biomasa.

**Grupo:** plantas terrestres cultivadas para nutrición, materiales o energía.

**Clase:** plantas terrestres cultivadas (incluidos hongos y algas) cultivadas con fines nutricionales.

**Tipo de clase:** Cereales: La contribución ecológica al crecimiento de cultivos terrestres que pueden cosecharse y usarse como materia prima para la producción de alimentos.

En el anexo de esta memoria se adjuntará al completo la lista CICES en su última versión (Versión 5.2), en inglés y su traducción al castellano.

### Metodología

Para esta memoria se han seguido las guías metodológicas del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD), adaptadas al contexto local de Alfarnate.

La evaluación de los servicios de los ecosistemas requiere la consideración de más de una dimensión: ecológica, socio-cultural y económica. La aproximación ecológica se centra en medir características y funciones biofísicas de los ecosistemas, el enfoque económico trata de la estimación de los valores de uso y no-uso de los ecosistemas en términos monetarios y el enfoque social se basa en los valores que la sociedad atribuye a cada servicio.

Existen diversos métodos para evaluar la provisión de servicios de los ecosistemas, desde técnicas derivadas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) e imágenes de satélite, modelización a partir de bases de datos y de trabajo de campo. El uso de cada método depende de la escala de trabajo necesaria y los objetivos del estudio, en general, se recomienda la toma directa de datos para estudios a escala local mientras que, a mayores escalas, la información de bases de datos, técnicas de modelización y SIG resultan más efectivas.

Dado el elevado número de servicios ecosistémicos definidos por CICES y la complejidad de su cálculo, se seleccionaron los servicios en base a tres criterios: relevancia para el municipio, disponibilidad de datos y factibilidad metodológica.

Los principales programas usados para la medición y evaluación de los servicios ecosistémicos son los siguientes:

### **ARIES**

ARIES (Artificial Intelligence for Ecosystem Services) es una plataforma informática creada para la evaluación integral de los servicios ecosistémicos. Se basa en el uso de inteligencia artificial y análisis espacial para trabajar con datos geoespaciales y modelos complejos, lo que permite



evaluar la provisión, el estado y la distribución de los servicios ecosistémicos en un área determinada.

La herramienta recopila, integra y analiza grandes volúmenes de información espacial, incluyendo topografía, cobertura del suelo, calidad del agua, diversidad biológica, patrones climáticos y otros datos ambientales y socioeconómicos. A través de estos insumos, ARIES genera representaciones dinámicas que muestran tanto la oferta de servicios por parte de los ecosistemas como su flujo hacia los beneficiarios y las áreas donde se produce su aprovechamiento.

Gracias a esta capacidad, ARIES se ha convertido en una herramienta clave para la planificación territorial, la gestión ambiental y el diseño de políticas públicas, ya que permite visualizar de forma cuantitativa y espacializada la contribución de la naturaleza al bienestar humano.

### I-TREE

i-Tree es un conjunto de herramientas de software desarrolladas por el Servicio Forestal de los Estados Unidos en colaboración con otras organizaciones. Su origen se remonta a la necesidad de contar con métodos estandarizados y accesibles para cuantificar los beneficios que ofrecen los árboles y bosques urbanos.

El programa se utiliza para evaluar y valorar los servicios ecosistémicos del arbolado, como el secuestro y almacenamiento de carbono, la mejora de la calidad del aire, la reducción de escorrentías, el ahorro energético por sombra, así como beneficios sociales y económicos asociados a la infraestructura verde.

Entre sus principales módulos destacan:

- i-Tree Eco: mide de forma detallada la estructura y funciones del arbolado en un área determinada mediante inventarios de campo.
- i-Tree Canopy: estima la cobertura de copas y otros usos del suelo a partir de imágenes aéreas.
- i-Tree Landscape: integra datos ambientales, demográficos y de cobertura vegetal a nivel regional para la planificación.
- i-Tree Design: permite evaluar beneficios de árboles individuales en parcelas específicas, útil para proyectos locales o domésticos.

Gracias a estas opciones, i-Tree se ha convertido en una herramienta de referencia internacional para la gestión sostenible del arbolado urbano y periurbano, ayudando a administraciones públicas, investigadores y ciudadanía a visualizar en términos cuantitativos el valor de los servicios ambientales que prestan los árboles.

A pesar del gran desarrollo que ha tenido este programa de forma internacional, fuera de Estados Unidos, algunos de los módulos no están disponibles para nuestro territorio, como i-Tree Design.

### Identificación y cuantificación de los servicios ecosistémicos

Son muchos los servicios ecosistémicos que nos encontramos en el municipio de Alfarnate al ser un enclave situado en plena naturaleza. En la evaluación que se ha realizado de los servicios ecosistémicos se han calculado algunos abarcando todo el municipio de forma más general y en el entorno urbano de forma más exhaustiva. En el medio urbano los servicios culturales cobran



mayor importancia que los otros dos tipos, siendo los de abastecimiento los que quedan relegados a unos pequeños aportes.

Para cada zona verde del municipio que hemos visto con anterioridad se realizó un análisis de la vegetación consistente en un inventario total de los individuos presentes en campo para caracterizar la composición y estructura de la vegetación arbórea de las áreas de objeto de estudio. Los resultados han servido como base para el cálculo de algunos de los servicios ecosistémicos, especialmente los de regulación.

**Servicios ecosistémicos evaluados en el municipio de Alfarnate según la clasificación CICES v5.1**

Sección	División	Grupo	Clase evaluada	Herramienta / método	Cuantificación biofísica	Valoración económica
<b>Abastecimiento</b>	Biomasa	Plantas terrestres cultivadas para nutrición	Producción agrícola (cereales, leguminosas, aceituna, cereza)	Datos cooperativa + SIMA + precios Junta de Andalucía	✓ (Tm/ha)	✓ (€/año)
<b>Regulación</b>	Regulación de flujos líquidos	Regulación del flujo y transformación del agua	Escorrentía evitada por el arbolado urbano	i-Tree ECO	✓ (m³/año)	✓ (€/año)
<b>Regulación</b>	Regulación de la composición gaseosa / del aire	Regulación de la calidad del aire	Eliminación de contaminantes atmosféricos por el arbolado	i-Tree ECO	✓ (kg/año)	✓ (€/año)
<b>Regulación</b>	Regulación del clima	Secuestro y almacenamiento de carbono	Carbono secuestrado y almacenado por el arbolado urbano	i-Tree ECO	✓ (tC/año)	✓ (€/año)
<b>Regulación</b>	Regulación de flujos físicos	Protección frente a la erosión	Retención de sedimentos en el municipio	ARIES	✓ (espacial)	✗
<b>Regulación</b>	Ciclos biogeoquímicos	Polinización	Probabilidad de presencia de polinizadores en el municipio	ARIES	✓ (espacial)	✗

<b>Cultural</b>	Interacciones físicas y experienciales	Uso recreativo de paisajes terrestres	Valor recreativo de las zonas verdes urbanas (Parque del Ejido y Mirador del Santo Cristo)	Valoración contingente (encuesta, n=124)	✓ (frecuencia de uso)	✓ (disposición a pagar)
-----------------	--	---------------------------------------	--	--	-----------------------	-------------------------

### ○ Servicios de abastecimiento.

De entre los diferentes servicios de abastecimiento, se ha elegido evaluar uno de los que mayor relevancia tiene en el pueblo, el **cultivo de plantas terrestres para propósitos nutricionales**. La **agricultura** constituye el principal motor económico del municipio y representa un elemento fundamental en la configuración del paisaje.

Para evaluar este servicio de abastecimiento se ha calculado el rendimiento medio de los principales cultivos del municipio utilizando la siguiente fórmula:

$$RA=P/S$$

Donde:

**RA**= rendimiento medio cultivo agrícola que produce alimento para el ser humano (Tm/ha)

**P**= producción anual del cultivo agrícola (Tm)

**S**= superficie que ocupa cada cultivo agrícola (ha)

En primer lugar, para la obtención de los datos de la producción anual de los cultivos agrícolas se realizó una consulta a la Cooperativa Virgen De Monsalud. Los datos proporcionados por esta fueron los siguientes:

Tipo de cultivo	Producción (kg/año)	Producción (Tm/año)
<b>Trigo</b>	750.000	750
<b>Cebada</b>	350.000	350
<b>Avena</b>	25.000	25
<b>Leguminosas</b>	50.000	50
<b>Aceituna</b>	2.000.000	2000

Para el cálculo de la producción de cerezas, cultivo muy importante en este proyecto, se ha realizado una estimación basada en el número de cajas oficiales vendidas por la cooperativa.



El número de cajas totales vendidas en 2025 ha sido de 14.000 cajas. Las cajas albergan la capacidad de 2 kilogramos por tanto se estima una producción de 28.000 kilos de cerezas.

Tipo de cultivo	Producción (kg/año)	Producción (Tm/año)
<b>Cerezas</b>	28.000	28

Por otra parte, la consulta de los datos de superficies de los cultivos se realizó en la base de datos del Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía (SIMA).

[https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/badea/informe/anual?CoIdOper=b3\\_151&idNode=23204](https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/badea/informe/anual?CoIdOper=b3_151&idNode=23204)

Se han obtenido los datos de superficie en hectáreas de las especies vegetales de interés:

Alfarnate	
Tipo de cultivo	Hectáreas de cultivos
<b>Tierras ocupadas por cultivos herbáceos</b>	413.26
<b>Cereales de invierno</b>	181.36
Trigo	81.26
Cebada	60.59
Avena	39.51
<b>Leguminosas grano</b>	50.78
<b>Tierras ocupadas por cultivos leñosos</b>	577.18
<b>Frutales</b>	153.74
Cerezo y Guindo	66
<b>Olivar</b>	423.44

A partir de los datos obtenidos se ha calculado el rendimiento medio de estos alimentos:

Tipo de cultivo	Rendimiento medio (Tm/ha)
<b>Trigo</b>	9,23
<b>Cebada</b>	5,78
<b>Avena</b>	0,63
<b>Leguminosas</b>	0,98
<b>Aceitunas</b>	4,72
<b>Cerezas</b>	0,42

Los cultivos agrícolas que mayor rendimiento tienen son el trigo y la cebada seguidos del olivar. Aunque el cerezo presenta un rendimiento menor, su importancia va más allá del aspecto productivo: es un símbolo identitario del municipio, las cerezas de Alfarnate destacan en el mercado andaluz al ser uno de los pocos municipios de Andalucía que realiza la explotación de este cultivo, y genera un importante flujo de turismo rural durante la época de floración, contribuyendo también al desarrollo económico local y al reconocimiento del paisaje agrícola tradicional de Alfarnate.



En cuanto a la valoración económica, se calcularon los beneficios derivados de la producción anual considerando los precios medios de mercado de 2025 publicados por la Junta de Andalucía.

Tipo de cultivo	Precio medio 2025 (euros/t)	Precio medio 2025 (euros/100Kg)	Beneficio económico de mercado (euros)
<b>Trigo</b>	233,81		175.357,14
<b>Cebada</b>	199,79		69.928,21
<b>Avena</b>	214,88		5.371,88
<b>Aceite virgen extra</b>		418,55	8.380.000,00
<b>Cereza</b>		250,00	72.000,00
		<b>Total:</b>	<b>8.702.657,22</b>

El resultado fue una contribución total estimada de 8.702.657,22 euros, lo que evidencia la relevancia de la agricultura como servicio ecosistémico de abastecimiento para el bienestar económico del municipio.

El mantenimiento y la protección de los ecosistemas agrícolas y naturales que rodean al municipio de Alfarate son factores determinantes para garantizar la productividad sostenible de los cultivos. Los sistemas agrícolas no son espacios aislados, sino que dependen del equilibrio ecológico del entorno: la calidad del suelo, la disponibilidad de agua, la polinización y el control biológico de plagas están directamente influenciados por la salud de los ecosistemas naturales circundantes.

Cuando estos ecosistemas se conservan y gestionan adecuadamente proporcionan servicios ecosistémicos de soporte y regulación que favorecen el desarrollo agrícola, mejorando los rendimientos y reduciendo los costes asociados a la producción.

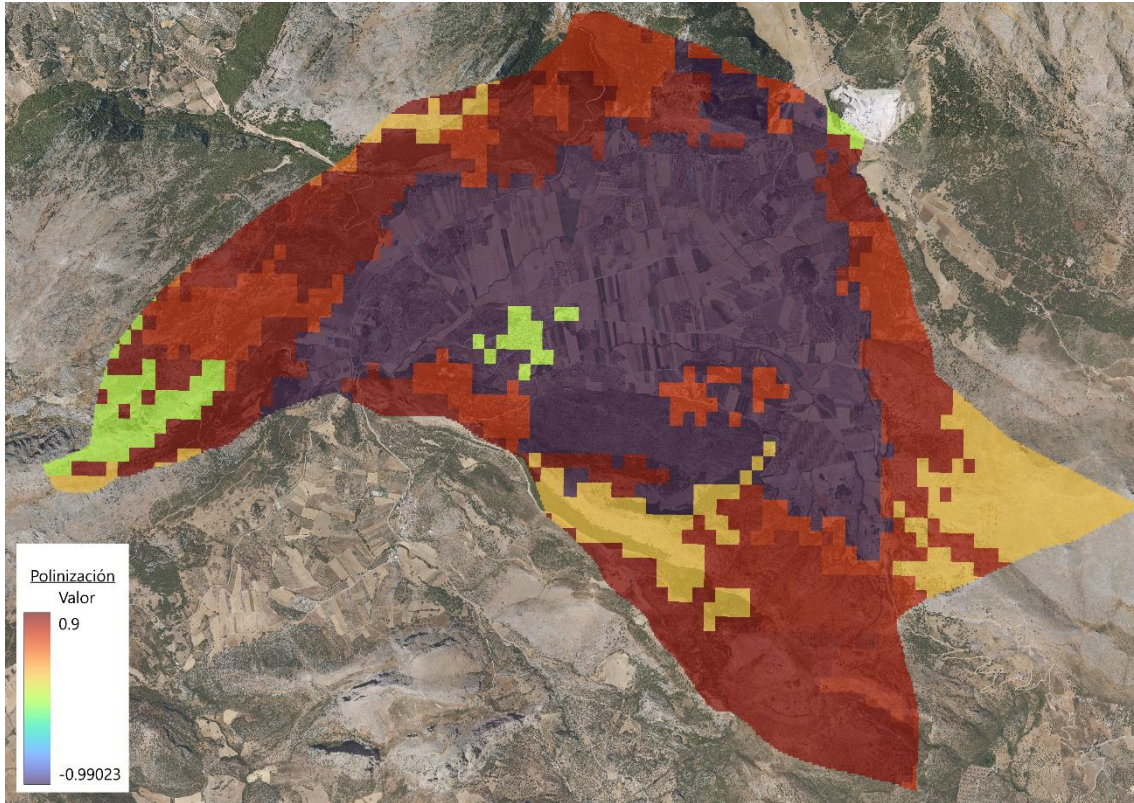
Por ejemplo, la presencia de vegetación natural en los márgenes agrícolas o en las zonas de ribera contribuye a reducir la erosión del suelo, aumentar su fertilidad y mantener la humedad, lo que se traduce en cultivos más resistentes frente a periodos de sequía o estrés climático. De igual manera, los polinizadores silvestres, como abejas y otros insectos presentes en los ecosistemas naturales de Alfarate, incrementan la productividad de cultivos como el cerezo, que depende en gran medida de la polinización entomófila. Una adecuada gestión de los hábitats naturales próximos a las zonas agrícolas asegura la supervivencia de estas especies clave y, con ello, una mayor estabilidad y rentabilidad en la producción agrícola.

Por tanto, invertir en la conservación de los ecosistemas equivale a invertir en el futuro económico y social del municipio, asegurando que los beneficios derivados de la agricultura perduren a largo plazo.

- **Servicios de regulación.**

En primer lugar, se ha utilizado el programa ARIES para evaluar tres servicios ecosistémicos a nivel del municipio completo. Los servicios ecosistémicos elegidos son: **polinización, secuestro de carbono y retención de sedimentos.**

### Polinización



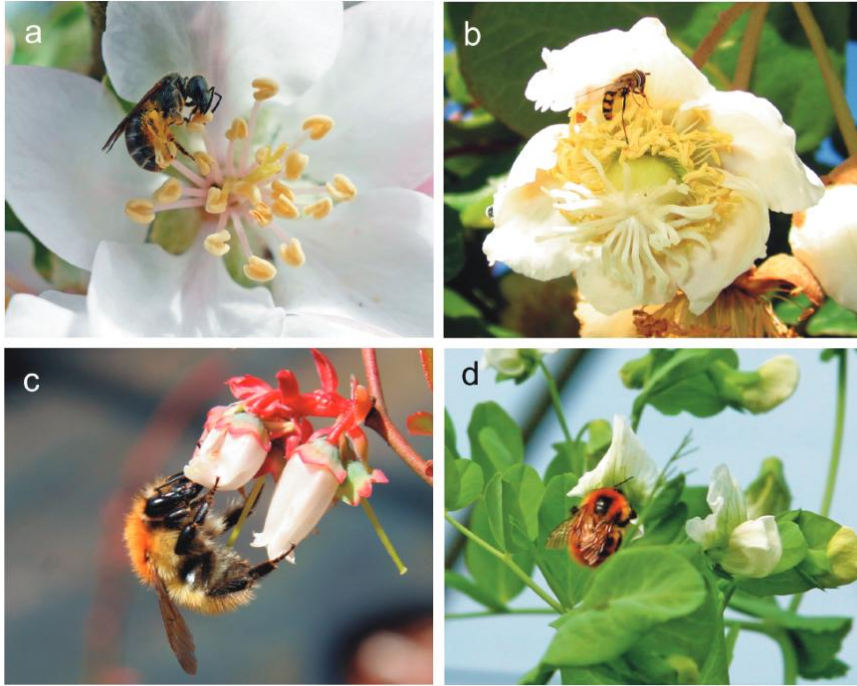
*Plano 6: modelo de polinización del municipio de Alfarnate elaborado mediante el programa informático ARIES*

El modelo generado por el programa ARIES muestra la probabilidad de presencia de insectos polinizadores en cada punto. Para su cálculo considera la distancia, la idoneidad del paisaje y los efectos de la temperatura.

La polinización animal es uno de los servicios ecosistémicos esenciales que vinculan directamente los hábitats naturales con los paisajes agrícolas, ya que el 75% de los 111 principales cultivos agrícolas del mundo depende en mayor o menor grado de los animales para su polinización.

Entre los productos agrícolas más dependientes se incluyen manzana, la cereza, la almendra, los pequeños frutos, el tomate, el melón, la sandía, el café o el cacao. Muchos de estos cultivos están presentes y son de gran importancia en el municipio de Alfarnate.

Las explotaciones agrícolas que albergan comunidades de polinizadores más diversas reciben un mejor servicio, porque las distintas especies de insectos se complementan y generan un efecto aditivo.



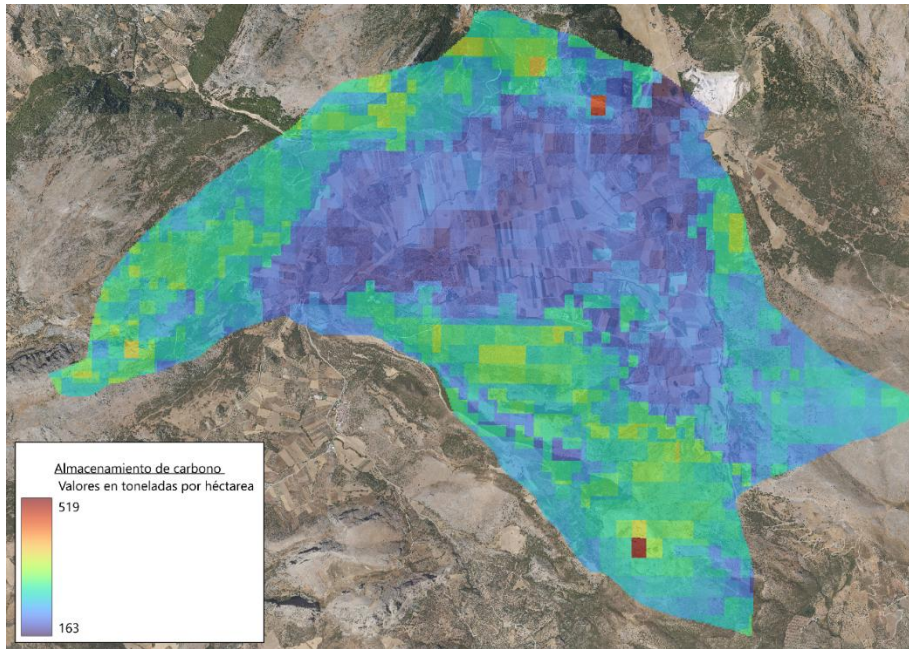
*Ilustración 3: Polinizadores sobre (a) manzano (abeja solitaria), (b) kiwi (sírfido), (c) arándano (abejorro) y (d) Guisantes (abejorro), cuatro cultivos a cuya polinización contribuyen los insectos silvestres. Fuente: (Prado, García, & Sastre, 2018)*

Las poblaciones de polinizadores están reguladas por cuatro factores principales: la abundancia de recursos tróficos florales, la disponibilidad de ambientes de nidificación, los depredadores y patógenos, y los pesticidas. Así, la pérdida de hábitat, la incidencia de parásitos, el uso excesivo de pesticidas y sus efectos combinados explican con frecuencia el declive de las comunidades de polinizadores

La biodiversidad de polinizadores no solo depende de la abundancia de flores del propio cultivo, sino también de la disposición de recursos alimentarios alternativos y de nidificación. Con el fin de mejorar el servicio de polinización, se pueden implementar prácticas para aumentar dichos recursos tanto dentro de las fincas (cubiertas, bandas florales, nidales) como en su periferia inmediata (setos) o lejana (hábitats seminaturales en el paisaje agrícola).

Una gran parte de los agricultores, y de la sociedad en general, desconoce aún el valor de la polinización animal y la necesidad de conservar las poblaciones de insectos silvestres por lo que se considera necesario fomentar entre la población estos conocimientos.

### **Secuestro de carbono**



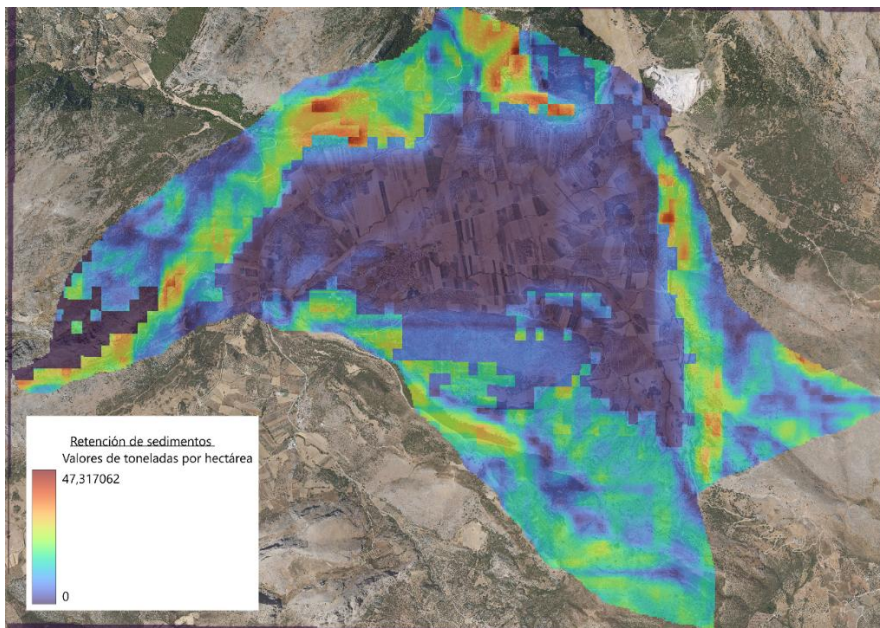
Plano 7: modelo de almacenamiento de carbono del municipio de Alfarnate elaborado mediante el programa informático ARIES

El modelo ARIES también estimó el almacenamiento de carbono en suelo y biomasa vegetal (aérea y subterránea), expresado en toneladas por hectárea (tC/ha).

Las zonas con mayor capacidad de secuestro corresponden a los bosques mediterráneos y matorrales densos de las zonas de monte, ese secuestro de carbono disminuye en gran medida en las zonas urbanas y agrícolas del municipio.

Este servicio tiene una relevancia especial para la mitigación del cambio climático y puede vincularse a futuras estrategias municipales de compensación de emisiones.

### Retención de sedimentos



Plano 8: modelo de retención de sedimentos del municipio de Alfarnate elaborado mediante el programa informático ARIES



Muestra la erosión del suelo evitada que puede ser atribuible a la vegetación en cada celda, proporcionando una estimación del valor del servicio ecosistémico de regulación de los sedimentos.

Para su cálculo el modelo implementa la comúnmente utilizada ecuación universal de pérdida de suelo revisada (RUSLE) y proporciona estimaciones biofísicas de la pérdida y retención del suelo por la vegetación. Al calcular la RUSLE dos veces (primero utilizando la cobertura terrestre existente y luego cambiando toda la cobertura terrestre a suelo desnudo), la contribución de la vegetación a la retención del suelo (es decir, la erosión del suelo evitada) se puede estimar como el servicio ecosistémico de retención de sedimentos.

El servicio ecosistémico de retención de sedimentos resulta fundamental en Alfarnate, dado el relieve montañoso que caracteriza a gran parte del municipio.

Las zonas de mayor capacidad de retención se asocian a la vegetación natural de laderas y cauces (matorral, pastizal y arbolado), que estabilizan el suelo y reducen la erosión. En cambio, los olivares con laboreo intensivo y áreas agrícolas desnudas presentan una alta vulnerabilidad a la pérdida de suelo.

Este servicio es crucial para evitar la pérdida de fertilidad, proteger infraestructuras y preservar la calidad de las aguas superficiales.

### **Servicios ecosistémicos de regulación en el entorno urbano**

Una vez que hemos visto de forma más amplia los tres servicios ecosistémicos del municipio vamos a enfocarnos en el **entorno urbano** de Alfarnate.

Una de las funciones de regulación más importantes de la vegetación urbana es la mejora de la calidad del aire, a través de la **captación de compuestos contaminantes** o la **intercepción de partículas en suspensión**. También tienen un notable efecto **apaciguador de la temperatura urbana**, contribuyendo a mitigar la denominada isla de calor urbano gracias a la acción conjunta de la evapotranspiración y el efecto de sombra del arbolado urbano sobre edificios y superficies artificiales. Una tercera función de regulación básica para el medio ambiente metropolitano es la **gestión del agua**, las superficies permeables y vegetadas disminuyen la escorrentía superficial y previenen inundaciones.

Para cuantificar los servicios de regulación en el entorno urbano se ha utilizado el programa informático de **I-tree ECO** para realizar un estudio más exhaustivo de las zonas verdes de Alfarnate.

El objetivo de I-tree ECO es analizar de manera detallada la estructura, composición y funciones del arbolado de un área determinada, con el fin de cuantificar los beneficios ambientales y sociales que generan los árboles.

El programa funciona a partir de inventarios de campo, donde se registran datos como especie, diámetro del tronco, altura, estado de salud y ubicación de los ejemplares. Estos datos se combinan con información ambiental y meteorológica de la zona para calcular servicios ecosistémicos como:

- Captura y almacenamiento de carbono.
- Mejora de la calidad del aire por reducción de contaminantes.
- Ahorro energético gracias a la sombra y regulación térmica.
- Reducción de la escorrentía y mejora de la gestión del agua de lluvia.

De este modo, i-Tree Eco permite obtener una visión completa del valor ecológico, económico y social del arbolado, lo que lo convierte en una herramienta muy útil para apoyar la gestión verde y la planificación sostenible en municipios como Alfarnate.

En primer lugar, se realizó el estudio sobre el conjunto de zonas verdes de Alfarnate excluyendo la zona del jardín japonés. Los datos de campo se obtuvieron a través de la contratación del inventario de flora del pueblo y otros tomados por el propio equipo técnico del proyecto.

A continuación, se presentarán los resultados obtenidos. Para ver la memoria completa del estudio de los servicios ecosistémicos realizado con i-tree se puede consultar el anexo de la presente memoria.

### Características del arbolado urbano

En total se contabilizaron unos **562 árboles** suponiendo una cobertura arbórea del 43 % de las zonas evaluadas.

Las tres especies más comunes de árboles son el pino carrasco (*Pinus halepensis*), el ciprés común (*Cupressus sempervirens*) y el olmo siberiano (*Ulmus pumila*).

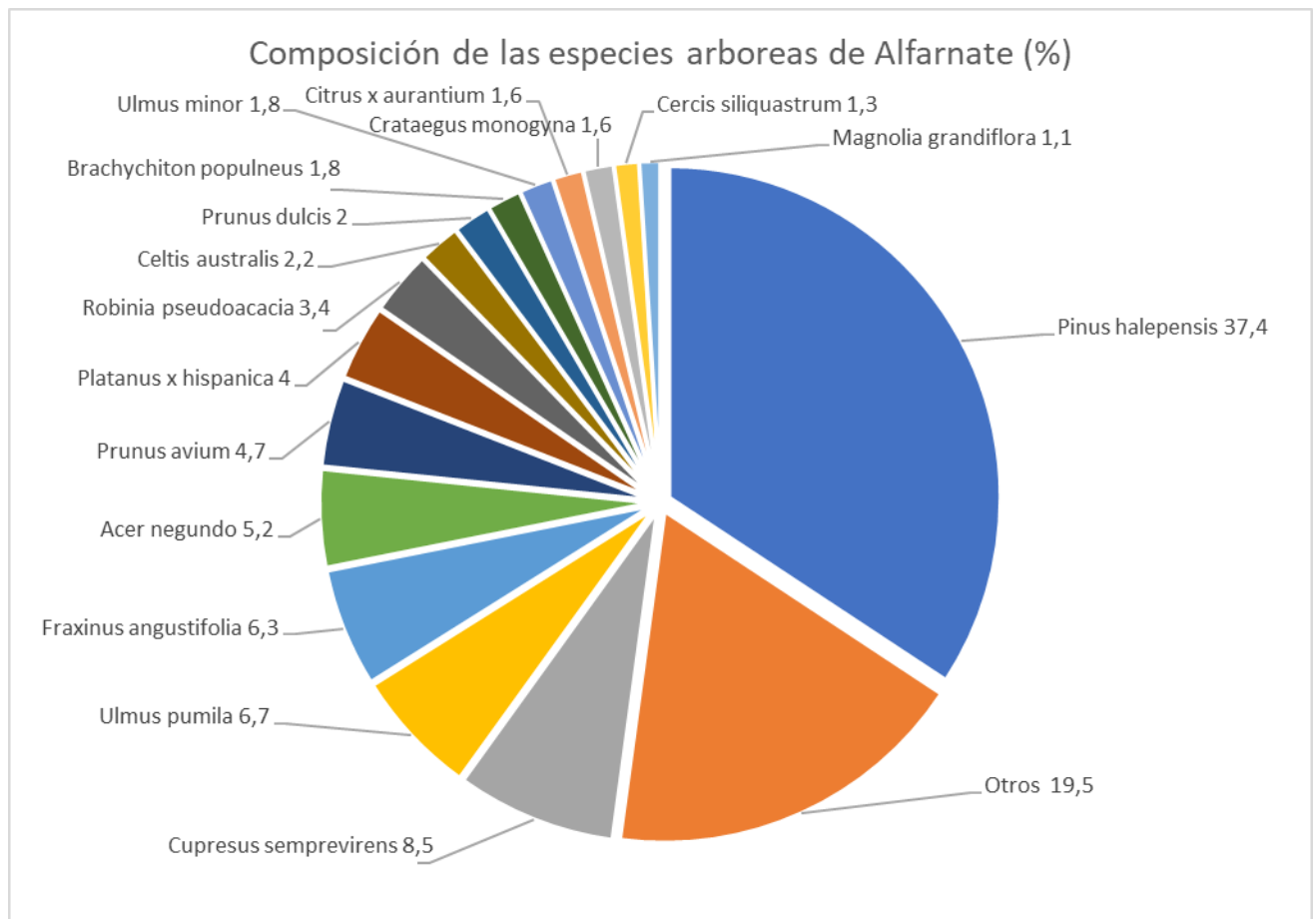


Gráfico 1: composición de las especies de árboles de Alfarnate

### Cobertura del bosque urbano y área foliar

Muchos de los beneficios que aportan los árboles se corresponden directamente con la cantidad de área superficial saludable de las hojas, mientras más hojas sanas tenga un árbol (mayor área foliar), más beneficios ambientales genera.

Como ya hemos mencionado anteriormente los árboles cubren casi un 43% de las zonas verdes de Alfarnate y el área foliar total es de unas 15.52 hectáreas, esto quiere decir que si se sumaran todas las superficies de todas las hojas de esos árboles equivaldría a esas 15.52 hectáreas.

A continuación, tenemos un gráfico donde se muestra el área foliar por zonas.

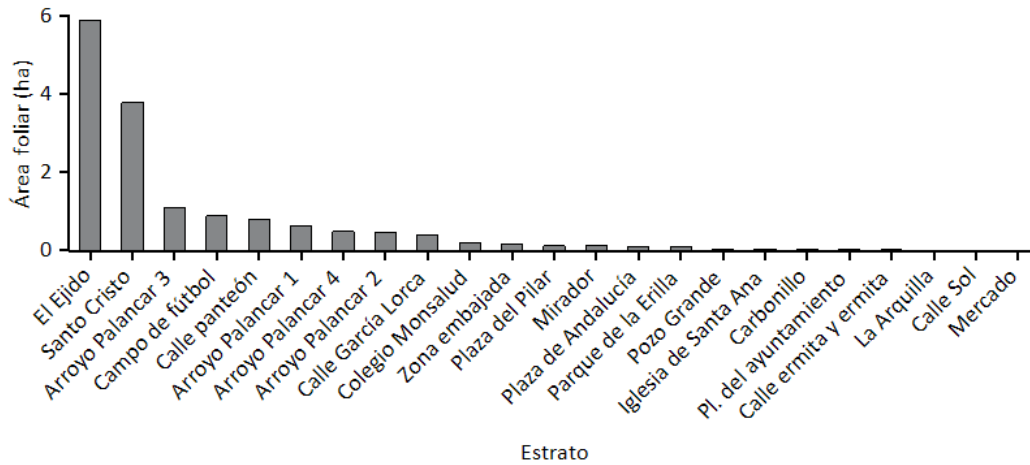


Gráfico 2: Área foliar por zonas

Las zonas con mayor área foliar son el parque del Ejido, el santo Cristo y una de las zonas del arroyo Palancar. Esto se explica al ser estas las zonas de mayor extensión y con mayor número de árboles.

En las zonas verdes del municipio de Alfarnate, las especies con mayor predominio en términos de área foliar son *Pinus halepensis*, *Fraxinus angustifolia* y *Platanus*. Las diez especies con los valores de importancia más altos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 2: Especies de mayor importancia en las zonas verdes de Alfarnate

Nombre de la especie	Porcentaje población	Porcentaje del área de las hojas	Valor de importancia (IV)
<i>Pinus halepensis</i>	36.8	56.3	93.1
<i>Cupressus sempervirens</i>	8.7	5.8	14.5
<i>Fraxinus angustifolia</i>	6.2	6.9	13.2
<i>Ulmus pumila</i>	6.6	5.1	11.7
<i>Platanus</i>	3.9	6.2	10.2
<i>Acer negundo</i>	5.3	4.2	9.5
<i>Robinia pseudoacacia</i>	3.4	3.6	6.9
<i>Prunus avium</i>	4.6	0.3	5.0
<i>Ulmus minor</i>	1.8	1.8	3.6
<i>Prunus dulcis</i>	2.0	0.8	2.7

El Valor de Importancia (VI) se determina a partir de la suma del porcentaje de individuos y el porcentaje de área foliar correspondiente a cada especie. Cabe destacar que un VI elevado no implica necesariamente que dichas especies deban priorizarse en futuras actuaciones de gestión o plantación, sino que representa su actual predominio dentro de la estructura del arbolado urbano.

### **Eliminación de la contaminación del aire por árboles urbanos**

La mala calidad del aire constituye un problema frecuente en numerosas áreas urbanas, ya que puede afectar negativamente la salud humana, deteriorar materiales del paisaje urbano, alterar los procesos de los ecosistemas y reducir la visibilidad atmosférica.

El bosque urbano desempeña un papel relevante en la mejora de la calidad del aire, al contribuir a la reducción de la temperatura ambiental, filtrar directamente los contaminantes atmosféricos y disminuir el consumo energético de los edificios, lo que a su vez reduce las emisiones derivadas de la generación eléctrica.

En el caso de las zonas verdes de Alfarnate, la eliminación de contaminantes atmosféricos por parte del arbolado se estimó a partir de datos de campo, registros recientes de contaminación y condiciones meteorológicas locales. Los resultados indican que la eliminación fue mayor para el ozono ( $O_3$ ) (véase gráfico 3).

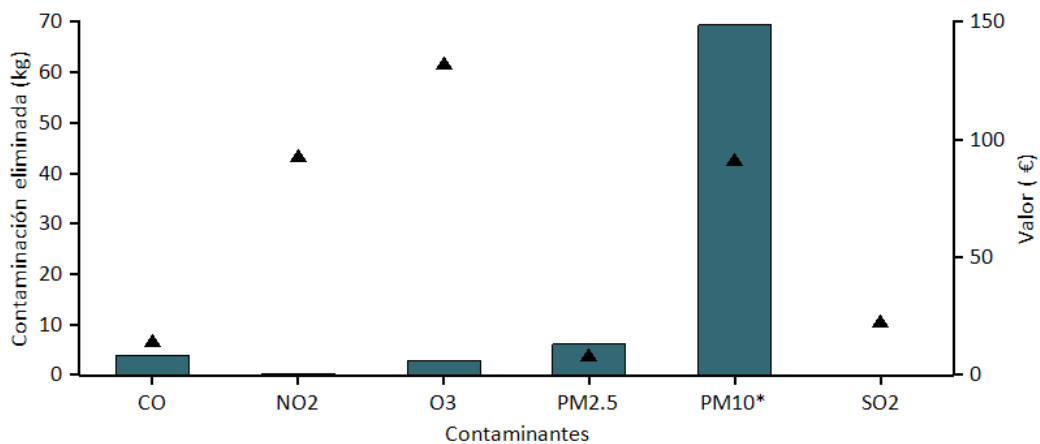


Gráfico 3: Eliminación anual de la contaminación (puntos) y su valor monetario (barras) por lo árboles urbanos de las zonas verdes de Alfarnate

Se calcula que los árboles del municipio remueven aproximadamente 167,5 kilogramos de contaminantes del aire por año, incluyendo ozono ( $O_3$ ), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ), material particulado fino ( $PM_{2.5}$ ), material particulado grueso ( $PM_{10}$ ) y dióxido de azufre ( $SO_2$ ).

El valor económico asociado a esta eliminación se estima en 177 euros anuales.

### **Almacenamiento y secuestro de carbono**

El cambio climático es un desafío global de gran relevancia. Los árboles urbanos desempeñan un papel importante en su mitigación, ya que capturan carbono de la atmósfera en forma de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) a través de su crecimiento y, adicionalmente, modulan el consumo

energético de los edificios, lo que a su vez reduce las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a la generación eléctrica a partir de combustibles fósiles.

El secuestro de carbono ocurre cuando los árboles incorporan CO<sub>2</sub> en sus tejidos durante el crecimiento anual. La cantidad de carbono secuestrado depende del tamaño y la salud de los árboles, siendo mayor en individuos grandes y vigorosos. En las zonas verdes de Alfarnate, se estima que los árboles secuestran aproximadamente 10,12 toneladas métricas de carbono por año, con un valor económico asociado de 4.660 euros.

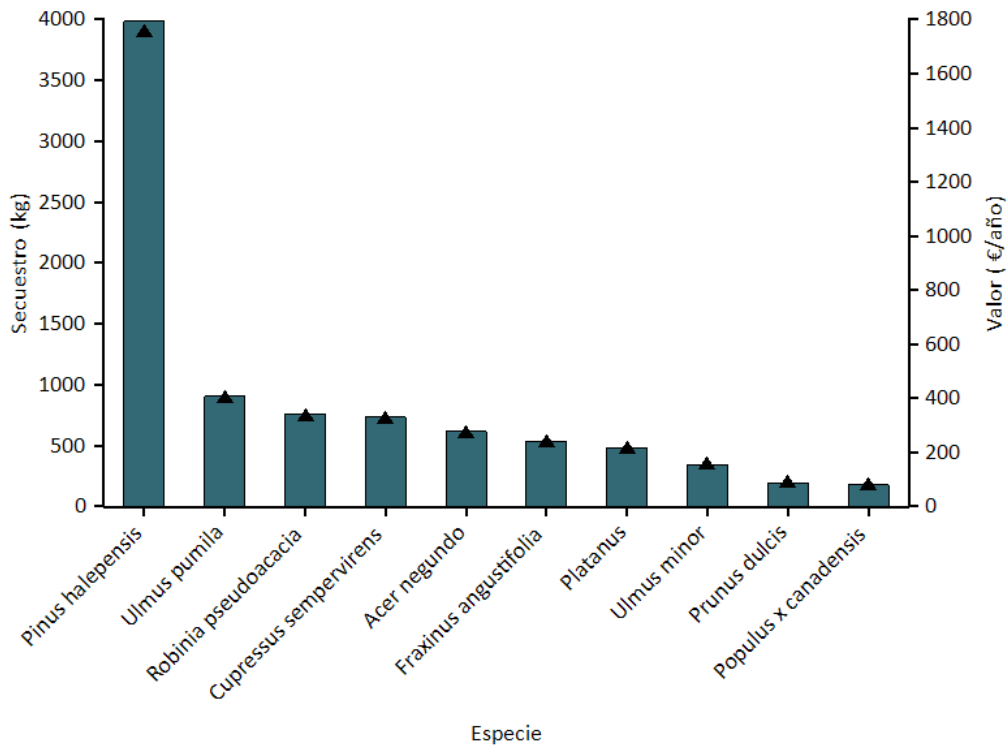


Gráfico 4: Secuestro bruto anual de carbono (puntos) y valor monetario (barras) calculado para especies de árboles urbanos con mayor secuestro.

El almacenamiento de carbono es otro mecanismo clave por el cual los árboles influyen en el cambio climático. A medida que un árbol crece, acumula carbono en su biomasa, manteniéndolo fuera de la atmósfera. Sin embargo, cuando el árbol muere y se descompone, la mayor parte de este carbono se libera nuevamente. Por ello, el almacenamiento de carbono refleja la cantidad de CO<sub>2</sub> que podría liberarse si los árboles no se gestionan adecuadamente. Mantener los árboles saludables ayuda a conservar el carbono almacenado, aunque las actividades de mantenimiento y manejo excesivo e inadecuado también pueden generar emisiones de carbono. El uso sostenible de la madera de árboles muertos, ya sea en productos de larga duración, para calefacción o generación de energía, contribuye a reducir las emisiones que se producirían por la descomposición natural o por fuentes de energía fósil.

En Alfarnate, se calcula que los árboles de las zonas verdes almacenan un total de 195 toneladas de carbono, con un valor estimado de 90 mil euros. Entre las especies muestreadas, *Pinus halepensis* destaca como la que almacena y secuestra la mayor cantidad de carbono, representando aproximadamente 45,9 % del carbono almacenado y 38,5 % del carbono secuestrado anualmente.

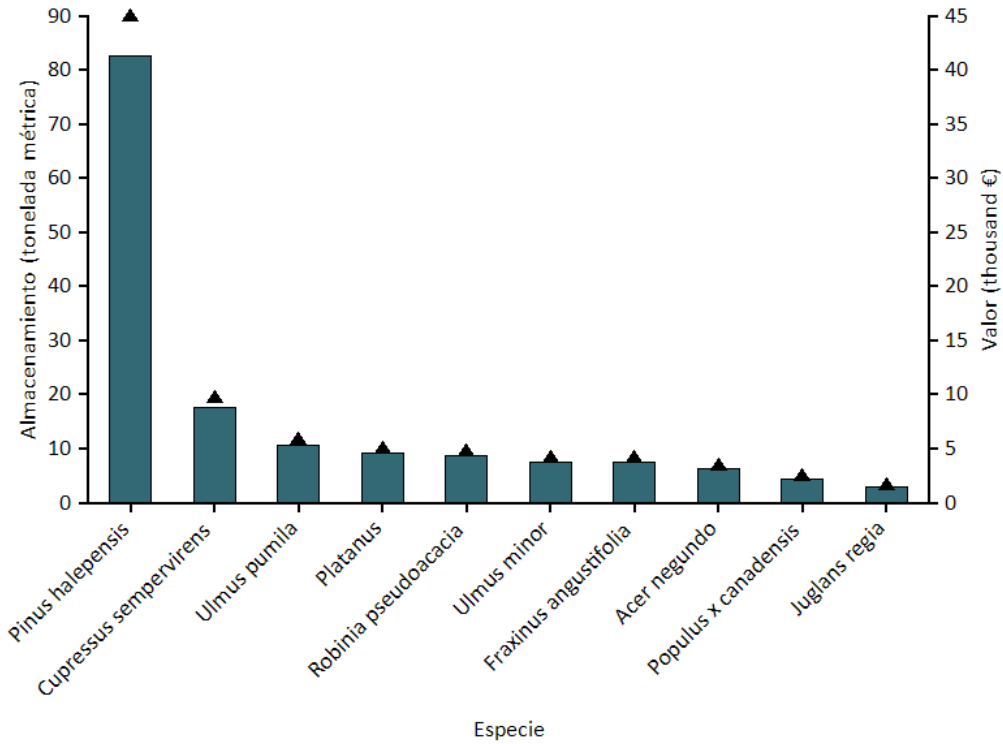


Gráfico 5: Almacenamiento de carbono calculado (puntos) y valores monetarios (barras) para especies de árboles urbanos con mayor almacenamiento.

Estos resultados destacan la relevancia del arbolado urbano de Alfarnate en la mitigación del cambio climático. Tanto el secuestro anual como el almacenamiento acumulado de carbono evidencian que mantener y aumentar la cobertura arbórea contribuye de manera significativa a reducir la concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico y a minimizar las emisiones indirectas asociadas al consumo energético de los edificios. La identificación de especies clave, como *Pinus halepensis*, permite orientar estrategias de gestión que maximicen los beneficios climáticos del bosque urbano. Además, la correcta planificación del manejo de los árboles muertos y la promoción de usos sostenibles de la madera pueden amplificar aún más la capacidad de los árboles de retener carbono, consolidando al arbolado urbano como un recurso estratégico para la sostenibilidad ambiental y la resiliencia climática del municipio.

### Producción de oxígeno

La producción de oxígeno constituye uno de los beneficios ambientales más reconocidos de los árboles urbanos. Este proceso se produce a través de la fotosíntesis, mediante la cual los árboles absorben dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y liberan oxígeno (O<sub>2</sub>) a la atmósfera. La cantidad de oxígeno generada por cada ejemplar está directamente relacionada con la cantidad de carbono que es capaz de secuestrar, ya que ambos procesos dependen de la acumulación de biomasa durante el crecimiento del árbol.

En el caso de las zonas verdes del municipio de Alfarnate, se estima que los árboles existentes producen aproximadamente 26,99 toneladas métricas de oxígeno por año. Este valor refleja la importante contribución que realiza la masa arbórea local al funcionamiento de los ecosistemas urbanos y al bienestar ambiental de la población.

Tabla 3: Las 20 principales especies productoras de oxígeno.

Especie	Oxígeno (tonelada métrica)	Secuestro bruto de carbono (kilogramo/año)	Número de árboles	Área foliar (hectárea)
<b>Pinus halepensis</b>	10.39	3,896.26	207	8.73
<b>Ulmus pumila</b>	2.36	886.34	37	0.80
<b>Robinia pseudoacacia</b>	1.98	740.66	19	0.55
<b>Cupressus sempervirens</b>	1.91	716.62	49	0.90
<b>Acer negundo</b>	1.61	603.13	30	0.65
<b>Fraxinus angustifolia</b>	1.40	526.54	35	1.08
<b>Platanus</b>	1.26	472.04	22	0.97
<b>Ulmus minor</b>	0.90	339.17	10	0.29
<b>Prunus dulcis</b>	0.51	193.08	11	0.12
<b>Populus x canadensis</b>	0.46	173.56	2	0.10
<b>Populus alba</b>	0.45	168.88	4	0.16
<b>Juglans regia</b>	0.43	160.79	2	0.10
<b>Prunus avium</b>	0.40	149.71	26	0.05
<b>Aesculus hippocastanum</b>	0.27	102.14	5	0.12
<b>Euonymus japonicus</b>	0.21	77.97	3	0.03
<b>Citrus aurantium</b>	0.18	67.64	9	0.01
<b>Magnolia grandiflora</b>	0.17	63.92	6	0.04
<b>Salix babylonica</b>	0.17	62.92	3	0.08
<b>Crataegus monogyna</b>	0.15	54.68	10	0.02
<b>Brachychiton populneus</b>	0.15	54.68	10	0.03

No obstante, conviene señalar que, si bien la producción de oxígeno es un beneficio tangible, su impacto sobre la concentración global de oxígeno en la atmósfera es relativamente reducido. La atmósfera terrestre contiene una reserva extremadamente grande y estable de oxígeno, cuya renovación depende en mayor medida de los sistemas acuáticos, en especial del fitoplancton marino.

De acuerdo con estimaciones científicas, incluso en un escenario extremo en el que se consumieran todas las reservas de combustibles fósiles y se eliminara toda la biomasa vegetal y del suelo, la reducción del oxígeno atmosférico sería mínima, representando solo una fracción insignificante del total disponible.



Por ello, aunque la producción de oxígeno no es el beneficio más determinante desde el punto de vista cuantitativo, sí posee un alto valor simbólico y educativo.

### **Escorrentía evitada**

La escorrentía superficial constituye una de las principales preocupaciones ambientales en las áreas urbanas, ya que puede contribuir significativamente a la contaminación de cuerpos de agua como arroyos, humedales, ríos, lagos y océanos. Durante los eventos de precipitación, una parte del agua es interceptada por la vegetación —principalmente por las copas de los árboles y los matorrales—, mientras que otra parte alcanza directamente la superficie del suelo. El volumen de agua que llega al suelo y no logra infiltrarse se transforma en escorrentía superficial (Hirabayashi, 2012).

En las zonas urbanas, la elevada presencia de superficies impermeables (como pavimentos, techos y calzadas) limita la infiltración natural del agua de lluvia, incrementando el volumen y la velocidad de la escorrentía. Este fenómeno puede generar impactos negativos, tales como inundaciones locales, erosión del suelo, pérdida de nutrientes y la diseminación de contaminantes hacia los sistemas hídricos.

En este contexto, la vegetación urbana desempeña un papel fundamental en la mitigación de la escorrentía superficial. Los árboles y matorrales reducen la escorrentía mediante diversos mecanismos:

- Intercepción directa de la lluvia por el follaje y las ramas, lo que disminuye la cantidad de agua que llega al suelo.
- Retención temporal del agua en las superficies vegetales, permitiendo su posterior evaporación.
- Mejora de la infiltración del agua de lluvia gracias a los sistemas radiculares, que favorecen la permeabilidad del suelo y su capacidad de almacenamiento.
- Reducción de la velocidad de escorrentía, al crear una superficie rugosa que facilita la absorción del agua.

En el caso de las zonas verdes del municipio de Alfarnate, se estima que los árboles y matorrales contribuyen a reducir la escorrentía superficial en aproximadamente 59,9 metros cúbicos anuales, lo que representa un valor económico estimado de 110 euros por año. Este valor económico se calcula considerando los costos asociados al manejo del agua pluvial y la prevención de daños por inundaciones.

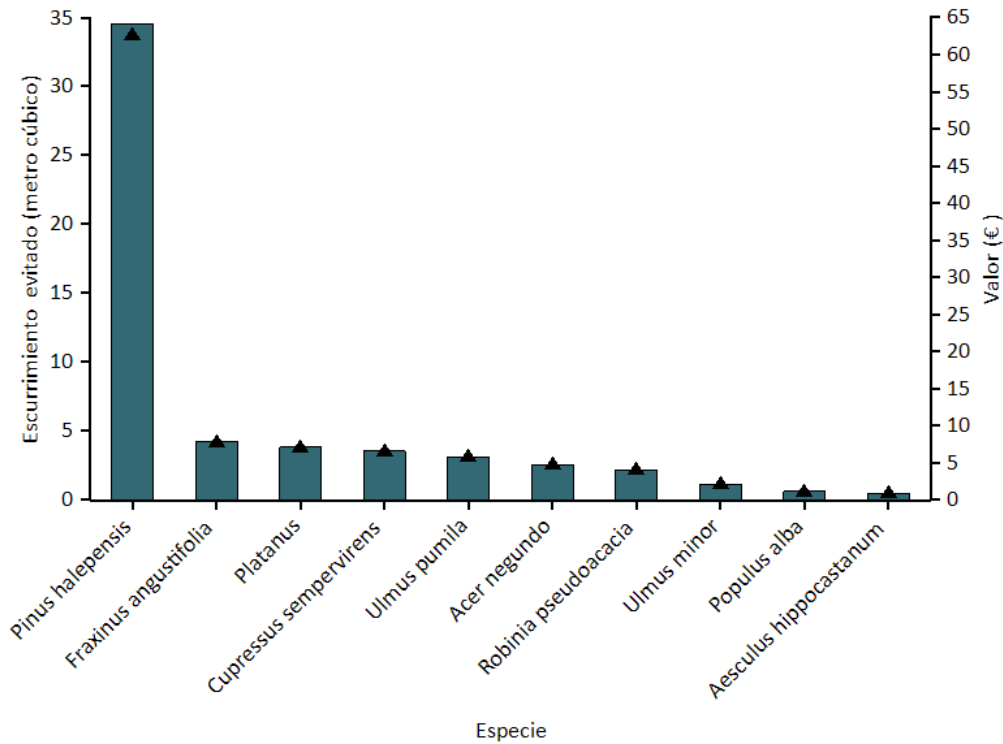


Gráfico 6: Escorrentía evitada (puntos) y valor monetario (barras) para las especies con mayor impacto general en la escorrentía de las zonas verdes.

El cálculo de la escorrentía evitada se basa en las condiciones meteorológicas locales, tomando como referencia los datos registrados por la estación meteorológica designada para el municipio. Durante el año 2023, la precipitación total anual en Alfarnate fue de 9,3 centímetros, valor que influye directamente en las estimaciones de escorrentía y en la capacidad de retención hídrica de la vegetación urbana.

En conclusión, la presencia de árboles y matorrales en las zonas verdes de Alfarnate no solo contribuye a la mejora estética y ecológica del entorno urbano, sino que también desempeña una función clave en la gestión sostenible del agua, ayudando a reducir la escorrentía superficial, mitigar riesgos de inundación y mejorar la calidad del agua en los ecosistemas locales.

### Uso de la energía de árboles y edificios

La vegetación urbana, y en particular los árboles, desempeña un papel importante en la modificación del microclima urbano y, por tanto, en el consumo energético de los edificios. Los árboles pueden influir en la demanda de energía mediante tres mecanismos principales:

Provisión de sombra, que reduce la radiación solar directa sobre techos, fachadas y superficies pavimentadas, disminuyendo la temperatura del entorno inmediato.

Enfriamiento evaporativo, derivado de la transpiración foliar, que contribuye a reducir la temperatura del aire circundante y mitiga el efecto de isla de calor urbana.

Obstrucción o desvío de los vientos fríos, que ayuda a reducir las pérdidas de calor en los edificios durante los meses de invierno.



En consecuencia, los árboles tienden a disminuir el consumo energético asociado a la refrigeración de los edificios durante el verano, al reducir la necesidad de aire acondicionado y mejorar el confort térmico en el entorno urbano. Sin embargo, durante el invierno su efecto puede variar: dependiendo de su ubicación respecto al edificio, los árboles pueden reducir el consumo energético al proteger contra los vientos fríos o, por el contrario, aumentarlo si bloquean la radiación solar que podría calentar pasivamente las fachadas y ventanas orientadas al sur.

Los cálculos de los efectos energéticos de los árboles se fundamentan en mediciones de campo que consideran la distancia, altura, densidad y orientación de los árboles con respecto a las edificaciones, así como la configuración del entorno urbano. Estos parámetros permiten estimar la influencia real de la vegetación sobre la temperatura y el uso energético en viviendas y edificios climatizados.

### **Valores de sustitución y funcionales**

Los bosques urbanos poseen distintos tipos de valor económico que reflejan tanto su importancia intrínseca como las funciones ecosistémicas que desempeñan.

Por un lado, existe el valor de sustitución, que se refiere al costo asociado con reemplazar un árbol por otro similar en caso de pérdida o daño. Este valor depende del número, tamaño y estado de salud de los árboles, y tiende a aumentar a medida que se incrementa la cantidad de ejemplares saludables y de mayor tamaño.

Por otro lado, se encuentran los valores funcionales, que reflejan los beneficios que los árboles aportan al entorno urbano. Estos pueden ser positivos, como la captura de carbono o la reducción de escorrentía, o negativos, cuando ciertas funciones incrementan costos, por ejemplo, mayores demandas de calefacción en invierno debido a la ubicación de árboles que bloquean la radiación solar. Los valores funcionales anuales también dependen del tamaño, la cantidad y la salud de los árboles, y pueden aumentar con un manejo adecuado de la cobertura arbórea. De manera inversa, una disminución en la cantidad de árboles saludables reduce tanto los valores de sustitución como los funcionales.

En el caso de las zonas verdes del municipio de Alfarnate, los árboles urbanos presentan los siguientes valores económicos:

#### **Valor de sustitución del bosque urbano:**

- Valor total: €744.000
- Almacenamiento de carbono: €90.000

#### **Valores funcionales anuales del bosque urbano:**

- Secuestro de carbono: €4.660
- Escorrentía evitada: €114
- Eliminación de la contaminación del aire: €177
- Costos de energía y emisiones de carbono: No evaluado

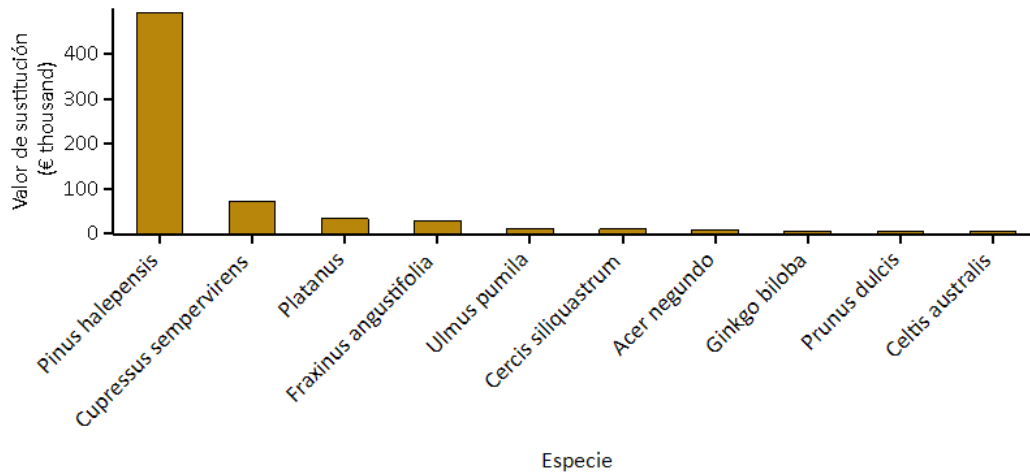


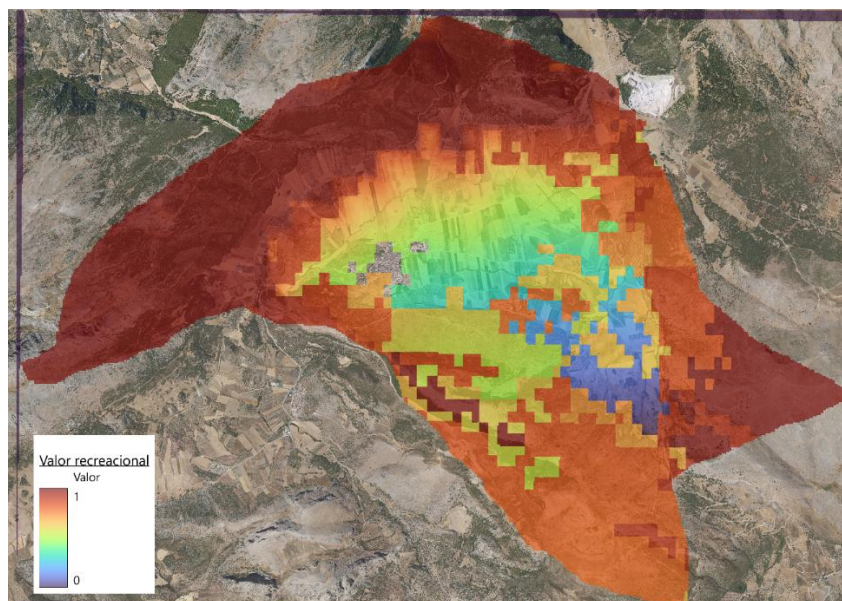
Gráfico 7: Especies de árboles con el mayor valor de sustitución.

Estos valores reflejan la importancia económica y ecológica de mantener y gestionar adecuadamente los árboles urbanos en Alfarnate. Invertir en la conservación, plantación y manejo del arbolado no solo protege la infraestructura verde, sino que también asegura la continuidad de los beneficios ambientales y económicos que los bosques urbanos proporcionan a la comunidad, incluyendo la mitigación del cambio climático, la mejora de la calidad del aire, la gestión del agua pluvial y la regulación térmica de los espacios urbanos.

○ **Culturales: recreación, identidad cultural, turismo.**

El primer servicio cultural evaluado es el **valor recreacional**:

Gracias al programa ARIES se ha conseguido una visión general de la importancia recreativa de los ecosistemas abarcando todo el municipio:



Plano 9: modelo de la oferta recreativa del municipio de Alfarnate elaborado mediante el programa informático ARIES

El programa ARIES valora la oferta recreativa teórica basándose en la naturalidad del paisaje y la distancia euclidiana a áreas protegidas, cuerpos de agua y sitios de relevancia turística.

Las zonas de mayor valor recreacional (rojos, naranjas) coinciden con las zonas forestales de mayor protección en este caso en la zona norte el ZEC sierra de Camarolos y los montes de dominio público. Conforme nos vamos acercando a las zonas agrícolas el interés recreacional disminuye.

Ya centrándonos en el foco de este trabajo, los servicios culturales de las zonas verdes del entorno urbano cobran una gran importancia al ser lugares de recreo, reuniones, eventos etc. Esta importancia se puede ver con gran claridad en Alfarnate, en donde las zonas verdes son muy aprovechadas por la población.

Uno de los ejemplos más representativos es el Parque del Ejido (Zona 17), una de las áreas verdes de mayor extensión del municipio. Este espacio cumple un papel multifuncional, combinando valores ecológicos, recreativos y sociales. En él se celebran anualmente numerosos eventos de carácter cultural y comunitario, como la Fiesta de la Cereza, las graduaciones escolares, comidas populares y otras actividades municipales. Además, el parque integra infraestructuras deportivas y recreativas de gran relevancia local, entre las que destacan la piscina municipal, el polideportivo, el parque infantil, la zona de calistenia, la tirolina y los merenderos. Estas dotaciones hacen del Parque del Ejido un núcleo esencial de vida social y de provisión de servicios culturales en el municipio.



*Ilustración 4: Parque del Ejido*

También de gran importancia en el municipio, enclavado en un cerro de piedra caliza está el mirador del Santo Cristo (zona 3) Desde este punto se obtienen vistas panorámicas únicas del casco urbano y de las montañas que rodean el término municipal, convirtiéndose en uno de los lugares más apreciados tanto por residentes como por visitantes.

Además de su valor paisajístico, este mirador posee una carga simbólica y espiritual significativa para la comunidad local, al estar asociado con la ermita del Santo Cristo y las festividades religiosas del municipio.



*Ilustración 5: Mirador del Santo Cristo*

Para la valoración de los servicios culturales proporcionados por las zonas verdes urbanas — especialmente el Parque del Ejido y el Mirador del Santo Cristo— se ha optado por aplicar la metodología de valoración contingente.

Esta técnica, ampliamente utilizada en economía ambiental, permite asignar un valor monetario a bienes no comercializables a través de encuestas que reflejan la disposición a pagar o la valoración subjetiva que los ciudadanos otorgan a un determinado servicio ambiental.

La encuesta destinada principalmente a los habitantes del municipio de alfarnate es la siguiente:



## Valoración de los Parques Públicos de Alfarnate

El Ayuntamiento de Alfarnate está impulsando el Proyecto SAKURAFUSION, subvencionado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Desde el equipo del proyecto queremos conocer cómo valoran los vecinos las zonas verdes de Alfarnate, especialmente el Parque del Ejido y el Mirador del Santo Cristo. Sus respuestas nos ayudarán a entender su importancia para la comunidad y a planificar su cuidado y mejora.

### PERCEPCIÓN GENERAL DE ZONAS VERDES

**Respecto a las distintas zonas verdes del pueblo, ¿Considera que Alfarnate tiene suficiente cantidad de espacios verdes?**

Sí

No

No lo sé / Depende

**¿Cree que los árboles y arbustos le aportan beneficios en su día a día?**

Sí

No

No lo sé / Depende

### USO DE LOS ESPACIOS

**¿Con qué frecuencia visita el Parque del Ejido?**

Nunca

Rara vez (menos de 1 vez al mes)

Ocasionalmente (1–3 veces al mes)

Frecuentemente (1–2 veces por semana)

Muy frecuentemente (3 o más veces por semana)

**Cuando visita el Parque del Ejido, ¿Qué actividades realiza con más frecuencia?**

Pasear o caminar

Hacer deporte o ejercicio físico

Disfrutar de la naturaleza / contemplación

Ocio o socializar con familiares y amigos

Llevar a los niños a jugar

Motivos religiosos o espirituales

Otro:

**¿Con qué frecuencia visita el Mirador del Santo Cristo?**

Nunca

Rara vez (menos de 1 vez al mes)

Ocasionalmente (1–3 veces al mes)

Frecuentemente (1–2 veces por semana)

Muy frecuentemente (3 o más veces por semana)

**Cuando visita el Mirador del Santo Cristo, ¿Qué actividades realiza con más frecuencia?**

Pasear o caminar

Hacer deporte o ejercicio físico

Disfrutar de la naturaleza / contemplación

Ocio o socializar con familiares y amigos

Llevar a los niños a jugar

Motivos religiosos o espirituales

Otro:



## VALORACIÓN ECONÓMICA

Queremos conocer el valor que los vecinos atribuyen a los distintos espacios verdes del municipio, como el Parque del Ejido y el Mirador del Santo Cristo. Para ello, utilizaremos un método científico que consiste en preguntar cuánto estarían dispuesto a pagar por su uso, mantenimiento y mejora, aunque en realidad no se vaya a cobrar ninguna entrada.

Entonces, le pedimos que imagine la siguiente situación hipotética:

Supongamos que el Ayuntamiento estableciera una entrada para acceder a estos espacios, y que todo el dinero se destinara únicamente a su mantenimiento y mejora. Aclarar que el precio sería por cada vez que se quiera acceder a esa zona.

**¿Cuánto estaría dispuesto a pagar cada vez que quiera acceder al Parque del Ejido?**

**¿Cuánto estaría dispuesto a pagar cada vez que quiera acceder al Mirador del Santo Cristo?**

## PREGUNTAS DEMOGRÁFICAS

### Edad

### Sexo

Hombre

Mujer

Otro:

### Ocupación

Estudiante

Trabajador por cuenta ajena (empleado)

Autónomo / Profesional independiente

Desempleado / En búsqueda de empleo

Jubilado / Pensionista

Persona dedicada al hogar

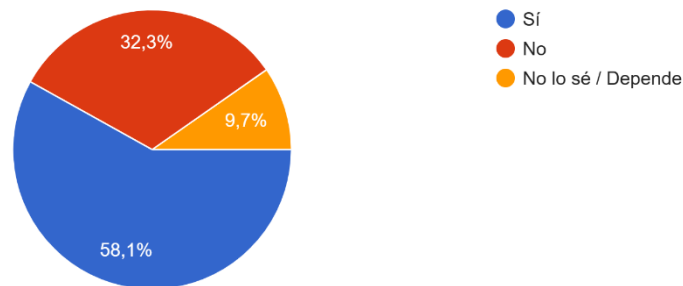
Otro:

La encuesta se ha distribuido tanto de forma presencial como mediante formulario digital (Google Forms) a los ciudadanos de Alfarnate en un periodo que abarca desde 20 de octubre de 2025 hasta 26 de noviembre de 2025.

En total se realizaron 124 encuestas válidas, lo que, para una población aproximada de 1.045 habitantes, supone un nivel de confianza del 95 % y un margen de error del 8,3 %, valores que otorgan representatividad estadística suficiente para un estudio de escala municipal.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

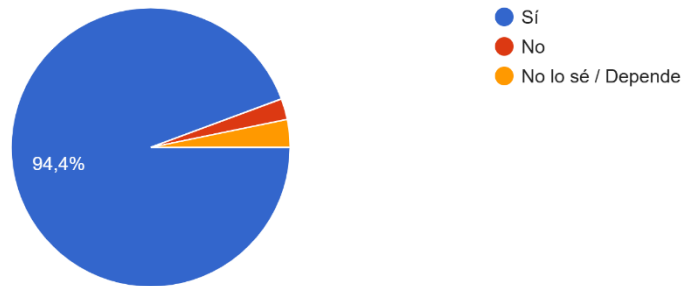
### 1. ¿Considera que Alfarnate tiene suficiente cantidad de espacios verdes?



Un 58,1 % de los encuestados (72) considera que Alfarnate tiene una suficiente cantidad de espacios verdes mientras que un 32,3 % (40) consideran que estos son insuficientes. El 9,7 % restante (12) ha respondido con un no lo sé/ depende.

Estos resultados indican que, aunque existe una percepción mayoritaria positiva respecto a la disponibilidad de zonas verdes, una parte de la población detecta margen de mejora, lo que sugiere oportunidad para actuaciones de refuerzo y ampliación de la infraestructura verde urbana.

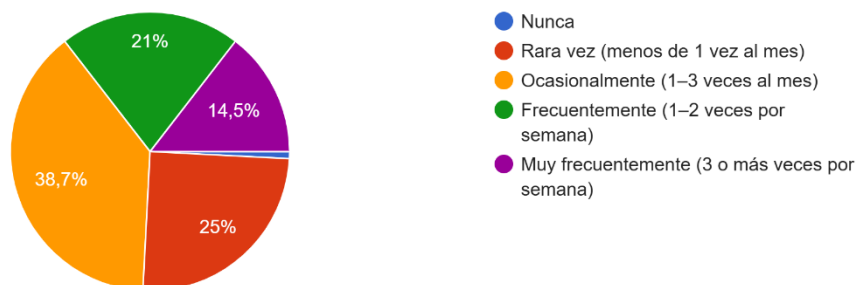
### 2. ¿Cree que los árboles y arbustos le aportan beneficios en su día a día?



El 94,4 % de los encuestados (117) consideran que los árboles si les aportan beneficios en su día a día. En las encuestas realizadas de forma personal los encuestados respondían que sí que aportan beneficios por su estética, por la sombra que dan, por el oxígeno que generan etc., por tanto, la mayoría de los encuestados conocen de la existencia de algunos de los servicios ecosistémicos que otorga el arbolado urbano y su importancia lo que puede facilitar el apoyo ante futuros proyectos de revegetación urbana.

El 2,45% de los encuestados (3) ha contestado que los árboles no les aportan beneficios y el 3,2% (4) han respondido no lo sé/depende. En algunos casos estas respuestas negativas o indiferentes se corresponden con algunas de las molestias que generan los árboles en la población, concretamente se obtuvieron dos razones negativas en las encuestas personales: problemas con las raíces de árboles que levantan el pavimento del calzado urbano y de casas privadas y las incidencias negativas del polen de los árboles en la salud de las personas. Esto pone en perspectiva la necesidad de establecer una adecuada planificación de las especies utilizadas en el entorno urbano y su mantenimiento.

### 3. ¿Con qué frecuencia visita el Parque del Ejido?



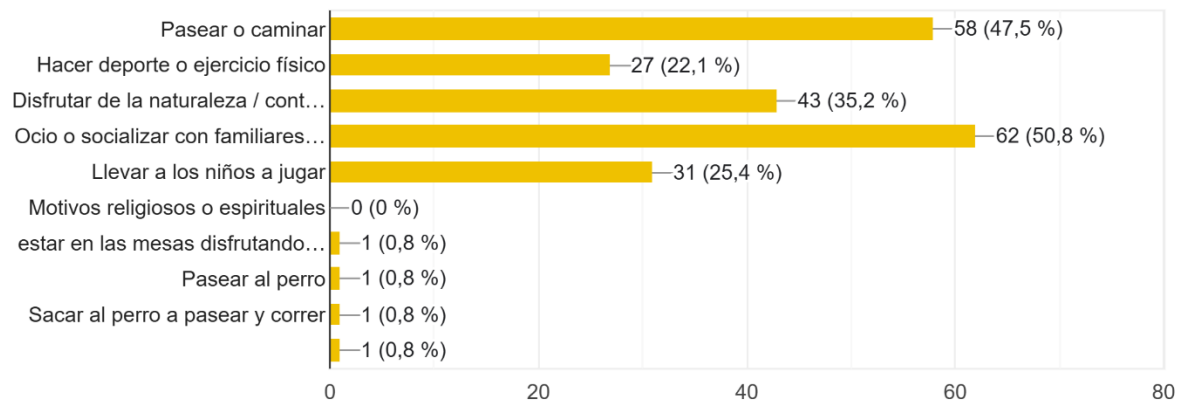
El 38,7 % de los encuestados (48) declaran visitar el parque del Ejido de forma ocasional, al menos de 1 a 3 veces al mes, el 25% (31) manifiestan visitarlo rara vez, menos de una vez al mes,

el 21% (26) de forma frecuente, una a dos veces por semana, el 14,5 % de forma muy frecuente, tres o más veces por semana) y por último una persona que nunca había estado en dicho parque.

Hay que tener en cuenta que las visitas a este parque, al igual que a muchos otros, tienen un marcado carácter estacional, en verano los habitantes acuden de forma más frecuente a disfrutar de los beneficios que ofrece este parque en la época estival: la sombra de los árboles, el ocio con los niños, el buen tiempo y las horas de luz, el periodo vacacional de los más jóvenes etc. Sin embargo, en invierno las visitas a esta zona disminuyen en gran medida especialmente por las condiciones climáticas, concretamente por las bajas temperaturas que se alcanza en esas zonas bajo el follaje de los pinos.

#### 4. Cuando visita el Parque del Ejido, ¿Qué actividades realiza con más frecuencia?

En cuanto a las actividades que realizan los encuestados cuando visitan el parque nos encontramos lo siguiente:

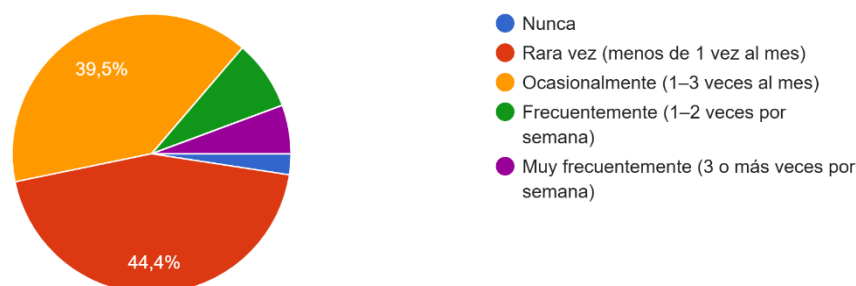


Las actividades más realizadas son: el ocio y la socialización con familiares y amigos (50,8%) y el pasear y caminar (47,5%). Seguidamente tenemos el disfrutar de la naturaleza y la contemplación del espacio (35,2%), llevar a los niños a jugar (25,4 %) y hacer deporte o ejercicio físico (22,1%). El resto de respuestas recibidas pueden agruparse en algunas de las categorías ya mencionadas.

El Parque del Ejido funciona como un espacio de convivencia y ocio, favorecido por la presencia de múltiples servicios: piscina municipal, polideportivo, parque infantil, tirolina, zona de calistenia, área de mayores y un bar que permanece abierto en verano.

La presencia de estos servicios complementarios incrementa el valor recreativo y social del espacio verde, potenciando los servicios ecosistémicos culturales.

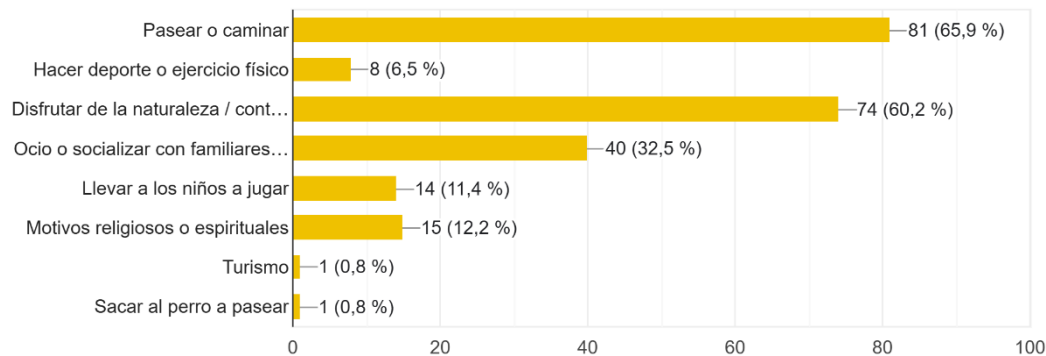
#### 5. ¿Con qué frecuencia visita el Mirador del Santo Cristo?



Observando las respuestas obtenidas podemos observar cómo difieren con las respuestas recibidas para el Ejido. El 44,4% de los encuestados (55) declaran visitar el Mirador del Santo Cristo rara vez, menos de una vez al mes, el 39,5 % (49) manifiestan visitarlo ocasionalmente, de una a tres veces por mes, un 8,1% (10) de forma frecuente, de una a dos veces por semana, el 5,6% (7) de forma muy frecuente, tres o más veces por semana, y finalmente 3 personas (2,4%) que nunca han visitado el mirador.

En comparación con el Parque El Ejido, el mirador presenta una menor frecuencia de uso habitual, lo que refleja su carácter más paisajístico y contemplativo que recreativo cotidiano.

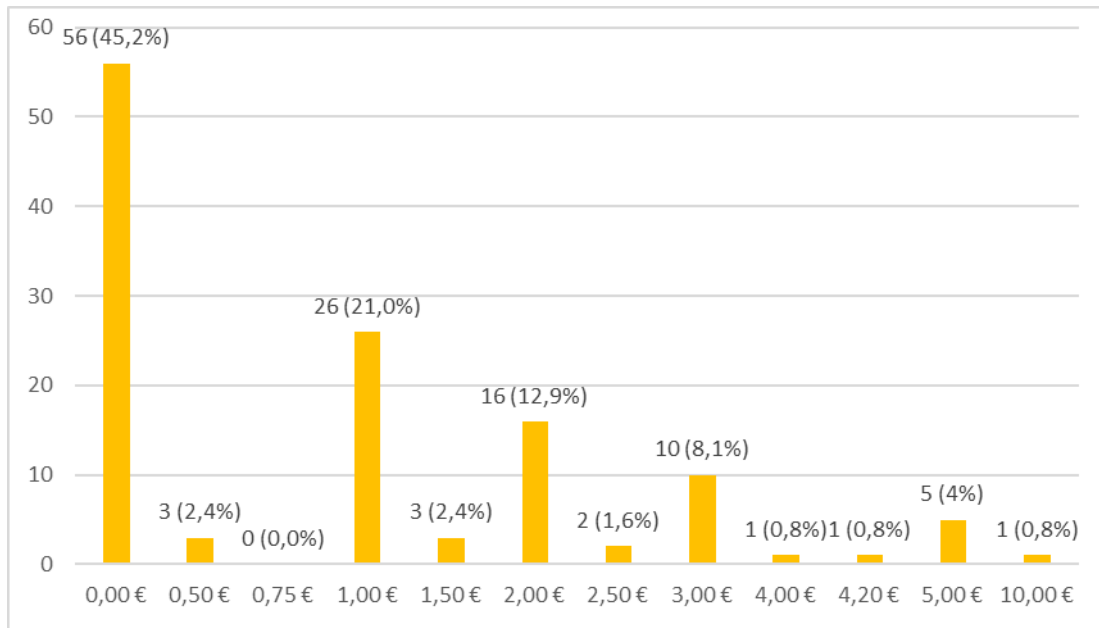
#### 6. Cuando visita el Mirador del Santo Cristo, ¿Qué actividades realiza con más frecuencia?



Las actividades más realizadas son: pasear o caminar (65,9%) y disfrutar de la naturaleza/contemplación (60,2%). Seguidamente tenemos el ocio o la socialización con familiares (32,5). Un poco por detrás tenemos llevar a los niños a jugar (11,4%) y hacer deporte o ejercicio físico (6,5%). Vemos también que aparece un nuevo tipo de actividad las visitas por motivos religiosos o espirituales (12,2 %) vinculadas al pequeño altar situado en la cima del mirador que tiene la imagen del Cristo de Medinaceli.

Predominan por tanto los servicios ecosistémicos culturales de tipo estético, espiritual e identitario.

#### 7. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar cada vez que quiera acceder al Parque del Ejido?



Como podemos observar los valores de disposición a pagar por la entrada al parque del Ejido oscilan entre 0 a 10 euros.

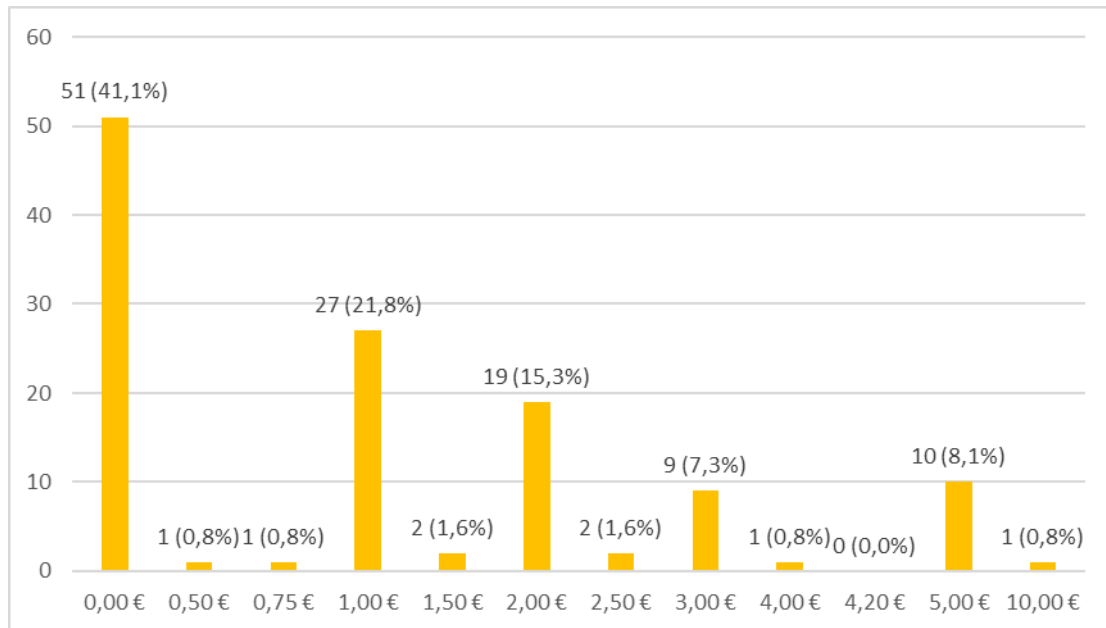
Un 45,2% de los encuestados (56) expone que no estaría dispuesto a pagar nada por entrar a este parque, mientras que el 54,8% (68) estaría dispuesto a pagar algo por el acceso.

Es importante recalcar que la respuesta negativa a pagar no indica de forma tajante que esas personas no le den importancia a dicho espacio. La mayor parte de estas respuestas se justifican por parte de los encuestados con que consideran que los espacios naturales no deberían ser de pago, sino que deberían ser un servicio público que deben proporcionar las administraciones públicas financiado mediante los impuestos.

Valorando todas las respuestas podemos calcular que de media los encuestados estaría dispuestos a gastar 1,14 euros.

La respuesta más dada es 0 euros (56 encuestados) seguida de 1 euro (26 encuestados) y 2 euros (16 encuestados).

**8. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar cada vez que quiera acceder al Mirador del Santo Cristo?**



Como podemos observar los valores de disposición a pagar por la entrada al Mirador del Santo Cristo oscilan entre 0 a 10 euros.

Un 41,1% de los encuestados (51) expone que no estaría dispuesto a pagar nada por entrar al mirador del Santo Cristo, mientras que el 58,9% (73) estaría dispuesto a pagar algo por dicho acceso.

Valorando todas las respuestas podemos calcular que de media los encuestados estaría dispuestos a gastar 1,33 euros.

Existe ligeramente mayor predisposición a pagar por el Mirador, debido a la importancia turística, espiritual y simbólica que los habitantes le atribuyen, pese a ser un espacio visitado con menor frecuencia.

### Conclusiones

Los resultados de la encuesta evidencian que los ciudadanos reconocen de manera significativa tanto los beneficios ambientales como sociales de los espacios verdes urbanos, lo que se refleja en:

**Alta percepción de beneficios ambientales:** el 94,4 % de los encuestados reconoce beneficios directos del arbolado urbano (sombra, aire, estética), lo que indica una comprensión intuitiva de múltiples servicios ecosistémicos (regulación térmica, calidad del aire, recreación).

**Disposición a pagar moderada pero significativa:** más de la mitad de la población estaría dispuesta a contribuir económicamente por acceder a espacios como el Parque El Ejido o el Mirador del Santo Cristo, aunque muchos consideran que estos espacios deberían ser públicos y gratuitos. El hecho de que una mayoría esté dispuesta a pagar indica que los espacios verdes generan utilidad real en términos de bienestar, ocio, identidad y salud. Es decir, no son considerados elementos ornamentales, sino infraestructuras con valor tangible.

Desde el punto de vista de gobernanza pública, esto refuerza la aceptación de futuros proyectos de mejora y la estabilidad política de inversiones en infraestructura verde.

En términos de planificación municipal, esto implica que la inversión en parques y jardines no debe considerarse un gasto estructural, sino una inversión con retorno social. También permite tener una base empírica para justificar los proyectos de mejora o ampliación de las zonas verdes del pueblo. Además, los espacios verdes pueden integrarse en estrategias de salud pública, bienestar social y desarrollo turístico.

### Otros servicios culturales identificados

Además de la valoración monetaria directa, se han identificado diversos **servicios culturales cualitativos** asociados al territorio de Alfarnate:

- **Elementos de los sistemas vivos que permiten actividades que promueven la salud, la recuperación o el disfrute mediante interacciones activas o inmersivas**, es decir, usar el ambiente para el deporte y la recreación usando la naturaleza para mantenerse en forma. En el caso de Alfarnate tenemos tres rutas de senderismo oficiales:
  - **PR-A 268 BOSQUE LAS MORILLAS**
  - **PR-A 266 LAS PILAS**
  - **PR-A 267 PICO DEL VILO**



*Plano 10: Rutas de senderismo de Alfarnate*

Se trata de uno de los servicios ecosistémicos culturales con mayor potencial de crecimiento en municipios rurales de interior como Alfarnate, en el contexto del auge del senderismo y el turismo de naturaleza en España.

No se dispone actualmente de datos sistemáticos sobre el número de senderistas que utilizan estas rutas anualmente. Se recomienda al Ayuntamiento de Alfarnate implementar un sistema de registro de visitantes, que permita cuantificar este servicio en futuras revisiones de la memoria. Con esos datos, sería posible calcular el impacto económico indirecto del senderismo

aplicando metodologías de coste de viaje o gasto medio por visitante, ampliamente utilizadas en estudios de servicios ecosistémicos recreativos en España.

- Elementos de sistemas geofísicos que tienen un significado simbólico, concretamente **utilizar la naturaleza como emblema nacional o local.**



Ilustración 6: Escudo de Alfarate

El Pico Chamizo, con 1.617 metros de altitud, es la cumbre más elevada de la sierra del Jobo y uno de los elementos geográficos más reconocibles del término municipal de Alfarate. Su presencia en el escudo del municipio lo convierte en un elemento de identidad territorial de primer orden, vinculado a la historia, la memoria colectiva y el sentido de pertenencia de la comunidad local.



Ilustración 7: Pico Chamizo visto desde el casco urbano de Alfarate

Este tipo de servicio cultural, aunque difícilmente cuantificable en términos económicos directos, tiene una relevancia decisiva para la gobernanza del territorio: los elementos geográficos de fuerte carga simbólica generan una actitud de cuidado y protección por parte de la población que favorece la conservación del capital natural a largo plazo.

- **El Sakura de Alfarate: floración del cerezo como servicio cultural prioritario**

El servicio cultural de mayor relevancia estratégica para el municipio de Alfarate, en el contexto del proyecto SakuraFusion, es la floración primaveral de los cerezos, fenómeno que en los últimos años ha adquirido una proyección turística y cultural extraordinaria. Las plantaciones de cerezo (*Prunus avium* y afines), distribuidas en las 66 hectáreas de cultivo identificadas en el apartado 3.3.1, generan durante un par de semanas distribuidas entre los meses de febrero, marzo y abril (dependiendo de la temperatura y las condiciones climáticas) un paisaje en flor de gran atractivo visual que atrae a visitantes de muchos lugares de Andalucía y del resto de España.

En este contexto se creó el festival Sakura Alfarate. Su primera edición tuvo lugar en 2022 y en 2026 alcanzó su quinta edición, consolidándose como un referente de turismo cultural y de naturaleza en la Axarquía malagueña. Durante este día se produce en el municipio una explosión de colores y alegría debida a la floración de los cerezos y a la decoración especial de las calles, con actividades como pasacalles, exhibiciones de aikido e iaido, talleres de escritura japonesa, microconferencias y visitas culturales, todo ello para conmemorar un hermanamiento simbólico con Japón.

La edición de 2026, celebrada el 19 de abril, recibió una afluencia estimada de entre 15.000 y 20.000 visitantes en un único día, cifra de extraordinaria magnitud para un municipio de

aproximadamente 1.045 habitantes. Esta concentración de visitas en una sola jornada —con un ratio de entre 14 y 19 visitantes por habitante— sitúa al Sakura de Alfarnate en una categoría comparable a la de festivales culturales de referencia nacional en municipios rurales.

Aunque no se dispone de datos de gasto medio por visitante específicos para el evento, aplicando estimaciones conservadoras de turismo rural en Andalucía (25–35 euros por persona en concepto de hostelería, gastronomía y compras locales), el impacto económico directo generado en el municipio en un solo día se situaría entre 375.000 y 700.000 euros. Esta estimación debe interpretarse con cautela en ausencia de datos directos, pero permite dimensionar la relevancia económica del servicio ecosistémico cultural asociado a la floración del cerezo.

En términos de la clasificación CICES, el Sakura de Alfarnate activa simultáneamente tres tipos de servicio cultural: el uso recreativo y turístico de paisajes terrestres (physical and experiential interactions with natural environments), la identidad cultural y sentido de pertenencia vinculados al paisaje agrícola (intellectual and representative interactions), y el valor estético del paisaje en flor (aesthetic values of landscapes). Esta multifuncionalidad, en la que un mismo fenómeno natural genera de forma simultánea beneficios económicos, identitarios y de bienestar, ilustra con precisión el concepto de infraestructura verde multifuncional que orienta el proyecto SakuraFusion y justifica que la floración del cerezo sea considerada el servicio ecosistémico cultural de mayor valor estratégico del municipio.

### 3.4 Diseño de la red ecológica municipal

El diseño de la red de Infraestructura Verde del municipio de Alfarnate se fundamenta en la interconexión funcional de los espacios naturales, seminaturales y urbanos, con el objetivo de mejorar la conectividad ecológica, la provisión de servicios ecosistémicos y la calidad ambiental del entorno urbano y periurbano.

La red propuesta integra de forma jerárquica los distintos componentes territoriales identificados durante el diagnóstico, estructurados en tres niveles:

- **Núcleo ecológico principal:** conformado por los sistemas naturales de montaña y las masas forestales circundantes, especialmente los pinares y encinares de las sierras de Enmedio, Alhama y Jobo-Chamizo. Estos espacios constituyen la base ecológica del municipio, garantizando la regulación hidrológica, la retención de suelos y el mantenimiento de la biodiversidad.
- **Corredores ecológicos y zonas de transición:** formados por el eje fluvial del río Sabar y sus afluentes (arroyos Morales y Palancar), que articulan la conectividad entre los sistemas naturales y el entorno urbano. Su restauración y mantenimiento resultan esenciales para la mejora de la conectividad biológica y la mitigación de riesgos por avenidas o erosión.
- **Infraestructura verde urbana:** compuesta por los 24 espacios verdes identificados en el inventario municipal, entre los que destacan el Parque El Ejido, el Mirador del Santo Cristo y la zona ribereña del río Sabar, así como las nuevas actuaciones planificadas, entre ellas la creación del Jardín Japonés de Alfarnate en el marco del proyecto SakuraFusion.

El diseño de la red ecológica tiene un enfoque **multifuncional**: combina objetivos ambientales (protección del suelo, regulación climática, conectividad ecológica), sociales (salud y bienestar

ciudadano, educación ambiental) y económicos (fomento del turismo sostenible, valorización del paisaje agrícola)

El esquema funcional de la red se apoya en los siguientes principios de planificación:

1. **Conectividad:** establecer una red continua de espacios verdes que enlace los hábitats naturales y urbanos, garantizando la movilidad de especies y los flujos ecológicos.
2. **Naturalización progresiva:** priorizar el uso de especies autóctonas y la restauración ecológica de espacios degradados.
3. Equidad territorial: asegurar el acceso equitativo de la población a zonas verdes de calidad.
4. **Resiliencia climática:** incrementar la capacidad de adaptación del municipio frente a fenómenos climáticos extremos mediante vegetación adecuada, sistemas de drenaje sostenible y aumento de superficies permeables.
5. **Integración con la planificación municipal:** compatibilizar las actuaciones con el planeamiento urbanístico vigente, la Estrategia Andaluza de Infraestructura Verde y los objetivos del Plan Andaluz de Acción por el Clima (PAAC).

### 3.5 Integración de elementos culturales y paisajísticos

La Infraestructura Verde de Alfarnate no se concibe únicamente como una red ecológica, sino también como una red cultural y social que refuerza la identidad local y el sentido de pertenencia.

En este sentido, la propuesta incorpora elementos paisajísticos y culturales que actúan como vectores de identidad territorial:

1. El cerezo como especie estratégica:
  - Representa un símbolo de identidad agraria y cultural del municipio.
  - Aporta valor económico por su producción frutal y su atractivo turístico durante la floración.
  - Genera servicios ecosistémicos de provisión, regulación (polinización, control de la erosión) y culturales (paisaje, identidad y turismo).

Se fomentará la plantación de alineaciones de cerezos en espacios públicos, parques y paseos, conectando el entorno urbano con las zonas agrícolas productivas, especialmente en el eje del río Sabar y los accesos al municipio, como puedes ser el mirador de la gran senda de Málaga.

2. Proyecto SakuraFusion – Jardín Japonés de Alfarnate:
  - Este espacio emblemático, previsto sobre una parcela actualmente ocupada por olivares y almendros, constituirá un elemento vertebrador de la infraestructura verde municipal.
  - Su diseño se basará en los principios de los jardines japoneses tradicionales —armonía, sostenibilidad y contemplación—, integrando especies autóctonas con especies ornamentales compatibles (cerezos, arces, bambúes, magnolios, etc.).
  - El jardín actuará como espacio demostrativo de soluciones basadas en la naturaleza, centro de educación ambiental, promoción del turismo sostenible y punto de conexión simbólica entre la cultura local y la japonesa.

3. Elementos históricos y religiosos: la Ermita del Santo Cristo, la de Monsalud y el entorno de la “Embajada” se incorporan como hitos culturales dentro de la red verde, favoreciendo la conexión entre patrimonio, paisaje y ciudadanía.

De este modo, la infraestructura verde se concibe como un sistema ecológico y cultural integrado, donde naturaleza, historia y cultura se articulan en un modelo territorial sostenible y con identidad propia.

### 3.6 Beneficios esperados

La implementación de la red de Infraestructura Verde de Alfarnate generará múltiples beneficios, estructurados según las principales categorías de servicios ecosistémicos:

- **Ambientales:**
  - Incremento del secuestro de carbono y mejora de la calidad del aire.
  - Reducción de la escorrentía superficial y aumento de la infiltración natural.
  - Aumento de la biodiversidad urbana y periurbana mediante la creación de hábitats conectados.
  - Atenuación de las temperaturas urbanas y mitigación del efecto de isla de calor.
- **Sociales y culturales:**
  - Mejora de la calidad de vida y bienestar de la población.
  - Incremento de los espacios para el ocio, la recreación y la actividad física.
  - Refuerzo de la identidad local mediante la valorización del paisaje agrícola del cerezo.
  - Fomento de la educación ambiental y la sensibilización ciudadana.
- **Económicos:**
  - Diversificación del modelo turístico mediante el turismo de naturaleza y cultural.
  - Aumento del valor inmobiliario y atractivo urbano.
  - Creación de empleo local en jardinería, mantenimiento y actividades asociadas a la gestión verde.

En conjunto, la infraestructura verde actuará como instrumento estratégico para el desarrollo sostenible del municipio, contribuyendo de manera directa al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 11, 13 y 15).

## 4 Plan de acción para el desarrollo de la infraestructura verde

### 4.1 Propuestas de intervenciones directas:

El presente Plan de Acción define las actuaciones prioritarias a desarrollar en el corto, medio y largo plazo para la consolidación y mantenimiento de la red de Infraestructura Verde del municipio de Alfarnate. Estas actuaciones se alinean con los objetivos estratégicos definidos en los apartados anteriores, buscando la mejora de la conectividad ecológica, el incremento de la biodiversidad, la puesta en valor del paisaje cultural y la integración de la ciudadanía en la gestión del entorno.

#### **Actuación 1: Creación permanente de un sistema de mantenimiento de las infraestructuras verdes.**

Se hace **imprescindible, prioritario y necesario** la creación de un sistema de mantenimiento y vigilancia, permanente y duradero, de las infraestructuras verdes de Alfarnate. Se trata de garantizar que las actuales infraestructuras verdes (unos 60.000 m<sup>2</sup>), así como las futuras



infraestructuras que se puedan crear en la localidad (unos 77.000 m<sup>2</sup>), mantengan su aspecto paisajístico, ornamental, patrimonial, cultural y beneficioso para los vecinos y ciudadanos que visiten la localidad.

El Ayuntamiento de Alfarnate debe estar dispuesto a crear una partida presupuestaria firme y duradera para el mantenimiento de las infraestructuras verdes actuales y venideras.

Se puede crear un equipo de jardinería propio y permanente, capaz de crear y programar un calendario de actuaciones a lo largo del año, encargado de la conservación y mejora continua de las infraestructuras verdes, arbolado urbano y espacios públicos.

Este equipo debe ser multidisciplinar, con conocimientos no solo de jardinería básica, sino también de jardinería especializada en técnicas de jardinería japonesa, así como en el conocimiento de la filosofía japonesa que hace posible la idiosincrasia de los jardines japoneses. Se encargará del mantenimiento ordinario, la reposición de especies, la conservación de mobiliario urbano verde y el apoyo en las labores de plantación o restauración derivadas del presente Plan. Su incorporación permitirá optimizar recursos, mejorar la eficiencia del mantenimiento y garantizar la continuidad de las actuaciones previstas, evitando la dependencia exclusiva de contratos externos.

Se puede crear un área o departamento, gestionado por el equipo de gobierno del ayuntamiento, para llevar a cabo contrataciones de empresas de jardinería especializadas, capaces de llevar a cabo las directrices que el área o departamento estime oportunas en la conservación y mantenimiento de las infraestructuras verdes locales.

Ante los inminentes proyectos de Renaturalización urbana y la ejecución del Jardín japonés, se hace **imprescindible**, por parte del ayuntamiento tener en consideración este primer punto de este plan de actuación.

### **Actuación 2: Reforestación urbana y periurbana.**

El municipio de Alfarnate presenta amplias áreas con potencial de renaturalización, tanto dentro del núcleo urbano como en su entorno inmediato. La reforestación urbana y periurbana se concibe como una actuación estructural destinada a incrementar la cobertura vegetal, mitigar el efecto de isla de calor, mejorar la calidad del aire y fortalecer la conectividad entre los espacios naturales y urbanos.

Estas intervenciones serán desarrolladas con mayor detalle en el Plan de Renaturalización Urbana actualmente en redacción, y se centrarán en:

- La plantación de especies autóctonas adaptadas a las condiciones climáticas locales.
- La creación de alineaciones vegetales en vías urbanas y caminos rurales.
- La recuperación de márgenes, solares en desuso y zonas de borde urbano.

### **Actuación 3: Conector ecológico del arroyo del Palancar:**

Esta propuesta parte del estudio elaborado por la diputación de Málaga titulado: “ESTUDIO PARA LA TERRITORIZACIÓN DE LÍNEAS BASE PARA LA IMPLANTACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS VERDES EN LA PROVINCIA DE MÁLAGA, Comarca de la Axarquía”.



En este estudio la diputación presenta un análisis de la infraestructura verde presente y de posibles zonas potenciales de instauración de esta en la comarca de la Axarquía al cual pertenece el municipio de Alfarnate.

Entre las propuestas que ofrece nos presenta la creación de un conector ecológico que anexe el arroyo Palancar que atraviesa el casco urbano de Alfarnate, las vías pecuarias presentes en la zona y los distintos caminos públicos.

En Alfarnate, al igual que en muchos otros municipios, la estrechez de las calles complica la colocación de vegetación, ya que podría obstaculizar el tránsito. Por esta razón, la creación de la infraestructura verde se ha basado en elementos de dominio público como el arroyo del Palancar, la vereda de Zafarraya, la vereda de Archidona y la vereda de Alfarnatejo. Estos elementos podrían funcionar como corredores ecológicos. Sin embargo, las vías pecuarias no tienen deslindes definidos y se observa que están ocupadas por viviendas. A pesar de la fuerte antropización del arroyo, su cauce está dominado por vegetación de ribera autóctona, lo que requeriría una mínima intervención humana, centrada principalmente en los muros de cemento.

Dentro del pueblo, existen plazas, parques e infraestructuras de uso público donde se podría instalar vegetación a diferentes niveles. En las afueras, hay numerosos caminos rurales que conectan con las parcelas agrícolas circundantes y con otras parcelas de vegetación natural. En estas áreas, se encuentran numerosas especies autóctonas cuyo desplazamiento podría incluir el paso por el núcleo urbano utilizando estos caminos. Por tanto, la delimitación de su tránsito mediante distintos elementos naturales redirigiría a la fauna al arroyo, evitando así afectar a la población. De esta manera, se evitaría perjudicar tanto a la fauna como a los habitantes del municipio.

Para cumplir los objetivos planteados el estudio presenta una serie de propuestas:

- Deslinde de la vía pecuaria. Para poder hacer un uso adecuado de estas vías, es necesario conocer bien su trazado. Dado que se encuentra ocupado por viviendas, se tendría que realizar un deslinde para poder realizar la trashumancia, actividades físicas y permitir el tránsito de especies. Por ello, una vez delimitada, se recomienda la instalación de vegetación natural para el favorecimiento de su uso como corredor ecológico.
- Colocación de paredes vegetales en el arroyo. Se propone la colocación de vegetación natural en el muro que encauza el arroyo, creando una vía atractiva para el paso de fauna por el pueblo sin afectar a las viviendas cercanas.
- Acondicionamiento de los caminos de uso público. Existen numerosos caminos que desembocan en el núcleo urbano. Estos caminos son idóneos para la realización de distintas actividades al aire libre y funcionan como pasillos ecológicos para las distintas especies que habitan en la zona. En la medida de lo posible, se recomienda la plantación de vegetación en los arcenes para redirigir a las especies con el fin de alejarlos de otras vías.
- Creación de recolectores de lluvia. Dada la baja precipitación y la configuración de las calles, se propone redirigir el agua de lluvia para almacenarla y utilizarla en los jardines existentes.

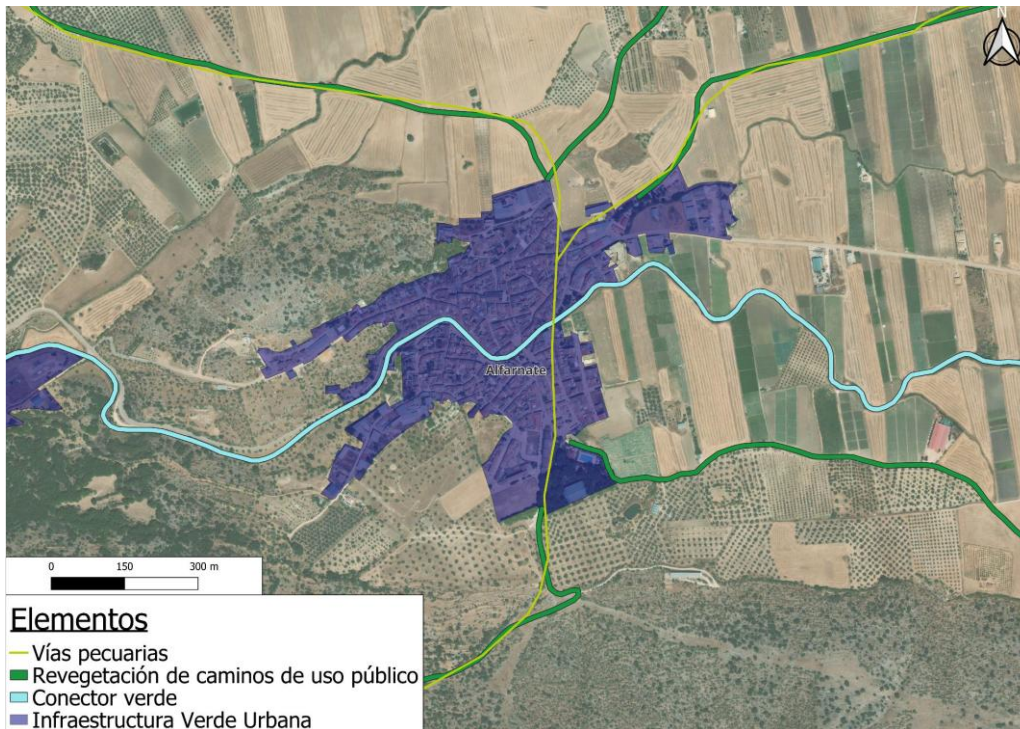


Ilustración 8: Propuesta municipal de actuaciones dentro de la comarca de Axarquía. Fuente: diputación de Málaga

#### Actuación 4: Creación de jardines culturales inspirados en Japón.

En el marco del proyecto SakuraFusion, se prevé la creación de pequeños jardines de inspiración japonesa, denominados Rincones Zen, en diversos espacios urbanos degradados o actualmente infrautilizados.

Estas intervenciones tendrán un doble objetivo: rehabilitar zonas en mal estado y dotar al municipio de nuevos espacios de contemplación, descanso y valor estético, integrando elementos propios del diseño japonés (rocas, grava, vegetación estructurada, agua, madera y mobiliario natural).

Se priorizarán aquellos emplazamientos donde la mejora ambiental coincida con una necesidad paisajística o social, generando microespacios verdes que refuercen la identidad del municipio y promuevan la interacción ciudadana con la naturaleza.

#### Actuación 5: Creación del jardín japonés.

El Jardín Japonés de Alfarnate constituye una de las actuaciones más relevantes del proyecto SakuraFusion. Se localizará sobre una superficie actualmente ocupada por olivares y almendros. Esta actuación supondrá duplicar el número de metros cuadrados de infraestructura verde de la localidad.

La intervención supondrá una profunda transformación ecológica y paisajística, incorporando diversidad de especies vegetales, láminas de agua y zonas de transición que favorecerán la aparición de fauna asociada (aves, insectos, anfibios).



Además de su valor ambiental, el jardín se concibe como un recurso turístico y educativo, orientado a la divulgación de los valores de la naturaleza, el arte paisajístico y la sostenibilidad.

#### **Actuación 6: Propuestas en las zonas de cultivo para mejorar la polinización de los cultivos.**

La agricultura ecológica y orgánica tiene como objetivo producir alimentos sin emplear pesticidas y fertilizantes sintéticos, manteniendo la fertilidad del suelo y conservando la biodiversidad dentro de las explotaciones agrícolas, todo ello para minimizar los efectos ambientales negativos asociados a la producción agrícola. De acuerdo con esta definición, la agricultura ecológica contrarresta dos importantes amenazas asociadas al declive de los polinizadores: los pesticidas y la pérdida de hábitat. La toxicidad de los pesticidas afecta de forma notoria a los insectos polinizadores, a pesar de no ser organismos. Los herbicidas tienen, además, un efecto perjudicial indirecto para los polinizadores, al limitar la presencia de flores y, por tanto, de recursos tróficos.

Por tanto, se propone fomentar en el municipio la práctica de la agricultura ecológica para paliar en gran medida el problema de los polinizadores, además, de todos los beneficios restantes que este tipo de prácticas aportan.

Además de esta medida existen otras prácticas que pueden fomentar la mejora de las poblaciones de polinizadores:

- Introducción en los cultivos de estructuras colonizables por los polinizadores, **nidales**.
- Fomento de los **recursos florales** dentro de los propios cultivos. Muchos cultivos perennes como los árboles frutales, permiten el establecimiento de una cubierta vegetal, espontánea y permanente. Esta cubierta puede albergar una comunidad de flores abundante y diversa que sirva como recurso alimenticio para los polinizadores durante un periodo de tiempo amplio.
- Los **setos** que rodean los campos de cultivo son parte del paisaje agrícola en muchas partes del mundo. Con propósitos primarios de ser frontera entre parcelas o cortavientos, es reconocido su papel ecológico adicional como hábitat, refugio o corredor para flora y fauna. En concreto, las floraciones de los setos multiespecíficos proveen de recursos florales a abejas, abejorros o sírfidos de manera continuada desde primavera a otoño. El manejo adecuado de los setos es importante para asegurar la disponibilidad de los recursos de los polinizadores: por ejemplo, reducir la frecuencia de poda de uno a cada tres años puede duplicar la disponibilidad de flores. Las bandas florales sembradas en los márgenes de las fincas, tienen como objetivos fomentar la biodiversidad de polinizadores (al servir de alternativa a la escasez de flores en el cultivo o en la cubierta espontánea), y ofrecer otros servicios ecosistémicos, como el control biológico.

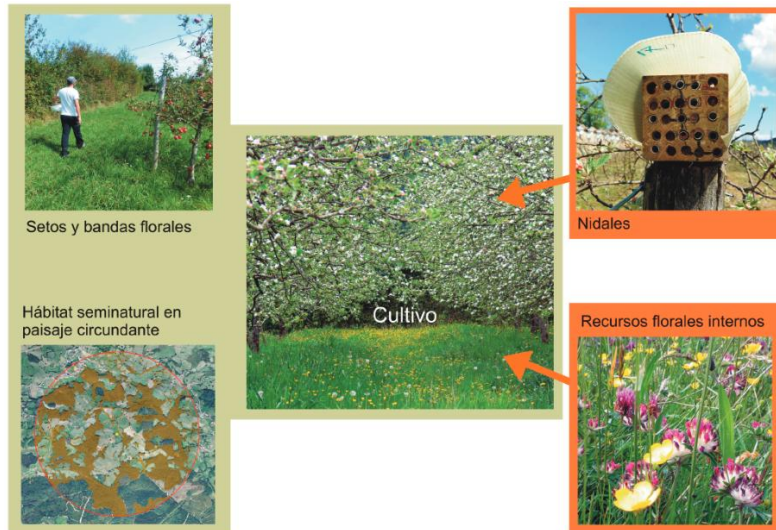


Ilustración 9: Esquema de los aspectos más relevantes para la polinización del cultivo, concretamente de una plantación de manzanos. Fuente: (Prado, García, & Sastre, 2018)

### Actuación 7: Medidas para reducir la erosión del suelo

Esta actuación se centra en las zonas agrícolas, especialmente olivares tradicionales, donde las prácticas de laboreo intensivo han eliminado la cubierta vegetal, generando problemas de erosión.

Se promoverán técnicas de agricultura de conservación, como el mantenimiento de cubiertas herbáceas, la siembra de especies fijadoras, la creación de pequeñas terrazas y el uso de barreras vegetales.

Estas prácticas contribuirán a reducir la pérdida de suelo, mejorar la infiltración de agua y aumentar la resiliencia de los sistemas agrícolas frente a la sequía.

### Actuación 8: Mejora del estado del arbolado urbano.

El diagnóstico del municipio ha detectado un estado deficiente en parte del arbolado urbano, especialmente en los pinos (*Pinus halepensis*) del Parque El Ejido y el Mirador del Santo Cristo. El inventario de flora urbana contabiliza 223 árboles en estado regular, 2 en mal estado y 2 en estado crítico.

Se han registrado caídas de ramas y ejemplares, lo que representa un riesgo para la seguridad ciudadana y una merma en los servicios ecosistémicos que prestan estos árboles.

Por ello, se considera una acción prioritaria realizar un estudio pormenorizado de evaluación del arbolado urbano, que incluya diagnóstico fitosanitario, plan de podas, sustituciones y plantaciones compensatorias.

En caso de que los tratamientos de mejora no sean viables, los ejemplares serán sustituidos por especies que aporten beneficios similares y mayor seguridad estructural.

Esta actuación garantizará la seguridad ciudadana, el valor paisajístico y la continuidad funcional de la infraestructura verde urbana.

## 4.2 Comunicación y formación:

- **Talleres para ciudadanía y sectores productivos.** orientados a la educación ambiental sobre infraestructura verde y servicios ecosistémicos.
- **Material educativo y difusión digital:** edición de folletos informativos y publicación de contenidos en la futura web del proyecto.
- **Cartelería interpretativa:** instalación de paneles informativos en rutas de senderismo, con datos sobre vegetación, fauna y ecosistemas locales.  
Exposición fotográfica itinerante del inventario de flora urbana de Alfarnate, dirigida a la ciudadanía, como herramienta de sensibilización y difusión del patrimonio vegetal local.
- **Voluntariado ambiental:** organización de jornadas participativas de plantación de cerezos, limpieza del cauce del río y mantenimiento de zonas verdes.
- **Formación al sector primario:** promoción de prácticas agroecológicas mediante ejemplos reales de cultivos ecológicos rentables, fomentando la transición productiva sostenible.

## 5 Plan de gestión

### 5.1 Presupuesto del ayuntamiento en gestión de la infraestructura verde urbana

El Ayuntamiento de Alfarnate no dispone actualmente de un área o departamento para esta cuestión, tampoco de una plantilla fija o equipo de jardineros encargados del mantenimiento y conservación de las zonas verdes del municipio. Estas labores se llevan a cabo mediante la contratación de una empresa externa, responsable de las tareas de jardinería, poda, limpieza y cuidado del arbolado urbano o bien mediante el personal no especializado en jardinería del que dispone el ayuntamiento.

Durante el año 2024, el presupuesto municipal destinado a la contratación de dicha empresa asciende a 10.459,35 euros, cantidad que representa una parte significativa del presupuesto total asignado al mantenimiento urbano. Este modelo de gestión, basado en la externalización de servicios, ha permitido cubrir las necesidades básicas de conservación, aunque limita la continuidad en las labores de formación, seguimiento y planificación ecológica a largo plazo.

En el marco del proyecto SakuraFusion, se contempla la contratación temporal de tres trabajadores especializados en jardinería: un oficial de jardinería durante un periodo de ocho meses y dos peones de jardinería durante tres meses. El objetivo principal de esta actuación es formar personal local capacitado para asumir de forma progresiva las tareas de mantenimiento, restauración y gestión de las zonas verdes existentes, así como del futuro jardín japonés que se proyecta en el municipio.

Esta iniciativa, financiada mediante la subvención del proyecto SakuraFusion, busca no solo mejorar la calidad paisajística y ambiental del entorno urbano, sino también fomentar la conciencia institucional sobre el valor estratégico de los espacios verdes. La creación de un área o departamento de infraestructuras verdes, o quizás un equipo local formado en jardinería sostenible, permitirá optimizar los recursos municipales, reducir los costes derivados de la externalización y garantizar un mantenimiento continuo, adaptado a las condiciones ecológicas, paisajísticas, ornamentales y culturales de la localidad.

### 5.2 Gestión municipal de la infraestructura verde

El desarrollo de una estrategia de infraestructura verde municipal debe pasar por un análisis integral del ayuntamiento y un diálogo abierto con todos los servicios municipales, de forma que



no haya departamentos herméticos que no participen u opinen en esta propuesta. Se trata, por tanto, de involucrar a los diferentes servicios en el diseño y gestión de la red, ya que no funcionaría correctamente si no existiese esa relación directa y ese diálogo.

Lo ideal sería integrar la infraestructura verde en la organización municipal de dos formas diferentes:

- Mediante la creación de **área de infraestructura verde** que integrase otros departamentos municipales más tradicionales o habituales como medioambiente urbanismo, cambio climático, movilidad, infraestructuras y obras
- Mediante la creación de la **concejalía de infraestructura verde**, y otorgarle competencias específicas muchos más amplias que incluyan como mínimo las propias de medioambiente, parques y jardines y cambio climático. Esta concejalía debería estar en el mismo nivel que la de urbanismo y debería existir una relación directa y un diálogo abierto y ágil para que las actuaciones estuviesen coordinadas perfectamente. Sería conveniente diseñar un sistema de comunicación, información, permisos, etc. entre las concejalías para que todos los procesos, obras y actuaciones convergiesen en esa nueva forma de entender el territorio.

Sin embargo, estos modelos responden a estructuras propias de municipios de mayor dimensión administrativa.

La realidad de Alfarnate, como pueblo de menos de 5.000 habitantes es que entre sus servicios mínimos obligatorios no figuran el medio ambiente urbano. Además de que tienen como únicos órganos necesarios: el Alcalde, Tenientes de Alcalde y Pleno. Estos dos factores suponen que la organización municipal y la interrelación entre posibles áreas resulte de menor importancia porque, con independencia de que algunos de estos municipios puedan tener un área de gobierno sobre medio ambiente o sobre urbanismo, o sobre ambas cuestiones, su operatividad estará gravemente limitada por la falta de medios económicos y, en consecuencia, técnicos.

Ante estas limitaciones estructurales, la cooperación interadministrativa se convierte en un elemento clave.

Las Diputaciones desempeñan un papel fundamental en la asistencia a municipios pequeños, tanto en materia urbanística como ambiental. Es bastante común que las Diputaciones, en ejercicio de sus funciones, les presten asistencia en nuevos proyectos vinculados a espacios verdes como en labores de conservación y mantenimiento de este tipo de espacios. De hecho, la elaboración y seguimiento del plan de infraestructura verde debe ser respaldado y apoyado por las Diputaciones e incluso Comarcas u otras agrupaciones supramunicipales.

Además del apoyo de los órganos provinciales o autonómicos, estos municipios tienen la posibilidad de constituir una mancomunidad de municipios cuyo fin estatutario sea la implementación de la infraestructura verde a través de la creación de una estrategia común, reflejada en la oportuna planificación urbanística. Asimismo, el hecho de pertenecer a una comarca incrementa considerablemente sus posibilidades de actuación en cuestiones de planificación y gestión.

En consecuencia, en municipios de pequeña escala como Alfarnate no resulta tan determinante la creación de estructuras administrativas complejas, sino la adecuada articulación de mecanismos de cooperación interadministrativa.

La clave reside en:



- Integrar la infraestructura verde como criterio transversal en la toma de decisiones.
- Aprovechar los mecanismos de asistencia técnica provincial.
- Establecer alianzas supramunicipales.
- Incorporar la planificación ambiental en los instrumentos urbanísticos.

La cooperación se convierte así en la herramienta esencial para garantizar la prestación eficaz de servicios que, de otro modo, resultarían difícilmente asumibles por la entidad local.

Actuaciones viables a escala local

No obstante, las limitaciones estructurales propias de un municipio pequeño no impiden avanzar progresivamente en la consolidación de una estrategia de infraestructura verde.

Existen medidas realistas y asumibles que pueden implementarse de forma gradual:

**Profesionalización del mantenimiento** mediante la contratación o formación específica de personal de jardinería con conocimientos en infraestructura verde y la introducción de criterios técnicos en poda, selección de especies y gestión del arbolado.

**Planificación básica** mediante la redacción de un documento estratégico simplificado (Plan Local de Infraestructura Verde), identificación de zonas prioritarias de mejora y la definición de criterios de adaptación climática (especies resistentes, sombra, reducción de consumo hídrico).

**Mejora progresiva de la calidad ecológica** mediante la sustitución gradual de especies poco adaptadas, la introducción de criterios de xerojardinería y la creación de pequeños corredores verdes o mejoras paisajísticas.

**Captación activa de subvenciones**, presentando proyectos a convocatorias provinciales y autonómicas, integrando la infraestructura verde en proyectos turísticos, culturales o de salud etc.

## 6 Evaluación y seguimiento

### 6.1 Introducción y vinculación con los objetivos de la memoria

La evaluación y el seguimiento constituyen una fase esencial para garantizar la correcta implementación de la estrategia de infraestructura verde y la mejora continua de los servicios ecosistémicos en el municipio de Alfarnate. Esta sección da respuesta directa al **Objetivo Específico 5 (OE5)** de la presente memoria y cierra el ciclo de planificación al vincular cada indicador propuesto con los objetivos específicos definidos en el apartado 1.3.

La siguiente tabla recoge dicha correspondencia, estableciendo para cada objetivo su indicador asociado y la periodicidad de medición recomendada. Los valores de referencia de cada indicador se fijarán en el momento de aprobación formal del documento, tomando como punto de partida los datos disponibles del inventario y la evaluación de servicios ecosistémicos realizados en esta memoria.

Objetivo específico	Indicador de seguimiento	Periodicidad
OE1 — Inventario de espacios verdes y arbolado	Nº de zonas verdes inventariadas / Nº de árboles censados	Cada 4 años



Objetivo específico	Indicador de seguimiento	Periodicidad
OE1 — Inventario de cerezos	Nº de ejemplares de <i>Prunus avium</i> y afines inventariados	Cada 4 años
OE2 — SE de abastecimiento	Valor económico estimado de la producción agrícola principal (€/año)	Anual
OE2 — SE de regulación	Toneladas de CO <sub>2</sub> absorbido / Valor de contaminación eliminada (€/año)	Cada 4 años
OE2 — SE culturales	Valoración media del bienestar asociado a espacios verdes (encuesta ciudadana, escala 1–10)	Cada 4 años
OE3 — Infraestructura verde	Superficie total de zonas verdes (ha) / Superficie de nuevas zonas creadas (ha)	Anual
OE4 — Plan de acción	% de actuaciones ejecutadas sobre las planificadas	Anual
OE4 — Comunicación y formación	Nº de actividades realizadas / Nº de participantes	Anual
OE5 — Seguimiento	Nº de indicadores con datos actualizados en el período de revisión	Anual

## 6.2 Metodología de seguimiento

El sistema de seguimiento se basará en un enfoque realista, adaptado a la capacidad técnica y económica del Ayuntamiento de Alfarnate, combinando controles periódicos sencillos con evaluaciones más completas en intervalos de tiempo mayores. La evaluación no debe entenderse como una fase final, sino como un proceso continuo que retroalimenta la gestión y permite avanzar hacia un modelo de infraestructura verde más eficiente, resiliente y adaptado a las necesidades del municipio.

Se propone una metodología escalonada en tres niveles:

### Nivel 1 — Seguimiento anual simplificado

Se realizará un control anual basado en indicadores de fácil obtención, utilizando datos disponibles en el propio ayuntamiento y observación directa. Este seguimiento incluirá el registro de nuevas plantaciones y árboles muertos, el estado general de las zonas verdes mediante inspección visual, las actuaciones de mantenimiento realizadas, y una estimación básica del uso de los espacios verdes a partir de registros municipales o conteos directos. Al término de cada año se elaborará un informe sintético que recoja las actuaciones ejecutadas, los indicadores básicos actualizados, las incidencias detectadas y las recomendaciones de mejora para el año siguiente. Este nivel de seguimiento no requiere instrumentación específica ni personal especializado, lo que garantiza su viabilidad para un municipio de las dimensiones de Alfarnate.



### **Nivel 2 — Revisión intermedia (cada 2–3 años)**

Se llevará a cabo una evaluación más detallada de determinados aspectos clave, como la evolución de la cobertura vegetal, el estado fitosanitario del arbolado de mayor relevancia y los cambios en la conectividad de los elementos de infraestructura verde. Esta revisión podrá apoyarse en trabajo de campo puntual y herramientas SIG básicas, y permitirá detectar tendencias que no serían visibles en el seguimiento anual. Su resultado se traducirá en un informe de revisión intermedia que, en su caso, recomendará ajustes en las actuaciones del plan de acción.

### **Nivel 3 — Evaluación completa (cada 4–5 años)**

Se realizará una actualización exhaustiva del diagnóstico inicial que incluirá un inventario completo simplificado del arbolado y las zonas verdes, la aplicación de herramientas como i-Tree ECO para la valoración económica actualizada de los servicios ecosistémicos, y una evaluación global siguiendo la misma metodología que la evaluación inicial de esta memoria. Esta evaluación completa permitirá comparar de forma rigurosa la situación en cada momento con los valores de línea base establecidos en la tabla del apartado 7.1, valorando el grado de cumplimiento de cada objetivo específico. Se recomienda que coincida con revisiones de planificación municipal o con la solicitud de subvenciones, optimizando así los recursos disponibles. Para las evaluaciones más complejas, como las de i-Tree ECO, se podrá recurrir a la colaboración con universidades, diputaciones o programas de financiación externos, evitando sobrecargar la estructura técnica municipal.

## **6.3 Sistema de indicadores**

Los indicadores constituyen la herramienta principal para evaluar el grado de implementación de la infraestructura verde y la evolución de los servicios ecosistémicos. Se deberán usar preferentemente aquellos relacionados con los elementos que forman parte de la infraestructura verde urbana y periurbana, priorizando los de mayor facilidad de obtención para un ayuntamiento de pequeño tamaño y con recursos económicos y humanos limitados como es el caso de Alfarnate.

El sistema de indicadores se organiza en cinco categorías, coherentes con los objetivos específicos de la memoria:

#### **Indicadores ecológicos** *(vinculados principalmente a OE1 y OE2)*

Superficie total de zonas verdes en hectáreas y su evolución respecto a la línea base de 6,10 ha; superficie conectada de infraestructura verde incluyendo corredores ecológicos propuestos; número de especies vegetales presentes como medida de biodiversidad; incremento neto del número de árboles plantados; estado fitosanitario del arbolado urbano por categorías (bueno, regular, malo, crítico); cobertura arbórea en porcentaje y área foliar total; y captura y almacenamiento de carbono estimado mediante i-Tree ECO.

#### **Indicadores de regulación ambiental** *(vinculados a OE2)*

Reducción estimada de escorrentías en metros cúbicos por año; mejora de la calidad del aire en términos de contaminantes eliminados; reducción de temperatura en zonas urbanas como indicador del efecto isla de calor; y control de la erosión en zonas agrícolas donde se hayan ejecutado actuaciones de mejora.

### **Indicadores sociales y culturales** (vinculados a OE2 y OE4)

Número de actividades de educación ambiental realizadas y número de participantes; nivel de participación ciudadana en programas y voluntariado; frecuencia estimada de uso de los espacios verdes; percepción ciudadana sobre la calidad ambiental del municipio medida mediante encuesta periódica con metodología homogénea a la empleada en la evaluación inicial; e incremento del valor cultural asociado a espacios singulares como el futuro jardín japonés, medido a través de indicadores de visitas o reconocimiento patrimonial.

### **Indicadores económicos** (vinculados a OE2 y OE4)

Valor monetario actualizado de los servicios ecosistémicos según i-Tree ECO; evolución del turismo de naturaleza medida mediante indicadores de pernотaciones o visitas relacionadas con el entorno natural; número de nuevos negocios o líneas de negocio vinculados a la biodiversidad local, como el agroturismo del cerezo; y relación entre el coste de mantenimiento de los espacios verdes y los beneficios ecosistémicos generados.

### **Indicadores de gobernanza y gestión** (vinculados a OE4 y OE5)

Porcentaje de actuaciones ejecutadas sobre el total planificado en el plan de acción; volumen de financiación externa captada mediante subvenciones u otros instrumentos; y nivel de coordinación institucional medido a través del número de proyectos o convenios activos con otras administraciones, universidades u organismos.

## 6.4 Revisión quinquenal y actualización de la estrategia

Además del seguimiento anual y las revisiones intermedias descritas, se recomienda llevar a cabo una **revisión quinquenal completa** que evalúe de forma integrada el grado de cumplimiento de todos los objetivos específicos de la memoria y actualice tanto el inventario de espacios verdes como la evaluación de servicios ecosistémicos, permitiendo comparar la evolución del municipio respecto a los datos de partida de 2023–2024.

Esta revisión quinquenal deberá producir un documento de balance que recoja, para cada objetivo específico, el grado de cumplimiento alcanzado, las causas de las desviaciones detectadas en caso de haberlas, y las propuestas de actualización de la estrategia para el siguiente período. Dicho documento podrá servir, a su vez, como base justificativa para futuras solicitudes de financiación o para la revisión del planeamiento urbanístico municipal.

El análisis conjunto de todos los indicadores permitirá evaluar de forma integrada el impacto de la infraestructura verde sobre el territorio, identificando tanto los avances conseguidos como los posibles déficits en su implementación, y facilitando la priorización de las actuaciones futuras con criterios basados en la evidencia.

## 7 Anexos

Glosario:

**Adaptación al cambio climático:** Proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En los sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y a sus efectos.



**Capital natural:** Es la extensión de la noción económica del capital a los bienes y servicios ambientales. El capital natural es el conjunto de valores de los ecosistemas naturales que produce un flujo de bienes y servicios de los ecosistemas en el futuro.

**Conectividad ecológica:** configuración de los paisajes y cómo ésta afecta al desplazamiento y dispersión de las especies.

**Conectividad:** El concepto de conectividad se refiere a la configuración de los paisajes y cómo éste afecta al desplazamiento y dispersión de las especies. Se desglosa en dos componentes: la conectividad estructural y la funcional. La conectividad estructural, que se equipara con la continuidad del hábitat, se mide mediante el análisis de la estructura del paisaje, sin considerar los requerimientos de los organismos. La conectividad funcional sus hábitats característicos.

**Corredores ecológicos.** Sectores del territorio que se consideran de especial interés para dar soporte al desplazamiento e intercambio genético de las poblaciones de fauna y flora silvestres.

**Dispersión.** Capacidad que tiene una población de colonizar nuevos hábitats mediante el desplazamiento de sus individuos. Los individuos que se dispersan lo hacen como propágulos, que pueden ser de naturaleza muy variada (adultos, juveniles, frutos, semillas y quistes u otras formas de resistencia, entre otros).

**Efecto borde.** Conjunto de procesos asociados al incremento de la relación perímetro/área que se produce con el avance de la fragmentación del hábitat. Afecta gravemente a la calidad del hábitat y provoca una pérdida de especies.

**Espacio Natural Protegido.** Territorio con una figura legal de protección dirigida a la conservación de sus valores naturales, entre otros.

**Fragmentación de hábitats.** Consecuencia de la segmentación de grandes extensiones de territorio en áreas más pequeñas aisladas entre sí. Se trata de un proceso dinámico en el cual el tamaño y el grado de aislamiento del hábitat afectado influyen en los procesos ecológicos y en el flujo biológico.

**Hábitat de una especie.** Medio definido por factores abióticos y bióticos específicos donde vive la especie en una de sus fases de su ciclo biológico.

**Hábitat natural.** Zona terrestre o acuática diferenciada por sus características geográficas, abióticas y bióticas, tanto si son enteramente naturales como seminaturales.

**Indicador:** variable o relación entre variables (índices) cuya medición ofrece información sobre la evolución del sistema en que está inmersa, y son sensibles a cambios y tendencias de origen natural o humano.

Indicadores de eficacia: miden los resultados obtenidos con la aplicación de acciones derivadas de las directrices de la Estrategia estatal IVCRE y que estarán basados en el análisis de parámetros, en la medida de lo posible sobre cartografías, de cada una de las ramas principales de la Estrategia estatal IVCRE (infraestructura verde, conectividad y restauración ecológica).

**Indicadores de ejecución:** informan sobre la realización de acciones y el cumplimiento de obligaciones recogidas en la Estrategia estatal de IVCRE.

**Infraestructura verde.** Red de zonas naturales y seminaturales y de otros elementos ambientales, planificada de forma estratégica, diseñada y gestionada para la prestación de una extensa gama de servicios ecosistémicos. Incorpora espacios verdes (o azules en el caso de los



ecosistemas acuáticos) y otros elementos físicos de espacios terrestres (incluidas las zonas costeras) y marinos. En los espacios terrestres, la infraestructura verde está presente en los entornos rurales y urbanos.

**Instrumentos de planificación territorial.** Directrices, planes, bases y estrategias aprobados para la planificación territorial: PORN, PRUG, PORF, Ordenación de Montes, Planes Restauración Hidrológico-Forestal, etc., que pueden tener diferentes rangos territoriales (regional de ordenación del territorio, subregional de ordenación del territorio, regional sectorial o subregional sectorial).

La primera se emplea más en el contexto de la ecología del paisaje y la segunda en la dinámica de metapoblaciones.

**Lugares de Importancia Comunitaria (LIC).** Categoría/Figura de área protegida catalogada por los estados miembros de la Unión Europea por su potencial contribución a restaurar el hábitat natural, incluyendo los ecosistemas y la biodiversidad de la fauna y flora silvestres. Emanan de la Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora. Estos lugares, seleccionados por los diferentes estados miembros sobre la base de estudios científicos, pasarán a

**Metapoblación:** una población que está dividida en subpoblaciones, entre las que los individuos pueden emigrar o inmigrar.

**Mitigación del cambio climático.** Intervención humana encaminada a reducir las fuentes o potenciar los sumideros de gases de efecto invernadero.

**Multifuncionalidad:** capacidad para desempeñar múltiples funciones ambientales (ej. conservación de la biodiversidad o adaptación al cambio climático), sociales (ej. espacios de recreo, fijación de población en el territorio o protección del paisaje identitario) y económicas (ej. creación de empleo o incremento del valor de las propiedades) en un mismo ámbito territorial.

**Paisaje.** Mosaico de diferentes ecosistemas que comprenden elementos de distinta naturaleza y patrones espaciales y topológicos de flujos ecológicos

**Puertas y corredores verdes.** Conexiones que permiten acceder desde las ciudades a su entorno natural inmediato y otros puntos de interés cultural, por medios alternativos al transporte motorizado: a pie, en bicicleta o incluso a caballo.

**Red ecológica.** Escenario deseable en el que tendría cabida la integración de criterios de conectividad ecológica en la planificación espacial del territorio y por tanto, todo sistema coherente de espacios naturales, rurales y periurbanos, que se constituye y se gestiona con el objetivo de mantener o restaurar las funciones ecológicas como medio para conservar la biodiversidad.

**Resiliencia y capacidad de adaptación:** La resiliencia describe la capacidad de un ecosistema para volver a su estado original después de ser perturbado o dañado

**Restauración ecológica:** es el proceso de ayudar al restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido.

**Soluciones basadas en la naturaleza:** Son las estrategias, medidas y acciones que se apoyan en los ecosistemas y los servicios que estos proveen para responder a diversos desafíos de la sociedad como el cambio climático, la seguridad alimentaria o el riesgo de desastres (UICN,



2017). Se trata de utilizar las funciones de los ecosistemas para resolver los problemas que enfrentamos, en lugar de depender solamente de soluciones tecnológicas convencionales.

**Sumidero.** Todo proceso, actividad o mecanismo que sustrae de la atmósfera un gas de efecto invernadero, un aerosol, o un precursor de cualquiera de ellos.

Bibliografía:

Precios semanales agrícolas - Junta de Andalucía. (s. f.).

<https://www.juntadeandalucia.es/organismos/agriculturapescaaguaydesarrollorural/servicios/estadistica-cartografia/estadisticas-agricolas/paginas/precios-agricolas-semanales.html>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2021). Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas.

[https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/eniv\\_2021\\_tcm30-515864.pdf](https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/eniv_2021_tcm30-515864.pdf)

Prado, M. M., García, D. G., & Sastre, R. M. (2018). Los insectos polinizadores en la agricultura: importancia y gestión de su biodiversidad. *Ecosistemas*, 27(2), 81-90.

Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP), Asociación de Empresas de Gestión de Infraestructura Verde (ASEJA) & Asociación Española de Parques y Jardines Públicos (AEPJP). (2019). *Guía divulgativa de la Infraestructura Verde Municipal* [Documento en línea]. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

<https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/pag-web/infraestructura-verde-municipal.html>

Asociación Española del Jardín Japonés (s.f.). *Principios de diseño*. Recuperado de <https://aejardinjapones.com/disenio/>

Ayuntamiento de Granada (s.f.). *Carmen de los Mártires*. Recuperado de <https://www.granada.org/inet/wagenda.nsf/wwwmasinfo/...>

Itoh, T. (1998). *The gardens of Japan*. Kodansha International. (*referencia clásica académica de referencia sobre jardines japoneses*)

Slawson, D. A. (1987). *Secret teachings in the art of Japanese gardens*. Kodansha International. (*sobre los principios del Sakutei-ki*)

Villa, F. et al. (2014). *ARIES (Artificial Intelligence for Ecosystem Services)*. [www.ariesonline.org](http://www.ariesonline.org)



# Inventario de flora



# Resultados de i-Tree ECO



# Lista CICES Inglés



# Lista CICES Español