



08

**LOS JARDINES
HISTÓRICOS DE
BARCELONA**

Izaskun Martí Carral

20

**FRACTALES
NATURALES,
MATEMÁTICAS Y SALUD**

Pedro Calaza Martínez

38

**EL EDÉN DE
CONCRETO: JARDÍN
EDWARD JAMES**

Roberto Lara Deras
Mariana Pascual Cáceres

¿QUIÉN IBA A DECIR QUE LA EFICIENCIA PODÍA SER TAN BONITA?



Programadores personalizables

Sensores meteorológicos intuitivos

Soluciones inalámbricas

Imagínese esto: jardines exuberantes, mantenimiento sencillo y costes operativos reducidos. Los sistemas de riego para grandes superficies de Hunter lo hacen posible. Nuestras soluciones inteligentes optimizan cada gota, reducen las pérdidas y los gastos, y ensalzan la belleza de parques, campus y centros comerciales.

La eficiencia nunca antes había sido tan bonita.



ÍNDICE



PAG. 08

LOS JARDINES HISTÓRICOS DE BARCELONA: PASADO, PRESENTE Y FUTURO
IZASKUN MARTÍ CARRAL

PAG. 20

FRACTALES NATURALES, MATEMÁTICAS Y SALUD: UN TRINOMIO CONSISTENTE DE OPORTUNIDADES
PEDRO CALAZA MARTÍNEZ

PAG. 38

EL EDÉN DE CONCRETO: SURREALISMO, ORQUIDEOFLORA Y CONSERVACIÓN EN EL JARDÍN ESCULTÓRICO EDWARD JAMES
ROBERTO LARA DERAS
MARIANA PASCUAL CÁCERES

PAG. 48 **ESPACIOS DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE URBANA FRENTE A EPISODIOS DE OLAS DE CALOR.**
MANUEL JOSÉ DELGADO CAPEL

PAG. 58 **NUEVA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE LA INFESTACIÓN DE LA PROCESIONARIA DEL PINO EN CIUDADES: CASO MAJADAHONDA**

PAG. 68 **AGUA REGENERADA Y ARBOLADO URBANO: CLAVES PARA LA RESILIENCIA EN CIUDADES BAJO ESTRÉS CLIMÁTICO**
PABLO GUTIÉRREZ
EDUARDO GONZÁLEZ

PAG. 82 **PROGRAMA PARJAP 2026**

PAG. 96 **TERAPIA EN VERDE:**
FRAN BERGUA

PAG. 102 **NOTICIAS AEPJP**

PAG. 110 **UN SOCIO, UN LIBRO**

PAG. 112 **PRODUCTOS Y SERVICIOS HUNTER**

EQUIPO DE REDACCIÓN Y EDICIÓN

DIRECTORA
Paula Artime

EDITA
© Asociación Española de Parques y Jardines Públicos - AEPJP

ADMINISTRACIÓN Y PUBLICIDAD
Natalia Garrido

FOTO PORTADA
Autor: Àlex Losada
©AYUNTAMIENTO BARCELONA

SECRETARÍA AEPJP
C/Castillo de Turégano, 3,
28232 Las Rozas de Madrid, Madrid

TELÉFONO 91 799 03 94
secretaria@aeppj.org
www.aepjp.es

DISEÑO Y MAQUETACIÓN
www.imagendemarka.es

DEPÓSITO LEGAL
M-11.985.1996. ISSN 1699-3349



Corría el año 1972 cuando en la ciudad de Valencia se reunieron los padres de la asociación española de Parques y Jardines públicos. Un año después en la insigne ciudad de Barcelona, se fundó nuestra asociación, desarrollándose, además el primer Congreso Nacional de Parques y Jardines, conocido mundialmente como PARJAP. Una asociación que fue fundada por compañeros de 7 ciudades (Barcelona, Bilbao, Madrid, Málaga, Sevilla, Valladolid y Valencia) para compartir conocimiento, experiencias y sobre todo, para construir

conjuntamente más y mejores parques y jardines o, lo que actualmente se estila, infraestructura verde, en España.

Hoy, 53 años después, la ciudad condal vuelve a ser la sede de nuestro evento más singular e importante. Con éste, son ya cuatro los celebrados en esta hermosa capital (1973, 1983, 1992 y 2026), momento que coincide con el año internacional de la arquitectura y con el 100 aniversario de uno de nuestros arquitectos más impresionantes, Antonio Gaudí. Genio de la geometría,

del volumen y, como no, del uso de la naturaleza y la espiritualidad en sus impresionantes e icónicas obras, este arquitecto modernista nos recuerda expresamente la importancia de la biofilia como recurso de diseño e inspiración mundial para las ciudades, entornos de vida y hogares.

Nos encontramos, como vemos, ante una tríada de arquitectura, arte y espacios verdes urbanos; ante una conexión inseparable y una especie de simbiogénesis en la que esos tres elementos desarrollan, a diferentes niveles, una relación simbiótica tan estrecha que se fusionan en una nueva entidad que expresa, de forma acertada, la temática de este congreso: **Patrimonio vivo: transformando el paisaje urbano.**

Barcelona será, de nuevo, nuestro escenario de reunión, nuestro hipocampo y corteza cerebral de conocimiento y aprendizaje, nuestro epicentro de experimentación, respaldado por ese periplo de 51 congresos previos. En esta ocasión abordaremos aspectos multiescalares con especial énfasis en esa parte patrimonial que se percibe en esta preciosa ciudad: ciencia, arte, arquitectura, ingeniería, biología, botánica, sociología estarán hibridadas para ofrecer grandes ejemplos y experiencias de éxito internacionales, orquestadas gracias a una visión con un hilván irrompible que sutura los planteamientos con el firme propósito de alcanzar la excelencia técnico-científica y ofrecer a

los asistentes marcos de conocimiento que puedan aplicar en su día a día.

Para ello, hemos seleccionado a un incomparable elenco de expertos internacionales que nos iluminarán con las palabras precisas, palabras buscadas; recordad que, como decía Mark Twain, "la diferencia entre la palabra adecuada y la casi correcta es la misma que entre el rayo y la luciérnaga"... debemos ser precisos y directos en nuestro fin, debemos buscar esa esencia de conocimiento holístico, consiliente y verdadero, y ese precisamente es el enfoque de esta asociación, de este congreso en el que todos tendremos también voz para construir conocimiento y aprender así unos de otros.

Os esperamos en Barcelona, ciudad excelsa de arte, de parques y jardines históricos y contemporáneos y, como no, de amistad, de familia y de experiencias positivas versadas con la naturaleza. Nuestro incomparable Gaudí afirmaba que "**El arquitecto del futuro se basará en la imitación de la naturaleza, porque es la forma más racional, duradera y económica de todos los métodos**". En eso estamos.

¡Bienvenidos y a disfrutar de esta excelente experiencia!

Pedro Calaza
Presidente

Saluda



El 2026 es un año en el que Barcelona vivirá acontecimientos únicos. Nuestra ciudad será Capital Mundial de la Arquitectura UIA-UNESCO 2026 lo que la convertirá en epicentro internacional de la arquitectura. Y la celebración del 52º Congreso Nacional de Parques y Jardines Públicos (PARJAP 2026) nos situará en el núcleo del debate sobre el verde urbano, la biodiversidad y el papel fundamental que juegan los espacios públicos en la calidad de vida de las personas.

Bajo el lema “Patrimonio vivo: transformando el paisaje urbano” esta edición del Congreso PARJAP expondrá diferentes ejemplos nacionales e internacionales de integración de técnicas de planificación, arquitectura y jardinería con el objetivo de construir una ciudad más verde y resiliente a los efectos del cambio climático. Además, nos invitará a reflexionar sobre los parques y jardines como espacios vivos y acogedores, que proporcionan bienestar a la ciudadanía.

Barcelona ha tenido siempre un especial cuidado en preservar sus espacios verdes. Por este motivo, actualmente la ciudad cuenta con cerca de seiscientas zonas verdes, de las cuales unas cincuenta son parques y jardines históricos o de colección. Estos últimos son espacios singulares, auténticas joyas gracias, en su mayoría, a los diseños de grandes paisajistas como Jean-Claude Nicolas Forestier o Nicolau M. Rubió i Tudurí, quienes hace un siglo plantaron la semilla de la innovación en el diseño de parques y jardines.

Una semilla que aún hoy sigue dando sus frutos, con nuevos espacios verdes que pasarán a la historia como auténticas revoluciones, como son el parque de les Glòries, el parque de la Colònia Castells o el parque de Can Batlló. En este punto, quiero destacar el papel del Instituto Municipal de Parques y Jardines que, con una trayectoria de más de cien años, es el organismo responsable de la gestión de los espacios verdes de la ciudad y su infraestructura asociada (mobiliario, pavimentos, juegos infantiles, entre otros).

En una ciudad cuyo pasado, presente y futuro no se concibe sin la presencia del verde urbano, los parques y jardines, los ejes y las plazas verdes son actualmente su seña de identidad. La naturaleza urbana es para Barcelona tan esencial como el aire que respira. Los más de doscientos cincuenta mil árboles que hay plantados en la vía pública contribuyen a una mayor calidad del aire y, en definitiva, a mejorar la vida no sólo

de las personas que viven en la ciudad, sino también de todas aquellas que nos visitan.

Quiero terminar recordando otro acontecimiento que celebraremos este 2026, el Año Gaudí, en conmemoración del centenario del fallecimiento de nuestro arquitecto más famoso, Antoni Gaudí, quien nos dejó obras como la Sagrada Familia, la Pedrera o el Park Güell, el parque más visitado de Barcelona. Justamente este 2026, cumple también un siglo como parque público abierto a la ciudad.

Os animo a visitar nuestra ciudad, a pasear por nuestras calles y nuestros barrios, a disfrutar de nuestro patrimonio arquitectónico y nuestro patrimonio verde. Os deseo mucho éxito en esta nueva edición del Congreso de Parques y Jardines Públicos y una feliz estancia en Barcelona.

Jaume Collboni Cuadrado
Alcalde de Barcelona



Los jardines históricos de Barcelona

Pasado, Presente y Futuro

En este artículo no vamos a definir qué es un jardín histórico, para eso ya disponemos de diferentes documentos de ICOMOS (Consejo Internacional de Monumentos y Sitios), como la Carta de Florencia de 1982¹ o el reciente documento sobre parques públicos urbanos históricos aprobado por la 19.ª Asamblea General del 2017².

Izaskun Martí Carral Directora de Servicios de Planificación Estratégica, Institut Municipal de Parcs i Jardins.

El objetivo del presente texto es compartir los jardines históricos públicos de Barcelona y explicar su importancia dentro de la red de espacios verdes urbanos. Hablaremos de su clasificación y protección —en función de la época y valor patrimonial—, de su gestión actual —aflorando las principales problemáticas y posibles soluciones— y, por qué no, aunque sea incierto, del futuro de estos espacios de valor incalculable.

LA IMPORTANCIA DE LOS JARDINES HISTÓRICOS

Más allá de su alto valor patrimonial, en los jardines históricos es donde encontramos la vegetación más madura y biodiversa. A su vez, muchas veces estos jardines acogen un uso intensivo por parte de la ciudadanía. De la combinación de todo ello los parques y jardines históricos reúnen los valores ambientales, sociales, patrimoniales y paisajísticos más altos en los medios urbanos.

LA CATALOGACIÓN DE LOS JARDINES HISTÓRICOS DE BARCELONA

En Barcelona, la Ordenanza sobre el patrimonio histórico y artístico³ es la primera disposición legal de la etapa democrática que creó mecanismos para incorporar jardines al catálogo patrimonial municipal. Pero con los años, se ha dado un cambio de perspectiva en la percepción, ámbito y consideración del patrimonio: la mirada original, casi exclusivamente arquitectónica, ha ido incorporando valores ambientales y paisajísticos. En cambio, la ley catalana⁴, redactada una veintena de años después, ya parte del concepto de patrimonio cultural. Esta ley establece tres categorías de protección aplicables a jardines históricos, que tienen un equivalente en la normativa municipal de Barcelona. La equivalencia entre los dos catálogos es la siguiente:

GENERALITAT DE CATALUNYA	AJUNTAMENT DE BARCELONA	CARACTERÍSTICAS
BCIN: Bienes Culturales de Interés Nacional	A	Parques y jardines incluidos en el Registro del Departamento de Cultura de la Generalitat, que tienen elementos patrimoniales, ambientales, arquitectónicos, socioculturales y naturales
BCIL: Bienes Culturales de Interés Local	B	Otros parques y jardines o ajardinamientos urbanos considerados de interés en el catálogo del Departamento de Cultura
BPU: Bienes Protegidos Urbanísticamente	C	Parques, jardines o ajardinamientos urbanos con interés histórico en el ámbito municipal con independencia de si tienen otras características. Por defecto, son considerados bienes ambientales-paisajísticos o naturales

▲ *Tabla 1:* Fuente propia. Institut Municipal de Parcs i Jardins de Barcelona



▲ *Ilustración 1:* Terraza del belvedere del parque del Laberint d'Horta. Foto IMPJ

En este contexto, el Ayuntamiento estableció en 1999 la primera Ordenanza de los usos del paisaje urbano, y el texto fue actualizado en el 2014. Por otro lado, los Departamentos de Cultura, Sostenibilidad y Territorio desarrollaron de manera conjunta unas directrices de contenido para los catálogos de bienes y planes especiales de protección, que fueron incluidas en los documentos de sistematización del planeamiento urbanístico. En este ámbito, los jardines históricos se clasifican como bienes ambientales y paisajísticos, que corresponden a la tipología⁵.

LOS JARDINES HISTÓRICOS DE BARCELONA MÁS DESTACABLES

En el ámbito organizativo interno del *Institut Municipal de Parcs i Jardins*, se clasifican los jardines históricos de Barcelona en cuatro etapas, que corresponden a fases del planeamiento urbanístico de la ciudad con perspectiva histórica. En este artículo solo nos referiremos a los jardines más relevantes.



▲ *Ilustración 2:* Terraza del belvedere del parque del Laberint d'Horta en los años 50. Foto Leopoldo Plasencia (Arxiu Fotogràfic de Barcelona)

1. Antes de la construcción de L'Eixample (jardines anteriores a 1859)

En este grupo encontramos los jardines del interior del Hospital de la Santa Creu, con origen en el siglo XV, aunque su composición ha ido variando a lo largo de los años. Estos gozan de una máxima protección (BCIN o A) por encontrarse en un espacio de altísimo valor patrimonial.

También están incluidos dos de los jardines más antiguos de Barcelona, en origen jardines de villas aristocráticas y actualmente jardines públicos: los jardines de Can Sentmenat (de 1779) y los *jardines del Laberint d'Horta* (de 1791). Estos dos espacios tienen una protección BCIL o B, aunque en el caso del Laberint se ha incoado el expediente para que sea incluido como BCIN o

A. En el primer caso, el trazado y la composición originales han sufrido alteraciones sensibles, pero en el segundo la integridad del conjunto es excepcional y esto ha sido determinante para su elevación a monumento nacional.

Los jardines del Laberint d'Horta, con su laberinto central de cipreses recortado, recién restaurado, y su itinerario neoclásico, se ha convertido en un jardín emblemático de la ciudad.

A esta etapa también pertenecen los ajardinamientos urbanos de la plaza Real y de la plaza del Duc de Medinaceli. A pesar de que han sufrido alteraciones notables, aún mantienen las características propias de los ajardinamientos urbanos de mediados del siglo XIX.



◀ **Ilustración 3:** Avenida de los Tilos del Parc de la Ciutadella a inicio de los años 50. Foto Lepoldo Plasencia (AFB)



▲ **Ilustración 4:** Columnata al pie del turó de les tres creus (zona de la bugadera) del Park Güell. Foto IMPij



◀ **Ilustración 5:** Vista del Park Güell en los años 50. Foto Lepoldo Plasencia (AFB)

2. Surgidos en la fase de creación de L'Eixample y asimilación de los pueblos agregados en el Plan general de enlaces (entre 1859 y 1917)

En su proyecto de ensanche, Ildefons Cerdà anticipó un sistema de parques públicos para la nueva Barcelona. Pero ninguno de estos espacios verdes llegó a concretarse. En cambio, y gracias al derribo de las instalaciones militares de la Ciutadella, Barcelona pudo contar con un nuevo y gran parque: el parque de la Ciutadella, el primer gran parque público de la ciudad, clasificado con la más alta protección (BCIN o A). Más allá de su significado histórico y arqueológico, emblema de la represión sufrida por el pueblo catalán, se podría decir que el parque de la Ciutadella es el parque por excelencia de Barcelona.

Diseñado por Josep Fontseré, asistido por Ramon Oliva —responsable de la jardinería pública de la ciudad—, su creación se asocia normalmente con la Exposición Universal de 1888, pero el parque se creó con absoluta independencia a dicha exposición. En este jardín son destacables su Invernáculo y su Umbráculo.

A esta época también pertenece el famoso Park Güell (1900-1914), diseñado por nuestro arquitecto más internacional, Antoni Gaudí. Concebido como una urbanización privada, este año se celebran 100 años de su apertura como parque público. En el caso del Park Güell, cuenta con una protección superior por estar incluido en el Catálogo de Bienes Patrimoniales de la UNESCO.



▲ **Ilustración 6:** Jardins de Laribal, escaleras del Generalife. Foto IMPij

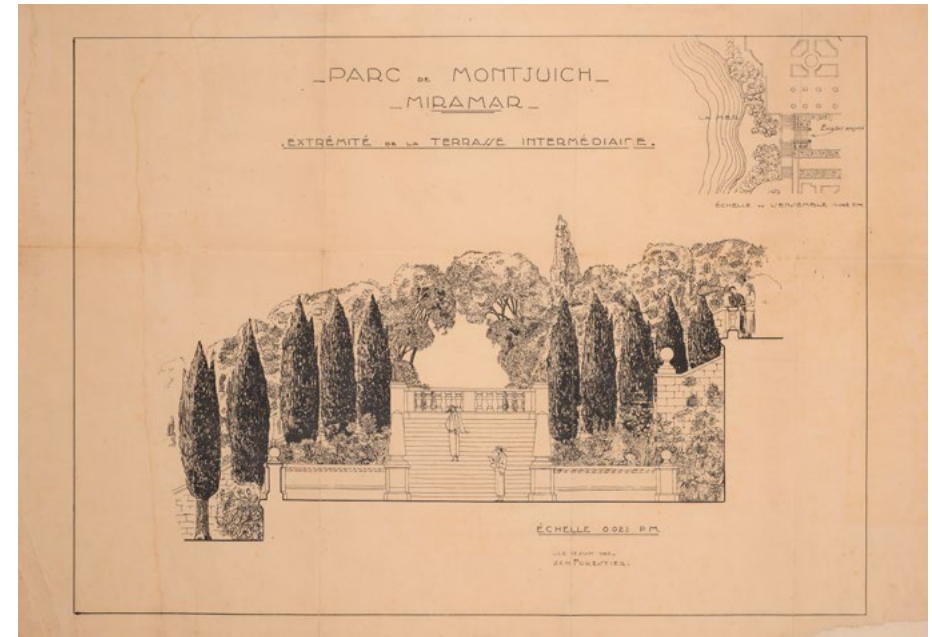
3. Ajardinamientos creados en el Plan general de enlaces y el establecimiento del Plan comarcal (entre 1917 y 1956)

En esta época se creó la base del sistema de parques de la Barcelona actual, creada conjuntamente por J. C. N. Forestier y Rubió i Tudurí. Del conjunto de actuaciones destacan los jardines creados para el proyecto de Exposición de Industrias Eléctricas en Montjuïc, que terminó siendo la Exposición Internacional de 1929.

Hasta 1914, cuando se iniciaron los trabajos de jardinería bajo la supervisión de Forestier, en Montjuïc se combinaban la zona militar asociada al castillo, las diversas canteras para la obtención de piedra (algunas de ellas ya agotadas) y diversas propiedades con huerta. Algunas de estas propiedades eran usadas como

espacio de recreo del pueblo barcelonés. El proyecto de exposición comportó que el Ayuntamiento adquiriera dichas propiedades, así como las antiguas canteras, dando lugar a magníficos jardines y paseos que ofrecen recogimiento, belleza y tranquilidad, a la vez que una visión panorámica de la ciudad. Desde su nombramiento como arquitecto jefe del Servicio Municipal de Parques y Arbolado, Nicolau M. Rubió i Tudurí fue clave en su implantación y desarrollo.

A parte del conjunto de jardines públicos creados en esa época, también proliferaron en Barcelona jardines privados de villas suburbanas, sitios en barrios residenciales. Uno de los más destacados es el de La Tamarita, situado en la zona alta de la ciudad, y que fue incorporado a la red municipal de jardines.



▲ **Ilustración 7:** J.C.N. Forestier, Sección de una parte de las escaleras de acceso a Miramar en Montjuïc (15 de junio de 1923). Arxiu Contemporani de Barcelona (AMCB)

En el parque del Guinardó, en la zona montañosa de los Tres Turons, el ingeniero de montes y paisajista J. C. N. Forestier desplegó un abanico de diferentes técnicas para adaptar el jardín a un terreno abrupto, mediante escaleras y muros, rampas y fuentes, dando como resultado un espacio de gran belleza que nos conduce desde el ámbito urbano hasta un frondoso bosque.

Por último, en esa época cabe destacar Turó Park, concebido por Rubió i Tudurí en 1934. Los terrenos los ocupaba un parque de atracciones privado que fue transformado en parque público articulando la urbanización del entorno inspirándose en la idea de los *square* ingleses.



▲ **Ilustración 8:** Operario de Parques y Jardines de Barcelona regando en los Jardines del Poeta Eduardo Marquina (Turó Park) a inicios de los años 50. Foto Leopoldo Plasencia (AFB)



▲ **Ilustración 9:** El parque de Jacint Verdaguer en Montjuïc en el momento de su inauguración en 1972. Foto Leopoldo Plasencia (AFB)

4. Creados entre el establecimiento del Plan comarcal y la aprobación del Plan general metropolitano (entre 1956 y 1976)

La aprobación del Plan comarcal en 1956 permitió una renovación de la planificación urbanística de la ciudad y posibilitó que se crearan nuevos espacios verdes. Uno de los primeros, situado en el extremo más occidental de la avenida Diagonal, fue el parque de Cervantes (1962), el cual incluye la Rosaleda, que es la sede del Concurso Internacional de Rosas Nuevas de Barcelona. Este parque fue diseñado por el arquitecto Lluís Riudor. Más adelante se crearon nuevos parques en Montjuïc. De entre ellos sobresalen los dedicados a tres grandes poetas en lengua catalana: Miquel Costa i Llobera, Jacint Verdaguer y Joan Maragall.

El primero contiene una de las colecciones de cactáceas más importantes de Europa, el segundo está especializado en bulbosas y el último es el resultado de la ampliación en 1970 de los jardines del antiguo Pabellón Real ejecutados para la exposición de 1929, creados por Forestier y Rubió. Estos tres jardines fueron diseñados por Joaquim M. Casamor.

LA GESTIÓN ACTUAL DE LOS JARDINES HISTÓRICOS EN BARCELONA

La gestión de los jardines históricos requiere de una especialización en conocimientos. Saber la historia del jardín y su evolución - leer el jardín - es básico para cualquier decisión que se tome en

su mantenimiento o rehabilitación. Este conocimiento histórico, sistematizado y a disposición, es una fuente necesaria para contextualizar la interpretación de los jardines y actuar con conocimiento de causa.

En el 2018 se redactó el Marco Estratégico de Jardines Históricos de Barcelona⁵. Este documento sentó las bases de los proyectos y acciones prioritarias que desarrollar en los siguientes años.

Por otro lado, en el Institut Municipal de Parcs i Jardins disponemos de un pequeño equipo de personas que se ocupan de la gestión de los jardines históricos. En base al conocimiento y recorrido, podríamos resumir los factores clave en la gestión de los jardines históricos en los siguientes puntos:

1. Documentación

Se requiere de una base documental lo más completa posible. Una parte de la base es propia de la institución que gestiona los parques y otra está en otros archivos, la mayor parte de ellos, municipales.

2. Interpretación

La documentación debe ser interpretada para después poder ser aplicada. En este sentido, la figura del historiador es esencial. Establecer un grupo interdisciplinar, compuesto también por arquitectos, agrónomos y jardineros, es básico para esta labor.

3. Especialización en el oficio

Las técnicas y diseños de muchos jardines históricos requieren de conocimientos en su gestión, tanto en jardinería como en arboricultura. Sin el oficio jardinero, no hay jardín de calidad.

4. Formación del personal

La formación debe ser constante y especializada, tanto en el ámbito teórico como en el práctico.

5. Planes de gestión específicos

En Barcelona se han elaborado planes directores, estratégicos y de gestión de algunos jardines históricos (Park Güell, parque de la Ciutadella, Montjuïc, etc.). Estos son de gran utilidad a la hora de decidir qué acciones son las más necesarias y orientar en su ejecución.

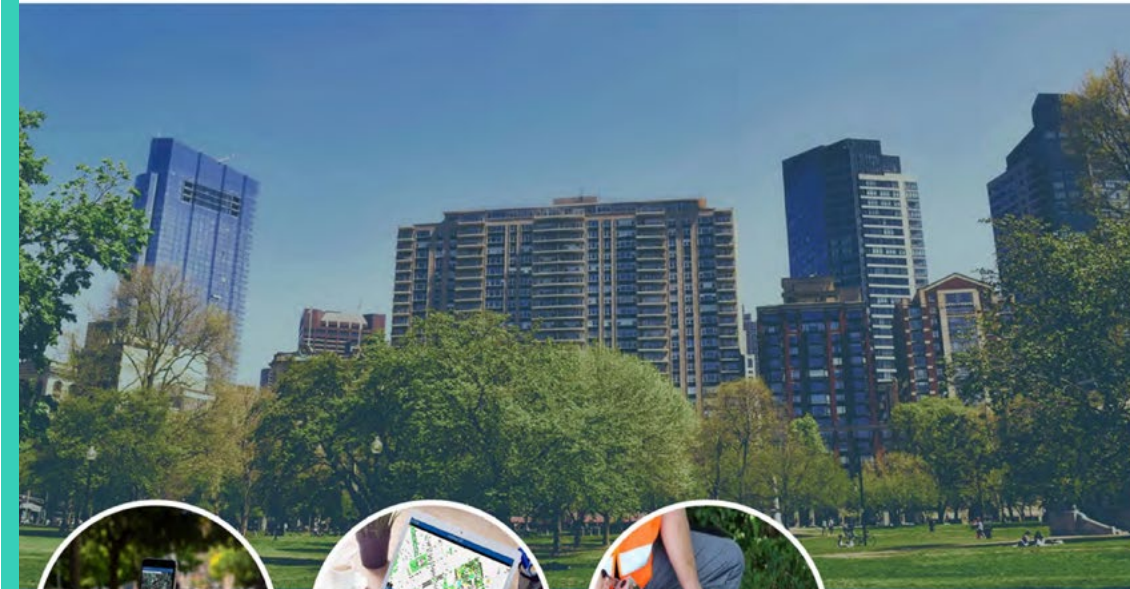
6. Protección y adaptación

Los impactos externos son numerosos y constantes, por este motivo, no se debe bajar la guardia en la protección de los espacios patrimoniales. Por otro lado, el cambio climático está provocando estragos en la vegetación más madura de algunos parques, por lo que es necesario prever su adaptación.

También, dado el uso intensivo de estos jardines, es imprescindible limitar el aforo.

7. Ayudas institucionales a jardines históricos privados

Aunque nuestra responsabilidad recae sobre los jardines públicos, el Ayuntamiento también debe velar por la conservación de los jardines privados. En este sentido, y concretamente desde el Institut Municipal de Paisatge urbà de Barcelona, se ha lanzado una línea de ayudas para la conservación y mejora de los jardines históricos privados.



EL FUTURO DE LOS JARDINES HISTÓRICOS DE BARCELONA

Cada vez las condiciones urbanas son más duras para nuestros jardines. Los daños derivados del cambio climático, así como las afectaciones derivadas de muchas intervenciones urbanas, ponen en riesgo de manera continuada el patrimonio vegetal, si más no, alteran sus condiciones. Si a esto le sumamos que estamos tratando con elementos vivos, muchas veces antiguos y frágiles, la empresa de conservar y mejorar los jardines históricos no es fácil.

Se debe estar muy atento y preparado para proteger todo este patrimonio arquitectónico y verde, tanto en la gestión como en los procesos de rehabilitación.

Un aspecto muy importante es la divulgación de los valores de los jardines históricos a la ciudadanía: al final es la sociedad la que hará que estos se mantengan o pierdan su esencia.

REFERENCIAS

¹ Carta de Florencia. Comité Internacional de Jardines Históricos. ICOMOS-IFLA. 1982

https://icomos.es/wp-content/uploads/2020/01/gardens_sp.pdf

² Documento Asamblea ICOMOS-IFLA sobre jardines públicos urbanos. 2017

https://icomos.es/wp-content/uploads/2020/01/GA2017_6-3-2_HistoricUrbanPublicParks_EN_adopted-15122017.pdf

³ Ordenanza sobre protección del patrimonio artístico de la ciudad de Barcelona. 1979

<https://ajuntament.barcelona.cat/norma-portal-juridic/ca/vid/840952095>

⁴ Ley catalana de protección del patrimonio cultural catalán. 1993

https://cultura.gencat.cat/web/.content/dgpc/arxiu_i_gestio_documental/07_marc_normatiu/static_file/llei_09_1993.pdf

⁵ Marco estratégico de los jardines históricos de Barcelona. 2018

<https://bcnroc.ajuntament.barcelona.cat/jspui/handle/11703/142496>

ARBOMAP
CONSULTORÍA AMBIENTAL
CONTROL DE CALIDAD
PROYECTOS Y DIRECCIÓN DE OBRA
INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN DE ARBOLADO
INVENTARIOS INFORMATIZADOS
TOPOGRAFÍA

*Fractales naturales, matemáticas y salud:
Un trinomio consiliente de oportunidades.*
Pedro Calaza Martínez

Fractales naturales, matemáticas y salud:

Un trinomio consiliente de oportunidades.

Pedro Calaza Martínez,
Dr. Ingeniero Agrónomo +
Dr. Arquitecto del Paisaje.

PIT-Planificación e Ingeniería del territorio SLU.

“*Estudia la ciencia del arte.
Estudia el arte de la ciencia.
Desarrolla tus sentidos, especialmente
aprende a ver. Comprende de que todo se
conecta con todo lo demás.”*
Leonardo da Vinci

LA CUESTIÓN.

¿Qué tienen en común grandes personajes de la historia de la física, de las matemáticas o de la filosofía como Descartes, Kepler, Leibniz, Koch o Mandelbrot? ¿Qué tienen en común la arquitectura, la biología, la literatura, el arte, la física, la filosofía, la salud o los copos de nieve? Todas estas preguntas convergen en una única pregunta con semilla de respuesta: ¿Qué son los fractales y cómo nos afectan?

Este artículo pretende, por un lado, exponer la relación entre diferentes disciplinas como la filosofía, las matemáticas y la salud, mediante la explicación del concepto de fractal, así como su presencia en numerosos ámbitos tanto de la propia naturaleza (vegetación, bosques, cuerpo humano, etc.), como en otras disciplinas tales como el arte, la arquitectura o la literatura. Por otro lado, se aborda la relación de los fractales con la mejora de la salud mental, replicando elementos o composiciones de escenarios de vida relacionados con el paisaje y la infraestructura verde.

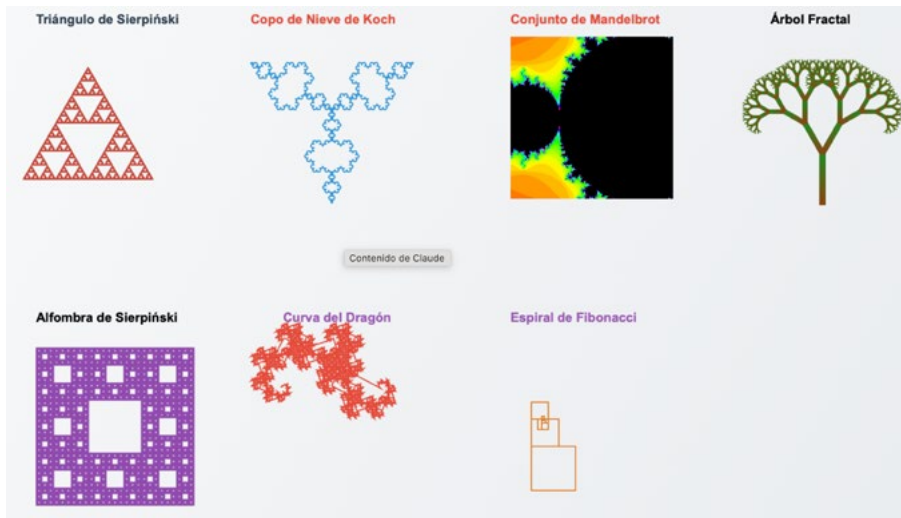
INTRODUCCIÓN

La naturaleza siempre ha estado presente en nuestros entornos de vida, desde niños nos han fascinado las formas que nos ofrece, sus colores, su orden, sus patrones... unos patrones que se repiten a nuestro alrededor, dibujándose en distintos tamaños, mediante ramificaciones similares. Estos patrones, que poseen una lógica oculta, se denominan fractales y se pueden reconocer en las nubes, los bosques, las conchas

de moluscos, la vegetación e incluso en las olas y las costas. Pero además también aparecen en nuestro cuerpo, en el sistema nervioso, la columna vertebral, los pulmones, el corazón, etc... podemos decir que estamos contruidos con fractales. Es un vínculo fuerte, primigenio, con nuestros orígenes, con la naturaleza. Y este vínculo puede ser catalizador de una mejora en la salud psicológica al estrechar lazos con el entorno y permitirnos desconectar de la artificialidad de nuestros espacios de vida más cercanos y cotidianos. Es curioso, pero el incomparable Frederick Law Olmsted creó Central Park, entre otras cosas, para dotar a los urbanitas de “un espacio para desconectar de la artificialidad urbana”. De eso se trata, de diseñar coherentemente los espacios de vida naturales y también artificiales para la mejorar la salud y el bienestar poblacional. Pero quizás hay que comenzar estas líneas explicando brevemente que son exactamente esos patrones, esos fractales, recurso clave de diseño, punta de lanza para una vida más natural.

EL ORIGEN DEL CONCEPTO DEL FRACTAL.

Si nos remontamos al siglo XVII, ya el filósofo Gottfried Leibniz, quien desarrolló el cálculo infinitesimal de forma coetánea a Newton (todavía no está claro quien lo hizo primero, pero la notación del cociente diferencial dy/dx y \int son obra de Leibniz), estudió la autorepetición recursiva. Según sus escritos, el universo podría estar formado por unas unidades (denominadas



Panel de fractales

mónadas), cada una de las cuales contendrá en sí misma, a su vez, todo el universo, y así sucesivamente. Este autor comparaba el cosmos con un jardín provisto de un estanque lleno de peces, en el que cada hoja, cada piedra y cada escama de cada pez fuera, a su vez, un *jardín* completo, repitiéndose hasta el infinito, más allá de nuestra visión. En esta lectura, la perfección era un universo que se contemplaba a sí mismo desde todos los puntos de vista posibles. Es curioso, pues Leibniz también afirmaba que el triángulo equilátero, desde una reflexión tanto filosófica como matemática, era la figura más perfecta y un ejemplo de verdad necesaria, un descubrimiento y no una invención, y lo respaldaba mediante su denominado *triángulo armónico*. Leibniz sostenía que, si la naturaleza tuviera que construir una figura perfecta, sería un triángulo equilátero, la figura más simétrica y regular. Y precisamente los triángulos equiláteros están intrínsecamente relacionados con los fractales por medio

del *Triángulo de Sierpinski*, un famoso fractal construido iterativamente a partir de un triángulo equilátero inicial, en el que se divide cada triángulo en cuatro más pequeños y se va eliminando el central, repitiendo el proceso infinitamente para crear una figura con autosimilitud.

Tras este prolífico filósofo, un gran número de matemáticos estudiaron estos patrones, desarrollando diferentes fórmulas y planteamientos. Ya en el siglo XX, se aplicaron a distintos campos de la naturaleza, constatándose su existencia en numerosos ámbitos y apareciendo diferentes postulados y herramientas como el denominado *copo de nieve de Helge von Koch* (1904) (que abordaremos más adelante), o la dimensión fractal o de Hausdorff-Besicovitch, en 1919, herramienta básica en la descripción y medida de estos conjuntos.

La geometría fractal como tal emerge a finales del siglo pasado, de la mano del

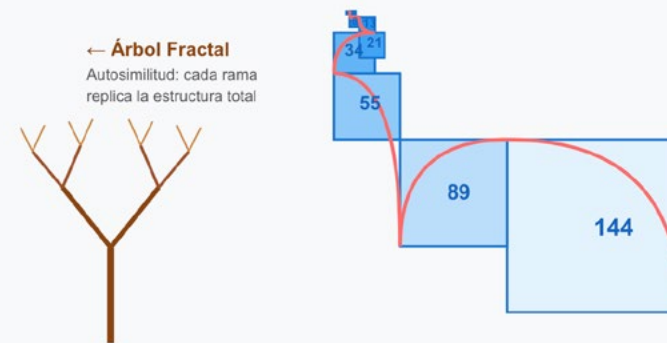
FRACTAL Y FIBONACCI

Secuencia: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144...

$$F(n) = F(n-1) + F(n-2)$$

← **Árbol Fractal**

Espiral de Fibonacci →
Cada cuadrado tiene lado = número Fibonacci



CONEXIÓN: Ambos exhiben patrones de crecimiento recursivo presentes en la naturaleza (caracolas, plantas, ramificaciones)

Figura sinóptica de un fractal y la secuencia de Fibonacci

matemático Benoit Mandelbrot¹, concretamente en su obra seminal (1975): *The Fractal Geometry of Nature*, donde lo define como “una forma geométrica áspera o fragmentada que se puede dividir en partes, cada una de las cuales es (al menos aproximadamente) una copia de tamaño re-

ducido del todo”. Aunque a Mandelbrot se le conoce más por su descubrimiento del denominado conjunto de Mandelbrot, que se puede programar en líneas básicas de código para crear un flujo infinito de patrones fractales cambiantes y autosimilares.

¹ Benoit Mandelbrot (Varsovia 1924). La Segunda Guerra Mundial le obligó a refugiarse en Francia, donde estudió y obtuvo su doctorado en París. Poco después viajó a EE UU donde trabajó en el MIT y en Princeton. Tras ello, desarrolló su labor profesional para los laboratorios IBM research y fue profesor en la Universidad de Yale. En 1961 quiso estudiar las fluctuaciones en los precios del algodón, ya que representaban una de las grandes preocupaciones de los economistas en esa época. Para ello, recogió los datos del comportamiento de ese precio de los últimos 100 años y desarrolló con ellos las primeras funciones fractales. Los fractales le apasionaban, en el año 1970 publicó ¿Cuánto mide la costa de Gran Bretaña?, donde solucionaba la cuestión con el uso de estos patrones. Este autor abrió un nuevo camino hacia la comprensión de una rama de las matemáticas que no llegaría hasta finales de los años noventa del siglo pasado.

Hoy en día, podemos definir a un fractal como un objeto geométrico cuya estructura básica se repite en diferentes escalas, hasta el infinito. La idea es sencilla, si observamos un objeto a cualquier escala, vemos básicamente lo mismo. Además, es una estructura muy práctica ya que repetirla ilimitadamente es una forma muy directa de aumentar la superficie sin tener que incrementar demasiado el volumen. Al margen de esta definición, debemos puntualizar que el concepto de fractal no tiene una precisión matemática exacta y tampoco existe una aceptación general. Varios matemáticos, como el citado B. Mandelbrot o Dennis Sullivan (conjuntos cuasiautosimilares) intentaron dar una definición pero sus resultados no fueron capaces de plasmar completamente el patrón. Los fractales naturales se diferencian de los matemáticos en que son aproximados; la estructura que se repite aunque es muy parecida, no es exactamente la misma y, por otra parte, su autosimilaridad abarca solo a un rango de escalas y no se extiende hasta el infinito.

Existe un tema recurrente y sumamente interesante a lo largo de la historia de los fractales, y es que la creación artística intuitiva de estos patrones a menudo antecede a su “descubrimiento” o justificación matemática. Por poner algunos ejemplos, los triángulos repetitivos que se encuentran en la famosa Curva de Koch (1904) se utilizaron por primera vez para ilustrar ondas en frisos helénicos (300 a. C.); también aparecen fractales exactos en el manuscrito iluminado irlandés denominado *El Libro de Kells* (aprox. 800 d. C.), y en los arabescos esculpidos en el Templo Jain Dilwara de la India (1031 d. C.). En nuestra cultura occidental, los triángulos reiterados aparecen en el púlpito de la Catedral de Ravello en Italia (s. XII) o dentro de los mosaicos de Cosmati (s. XIII) que representan

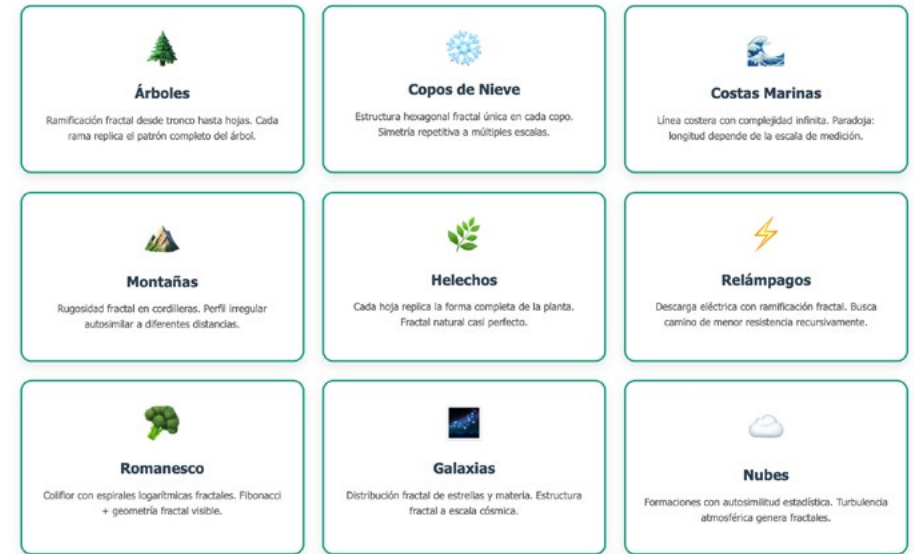


Helechos como estructuras fractales.

una forma fractal planteada en el siglo XX: el explicado Triángulo de Sierpinski.

Volviendo a la explicación morfológica, un ejemplo fácilmente observable de lo que es un fractal son los brócolis o los helechos. Si observamos un helecho de cerca, sus ramas parecen helechos más pequeños, y las hojas vuelven a reproducir esta misma estructura. Por otra parte, los fractales en la biología, en las plantas, en las hojas, en las flores, también están relacionados con la secuencia de Fibonacci (conocida también como la Espiral Dorada) y pueden verse como un caso especial de autosimilaridad, esta secuencia genera la proporción aurea, proporción perfecta de la estética. Calaza (2017) abordó de forma divulgativa la relación entre los números Pi, Phi, la secuencia de Fibonacci y la naturaleza.

FRACTALES EN LA NATURALEZA



Helechos como estructuras fractales.

Existen muchos ámbitos y escalas en los que aparecen los fractales, a modo de ejemplo podemos citar las siguientes:

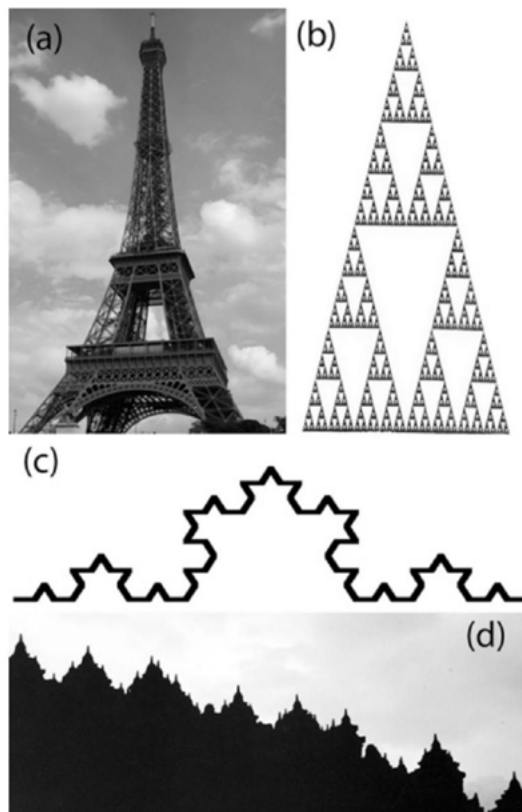
- los bosques, aparte de los propios árboles que son ejemplos perfectos, aparecen fractales en todos los niveles de ese ecosistema, desde semillas y piñas a hojas, ramas, y la autoreplicación;
- las conchas de moluscos como los *nautilus*;
- el agua, por ejemplo las burbujas fractales en el lago Abraham en el Parque Nacional Banff, que se forman por el

metano liberado por plantas y árboles en descomposición. Pero también aparecen en olas, remolinos, corrientes y espuma. El agua tiende a tomar el camino de menor resistencia y los patrones de flujo del agua toman una estructura fractal.

- el cuerpo humano en numerosos órganos (pulmones, corazón, etc.)
- en la arquitectura existen grandes ejemplos. De forma primigenia, algunas aldeas africanas siguen un plan fractal (Eglish, 2002.). En el caso de edificaciones, destaca el templo de Borobudur,

**Fractales naturales, matemáticas y salud:
Un trinomio consiliente de oportunidades.**
Pedro Calaza Martínez

construido en Java durante el siglo VIII o el Castillo del Monte, erigido por el emperador del Sacro Imperio Romano Germánico Federico II en el siglo XIII, con octógonos de varios tamaños. De forma explícita, las catedrales góticas europeas (siglos XIII-XVI) explotan la repetición fractal de formas (arcos, ventanas y agujas). Más contemporáneos son la Casa Palmer de Frank Lloyd Wright en Ann Arbor (1950-1951), con su repetición de triángulos o el Cubo de Agua de los Juegos Olímpicos de Pekín (2008) con sus patrones de burbujas (Taylor, 2011). Un ejemplo fácilmente reconocible es la Torre de Gustav Eiffel (1889) que traslada algunas de las implicaciones prácticas de arquitectura fractal. Su autor utilizó la rigidez estructural de un triángulo distribuido en muchas escalas: si la torre hubiera sido una pirámide sólida, el hierro adicional habría aumentado muchísimo su peso y coste sin mejorar su capacidad estructural. Lo que implica la eficiencia en la relación superficie-volumen comentada anteriormente. Por otra parte, las estructuras fractales también pueden disipar la energía de las ondas incidentes, lo que supone una gran ventaja para minimizar el ruido del tráfico y vibraciones de los terremotos;



Fractales en arquitectura (Torre Eiffel) y en el Templo Borodobur (Taylor, 2021).



Fractales en la pintura: El diluvio de Da Vinci (1519) y la Gran Ola de Katsushika Hokusai (1831) y el Rostro de la Guerra de Salvador Dalí (1940).

con diferentes obras como El Aleph, la Biblioteca de Babel y la más representativa en este tema que es *El jardín de senderos que se bifurcan*², obra singular que se refiere a la asombrosa anticipación de conceptos de la física cuántica, como los universos paralelos, donde el tiempo y las posibilidades se ramifican infinitamente, anticipando ideas formuladas años después por físicos como Hugh Everett (Teoría de los Muchos Mundos) y Richard Feynman (Diagramas de Feynman), explorando laberintos temporales y múltiples realidades. Otros autores que manejaron conceptos fractales fueron Nabokov, en El ojo, y Arthur C. Clarke, en El espectro del Titanic.



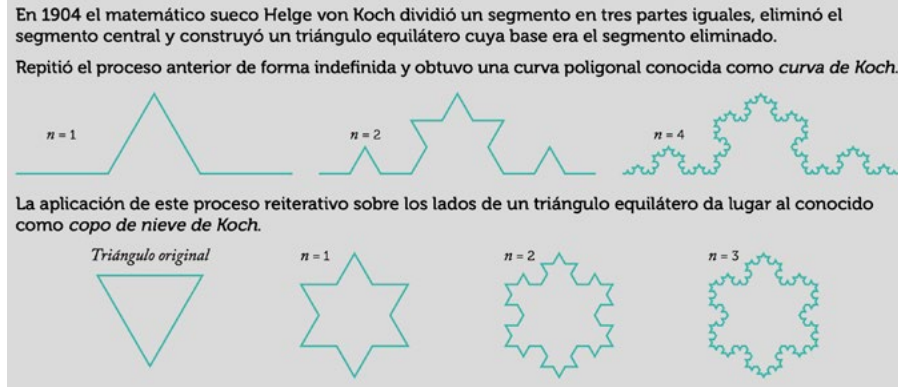
2 La obra "El jardín de senderos que se bifurcan" es una de las obras más elocuentes relacionada con los fractales. Se trata de una enorme adivinanza, o parábola, cuyo tema principal es el tiempo; esa causa recóndita le prohíbe la mención de su nombre. Omitir siempre una palabra, recurrir a metáforas ineptas y a perifrasis evidentes, es quizá el modo más enfático de indicarla. "El jardín de senderos que se bifurcan" es una imagen incompleta, pero no falsa, del universo tal como lo concebía el personaje Ts'ui Pên. A diferencia de Newton y de Schopenhauer, el autor no creía en un tiempo uniforme, absoluto. Creía en infinitas series de tiempos, en una red creciente y vertiginosa de tiempos divergentes, convergentes y paralelos. Esa trama de tiempos que se aproximan, se bifurcan, se cortan o que secularmente se ignoran, abarca todas las posibilidades." <https://circulodepoesia.com/2010/01/borges-cuantico-los-senderos-que-se-bifurcan/>

1940). Los fractales pueden provocar respuestas altamente estéticas a través de cambios en su complejidad, un ejemplo clave está representado por la estructura fractal creada por la superposición en las pinturas de Jackson Pollock (Taylor et al., 1999, 2007; Taylor, 2003).

Por último, aunque menos común aparecen en la literatura. Su máximo exponente en lengua española fue Jorge Luis Borges,

f) el arte: La calidad estética de los fractales ha sido bien estudiada (Spehar et al., 2003) y destaca por su importante aparición en el arte (Taylor et al., 1999, 2018; Graham y Field, 2008; Graham y Redies, 2010; Viengkham y Spehar, 2018). De hecho, no se trata de un tema moderno ya que estos patrones aparecen en obras de arte tradicional en diversas culturas. Concretamente en pintura aparecen en obras de Leonardo da Vinci (El Diluvio, 1500), de Katsushika Hokusai (La Gran Ola, 1833) o nuestro Salvador Dalí (Rostro de Guerra,

**Fractales naturales, matemáticas y salud:
Un trinomio consiliente de oportunidades.**
Pedro Calaza Martínez



Curva de Koch (copo de nieve). (Casio, n.d.)

Y de forma explícita, relacionado con una escala mayor representada por la infraestructura verde, el territorio y el paisaje, aparecen en una gran cantidad de escenarios como los deltas de los ríos; las montañas o las líneas de costa; si las observamos con detalle, podemos ver pequeños granitos de arena ordenados formando una estructura granulada de entrantes y salientes. Si nos fijamos en una playa, la erosión de las olas produce una estructura idéntica. Si miramos una zona de costa completa, cada una de las playas que la conforman se convierte en un entrante y de manera global se observa la misma estructura.

LOS COPOS DE NIEVE: UN EJEMPLO CONFIGURADOR DE PAISAJES FRACTALES.

Aludiendo a la pregunta que abría este artículo, hay paisajes matemáticos, paisajes fractales y precisamente los copos de nieve configuran algunos de ellos. Quizás

el copo es el ejemplo más representativo y visualmente identificable de la realidad de un fractal.

Estas estructuras níveas perfectas, verdaderos campos de ensayo y armas de juego de la infancia (y de algunos adultos), son una de las expresiones fractales más interesantes que poseen una inherente explicación matemática. Si pensamos en la señal de nieve en las carreteras o en logotipos relacionados, aparecerá la imagen de un fractal de nieve... una estrella hexagonal (aunque pueden tener otras formas). Como todos sabemos (o deberíamos), los copos de nieve tienen precisamente esa forma, son hexagonales, debido a que las moléculas de agua forman un ángulo muy cercano al que se forma entre el centro un tetraedro regular y sus vértices. Estos tetraedros naturales se unen formando redes moleculares hexagonales, por lo que la forma de los copos de nieve se debe a la geometría del hielo formado en la atmósfera. Un copo de nieve representa uno de los ejemplos más bellos que puede ofrecernos la naturaleza, así como la propia belleza de las matemá-



Fractal a escala territorial. Delta del Río Ayeyarwady en Myanmar (<https://science.nasa.gov/earth/earth-observatory/sinking-river-deltas-irrawaddy-river-40257/>).

ticas. De hecho estas formas han sido fruto de estudio por grandes pensadores como Descartes quien describió su morfología y por Kepler, quien las describió y relacionó con la proporción aurea de las flores (que aparece en el dodecaedro y en el icosaedro) en su obra de 1611 *Strena seu de nive sexángula* (El copo de nieve de seis ángulos). Denominaba esta proporción como el “alma” de las flores, pero los copos de nieve no tienen alma; por ello no pudo avanzar y lanzó la conclusión de que hay un *principio superior que conecta el calor y el frío*, y que explica que haya una forma geométrica de la materia inerte que, como se puede ver en los copos de nieve, es el hexágono (Schauerhammer, 2002). Más tarde Koch, como adelantamos, describiría perfectamente este fractal.

Nuestros copos de nieve tienen características similares al hexágono regular, pueden ser descompuestos en triángulos equiláteros y todos los ángulos son de 60° o múltiplos del mismo (el triángulo favorito de Leibniz). Esta geometría aparece tanto en el copo entero como en sus ramificaciones. Por ello, algunos copos presentan autosimilitud, característica propia de los fractales.

Parece que todo está relacionado, los fractales tienen explicaciones en diferentes disciplinas como las matemáticas, la física, la química y la biología; podemos afirmar, por tanto, que se trata de un concepto consiliente.

FRACTALES Y SALUD

Sí, pero **¿cómo se relacionan los fractales con la salud? ¿cómo podemos utilizarlos en diseño urbano?** Somos conscientes de que hay una gran cantidad de estudios que recogen evidencias científicas de la relación entre la interacción del uso de espacios naturales, verdes, la interacción con elementos vivos, naturales y la mejora de la salud en sus tres componentes: físico, mental y social (Calaza, 2015, 2016, 2016b). De hecho, se trata de un campo de conocimiento emergente impulsado no solo por el pilar académico, sino por el político, profesional y social. Una de las razones de esta relación son precisamente nuestro objeto de análisis: los fractales.

La OMS considera que el estrés es la "epidemia de salud del siglo XXI", con enfermedades asociadas que van desde la depresión hasta la esquizofrenia (Smith, 2019). Es un hecho que las personas, a medida que se ven más rodeadas de paisajes muy urbanos, antrópicos, artificiales corren el riesgo de desconectarse de las características relajantes que ofrecen los fractales naturales. Para hacer frente a este problema, los diseñadores urbanos como arquitectos del paisaje, ingenieros y arquitectos deben trabajar desde el prisma de la consiliencia y plantear propuestas y diseños basados en el arte y la ciencia de la estética fractal, para ello se debe profundizar en su propia esencia y en buscar alternativas para su integración en nuestros espacios de vida.

Es un hecho que la belleza visual de la naturaleza es profunda. Y esa profundidad viene en parte definida por la complejidad

fractal que induce una experiencia estética. El mundo natural está lleno de patrones fractales que nos calman, nos relajan y nos permiten una vida más tranquila; tienen la característica de combatir los efectos negativos de los entornos antinaturales al introducir patrones naturales fáciles de procesar visualmente que pueden alterar la experiencia de los usuarios de un espacio y pueden disminuir el estrés fisiológico del observador. Según un estudio realizado por Richard Taylor en la Universidad de Oregón, la observación de fractales naturales puede reducir el stress en torno a un 60%. Este autor descubrió que esta reducción se desencadena por una resonancia fisiológica que ocurre cuando la estructura fractal del sistema visual coincide con la de la imagen fractal que se ve (Taylor et al. 2016). Además de proporcionar una comprensión más profunda de la relación del sistema visual con los estímulos visuales de la naturaleza, los estudios de estética fractal tienen el potencial de mejorar el entorno construido (Taylor, 2021).

RELACIÓN ENTRE FRACTALES NATURALES Y SALUD

Por su parte, las aplicaciones de la fluidez fractal (modelo neurocientífico que propone que, a través de la exposición al paisaje fractal de la naturaleza, el sistema visual humano se adaptó para procesar los fractales de manera eficiente) representan una forma fundamental de salutogénesis: el enfoque médico que se centra en los factores que promueven el bienestar mediante el manejo del estrés, la salud y el afrontamiento³ (Antonovsky, 1979). Es importante señalar que, como cita Taylor (2021), en

3 El afrontamiento es un concepto psicológico estudiado en medicina conductual, definido como el conjunto de esfuerzos cognitivos y conductuales orientados a manejar demandas internas o externas que son valoradas por el individuo como desbordantes o amenazantes para su bienestar.

Parques a un paso de click

En busca del tesoro verde www.vivirlosparques.es



Paseos Virtuales

Pasea por el parque que más te guste desde tu ordenador o dispositivo. Más de 65 parques, más de 30 ciudades.



Catálogo de especies

Un amplio inventario de vegetación y fauna de los parques y jardines de España.



Catálogo artístico y cultural

Accede a la información cultural en los espacios verdes.



Herramienta de Educación Ambiental

Yincanas participativas.

¿Qué es Vivir los parques?

Es el gran **escaparate** digital de los parques y jardines españoles. Te acerca la cultura del parque y sus riquezas gracias a sus paseos virtuales, mapas, fichas descriptivas y otras herramientas interactivas de forma fácil e intuitiva.



Elige.
Navega.
Descubre



www.vivirlosparques.es

general, los principales estudios sobre la preferencia por los paisajes naturales pasaron por alto su sutil complejidad al adoptar descripciones vagas como el grado de “naturalidad” (Kaplan y Kaplan, 1982) o por el uso de representaciones simplificadas basadas en formas euclidianas (Attneave, 1955). Resulta clave tener en cuenta que “es necesario comprender la naturaleza del entorno antes de poder comprender la naturaleza del procesamiento visual” (Field, 1987). Por ello, los experimentos caracterizados por los fractales de los entornos naturales representan un gran avance en los estudios de la percepción humana de la naturaleza.

En una investigación dirigida por la investigadora sueca Caroline Hagerhall se utilizaron dispositivos de electroencefalograma (EEG) para medir las ondas cerebrales mientras se veían imágenes fractales. Este equipo descubrió que cuando se expone a un observador a fotos de fractales en la naturaleza, los lóbulos frontales del cerebro producen ondas cerebrales alfa, características de un estado relajado y despierto, (Hagerhall et al., 2018). Esto indica que cuando una persona se siente fatigada o estresada, la mejor terapia podría ser simplemente dar un paseo de 20 minutos al aire libre en la naturaleza observando, como no, fractales, que que reducen significativamente las hormonas del estrés como el cortisol (Hunter, Gillespie and Chen., 2019).

Por otra parte, desde siempre la mente se siente atraída por la simetría (para los griegos, la simetría⁴ no era solo equilibrio visual, sino una ley matemática fundamental que conectaba belleza, orden y universo, expresando armonía, proporción correcta aplicable al cuerpo humano, la arquitectura y la naturaleza, reflejando un orden

cósmico ideal. Buscaban proporciones matemáticas para la belleza ideal, usando medidas exactas y la proporción áurea para lograr armonía y un reflejo del alma equilibrada, de nuevo aparece Fibonacci. Los fractales no dejan de ser repeticiones armoniosas de la naturaleza, alineadas con los planteamientos de la simetría griega.

¿Por qué nos relajamos observando fractales? Nuestra conciencia funciona como un sistema de reconocimiento de patrones que escanea constantemente nuestro entorno, como si fuese un escáner artificial. Los fractales nos relajan ya que facilitan que nuestro cerebro deje de analizar y podamos disfrutar de estos patrones consistentes, nos hacen disfrutar de la vida y de lo que vemos y observamos. Y precisamente eso que observamos debe estar bien configurado y trasladarnos ese sentimiento biofílico. La arquitectura euclidiana (aquella basada en la geometría clásica de Euclides, utilizando formas simples como líneas rectas, cuadrados y ángulos rectos para crear composiciones ordenadas, y armónicas, comunes en las construcciones tradicionales y diseños modernos que buscan claridad) está alejada de patrones naturales. Hay estudios que ponen de manifiesto que la experiencia perceptiva de entornos artificiales/antrópicos, sin fractales, genera cansancio, estrés y tensión. Si incluimos patrones naturales en estos escenarios podremos mejorar la salud; la ciencia ha hablado y ha demostrado que existen tendencias consistentes en la preferencia por los patrones. Los fractales se pueden crear en espacios euclidianos grandes para mitigar el efecto de una frecuencia espacial no natural que puede provocar una tensión visual y malestar (O’Hare y Hibbard, 2011; Ogawa y Motoyoshi, 2020). Somos conscientes



Beneficios de la percepción de fractales en la salud.

de que las personas cada vez pasan más tiempo rodeados de este tipo de arquitectura, que produce tensión visual debido a que se sugiere que el esfuerzo requerido para procesar frecuencias espaciales más artificiales conduce a efectos perjudiciales como mayores tasas de dolores de cabeza (Penacchio y Wilkins, 2015).

Los fractales no dejan de ser grandes impulsores de la estética de la naturaleza, y hay que recordar que prevalecen en estructuras tanto microscópicas como globales en entornos naturales (Mandelbrot, 1982; Taylor, 2021). Además, la propia naturaleza de su repetición (exacta o estadística) y su complejidad influyen también en

las preferencias de su percepción (Taylor et al., 2005, 2011; Taylor y Sprott, 2008; Hagerhall et al., 2015; Bies et al., 2016).

Por tanto, la incorporación de fractales que evocan a la naturaleza puede minimizar el stress de los usuarios, al reducir la tensión cognitiva y visual producida por las frecuencias espaciales artificiales del entorno (Taylor, 2006; Hagerhall et al., 2008; Le et al., 2017). Ello está relacionado con las teorías demostradas que relacionan interacción con elementos naturales y mejora de la salud, como la biofilia (Wilson, 1984), la teoría de la reducción del estrés (Ulrich, 1981; Ulrich et al., 1991; Kellert, 1993) y la teoría de la restauración de la

4 Del griego *summetría*: “acuerdo en dimensiones”.

atención (Kaplan y Kaplan, 1989). En 2019, La Consejería de vivienda de Madrid publicó la obra Vivienda, Hogar y Salud donde se recogen varios artículos para el diseño biofílico tanto en entorno de viviendas como dentro de ellas (Calaza, 2022a,b), un enfoque alineado con los planteamientos de los patrones fractales, recordemos que uno de los recursos de un diseño biofílico son las representaciones o alegorías de patrones naturales.

La psicología como disciplina también se ha centrado en los fractales y el diseño arquitectónico. En esta línea se concluye que la colaboración entre el diseño, la física, la psicología y la tecnología brinda una oportunidad vital para probar y determinar patrones visuales naturales para producir respuestas y experiencias perceptivas óptimas. Mediante la selección de fractales apropiados, se tiene la oportunidad de disminuir la fatiga visual, las tasas de dolor de cabeza y el estrés (O'Hare y Hibbard, 2011; Penacchio y Wilkins, 2015; Le et al., 2017) en un gran porcentaje de espectadores (Bies et al., 2016; Street et al., 2016; Pyankova et al., 2019).

Por último, la sinestesia como fenómeno neurológico en el cual la estimulación de un

sentido conduce automáticamente a una percepción en otro sentido distinto, puede ser inducida por fractales y se posiciona como una interesante posibilidad para el uso y experimentación de los espacios. Si creamos diseños fractales en nuestros entornos de vida, podremos hacer que los usuarios se relacionen en una atmósfera de experiencias estéticas, visuales, sónicas, térmicas e incluso táctiles. Tenemos la posibilidad de vivir en entornos donde mediante el uso de fractales se mejore la salud de forma activa (control del ruido, la temperatura, etc.), y también de forma pasiva con esa mejora del estado de estrés, cansancio y desconexión urbana.

Como afirmaba Francis Bacon: Ipsa scientia potestas est. (El conocimiento en sí mismo es poder). El conocimiento y uso de patrones fractales puede ayudarnos a diseñar y componer entornos de vida, tanto exteriores como interiores, más adaptados a las preferencias estéticas alineadas con la mejora de la salud, utilizando, como no, a la naturaleza.

Recordad, todo está relacionado con todo lo demás, física cuántica, literatura, matemáticas, filosofía, biología, vida...

*Llueve... ¿En qué ayer, en qué patios de Cartago, cae también la lluvia?
Borges (1941). El jardín de los senderos bifurcados.*



Somos verde, somos ciudad



Servicios de mantenimiento y ejecución de obras de infraestructura verde. Servicios especializados de arboricultura. Obras correctoras de impacto ambiental. Proyectos integrales y conservación de áreas de juego infantil.

sorigue.com

soriguē

CREAR · COMPARTIR · PERDURAR

BIBLIOGRAFÍA

Antonovsky, A. (1979). *Health, stress and coping*; JosseyBass Publishers: San Francisco, CA, EE. UU.

Atneave, F. (1955). Symmetry, information and memory for patterns. *Am. J. Psychol.* 68, 209–222.

Bies, A. J., Blanc-Goldhammer, D. R., Boydston, C. R., Taylor, R. P., and Sereno, M. E. (2016). The aesthetic response to exact fractals driven by physical complexity. *Front. Hum. Neurosci.* 10:201.

Calaza Martínez, P. J. (2015). *Ecoplanificación, Vitamina G (Green) y salud pública en el contexto de las ciudades del siglo XXI. Retrato de evidencias científicas.* PARJAP: Revista de la Asociación Española de Parques y Jardines Públicos, págs. 26–37

Calaza Martínez, P. J. (2016a). *Infraestructura verde, salud pública y actividad física. Evidencias de su relación. Caso de estudio: La Coruna, España.*

Calaza Martínez, P. (2016b). *Infraestructura verde. Sistema natural de salud pública.* Ediciones Mundi-Prensa.

Calaza Martínez, P. J. (2017). *Viaje natural desde Phi.* PARJAP, N.º. 85, 2017, págs. 16–23

Calaza Martínez, P. (2022a). *Diseño Biofílico en Espacios Exteriores*, 43–51, en García Cabañero, C. *Vivienda, Hogar y Salud Recomendaciones para una vivienda saludable.* Gerencia de Madrid Salud. Subdirección General de Salud Pública. Ayuntamiento de Madrid.

Calaza Martínez, P. (2022b). *Diseño biofílico en espacios interiores*, 151–158, en García Cabañero, C. *Vivienda, Hogar y Salud Recomendaciones para una vivienda saludable.* Gerencia de Madrid Salud. Subdirección General de Salud Pública. Ayuntamiento de Madrid.

Casío. *División informativa.* (n.d.). *Fractales en copos de nieve.* Accesible desde: <https://www.edu-casio.es/wp-content/uploads/2025/11/Fractales-en-copos-de-nieve.pdf>

Círculo de Poesía (2025). *Borges cuántico. Los senderos se bifurcan.* año 18, No. 950, noviembre de 2025. Editada por Territorio Poético A.C., Azabache 136-A, Lomas del mármol, Puebla, Puebla, Mexico. Accesible desde: <https://circulodepoesia.com/2010/01/borges-cuantico-los-senderos-que-se-bifurcan/>

del Amo, Ignacio. (2013). *La geometría de los copos de nieve. Aproximaciones matemáticas.* Disponible

desde: https://iesrosachacel.net/vox_populi_digital/XXIII/paginas/9.php

Eglash, R. (2002). *African Fractals: Modern Computing and Indigenous Design*; Rutgers University Press: London, UK,.

Field, D.J. (1987). Relationships between the statistics of natural images and the response prop. of cortical cells. *J. Opt. Soc. Am.* 4, 2379–2394.

Graham, D. J., and Field, D. J. (2008). Variations in intensity for representative and abstract art, and for art from eastern and western hemispheres. *Perception* 37, 1341–1352.

Graham, D. J., and Redies, C. (2010). Statistical regularities in art: relations with visual coding and perception. *Vision Res.* 50, 1503–1509. doi: 10.1016/j.visres. 2010.05.002

Hagerhall, C. M., Laike, T., Küller, M., Marcheschi, E., Boydston, C., and Taylor, R. P. (2015). Human physiological benefits of viewing nature: EEG response to exact and statistical fractal patterns. *J. Nonlinear Dyn. Psychol. Life Sci.* 19, 1–12.

Hagerhall, C. M., Laike, T., Taylor, R. P., Küller, M., Küller, R., and Martin, T. P. (2008). Investigations of human EEG response to viewing fractal patterns. *Perception* 37, 1488–1494. Disponible desde: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1068/p5918>

Hunter MR, Gillespie BW and Chen SY-P (2019) *Urban Nature Experiences Reduce Stress in the Context of Daily Life Based on Salivary biomarkers.* *Front. Psychol.* 10:722. doi: 10.3389/fpsyg.2019.00722

Kaplan, R.; Kaplan, S. (1982). *Cognition and Environment: Functioning in an Uncertain World*; Praeger: New York, NY, USA.

Kaplan, R., and Kaplan, S. (1989). *The Experience of Nature: A Psychological Perspective.* New York, NY: Cambridge University Press.

Kellert, S. R. (ed.) (1993). *The Biophilia Hypothesis.* Washington, DC: Island Press.

Le, A. T. D., Payne, J., Clarke, C., Kelly, M. A., Prudenziati, F., Armsby, E., et al. (2017). Discomfort from urban scenes: metabolic consequences. *Landsc. Urban Plan.* 160, 61–68. doi: 10.1016/j.landurbplan.2016.12.003

Mandelbrot, B. B. (1982). *The Fractal Geometry of Nature.* New York, NY: WH Freedman.

O'Hare, L., and Hibbard, P. B. (2011). Spatial frequency and visual discomfort. *Vision Res.* 51, 1767–1777.

Ogawa, N., and Motoyoshi, I. (2020). Differential effects of orientation and spatial-frequency spectra on visual unpleas. *Front. Psy.* 11:1342.

Pearce, Kyle (2024). *Fractals In Nature: Develop Your Pattern Recognition Skills.* Disponible desde: <https://www.mindfulecotourism.com/fractals-in-nature/>

Penacchio, O., and Wilkins, A. J. (2015). Visual discomfort and the spatial distribution of Fourier energy. *Vision Res.* 108, 1–7.

Pyankova, S. D., Chertkova, Y. D., Scobeyeva, V. A., and Chertkova, E. R. (2019). "Influence of genetic factors on perception of self-similar objects," in *Proceedings of the Psychology of Subculture: Phenomenology and Contemporary Tendencies of Development*, (London: Future Academy), 530–537.

Robles, K. E., Roberts, M., Viengkham, C., Smith, J. H., Rowland, C., Moslehi, S., ... & Sereno, M. E. (2021). Aesthetics and psychological effects of fractal based design. *Frontiers in psychology*, 12, 699962.

Schauerhammer, Ralf. (2002). "El copo de nieve de seis ángulos y la geometría pentagonal". Artículo publicado en la revista alemana *Fusión* en la edición de invierno de 2002.

Smith, N. *Employees Reveal How Stress Affects Their Jobs.* *Businessnewsdaily.* Available online: <https://www.businessnewsdaily.com/2267-workplace-stress-health-epidemic-perventable-employee-assistance-programs.html>

Spehar, B.; Clifford, C.; Newell, B.; Taylor, R.P. (2003). *Universal aesthetic of fractals.* *Chaos Graphics.* 37, 813–820.

Street, N., Forsythe, A., Reilly, R. G., Taylor, R. P., Boydston, C., and Helmy, M. S. (2016). A complex story: universal preference vs. individual differences shaping aesthetic response to fractals patterns? *Front. Hum. Neurosci.* 10:213.

Taylor, R. (2003). "Fractal expressionism-where art meets science", in *Art and Complexity* (Amsterdam: Elsevier), 117–144.

Taylor, R. P. (2006). *Reduction of physiological stress using fractal art and architecture.* *Leonardo* 39, 245–251.

Taylor, R.P. (2011). *The Art and Science of Foam Bubbles.* *J. Nonlinear Dyn. Psychol. Life Sci.* 2011, 15, 129–135.

Taylor, R. (2016). *Fractals in psychology and art.* *Disp.* desde: <https://blogs.uoregon.edu/richardtaylor/2016/02/03/human-physiological-responses-to-fractals-in-nature-and-art/>

Taylor, R. P. (2021). *The potential of biophilic fractal designs to promote health and performance: A review of experiments and applications.* *Sustainability*, 13(2), 823.

Taylor, R. P., Micolich, A. P., and Jonas, D. (1999). *Fractal analysis of Pollock's drip paintings.* *Nature* 399:422. doi: 10.1038/20833

Taylor, R., and Sprott, J. (2008). *Biophilic fractals and the visual journey of organic Screen-savers.* *J. Nonlinear Dyn. Psy. Life Sci.* 12, 117–129.

Taylor, R., Spehar, B., Wise, J., Clifford, C., Newell, B., Hägerhäll, C., et al. (2005). *Perceptual and physiological responses to the visual complexity of fractal patterns.* *Nonlinear Dyn. Psychol. Life Sci.* 9, 89–114.

Taylor, R. P., Spehar, B., Van Donkelaar, P., and Hagerhall, C. M. (2011). *Perceptual and physiological responses to Jackson Pollock's fractals.* *Front. Hum. Neurosci.* 5:60.

Ulrich, R. S. (1981). *Natural versus urban scenes: some psychophysiological effects.* *Environ. Behav.* 13, 523–556.

Ulrich, R. S., Simons, R. F., Losito, B. D., Fiorito, E., Miles, M. A., and Zelson, M. (1991). *Stress recovery during exposure to natural and urban environments.* *J. Environ. Psychol.* 11, 201–230.

Viengkham, C., and Spehar, B. (2018). *Preference for fractal-scaling properties across synthetic noise images and artworks.* *Front. Psych.* 9:1439.

Wilson, E. O. (1984). *Biophilia.* Cambridge, MA: Harvard University Press.





El Edén de concreto:

surrealismo, orquideoflora y conservación en el Jardín Escultórico Edward James

El paisaje como manifiesto surrealista

En el corazón de la Sierra Madre Oriental de México, donde la selva alta perennifolia al sureste del estado de San Luis Potosí alcanza su expresión más exuberante, se encuentra un enclave que desafía las convenciones de la arquitectura y el paisajismo tradicional. El Jardín Escultórico Edward James, conocido localmente como “Las Pozas”, no es solo un destino turístico; es un ecosistema de pensamiento, un Monumento Artístico de la Nación y un refugio de biodiversidad que representa la culminación del sueño del artista inglés y mecenas del surrealismo Edward James.

M.en G. Roberto Lara Deras,
Departamento de patrimonio natural, JEEJ

Lic. Mariana Pascual Cáceres,
Directora, JEEJ.

de la selva. Como dijera Lourdes Andrade, “La construcción de James es “penetrable”, se experimenta con el cuerpo. Involucra la vista, el oído, el olfato, el tacto e incluso el gusto, cuando se alarga la mano para cortar una frutilla salvaje. Es una experiencia integral que se da en el espacio y también en el tiempo, en el tiempo del recorrido.” (Andrade, 1997).

I. La Génesis: De la Orquideofilia al Concreto

Para comprender la relevancia actual del Jardín, es necesario analizar su mítica fundacional, la cual está intrínsecamente ligada a la botánica. En el verano de 1945, en uno de sus viajes a México, James visitó la zona de la huasteca potosina en donde además de tener una visión premonitrice que le mostró a México como el lugar ideal para asentarse y admirar la prominente naturaleza de la selva alta perennifolia, también pudo observar, en el jardín de un motel en el que se hospedaba, varias orquídeas de las cuales quedó maravillado. Posteriormente, James se enteró que cerca de ahí, en el pueblo de Xilitla, crecían estas plantas de forma silvestre, información que lo alentaría a regresar a esta zona junto a quien se convertiría en su entrañable amigo y mano derecha, Plutarco Gastélum. Este viaje de regreso a la serranía huasteca en busca de orquídeas silvestres marcaría de por vida no sólo a James y a Gastélum, sino también al pueblo mismo de Xilitla (Macías, V., et al.).

En 1947, James adquirió el predio de una antigua finca cafetalera de Xilitla, atraído por la belleza del arroyo y las pozas naturales que dan nombre al lugar. En su visión inicial, el espacio no fue concebido como un museo de cemento, sino como un “jardín inglés tropicalizado”.

Actualmente, el espacio construido entre las décadas de 1960 a 1984, es gestionado por la Fundación Pedro y Elena Hernández A.C., y consta de un predio de 37 hectáreas donde 9 de ellas han sido declaradas formalmente como Conjunto escultórico de Monumentos Artísticos por el gobierno mexicano desde 2012 (Diario Oficial de la Federación, 2012). Con más 28 estructuras y esculturas de gran formato elaboradas en cemento, este sitio hace del espacio una sucesión de imágenes que comunican la poética surrealista. Edward James, impulsor financiero de artistas como Salvador Dalí, René Magritte y Leonora Carrington, llevó el surrealismo de la bidimensionalidad del lienzo a la tridimensionalidad habitable del paisaje, legando a México un espacio que hasta nuestros días requiere de la imaginación para activarse, tanto como requiere



◀ Figura 1. Edward James y una persona no identificada en el Palacio de Bambú ca. 1970. Fuente: Autor desconocido, sin fecha. Acervo Gastélum/Edward James, Archivo Documental Fundación Pedro y Elena Hernández AC, Ciudad de México, México.

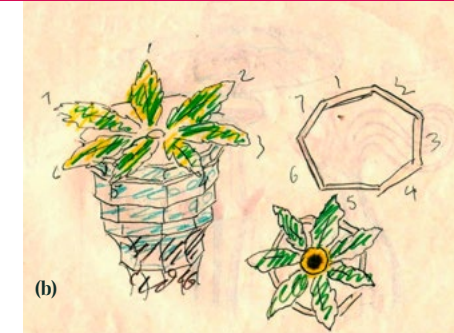
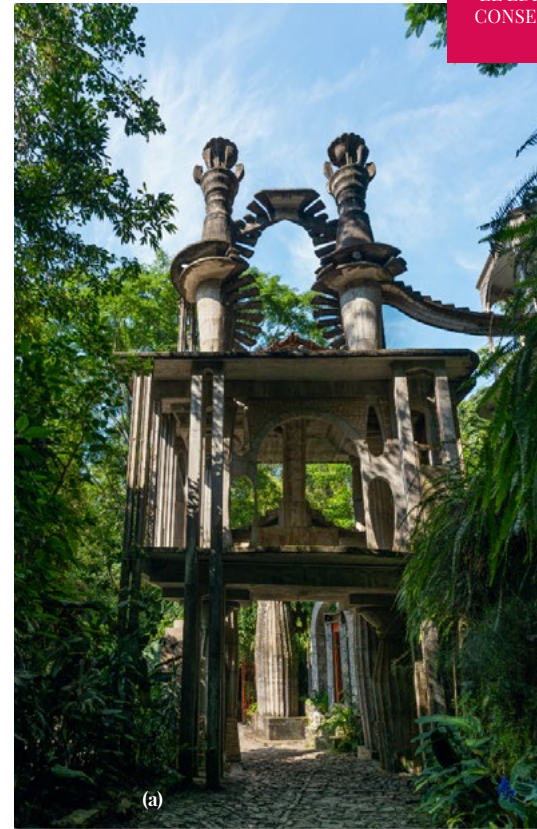
James, cuya pasión por la jardinería se remontaba a su infancia en West Dean, Inglaterra, buscaba crear un santuario para especies exóticas y, sobre todo, para una colección privada de orquídeas (Figura 1). Durante los primeros quince años en el sitio, con ayuda de trabajadores y jardineros, se cultivaban géneros como *Oncidium*, *Phalaenopsis* y *Cattleya*, junto con la especie local *Vanilla fragrans*. James no solo coleccionaba plantas; coleccionaba formas de vida que se integraran a su búsqueda de la belleza absoluta.

Sin embargo, en 1962, un evento climático fortuito cambió el destino del lugar: una helada sin precedentes en la región de Xilitla destruyó gran parte de su colección de orquídeas. Ante la vulnerabilidad de la vida vegetal frente a las inclemencias del tiempo, James decidió que, si la naturaleza podía ser abatida, él construiría un jardín eterno. Fue en ese momento cuando el arte comenzó a imitar a la vida para protegerla y

originar su propio universo. James comenzó la construcción de “orquídeas de concreto”, estructuras monumentales diseñadas para resistir el paso de los siglos, dando inicio a la materialización de “Seclusia”, una ciudad fantástica personal profundamente vinculada al universo onírico de su infancia.

II. El Valor Único Excepcional: Arquitectura y Poética

El Jardín Escultórico Edward James es la única expresión monumental de la corriente surrealista en México. Su importancia radica en cómo actualiza los principios del jardín inglés —el uso de “folies” o estructuras decorativas, entre otras características— pero bajo la gramática del inconsciente. Las estructuras, que alcanzan alturas de hasta 20 metros, como el monumento conocido como “Cinematógrafo” o elementos



▲ Figura 2. Cinematógrafo (a), Boceto de un capitel fitomorfo (b), Terraza de orquídeas (c). Fuente: (a): Google Arts and Culture, Fundación Pedro y Elena Hernández AC, 2021; (b): Copia de un cuaderno con bocetos atribuidos a Edward James. Sin título, sin fecha, Acervo Gastélum/Edward James, Archivo Documental Fundación Pedro y Elena Hernández AC, Ciudad de México, México; (c): Fotografía de Carlos Aranda, 2024.

ornamentales como columnas con capiteles creados para imitar la vegetación o para contener vegetación que se integra sinuosamente, en la construcción de nuevos y paradójicos espacios (Figura 2).

Podemos encontrar influencias claras de la plástica contemporánea al artista: las escaleras que no conducen a ningún sitio recuerdan las perspectivas imposibles de

M.C. Escher; los nichos y ventanas que enmarcan la selva evocan la mística de Leonora Carrington; y la descontextualización de elementos arquitectónicos clásicos tiene un eco innegable en la obra de René Magritte. Extravaganzas, conjuntos de columnas, flores de loto gigantes y arcos góticos se funden en un entorno donde el sujeto habita un mundo onírico (Figura 2.1).

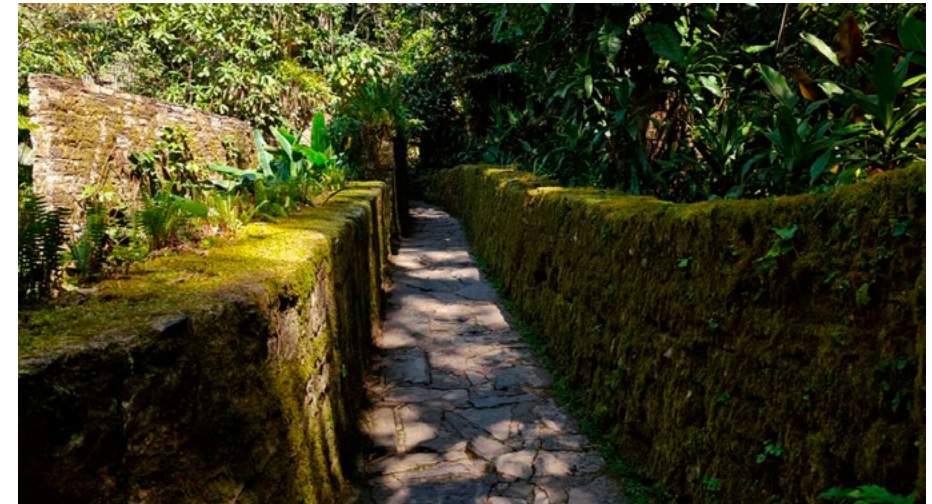


(a)



(b)

▲ Figura 2.1. Una orquídea de cemento en la Terraza de Cabaña Don Eduardo (a). Arcos góticos, elementos con inspiración medieval. (b). Fuente: (a): Fotografía de Roberto Lara Deras; (b): Fotografía de Cayetano Mendoza Angeles



▲ Figura 2.2. Andador que conecta Plaza Don Eduardo con la Casa de 3 pisos que podrían ser 5. Fuente: Fotografía de Cayetano Mendoza Angeles.

Asimismo, un aspecto técnico y estético fundamental es el uso de la piedra laja en la construcción de “muro seco”, una técnica constructiva vernácula de la región Huasteca que James integró para la contención de laderas y la creación de senderos. Esto demuestra que, a pesar de su carácter fantástico, el Jardín está profundamente anclado en su territorio, utilizando materiales y mano de obra local (dirigida por su mano derecha, Plutarco Gastélum) para dar vida a las estructuras de cemento (Figura 2.2).

III. El Jardín como Organismo Vivo

A diferencia de otros monumentos artísticos, Las Pozas es un “museo vivo”. Su relevancia no reside únicamente en el objeto inanimado, sino en cómo este interactúa

con el bosque tropical perennifolio. El diseño del paisaje está estrechamente ligado a la riqueza de la orquideoflora del centro de México. El municipio de Xilitla reúne la mayor diversidad de especies de orquídeas en el estado de San Luis Potosí, con 67 especies registradas hasta la fecha.

El Jardín actúa como un refugio estratégico que resguarda 22 de estas especies, incluyendo algunas que no sólo son endémicas, sino que también se encuentran protegidas por la legislación mexicana, bajo alguna categoría de riesgo ambiental dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059 como son *Chysis bractescens* (Amenazada), *Stanhopea tigrina* (Amenazada), y *Vanilla planifolia* (Sujeta a protección especial) (Figura 3).

Este aspecto de la conservación ecológica confiere también al espacio el valor uni-



▲ Figura 3. *Chysis bractescens* (a), *Stanhopea tigrina* (b), *Vanilla planifolia* (c). Fuente: a, b y c: Fotografías de Roberto Lara Deras.

versal excepcional desde el punto de vista estético o científico (Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural, 1972). Durante la temporada de lluvias, las caídas de agua naturales se acrecientan, rugiendo entre las esculturas y modificando la acústica y la humedad del sitio. En los meses más secos, la flora epífita —bromelias y orquídeas que crecen directamente sobre el concreto— se vuelve la protagonista, “activando” visualmente las estructuras y recordándonos que el arte de James sirve como soporte para la vida.

IV. Gestión y Conservación: La Misión de la Fundación Pedro y Elena Hernández

Desde que la Fundación Pedro y Elena Hernández A.C. (FPyEH) adquirió el predio en 2006, la gestión del sitio ha pasado de ser un espacio recreativo singular para convertirse en un modelo de conservación

de patrimonio mixto para la región. La misión de FPyEH es lograr la conservación del patrimonio artístico sin comprometer la integridad de la biodiversidad que lo rodea.

Para ello, se ha implementado un Plan de Manejo que regula los aspectos de la operación. Entre las medidas más significativas destacan:

1. **Capacidad de Carga y Flujos:** El acceso está controlado para evitar la degradación del suelo y las estructuras. Los recorridos son unidireccionales y siempre acompañados por guías certificados, garantizando una experiencia educativa y respetuosa.
2. **Manejo de Orquídeas:** Se realizan acciones de rescate, reproducción y reintroducción de orquídeas. El Orquideario “Marina Llamazares” —nombrado en honor a la esposa de Plutarco Gastélum, quien fue la gran cuidadora histórica de la colección viva— es su proyecto más reciente.

3. **Ciencia Ciudadana:** El Jardín es un referente en el uso de la plataforma Naturalista. A través del proyecto “Biodiversidad del Jardín Escultórico Edward James”, el personal del sitio y los visitantes han registrado más de 1,300 especies biológicas, creando una base de datos abierta y colaborativa que ayuda a identificar y difundir la riqueza biótica del lugar.

V. La Ruta de la Orquídea: Una Alianza Nacional

Una de las iniciativas más recientes y prometedoras que lidera la Fundación, en colaboración con el Museo de la Orquídea de Coatepec, Veracruz, es la creación de la Ruta de la Orquídea. Este ambicioso proyecto busca integrar tres pueblos de México en una red de turismo orquideófilo de alto nivel.

La Ruta de la Orquídea tiene como objetivo diversificar la oferta turística, promoviendo un modelo de viaje consciente donde la botánica sea el eje conductor. Esta colaboración ha permitido también lograr, apenas en noviembre de 2025, la declaración del 21 de marzo como el Día Nacional de la Orquídea en México, una fecha que sirve para generar conciencia sobre la fragilidad de estas plantas y la importancia de no extraerlas de sus hábitats naturales. Para el Jardín Escultórico, ser parte de esta ruta es una extensión natural de su vocación fundacional: el sitio que nació para proteger orquídeas ahora lidera su conservación a escala nacional.



▲ Figura 6. Programa EcoeducARTE en el Jardín Escultórico Edward James Las Pozas. Fuente: Fotografía de Ana Emaly Guzmán.

VI. El Futuro: Restauración y Conocimiento

Actualmente, la Fundación entiende que la conservación es imposible sin la participación de la comunidad local. El programa **EcoeducARTE** es el puente entre el arte y la educación ambiental. A través de este programa, estudiantes de diversos niveles educativos visitan el Jardín para entender la relación entre la biodiversidad y la expresión artística (Figura 6).

La divulgación también se fortalece mediante la exhibición permanente de pinturas sobre lajas elaboradas por talentos de Xilitla. Esta integración de las artes plásticas locales con el entorno monumental de James crea un diálogo cultural que refuerza la identidad del municipio como la capital del surrealismo en México.

Hoy por hoy, los retos de establecer un plan de manejo para un conjunto de estructuras de concreto en un ambiente de bosque tropical son inmensos. El estudio de las cimbras, la contención de la corrosión y la limpieza de la pátina biológica sin dañar los ecosistemas son procesos que el Jardín está documentando para compartir con la comunidad internacional de restauradores y paisajistas.

La visión hacia el futuro es clara: el Jardín Escultórico Edward James debe seguir siendo ese espacio donde lo imposible se vuelve tangible. Un lugar donde la improvisación y la creatividad de un artista inglés se encuentran con un apropiado manejo técnico para preservar uno de los paisajes más hermosos del planeta.

Referencias.

Alfaro, C.; Ramírez, T.; Fortanelli, M.; Salazar, G.; Castillo, H.; de Nova, J.; Casillo, P. (2021). Orquídeas de Xilitla S. L. P. Catálogo. Segunda Edición. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Andrade, L. (1997). Arquitectura Vegetal. La casa deshabitada y el fantasma del deseo.

Artes de México, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. p. 42.

Chase, M. W., Cameron, K. M., Freudenstein, J. V., Pridgeon, A. M., Salazar, G., van den Berg, C., & Schuiteman, A. (2015). An updated classification of Orchidaceae. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 177(2), 151–174.

Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural. (publicado en París, Francia 1972). recuperado de: <https://www.unesco.org/es/legal-affairs/convention-concerning-protection-world-cultural-and-natural-heritage#item-4> fecha de consulta: 17 de febrero del 2026

Diario Oficial de la Federación. (2012). ACUERDO número 658 por el que se declara monumento artístico el Conjunto Escultórico de Xilitla. recuperado de: https://diariooficial.segob.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5280845&fecha=30/11/2012#gsc.tab=0. fecha de consulta: 17 de febrero del 2026.

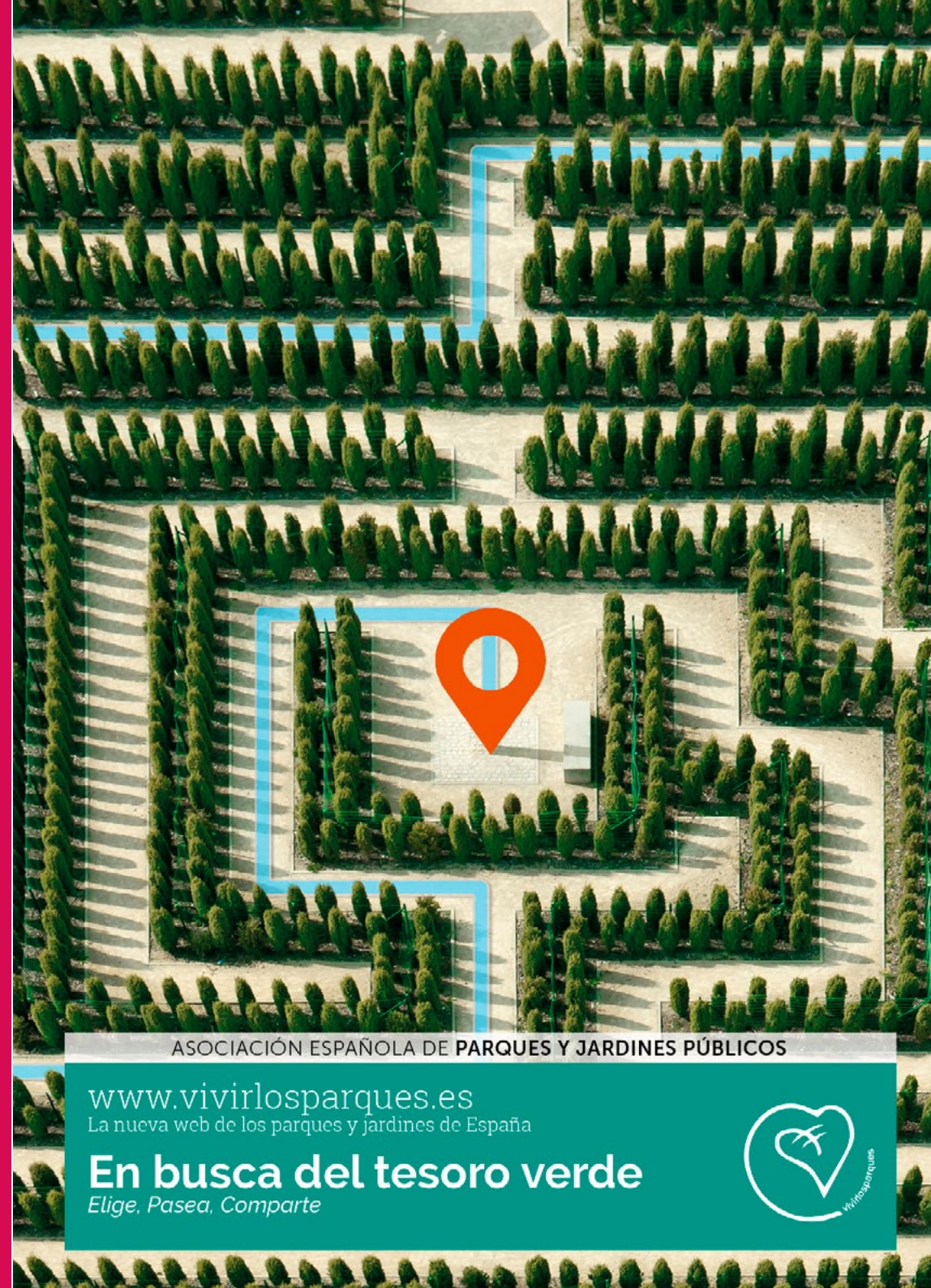
Dressler, R. L. (1993). *Phylogeny and classification of the orchid family*. Cambridge University Press.

Hágsater, E., Soto Arenas, M. A., Salazar, G. A., Jiménez Machorro, R., López Rosas, M. A., & Dressler, R. L. (2005). *Las orquídeas de México*. Instituto Chinoín.

Macías, V. y Escalera, X. (2019). *Edward James y Xilitla*. Fundación Pedro y Elena Hernández A. C.

Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

SEMARNAT. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental—Especies nativas de México de flora y fauna silvestres.



ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE PARQUES Y JARDINES PÚBLICOS

www.vivirlosparques.es
La nueva web de los parques y jardines de España

En busca del tesoro verde
Elige. Pasea. Comparte





ESPACIOS DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE URBANA FRENTE A EPISODIOS DE OLAS DE CALOR

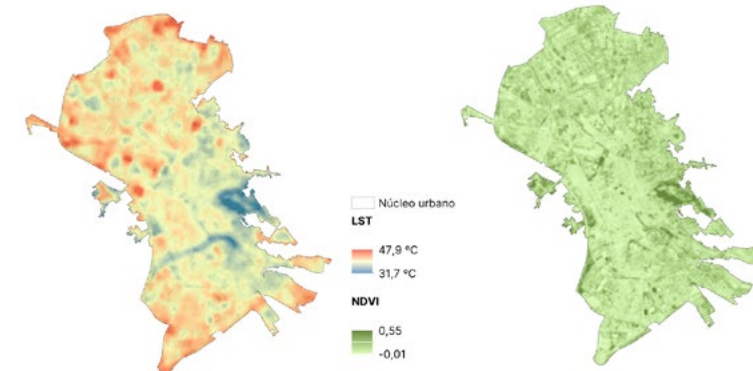
EL CALOR QUE NOS AMENZA.

La sostenibilidad y la mitigación del cambio climático se han convertido en retos ineludibles para las ciudades del siglo XXI. Los modelos urbanos heredados del pasado hacen necesario repensar la planificación para avanzar hacia entornos más habitables, saludables y resilientes frente a los nuevos escenarios climáticos. Y es que cada vez son más frecuentes los episodios meteorológicos extremos que alteran de forma significativa la vida urbana, desde lluvias torrenciales hasta olas de calor prolongadas que ponen a prueba la resistencia de los espacios públicos y la salud de la población.

Tras este aumento general de fenómenos extremos, el calor se ha convertido una de las amenazas más persistente y silenciosa para las ciudades mediterráneas. En este contexto, la región mediterránea se sitúa entre las

Manuel José Delgado Capel

Doctor por la Universidad de Granada en el Programa de Doctorado en Biología fundamental y de sistemas. Especialidad: Ciencias Ambientales - Infraestructura verde urbana.



▲ Figura 1. Mapas de temperatura superficial del suelo, LST (izquierda) e índice de vegetación de diferencia normalizada, NDVI (derecha), del núcleo urbano de Granada, generados a partir de datos satelitales Landsat 8/9. Estas imágenes permiten visualizar cómo se representan la temperatura superficial y la cobertura vegetal en la ciudad durante los episodios de calor.

más vulnerables del planeta: las temperaturas aumentan, las olas de calor son más intensas, recurrentes y duraderas, y las ciudades, por su estructura compacta y la limitada disponibilidad de espacio para incorporar o ampliar zonas verdes, sufren especialmente sus efectos. De hecho, las previsiones en el arco mediterráneo son críticas a corto plazo, donde se espera un incremento de la temperatura de 2,2 °C para 2040. De acuerdo con las proyecciones para la Península Ibérica, se estima que, a medio plazo (2046–2065), tanto la recurrencia como la duración de los episodios de olas de calor podrían incrementarse entre 2 y 4 veces respecto a las condiciones actuales.

En este escenario, las áreas de infraestructura verde urbana se perfilan como una herramienta clave de adaptación frente a estos episodios extremos, ya que actúan como amortiguadores térmicos naturales, capaces de reducir las temperaturas superficiales, mejorando las condiciones de confort ambiental y habitabilidad.

INDICADORES PARA MEDIR LA EFICACIA TÉRMICA DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE URBANA.

El análisis de la capacidad de los espacios que integran la infraestructura verde urbana (IVU) para amortiguar los impactos de las olas de calor puede realizarse, entre otros enfoques posibles, mediante dos indicadores complementarios. Por un lado, se evalúa el grado de vegetación o cobertura del suelo mediante el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI, por sus siglas en inglés), que permite medir de forma eficiente la “intensidad de lo verde” o la presencia de vegetación en un área determinada de la IVU. Por otro lado, se analiza en esa misma zona la temperatura superficial terrestre (LST, por sus siglas en inglés), cuyos valores reflejan las propiedades térmicas de la superficie al detectar variaciones en la reflectancia espectral entre zonas construidas o impermeables y las cubiertas de vegetación, suelo o tierra desnuda (Figura 1). De este modo, es posible observar una correla-

ción entre el NDVI y la LST: las áreas con mayor cobertura vegetal (valores altos de NDVI) tienden a registrar temperaturas superficiales más bajas (valores más bajos de LST). En consecuencia, una correlación negativa más intensa entre ambos indicadores refleja una mayor capacidad de enfriamiento durante los episodios de calor extremo. Este enfoque permite comparar el rendimiento térmico de las distintas tipologías de áreas de IVU y determinar cuáles resultan más eficaces en la amortiguación del calor extremo y en la mejora del confort térmico durante las olas de calor.

Un aspecto especialmente relevante es llevar este análisis de la eficacia térmica un paso más allá, evaluando la influencia de los principales factores estructurales de las áreas de la IVU (diseño, tamaño y composición superficial) en su capacidad para mitigar los efectos de las olas de calor. No todos los espacios verdes enfrían igual: los elementos estructurales y materiales que los conforman influyen de manera decisiva en su capacidad para mitigar el calor. Identificar las tipologías más eficientes permite optimizar las estrategias locales de planificación, gestión y mantenimiento de las áreas de la IVU, garantizando que estos espacios cumplan de manera efectiva su función como reguladores microclimáticos en la matriz urbana.

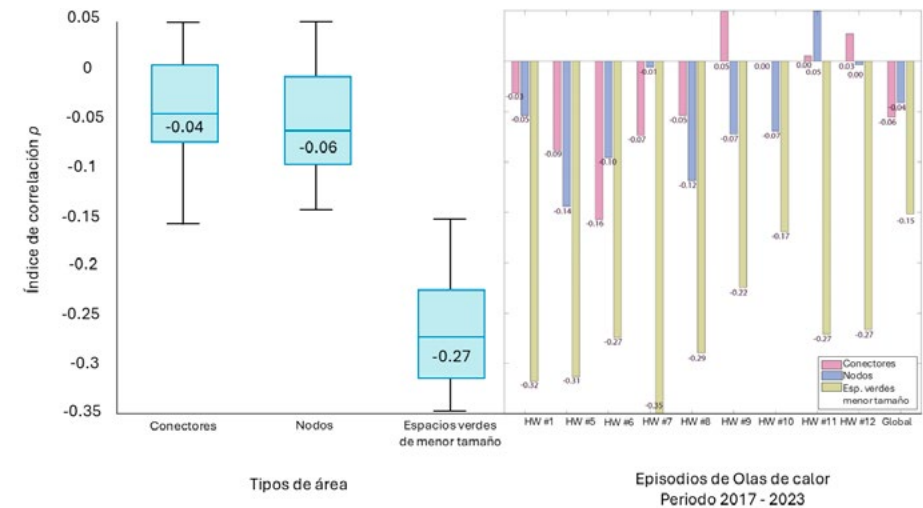
EVIDENCIAS DEL EFECTO TÉRMICO DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE URBANA: EL CASO DE GRANADA.

En Granada, donde el verano se mide en grados y en sombras, la infraestructura verde urbana constituye una solución basada en la naturaleza clave frente al calor extremo. En esta ciudad, la red de

espacios que conforman la IVU (definida por primera vez con entidad propia en Delgado y Cariñanos., 2020) sirvió de base para el presente análisis. Sobre ella se evaluaron los parámetros LST y NDVI para cada una de las áreas de la IVU, obtenidos a partir de imágenes satelitales OLI/TIRS procedentes de los satélites Landsat 8 y 9, correspondientes a las fechas de los episodios de olas de calor registrados en la ciudad entre 2017 y 2023.

Los resultados de los análisis de correlación entre LST y NDVI se agruparon por tipos de áreas definidos en la propuesta de IVU previamente referida, diferenciando entre nodos (áreas de tamaño medio, con superficies comprendidas entre 10.000 y 100.000 m², que incluían parques urbanos o áreas de matorrales densos o praderas), conectores (áreas con distribución espacial lineal, tales como avenidas, bulevares o paseos peatonales con árboles y vegetación situados en los laterales o en el eje central) y el resto de pequeños espacios verdes (con superficies inferiores a 10.000 m²) distribuidos de forma heterogénea a lo largo de la matriz urbana.

Se observó como estos últimos, los pequeños espacios verdes dispersos por el entramado urbano, desempeñan un papel clave en la mitigación de los impactos de las olas de calor, especialmente en ciudades mediterráneas de tamaño medio y estructura compacta, como es el caso de Granada. Estos espacios de menor extensión demostraron una capacidad de enfriamiento superior frente a temperaturas extremas, tanto en comparación con los nodos como con los conectores de la red de IVU, tal como evidenciaron los análisis de correlación entre LST y NDVI realizados para cada una de las tipologías analizadas (Figura 2).



▲ Figura 2. Resultados de la correlación de Spearman entre LST y NDVI por tipologías de áreas de infraestructura verde urbana y para cada uno de los episodios de olas de calor analizados. Las correlaciones negativas más intensas se asocian a una mayor capacidad de amortiguamiento térmico frente a las olas de calor.

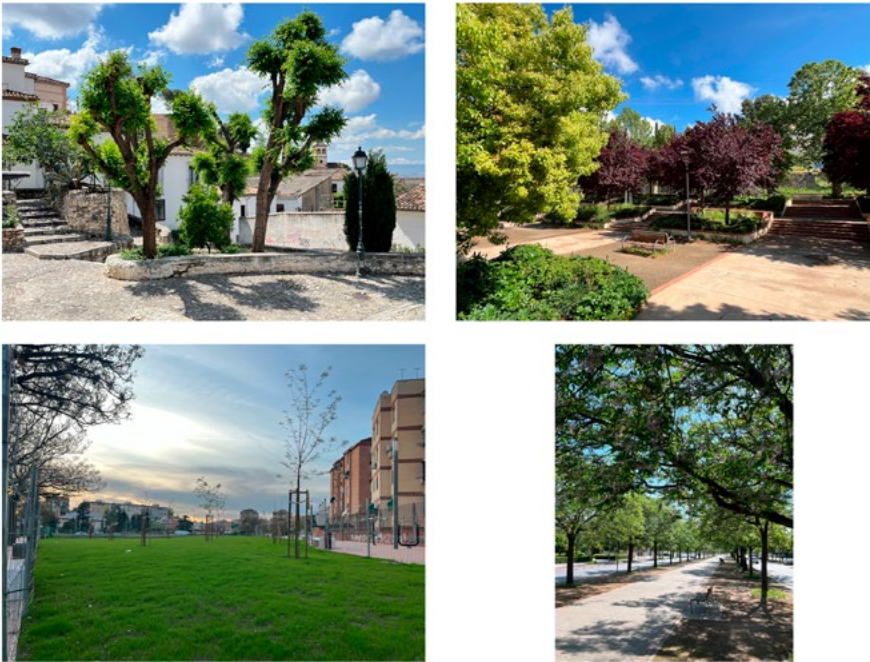
En conjunto, los espacios verdes de menor tamaño mostraron un mayor potencial para reducir la temperatura superficial (LST) en su entorno inmediato, contribuyendo de forma significativa a mejorar el ambiente térmico urbano, especialmente en zonas de tejido muy compacto y con altas limitaciones para la creación o expansión de nuevas áreas verdes.

ESPACIOS DE MEJOR RENDIMIENTO

Como ya se ha mencionado, los resultados confirmaron el papel significativo de los pequeños espacios verdes públicos por su notable capacidad para amortiguar los impactos de las olas de calor,

reflejada en una correlación negativa más acusada entre los valores de LST y NDVI durante los episodios de olas de calor analizados. En el caso de Granada, los pequeños espacios verdes identificados se agruparon en cuatro tipologías principales (Imagen 1):

- Plazas y parques tradicionales, generalmente formados por pavimentos semipermeables de empedrado color claro (adoquines, cantos rodados, grava o guijarros) con espacios porosos intersticiales, con presencia de arbolado y pequeñas áreas ajardinadas con arbustos dispersos.
- Parques y jardines de pequeño tamaño, principalmente ocupados por arbolado, setos y combinaciones de



▲ Imagen 1. Ejemplos representativos de las cuatro tipologías de pequeños espacios verdes identificadas en el estudio: Plazas y parques tradicionales (arriba izquierda); Parques y jardines de pequeño tamaño (arriba derecha); Zonas verdes o espacios públicos ocupados principalmente por vegetación herbácea o césped (abajo izquierda); Áreas peatonales y de tránsito (abajo derecha).

pavimentos permeables e impermeables, pudiendo incluir senderos, zonas de juego o espacios para prácticas deportivas.

- Áreas peatonales y de tránsito distribuidas por la ciudad, caracterizadas por la presencia de árboles y pavimentos predominantemente impermeables, como losas, asfalto, hormigón o, en algunos casos, superficies de caucho.

- Zonas verdes o espacios públicos principalmente ocupados por vegetación herbácea o césped, con vegetación dispersa de carácter ornamental o estructural (árboles o arbustos).

Al analizar los componentes específicos de estas áreas de la IVU mediante modelos de regresión ordinal, se observó que el arbolado desempeña un papel determinante en la reducción de la probabilidad de alcanzar valores elevados de tempe-



▲ Imagen 2. Elementos con mayor capacidad de atenuación térmica (de izquierda a derecha): arbolado, pavimentos tradicionales de alto albedo con empedrados y porosidad intersticial, y coberturas arbustivas (matorral, vegetación arbustiva y setos).

▼ Imagen 3. Ejemplo de zona verde o espacio público principalmente ocupado por vegetación herbácea o césped, con vegetación dispersa de carácter ornamental o estructural (árboles o arbustos).

ratura superficial. De forma complementaria, los pavimentos empedrados de alto albedo también demostraron un notable potencial para disminuir la acumulación térmica, en mayor medida gracias a su capacidad de reflejar la radiación solar incidente (Imagen 2).

Sin embargo, ciertos tipos de cobertura superficial dominados por especies herbáceas o césped mostraron un incremento en la probabilidad de registrar valores más altos de LST bajo condiciones de mayor estrés térmico. Este comportamiento puede explicarse por su vulnerabilidad frente a la sequía y al estrés hídrico prolongado. De hecho, en lo relativo a las tipologías de áreas analizadas, los modelos de regresión ordinal mostraron que las zonas verdes públicas dominadas por vegetación herbácea o césped, con árboles y arbustos dispersos (Imagen 3), presentaron la menor capacidad para mantener





▲ Imagen 4. Ejemplo de plaza tradicional, con pavimentos semipermeable de empedrado con espacios porosos intersticiales, con presencia de arbolado y pequeñas áreas ajardinadas con arbustos dispersos.

la temperatura superficial por debajo de los 41 °C, es decir, la peor capacidad de amortiguación térmica dentro del conjunto de tipologías estudiadas.

En cambio, las plazas y parques tradicionales (Imagen 4) destacaron por su mayor eficacia frente a los episodios de olas de calor, seguidas por los parques y jardines de pequeño tamaño y, en tercer lugar, por las áreas peatonales con árboles y pavimentos principalmente impermeables. En todos los casos analizados, las plazas y parques tradicionales presentaron asociaciones estadísticas más sólidas y significativas, lo que sugirió una capacidad superior para reducir la probabilidad de alcanzar valores elevados de LST y, en consecuencia, una mayor eficacia para amortiguar el estrés térmico urbano.

En definitiva, los resultados confirmaron que las configuraciones mixtas que integran arbolado, pavimentos tradicionales de alto albedo y vegetación arbustiva optimizan el comportamiento térmico de las áreas de la IVU bajo condiciones extremas de calor. La incorporación de estos patrones de composición en la planificación y gestión de los espacios verdes urbanos, tanto nuevos como existentes, se perfila como una estrategia eficaz de adaptación al reto climático que afrontan las ciudades mediterráneas actuales.

EL SIGUIENTE PASO: RECOMENDACIONES.

Mirar hacia el futuro implica ampliar la mirada más allá de los datos y avanzar

hacia un enfoque en el que la ciencia y la planificación dialoguen de forma real y productiva. Para comprender y potenciar la eficacia de la infraestructura verde urbana frente a los impactos derivados de las olas de calor, es necesario profundizar en los aspectos biológicos, como la selección de especies, su fenología y su capacidad de adaptación, así como promover una gestión más consciente del posible aprovisionamiento de diservicios ecosistémicos (desde la emisión de polen hasta la introducción de especies invasoras o los costes de mantenimiento asociados).

Además de atender a la interacción entre las variables ecológicas, también es esencial considerar otras que también definen el microclima urbano, como las variables físicas o las vinculadas al diseño y la arquitectura, especialmente en las intervenciones de reacondicionamiento de las ciudades, ya que inciden directamente en las condiciones de ventilación y sombreado en la matriz urbana. Integrando todos estos factores con los avances más recientes en teledetección y modelización urbana, hoy es posible interpretar la ciudad como un sistema vivo, en el que cada elemento interactúa con el entorno y contribuye activamente a su equilibrio. En este marco, la tecnología ya posibilita la generación de modelos predictivos que pueden convertirse en herramientas clave para diseñar redes de espacios verdes más eficientes, anticipar escenarios de estrés térmico y reforzar la resiliencia climática urbana.

Los resultados del estudio subrayan la necesidad de priorizar tipologías de alto rendimiento térmico, como las plazas

y parques tradicionales, cuyo comportamiento frente a las olas de calor ha demostrado ser especialmente eficaz. Promover configuraciones de áreas verdes eficientes, constituye una recomendación sólida para las políticas urbanas de adaptación climática. Del mismo modo, los resultados invitan a evitar estrategias basadas únicamente en la expansión indiscriminada de superficies dominadas por césped o herbáceas. Estas cubiertas, aunque visualmente atractivas, no siempre aportan beneficios térmicos significativos en contextos mediterráneos y pueden implicar un alto coste hídrico y de mantenimiento. Reforzar la idea de que “no todo lo verde enfría” es fundamental para orientar decisiones más informadas y sostenibles.

Un modelo urbano más eficiente frente al cambio climático requiere un enfoque holístico y multidisciplinario, capaz de conectar lo pequeño con lo global, desde la pequeña zona verde que ofrece refugio térmico hasta la escala de ciudad. Este enfoque debe inspirarse en conceptos integradores, como el urbanismo consiliente, que promueve modelos urbanos adaptativos y sostenibles, capaces de articular los conocimientos y valores de distintas disciplinas con el propósito de mejorar la habitabilidad de las ciudades. Al mismo tiempo, resulta imprescindible una planificación urbana centrada en las personas, que fomente la innovación en arquitectura y en ingeniería de materiales, y oriente más esfuerzos hacia la optimización del papel y el protagonismo de la infraestructura verde urbana al servicio de la sociedad, en el contexto climático y ambiental actual y futuro.

Bibliografía

1. Bartesaghi Koc, C.; Osmond, P.; Peters, A. Evaluating the cooling effects of green infrastructure: A systematic review of methods, indicators and data sources. *Sol. Energy* 2018, 166, 486–508.
2. Cook, M.; Schott, J.R.; Mandel, J.; Raqueno, N. Development of an Operational Calibration Methodology for the Landsat Thermal Data Archive and Initial Testing of the Atmospheric Compensation Component of a Land Surface Temperature (LST) Product from the Archive. *Remote Sens.* 2014, 6, 11244–11266
3. Delgado-Capel, M.; Cariñanos, P. Towards a Standard Framework to Identify Green Infrastructure Key Elements in Dense Mediterranean Cities. *Forests* 2020, 11, 1246.
4. Delgado-Capel, M.J.; Cariñanos, P.; Escudero-Viñolo, M. Capacity of Urban Green Infrastructure Spaces to Ameliorate Heat Wave Impacts in Mediterranean Compact Cities: Case Study of Granada (South-Eastern Spain). *Land* 2023, 12, 1076
5. Delgado-Capel MJ, Egea-Cariñanos P, Cariñanos P. Assessing the Relationship between Land Surface Temperature and Composition Elements of Urban Green Spaces during Heat Waves Episodes in Mediterranean Cities. *Forests*. 2024; 15(3):463.
6. Falasca, S.; Ciancio, V.; Salata, F.; Golasi, I.; Rosso, F.; Curci, G. High albedo materials to counteract heat waves in cities: An assessment of meteorology, buildings energy needs and pedestrian thermal comfort. *Build. Environ.* 2019, 163, 106242
7. Hatvani-Kovacs, G.; Bush, J.; Sharifi, E.; Boland, J. Policy recommendations to increase urban heat stress resilience. *Urban Clim.* 2018, 25, 51–63.
8. MedECC: Risks Associated to Climate and Environmental Changes in the Mediterranean Region. Available online: <https://www.medecc.org/mececc-booklet-isk-associated-to-climate-and-environmental-changes-in-the-mediterranean-region/> (accessed on 3 October 2025).
9. Pereira, S.C.; Marta-Almeida, M.; Carvalho, A.C.; Rocha, A. Heat wave and cold spell changes in Iberia for a future climate scenario. *Int. J. Climatol.* 2017, 37, 5192–5205.
10. Salata, F.; Golasi, I.; Petitti, D.; de Lieto Vollaro, E.; Coppi, M.; de Lieto Vollaro, A. Relating microclimate, human thermal comfort and health during heat waves: An analysis of heat island mitigation strategies through a case study in an urban outdoor environment. *Sustain. Cities Soc.* 2017, 30, 79–96.
11. Tsoka, S.; Tsikaloudaki, A.; Theodosiou, T. Analyzing the ENVI-met microclimate model's performance and assessing cool materials and urban vegetation applications—A review. *Sustain. Cities Soc.* 2018, 43, 55–76

Nutrientes orgánicos y minerales. El equilibrio perfecto para el césped.

GRONAMIC®



NUEVA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE LA INFESTACIÓN DE LA PROCESIONARIA DEL PINO EN CIUDADES:

Agradecimientos:

A Antonio Ballesteros Vázquez (Licenciado en CC Ambientales, analista de datos en INFFE, s.l.) por su trabajo de campo y aporte de sugerencias. A la empresa Valoriza por su colaboración y predisposición.

Autores:

Alberto Hurtado Hernández
Ingeniero forestal. Jefe de equipo técnico de INFFE, S.L. Ingeniería para el Medio Ambiente. albertohh@inffe.es

Francisco Javier Gimeno López. Ingeniero forestal y Licenciado en CC Ambientales. Técnico de proyectos en INFFE, S.L. javiergl@inffe.es

Esteban Domínguez de la Calle. Ingeniero Agrónomo. Jefe de Servicio de Medio Ambiente, Parques y Jardines y Limpieza del Ayuntamiento de Majadahonda. EDomínguez@majadahonda.org

Maitane Mendieta Ochoa. Ingeniera Agrónoma. Técnico de Parques y Jardines del Ayuntamiento de Majadahonda. mmendieta@majadahonda.org

Jose Carlos Miranda. Doctor Ingeniero de Montes en Investigación Forestal Avanzada por la Universidad Politécnica de Madrid. Jc.miranda@upm.es

y Luis Hiernaux Candelas. Ingeniero de montes. Director de INFFE, S.L. luishc@inffe.es



CASO MAJADAHONDA

Gracias al servicio pionero de Asistencia Técnica para el control de Plagas y Enfermedades (ATPE) del Ayuntamiento de Majadahonda iniciado en el 2021, se presenta un sistema de grados de infestación de la procesionaria del pino adaptado a los espacios verdes urbanos.

Esta categorización existía únicamente a nivel forestal, cuyo sistema de evaluación no resulta útil en la ciudad ya que esta plaga representa un problema para la salud humana y no para el árbol, por lo que se eleva el nivel de exigencia. El uso de estos grados modula la gestión necesaria para el control de la plaga y se presenta como una herramienta práctica, objetiva y con base técnica que se puede adaptar a cada caso en función de sus particularidades.

INTRODUCCIÓN

En el ámbito urbano el principal efecto negativo que presenta la procesionaria del pino (*Thaumetopea pityocampa*) es el originado por los pelos urticantes de sus orugas^{1,2}, que pueden llegar a causar problemas de salud fundamentalmente entre los meses de febrero y marzo, cuando éstas bajan a enterrarse. Estos pelos contienen una toxina que puede afectar tanto por contacto directo con la oruga como por el aire³, lo que aumenta el riesgo de exposición. También representa un peligro para las mascotas, especialmente los perros que pueden sufrir lesiones graves en la boca, lengua y garganta e incluso la muerte⁴.

En medios urbanos el conflicto con la plaga está relacionado con la salud humana y animal, ya que las defoliaciones son bajas debido a la intervención del hombre⁵. El calentamiento global hace que cada vez las condiciones le sean más favorables a esta especie, con inviernos más suaves y primaveras más cálidas, favoreciendo un claro repunte de sus poblaciones (sobreviviendo más orugas de las que tocaría) a la par que su ciclo biológico⁶ es cada vez más impredecible (observándose 2 picos máximos de vuelo en vez de uno entre otras cosas).

Anualmente, el servicio de jardinería del municipio de Majadahonda realiza acciones para el control de la plaga, que van desde los tratamientos por pulverización y eliminación manual de bolsones con pértigas y plataforma elevadora, hasta ensayos con confusión sexual⁷ que se realizaron el año 2020 en el Pinar del Reventón.

La presencia de la procesionaria, por lo tanto, exige medidas de control acordes a

la tipología de cada espacio, y el establecimiento de un programa de gestión integrada, combinando los diferentes medios disponibles de manera estratégica.

METODOLOGÍA

Desarrollo conceptual del grado de infestación urbana

El reto de crear unos grados de infestación acordes a las necesidades de la ciudad, radica en que deben cumplir múltiples objetivos. Deben ser de sencilla y rápida aplicación (bajo coste), no variar con cambios de densidad del arbolado y además ser comparable entre rodales y sucesivas campañas.

Para la obtención del grado urbano definitivo adaptado a cada ciudad, se ha seguido el siguiente flujo de trabajo que consta de cuatro fases para construirlo:

1) Rodalización:

Creación de rodales de las masas susceptibles de ser afectados (pinos y cedros). Los rodales contarán con características homogéneas en cuanto a su localización, distribución, densidad y tamaño de árbol.

2) Conteo del número de bolsones:

Existen varias maneras de expresar el número de bolsones detectado. Entre otros se pueden medir el número de bolsones por rodal, número de bolsones por pie, número de bolsones por hectárea y pie ó número de bolsones/ha. En este sentido, de los posibles parámetros a emplear el más adecuado por su sencillez, robustez y universalidad es el número de bolsones/ha (ya



Gráfico 1. Flujo de trabajo

que no requiere necesariamente de un inventario previo del cual aún adolecen muchos municipios).

Al realizar el conteo desde el suelo, hay que considerar que existe un porcentaje de bolsones no detectable cuando los ejemplares son grandes. En este sentido, aunque pueden emplearse plataformas elevadoras o drones para cuantificar su número con mayor precisión, presentan un elevado coste y menor operatividad (permisos de vuelo e implicaciones legales en zonas urbanizadas). El momento ideal de la inspección suelen ser los meses de diciembre y enero, es decir, no demasiado pronto cuando parte de las colonias podrían pasar inadvertidas, ni demasiado tarde para asegurarse que las orugas siguen todavía dentro.

3) Análisis de datos:

Con el objeto de mantener una equi-

valencia con el sistema de evaluación forestal (Tabla 1), se asignan seis categorías preliminares de infestación en cada rodal en función de los percentiles 0, 20, 40, 60, 80 y 100 del número de bolsones/ha observados en el conjunto de rodales del municipio. A partir de estas cifras se realiza una primera categorización cuya escala se basa en la realidad de gestión de una ciudad y nada tiene que ver con la tolerancia que puede existir en las zonas forestales.

4) Corrección de experto:

Más allá de la mera cantidad de bolsones, en la práctica existe una amplia variedad de situaciones y de condicionantes de manejo, por lo que resulta clave el establecimiento de prioridades (Tabla 2), así como la aplicación de unos factores de corrección (Tabla 3) que ponderen la cuantía de bolsones según la situación (ej: no se le puede dar la misma importancia a un bolsón en una

GRADO INFESTACIÓN FORESTAL	DESCRIPCIÓN
0	Ninguno o algunos bolsones muy diseminados
1	Algunos bolsones en bordes de la masa, claros y pies aislados
2	Bastantes bolsones en bordes y claros, y algunos en el centro de la masa
3	Defoliaciones parciales en bordes y pies aislados y bastantes bolsones en el centro de la masa
4	Defoliaciones muy fuertes en bordes y pies aislados y parciales en el resto de la masa
5	Defoliaciones muy fuertes en toda la masa.

Tabla 1. Niveles de infestación de procesionaria en el ámbito forestal⁸

A.T.P.E - TIPOLOGÍAS GENERALES	PRIORIDAD
Centros educativos	10
Edificios públicos	9
Parques y jardines urbanos (general)	9
Parques y jardines urbanos (área infantil)	10
Parques Forestales	7
Viario peatonal	8
Viario mediana transitable	7
Viario rodado	4
Viario rotonda	2
Viario intransitable	1
Otras ZZVV urbanas	6
Otras Zonas rústicas urbanas a desarrollar	5
Árbol catalogado como singular	10

Tabla 2. Ejemplo genérico de prioridades establecidas por el gestor en función de cada casuística

rotonda en un área periurbana, que en el patio de una escuela infantil).

Para ello se propone que el gestor del arbolado desarrolle una lista con las distintas tipologías en las que se encuentran los árboles afectados y que asigne

un valor entre 1 y 10 a la prioridad de actuación en dichos ámbitos (menor a mayor prioridad respectivamente). Un ejemplo de las tipologías con su valoración de prioridad se encuentra en la Tabla 2.

Tras estas fases obtendremos el grado de infestación urbano definitivo aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Grado de Infestación URBANO} = \text{nº de bolsones/ha y rodal (con escala redefinida en base a percentiles y datos reales)} \times \text{factor de corrección de experto}$$

El grado de infestación urbano final de cada rodal conllevará una serie de actuaciones a llevar a cabo en dicho rodal. Se propone el listado de actuaciones descrito en la tabla 4, que se recomiendan en función del grado de infestación definitivo de cada rodal.

Caso de estudio: la ciudad de Majadahonda

Como caso de estudio mostramos en resultados el trabajo realizado en Majadahonda dentro del ámbito del seguimiento ATPE. Desde el año 2021 el equipo técnico de INFFE S.L. ha realizado la inspección de los rodales con el objetivo de determinar el número de bolsones exacto presente en cada uno de ellos. Esta revisión, se realiza a nivel del suelo con la ayuda de prismáticos durante los meses de invierno. Los datos de partida del presente trabajo son los observados en las cuatro campañas correspondientes a los

años 2021-22, 2022-23, 2023-24 y 2024-25. Como se revisaron 222 rodales por campaña, en total se procesaron 888 pares de datos, tomando estos en su totalidad como una población estadística.

Con el objeto de asignar un factor de corrección en función del uso y la sensibilidad de cada rodal, se reclasifica el listado de prioridades por tipologías en 5 categorías, desde una sensibilidad muy baja a una sensibilidad muy alta.

Para cada una de estas categorías, se propone un factor de corrección que disminuirá o aumentará el grado de infestación de cada rodal inicial (nº bolsones/ha), según el siguiente criterio de prioridad dado por el gestor (Tabla 3).

Finalmente, para cada grado se propone una serie de actuaciones de control (Tabla 4) que se podrán modificar según la ciudad y a criterio del responsable técnico municipal:

USO DE CADA RODAL Y SENSIBILIDAD DE LA DIANA	RANGO DE PRIORIDADES DADO POR EL GESTOR	FACTOR DE CORRECCIÓN
MUY BAJO	0 a 3	0,8
BAJO	4 a 5	1
MEDIO	6 a 7	1,25
ALTO	8 a 9	1,5
MUY ALTO O SENSIBLE (Parques infantiles, Pies aislados, Pinus nigra, Hospitales...)	10	2,5

Tabla 3. Propuesta de factores de corrección en función de las prioridades marcadas por el gestor.

CLASE INFESTACIÓN URBANA	ACTUACIONES DE CONTROL	OTRAS ACTUACIONES
0	-	-
1	Eliminación manual de bolsones en zonas sensibles	-
2	Eliminación manual de bolsones de forma general	Monitoreo con trampas G
3	Eliminación manual de bolsones de forma general	Monitoreo con trampas G
	Instalación de anillos en zonas sensibles	Colocación de carteles de advertencia al público
	Tratamiento por pulverización (y repetición a los 15-20 días si la eficacia baja del 70%)	Instalación de cajas nido para pájaros y murciélagos
4	Eliminación manual de bolsones	Monitoreo con trampas G
	Instalación extendida de anillos	Colocación de carteles de advertencia al público
	Tratamiento por pulverización (y repetición a los 15-20 días si la eficacia baja del 80%)	Instalación de cajas nido para pájaros y murciélagos
5	Endoterapia en zonas sensibles	Confusión sexual
	Eliminación manual de bolsones	Monitoreo con trampas G
	Instalación extendida de anillos	Colocación de carteles de advertencia al público
	Tratamiento por pulverización (y repetición si la eficacia baja del 90%)	Instalación de cajas nido para pájaros y murciélagos
	Endoterapia en zonas sensibles	Confusión sexual

Tabla 4. Grados de infestación de la procesionaria del pino en ámbito urbano y las correspondientes acciones de control propuestas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

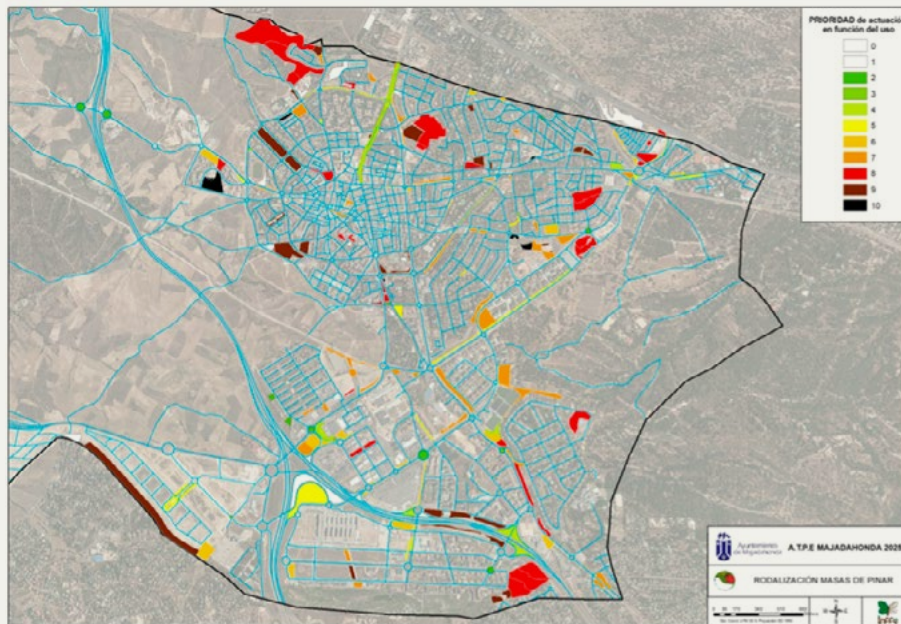
Partiendo del inventario, en el año 2021 INFFE realizó el trabajo de rodalzar las masas de pinos y cedros del arbolado público Majadahonda, estableciendo 222 rodales

en función de su localización, distribución, densidad y tamaño de los árboles principalmente. Estos rodales se muestran en el Mapa 1 con la prioridad asignada.

Los datos generales de los rodales se muestran en la Tabla 5:

Nº rodales	Superficie total (ha)	Nº de pies total	media Pies/ha
222	108,36	13.413	88,1

Tabla 5. Datos generales de la rodalización de las masas de pinos y cedros de Majadahonda



Mapa 1. Rodalización de los pinos y cedros de Majadahonda con prioridad indicada por el gestor

El resumen de los resultados de las cuatro campañas de observación respecto del conteo de los bolsones de los rodales

mencionados y de sus cálculos asociados, expresado en diferentes unidades, se muestra en la Tabla 6:

Campaña	Nº bolsones	Nº bolsones / rodal	Nº bolsones /pie	Nº bolsones / (pie x ha)	Nº bolsones/ha
2021-22	1971	8,9	0,5	4,3	25,9
2022-23	1531	6,9	0,4	3,2	20,5
2023-24	1817	8,2	0,5	3,7	21,5
2024-25	945	4,3	0,4	0,2	21,2

Tabla 6. Datos generales de la rodalización de las masas de pinos y cedros de Majadahonda

Tras la rodalización y el conteo del número de bolsones, se analizaron los datos de las cuatro campañas de todos los rodales como una sola población. Se calcularon los percentiles 20, 40, 60, 80 y 100 sobre los rodales que tenían bolsones (Tabla 7). Con estos valores se pudo hacer la primera graduación urbana en bruto, es decir, sin el ajuste del criterio del gestor (factor de corrección).

¿QUÉ PARÁMETRO ES MÁS ADECUADO PARA USARLO COMO GRADO DE INFESTACIÓN EN LA CIUDAD?

El parámetro de número de bolsones por rodal da información de valor a la hora de ejecutar las tareas de control, pero este no es comparable con otros rodales pues cada uno tiene una superficie diferente. Por

Percentil	Nº bolsones/ rodal	Nº bolsones/ pie	Nº bolsones/ (pie x ha)	Nº bolsones/ ha
P20%	2	0,09	0,07	4,8
P40%	4	0,25	0,3	11,8
P60%	8	0,55	1,19	25,5
P80%	19,2	1,27	4,22	61,9
P100%	352	16	369,5	1218,3

Tabla 7. Análisis de percentiles con datos de cuatro campañas

otro lado, el número de bolsones por pie y número de bolsones por pie y hectárea requieren de la existencia previa de un inventario de arbolado que recoja el número de pinos y cedros de cada rodal y esto no siempre está disponible en todos los municipios. Es por esto que el número de bolsones por hectárea, se escoge como el parámetro más adecuado.

DEFINICIÓN DE LOS INTERVALOS ADECUADOS PARA CADA CLASE DE INFESTACIÓN

El sistema de grados de infestación preliminar resultante se comparó con el existente para el ámbito forestal que cuenta con gran trayectoria e implantación y está basado también en seis grados que se asignan en función de las características de la infestación sobre la masa forestal (Tabla 1). Para realizar dicha comparación, se tomaron como referencia los percentiles calculados para el nº de bolsones/ha asignando a cada uno de ellos una clase de infestación (clases de 0 a 5). Por otro lado, se asignó a cada grado forestal un número de bolsones/ha, ajustado a partir de datos de densidades de colonias y niveles de infestación de la procesionaria del pino sobre monte mediterráneo (López-Sebastián, E. et al. 2007⁹), tal como se muestra en la Tabla 8.

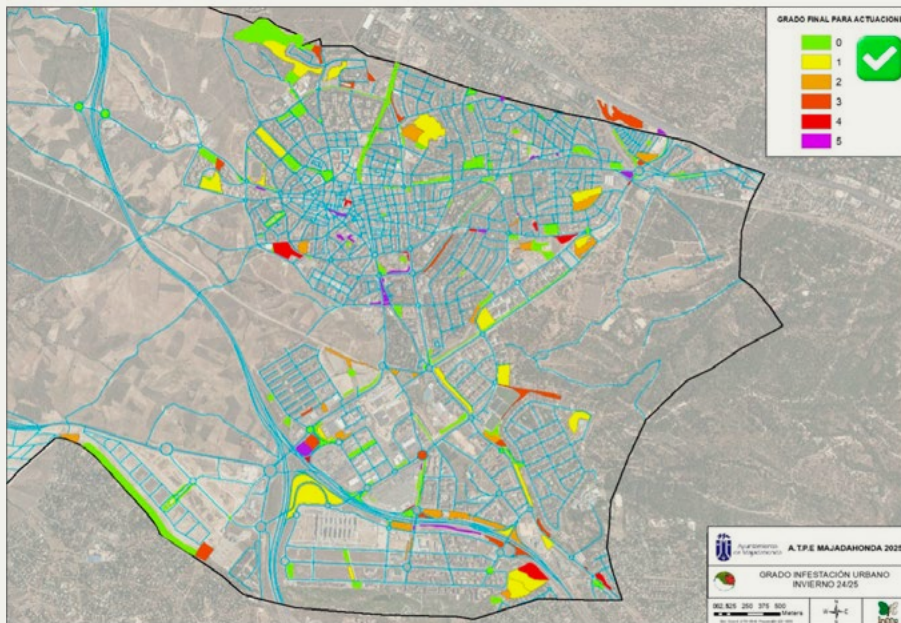
Dichas prioridades por tipologías de espacios se transformaron a un factor corrector según la Tabla 3. Aplicando la fórmula y multiplicando el factor de corrección por el grado preliminar de infestación urbana, se obtuvieron los grados finales de infestación adaptados a la ciudad de Majadahonda mostrados en el Mapa 2. Este muestra un resultado muy diferente al que se habría obtenido empleando los grados de infestación forestal en donde la práctica totalidad de la ciudad tendría grados 0 ó 1, siendo excepcionales los rodales con grados 2 ó 3 e inexistentes aquellos con grados 4 ó 5.

Si se hubieran empleado los grados de infestación forestales la superficie sobre la que habría actuar sería muy baja y por tanto poco fiel a la realidad. Con esta metodología, se expresa mejor la realidad y permite modular actuaciones priorizando las mismas (conscientes que cada una tendrá una época para su ejecución)

Como puede observarse en el mapa 2, la aplicación del grado de infestación en ámbito urbano proporcionaría cartografía que permitiría realizar una mejor gestión de los recursos humanos y materiales disponibles para el control de la procesionaria.



Imagen 1. Ejemplo de cartel de advertencia al público colocado en Majadahonda



Mapa 2. Grados de infestación urbano (invierno 2024/2025). Resultado final tras aplicar los factores de corrección explicados en la metodología (asociados a los colores de la tabla-8 y con el factor correctivo aplicado en la tabla-3).

PER-CENTIL	ÁMBITO URBANO (EN BRUTO)		CLASE	ÁMBITO FORESTAL	
	Nº DE BOLSONES/HA	VALORES AJUSTADOS DE Nº DE BOLSONES/HA		VALORES AJUSTADOS DE Nº DE BOLSONES/HA	
	0	0	0	0 a 5	
P20	4,8	0 a 5	1	5 a 25	
P40	11,8	5 a 15	2	25 a 50	
P60	25,5	15 a 30	3	50 a 200	
P80	61,9	30 a 60	4	200 a 450	
P100	1218,3	>60	5	> 450	

Tabla 8. Clases de infestación de procesionaria y los valores asociados de Nº de bolsones/ha en el ámbito urbano (sin factor de corrección experto) y forestal.

CONCLUSIONES

- La metodología expuesta supone un avance para el seguimiento y manejo de la procesionaria en el ámbito del bosque urbano que deberá ser explotada y mejorada en el futuro.
- Permite establecer umbrales de actuación en función del nivel de infestación y de la sensibilidad de la zona.
- Permite optimizar los recursos disponibles para el control de la plaga.
- La información ciudadana de carácter preventivo debe ser continua, admitiendo que en muchos casos no se llegará a la eliminación anual del total de las orugas (imagen 1).

REFERENCIAS

1. BEILLE, M.L. Étude anatomique de l'appareil urticant des chenilles processionnaires du pin maritime, *Cnethocampa pityocampa* Borowski. *CR soc. biol.*, 1896, vol. 3 p. 545.
2. DEMOLIN, G. Les "miroirs" urticants de la Processionnaire du Pin (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff.) *Revue de Zoologie agricole et appliquée*, 1963, vol. 10, p. 107-14.
3. VEGA, J.M., et al. Reacciones ocupacionales de hipersensibilidad inmediata a procesionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa*). *Rev. Esp. Alergol Inmunol Clin*, 1999, vol. 14, n° 1, p. 19-22.
4. ARTOLA-BORDÁS, F., et al. Brote epidémico de dermatitis por la oruga procesionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa*) en escolares. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*. 2008. p. 289-293.
5. BUESO, G. y HIERNAUX, L., La procesionaria es un problema para los humanos, no para los pinos. *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal*, 2022, n° 342, p. 8-10.
6. ROMANYK, N. y CADAHIA, D. Plagas de insectos en las masas forestales españolas. Segunda edición. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, 1992. ISBN: 8474791251.
7. HIERNAUX, L. y HURTADO, A. Ensayo de tratamiento con confusión sexual para el control de la procesionaria del pino *Thaumetopoea pityocampa* en parques forestales de Madrid. 8º Congreso Forestal Español. Sociedad española de Ciencias Forestales 2022. ISBB 978-84-941695-64.
8. MONTOYA MORENO, R. et al. Procesionaria del pino. Dirección general del medio natural del Gobierno de Aragón. Informaciones Técnicas 2/2002.
9. LÓPEZ-SEBASTIAN, E., et al. Sobre los parasitoides asociados a las fases de larva y pupa de la procesionaria del pino en cuatro bosques mediterráneos (España). *Bol. San. Veg. Plagas*, 33. 2007. Págs. 53-60.

◀ Imagen 1. Ejemplo de la tipología de área objeto de estudio



Agua regenerada y arbolado urbano

claves para la resiliencia en ciudades bajo estrés climático

Pablo Gutiérrez. Técnico de I+D de El Ejidillo. Doctor Ingeniero Agrónomo
Eduardo González. Técnico de I+D de El Ejidillo. Doctor Ingeniero Agrónomo

1. PUNTO DE PARTIDA: EL USO ACTUAL DEL AGUA REGENERADA

El agua regenerada se ha consolidado como una herramienta estratégica para la gestión hídrica en entornos urbanos sometidos a estrés climático. Según el RD 1620/2007 (parcialmente derogado), el

agua regenerada se define como: “aguas residuales depuradas que, en su caso, han sido sometidas a un proceso de tratamiento adicional o complementario que permite adecuar su calidad al uso al que se destinan”.

La regulación del uso de agua regenerada y su fomento como elemento clave en una

economía circular se estructura en distintos niveles normativos. En el ámbito europeo, la Directiva Marco del Agua 2000/60/CE y la Directiva 91/271/CEE establecen el marco general de gestión y depuración, mientras que el Reglamento (UE) 2020/741 fija los requisitos mínimos para la reutilización del agua. En España, el Texto Refundido de la Ley de Aguas (RDL 1/2001) incorpora la reutilización en el régimen del dominio público hidráulico, desarrollado inicialmente por el RD 1620/2007 y actualizado mediante el RD-ley 4/2023. La normativa más específica y vigente se recoge en el RD 1085/2024, que regula las condiciones técnicas, de calidad y gestión del riesgo para la producción y uso de agua regenerada en aplicaciones urbanas como parques y jardines.

Su aplicación está especialmente extendida en regiones mediterráneas con fuerte presión hídrica, como **Comunidad Valenciana, Murcia, Cataluña y Comunidad de Madrid**. En el caso madrileño, la red de estaciones regeneradoras produce un agua utilizada de forma habitual en el riego de zonas verdes y arbolado viario, contribuyendo así a la reducción del uso de agua potable. Pese al respaldo técnico y regulatorio, se mantienen ciertas **percepciones de riesgo** asociadas al uso del agua regenerada. Entre las que destacan:

- Posible **sodificación del suelo** [Ref 20]
- **Obstrucción de emisores** de riego localizado [Ref 21]
- Presuntos problemas de decaimiento en especies como *Cedrus deodara* [Ref 22]

En este contexto **El Ejidillo** ha desarrollado el **Proyecto Hespérides** (financiado

por la Comunidad de Madrid a través de las ayudas INNOBONOS 2022) cuyo objetivo ha sido analizar de forma integral el impacto del agua regenerada sobre el arbolado urbano, incorporando una perspectiva holística basada en la interacción **planta-suelo-clima**, con especial énfasis en la resiliencia frente al estrés abiótico. Hespérides se pudo desarrollar gracias a la colaboración del Ayuntamiento de Alcobendas al poder disponer de un área de ensayo y estudio que abarcaba 1.800 especímenes de arbolado viario regado con agua regenerada, *Imagen 1*.

Para el proyecto, **El Ejidillo** testó un equipo exclusivo de electroporación-electrooxidación destinado al tratamiento avanzado del agua regenerada (*Imagen 2*). El equipo integra reactores electroquímicos, sensores de pH, conductividad y cloro libre, así como un sistema de **control digital remoto** que permite el seguimiento continuo de los parámetros del proceso.

Su funcionamiento se basa en la aplicación de campos eléctricos que favorecen la electroporación de microorganismos y, simultáneamente, las reacciones de electrooxidación que transforman los cloruros presentes en el agua regenerada en cloro activo, generando una **desinfección estable sin necesidad de añadir productos químicos**. Este mecanismo permite mantener niveles bajos pero constantes de cloro libre en toda la red, reduciendo la formación de biofilm y la proliferación microbiana.

Asimismo, el equipo permite garantizar la salubridad y el **cumplimiento de los requisitos legales en el uso del agua**

regenerada, en especial de la **Legionela**, un **patógeno** crítico para la **salud** clave en el mantenimiento de instalaciones de riego con aspersión o fuentes (RD-487/2022, RD-614/2024). Además, el sistema también posibilita la digitalización del ciclo del agua: ofreciendo trazabilidad, control de consumos, detección de incidencias y registros para mejorar la gestión y controlar las condiciones del agua.

2. RESULTADOS DEL SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA REGENERADA

Para evaluar con precisión la calidad del agua regenerada se realizó un **seguimiento continuo a través de sondas electrónicas durante toda la campaña de riego**, gracias a nuestro sistema de control del agua. Este sistema permitió registrar la evolución temporal de la **conductividad eléctrica (CE), sodio, cloro, pH, temperatura** y potencial redox. La disponibilidad de sondas que evaluaran los parámetros clave del riego nos permitía conocer sus propiedades en todo momento a lo largo del proyecto.

La **Tabla 1** muestra los análisis químicos mensuales de laboratorio, destacamos que la CE del agua regenerada se mantuvo **entre 0,7 y 1,2 dS/m**, los valores de SAR indicaban que se trata de un agua, en nuestro caso, **sin riesgo de sodificación**, de acuerdo a la norma Riverside la conductividad quedaría enmarcada dentro del grupo C2, C3, Salinidad moderada que puede requerir control en suelos sensibles.

La interpretación de la conductividad registrada (0,7–1,2 dS/m) se alinea con los rangos considerados de salinidad moderada según Ayers & Westcot [Ref 9].



▲ Imagen 2. Equipo de tratamiento y control del agua regenerada

Sin embargo, la literatura especializada en arbolado urbano indica que la respuesta a la salinidad depende fuertemente de las condiciones edáficas. Bernstein [Ref 25] y Grabosky & Bassuk [Ref 26] señalan que los árboles ornamentales toleran niveles moderados de salinidad siempre que el suelo mantenga estructura, capacidad de intercambio y equilibrio entre Ca, Mg y K. Cuando el suelo está empobrecido — como ocurre en sistemas urbanos francos-arenosos con baja CIC — la salinidad puede amplificar desequilibrios osmóticos y nutricionales, lo que coincide con los patrones observados en nuestro estudio.

PARÁMETROS	UNIDADES	2023				2024			
		JUNIO	JUNIO	ANILLO	AGOSTO	POZO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
SALES TOTALES	mg/l		454,4	755	486	205	474	463	449
pH		7,2	7,2	7,4	7,2	7,6	6,8	7,1	7
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	dS/m	1,12	0,71	1,18	0,76	0,32	0,74	0,72	0,7
CLORURO	mg/kg	150,09	151,12	146	142	14,3	138	153	148
SULFATO		41,04	50,04	15,33	35,9	0,13	33,5	13,5	21,3
NITRATOS	mg/l	26,08	23,5	12	22,7	10,3	19,8	9,53	20,1
NITRITO		<L.D.							
CARBONATOS TOTALES					0				
BICARBONATOS			60,02	273,16	73,9	164	82,5	93,06	80,1
SODIO	mg/kg	109	91,8	82,4	94,8	17,8	82,2	85,6	85,2
POTASIO	mg/kg	21	2,38	30,3	21,8	2,24	25,7	26,1	25,9
CALCIO	mg/kg	27	33,4	43,6	30,7	34,6	30,8	30,8	29,9
MAGNESIO	mg/kg	4	3,9	10,3	4,39	5,2	4,27	5,02	4,12
FOSFATO	mg/l	3,06							
Boro	mg/l		0,03	0,024	no detec				
SAR			4	2,91	4,23	0,75	3,67	3,76	3,86
CSR			-1,01	0,52	-0,69				
DUREZA TOTAL	mg/l		99,6	151	94,8				
CLASIFICACIÓN NORMAS RIVERSIDE			C2-S1	C3-S1	C3-S1				
PLOMO	mg/l		< 0,5	< 0,5					
CADMIO	mg/l		< 0,05	< 0,05					
COBRE	mg/l		< 0,2	< 0,2					
ZINC	mg/l		< 0,2	< 0,2					

◀ Tabla 1. Resultados analíticos de agua regenerada

El seguimiento exhaustivo de las propiedades químicas del agua y la revisión bibliográfica nos hacía pensar que, **el agua regenerada no presenta características que expliquen por sí sola el decaimiento del arbolado urbano**. Entendíamos por tanto que deberían existir otros factores. La literatura científica localizada sobre manejo de aguas regeneradas señalaba que valores de CE muy superiores, incluso por encima de **2,5–3,0 dS/m**, pueden emplearse sin impacto negativo en cultivos, pero requería de un suelo con una estructura y nutrición adecuadas [Ref 5 y

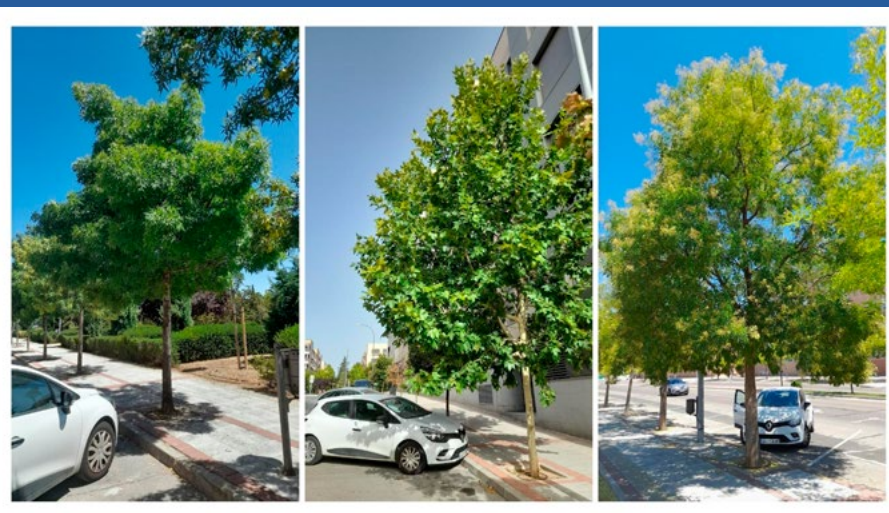
Ref 7]. Entendíamos, por tanto, que debíamos de buscar más factores, ubicación, suelo que juntos explicaran los efectos del agua regenerada sobre la vegetación de la Infraestructura Verde Urbana.

3. ANÁLISIS VISUAL DEL ARBOLADO Y EL PAPEL DE LA EXPOSICIÓN SOLAR

Se realizó un análisis visual del arbolado viario presente en nuestro área de estudio para evaluar la incidencia del decaimiento. La **Tabla 2** recoge los porcentajes de árbo-



▲ Imagen 3. Ejemplo de árboles calificados como decaídos



▲ Imagen 4. Ejemplo de árboles calificados como no decaídos

les decaídos en función de la especie. Las imágenes asociadas (*Imagen 3*, *Imagen 4*) muestran ejemplos de árboles “decaídos” y “no decaídos”, que fueron caracteriza-

dos visualmente al presentar síntomas tales como: clorosis, defoliación, ramas secas o pérdida de vigor general.



▲ Imagen 5. Ejemplo de árboles calificados como decaídos

Uno de los hallazgos más sólidos del proyecto es la relación entre **exposición solar** y decaimiento. La *Imagen 5* muestra diferentes configuraciones de exposición: árboles situados junto a edificios que reciben radiación por una sola cara, frente a árboles ubicados en espacios abiertos expuestos por todas las caras, lo que suponía por tanto variaciones notables en la exposición al sol del arbolado. Pudimos observar que el decaimiento era mayor en aquellos árboles que estaban expuestos a una mayor radiación solar.

La *Tabla 3* presenta los intervalos de confianza de Wilson [Ref 14] para una significación de $\alpha=0.05$ para el decaimiento. El patrón se repite en plátano de paseo y para el conjunto de otras especies. Estas diferencias, robustas estadísticamente, ponen de manifiesto el papel determinante de la radiación solar como **factor de estrés abiótico y su impacto en el decaimiento**.

Además de la valoración general de los árboles, se determinó la circunferencia del

Etiquetas de fila	N individuos	CAP medio(cm)	% Decaimiento observado	% del Total árboles
Total general	1802	40	29%	100%
<i>Platanus hispanica</i>	674	48	21%	37%
<i>Sophora japonica</i>	156	37	56%	9%
<i>Fraxinus sp.</i>	141	35	29%	8%
<i>Acer platanoides</i>	101	34	14%	6%
<i>Koelreuteria paniculata</i>	76	26	18%	4%
<i>Tilia sp.</i>	59	38	46%	3%
<i>Ligustrum vulgare</i>	51	25	27%	3%
<i>Celtis australis</i>	39	34	15%	2%
<i>Pyrus calleryana</i>	38	19	13%	2%
<i>Zelkova serrata</i>	38	44	55%	2%

▲ Tabla 2. Datos de decaimiento observado en las principales especies presentes en el área de estudio.

Considerando todas las especies		
Caras sometidas a insolación	% Decaimiento	% Clorosis
Una cara	21%-23%-26%	18%-20%-23%
Cuatro caras	35%-39%-42%	36%-40%-44%
Considerando sólo Plátano de paseo		
Caras sometidas a insolación	% Decaimiento	% Clorosis
Una cara	12%-15%-18%	20%-24%-28%
Cuatro caras	26%-32%-38%	44%-51%-57%
Considerando todas las especies salvo Plátano de paseo		
Caras sometidas a insolación	% Decaimiento	% Clorosis
Una cara	18%-22%-26%	9%-12%-16%
Cuatro caras	29%-36%-44%	17%-23%-30%

▲ Tabla 3. Decaimiento observado por grado de exposición

Especie	% DECAIMIENTO	CAP (cm) Arbolado no decaído	CAP (cm) Arbolado decaído	Significación estadística (*)
<i>Sophora japonica</i>	56%	40.4 ± 3.9	34.8 ± 1.9	
<i>Zelkova serrata</i>	55%	46.1 ± 3.2	42 ± 3.5	
<i>Tilia sp</i>	46%	41.3 ± 4.4	33.3 ± 4.6	
<i>Fraxinus sp</i>	29%	35.6 ± 3.5	32.3 ± 2	
<i>Ligustrum vulgare</i>	27%	27.9 ± 3.7	19.1 ± 2.4	*
<i>Platanus hispanica</i>	21%	51 ± 4.7	35.6 ± 1.6	*
<i>Koelreuteria paniculata</i>	18%	26.8 ± 5.6	20.2 ± 2.7	
<i>Celtis australis</i>	15%	35.8 ± 5.4	25.7 ± 8.1	
<i>Acer platanoides</i>	14%	35.7 ± 3.7	26.5 ± 3.3	*
<i>Pyrus calleryana</i>	13%	18.9 ± 4	16 ± 3.5	

▲ Tabla 4. CAP observado para diferentes especies en función de la presencia de decaimiento y no decaimiento

tronco a la altura de pecho (CAP) de cada espécimen del área de estudio y se pudo observar que el decaimiento estaba asociado con el grado de desarrollo de los árboles. Los árboles **con mayor CAP** presentan un porcentaje menor de decaimiento (Tabla 4). Los árboles jóvenes, por el contrario, muestran mayor vulnerabilidad. Pudimos cuantificar, a través de la aplicación de modelos logísticos, que cada centímetro adicional de CAP reduce un 4 % la probabilidad de decaimiento en el arbolado.

Se perfilaba la idea de que el decaimiento era una consecuencia directa del estrés abiótico (la mayor radiación solar induce en el árbol un estrés hídrico), los árboles que disponen de los recursos nutricionales adecuados pueden hacer mejor frente a estas condiciones (los árboles asentados que han logrado explorar mejor su medio, pueden desarrollarse mejor y hacer frente a las condiciones de estrés).

4. ANÁLISIS EXPLORATORIO DEL DECAIMIENTO DEL ARBOLADO Y SU ESTADO NUTRICIONAL

En una primera anualidad, llevamos a cabo un análisis global en relación a las propiedades nutricionales de diferentes especies comparando árboles decaídos y no decaídos. Se realizaron análisis foliares de nutrientes para diferentes especies. Los resultados se muestran en la Tabla 5 e Imagen 6.

En este primer análisis pudimos observar que el arbolado con decaimiento presentaba: menor contenido en **nitrógeno (N)** en hojas; relación **N/K** reducida; relación **K/Mg** desequilibrada.

Estos patrones son coherentes con situaciones de **estrés hídrico** descritas en la literatura, donde la planta acumula potasio

ESTADO	ESPECIE	%					ppm							RATIO				
		N	F total	K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Zn	Bo	Ca/Mg	K/Mg	Ca/K	K/P	N/K		
NO DECAIDA	<i>Ginkgo biloba</i>	1,9	0,24	0,24	1,54	0,25	19803	87,3	77,1	193	21,9	44,5	6,2	1	6,4	1	7,9	
	<i>Platanus × hispanica</i>	2	0,22	0,76	1,12	0,21	19471	98,3	24,7	98,6	103	20	5,3	3,6	1,5	3,5	2,6	
	<i>Sequoia sempervirens</i>	1,54	0,19	1,43	1,02	0,21	539	119	19,2	30,9	884	18	4,9	6,8	0,7	7,5	1,1	
	<i>Quercus palustris</i>	1,8	0,14	0,8	0,45	0,13	214	826	20	102	123	46,6	3,5	6,2	0,6	5,7	2,3	
	<i>Tilia sp.</i>	2,2	0,18	1,46	2,76	0,43	179	76	21,3	54,4	80,7	36,2	6,4	3,4	1,9	8,1	1,5	
	<i>Fraxinus sp.</i>	1,93	0,16	1,98	0	0,14	2513	110	18,7	31,6	23,8	48,7	0	14,1	0	12,4	1	
	<i>Sophora japonica</i>	2,16	0,18	1,08	2,18	0,3	2323	121	22,3	25,4	62,5	25,2	7,3	3,6	2	6	2	
	<i>Platanus × hispanica</i>	1,74	0,16	0,79	0,85	0,12	2222	149	12,4	12,2	113	27,2	7,1	6,6	1,1	4,9	2,2	
	<i>Platanus × hispanica</i>	1,42	0,18	0,9	1,8	0,27	220	182	18	28,7	189	27,6	6,7	3,3	2	5	1,6	
	<i>Sophora japonica</i>	2,09	0,15	1,45	2,13	0,21	245	248	18,4	21,8	71,3	45,5	10,1	6,9	1,5	9,7	1,4	
	<i>Acer sp.</i>	1,8	0,16	1,44	1,89	0,17	142	256	26,1	28,6	112	18,7	11,1	8,5	1,3	9	1,3	
	<i>Celtis australis</i>	1,87	0,13	1,05	2,46	0,22	261	221	21	21,5	93,8	46	11,2	4,8	2,3	8,1	1,8	
	<i>Liquidambar styraciflua</i>	1,08	0,11	0,83	0,28	0,15	289	183	22,7	40,1	63,5	14,4	1,9	5,5	0,3	7,5	1,3	
	<i>Koelreuteria paniculata</i>	1,44	0,17	1,29	2,66	0,27	295	242	28,9	38,7	62,3	63,9	9,9	4,8	2,1	7,6	1,1	
	<i>Zelkova serrata</i>	1,82	0,16	1,4	1,15	0,11	281	155	19,8	20,3	162	23,1	10,5	12,7	0,8	8,8	1,3	
	DECAIDA	<i>Ginkgo biloba</i>	1,4	0,44	2,17	0,8	0,15	24570	98,3	58,9	111	9,11	19,8	5,3	14,5	0,4	4,9	0,6
		<i>Platanus × hispanica</i>	0,88	0,13	1,49	0,68	0,14	19612	96,5	21,4	173	61,5	18,3	4,9	10,6	0,5	11,5	0,6
<i>Sequoia sempervirens</i>		1,45	0,29	1,79	0,99	0,16	17164	139	19,4	33,6	215	20,3	6,2	11,2	0,6	6,2	0,8	
<i>Quercus palustris</i>		1,45	0,29	1,79	0,99	0,16	17164	139	19,4	33,6	125	20,3	6,2	11,2	0,6	6,2	0,8	
<i>Tilia sp.</i>		2,09	0,13	1,5	1,26	0,18	200	80,8	22,3	43,5	56,6	46,4	7	8,3	0,8	11,5	1,4	
<i>Fraxinus sp.</i>		1,56	0,15	2,33	0,87	0,19	3082	128	28,4	29,9	15,9	27,4	4,6	12,3	0,4	15,5	0,7	
<i>Sophora japonica</i>		1,62	0,21	1,87	1,67	0,34	2237	132	13,4	29,4	151	85,4	4,9	5,5	0,9	8,9	0,9	
<i>Platanus × hispanica</i>		0,81	0,17	1,04	0,6	0,09	2564	236	15,9	13,3	80,5	50,1	6,7	11,6	0,6	6,1	0,8	
<i>Platanus × hispanica</i>		0,64	0,15	1,43	0,85	0,13	239	177	16,5	26,6	80,9	60,1	6,5	11	0,6	9,5	0,4	
<i>Sophora japonica</i>		1,53	0,28	2,67	1,67	0,2	246	16,5	26,5	61,6	96,6	8,4	13,4	0,6	9,5	0,6		
<i>Acer sp.</i>		1,71	0,39	1,1	1,74	0,17	8526	224	52,5	45,7	149	26,7	10,2	6,5	1,6	2,8	1,6	
<i>Celtis australis</i>		2,15	0,14	1,37	1,74	0,14	272	382	20	34,2	60,8	17,2	12,4	9,8	1,3	9,8	1,6	
<i>Liquidambar styraciflua</i>		0,68	0,17	0,74	0,67	0,13	255	75,1	19,8	39,7	116	17,9	5,2	5,7	0,9	4,4	0,9	
<i>Koelreuteria paniculata</i>		1,55	0,16	0,83	1,45	0,15	356	271	20,7	25,7	22,8	35,5	9,7	5,5	1,7	5,2	1,9	
<i>Zelkova serrata</i>		1,19	0,22	1,25	1,56	0,15	275	96,2	22,1	24,7	75,9	32,4	10,4	8,3	1,2	5,7	1	

▲ Tabla 5. Análisis exploratorio de valores de análisis foliares para diferentes especies

como mecanismo osmótico, compitiendo con la absorción de magnesio.

En la segunda anualidad de nuestro proyecto nos centramos en las principales especies de nuestro área de estudio. Los datos con sus intervalos de confianza

($\alpha=0.05$) se muestran en la Tabla 6.

Los resultados del proyecto muestran una fuerte coherencia con el artículo científico de Dmuchowski [Ref 23]. En su estudio y el nuestro, el desequilibrio nutricional mostraba especialmente una relación N/K

Especie	Decae	NITRÓGENO (%)	FOSFORO (%)	POTASIO (%)	HIERRO (ppm)	CALCIO (ppm)	MAGNESIO (ppm)	N/K	K/Mg
<i>Fraxinus sp</i>	NO	1,65 ± 0,17	0,18 ± 0,03	1,83 ± 0,7	120,44 ± 20,93	1,04 ± 0,1	0,13 ± 0,03	1,06 ± 0,23	16,28 ± 8,83
	SI	1,5 ± 0,22	0,2 ± 0,06	1,58 ± 0,39	104,3 ± 12,81	1,27 ± 0,38	0,2 ± 0,08	1,05 ± 0,29	9,19 ± 2,64
<i>Platanus hispanica</i>	NO	1,53 ± 0,11	0,17 ± 0,02	0,98 ± 0,12	96,88 ± 12,36	1,27 ± 0,18	0,2 ± 0,02	1,68 ± 0,28	5,1 ± 0,76
	SI	1,19 ± 0,09	0,17 ± 0,02	1,25 ± 0,2	94,29 ± 7,54	1,03 ± 0,13	0,16 ± 0,02	1,1 ± 0,29	8,58 ± 1,86
<i>Sophora japonica</i>	NO	2,64 ± 0,81	0,29 ± 0,05	1,99 ± 0,41	102,16 ± 35,92	2,06 ± 0,5	0,28 ± 0,05	1,39 ± 0,43	7,28 ± 1,75
	SI	2,03 ± 0,24	0,33 ± 0,07	2,24 ± 0,51	160,67 ± 93,43	1,73 ± 0,24	0,32 ± 0,05	0,98 ± 0,2	7,5 ± 2,02

▲ Tabla 6. Valores medios e intervalo de confianza para $\alpha=0.05$ para arboles decaídos y no decaídos

baja y una relación K/Mg elevada, se identifica como un factor clave del decaimiento asociado al estrés hídrico. En el plátano de paseo, nuestros datos reproducen exactamente este patrón descrito en la literatura: menor nitrógeno, acumulación de potasio y competencia con magnesio, lo que limita la eficiencia fisiológica. La variabilidad entre especies observada en nuestro proyecto coincide con la respuesta diferencial que también destaca el artículo. Esta variabilidad es debida a una diversidad de otros mecanismos de lucha contra el estrés salino o abiótico, en la que hay implicados diferentes metabolitos y en los que la correcta nutrición de la planta es clave para que pueda sintetizar los compuestos necesarios en la protección frente al estrés.



▲ Imagen 6. Ejemplos de muestras foliares

5. CONDICIÓN DEL SUELO URBANO: POBREZA NUTRICIONAL

El análisis del suelo urbano realizado por El Ejidillo en el proyecto constituye uno de los elementos interpretativos más relevantes, Imagen 7. La Tabla 7 muestra que los suelos del área de estudio presentan características que limitan fuertemente la capacidad del arbolado para responder al estrés abiótico.

Nos encontrábamos con suelos franco-arenosos, con baja materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico reducida y pH alcalino, lo que indica baja fertilidad y limitada capacidad de retención de nutrientes. El potasio intercambiable es alto, superando frecuentemente el 6%, mientras que el magnesio de cambio es

Parámetros	Muestra de suelo									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ARENA 0.05 - 2 mm (%)	70.72	74.58	74.65	76.72	76.65	76.45	74.3	76.66	72.66	72.95
LIMO 0.002 - 0.05 mm (%)	13.28	11.35	11.35	11.28	11.35	11.78	11.86	11.64	13.72	11.5
ARCILLA < 0.002 (%)	16	14.07	14	12	12	11.77	13.84	11.7	13.62	15.55
CLASIFICACIÓN USDA	F-A	F-A	F-A	F-A	F-A	F-A	F-A	F-A	F-A	F-A
pH (ud)	8.4	8.4	8.6	8.7	8.4	8.4	8.5	8.4	8.3	8.3
COND. ELECTRICA a 25 ° C (dS/m)	0.14	0.16	0.12	0.14	0.14	0.18	0.2	0.12	0.19	0.14
NITRÓGENO TOTAL Kjeldahl (%)	0.09	0.09	0.08	0.06	0.11	0.11	0.14	0.13	0.13	0.14
CARBONATOS TOTALES (%)	0.68	1.57	1.38	1.04	1.38	0.49	0.86	2.49	0.49	0.43
CALIZA ACTIVA (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MATERIA ORGÁNICA (%)	0.86	1.28	0.96	0.76	1.38	0.92	1.7	1.9	1.28	1.42
FOSFORO ASIMILABLE Olsen (ppm)	14.29	14.06	8.01	5.99	7.53	33.09	25.44	15.93	18.42	17.52
FOSFORO ASIMILABLE Bray(ppm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
POTASIO ASIMILABLE A.atómica (ppm)	275	393	234	217	268	278	401	252	254	329
RELACIÓN C/N Ud	5.6	8.3	7	7.4	7.3	4.9	7.1	8.5	5.7	5.9
SODIO ASIMILABLE (ppm)	45.8	48.5	16.7	67.8	22.6	133	103	34.2	113	26.6
CALCIO ASIMILABLE (ppm)	2215	1502	2315	1886	2355	1601	1998	2027	1903	2159
MAGNESIO ASIMILABLE (ppm)	75.5	83.7	82.7	75.7	108.6	72.8	119	78.2	135	134
SODIO DE CAMBIO meq/100 g	0.2	0.2	0.1	0.3	0.1	0.5	0.4	0.2	0.4	0.1
POTASIO DE CAMBIO meq/100 g	0.7	1	0.6	0.5	0.7	0.6	1	0.6	0.5	0.8
CALCIO DE CAMBIO meq/100 g	10.3	6.9	10.8	9.1	11.4	7.9	9.7	9.4	8.7	10.6
MAGNESIO DE CAMBIO meq/100 g	0.7	0.7	0.8	0.6	1	0.6	1.1	0.7	1.1	1.2
C.I.C meq/100 g	12.8	9.7	12.8	11.3	13.4	10.5	12.5	11.9	11.1	13.5
Boro (ppm)	0.34	0.5	0.21	0.19	0.3	0.26	0.366	0.338	0.366	0.44
Relación Cat de Cambio Ca/Mg	0.14	0.08	0.13	0.12	0.10	0.11	0.08	0.12	0.06	0.08
Relación Cat de Cambio Mg/K	3.5	3.5	8	2	10	1.2	2.75	3.5	2.75	12
Relación Cat de Cambio Ca/K	14.7	6.9	18.0	18.2	16.3	13.2	9.7	15.7	17.4	13.3
Relación Cat de Cambio (Ca+Mg)/K	15.7	7.6	19.3	19.4	17.7	14.2	10.8	16.8	19.6	14.8
Relación K/CIC	5.47	10.3	4.6	4.4	5.2	5.7	8.0	5.4	4.5	5.9
% Na Cambio	1.7	2.3	0.8	2.9	0.8	5.2	3.3	1.8	3.7	0.8
% K Cambio	5.9	11.4	4.9	4.8	5.3	6.3	8.2	5.5	4.7	6.3
%Ca Cambio	86.6	78.4	87.8	86.7	86.4	82.3	79.5	86.2	81.3	83.5
%Mg Cambio	5.9	8.0	6.5	5.7	7.6	6.3	9.0	6.4	10.3	9.4

▲ Tabla 7. Análisis exploratorio de valores de análisis foliares para diferentes especies



► Imagen 7. Ejemplos de muestras de suelo

bajo, generando desequilibrios K/Mg. El sodio intercambiable es moderado, pero no alcanza niveles problemáticos. El boro presenta valores bajos y variables según zona. En conjunto, las tendencias reflejan suelos pobres, alcalinos, con exceso relativo de K y deficiencia de Mg, condiciones que favorecen estrés hídrico y desequilibrios nutricionales en el arbolado.

Los resultados muestran una correspondencia definida entre la composición del suelo y la nutrición foliar del arbolado analizado. Los suelos presentan **bajo contenido en materia orgánica y nitrógeno, CIC reducida, deficiencia sistemática de magnesio y un exceso relativo de potasio**, condiciones que favorecen desequilibrios en la absorción de nutrientes. Esta situación se refleja en las hojas, especialmente en *Platanus* × *hispanica*, donde los individuos decaídos presentan **menores**

niveles foliares de N, acumulación de K y relaciones K/Mg más elevadas, indicadores coherentes con un estrés hídrico agravado por desajustes nutricionales.

Respecto al **boro**, los análisis estadísticos **no mostraron diferencias foliares significativas** entre árboles decaídos y no decaídos. No obstante, sí se aprecia una **tendencia edáfica** consistente: los suelos con menor B disponible coinciden con áreas con mayor incidencia de decaimiento. Aunque esta relación no es concluyente, podría sugerir un **papel indirecto**, ligado a la actividad radicular o la funcionalidad microbiana en suelos empobrecidos.

En conjunto, los datos indican que el **desequilibrio edáfico**, más que un nutriente aislado, condiciona la vulnerabilidad del arbolado.

6. SÍNTESIS INTERPRETATIVA: UN PROBLEMA MULTIFACTORIAL

El uso de **agua regenerada** constituye un elemento central en la transición hacia modelos de gestión hídrica más circulares en la Infraestructura Verde Urbana. Su empleo permite reducir la presión sobre los recursos convencionales y avanzar hacia sistemas más resilientes y eficientes. No obstante, las propiedades químicas del agua regenerada —especialmente su **salinidad moderada**, encuadrada entre los niveles C2 y C3 de la clasificación Riverside— requieren una **monitorización continua**, particularmente en entornos donde los suelos muestran signos de empobrecimiento estructural y nutricional. En estas condiciones, un seguimiento adecuado se convierte en una herramienta imprescindible para asegurar que este recurso estratégico pueda emplearse de forma sostenible y compatible con la salud del arbolado y del suelo.

El análisis conjunto de los datos foliares y edáficos del proyecto Hespérides muestra que los desequilibrios en las relaciones **N/K y K/Mg**, observados de manera especialmente consistente en *Platanus × hispanica*, están estrechamente vinculados a las limitaciones propias del suelo urbano. Los suelos estudiados presentan **baja materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico reducida, deficiencia generalizada de magnesio y niveles elevados de potasio intercambiable**, un perfil edáfico que restringe la capacidad del árbol para modular eficazmente su respuesta al estrés abiótico. Estas condiciones se ven agravadas por el hecho de que el **arbolado viario opera en un sistema netamente extractivo**, en el que los nutrientes transferidos al follaje no retornan al suelo debido a la retirada sistemática de

la hojarasca, intensificando la degradación del recurso edáfico.

En consonancia con lo anterior, Grabosky [Ref 26] destaca que la interacción entre salinidad moderada, baja disponibilidad de Mg y estrés hídrico incrementa la probabilidad de desequilibrios nutricionales en arbolado urbano. Este comportamiento coincide con los desequilibrios N/K y K/Mg identificados en nuestro estudio, y refuerza el papel modulador del suelo como factor crítico en la respuesta del arbolado frente a aguas con salinidad moderada.

El **estrés abiótico inducido por la radiación solar** emerge como el desencadenante principal del decaimiento observado. La mayor exposición incrementa las demandas fisiológicas en un contexto de limitada disponibilidad hídrica y mineral, lo que afecta especialmente al arbolado joven, aún sin sistemas radiculares plenamente consolidados capaces de explorar y compensar las carencias del medio.

La evidencia recopilada por El Ejidillo en el proyecto subraya la necesidad de avanzar hacia una resiliencia activa, basada en estrategias multifacéticas que integren la gestión controlada del agua regenerada, la restauración físico-química y biológica del suelo, y una comprensión más profunda de las estrategias adaptativas de cada especie frente al estrés abiótico urbano. Solo a través de esta aproximación integrada será posible garantizar la estabilidad funcional de la Infraestructura Verde en escenarios de creciente exigencia climática.

BIBLIOGRAFÍA

Ref 1: Sunset Western Garden Book. 7th Edition. 2001.

Ref 2: Perry, B. Landscape Plants for Western Regions. 1992.

Ref 3: Mounzer, O., Pedrero-Salcedo, F., Nortes, P. A., Bayona, J. M., Nicolás-Nicolás, E., & Alarcón, J. J. (2013).

Transient soil salinity under the combined effect of reclaimed water and regulated deficit drip irrigation of mandarin trees. *Agricultural Water Management*, 120, 23–29.

Ref 4: Zawadzki, P., Kończak, B., & Smoliński, A. (2023).

Municipal wastewater reclamation: Reclaimed water for hydrogen production by electrolysis – A case study. *Measurement*, 216, 112928.

Ref 5: Leogrande, R., Pedrero, F., Nicolas, E., Vitti, C., Lacolla, G., & Stellacci, A. M. (2022).

Reclaimed water use in agriculture: effects on soil chemical and biological properties in a long-term irrigated citrus farm. *Agronomy*, 12(6), 1317.

Ref 6: De Carlo, L., Vivaldi, G. A., & Caputo, M. C. (2021).

Electromagnetic induction measurements for investigating soil salinization caused by saline reclaimed water. *Atmosphere*, 13(1), 73.

Ref 7: Amori, P. N., Mierzwa, J. C., Bartelt-Hunt, S., Guo, B., & Saroj, D. P. (2022).

Germination and growth of horticultural crops irrigated with reclaimed water after biological treatment and ozonation. *Journal of Cleaner Production*, 336, 130173.

Ref 8: Ayuntamiento de Madrid. Valor del Bosque Urbano de Madrid. <https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/ZonasVerdes/ToDoSobre/ValorBosqueUrbanoMadrid/Valor%20Bosque%20Urbano%20de%20Madrid.pdf>

Ref 9: Ayers, R. S., & Westcot, D. W. (1985). *Water Quality for Agriculture*. FAO Irrigation and Drainage Paper N° 29. FAO, Rome.

Ref 10: Madrid Salud. Control del agua del grifo. <https://madridsalud.es/control-del-agua-del-grifo/>

Ref 11: Martínez-Pérez, S., Domenech, D. Z., Molina-Navarro, E., Gómez, A. S., & Sastre-Merlín, A. (2021).

Acumulación de sales en suelos y plantas regadas con agua regenerada en dos parques urbanos de Madrid (España).

En Estudios en la Zona No Saturada del Suelo XV, Zaragoza.

Ref 12: WaterReuse Association. Salinity Manage-

ment. https://watereuse.org/salinity-management/cp/cp_7_table-2.html

Ref 13: Junta de Andalucía. Manual de Riego de Jardines. <https://www.quincunx.es/2012/11/10/manual-de-riego-de-jardines/>

Ref 14: Brouwer, R. Binomial Confidence Intervals. <https://rpubs.com/brouwern/binomialCI2>

Ref 15: Agromática. Referencia de un análisis de suelo. <https://www.agromatica.es/referencia-de-un-analisis-de-suelo/>

Ref 16: Ayuntamiento de Madrid. Valor del Bosque Urbano – Informe 2021. <https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/ZonasVerdes/ToDoSobre/ValorBosqueUrbanoMadrid/Valor%20Bosque%20Urbano%2018%20Marzo%202021.pdf>

Ref 17: Dixon, R. K., Garrett, H. E., & Cox, G. S. (1989). Boron fertilization, vesicular-arbuscular mycorrhizal colonization and growth of Citrus jambhiri Lush. *Journal of Plant Nutrition*, 12(6), 687–700.

Ref 18: Lambert, D. H., Cole, H., & Baker, D. E. (1980). The role of boron in plant response to mycorrhizal infection. *Plant and Soil*, 57, 431–438.

Ref 19: Shireen, F., Nawaz, M. A., Chen, C., Zhang, Q., Zheng, Z., Sohail, H., ... & Bie, Z. (2018). Boron: Functions and approaches to enhance its availability in plants for sustainable agriculture. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(7), 1856

Ref 20: Zalacáin Domench, D. (2019). Effects of reclaimed water irrigation in the soil-plant system of Madrid urban parks (Doctoral dissertation, Universidad de Alcalá).

Ref 21: Canales Ide, F. A., Zubezu Mínguez, S., & Rodríguez Sinobas, L. (2019). Efectos del uso de aguas regeneradas en el manejo del riego de parques y jardines.

Ref 22: https://elpais.com/ccaa/2016/01/02/madrid/1451757297_876099.html

Ref 23: Dmuchowski, W., Bragoszewska, P., Gozdowski, D., Baczevska-Dąbrowska, A. H., Chojnacki, T., Jozwiak, A., ... & Gworek, B. (2022). Strategies of urban trees for mitigating salt stress: a case study of eight plant species. *Trees*, 36(3), 899–914.

Ref 24: Akhtar, T. A., Surowiecki, P., Siekierska, H., Kania, M., Van Gelder, K., Rea, K. A., ... & Surmacz, L. (2017). Polyphenols are synthesized by a plastidial cis-prenyltransferase and influence photosynthetic performance. *The plant cell*, 29(7), 1709–1725.

Ref 25: Bernstein, N. (2019). Salt tolerance in woody ornamentals: physiological, biochemical and molecular mechanisms. *Horticultural Reviews*, 47, 1–45.

Ref 26: Grabosky, J., & Bassuk, N. (2018). Urban tree response to soil salinity: physiological thresholds, soil interactions and management implications. *Urban Forestry & Urban Greening*, 34, 1–12.

Del 25 al 28 de marzo / Del 25 al 28 de març

PARJAP

2026 **BARCELONA**

52 CONGRESO NACIONAL DE
PARQUES Y JARDINES PÚBLICOS
CONGRÉS NACIONAL DE
PARCS I JARDINS PÚBLICS

**PATRIMONIO VIVO: TRANSFORMANDO
EL PAISAJE URBANO**

**PATRIMONI VIU: TRANSFORMANT EL
PAISATGE URBÀ**



MIÉRCOLES, 25 DE MARZO

16:00 h Inscripciones, acreditaciones y entrega de documentación

BLOQUE I. PAISAJE Y TERRITORIO

17:00 h **Presentación. Acto inaugural**

Autoridad del Ayuntamiento de Barcelona
Pedro Calaza, presidente de la AEPJP

17:30 h **Conferencia inaugural: “Ciudad, salud y naturaleza”**

Esteban Leon, Head City Resilience Global Program.
Global Solution Division - UN Habitat.

17:55 h **Pausa para el café**

18:15 h **Planificación ecológica en territorio**

Nina-Marie Lister, directora de Programa de Posgrado y profesora asociada de Planificación Urbana y Regional en la Universidad de Ryerson, en Toronto.

18:45 h **“Rubió i Tudurí. El problema de los espacios libres, 100 años de la propuesta de Rubió i Tudurí”**

Enric Batlle, arquitecto y paisajista, socio fundador de Batlleiroig y director del máster en Paisajismo de la Universitat Politècnica de Catalunya

19:15 h **Cierre de la jornada**

Conductor/a acto:

20:00 h **Recepción del Ayuntamiento de Barcelona en el Museo Marítimo de Barcelona (Reales Atarazanas)**

Autoridad del Ayuntamiento de Barcelona

MIÉRCOLES, 25 DE MARZO

16:00 h Inscripciones, acreditaciones y entrega de documentación

BLOQUE I. PAISAJE Y TERRITORIO

17:00 h **Presentación. Acto inaugural**

Autoridad del Ayuntamiento de Barcelona
Pedro Calaza, presidente de la AEPJP

17:30 h **Conferencia inaugural: “Ciudad, salud y naturaleza”**

Esteban Leon, Head City Resilience Global Program.
Global Solution Division - UN Habitat.

17:55 h **Pausa para el café**

18:15 h **Planificación ecológica en territorio**

Nina-Marie Lister, directora de Programa de Posgrado y profesora asociada de Planificación Urbana y Regional en la Universidad de Ryerson, en Toronto.

18:45 h **“Rubió i Tudurí. El problema de los espacios libres, 100 años de la propuesta de Rubió i Tudurí”**

Enric Batlle, arquitecto y paisajista, socio fundador de Batlleiroig y director del máster en Paisajismo de la Universitat Politècnica de Catalunya

19:15 h **Cierre de la jornada**

Conductor/a acto:

20:00 h **Recepción del Ayuntamiento de Barcelona en el Museo Marítimo de Barcelona (Reales Atarazanas)**

Autoridad del Ayuntamiento de Barcelona

JUEVES, 26 DE MARZO

9:00 h Inscripciones, acreditaciones y entrega de documentación

BLOQUE II. TRANSFORMACIÓN DE ESPACIOS PATRIMONIALES

10:00 h **Propuestas contemporáneas en la transformación urbana**

Daniel Vasini, director creativo en West 8, experto en diseño urbano y paisajismo de alcance internacional **13:00 h Debate**

Marina Cervera, directora de NABLBCN Studio |
Directora Ejecutiva, Biennial Internacional de Paisaje de BCN |
Profesora UPC-BarcelonaTech

13:45 h **Presentación de la Guía de Recomendaciones de Gestión de la Infraestructura Verde Periurbana**

Presentación a cargo de:

Pedro Calaza, Presidente de AEPJP

Doña Maria del Mar Vázquez Agüero, presidenta de la Red de Gobiernos Locales + Biodiversidad. Alcaldesa de Almería

Antonio Rodríguez Gómez, presidente de ASEJA y director de la Delegación Centro de FFCC Medio Ambiente

14.00 h **Cierre de la mañana. Comida bufé en la sede**

JUEVES, 26 DE MARZO

BLOQUE III. RESTAURACIÓN DE JARDINES HISTÓRICOS

16:30 h Presentación y votación del Premio Asociación Española de Parques y Jardines Públicos

17:30 h De la filosofía a la praxis: la intervención en jardines y paisajes con valor patrimonial

Ana Luengo, doctora arquitecta paisajista miembro honorario, Región Europea de la Federación Internacional de Arquitectos Paisajistas-Honorary Member IFLA EUROPE-Citerea

17:55 h Park Güell

Albert Cuchí, profesor e investigador de Sostenibilidad en Arquitectura y Urbanismo en la Universidad Politécnica de Cataluña

18:20 h Torres Balbás y la construcción moderna del paisaje de la Alhambra

Manuel Casares, catedrático de Botánica en la Universidad de Granada, experto en restauración de jardines históricos y sostenibilidad urbana

18:45 h El jardín de los pazos gallegos: confluencias culturales en una esquina atlántica

Jesús Ángel Sánchez García, catedrático de Historia del Arte en la Universidad de Santiago de Compostela y responsable del grupo IDEAHS

19:10 h Cierre de la tarde

Conductor del acto

19:30 h Plantación del árbol conmemorativo

Autoridad del Instituto Municipal de Parques y Jardines del Ayuntamiento de Barcelona
Pedro Calaza, presidente de la AEPJP

Fotografía de las personas asistentes

VIERNES, 27 DE MARZO

BLOQUE IV. GESTIÓN COLABORATIVA DE ESPACIOS PATRIMONIALES

9:30 h PechaKucha: presentación de pósteres. Votaciones al mejor póster y presentación

Víctor M. Irigoyen, director del Observatorio de Soluciones Basadas en la Naturaleza

10:20 h Presentación V Encuentro Internacional Hispanoárabe de Jardinería

Paula Artime, vocal Junta Directiva AEPJP

10:30 h La custodia del territorio como herramienta de conservación. Casos prácticos.

Beatriz Sánchez, jefa de Área y coordinadora del proyecto "LIFE Custodia", de la Fundación Biodiversidad, F.S.P

Sandra Carrera, directora de la Xarxa per a la Conservació de la Natura

11:15 h Pausa para el café

11:55 h Custodiar el pasado, gestionar el futuro. Estrategias contemporáneas para la conservación y gestión de los jardines históricos de Patrimonio Nacional.

Ángel Muñoz, jefe del Departamento de Jardines y Montes de Patrimonio Nacional

12:25 h Promoción de alianzas en los jardines públicos y privados de Francia

Marie-Hélène Bénetière, historiadora de jardines y encargada de misión en el Ministerio de Cultura de Francia

13:00 h Turno de preguntas: "Gestión colaborativa de jardines históricos"

Antonio Antequera

13:25 h Presentación del próximo congreso PARJAP Almería 2027

Doña María del Mar Vázquez Agüero, alcaldesa de Almería

13:35 h Lectura de conclusiones, despedida y cierre

13:55 h Comida libre

16:30 h Asamblea AEPJP

21:00 h Cena de gala y entrega de premios



MIÉRCOLES, 25 DE MARZO

EL CENTRO HISTÓRICO DE BARCELONA: PATRIMONIO VIVO

VISITA AL BARRI GÒTIC

Lugar: Banco de España
Dirección: Pl. Catalunya, 17
Hora: 16:00 h

PROGRAMA
CULTURAL

Este recorrido de dos horas permite descubrir el Barri Gòtic como núcleo histórico y político de Barcelona, desde la época romana y medieval hasta la actualidad. El itinerario se inicia frente al Banco de España y desciende por las Ramblas, eje vertebrador de la vida urbana donde confluyen espacios tan emblemáticos como el Mercat de la Boqueria, símbolo de la tradición comercial, o el Gran Teatre del Liceu.

La ruta se adentra en la plaza Reial, de estilo neoclásico y conocida por las farolas que diseñó un joven Antoni Gaudí, siguiendo hacia la plaza Sant Jaume, sede del Ayuntamiento y la Generalitat. A través de la plaza del Rei y su conjunto monumental, la persona visitante podrá comprender el pasado condal de la ciudad, antes de culminar el recorrido frente a la catedral de la Santa Creu i Santa Eulalia, máximo exponente del gótico catalán, de la que destaca su célebre claustro.

Como cierre del recorrido, la visita se adentra en el Centro Arts Santa Mònica, donde la exposición «El asalto de la ilusión» incorpora la intervención de Fabian Knecht, vinculada al parque del Laberint d'Horta. La obra enmarca un fragmento real del jardín dentro del parque y se presenta en el centro de arte mediante la proyección en tiempo real de su imagen, mientras que la visita al laberinto permite experimentar este mismo espacio de forma directa, estableciendo un diálogo entre percepción, paisaje y creación contemporánea.

MIÉRCOLES, 25 DE MARZO

EL CENTRO HISTÓRICO DE BARCELONA: PATRIMONIO VIVO

RECEPCIÓN DEL AYUNTAMIENTO DE BARCELONA EN EL MUSEO MARÍTIMO DE BARCELONA

Lugar: Museo Marítimo de Barcelona (Drassanes Reials)
Dirección: Calle José Carner Portal del Santa Madrona
Hora: 20:00 h



Recepción oficial de los congresistas en el marco histórico de las Drassanes Reials. El acto contará con la presencia de la autoridad del Ayuntamiento de Barcelona, que ofrecerá una bienvenida institucional en uno de los edificios góticos civiles más importantes y mejor conservados del mundo.

JUEVES, 26 DE MARZO

ARQUITECTURA Y NATURALEZA EN LA BARCELONA MODERNISTA

VISITA A LA BASÍLICA DE LA SAGRADA FAMILIA
(Plazas limitadas)

PROGRAMA
CULTURAL

Lugar: Basílica de la Sagrada Família
Dirección: Calle Marina - 08013 Barcelona
Hora: 10:15 h

Visita a la basílica de la Sagrada Família, la obra maestra de Antoni Gaudí donde la arquitectura y la naturaleza se funden en una simbiosis única. Las personas asistentes podrán admirar el bosque de columnas y la profunda simbología botánica que define el templo, entendido como una estructura orgánica que se integra plenamente en la visión de la ciudad.

VISITA POR LA BARCELONA MODERNISTA

Lugar: Banc d'Espanya
Dirección: Pl. Catalunya, n.º 17
Hora: 12:15 h

Este recorrido explora el modernismo como la expresión artística y cultural vinculada al crecimiento urbano de la Barcelona de finales del siglo XIX. El itinerario recorre el paseo de Gràcia, donde se concentran obras como la Casa Lleó Morera, la Casa Amatller o la genialidad de Gaudí en la Casa Batlló y la Casa Milà (La Pedrera).

El recorrido finaliza en la avenida Diagonal, frente a la Casa de les Punxes, obra de Puig i Cadafalch que, con sus seis torres puntiagudas y su estética de castillo medieval, se convierte en una de las piezas más singulares y reconocidas del patrimonio modernista barcelonés.

JUEVES, 26 DE MARZO

ARQUITECTURA Y NATURALEZA EN LA BARCELONA MODERNISTA

COMIDA OFICIAL EN LA SEDE DEL DHUB

PROGRAMA
CULTURAL

Lugar: Sede del Disseny Hub Barcelona (DHUB)
Dirección: Plaza de las Glòries Catalanes, 38, 08018 Barcelona
Hora: 14:00 h

Comida en la sede del programa técnico del congreso en el DHUB, espacio de referencia para el diseño y las industrias creativas de la ciudad. Situado en el nuevo nodo de centralidad de la plaza de las Glòries, el edificio representa la vanguardia arquitectónica y la innovación urbana de la Barcelona contemporánea.

NATURALEZA Y CIUDAD: ESPACIOS VERDES COMO PATRIMONIO COLECTIVO

VISITA AL PARQUE DE LA CIUTADELLA Y AL INVERNADERO

Lugar: Parque de la Ciutadella
Dirección: Paseo Pujades con paseo Lluís Companys
Hora: 16:30 h

Esta visita tiene dos recorridos que se realizan simultáneamente en dos grupos.

Un recorrido que permite conocer el parque de la Ciutadella; construido a finales del siglo XIX, fue el primer parque diseñado específicamente como parque público para la Exposición Universal de 1888, en el espacio donde estaba la antigua ciudadela militar para controlar la ciudad en 1715. Lleno de árboles centenarios, el parque de la Ciutadella contiene una gran diversidad de elementos arquitectónicos y escultóricos. El aspecto actual del parque se debe a Josep Fontserè, quien ganó el concurso de urbanización en 1871 e ideó una extensa zona ajardinada con parterres, árboles y un lago artificial.

Durante los años siguientes, el parque de la Ciutadella fue tomando forma hasta recibir el empujón definitivo con motivo de la Exposición Universal de 1888: fue entonces cuando se ejecutaron obras como la fuente de la Cascada, el invernadero, la glorieta de música o el castillo de los Tres Dragones y, poco después, también se proyectó el zoológico.

Un segundo recorrido se centra en el invernadero, una joya del hierro y el vidrio proyectada por Josep Amargós para la Exposición Universal de 1888, que actualmente actúa como nodo de la Ciutadella del Conocimiento. En el interior de este espacio patrimonial está la exposición «Darwin botánico», una instalación que descubre la faceta más desconocida del científico inglés y cómo su investigación vegetal fue clave para el desarrollo de la teoría de la evolución.

PROGRAMA CULTURAL



PLANTACIÓN DEL ÁRBOL CONMEMORATIVO

Lugar: La Clariana de la plaza de las Glòries

Dirección: Plaza de las Glòries Catalanes, 38, 08018 Barcelona

Hora: 19:30 h

Acto simbólico que contará con la presencia de la autoridad del Instituto Municipal de Parques y Jardines del Ayuntamiento de Barcelona y de Pedro Calaza, presidente de la AEPJP. El evento, que incluirá una fotografía de grupo con todas las personas asistentes, reafirma el compromiso del congreso con el legado verde y la biodiversidad de la ciudad.

VIERNES, 27 DE MARZO JARDÍN HISTÓRICO Y PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO

VISITA AL PARQUE DEL LABERINT D'HORTA Y AL PALACIO DEL MARQUÈS D'ALFARRÀS

Lugar: Entrada principal del parque del Laberint d'Horta

Dirección: Calle Germans Desvalls

Hora: 10:00 h

Este recorrido permite, por un lado, descubrir el parque del Laberint d'Horta, un espacio singular por su historia y la riqueza de su entorno vegetal. El itinerario destaca los elementos históricos, las curiosidades del parque y la gran variedad de árboles y plantas que lo conforman.

El parque del Laberint d'Horta es un jardín neoclásico del siglo XVIII, inaugurado como parque público en 1971 y restaurado en 1994 como jardín histórico. Tiene como edificio principal el palacio del Marquès d'Alfarràs, pero también templetas y escalinatas, desde las cuales se puede ver el emblemático laberinto vegetal.

Esta visita se inscribe en el diálogo con la exposición «El asalto de la ilusión» del Centro Arts Santa Mònica, que completa la propuesta con la experiencia directa del parque del Laberint d'Horta.

La segunda parte de la visita incluye el palacio del Marquès d'Alfarràs o Palau Desvalls; situado en el parque del Laberint, es un espacio patrimonial con más de mil años de historia, ya que sus orígenes se remontan al siglo XI, cuando el edificio era solo una torre de vigía.

PROGRAMA CULTURAL



VIERNES, 27 DE MARZO

JARDÍN HISTÓRICO Y PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO

CENA DE GALA Y ENTREGA PREMIOS

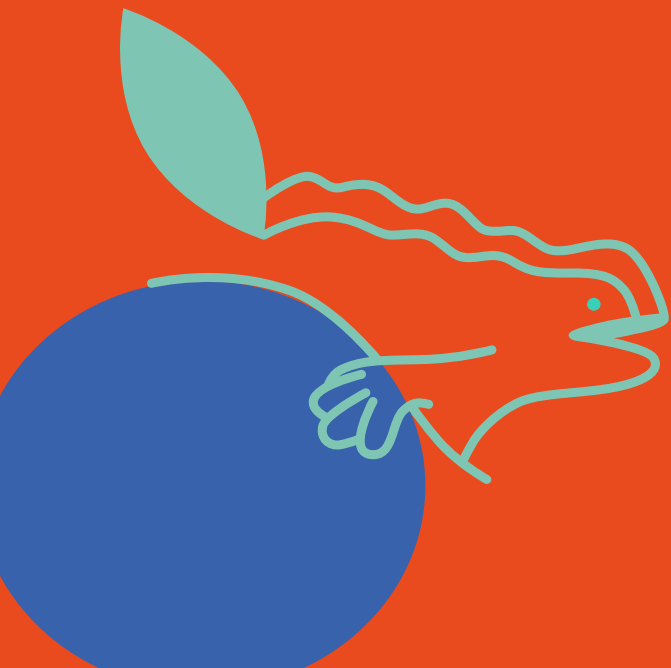
PROGRAMA
CULTURAL

Lugar: Restaurante Mirabé

Dirección: Calle de Manuel Arnús, 2, Sarrià-Sant Gervasi, 08035
Barcelona

Hora: 21:00 h

Evento social culminante de PARJAP 2026. Un espacio de encuentro y celebración donde se entregarán los premios anuales de la asociación, para cerrar las sesiones técnicas del congreso en un entorno inmejorable.



SÁBADO, 28 DE MARZO

PAISAJE, ARQUITECTURA Y PATRIMONIO UNIVERSAL

VISITA AL PARK GÜELL

PROGRAMA
CULTURAL

Lugar: Entrada principal Park Güell

Dirección: Calle de Olot, 7, 08024 Barcelona

Hora: 10:00 h

Esta visita tiene dos recorridos que se realizan simultáneamente en dos grupos.

Un recorrido que ofrece una aproximación a la historia del parque, desde el proyecto de Eusebi Güell y Antoni Gaudí hasta su configuración actual. Las personas participantes realizan un itinerario por los puntos de interés más emblemáticos, donde se explican la simbología, los valores del modernismo y la arquitectura gaudiniana.

El otro itinerario plantea un enfoque botánico y de gestión del verde, analizando la composición vegetal, el predominio de especies mediterráneas y su adaptación. Se destacan los criterios de diseño y mantenimiento, el papel de la vegetación en la sostenibilidad del conjunto y su función ecológica y simbólica dentro del proyecto paisajístico original.

Agradecimiento institucional. La organización de PARJAP 2026 quiere expresar su sincero agradecimiento al Ayuntamiento de Barcelona, la Generalitat de Catalunya, Turismo de Barcelona, el Museo de Ciencias Naturales de Barcelona, el Centro Arts Santa Mònica y la Fundación Sagrada Família por su colaboración en la programación cultural.

Fran Bergua

Jefe Oficina Infraestructura Verde, Limpieza Pública y Economía Circular.
Ayuntamiento de Zaragoza



Hablar de nuestro próximo entrevistado es hablar de la historia reciente de la Asociación Española de Parques y Jardines Públicos. Fran Bergua es socio de la AEPJP desde 1999 y se incorpora a su Junta Directiva en 2007 como vocal.

Durante esta etapa impulsa **Vivir los Parques**, plataforma digital pionera que dirigió entre 2010 y 2014, concebida como una red especializada y escaparate de los parques, orientada a compartir experiencias e iniciativas y a acercar la infraestructura verde a la ciudadanía.

En el año 2015 asume la presidencia de la AEPJP, cargo que desempeña hasta 2023. En este número de Terapia en Verde entrevistamos a **Fran Bergua**, expresidente de la AEPJP y actual Jefe de la Oficina de Infraestructura Verde, Limpieza Pública y Economía Circular del Ayuntamiento de Zaragoza.

Té formas inicialmente en Ingeniería Agrícola, aunque finalmente completas tus estudios como Ingeniero de Montes. Desde tu experiencia, ¿cuál de estas dos disciplinas crees que se adapta mejor a los retos actuales que plantea la planificación y la gestión de la infraestructura verde urbana?

Mi formación combina dos aproximaciones que hoy considero complementarias. La Ingeniería Agrícola me aportó una visión muy práctica de la gestión, del mantenimiento y del uso eficiente de los recursos, mientras que la Ingeniería de Montes es la referencia principal en mi trayectoria profesional, por la mirada ecológica, territorial y de largo plazo que aporta. Pero, más allá de las titulaciones, mi formación ha sido también el resultado de haber tenido la suerte de coincidir, a lo largo del camino, con muchos profesionales excelentes que, con el tiempo, se han convertido en amigos, y de quienes he aprendido compartiendo trabajo, dudas y experiencias reales de gestión. Esa combinación ha sido clave para entender la complejidad del verde urbano.

En cualquier caso, la infraestructura verde no se puede abordar desde una única disciplina. Requiere trabajo en equipo y una visión claramente interdisciplinar, en la que resultan fundamentales la arquitectura y el urbanismo, pero también la consideración de las personas, que son las usuarias de estos espacios. Al final, la infraestructura verde solo tiene sentido si integra adecuadamente los procesos naturales, el diseño de la ciudad y las necesidades reales de quienes la habitan y la utilizan.

Tu trayectoria profesional comienza en 1989 en el sector

privado, y en 1997 te incorporas a la Administración Local en el Ayuntamiento de Huesca. En 2019 das el salto al Ayuntamiento de Zaragoza, donde actualmente diriges la Oficina de Infraestructura Verde, Limpieza Pública y Economía Circular. ¿Qué te aportó tu etapa en el sector privado para tu posterior labor en lo público? ¿Y qué ha sido lo más complejo del cambio de escala entre Huesca y Zaragoza?

Mi etapa en el sector privado fue fundamental para construir una base sólida como profesional. Trabajar en una cooperativa agrícola-forestal y en una consultoría de ingeniería ambiental me permitió conocer bien el territorio, los sistemas productivos y la importancia de planificar, priorizar y ejecutar con rigor, siempre con una atención muy directa a los recursos disponibles y a los resultados. Ese aprendizaje ha sido muy valioso posteriormente en la administración pública, donde la buena gestión empieza, también, por hacer bien lo básico.

El acceso a la función pública en 1997, como funcionario de carrera en el Ayuntamiento de Huesca, supuso un punto de inflexión en mi trayectoria profesional y el logro de una aspiración personal. Me permitió dedicarme plenamente a lo que siempre ha sido mi vocación: diseñar, gestionar y cuidar los parques y jardines desde el servicio público, sabiendo que son espacios pensados para las personas y vividos por ellas cada día. Poder participar activamente en la construcción y gestión de la ciudad en la que crecían mis hijos convertía esa responsabilidad profesional en un reto exigente, pero también en un regalo especialmente valioso.

El paso a Zaragoza en 2019 supuso, lógicamente, un aumento importante de complejidad, pero lo afronté con tranquilidad. No solo por la experiencia acumulada, sino también por el aprendizaje compartido con otros profesionales del sector a través de la AEPJP, que me permitió conocer con antelación muchas de las problemáticas propias de una gran ciudad. Lo más complejo del cambio de escala no es tanto el tamaño como la necesidad de coordinar, priorizar y gestionar una red verde urbana mucho más diversa y exigente.

A lo largo de tu trayectoria comienzas trabajando en el ámbito de los parques y jardines públicos y terminas desarrollando tu labor en el de la infraestructura verde urbana. Si tuvieras que elegir un término, ¿con cuál te quedarías y por qué?

El concepto de infraestructura verde es necesario porque amplía el foco y nos obliga a pensar en red, en conectividad y en servicios ecosistémicos. Pero no reniego del término parques y jardines. Al final, lo que la ciudadanía percibe es si el parque está bien cuidado, si hay sombra, si el espacio funciona. Por eso creo que no debemos perder el contacto con la jardinería. Hay buena y mala jardinería, y eso condiciona todo lo demás.

Eres socio de la AEPJP desde 1999 y has formado parte de su Junta Directiva durante 16 años, de los cuales 8 has ejercido como presidente. ¿Qué ha significado para ti la AEPJP y qué balance haces de tu etapa al frente de la Asociación?

La AEPJP ha sido una referencia fundamental para el sector y, en lo personal, un espacio de aprendizaje continuo. El trabajo

en la Comisión de Gestión y en la Junta Directiva me permitió conocer de primera mano la diversidad de realidades del país, contrastar modelos de gestión y aprender de otros profesionales. Mi balance es muy positivo, sobre todo por el trabajo compartido y por haber contribuido a consolidar ese espacio de encuentro técnico y profesional que tan necesario es para el sector.

Fran, eres reconocido como un profesional innovador. Vivir los parques fue la primera aplicación que permitió a la ciudadanía visitar virtualmente un parque y conocer su historia. Trabajaste activamente en su creación y fuiste su director entre 2010 y 2014. ¿Qué supuso esta plataforma para la AEPJP y para el sector? Desde tu punto de vista, ¿en qué crees que consistirá la siguiente fase de digitalización del sector?

Vivir los Parques supuso para la AEPJP y para el sector un cambio de enfoque. Fue una de las primeras experiencias reales de aplicación de herramientas digitales para interpretar y comunicar los parques no solo como espacios a mantener, sino como patrimonio urbano, como relato colectivo y como parte esencial de la infraestructura verde. La plataforma permitió abrir los parques a la ciudadanía de una forma inédita y, al mismo tiempo, generar un espacio de intercambio y aprendizaje entre profesionales.

Desde el punto de vista personal y profesional, fue una etapa de aprendizaje muy intensa que me permitió conocer la enorme diversidad territorial, climática y cultural de los parques en España, así como los distintos modelos de gestión existentes.

En cuanto a la siguiente fase de digitalización del sector, es evidente que pasa por la



incorporación de herramientas avanzadas, como la inteligencia artificial y los sistemas de análisis de datos, que ayuden a conocer mejor la infraestructura verde, anticipar problemas y mejorar la gestión. Inventarios rigurosos, datos fiables y herramientas de apoyo a la toma de decisiones serán claves.

Ahora bien, esta evolución solo tiene sentido si la tecnología está al servicio de una estrategia clara y del conocimiento técnico, y no al revés. La experiencia, el criterio y la capacidad de observación del “buen jardinero” siguen siendo insustituibles. La digitalización debe reforzar la profesionalización del sector y poner en valor el trabajo humano, no sustituirlo.

Has defendido de manera constante la infraestructura verde urbana como proveedora de servicios ecosistémicos y como elemento fundamental para lograr entornos urbanos más saludables. En este contexto, la naturalización de las ciudades se presenta como una herramienta clave, aunque siempre acompañada, según has señalado, de una gestión realista. ¿Crees que, en algunos casos, se está priorizando el discurso de la naturalización frente a la gestión?

En algunos casos, sí. La naturalización es una herramienta necesaria y el camino a seguir, pero no puede abordarse solo desde el discurso. Naturalizar no significa dejar de gestionar, sino hacerlo de otra manera, con más conocimiento y planificación. Si no se acompaña de recursos y de una gestión adecuada, el relato se debilita rápidamente.

En ocasiones se confunde lo naturalizado con lo asilvestrado y se tiende a pensar que la gestión de estos espacios es más sencilla y, por tanto, más económica. Desde tu experiencia, ¿es realmente más fácil gestionar un espacio naturalizado?

No, no es más fácil, ni necesariamente más económico. Es una gestión diferente y, en muchos casos, más exigente desde el punto de vista técnico. Requiere planificación, seguimiento y profesionales cualificados. Pensar que lo naturalizado se gestiona solo es uno de los grandes errores que debemos evitar.

Otro factor fundamental en los procesos de naturalización urbana es la participación ciudadana y la necesaria concienciación sobre los cambios en la gestión de los espacios verdes. ¿Cómo debería abordarse esta participación?

La participación ciudadana es imprescindible, pero debe basarse en información, pedagogía y corresponsabilidad. Hay expectativas diversas y, en ocasiones, contradictorias incluso dentro de un mismo barrio. Gestionar esa realidad exige explicar bien los criterios técnicos, los límites y los costes asociados a la gestión. Lo que no se conoce no se valora.

Para finalizar, tras más de 30 años vinculado a la jardinería pública y la infraestructura verde, ¿crees que existe hoy un desfase entre lo que se exige a estos servicios y los recursos, estructuras y marcos de gestión con los que realmente cuentan las administraciones? ¿Dónde situarías el principal reto?

Creo que hoy existe claramente un desfase entre lo que se exige a la jardinería pública y a la infraestructura verde urbana y los recursos, estructuras y marcos de gestión con los que realmente cuentan las administraciones. Se pide al verde urbano que sea resiliente frente al cambio climático, que mejore la salud de las personas, que fomente la biodiversidad, que sea bello, accesible y seguro, pero muchas veces se sigue gestionando con esquemas, presupuestos y plantillas pensados para otro contexto.

El principal reto está en ajustar esa exigencia a una gestión realista y profesional. Eso implica reconocer que la infraestructura verde es un servicio público esencial, dotarlo de recursos adecuados, apostar por equipos técnicos estables y cualificados y no perder de vista la jardinería, entendida como el cuidado cotidiano y bien hecho de los espacios. Sin esa base, cualquier estrategia o discurso corre el riesgo de quedarse en el papel.

Y sigo creyendo firmemente que la **jardinería es el alma de la infraestructura verde urbana.**



Tras más de tres décadas dedicadas a la jardinería pública y a la infraestructura verde urbana, Fran Bergua nos deja una lección clara: la sostenibilidad y la innovación deben ir siempre de la mano de la gestión y del conocimiento técnico. Su mirada combina experiencia, realismo y pasión por la jardinería, el alma de la infraestructura verde urbana, recordándonos que detrás de cada parque bien gestionado hay un equipo de profesionales comprometidos y que conseguir una infraestructura verde urbana de calidad no se basa solo en la estética, sino un esfuerzo colectivo y planificado. Conversar con él ha sido descubrir cómo la infraestructura verde puede transformar nuestras ciudades y, sobre todo, mejorar la vida de quienes las habitan.



FCC Medio Ambiente es la empresa que vertebra los servicios medioambientales que el Grupo FCC presta desde hace más de 120 años. En la actualidad atiende a 78 millones de personas en 5.650 municipios de todo el mundo, prestando servicios diversos, entre ellos de conservación y mantenimiento de espacios verdes en cerca de 7.000 hectáreas.

La Asociación Española de Parques y Jardines Públicos (AEPJP) apoyó la presentación de la serie documental La vida secreta de los alcorques vivos.

La bióloga y divulgadora ambiental Lorena Escuer fue la encargada de presentar ante un público numeroso su serie documental de tres capítulos, que propone una mirada innovadora sobre la transformación del paisaje urbano a través de los alcorques, esos espacios de tierra junto a los árboles que, con gestión ecológica, se convierten en pequeños ecosistemas llenos de vida.



Huesca, 28 de febrero de 2026. La Asociación Española de Parques y Jardines Públicos (AEPJP) apoyó la presentación de la serie documental La vida secreta de los alcorques vivos, que tuvo lugar en el **Pirineos Mountain Film Festival en Huesca, uno de los eventos de cine de montaña, naturaleza y aventura más importan-**

tes del calendario cultural y ambiental del norte de España.

La bióloga y divulgadora ambiental Lorena Escuer fue la encargada de presentar ante un público numeroso su serie **documental de tres capítulos**, que propone una mirada innovadora sobre la transformación del paisaje urbano

a través de los alcorques, esos espacios de tierra junto a los árboles que, con gestión ecológica, se convierten en **pequeños ecosistemas llenos de vida.**

El documental recorre experiencias desarrolladas en **Huesca, Vitoria-Gasteiz y Rivas Vaciamadrid**, mostrando cómo la intervención respetuosa en estos espacios contribuye a **ciudades más verdes, habitables y biodiversas.**

La participación de la AEPJP en este festival subraya el compromiso de la asociación con iniciativas que visibilizan y promueven prácticas sostenibles en la gestión de parques, jardines y espacios verdes urbanos, así como con proyectos que conectan la ciudadanía con el valor ecológico y social de la naturaleza en la ciudad.

El Pirineos Mountain Film Festival, celebrado del 23 al 28 de febrero en Huesca, reúne cada año proyecciones y actividades relacionadas con la montaña, la aventura y la naturaleza, y este año **amplió su programación incorporando documentales con enfoque ecológico como este, que ponen en valor nuevas narrativas sobre biodiversidad y ciudad.**



Quando la experiencia y la innovación van de la mano

safitra s.a.

NUEVO Control de malas hierbas sin herbicidas

+34 913 077 028 ✉ info@safitra.com

www.safitra.com

El Foro de las Ciudades de Madrid IFEMA abre convocatoria



El Foro de las Ciudades de Madrid IFEMA abre convocatoria para recibir candidaturas a la tercera edición del Premio Árbol, cuya entrega se celebrará durante la séptima edición del Foro del 9 al 11 de junio de 2026. Se podrán enviar los proyectos hasta el 7 de abril.

Podrán presentar sus proyectos **todas las entidades locales o agrupaciones de municipios españoles e iberoamericanas**, con independencia de su tamaño, concurrendo según su población a una de las dos categorías establecidas (Ciudades con más de 100.000 habitantes y ciudades con menos de 100.000 habitantes). Los proyectos han de consistir en intervenciones urbanas o interurbanas basadas en la mejora o uso de elementos naturales,

la restauración ecológica, la renaturalización de espacios, la conservación o mejora de zonas verdes, la mejora de la conectividad entre espacios verdes, la mejora o implementación de infraestructuras verdes, el uso de soluciones basadas en la naturaleza y, en términos generales, **cualquier iniciativa que mejore la calidad de vida y el bienestar humano utilizando la naturaleza** como herramienta de mejora de las ciudades.

Tanto las bases del premio como la ficha sobre los materiales requeridos a las candidaturas se pueden consultar en:

Bases: <https://www.ifema.es/foro-ciudades/doc/bases-premios-arbol/bases-premios-arbol-2026.pdf>

Ficha técnica: <https://www.ifema.es/foro-ciudades/doc/ficha-presentacion-candidaturas/ficha-candidaturas-premios-arbol-2026.pdf>

La AEPJP traslada su sede a Las Rozas (Madrid)

La Asociación Española de Parques y Jardines Públicos (AEPJP) informa a sus socios, colaboradores y entidades vinculadas del cambio de sede oficial de la Asociación.

A partir de ahora, la nueva dirección de la AEPJP es:

C/ Castillo de Turégano, 3 . 28232 Las Rozas de Madrid (Madrid)

Este traslado responde a la voluntad de continuar reforzando la estructura organizativa de la Asociación y mejorar la coordinación administrativa, manteniendo el compromiso de servicio, proximidad y apoyo técnico a todos nuestros socios.

La AEPJP seguirá desarrollando su actividad habitual con total normalidad, trabajando

por la promoción, mejora y puesta en valor de los parques y jardines públicos en todo el territorio nacional.

Rogamos que, a partir de esta fecha, cualquier correspondencia oficial o comunicación postal se dirija a la nueva dirección. Para cualquier consulta, pueden contactar con nosotros a través de los canales habituales.



Liderazgo Compromiso Innovación

Ofrecemos una gestión medioambiental de calidad, que garantice un presente y futuro sostenible.

Medio Ambiente

902 355 366
www.eulen.com



- OBRAS DE JARDINERÍA Y RIEGO
- MANTENIMIENTO DE PARQUES Y JARDINES
- HIDROSIEMBRAS
- MANTAS ORGÁNICAS
- TALAS Y TRANSPLANTES



semarsl
Parques y Jardines

Teléfono: 91 827 77 79 semarsl@semarsl.com www.semarsl.com



La AEPJP reivindica el papel esencial de la infraestructura verde urbana en el Foro de las Ciudades de Madrid



La Asociación Española de Parques y Jardines Públicos (AEPJP) ha participado en el reciente Laboratorio online del Foro de las Ciudades de IFEMA MADRID, titulado “Naturaleza urbana: territorios adaptativos y saludables”. En este espacio, la AEPJP y otros cinco referentes del sector analizaron los grandes retos de la renaturalización para promover el bienestar y la resiliencia urbana.

En representación de la AEPJP, la vocal **Paula Artime defendió la necesidad de superar expresiones tradicionales como “parques y jardines”**. “A la naturaleza urbana hay que darle el rango de infraestructura verde urbana y ponerla al mismo nivel que al resto de infraestructuras que existen en la ciudad, ya que va a ser un elemento fundamental para la adaptación al cambio climático”, afirmó.

Esta visión estructural fue respaldada por el resto de ponentes. Ignacio Sáenz, de la Asociación de Empresas de Gestión de Infraestructura Verde (ASEJA), destacó la creciente demanda ciudadana por una naturaleza que ha dejado de ser puramente decorativa para ser esencial en la calidad de vida. Por su parte, Juan María Odriozola, de la Asociación Española de Arboricultura (AEA), reivindicó el árbol como “la principal palanca de transformación urbana”,

reclamando mejores presupuestos y estrategias de comunicación. Asimismo, Iñaki Viñuela, presidente de la Asociación Española de Paisajistas (AEP), enfatizó la urgencia de otorgar mayor protagonismo a su gremio para revertir la desnaturalización de las ciudades sin cometer errores del pasado.

El encuentro también profundizó en la gestión y viabilidad de los proyectos. Nuria Preciado, de la Fundación Biodiversidad, subrayó que las actuaciones

deben integrarse en una planificación estratégica, recordando los más de 230 millones de euros en fondos europeos destinados a este fin. En la misma línea, Gabriel Dorado (Universidad Politécnica de Madrid) incidió en que la estrategia municipal es vital para implantar y mantener estas infraestructuras, garantizando así sus servicios ecosistémicos.

En el bloque dedicado a los casos de éxito, la AEPJP visibilizó ejemplos prácticos de esta transformación. Paula Artime destacó el “Jardín del Recuerdo” de Málaga, una innovadora necrópolis renaturalizada que integra espacios ajar-

dinados, y el proyecto “Del Cloro a la Biodiversidad” del Real Jardín Botánico de Córdoba, enfocado en naturalizar fuentes y estanques urbanos. El panel también expuso otras intervenciones exitosas en todo el país, como la creación de oasis climáticos, la implantación de sistemas de drenaje sostenible y el establecimiento de redes interconectadas de biodiversidad.

Como continuación a este compromiso institucional, Pedro Calaza, presidente de la AEPJP, participará en la próxima edición presencial del Foro de las Ciudades de Madrid IFEMA 2026 el 10 de junio. Intervendrá

en la sesión titulada “Hacia la ciudad biofílica a través del urbanismo consiliente”. Se tratará de un diálogo en el que también participará la ciudad de Hamburgo, representada por Cornelia Peters, Jefa de división de “Estrategias de Espacios Abiertos Urbanos” del Departamento de Planificación del Paisaje y Áreas Verdes de la Municipalidad, junto con otra ciudad española pendiente de confirmación.

El encuentro reafirmó el **compromiso de la AEPJP en la construcción de ciudades donde las soluciones basadas en la naturaleza sean el pilar estructural del bienestar urbano y climático.**

INDITEC
MEDIO AMBIENTE

Servicios Medioambientales

Infraestructura verde • Residuos • Medio rural • Equipamiento ambiental
Forestal • Hidrología

Expertos en sostenibilidad e infraestructura verde y comprometidos con los objetivos de desarrollo sostenible y con el medio ambiente.

PROYECCIÓN DE FUTURO • DIVERSIFICACIÓN
ESPECIALIZACIÓN • CALIDAD • INNOVACIÓN



c/ Quintanavides 19
edificio 4, 1ª planta
28050 MADRID

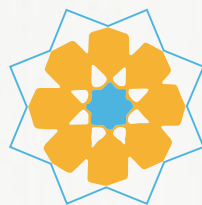
www.talher.com
91 745 91 00
atencioncliente@talher.com



TALHER



GRUPO RTIZ
compromiso sostenible



V Encuentro Internacional HISPANOÁRABE DE JARDINERÍA

MÁLAGA, 22 y 23 DE OCTUBRE 2026

Tras una pausa de doce años, la **Asociación Española de Parques y Jardines Públicos (AEPJP)** y el **Excelentísimo Ayuntamiento de Málaga** recuperan una cita ineludible para el paisajismo histórico: el **V Encuentro de Jardines Hispanoárabes, que tendrá lugar los días 22 y 23 de octubre de 2026.**

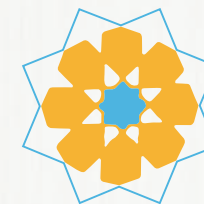
Este evento marca el regreso de unas jornadas de referencia iniciadas en Sevilla en 2006 y continuadas en Granada (2009), Córdoba (2011) y Almería, cuya última edición se celebró en 2014. Sin embargo, la elección de Málaga para este renacer no es casual, **Málaga aporta su carácter marítimo, su proyección comercial y una historia intrínsecamente ligada a la ciencia botánica.**



ASOCIACIÓN ESPAÑOLA
DE PARQUES Y
JARDINES PÚBLICOS



**Ciudad
de Málaga**



Bajo el lema **“Málaga, Puerto de Culturas: el Mediterráneo como horizonte de paz, ciencia y sostenibilidad”**, el encuentro propone una reflexión profunda sobre el jardín hispanoárabe como herencia viva, no solo como expresión histórica o estética, sino como una forma de entender el paisaje, el agua, la vegetación y el espacio habitado que ha marcado de manera decisiva la tradición jardinera y paisajística en nuestro país, desplazando el foco de la habitual “nostalgia histórica” hacia una proyección de futuro basada en un pasado común.

Los ejes temáticos que se abordarán en estas jornadas nos acercan a una visión retrospectiva de la botánica, el eficiente uso del agua y la sostenibilidad de estos jardines, creados para deleite de los sentidos y sosiego del alma. Asimismo, se pondrá de relieve su trascendencia como hilo conductor de paz y concordia entre culturas.

A finales de octubre, Málaga disfruta de una luz y un clima privilegiados. Este entorno servirá de marco para actividades que buscan profundizar en el conocimiento de estos espacios únicos con ponentes de reconocido prestigio, visitas técnicas reinterpretadas bajo la óptica de la herencia árabe, o experiencias sensoriales que pongan en valor los ingredientes y aromas compartidos.

La AEPJP y el Excelentísimo Ayuntamiento de Málaga invitan a profesionales, investigadores y amantes de la jardinería histórica a participar en este foro de intercambio. Es una oportunidad única para volver a mirar el jardín como un lugar de conocimiento y armonía, donde el pasado y el futuro dialogan para ofrecer respuestas a la sostenibilidad del siglo XXI.



ASOCIACIÓN ESPAÑOLA
DE PARQUES Y
JARDINES PÚBLICOS



**Ciudad
de Málaga**

Jesús Ochoa Rego

Jardinería Vertical

TÍTULO: JARDINERÍA VERTICAL
AUTORES: RAFAEL FERNÁNDEZ CAÑERO
Y LUIS PÉREZ URRESTARAZU
EDITA: MUNDI-PRENSA LIBROS
ISBN . 978-84-8476-761-9



Hablar del libro *Jardinería vertical*, de Rafael Fernández Cañero y Luis Pérez Urrestarazu, es un poco como hablar de dos amigos muy queridos que, además, resultan ser auténticos referentes en lo suyo. Rafael y Luis, profesores de la Universidad de Sevilla.

Desde el principio, la obra transmite algo muy valioso: está escrita por personas de un elevadísimo nivel de conocimiento, pero que no sienten la necesidad de demostrarlo con frases imposibles o

jerga innecesaria. Al contrario, *Jardinería vertical* aborda el tema de una manera amplísima y profunda, dejando claro el perfil investigador de sus autores —la cantidad de citas científicas es tan abundante que casi parece que las referencias bibliográficas tengan su propio sistema radicular—, pero todo ello envuelto en un lenguaje directo, claro y sorprendentemente cercano.

El rigor científico-técnico es incuestionable. Cada afirmación está respaldada por estudios, ensayos y datos contrastados, lo que da una enorme tranquilidad al lector: aquí no hay ocurrencias ni modas pasajeras, sino ciencia bien hecha. Sin

embargo, lo admirable es cómo ese rigor no pesa. El libro consigue algo que no es nada fácil: que te entren ganas de seguir leyendo sin parar, incluso cuando eres consciente de que estás absorbiendo una cantidad de conceptos, cifras y explicaciones que, en condiciones normales, pedirían una pausa, un café y quizá una segunda lectura más calmada.

Y es que Rafael y Luis tienen ese talento tan poco común de los buenos profesores: saben explicar lo complejo de forma sencilla sin simplificarlo en exceso. A lo largo del libro se recorren todos los aspectos clave de la jardinería vertical: los distintos sistemas constructivos, la selección de especies, las necesidades hídricas y nutricionales, el mantenimiento, la durabilidad, los beneficios ambientales y urbanos... Todo está ahí, bien ordenado y conectado, como un ecosistema bien equilibrado en el que cada elemento cumple su función.

Se nota, además, que detrás de cada capítulo hay muchas horas de investigación, ensayo y error, pero también pasión por el tema. No es un manual frío ni distante; es un libro que transmite entusiasmo, el mismo entusiasmo que cualquiera que haya escuchado a Rafael o a Luis hablar de jardines verticales reconocerá al instante. Esa mezcla de conocimiento profundo y amor por la disciplina es, pro-

bablemente, lo que hace que la lectura resulte tan fluida y agradable.

Uno de los grandes aciertos del libro es el dossier final de proyectos. Aquí la teoría se sube literalmente por las paredes y se convierte en ejemplos reales, tangibles y visualmente impactantes. Las fotografías, abundantes y bien seleccionadas, junto con los datos técnicos que las acompañan, permiten entender de un vistazo cómo se materializa todo lo explicado anteriormente. Es una forma sencilla y a la vez magnífica de mostrar el increíble mundo de la jardinería vertical, sin artificios, dejando que los proyectos hablen por sí mismos.

En definitiva, *Jardinería vertical* es mucho más que un libro técnico. Es el reflejo del trabajo serio y constante de dos investigadores brillantes, pero también de dos docentes generosos que saben compartir conocimiento. Rafael Fernández Cañero y Luis Pérez Urrestarazu no solo explican cómo funcionan los jardines verticales: te contagian las ganas de mirarlos con otros ojos y, quién sabe, quizá hasta de medir el pH de la solución nutritiva con una sonrisa. Un libro riguroso, completo y, sorprendentemente, muy humano.

Jesús Ochoa Rego
Socio nº 727 AEPJP



Riego urbano sin barreras:

enlace inalámbrico a válvula WVL para espacios verdes consolidados

La gestión del riego en parques y jardines urbanos plantea retos crecientes para técnicos municipales y gestores de espacios verdes, especialmente en entornos urbanos consolidados. La necesidad de optimizar el uso del agua, reducir costes y minimizar el impacto de las intervenciones en el espacio público obliga a replantear los sistemas tradicionales. La instalación o renovación de redes de riego cableadas suele requerir obras civiles complejas, con apertura de zanjas, permisos y afecciones al tránsito, lo que incrementa los costes y dificulta la modernización de las infraestructuras existentes.

En este contexto, la tecnología de **enlace inalámbrico a válvula WVL (Wireless Valve Link) de Hunter** ofrece una alternativa innovadora y eficaz. Este sistema elimina la necesidad de cableado entre las válvulas de riego y el programador central, permitiendo una comunicación

Más información:



Productos y Servicios

inalámbrica segura y fiable. La ausencia de cables y zanjas simplifica notablemente los procesos de instalación y actualización, reduciendo el impacto sobre el entorno urbano.

El programador comunica directamente con cada electroválvula, garantizando un control preciso del riego y manteniendo los estándares de fiabilidad exigidos en aplicaciones profesionales. Esta solución resulta especialmente adecuada para parques urbanos, jardines históricos y zonas verdes donde las intervenciones deben ser rápidas y mínimamente invasivas.

Entre las principales ventajas operativas del sistema WVL destacan la reducción de costes de obra civil, la mayor rapidez de ejecución de los proyectos, la flexibilidad para futuras ampliaciones y una gestión más eficiente del agua. Todo ello contri-



buye a una planificación del riego más sostenible y adaptada a las necesidades reales del paisaje urbano.

Los enlaces inalámbricos a válvula WVL de Hunter representan un paso decisivo hacia la modernización del riego urbano, facilitando sistemas más inteligentes, eficientes y respetuosos con el entorno.

CREEMOS JUNTOS UN FUTURO SOSTENIBLE

VALORIZA responde al compromiso de la sociedad para alcanzar un **desarrollo sostenible** y mitigar los efectos del **cambio climático**, aportando a todos sus servicios soluciones eficientes que guarden siempre un equilibrio **económico, técnico y medioambiental**.



valorizasm.com

NORMAS

PARA LA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS DE LA REVISTA PARJAP

ARTÍCULOS TÉCNICOS O CIENTÍFICOS. El artículo debe estar escrito en castellano y su longitud máxima no excederá de 3.000 palabras. Deberá contener: Título que refleje breve y fielmente el contenido del artículo (máx. 15 palabras); nombre, apellidos, profesión, titulación y nombre de la empresa donde desarrolla su trabajo el autor o autores; Gráficos y tablas, siempre en formato digital, numerados según el orden en que deben aparecer impresos y con sus respectivos pies, impresos en hoja aparte; cuadros de texto, con el fin de explicar detalladamente alguna información concreta; bibliografía, relativa a los libros, revistas o páginas web consultadas; y FOTOGRAFÍAS. Mínimo 7 fotografías a color, digitalizadas, con la máxima calidad posible (no menos de 300 ppp.), que deberán ir numeradas en orden de inclusión, con sus correspondientes pies de foto.

ARTÍCULOS DE DIVULGACIÓN. Artículos de Divulgación - Versarán sobre temas de actualidad e interés y su longitud máxima no excederá de 2.000 palabras. Se deberá presentar incluyendo los elementos anteriormente descritos.

ARTÍCULOS DE OPINIÓN - Su longitud no excederá de 1.000 palabras y se deberá presentar en base a las normas de los apartados anteriores. Título de máximo 10 palabras.

Sólo se permitirán un máximo de tres autocitas por artículo.

FORMATO DE ENVÍO. Todos los artículos se enviarán en soporte digital vía e-mail, en un documento en formato compatible con Word (.odt o .docx). Los gráficos, tablas y fotografías se entregarán en formato TIFF preferiblemente o JPEG, con un mínimo de 600 ppp de resolución, como documentos independientes. La documentación deberán remitirla las siguientes direcciones de email: secretaria@aepjp.org y partime@aepjp.org

Todos los trabajos enviados que cumplan las condiciones anteriores serán evaluados por la Redacción y el Comité Editorial, si lo hubiere, pudiendo éste hacer las consultas que crea oportuno al autor o a otros expertos para proponer modificaciones en los mismos.



 **GRUPO RAGA**

Más de 50 años al cuidado del medioambiente

www.gruporaga.com