



# PLAN DIRECTOR DEL ARBOLADO VIARIO DE LA CIUDAD DE MADRID





# PLAN DIRECTOR DEL ARBOLADO VIARIO, DE LA CIUDAD DE MADRID

1	EL ÁRBOL VIARIO DE MADRID Y SU PLAN DIRECTOR .....	5
2	EL ÁRBOL Y LA CIUDAD .....	7
2.1	DEFINICIÓN DEL ARBOLADO VIARIO .....	9
2.2	CLASIFICACIÓN DE LAS CALLES ARBOLADAS DE MADRID .....	9
2.3	OBJETIVOS Y ALCANCE DEL PLAN DIRECTOR .....	11
3	EL ÁRBOL Y SU CICLO DE VIDA.....	13
3.1	EL DESARROLLO DEL ÁRBOL EN EL ENTORNO URBANO .....	13
3.2	ADECUACIÓN DEL MODELO TEÓRICO DE DESARROLLO DEL ARBOLADO AL ÁRBOL DE LA CIUDAD .....	14
4	EL CONJUNTO PATRIMONIAL DEL ARBOLADO VIARIO.....	19
4.1	LÍNEAS DE ACCIÓN PARA LA GESTIÓN DEL CONJUNTO PATRIMONIAL DEL ARBOLADO VIARIO .....	19
4.2	PRINCIPIOS BÁSICOS EN LA GESTIÓN PATRIMONIAL DEL ARBOLADO.....	20
4.2.1	Sostenibilidad.....	20
4.2.2	Biodiversidad.....	21
4.2.3	Funcionalidad - Usos.....	22
4.3	BASES DEL MODELO DE ARBOLAMIENTO COMO CONJUNTO ARBOLADO .....	23
4.3.1	Definición de conceptos.....	23
4.3.2	Valoración y categorización de los conceptos definidos.....	29
4.4	COMPARATIVA ENTRE LA SITUACIÓN ACTUAL Y LA SITUACIÓN DEFINIDA EN EL MODELO DE ARBOLAMIENTO .....	31
5	EL ÁRBOL EN LA CALLE .....	33
5.1	LA BIOLOGÍA DEL ÁRBOL Y EL ENTORNO URBANO .....	33
5.2	PRINCIPALES CONFLICTOS EN EL ARBOLADO VIARIO .....	34
5.3	DISPOSICIÓN DE ESPACIOS ARBOLADOS EN ENTORNOS VIARIOS.....	37
5.3.1	Definición de la sección tipo para las calles arboladas de la ciudad de Madrid.....	37
5.3.2	Tipologías de calles.....	41
5.3.3	Tipologías de disposición arbolada.....	42
5.3.4	Alcorques.....	46
6	EL ÁRBOL Y SU CONSERVACIÓN.....	50
6.1	PRINCIPIOS BÁSICOS EN LA CONSERVACIÓN DEL ARBOLADO.....	50
6.1.1	La conservación como una parte más en la gestión del arbolado.....	50
6.1.2	Bases del mantenimiento sostenible y estándares de calidad en el arbolado viario..	50
6.2	DIRECTRICES EN LOS PROCESOS DE CONSERVACIÓN DEL ARBOLADO.....	53
6.2.1	Proceso de plantación.....	53
6.2.2	Riego.....	56
6.2.3	Podas.....	56
6.2.4	Actuaciones en el entorno del arbolado.....	58
6.2.5	Control Integrado de Plagas y enfermedades. ....	59

6.2.6	Renovación del arbolado.....	61
6.2.7	Destoconado.....	61
6.2.8	Trasplante del arbolado.....	61
7	EL ÁRBOL Y SU GESTIÓN DE RIESGO.....	63
7.1	¿QUÉ ES EL RIESGO? .....	63
7.2	OBJETIVOS EN LA GESTIÓN DEL RIESGO DEL ARBOLADO VIARIO DE LA CIUDAD DE MADRID .....	64
7.3	RIESGO EN EL ARBOLADO VIARIO. CONCEPTOS Y COMPONENTES.....	64
7.3.1	Riesgo .....	64
7.3.2	Probabilidad de fallo .....	65
7.3.3	Energía potencial.....	69
7.3.4	Diana .....	69
7.3.4.1	Zona de Diana.....	69
7.3.4.2	Consecuencias del fallo .....	71
7.4	PLAN DE RIESGO DEL ARBOLADO.....	72
7.5	CONTROL DEL RIESGO DEL ARBOLADO.....	73
7.5.1	Inventario del arbolado .....	74
7.5.2	Inspección del arbolado de riesgo .....	74
7.5.3	Evaluación del Riesgo del Arbolado .....	74
7.6	ACTUACIONES PARA EL CONTROL DEL RIESGO DEL ARBOLADO VIARIO .....	75
7.6.1	Tipologías de actuaciones .....	75
7.6.2	Priorización y urgencia de las actuaciones.....	76
7.6.3	Seguimiento de actuaciones para minimizar el riesgo del arbolado.....	76
7.6.4	Seguimiento de incidencias en el arbolado .....	76
8	EL ÁRBOL SINGULAR.....	79
8.1	DEFINICIÓN Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN.....	79
8.1.1	Árbol singular.....	79
8.1.2	Árbol de especial atención .....	79
8.2	SELECCIÓN DE ARBOLADO SINGULAR O DE ESPECIAL ATENCIÓN .....	80
9	EL ÁRBOL Y LAS OBRAS .....	82
10	EL ÁRBOL Y EL CIUDADANO .....	85
10.1	INTRODUCCIÓN.....	85
10.2	CANALES DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA .....	85
10.3	COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN .....	87
10.4	CORRESPONSABILIDAD.....	88
11	EL ÁRBOL Y LA BIODIVERSIDAD .....	90
11.1	LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS QUE PROPORCIONAN LA BIODIVERSIDAD.....	90
11.2	BIODIVERSIDAD RELACIONADA CON EL ÁRBOL URBANO .....	90
11.2.1	Fauna vertebrada. Aves y mamíferos.....	90
11.2.2	Fauna invertebrada .....	91
11.2.3	Rizosfera .....	91
11.3	RECOMENDACIONES PARA FAVORECER LA BIODIVERSIDAD .....	92
11.3.1	Planificación y gestión del arbolado.....	92
11.3.2	Mejora de la calidad de los suelos.....	92
11.3.3	Creación de microrreservas .....	92
11.3.4	Seguimiento, formación y labores de mantenimiento de fauna autóctona .....	92



11.4	GESTIÓN DE FAUNA CON IMPACTO NEGATIVO SOBRE LA BIODIVERSIDAD Y EL BIENESTAR CIUDADANO.....	93
11.4.1	Control de plagas.....	93
11.4.2	Fauna exótica. Cotorras.....	93
12	EL ÁRBOL Y EL AYUNTAMIENTO.....	96
13	EL ÁRBOL Y SU CONOCIMIENTO.....	99
13.1	ANÁLISIS Y ESTUDIOS DEL ARBOLADO.....	99
13.2	FORMACIÓN CONTINUA.....	99
14	EL ÁRBOL Y SU CONTROL.....	101
14.1	INDICADORES DE CANTIDAD.....	101
14.2	INDICADORES DE DIVERSIDAD.....	101
14.3	INDICADORES DE DIMENSIONES.....	102
14.4	INDICADORES DE EDAD FENOLÓGICA.....	102
14.5	INDICADORES DE ESTADO.....	102
14.6	INDICADORES DE RIESGO.....	103
14.7	INDICADORES DE COBERTURA VEGETAL.....	104
14.8	INDICADORES DE MARRAS Y RENOVACIÓN DEL ARBOLADO.....	104

ANEXOS

ANEXO 1:	LAS FASES DE DESARROLLO NATURAL DE LOS ÁRBOLES SEGÚN PIERRE RAIMBAULT.....	107
ANEXO 2:	DATOS DE REFERENCIA DE LA POBLACIÓN DE ARBOLADO VIARIO DE LAS CALLES CON ALCORQUE.....	111
ANEXO 3:	CONFLICTOS DEL ARBOLADO EN LA CIUDAD.....	118
ANEXO 4:	COMPARTIMENTACIÓN DE ESPECIES.....	122
ANEXO 5:	FICHAS PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO.....	123
ANEXO 6:	HERRAMIENTAS E INSTRUMENTAL DE TESTIFICACIÓN EN EL CONTROL DEL RIESGO.....	129
ANEXO 7:	MEDIDAS DE PROTECCIÓN DEL ARBOLADO VIARIO FRENTE A LAS OBRAS EN EL ENTORNO URBANO.....	131
ANEXO 8:	PROTOCOLO DE ACTUACIÓN EN ARBOLADO CON FAUNA QUE DEBE SER OBJETO DE PROTECCIÓN.....	137
ANEXO 9:	PROTOCOLO DE GESTIÓN DE ALCORQUES.....	137





# EL ÁRBOL VIARIO DE MADRID Y SU PLAN DIRECTOR



## 1 EL ÁRBOL VIARIO DE MADRID Y SU PLAN DIRECTOR

Los árboles en la ciudad de Madrid son un referente y juegan un papel fundamental en la percepción de calidad de vida de ciudadanos y visitantes, tanto es así, que la mayor parte de sus calles son fácilmente reconocibles no solo por sus edificios más o menos emblemáticos, sino por el arbolado que lo acompaña.

*¿Acaso alguien es capaz de imaginarse el Paseo del Prado sin sus magníficos ejemplares o el Paseo de las Acacias sin su vegetación que acompaña hasta llegar al Río Manzanares?*



Paseo del Prado

El arbolado viario, como ser vivo ubicado en la vía pública, presenta unos condicionantes ambientales y del entorno que pueden limitar su desarrollo natural y más aún en una ciudad tan extensa como Madrid, con una alta presión demográfica e intensa circulación viaria.

El cambio climático (asociado a variaciones en la temperatura y la presencia de mayores temporadas de sequía), así como la alta contaminación son otros aspectos a considerar en la gestión del arbolado debido a que las acciones que se determinen ahora condicionan su futuro a corto, medio y largo plazo.

Tras varios años de estudios llevados a cabo sobre el arbolado viario y en base a las conclusiones recogidas en el Plan de Infraestructura Verde y Biodiversidad de la ciudad de Madrid, se elabora el presente Plan Director (PD) que busca:

- Marcar las directrices y tendencias de gestión y mantenimiento a raíz de las líneas de acción y acciones determinadas en el Plan  
(no elaborar un compendio de arboricultura que determine como un pliego de condiciones como realizar cada labor o actuación)
- Definir el modelo de arbolamiento que se quiere para la ciudad de Madrid y cómo se pretende o puede llegar a él  
(no detallar acciones concretas en puntos concretos de la ciudad)
- Determinar la manera de incrementar la cobertura arbolada en el entorno viario de la ciudad, bajo condiciones de sostenibilidad y garantizando la viabilidad futura del arbolado.  
(no plantar por plantar en cualquier calle simplemente haciendo un pequeño hueco en la acera o calzada, donde el entorno va a provocar que el árbol no se desarrolle adecuadamente ni cumpla con sus funciones.)

En definitiva, se busca la elaboración de un PD claro y conciso que determine y explique los fundamentos en la gestión del arbolado de la ciudad de forma que pueda ser entendido tanto por personal técnico como por la ciudadanía.





# EL ÁRBOL Y LA CIUDAD



## 2 EL ÁRBOL Y LA CIUDAD

El árbol es el elemento en la ciudad que de manera más directa y poderosa conecta a las personas con el medio natural.

Las ciudades son un invento relativamente reciente, nuestra vida en ellas de forma masiva y en continuo aumento comenzó hace poco más de doscientos años, mientras que nuestra especie, según los últimos estudios, se originó hace 315 mil años. El desequilibrio entre el tiempo biológico que como especie llevamos habitando en un ecosistema natural y en un ecosistema artificial como es la ciudad es inmenso y evidente.

La teoría sobre la biofilia expuesta por el biólogo evolucionista Edward O. Wilson, padre también del concepto de *biodiversidad*, sostiene que esos miles de años habitando en la naturaleza marcaron una impronta en los genes de nuestra especie que nos hace dependientes de mantener un contacto con el resto de los seres vivos y con el entorno natural, y que ese contacto nos reporta equilibrio emocional y fisiológico.

El árbol ha sido parte integrante de la ciudad desde antiguo y urbanistas y arquitectos, conocedores o no del sentimiento de biofilia, lo han utilizado y lo utilizan en sus diseños como una herramienta pacificadora que reconcilia nuestros ojos y nuestras mentes con el gris de las superficies duras.



Caixa Forum. Foto de Lauren Manning



Palacio Real tras los árboles. Foto de Emilio García

En la actualidad más de la mitad de la población mundial (54%) vive en ciudades y las previsiones dicen que en el 2050 el porcentaje habrá subido al 66%. Tiene sentido entonces pensar que la ciudad es el nuevo y definitivo ecosistema donde habita nuestra especie, y que cuantos más elementos verdes contenga más nos recordará en el inconsciente a nuestra morada original y más seguros, cómodos y sanos nos sentiremos.



Paseo de Recoletos



Los árboles han formado parte de la ciudad de Madrid desde los tiempos más remotos. Ya en el famoso plano de Pedro Texeira del año 1656 se observan las alineaciones arboladas del Paseo del Prado y del de Paseo de Recoletos. Casi cien años después, el mapa de Nicolás de Chalmandier 1761 incorpora más calles arboladas, tales como el bulevar formado por las actuales calles de Génova, Sagasta y Carranza, marcando el límite de la ciudad.



Plano de la Villa de Madrid. Pedro Texeira 1656



Detalle de las alineaciones de árboles en los Paseos del Prado y Recoletos. Plano de Pedro Texeira



Detalle de las alineaciones de árboles en las calles Génova, Sagasta y Carranza. Plano de Nicolás de Chalmandier 1761

Desde entonces, los árboles en Madrid se han multiplicado por cientos de miles en parques, jardines, plazas y calles hasta alcanzar la cifra actual que supera el millón de ejemplares.



Detalle de las alineaciones de árboles en el entorno de las calles de Génova y Sagasta, 2017

A día de hoy, no podemos concebir nuestra ciudad sin la presencia de árboles. Pero se plantean entonces las siguientes cuestiones, ¿hemos alcanzado el tope de la población arbórea? ¿Se pueden incorporar más árboles a las zonas ya existentes? ¿Existen espacios disponibles para la plantación y propicios para su óptimo desarrollo?



Para contestar esta y otras preguntas, debemos primero definir qué esperamos del árbol en la ciudad, cuáles son sus funciones y cuales los beneficios que de ellos se pueden obtener.

Cada día son más las investigaciones y los proyectos que abordan el estudio de los beneficios que los árboles aportan en el entorno urbano y que permiten precisar y cuantificar el cómo y el cuánto de estos provechos.

Estos beneficios se pueden resumir de la siguiente manera:



Beneficios del arbolado en el entorno urbano de Madrid

Ahora bien, es importante destacar que no todos los árboles urbanos aportan estos beneficios con su mera presencia. Árboles viejos, desestructurados, con poca vitalidad y baja capacidad fotosintética, con altas demandas de poda, pueden acabar por no aportar apenas beneficios y suponer un coste excesivo de mantenimiento.

Por lo tanto, no todos los árboles de la población urbana están cumpliendo las funciones que de ellos se espera, y no todas las ubicaciones disponibles para la implantación admiten cualquier tipo de árbol, si esperamos que este pueda llegar a desarrollarse sin problemas y con esplendor.

## 2.1 Definición del Arbolado Viario

A día de hoy, los árboles de la ciudad de Madrid pueden catalogarse en tres tipos, atendiendo a su ubicación y sus características:

- **Árbol forestal:** aquel que se encuentra en los espacios verdes clasificados como parques forestales, como son la Casa de Campo o el Parque Felipe VI en Valdebebas.
- **Árbol de zona verde:** aquel que se sitúa en parques, jardines, plazas, o cualquier otro tipo de espacio verde en la ciudad.
- **Árbol viario:** todo el que se encuentra ubicado en la vía pública según el PGOUM incorporando el arbolado ubicado en bulevares y prescindiendo de los árboles localizados en los nudos ajardinados de las carreteras circunvalación por su gestión diferenciada.



Árbol forestal



Árbol de zona verde



Árbol viario

La diferenciación del arbolado viario respecto al resto de tipos de arbolado en la ciudad se debe a la necesidad de realizar una gestión específica, tanto en los aspectos relacionados con la planificación, así como con su mantenimiento y determinación del final del ciclo de vida, con objeto de garantizar su funcionalidad y adecuación al entorno urbano.

Al estar más expuestos a agresiones en su entorno (golpes, contaminación, compactación, incidencias, etc.) sus necesidades de atención y de actuación se incrementan y su ciclo biológico se acorta, adelantándose su sustitución.

## 2.2 Clasificación de las Calles Arboladas de Madrid

Atendiendo a la gestión del arbolado viario, se propone la siguiente clasificación del arbolado viario de la ciudad de Madrid en función de las calles y su disposición arbolada:

- **Calles verdes,** corresponden con calles arboladas que presentan algún tipo de ajardinamiento asociado a las posiciones arboladas, como pueden ser las calles de Paseo de la Castellana, Arturo Soria, Miguel Ángel, Bulevar de Juan Bravo o el Paseo de las Acacias.
- **Calles con alcorque:** corresponde con cualquier calle del entorno urbano con arbolado en alineación ubicado en alcorque.

Otra casuística arbolada que se observa en los viales de la ciudad es la de los árboles situados en otras infraestructuras viarias, como son las medianas, las rotondas y las isletas. El arbolado en este tipo de situaciones pertenecerá a alguna de las tipologías de calles mencionadas anteriormente, dependiendo del tipo de jardinería asociada que tengan.



Calle verde

Calle con alcorque

Otras infraestructuras viarias

El Plan de Infraestructura Verde y Biodiversidad de la ciudad apuesta por la creación de una red de grandes calles arboladas, con unas características ambientales específicas, que conecten la ciudad y sus espacios verdes y sean referente para todos los ciudadanos, la **RED ARCE** (Red de ARbolado viario que Conecta los Espacios Verdes).

Esta red tiene la ambición de ser transversal a tres ámbitos básicos de la gestión urbana: la medioambiental, el de movilidad y el urbano propiamente dicho.

Su diseño se ha realizado a través de un estudio pormenorizado, que ha tenido en cuenta diferentes aspectos del entorno urbano de la ciudad entre los que destacan:

- Sección transversal de la calle > 20 m
- Existencia de parterres mayormente ajardinados
- Elevado % de cobertura arbolada, flujo arbolado y factor verde
- Coincidencia con antigua red hidrológica de Madrid

Además, de entre las posibles calles potenciales se ha tenido en cuenta las consideraciones de otros planes municipales vigentes, así como otras referencias de planes y redes ambientales de la ciudad. Por último, se han tenido en cuenta que la Red propuesta debe reunir las siguientes características:

- Ser continua, coherente, completa y conveniente
- Dar servicio a menos de 500 metros a la mayor parte de la población de Madrid
- Unir la mayor cantidad posible de zonas verdes de conservación municipal
- Unir los itinerarios ambientales y áreas intervención ambiental de Madrid Regenera
- Unir las zonas con déficit de arbolado

La red propuesta presenta una longitud de más de 320 Km de calles arboladas que incorporan más de 60.000 árboles, conjunto que forma un referente importante en la

infraestructura verde de la ciudad. Su mejora y adecuación debe integrar técnicas SUD, la utilización de pavimentos filtrantes, bandas ajardinadas o permeables y plataforma ciclable como elementos constitutivos de las mismas así como medios de transporte más sostenibles.



Propuesta RED ARCE para la ciudad de Madrid

La gestión de este arbolado y sus posibles diseños urbanísticos quedan recogidos en este PD.

NOTA: El estudio del estado actual de la RED ARCE, queda fuera del alcance del presente Plan director y debe ser objeto de análisis diferenciado tal y como se define en las acciones del Plan de Infraestructura Verde y Biodiversidad.



### 2.3 Objetivos y Alcance del Plan Director

Es objeto de este Plan Director todo el arbolado clasificado como *arbolado viario* en la ciudad de Madrid, y debe velar por:

- La protección del patrimonio arbolado existente como parte fundamental de la infraestructura verde urbana de la ciudad
- La constante regeneración de la población arbórea, para mantener un conjunto que en su globalidad aporte beneficios y sea funcional, para alcanzar la mejor cobertura vegetal en todo momento.
- Conseguir que cada árbol tenga su espacio y cada espacio su árbol. Que la renovación y la nueva implantación se rija en todo momento por la correcta elección de especie, así como por la calidad de planta que permita un desarrollo óptimo.
- Trabajar para lograr la máxima seguridad del arbolado.

Por otro lado, los principios generales que deben guiar este Plan Director son las líneas de acción que marca el Plan de Infraestructura Verde y Biodiversidad, en el que se incluye este Plan. Los principios más relevantes son:

- Consolidar el arbolado de Madrid como referente en la infraestructura verde en la ciudad
- Optimizar la cobertura arbolada. Priorizar la cobertura respecto al número de árboles
- Aumentar la diversidad específica en entornos viarios
- Concretar estándares de gestión y calidad en base a criterios de sostenibilidad y adaptación al cambio climático
- Incrementar el espacio disponible para favorecer el desarrollo del arbolado, tanto a nivel aéreo como subterráneo
- Proteger el patrimonio arbolado de la ciudad
- Fomentar el valor del arbolado. Comunicar la importancia del arbolado viario y su gestión
- Investigar y profundizar en el comportamiento del árbol (i+D+I) en entornos urbanos
- Conseguir en todo momento una arboleda funcional, sana y bella con el mínimo riesgo posible.

A lo largo de todo el PD se detallarán éstas y otras líneas de acción que llevarán al arbolado viario a conseguir el modelo de arbolamiento óptimo para la ciudad de Madrid.



Vista general de calle con alcorque





# EL ÁRBOL Y SU CICLO DE VIDA



### 3 EL ÁRBOL Y SU CICLO DE VIDA

funciones básicas para vivir que son la nutrición, la relación y la reproducción. Asimismo, al igual que cualquier otro ser vivo, también mueren cuando alcanzan el fin de su ciclo vital.

No obstante, el sistema biológico de los árboles es muy diferente al de las personas o animales. El vegetal en general, y el árbol en concreto, tienen sus propias reglas.

Son organismos autótrofos, es decir capaces de elaborar su propia materia orgánica a partir de sustancias inorgánicas, de las que se nutre y que les permite desarrollarse. En su organización intervienen complejos sistemas de comunicación entre celular y moléculas que lo relacionan internamente y con el ambiente en el que se desarrollan, intercambiando materia y energía de una forma ordenada.

El árbol crece anualmente en tamaño y altura hasta alcanzar su plena madurez, aunque, básicamente, sólo las partes recientemente formadas (cambium, albura, floema, hojas, raicillas, etc.) son fisiológicamente activas, sirviendo la estructura del "árbol viejo" (en su día el árbol más joven) como soporte y anclaje, aunque sus células se encuentren muertas (interior del tronco y de grandes ramas o raíces)

A diferencia de los edificios construidos por el ser humano, el árbol se "autoconstruye". Su plan de construcción está escrito en sus genes y éste se ve tremendamente influenciado por el ambiente en el que se desarrolla. Sin embargo, esto no cambia el orden de aparición de las fases que inexorablemente el árbol ha de pasar, desde la semilla hasta convertirse en un árbol viejo.

Distintos autores han descrito y perfeccionado las fases por las que pasa un árbol desde su nacimiento hasta su muerte. Estas fases son diferentes a nivel aéreo que a nivel radicular tal y como queda explícito en el ANEXO 1 "MODELOS TEÓRICOS DE DESARROLLO DEL ARBOLADO O FASES DE DESARROLLO NATURAL", en el que se detalla el modelo de Pierre Raimbault, añadiendo en algunos casos las correcciones realizadas por algunos autores (Edelin, 1991, Moore, 2003; Drenou, 2006; Millet, 2015, 2016), pero siempre siguiendo el esquema propuesto por este autor.

Dependiendo de la fase en que se encuentre el árbol tendrá unas necesidades concretas y reaccionará de diferente forma frente a unas mismas condiciones externas y, por tanto, habrá que determinar las distintas labores o tratamientos a realizar según cada momento de su vida.

#### 3.1 El desarrollo del árbol en el entorno urbano

Para comprender el desarrollo y evolución del árbol urbano a lo largo de su vida, primeramente, es necesario tener en cuenta que su estructura, morfología, desarrollo y estrategias evolutivas han sido adquiridas y perfeccionadas tras varios millones de años de evolución en el medio natural.

Simultáneamente una serie de organismos han coevolucionado junto a los árboles especializándose en degradar dicha estructura cuando las condiciones son propicias para ellos. Se trata principalmente de los denominados hongos descomponedores.

La descomposición de la madera es fundamental en el ciclo de los nutrientes para el mantenimiento de los ecosistemas biológicos naturales, principalmente forestales, pero sus efectos pueden ser indeseados en ambientes urbanos, ya que en ocasiones pueden generar problemas de estabilidad y, por tanto, ocasionar daños a personas o bienes al producirse la fractura de alguna de sus partes.

La formación de un fuerte y alto tronco vertical, de grandes ramas organizadas según la especie, el medio y el historial del árbol, así como de potentes raíces de anclaje para asegurar su estática obedecen a una estrategia de supervivencia en un ambiente de competencia por la luz y los nutrientes con otros árboles que también buscan lo mismo. Esa gran estructura de madera que se va formando está condenada, antes o después a ser degradada y digerida por los hongos descomponedores.

*En ambientes urbanos generalmente se dan unas condiciones propicias para el desarrollo de hongos descomponedores*

En ambientes urbanos generalmente se dan unas condiciones propicias para el desarrollo de hongos descomponedores y se puede decir que existe cierto desequilibrio en favor de estos últimos, respecto al relativo equilibrio existente en el medio natural debido a:

- Factores antrópicos como mayor frecuencia de accidentes, agresiones, cortes de raíces o podas que originan la aparición de grandes heridas y de madera muerta que favorece la colonización y desarrollo de los hongos. Las heridas, especialmente las de grandes dimensiones, son la vía de entrada de estos hongos mediante las esporas presentes en el aire o en el suelo que tras un lento desarrollo inicial degradan paulatinamente la madera de los árboles.
- Factores medioambientales como temperaturas generalmente mayores en la ciudad que en los bosques o una menor permeabilidad de suelos y mayor grado de compactación lo que causa estrés radicular.





- Factores biológicos como la pobreza de organismos antagonistas o simbioses en el suelo o en el aire.

Estos y otros factores declinan el equilibrio de la balanza hacia los hongos por la debilidad de los árboles y la mayor capacidad de colonizar y matar tejidos del árbol previamente vivos de los hongos descomponedores parásitos y oportunistas.

La consecuencia de la pudrición de la madera ocasionada por los hongos no es necesariamente la muerte inmediata del árbol, sino la pérdida de resistencia de su estructura. Además, no es posible detener o “curar” los procesos de descomposición existentes en la madera. Únicamente los árboles pueden detener la pudrición cerrando completamente heridas cuando los hongos no disponen de oxígeno para realizar sus procesos biológicos y, en cualquier caso la madera degradada no se puede regenerar o recuperar.

Al igual que en la naturaleza, los procesos de descomposición en los árboles urbanos son más frecuentes en los árboles maduros o envejecidos ya que estos naturalmente poseen una mayor cantidad de madera inactiva de las que se pueden alimentar los hongos descomponedores y además suelen poseer un mayor grado de desvitalización (aunque como se ha comentado es común la degradación de madera en las primeras fases de desarrollo de árboles urbanos).

Como la caída de ramas o de árboles enteros sobre viandantes o vehículos en la ciudad pueden causar accidentes y graves daños personales, no es adecuado dejar que el árbol urbano, especialmente el viario, alcance las fases 9 o 10 de desarrollo natural de Pierre Raimbault o cualquier fase de regresión o senescencia anteriormente descritos por otros autores. Además, las ramas secas o parcialmente dañadas tarde o temprano caen, incluso sin que se produzca necesariamente la degradación de la madera por hongos descomponedores.

Por otra parte, tampoco es sostenible económicamente la conservación de grandes poblaciones de árboles envejecidos y decaídos en entornos urbanos, por sus especiales necesidades de mantenimiento e inspección por motivos de riesgo.

Es responsabilidad municipal velar por la seguridad de los ciudadanos por lo que es necesario mediante la gestión eliminar y reponer todos los años una serie de árboles para acometer la renovación ordenada del arbolado. Esta es la única manera de asegurar la funcionalidad del conjunto verde a lo largo del tiempo bajo condiciones aceptables de seguridad y además optimizar los recursos municipales dedicados a la conservación.

### 3.2 Adecuación del modelo teórico de desarrollo del arbolado al árbol de la ciudad

La forma y estructura que tendrán un árbol está predeterminada por su genética, pero se ven tremendamente influenciadas por el ambiente en el que se desarrolla el árbol. La pobreza del sustrato, las agresiones o las podas originan desarrollos de copa y de raíz diferentes a las del árbol en el medio natural, sin embargo, esto no cambia el orden de aparición de las fases que inexorablemente el árbol ha de pasar, desde la semilla hasta convertirse en un árbol viejo, simplemente acorta los plazos.

El árbol es un elemento vivo y cada especie, e incluso cada ejemplar, tiene su propia edad de madurez (edad previa al envejecimiento). De manera natural no es posible asemejar edades reales del árbol a la fase de desarrollo natural en que se encuentra este (p. ej. al modelo de Raimbault).

Además, en la ciudad generalmente estas fases se precipitan. Es bien conocido que el árbol en entornos urbanos posee una esperanza de vida inferior que en un entorno natural, especialmente el árbol viario frente al árbol de las zonas verdes.

En el árbol viario nos encontramos con presiones propias de la ciudad que influyen en sus condiciones de desarrollo y que los conducen a estructuras y estados fisiológicos alterados. Su estado varía según especies, historial de podas y emplazamiento (zonas residenciales o comerciales) o la tipología de espacio (zona verde, viario, etc.), entre otros factores.

Hablaremos por tanto de edad relativa del árbol, que no tiene por qué coincidir con su edad real.

En la ciudad de Madrid se viene trabajando desde hace años en identificar las fases de desarrollo en que se encuentran sus árboles para ajustar las necesidades de gestión y plantear la renovación del arbolado envejecido. Todos los árboles de viario tienen asignada una edad relativa que refleja el estado de desarrollo que presenta, independientemente del número de años que tenga el ejemplar.

A raíz de los modelos teóricos estudiados y de la experiencia en los inventarios y la valoración de riesgo del arbolado, se propone la incorporación de la categoría de Adulto dentro de la clasificación de la Edad Relativa, ya que corresponde con una fase de desarrollo muy característica del arbolado en la cual se da prioridad a la estructura mediante la renovación de sus ramas. Esta diferenciación permite, además, ajustar mejor la fase de desarrollo en las diferentes especies del arbolado viario y adecuar razonablemente las labores de conservación y mantenimiento del arbolado en la ciudad.



Así pues, las fases a utilizar en el arbolado viario son las siguientes:

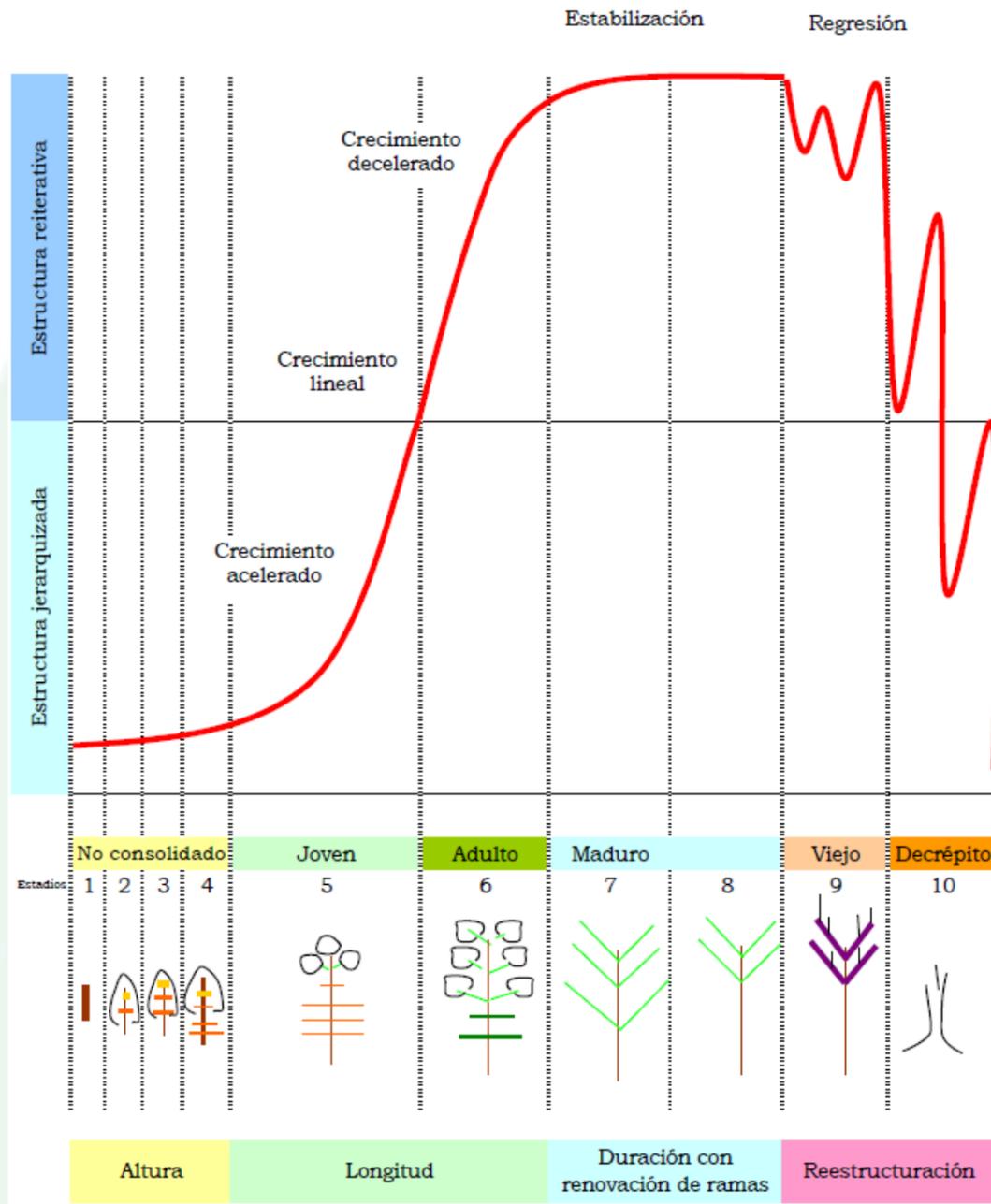
- Recién plantado: Árboles que han sido plantados en última campaña.
- No consolidado: Árboles en proceso de establecimiento que no han comenzado a desarrollar su copa de forma importante. Cuando el árbol empieza a tener un destacable vigor puede considerarse consolidado. Depende de la especie, la plantación, la ubicación, condicionantes de entorno, pero se suele considerar de 0 a 5 años desde la plantación. Árbol no arraigado definitivamente y que precisa un aporte de riego hasta su consolidación.
- Joven: Ejemplares que no han llegado a su etapa adulta y se encuentran en plena fase de crecimiento.
- Adulto: Su copa se encuentra en expansión de forma general.
- Maduro: Su volumen de copa se encuentra establecido de forma natural, en los que las ramas nuevas se orientan a la renovación de la copa y no al aumento de tamaño
- Viejo: La copa se encuentra en regresión, los brotes anuales son cortos
- Decrépito: La mayor parte de los brotes nuevos son brotaciones de yemas adventicias que dan lugar a chupones sobre ramas y troncos.

*No se debe confundir la edad relativa del árbol y su clasificación con su estado y vitalidad.*

Se puede relacionar las edades relativas utilizadas con las fases de Raimbault según se resume en la siguiente tabla:



Evolución y desarrollo de un árbol ideal



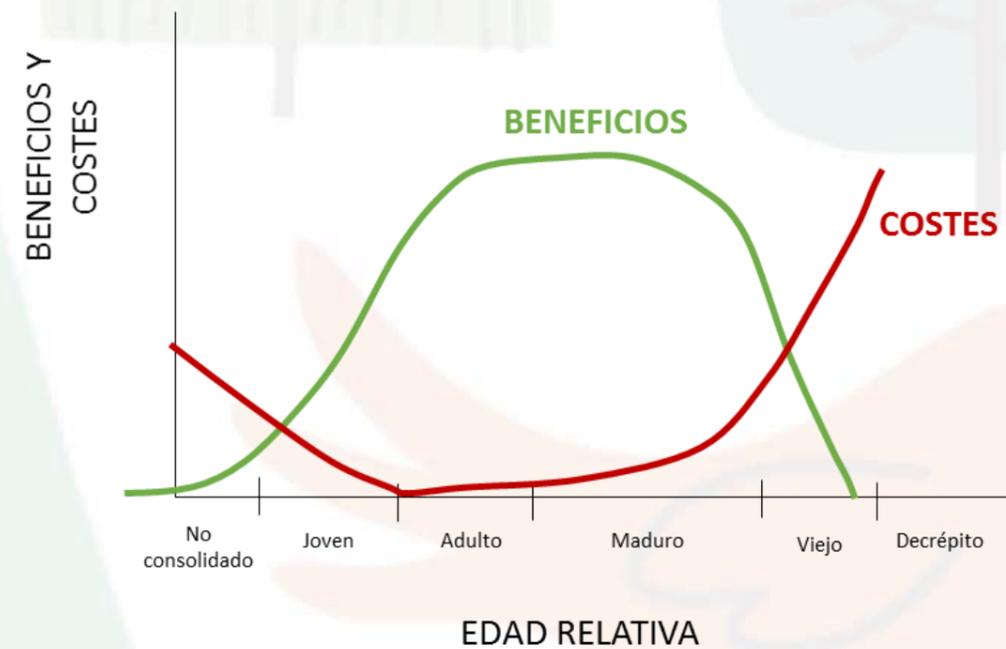
A través de esta gráfica que detalla el crecimiento en cada una de las fases, se puede interpretar por ejemplo que la captación de CO<sub>2</sub> es máxima cuando el arbolado es joven y adulto, pero el carbono fijado en la estructura de los árboles es máxima cuando el árbol es maduro, reduciéndose en fases de envejecimiento por la pérdida de biomasa debido a la acción de agentes descomponedores.

Fundamentos en la renovación del arbolado viario

El conjunto arbolado se construye mediante ciclos de plantación, crecimiento, muerte o eliminación y sustitución. De forma teórica, para mantener este ciclo de manera ordenada el número de árboles recién plantados debe ser al menos la suma de árboles perdidos (por muerte o eliminación), sin tener en cuenta la apertura de nuevos puntos de plantación y la clausura de otros.

Como línea de trabajo para el futuro habrá que investigar cuáles son las ratios de desaparición de los árboles actuales en relación a su edad real y su edad relativa así como sus causas. Esta medida además puede permitir la programación futura de necesidades de arbolado en coordinación con los viveros suministradores de planta de calidad, al poder prever los árboles que van a entrar en declive en un futuro próximo y son susceptibles de reposición a corto plazo.

Por otro lado, lo ideal sería que la vida útil de los árboles sea la máxima posible para maximizar su funcionalidad, no obstante, tal y como se ha explicado, no es conveniente que alcancen, de manera general en el entorno viario y con carácter particular en las calles con alcorque, las edades relativas "viejo" y "decrépito" (relacionadas con las fases 9 y 10 de Raimbault). Además, en estas fases los costes de mantenimiento en arbolado viario pueden llegar a ser excesivos en relación a los beneficios que estos proporcionan.



Curva hipotética de beneficios y costes de árboles urbanos con mantenimiento en relación a su edad real y relativa (Adaptado de Vogt et al. 2014 y 2015).

Por tanto, uno de los objetivos a conseguir ha de ser compatibilizar el incremento de la edad útil del arbolado, hasta que alcancen la fase de madurez, pero a su vez no



demorar demasiado la renovación de los árboles viejos o decrepitos mediante labores de conservación, para que la funcionalidad del arbolado se mantenga en todo momento máxima y los costes de mantenimiento no sean exagerados.

*La renovación del arbolado viario debe ser continua y mantenerse activa.*

La curva de mortalidad del arbolado (entendida como ratio de desaparición del arbolado), tiene generalmente una forma similar a una "U", debido a que:

- los árboles en los primeros años de plantación (no consolidados) pueden tener unos elevados ratios de mortalidad anual.
- Los ratios de mortalidad se estabilizan para las fases de mediana edad relativa (árboles jóvenes, adultos y, en menor medida, maduros).
- Por último, se elevan en los árboles más grandes, viejos o senescentes con copas en regresión y por el riesgo que representan sus débiles y alteradas estructuras sin posibilidad de regeneración



Curva hipotética de mortalidad del arbolado viario. Siendo la tasa de desaparición la relación entre la muerte o eliminación de arbolado en relación al número de ejemplares existente.

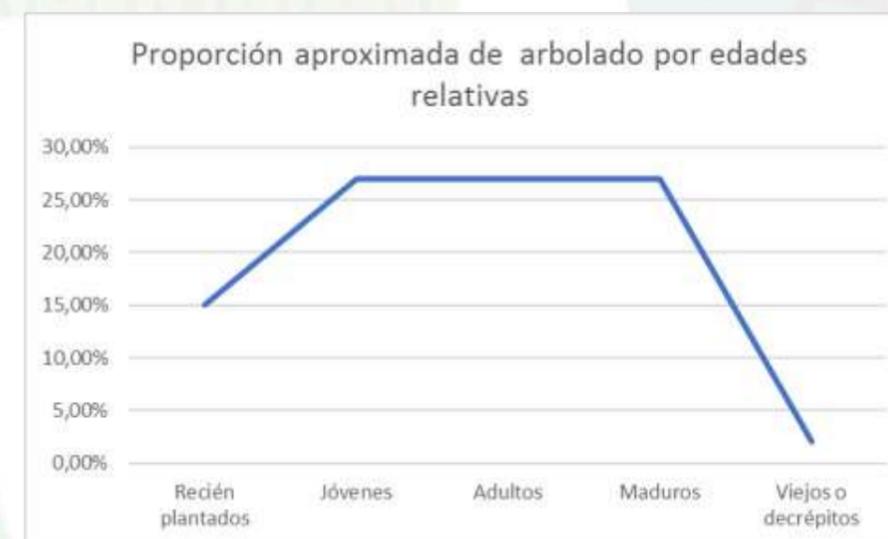
Para elevar la edad útil del arbolado es necesario que la ratio de mortalidad sea la mínima posible para cualquier fase de desarrollo lo que implica un esfuerzo en mejorar su vigor y vitalidad en las primeras fases de desarrollo (calidad de la planta, condiciones de plantación y mantenimiento, protección del arbolado, etc.) y una especial atención en las últimas etapas. No es aceptable alargar la vida útil de árboles viejos y decrepitos con escasa funcionalidad y excesivo coste de mantenimiento.

Todo esto sin menoscabo de la existencia necesaria de árboles más envejecidos, en buen estado, que aportan gran belleza y singularidad.

Se considera conveniente que el grueso del arbolado viario de la ciudad se encuentre en la fase de crecimiento, que se corresponde con el arbolado joven o adulto para que su funcionalidad sea la máxima posible como conjunto, especialmente en lo que se refiere a la captación de CO<sub>2</sub> y riesgo global.

En ausencia de ratios de mortalidad de arbolado fiables, se propone como modelo ideal a alcanzar en todo momento la siguiente proporción de edades relativas:

EDAD RELATIVA	PROPORCIÓN ÓPTIMA (ARBOLADO VIARIO)
RECIÉN PLANTADOS	Alrededor del 15 %
JÓVENES	Del 25-40 %
ADULTOS	Del 25-40 %
MADUROS	Del 25-40 %
VIEJOS O DECRÉPITOS	< 5 %



El ciclo de vida del árbol termina con el aprovechamiento de los restos vegetales para su reutilización en otros usos (compost principalmente). Para ello todos los restos vegetales que cumplan las condiciones de calidad son llevados a la planta de transformación de residuos vegetales de Migas Calientes con el fin de transformar dicha materia en compost, que será posteriormente reutilizado como regenerador y mejorador orgánico de los suelos de los parques de la ciudad.



# EL CONJUNTO PATRIMONIAL DEL ARBOLADO VIARIO



## 4 EL CONJUNTO PATRIMONIAL DEL ARBOLADO VIARIO

Biodiversidad de la ciudad de Madrid es el de “Consolidar las zonas verdes, el arbolado y la biodiversidad en su conjunto, como una infraestructura más de la ciudad y parte fundamental de la misma”.

Dentro de sus objetivos estratégicos se señala la necesidad de generar una nueva y completa red verde que interconecte la gran mayoría de zonas verdes de la ciudad, redefiniendo y renovando espacios y vías públicas.

Es a partir de este concepto cuando el conjunto arbolado adquiere más importancia como entidad global, como conjunto patrimonial, integrante esencial de la infraestructura verde de la ciudad de Madrid.

Tal y como se detalla en el apartado 1. *EL ÁRBOL Y LA CIUDAD*, el conjunto patrimonial arbolado de Madrid está compuesto por los árboles ubicados en entorno forestal, en los espacios verdes y en el entorno viario de la ciudad. En el presente Plan Director se detallan las líneas de acción definidas en el Plan de Infraestructura Verde y Biodiversidad, y se establecen las bases y directrices de gestión más relevantes para conseguir una arboleda con las condiciones idóneas como eje fundamental de la infraestructura verde de la ciudad, definiendo así el modelo de arbolamiento deseado para el entorno urbano de la ciudad y la situación actual del arbolado en referencia al mismo.



Vista superior arbolado en Paseo de la Castellana

### 4.1 Líneas de acción para la gestión del conjunto patrimonial del arbolado viario

Se detallan a continuación las líneas de acción determinadas en el Plan de Infraestructura Verde y Biodiversidad de la ciudad de Madrid relacionadas con el arbolado viario de la ciudad.

*Todas las líneas de acción buscan consolidar el arbolado de Madrid como un referente de la ciudad*

1. El árbol viario como parte integrante de la infraestructura verde urbana
  - Definir una estructura de calles verdes principales, calles verdes, arbolado viario e infraestructura viaria para su posterior implementación por fases. Red Arce (Apartado 1.2.)
  - Implementar medidas de Drenaje Urbano Sostenible en los nuevos viales o en la reforma de los existentes (Apartado 4.3.4.)
2. El árbol viario como elemento fundamental en la Lucha contra el cambio climático
  - Incrementar la cobertura arbolada de forma ordenada en calles y espacios adecuados para ello (Apartado 3.3.)
  - Adecuar los espacios para el crecimiento adulto del arbolado favoreciendo el desarrollo de copas. (Apartado 3.3.)
  - Aumentar el tamaño y volumen de los alcorques. Establecer secciones de alcorques corridos/terrizos con pavimentos drenantes que permitan la percolación del agua. Favorecer este tipo de infraestructuras (Apartado 4.3.4.)
  - Mejorar la calidad del suelo de los alcorques. Favorecer la creación de una “Red marrón” que permita el desarrollo de fauna edáfica. (Apartado 10.2.3.)
  - Fomentar la homogeneidad del arbolado por tramos de calles para facilitar que las actuaciones sean más sostenibles (Apartado 3.3.)
  - Ampliación de la red de riego por goteo, con el objeto de optimizar los recursos hídricos (Apartado 5.2.2.)
  - Establecer procedimientos para la eliminación y sustitución del arbolado decrepito que no cumple con sus funciones medioambientales. (Apartado 3.3.)
3. El árbol viario como referente en la Biodiversidad urbana
  - Aumentar la diversidad específica en el arbolado viario. Introducir especies arbóreas que puedan adaptarse al clima y condiciones de Madrid (Apartado 3.3.)
  - Facilitar el asentamiento de fauna principalmente en calles verdes, mediante la creación de micro reservas en espacios adecuados (Apartado 10.3.)
  - Acometer actuaciones en el arbolado de las calles verdes que favorezcan el asentamiento de aves en el hábitat urbano (Apartado 10.3.)





- Permitir el desarrollo de vegetación espontánea en alcorques en determinadas calles y épocas, como refugio, para favorecer la biodiversidad según los criterios de Naturalización (Apartado 5.2.4.)
4. Estándares de calidad en la conservación del arbolado viario (Apartado 5.)
- Definir y concretar parámetros estándar de calidad atendiendo a criterios de sostenibilidad y naturalización por tipologías de espacios verdes, así como los recursos necesarios acordes a los retos ambientales actuales
  - Adecuar las directrices del Plan de Infraestructura Verde y Biodiversidad y del Plan Director del Arbolado a tramos concretos y homogéneos de calles, de forma paulatina, de manera que se pueda establecer una planificación de las actuaciones a varios años vista
  - Investigar en la introducción de nuevas especies en el arbolado viario mediante la comunicación con otras ciudades con características similares, viveros, etc.
5. La Participación ciudadana en la gestión del árbol viario (Apartado 9.)
- Fomentar la implicación de la ciudadanía en el cuidado y correcto uso de las zonas verdes y el arbolado urbano y en la conservación y mejora de la biodiversidad.
  - Fomentar el uso de espacios participativos, tanto presenciales como online, para integrar en la toma de decisiones las inquietudes, intereses y motivaciones de la ciudadanía.
  - Fortalecer el papel de las mesas de medioambiente de los foros locales de los distritos para canalizar las inquietudes y demandas ciudadanas en torno a las zonas verdes, el arbolado y la biodiversidad.
6. Comunicación, divulgación y corresponsabilidad en la gestión del árbol viario (Apartado 9)
- Comunicar la importancia del arbolado viario en la ciudad
  - Explicar la importancia:
    - del ciclo del árbol viario y sus diferencias con el arbolado de los parques o zonas forestales
    - Del árbol adecuado en el sitio adecuado
    - Gestión del riesgo del arbolado
    - Comunicar las actuaciones a llevar a cabo sobre el arbolado. Planes de poda, plantaciones, fitosanitarios, etc.
    - Explicar que alcorques no se reponen y por qué (paso de peatones, marco de plantación pequeño, muy cercano a la fachada, etc.)
    - Ampliar la utilidad de la Aplicación “Un alcorque, un árbol” o equivalente
7. Adecuación de la Estructura municipal en la gestión del arbolado viario
- Difundir las líneas estratégicas y pilares de la gestión de las zonas verdes, el arbolado y la biodiversidad a nivel municipal (Apartado 11.)

8. Reequilibrio dotacional del arbolado viario en la ciudad
- Caracterizar las calles que no presentan arbolado viario en la actualidad y valorar la idoneidad o no de plantación de árboles en función de criterios de arbolamiento en entornos urbanos
9. Reordenación del arbolado viario de la ciudad
- Analizar la usabilidad de las calles verdes propuestas en el Plan antes y después de su adecuación para valorar su mejora en el entorno de la ciudad

Todas estas líneas de acción quedan recogidas de una u otra forma en los diferentes apartados del presente Plan Director.

Además, el sistema de indicadores propuestos facilitará el análisis de las variaciones ocurridas en la ciudad en relación al arbolado viario, la implantación del modelo de arbolamiento y el cumplimiento de las líneas de acción.

## 4.2 Principios básicos en la gestión patrimonial del arbolado

Se entiende por gestión patrimonial del arbolado la integración de criterios y actuaciones necesarias para llevar a los árboles de la ciudad a su estado óptimo. Para ellos son necesarias diversas acciones como:

- la definición de criterios y medios
- planificación de tareas y prioridades
- organización de los recursos humanos y materiales
- conservación del patrimonio arbóreo mediante las prácticas culturales adecuadas
- control de las actuaciones y de la evolución de la población arbolada
- valoración y análisis del estado del arbolado y de la organización
- determinación de procesos de mejora continua
- coordinación de los aspectos presentados.

Los principios básicos de la gestión del arbolado que se plantean en este Plan Director y que deben regir todas las acciones anteriormente presentadas son: la sostenibilidad, la biodiversidad, la funcionalidad y la seguridad.

### 4.2.1 Sostenibilidad

Por definición, el concepto de sostenibilidad hace referencia al uso prolongado en el tiempo, es decir, está basado en una idea de continuidad. Se busca lograr una situación ideal que aporte el máximo beneficio de forma continua en el tiempo.

Aplicado al arbolado urbano, la idea de sostenibilidad nos induce a la creación de un modelo que perdure en el tiempo con la máxima calidad y beneficios posibles y que



genere el menor número de inconvenientes. Alcanzar este objetivo solo es posible mediante un buen diseño, una adecuada planificación, y un mantenimiento razonable.

El propio árbol es el que mejor sabe adaptarse al medio que lo rodea, genera sus propios sistemas de adaptación y busca el equilibrio de su estructura en todo momento. Cualquier intervención supone una intromisión en su sistema. Es por ello que cuánto menos se intervenga en el árbol mejor va a desarrollar sus propias defensas. Este es el concepto de sostenibilidad en el árbol: plantar el árbol adecuado en el lugar idóneo para que precise la menor intervención posible.

Gracias a los nuevos conocimientos sobre la arboricultura urbana, atrás quedaron los años en los que se consideraba que la poda era la herramienta obvia para el control del desarrollo adulto de los árboles. Las pudriciones presentes en los árboles que sufrieron esos tratamientos muestran que no puede ser ese el camino futuro. La actual consideración obligada de los costos, tampoco. Y esto reza también respecto a necesidades hídricas que hubiesen de soportarse mediante riego, etc.

Por tanto, la línea futura debe ser la *RACIONALIZACIÓN* absoluta del diseño (especies, ubicaciones, suelos, volúmenes adultos, marcos de plantación, etc.), de manera que se garantice un desarrollo sin problemas y un futuro sin costos extras ni riesgos.

Así que, resulta imprescindible proponer un modelo en el que la sencillez y la racionalización sean máximas como base transversal de la gestión y mantenimiento del arbolado.

A continuación, se detallan los objetivos principales que debemos perseguir para lograr un sistema que nos aporte los máximos beneficios y de manera continuada en el tiempo:

- Trabajar por una gestión racional. El arbolado es un elemento que se desarrolla en el tiempo, aumentando con el mismo la carga de trabajo. Además, determinadas especies, ubicaciones o disposiciones dan más trabajo que otras. Para que el modelo de arbolamiento funcione se debe asumir un compromiso entre los medios disponibles, y la cantidad y particularidades de los árboles a atender. Será necesario relacionar, definir, dimensionar y priorizar todos y cada uno de los factores que intervienen en la gestión del árbol para hacerla lo más racional posible.
- Optimizar procesos. Una vez aceptados los compromisos de funcionalidad y racionalización, el objetivo es avanzar en la optimización de resultados dados los medios disponibles. Para conseguir este objetivo habrá que atender aspectos fundamentales como son la coordinación de los distintos elementos integrantes del parque, la formación y especialización del personal, el registro e informatización de la información, la disponibilidad de medios adecuados, etc.

## 4.2.2 Biodiversidad

En todo el mundo, la urbanización es un proceso continuo que cada vez produce un aumento de la superficie que ha sido modificada por el ser humano.

El establecimiento y crecimiento de centros urbanos tiene consecuencias ambientales profundas, tanto en el sitio en donde se desarrollan como en otros lugares, algunos circundantes y otros más lejanos. Las ciudades tienen una huella ecológica que con frecuencia rebasa sus límites, repercutiendo muchas veces en la biodiversidad existente en la zona y alrededores.

Es por tanto, que se debe de intentar mitigar este agresivo proceso e intentar lograr que las ciudades no supongan una barrera tan drástica para los ecosistemas.

### Vegetación

En los pasados modelos de plantaciones, las especies escogidas para introducir en los viarios generalmente quedaban relegadas a un escaso número, siendo principalmente plátanos de sombra, olmos y acacias entre otros.

El nuevo modelo de gestión apuesta por un aumento en la diversidad de las especies, evitando crear grandes conjuntos de alineaciones monoespecíficas con los mismos patrones de repetición en numerosas calles. Entre otros, se pretende conseguir que ninguna especie supere el 10 % del total de arbolado en la ciudad, así como un fomento del uso de especies autóctonas frente a plantas foráneas.

Así pues, se trabajará por la formación de unidades de gestión más homogéneas en relación a la especie, desarrollo y edad relativa, pero se buscará la diversidad entre las unidades de gestión como mejora para la ciudad.

### Fauna

El entramado urbano supone en muchos casos un obstáculo para las especies animales que habitan en el medio natural y muchas veces es causa de fragmentación de los hábitats.

El ruido, contaminación de diversos tipos y otros aspectos similares, convierte a las urbes en espacios limitados a la hora de propiciar un ecosistema con abundante fauna. En contrapartida, el arbolado aporta una serie de ventajas, las cuales favorecen la vida para la fauna, especialmente para las aves.

Si bien es cierto estas condiciones se aplican mayoritariamente a parques y zonas verdes, y en menor medida al arbolado viario el cual presenta mayores dificultades para la fauna asociada, principalmente por su ubicación y por su distribución espacial, la cual se asemeja menos a una "masa" que en el caso de parques y jardines.





Por tanto, se puede decir que el arbolado en la ciudad actúa como un reservorio de biodiversidad, ofrece variedad de especies, formas y colores y favorece la vida. Gracias a ello los pájaros y otros pequeños animales viven en la ciudad.

El arbolado por tanto posibilita el asentamiento de la avifauna y otros pequeños animales. Es deseable en toda la ciudad, pero resulta más evidente en espacios de cierta naturalidad: parques, jardines, etc.

Es importante conocer el valor e importancia ecológica que supone el arbolado. Por tanto, es imprescindible tener conocimiento sobre:

- La conservación de la vida animal, y hábitats que se pueden ver afectados por el trabajo en los árboles.
- La importancia de conservar árboles en su estado natural, respetando la biodiversidad animal y vegetal.
- Uso de herramientas y máquinas que respetan el medioambiente.
- Beneficios de la utilización de métodos de control biológico integral.

Se debe favorecer el uso de especies arbóreas autóctonas las cuales favorezcan el aumento de la biodiversidad en la ciudad.

Los árboles maduros van a permitir albergar mayor biodiversidad de especies y fauna asociada. Este punto entraría en conflicto con los criterios de riesgo, pues es bien sabido que los árboles en etapas de vida maduras y senescentes pueden ser mucho más peligrosos debido entre otras a carencias estructurales. Por tanto, en aquellos casos en que sea viable, debemos tener en cuenta que la presencia de árboles “viejos” va a favorecer el asentamiento de la fauna.

En las labores de conservación se valorará la presencia de fauna existente y se trabajará en base a un protocolo definido anexo a este Plan Director.

También se debe tener en cuenta un problema creciente relacionado con especies exóticas introducidas en el medio. En los últimos años, algunas especies de aves exóticas invasoras han encontrado también un lugar de nidificación en la ciudad y en su entorno. Es el caso de la cotorra argentina, especie procedente de escapes que se ha adaptado a la perfección a las condiciones urbanas de Madrid. Esta especie es la causante de serios problemas, repercutiendo sobre especies de fauna autóctonas, las cuales se ven desplazadas, y creando daños sobre el propio arbolado.

## Modelos de arbolamiento como corredores verdes. Red Arce de la ciudad de Madrid

Cabe destacar aquellos modelos de arbolamiento asociados a ecosistemas forestales terrestres en el que se combina un estrato arbóreo maduro, combinado con sotobosque o estrato arbustivo, muy apreciado por numerosas especies. En estos hábitats pueden encontrarse especies variadas de animales insectívoros, frugívoros, granívoros u omnívoros, asociadas al medio forestal.

La inclusión de este modelo de arbolamiento, para contribuir a un aumento de la fauna y a su vez puede servir como corredor verde interconectando distintos espacios de la ciudad y el medio natural queda definido en la Red Arce (Red de Arbolado que conecta los espacios verdes) y que queda definida en el apartado 1.2. *CLASIFICACIÓN DE LAS CALLES ARBOLADAS DE MADRID*.

Además, se implantarán “microrreservas de fauna y flora” en puntos específicos de la ciudad que faciliten la integración de la fauna en el entorno urbano.

### 4.2.3 Funcionalidad – Usos

El modelo de arbolamiento que se propone se basa en la concreción de los usos de cada espacio arbolado o arbolable y en el papel o función que se espera proporcione el arbolado como elemento integrante de dicho espacio, tanto a nivel global de la ciudad como a nivel de unidades funcionales de gestión.

De esta forma, cada conjunto arbolado tendrá definido un uso: pantalla, sombra, estancial, unificar entorno, acompañamiento de caminos, etc.

### Funcionalidad-Disfuncionalidad del arbolado

En cuanto a la individualidad del árbol habrá que valorar la funcionalidad o disfuncionalidad del mismo.

En este Plan se apuesta por el árbol eficaz. El arbolado presente y el arbolado del futuro deseable existen para proporcionar unas funcionalidades concretas, superando la simple idea de “árbol ornamental” y pensando en el “árbol funcional” (ensombreamiento, captación de CO<sub>2</sub>, regulador de ruido, ordenación del territorio, etc.). Por tanto, el principal objetivo a conseguir para el global del arbolado será que aporte la adecuada potencialidad de beneficios (funcionalidad) en el menor tiempo posible y con el mínimo de molestias, problemas, conflictos y costes.

En la práctica existen árboles urbanos que no cumplen con su papel en el espacio urbano de la manera en que cabría esperar, causan más perjuicios que beneficios (por una mala adecuación al espacio, deficiente adaptación, por problemas que causan a la ciudadanía, porque se vuelven inseguros, etc.) o los gastos repercutidos en su



mantenimiento son desproporcionados respecto a los beneficios que reportan. De ahí el concepto de “disfuncionalidad” del arbolado.

Se debe aceptar que el árbol no es un ente sagrado e intocable y su mera presencia no debe paralizar la normal evolución y desarrollo de una ciudad, pero esto no quiere decir que sea un elemento que pueda ser eliminado o mutilado cada vez que interfiera con otros componentes del espacio urbano, con obras o con actividades de la ciudad.

La eliminación, sustitución, trasplante, poda o corte de raíces de arbolado merece una evaluación técnica sólida y razonada de “funcionalidad” y “disfuncionalidad”.

### 4.3 Bases del modelo de arbolamiento como conjunto arbolado

#### 4.3.1 Definición de conceptos

En el “*Diagnóstico de Situación del Arbolado Viario*” elaborado en la redacción del “*Plan de Infraestructura Verde y Biodiversidad de la Ciudad de Madrid*”, se identifica como una de las fortalezas del arbolado viario la importancia del patrimonio arbóreo y la propia trama arbolada como un referente de la ciudad. Ligado a ello la sensibilidad, defensa y compromiso histórico, ya sea a nivel institucional, asociativo y ciudadano. Desde estas instancias se reconoce los numerosos beneficios que proporciona el arbolado, así como su papel como elemento revitalizador y regenerador de la trama urbana.

Mediante el modelo de arbolamiento se pretende definir el óptimo a conseguir en el arbolado viario de la ciudad de Madrid como conjunto, de acuerdo con las condiciones actuales y los objetivos generales buscados.

Su definición es de vital importancia al tratarse del ideal de referencia que dirige la toma de decisiones, a gran y pequeña escala como política arbórea, de diseño y ejecución, de mantenimiento y gestión. Es decir, todos los esfuerzos encaminados a alcanzar el arbolamiento deseado para la ciudad y el arbolamiento deseado en cada espacio concreto, a través de una gestión sostenible, racional y optimizada de los recursos.

Este modelo de arbolamiento propuesto para la ciudad se basa en:

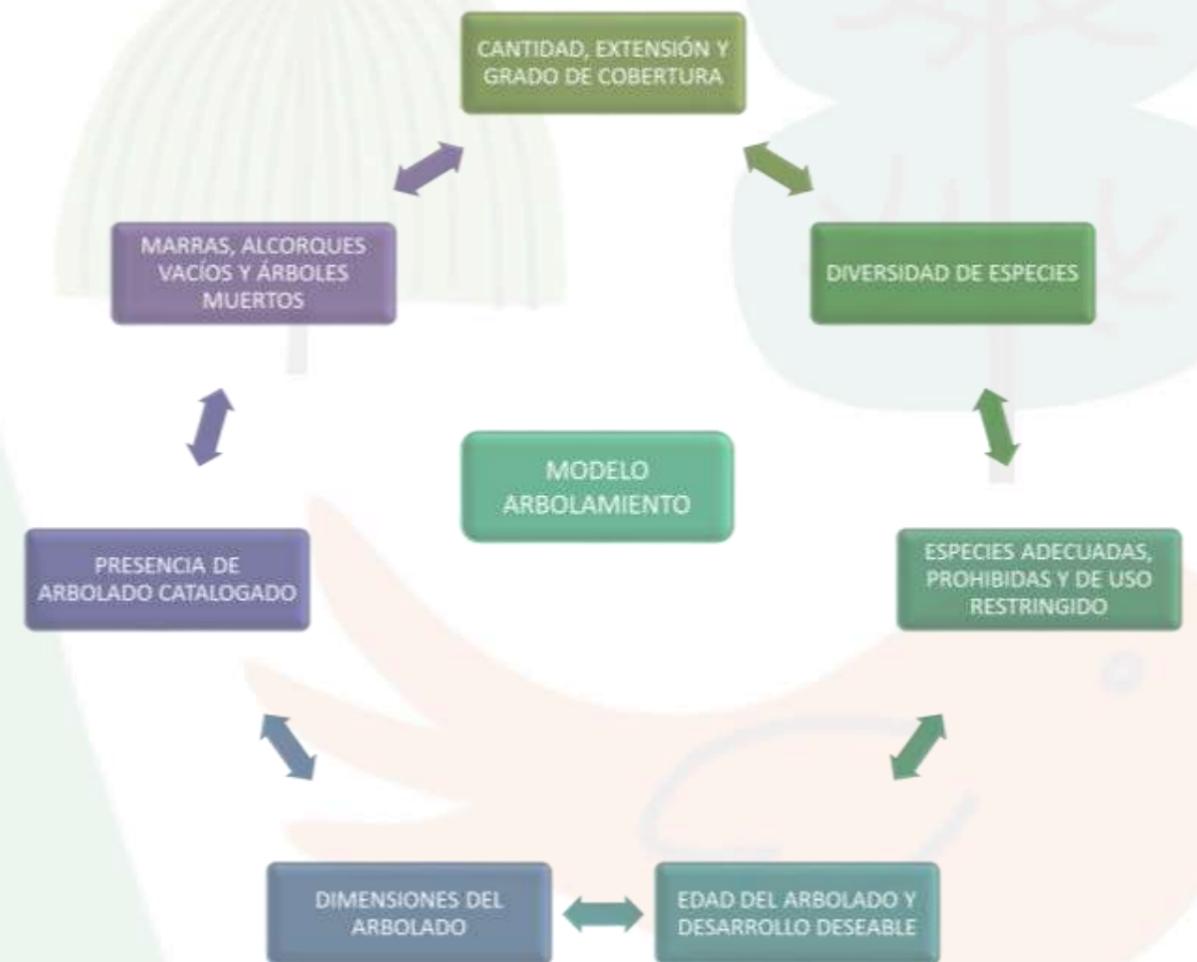
- los fundamentos de arboricultura urbana
- las conclusiones derivadas del “*Diagnóstico de Situación del Arbolado Viario*”, donde se hace un análisis del estado actual del arbolado viario de Madrid, siendo su ámbito de aplicación todas las calles arboladas y arbolables de la ciudad,
- la experiencia acumulada en la gestión y conocimiento del arbolado viario

Se entiende por calle arbolable, aquella que es susceptible de albergar arbolado, y por calle arbolada, aquella en la que hay

árboles. El modelo de arbolamiento se define para ambos tipos de calle y determina a su vez, las causas por las que algunas calles de la ciudad no pueden ser arboladas.

Las características generales del arbolado necesarias de definición para concretar el modelo de arbolamiento del arbolado viario de la ciudad son los siguientes:

- Cantidad, extensión y grado de cobertura del arbolado
- Diversidad de especies
- Especies adecuadas, prohibidas y de uso restringido
- Edad del arbolado y desarrollo deseable
- Espacio disponible, dimensiones del arbolado y marcos de plantación
- Presencia de arbolado catalogado
- Marras, alcorques vacíos y árboles muertos





## Cantidad, extensión y grado de cobertura del arbolado

En la actualidad Madrid cuenta con un total de 254.836 posiciones arboladas en alcorque a lo largo de sus calles (según la antigua definición de arbolado viario utilizada en la diagnosis del Plan), que supone una ratio de un árbol de viario por cada 12,42 habitantes (1 árbol/12,42 habitantes).

Con las nuevas tipologías establecidas en este plan como arbolado viario (calles verdes y arbolado en alcorque), se estima que la población de arbolado viario, supere los 300.000 árboles.

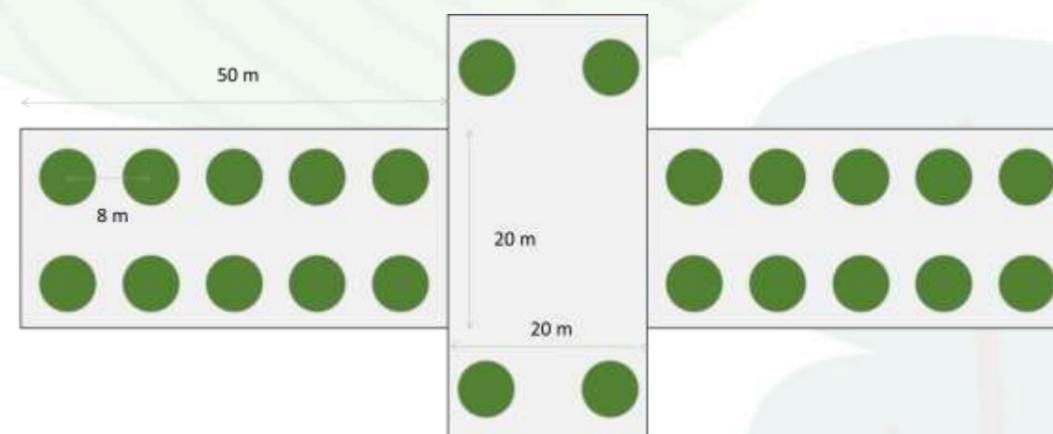
En la medida de lo posible uno de los objetivos a buscar es que el arbolado se encuentre homogéneamente distribuido por los diferentes distritos, barrios y calles de la ciudad, respetándose siempre las condiciones mínimas para la implantación y desarrollo de arbolado.

Para establecer la cantidad óptima de arbolado en las calles se ha definido como indicador el número de árboles de viario por habitante, fijando la cifra de 11 árboles por cada 100 habitantes como el mínimo para considerar que la cantidad es adecuada.

*La determinación de este indicador como referencia, se establece a partir de la recomendación de la OMS que indica que en entornos urbanos debe haber 1 árbol por cada 3 habitantes. Si en la ciudad de Madrid el 25 % corresponde con arbolado viario, para cumplir el ratio, debe existir al menos 8 árboles por cada 100 habitantes. Madrid, con objeto de mejorar la infraestructura verde arbolada determina ese valor de referencia como aceptable, definiendo como adecuado el valor de 11 árboles por cada 100 habitantes.*

Si en el futuro hubiera nuevos desarrollos urbanísticos y la población urbana se incrementara, sería deseable que los nuevos proyectos contemplen la necesidad de mantener como mínimo la proporción anteriormente indicada en el diseño de arbolamiento de sus nuevos viales.

El parámetro con el que se valora la extensión de arbolado viario queda definido por el número de árboles por la superficie de unidades de gestión de la ciudad, entendiendo como unidad de gestión la calle o tramo de calle más o menos homogéneo que presenta una gestión del arbolado similar.



Esquema de distribución tipo de arbolado en las unidades de gestión

Suponiendo esta sección tipo de calle se calcula que cada árbol necesitaría 140 m<sup>2</sup> de superficie para su desarrollo adecuado. Teniendo en cuenta que en las calles nos encontramos tramos sin arbolado por la salida de vados, para evitar la ocultación de semáforos, o por interferencias con farolas entre otros, se puede establecer la ratio de 50 árboles por hectárea de unidad de gestión como el mínimo para considerar una extensión adecuada.

La cobertura arbolada en la ciudad está íntimamente ligada a los beneficios que genera para ella y su ciudadanía, por lo que debe trabajarse en mejorar este parámetro estudiando caso por caso las posibles acciones a llevar a cabo.

Como aspectos fundamentales para mejorar la cobertura, se debe considerar los siguientes aspectos:

- implantar, siempre que sea posible, ejemplares de porte medio o porte grande. Dejar el arbolado de porte pequeño para casos más puntuales o conflictivos en la ciudad, ya que la sombra que aportan es mucho menor
- buscar nuevos espacios y calles para la incorporación de arbolado viario

*El criterio general que se busca para las aceras es su cobertura total, que el arbolado proporcione una sombra entre tenue y densa en verano y difusa o baja en invierno. Se preferirá por tanto especies caducas frente a las especies de copa perenne.*

Se debe determinar, asimismo, la posibilidad de definir calles no arbolables, bien por sus características intrínsecas a causa de la existencia de edificios singulares o bien porque su actual diseño y dimensiones, no posibilita la implantación adecuada del arbolado. Modificaciones urbanísticas como la ampliación de aceras, o la eliminación de bandas de aparcamiento podrían variar la clasificación futura de este tipo de calles.



Para estudiar la cobertura arbolada de las calles se analizan 2 parámetros, por un lado, se cuantifica la proyección de copa de los árboles sobre la unidad de gestión y por otro se calculan los km de calles arboladas frente a los km de calles sin arboladas. Con el primero se mide la cantidad de sombra real que arrojan los árboles a partir de los datos de inventario y con el segundo se mide con mayor exactitud la proporción de calles arboladas frente a las calles no arboladas.

A modo resumen, los indicadores que valoran la cantidad, extensión y grado de cobertura del arbolado viario de la ciudad son:

- CANTIDAD
- N° de árboles/100 habitantes, cuyo valor adecuado es de más de 11 árboles por cada 100 habitantes
- EXTENSIÓN
- N° árboles /ha de unidad de gestión, entendiéndose como adecuado una ratio superior a 50 árboles/ha
- COBERTURA
- Proyección de copa sobre las calles, para la que el valor adecuado es a partir del 15%.
- km de calle arbolada respecto al km de calle sin arboladas, el valor mínimo a alcanzar es el 60%.

Existen otros indicadores o parámetros de referencia que pueden ser interesantes cuantificar para conocer la evolución del arbolado viario y que se han utilizado en el Plan de Infraestructura Verde y Biodiversidad.

### Diversidad de especies

En general, el aumento de la diversidad de la población arbórea (o riqueza de especies) se considera un objetivo a conseguir. El aumento del número de especies diferentes permite nuevas posibilidades ornamentales o estéticas, aumenta la biodiversidad asociada a las arboledas, disminuye la probabilidad de afección de plagas y enfermedades y en caso de que se produzcan episodios epidemiológicos, permite minimizar los daños que pudieran ocurrir.

El arbolado viario cuenta actualmente con un total de 226 especies y variedades, estableciéndose el valor ideal en 250 especies y variedades distintas para el conjunto de la ciudad. Además, se establece una cifra adecuada por distrito, 90 especies, y por barrio, 30 especies.

En cuanto a la abundancia relativa de las distintas especies, se considera como objetivo a conseguir que el porcentaje de las diez especies más abundantes no supere el 55 %

del total. Este objetivo no se logra en la actualidad, ya que las diez especies más representadas superan el 75 %.

Otro objetivo a conseguir es que el número global de cualquier especie no supere el 10 % del total de las posiciones arboladas. En la actualidad, únicamente dos especies, *Platanus x hybrida* y *Sophora japonica* superan esta cifra, por lo que se recomienda que su número se reduzca a favor de otras especies.

*En relación a la diversidad de especies se recomienda que, por aspectos relacionados con la gestión, las calles con alcorque presenten homogeneidad respecto a las especies presentes y la diversidad específica se lleve a cabo entre las unidades de gestión contiguas.*

A modo resumen, los indicadores que valoran la diversidad de especies del arbolado viario de la ciudad son:

- N° de especies presentes
- % especie más abundante
- % 10 especies más abundantes

### Especies adecuadas, prohibidas y de uso restringido

Uno de los aspectos más relevantes que habrá que tener en cuenta a la hora de la implantación y renovación es la elección de las especies adecuadas al entorno. Una buena elección permite que los árboles puedan desarrollar todo su potencial en un futuro más o menos próximo, y sin embargo, una mala elección de especie, implica que en un futuro se tengan árboles, sí, pero desvitalizados, lo que significa que son árboles debilitados, objeto de plagas y enfermedades que son incapaces de hacer frente a futuros problemas.

Asimismo, la selección de especies recomendadas viene condicionada por varias variables, entre las que se encuentra:

- Compatibilidad climática
- Compatibilidad edafológica
- Compatibilidad ecológica
- Compatibilidad espacial





A partir de la determinación de especies que cumplan las condiciones de compatibilidad que se adapten a nuestro terreno, los criterios que determinarán la selección final de la especie serán:

- Criterios paisajísticos
- Criterios ornamentales
- Criterios funcionales
- Criterios culturales

Así pues, la elección de especies, debe estar supeditada al cumplimiento de las siguientes características, además de la abundancia de especies definida en el apartado anterior:

- Adaptación a las condiciones climáticas y edáficas de la ciudad
- Concordancia con el espacio disponible
- Resistencia a plagas y enfermedades
- Moderadas necesidades hídricas
- Resistencia a las condiciones urbanas como contaminación atmosférica
- Especies sin fructificaciones molestas
- Especies no alergénicas
- Especies sin espinas en las zonas de fácil acceso
- Especies de madera resistente, no quebradiza
- Especies con alta capacidad de compartimentación frente a las pudriciones y al cierre de las heridas
- Especies que admitan las labores de poda
- Especies resistentes a la salinidad en el agua de riego
- Evitar el uso de especies que presenten a medio plazo problemas estructurales y/o de baja calidad de madera
- Evitar especies con sistemas radiculares agresivos e invasores

En relación a la elección de la especie adecuada atendiendo al espacio disponible en el entorno viario se deben considerar los siguientes aspectos:

- Espacio disponible para el desarrollo del arbolado menor de 3 metros: **SIN ÁRBOLES**
- Espacio disponible para el desarrollo del arbolado entre 3 y 4 metros: **ÁRBOLES DE PORTE PEQUEÑO**
- Espacio disponible para el desarrollo del arbolado entre 4 y 6 metros: **ÁRBOLES DE PORTE MEDIO**
- Espacio disponible para el desarrollo del arbolado DE MÁS DE 6 METROS: **ÁRBOLES DE PORTE GRANDE**

En la siguiente tabla se detalla la clasificación de la adecuación del arbolado en función del porte y el espacio disponible.

ADECUACIÓN ENTRE ESPACIO DISPONIBLE Y PORTE ARBOLADO

ESPACIO DISPONIBLE	Porte de la especie		
	Porte pequeño	Porte mediano	Porte grande
MUY PEQUEÑO (< 3 M)	INADECUADO	INADECUADO	INADECUADO
PEQUEÑO (3 - 4 M)	ADECUADO	ACEPTABLE	INADECUADO
MEDIANO (4 - 6 M)	ACEPTABLE	ADECUADO	ACEPTABLE
GRANDE (6 - 8 M)	ACEPTABLE	ADECUADO	ADECUADO
MUY GRANDE (> 8 M)	INADECUADO	ACEPTABLE	ADECUADO

En el apartado 4.3. *DEFINICIÓN DE LOS ESPACIOS ARBOLADO EN ENTORNOS VIARIOS*, se detallan los diferentes aspectos que influyen en la definición del espacio disponible entre los que destacan, distancia a fachada, ancho de acera, marco de plantación, etc.

Los criterios objetivos para determinar que especie que resulta más apropiada en cada uno de los lugares en los que se debe realizar la renovación o plantación son los siguientes:

a) Reposición con la misma especie:

La característica intrínseca de una alineación arbórea es su homogeneidad específica, por lo que para mantener la continuidad uniforme la reposición se realizará con la especie que conforma la alineación, siempre que ésta sea adecuada al entorno donde se va a desarrollar.

b) Reposición sustituyendo la especie anterior por ser inadecuada:

En caso que la especie sea inapropiada, se estudian las condiciones y dimensiones donde va a crecer el futuro árbol y se elige la especie arbórea que mejor se adapte a dichas circunstancias.

c) Introducción de nuevas especies:

Se plantarán nuevas especies, siempre en el marco de adecuación a las condiciones de la ciudad de Madrid, con el fin de asegurar el patrimonio arbóreo ante el riesgo de plagas, diversificar el paisaje, mejorar la cultura del árbol y hacer posible la existencia de arbolado en cada espacio disponible. En este sentido el objetivo a conseguir sería que el número global de ninguna especie supere el 10% del total de las posiciones arboladas.



El Plan de Infraestructura Verde y Biodiversidad de la Ciudad de Madrid cuenta con una Guía de Especies que recoge las características y condiciones de idoneidad de más de 200 especies y subespecies de arbolado distintas para decidir su emplazamiento más adecuado.

A continuación, se muestran algunas causas y ejemplos de especies cuyo uso debe considerarse de forma excepcional y controlada, siendo recomendable bajo ciertas circunstancias.

- Por toxicidad, en la cercanía de las áreas infantiles  
Existe una serie de especies de árboles y arbustos cuyas hojas, flores, frutos y/o semillas pudieran llegar a ser venenosos en determinadas concentraciones, por lo que como medida de precaución se debe mitigar su existencia y plantación en áreas parceladas de uso específico infantil. Algunos ejemplos son:
  - Tejo (*Taxus baccata*).
  - Acebo (*Ilex aquifolium*).
  - Aligustre (*Ligustrum vulgare*).
  - Lauroceraso (*Prunus laurocerasus*).
  - Melia (*Melia azedarach*).
  - Hiedra (*Hedera helix*).
  - Arraclán (*Frangula alnus*).
  - Adelfa (*Nerium oleander* )
- Por pertenecer al Catalogo Español de Especies Exóticas Invasoras  
No se recomienda el uso las especies exóticas invasoras del medio natural, que se recogen en la normativa estatal o autonómica, y en particular las siguientes:
  - *Ailanthus altissima*
  - *Acacia dealbata*
  - *Acacia farnesiana*
  - *Acacia salicina*
- Por transmisores de fitopatologías  
Se debe limitar el uso de determinadas especies cuando su presencia suponga un peligro de transmisión de fitopatologías, de forma que se recomienda evitar la plantación de olmos (*Ulmus*) salvo selecciones garantizadas resistentes a la grafiosis.
- Por transmisores de alérgenos  
Muchas de las especies más comunes en las ciudades generan problemas relacionados con la emisión de polen causante de problemas de alergia. Es el caso de los plátanos de sombra, cipreses y fresnos entre otros.  
En el caso de viario, se debe evitar las alineaciones monoespecíficas que presenten problemas de alérgenos. Se ha observado que las especies alergénicas por lo general son anemófilas. Se recomienda emplear ejemplares

femeninos frente a masculinos en las especies dioicas que presenten este problema.

- Por riesgo del arbolado  
Será preferible la selección de especies de madera resistente, no quebradiza. Se recomienda limitar la implantación de algunas especies por su riesgo intrínseco como:
  - *Ailanthus altissima*
  - *Eucaliptus sp.* Por su facilidad de rotura de grandes ramas en ejemplares maduros y viejos.
  - *Pinus pinea*, por su superficial desarrollo radicular en zonas cespitosas
  - *Pinus halepensis*, por su porte en las últimas fases de desarrollo.
  - *Populus sp.*
- Por una mala aclimatación a las condiciones ambientales de Madrid o dificultad de arraigo  
En general no se usarán especies con problemas de adaptación a las condiciones ambientales de Madrid. Entre las especies de uso generalizado para jardinería en España, y que no se consideran adecuadas está el *Acer negundo*.
- Por producción de espinas y conformación de copa baja  
En este sentido se recomienda limitarlos en zonas infantiles y uso estancial. Así mismo, será preferible el empleo de variedades mejoradas como *Gleditsia triacanthos* var. 'Inermis', la cual no genera espinas.
- Especies que provocan molestias por fructificación  
Son especies que ensucian, mediante pelusas o frutos, producen resbalones, por ejemplo *Morus sp.* y el *Ligustrum japonicum* Se debe evitar su uso en alineaciones de los grandes paseos del parque, así como fomentar el uso de variedades mejoradas que han suprimido la generación de frutos como *Morus alba* var. 'Fruitless'.
- Especies cuya estructura natural no permite las servidumbres mínimas de paso en alineaciones  
Como *Elaeagnus angustifolia* por su dificultad de formación tampoco aquellas de porte péndulo o bajo que afecte al tránsito en los paseos.
- Especies que producen malos olores  
Se trata de especies que durante alguna de sus etapas de ciclo de vida generan malos olores, como el caso *Ginkgo biloba* cuyo olor desagradable reside en los frutos. Se deben evitar estos inconvenientes, en este caso, seleccionando ejemplares masculinos frente a femeninos.





- Especies con elevada presencia en la ciudad  
Se debe limitar la plantación de *Platanus x hybrida*: se empleará sólo para reponer en alineaciones de esa misma especie y siempre que sea adecuada al espacio disponible.

A modo resumen, los indicadores que valoran la adecuación de especies del arbolado viario de la ciudad son:

- Grado de adecuación de especies al viario
- % de especies no recomendadas
- % de especies susceptibles a plagas
- % de especies susceptibles a enfermedades
- % de especies alérgicas
- % de especies de alta probabilidad de producir incidencias

### Edad del arbolado y desarrollo deseable

En el apartado 2. *EL ÁRBOL Y SU CICLO DE VIDA*, se detallan las categorías o clases de edad relativa determinadas para la ciudad de Madrid y su fundamentación.

En base a lo ahí indicado, se propone como modelo ideal a alcanzar en todo momento la siguiente proporción de edades relativas:

- Recién plantado / No consolidado: 15%
- Jóvenes: 25-40 %
- Adultos: 25-40 %
- Maduros: 25-40 %
- Viejos: < 5%
- Decrépitos < 0.1%

Los indicadores que valoran la edad y desarrollo deseable del arbolado viario son:

- Edad relativa más abundante
- % de la edad relativa más abundante

### Dimensiones del arbolado

En general se podría decir que el arbolado de gran tamaño es el que cumple el máximo de funcionalidad. No obstante, también es el que mayores problemas origina, principalmente en espacios viarios, al tratarse de zonas con restricción de espacio y por tanto fuente de problemas a nivel de vuelo, suelo y subsuelo. Además, el arbolado de gran tamaño es generalmente arbolado de mayor riesgo.

El objetivo debe ser mantener el arbolado en sus dimensiones naturales sin tener que recurrir a continuas podas que alteran su estructura innata.

Para definir la distribución de dimensiones deseable se analizan las variables de perímetro y altura. El diámetro de copa no se considera por su variabilidad por las podas y las limitaciones del desarrollo por la cercanía a fachadas.

Se señala la siguiente distribución de intervalos de perímetros de tronco como adecuada:

- < 30 cm: 20-25%
- 30-60 cm: 30-40%
- 60-120 cm: 30-40%
- > 120 cm: < 10%

Y respecto a los rangos de alturas:

- < 5 m: 20-25%
- 5-10 m: 35-40%
- 10-15 m: 35-40%
- 15-20 m: 4,5%
- > 20 m: < 0,5%

Los indicadores que determinan las dimensiones del arbolado son:

- Categoría de perímetro más abundante
- % de la Categoría de perímetro más abundante
- Categoría de altura más abundante
- % de la Categoría de altura más abundante



### Arbolado singular y catalogado

Dentro del modelo de arbolamiento se fija como objetivo tanto el cuidado y mantenimiento de los árboles ya identificados como “singulares” o “de especial atención” como la identificación de nuevos ejemplares a los que se les pueda asignar con ambas categorías, siempre que cumplan las condiciones indicadas en el apartado “7. El Árbol Singular” del presente Plan Director.

Los indicadores del arbolado singular y catalogado son:

- N° de árboles singulares y de especial atención
- N° de árboles catalogados por la Comunidad de Madrid

### Marras, alcorques vacíos o ejemplares muertos

En cuanto a posiciones arboladas el modelo de arbolamiento buscará que las marras, alcorques vacíos o muertos sean en todo momento el mínimo posible. En cualquier caso, menor del 1 % después de cada campaña de plantación. No se incluyen en este porcentaje los alcorques vacíos que se propongan para clausura. Igualmente, el número de tocones no debe superar el 1%.

Los indicadores que determinan las marras, alcorques vacíos, ejemplares muertos y tocones son:

- % alcorques vacíos, marras o ejemplares muertos
- % de tocones

### 4.3.2 Valoración y categorización de los conceptos definidos

Todos los indicadores definidos en el apartado anterior se obtienen a través de los datos de inventario recogidos en la aplicación informática municipal MiNT.

Se detalla a continuación, para cada uno de los indicadores, los intervalos de referencia para clasificar los resultados en las siguientes categorías:

Adecuado

Aceptable

Inadecuado





INDICADOR		VALOR ADECUADO	VALOR ACEPTABLE	VALOR INADECUADO
<b>CANTIDAD, EXTENSIÓN Y COBERTURA</b>	Nº de árboles/100 habitantes	> 11	11 - 5	< 5
	Nº árboles/ha de unidad de gestión	> 50	25 - 50	< 25
	Proyección de copa sobre las calles	> 15 %	15 % - 10 %	< 10 %
	km de calle arbolada respecto al km de calle sin arbolar	> 60 %	60 % - 50 %	< 50 %
<b>DIVERSIDAD DE ESPECIES</b>	Nº de especies presentes	> 250	180 - 250	< 180
	% especie más abundante	< 10 %	10 % - 15 %	> 15 %
	% 10 especies más abundantes	< 55 %	55 % - 70 %	> 70%
<b>ADECUACIÓN DE ESPECIES</b>	Grado de adecuación de especies al viario ( la población en cada categoría debe coincidir con los valores de referencia)	> 60 %	15 % - 35 %	< 10 %
	% de especies no recomendadas	< 35 %	35 % - 45 %	> 45 %
	% de especies propensas susceptibles de plagas	< 70 %	70 % - 85 %	> 85 %
	% de especies propensas susceptibles de enfermedades	< 50 %	50 % - 65 %	> 65 %
	% de especies alérgicas	< 50 %	50 % - 70 %	> 70 %
	% de especies de alta probabilidad de producir incidencias	< 30 %	30 % - 45 %	> 45 %
<b>EDAD DEL ARBOLADO</b>	Edad relativa más abundante	Según la edad relativa más abundante		
	% de la edad relativa más abundante			
<b>DIMENSIONES DEL ARBOLADO</b>	Categoría de perímetro más abundante	Según la categoría de perímetro más abundante		
	% de la Categoría de perímetro más abundante			
	Categoría de altura más abundante	Según la categoría de altura más abundante		
	% de la Categoría de altura más abundante			
<b>ARBOLADO SINGULAR</b>	Nº de árboles singulares y de especial atención	Controlar la evolución y estado		
	Nº de árboles catalogados por la Comunidad de Madrid	Controlar la evolución y estado		
<b>MARRAS Y ALCORQUES VACÍOS</b>	Nº alcorques vacíos, marras o ejemplares muertos	< 5 %	5 % - 10 %	> 10 %
	Nº de tocones	< 1 %	1 % - 5 %	> 5 %



#### 4.4 Comparativa entre la situación actual y la situación definida en el modelo de arbolamiento

Una vez analizada la situación actual del arbolado viario y definido el modelo de arbolamiento que se pretende alcanzar es posible establecer una comparativa entre la situación actual y la situación ideal.

En la siguiente tabla se muestra de una manera rápida y sencilla la situación del estado actual del arbolado viario de la ciudad de Madrid, respecto al modelo de arbolamiento propuesto:

INDICADOR		VALOR ACTUAL
CANTIDAD, EXTENSIÓN Y COBERTURA	Nº de árboles/100 habitantes	8,05
	Nº árboles/ha de unidad de gestión	44,27
	Proyección de copa sobre las calles	8%
	km de calle arbolada respecto al km de calle sin arbolado	70%
DIVERSIDAD DE ESPECIES	Nº de especies presentes	226
	% especie más abundante	23%
	% 10 especies más abundantes	75%
ADECUACIÓN DE ESPECIES	Grado de adecuación de especies al viario ( la población en cada categoría debe coincidir con los valores de referencia)	Adecuado:37 % Aceptable: 24 % Inadecuado: 29 %
	% de especies no recomendadas	-
	% de especies propensas susceptibles de plagas	36%
	% de especies propensas susceptibles de enfermedades	32%
	% de especies alérgicas	25%
	% de especies de alta probabilidad de producir incidencias	33%
EDAD DEL ARBOLADO	Edad relativa más abundante	Maduro
	% de la edad relativa más abundante	51%
DIMENSIONES DEL ARBOLADO	Categoría de perímetro más abundante	60 - 120 cm
	% de la Categoría de perímetro más abundante	33%
	Categoría de altura más abundante	5 - 10 m
	% de la Categoría de altura más abundante	49%
ARBOLADO SINGULAR	Nº de árboles singulares y de especial atención	-
	Nº de árboles catalogados por la Comunidad de Madrid	-
MARRAS Y ALCORQUES VACÍOS	Nº alcorques vacíos, marras o ejemplares muertos	9,65%
	Nº de tocones	-

La situación actual corresponde con la situación ideal más adecuada en varios de los parámetros, como el km de calles arboladas respecto a los km de calles sin arbolado, los porcentajes de especies propensas susceptibles de plagas y enfermedades, la presencia de especies alérgicas, la presencia de edad relativa de maduro.

Se puede considerar aceptable para la cantidad, la extensión, el número total de especies distintas, así como las dimensiones perímetro del arbolado y la presencia de alcorques vacíos y marras.

En el caso del grado de cobertura y la diversidad de especies, en concreto para los parámetros de porcentaje de la especie más abundante y porcentaje de las diez especies más abundantes es inadecuado, así como la proyección de copa sobre las calles. Son estas últimas características en las que habrá que realizar un mayor esfuerzo en el futuro con objeto de acercar la situación real a la situación ideal definida en el modelo de arbolamiento.



Detalle de calle arbolada



# EL ÁRBOL EN LA CALLE



## 5 EL ÁRBOL EN LA CALLE

### 5.1 La biología del árbol y el entorno urbano

El árbol es un ser vivo autótrofo, y como tal elabora materia orgánica a partir de sustancias inorgánicas, utilizando como principal fuente de energía la luz, mediante el proceso de fotosíntesis. Este proceso nos hace reflejar la gran importancia que tiene conservar nuestros árboles con la mayor cantidad de hojas (follaje), ya que la proporción de hojas de una planta es directamente proporcional a la cantidad de oxígeno que genera.

Por otro lado, atendiendo a la biología del árbol podemos decir que un árbol es un complejo sistema compuesto por multitud de ejes que funcionan de manera integrada formando un conjunto. Así pues, si una parte del árbol se rompe con el viento o es eliminada por podas (p.ej. ramas) u obras (p.ej. raíces), el resto de la estructura tiende a ajustarse y moldear su crecimiento para compensar su pérdida. Si la pérdida es pequeña las ramas que se vayan desarrollando tienen a compensar las necesidades alimenticias y su crecimiento se desarrolla para favorecer su equilibrio físico. Si la pérdida de copa es muy importante también se produce un desarrollo de ramas que pretenden recuperar las partes perdidas, que por lo general conlleva una desorganización de la estructura del árbol.

A nivel subterráneo la pérdida de raíces fisiológicas puede ser compensada parcialmente por el desarrollo de nuevas raíces fisiológicas, muy numerosas y finas, siempre que las condiciones para su desarrollo sean favorables, pero la pérdida de raíces de grandes dimensiones generalmente tiene un impacto importante en su disposición y es difícil su reparación, lo que en ocasiones tiene consecuencias sobre la función de anclaje del árbol al terreno.

*El árbol urbano debe cohabitar con todas las circunstancias urbanas.*

El árbol en el entorno urbano es un superviviente y un luchador persistente. Su biología permite que se adapte a las situaciones más inhóspitas que presenta la ciudad de Madrid como son las temperaturas extremas (mucho frío y mucho calor), los elevados niveles de contaminación, daños abióticos y bióticos, así como la convivencia con la actividad urbana tan necesaria para la ciudadanía, pero tan dañina, en muchos casos, para el árbol.

En muchas ocasiones, el árbol existía anteriormente a los necesarios servicios públicos, que durante su instalación han provocado daños (zanjas que cortan raíces) o situaciones inviables (árboles en pasos de peatones, delante de semáforos o señales,

etc.). En otros casos, la elección de una especie inadecuada al espacio previsto ha generado una sucesión de conflictos en el que el más afectado es siempre el árbol (incidencias en fachadas, marquesinas, farolas, etc.).

Es por esto que se debe encontrar el punto de equilibrio y determinar los aspectos del entorno urbano en los que el árbol (y su correspondiente posición arbolada) debe ser respetado o bien aquellos en los que el árbol no cumple con sus funciones y debe ser sustituido o eliminado.



Izda. Ejemplar decrépito



Dcha. Ejemplar funcional





## 5.2 Principales conflictos en el arbolado viario

El árbol en la calle se encuentra en un medio artificial, probablemente el más desfavorecido para sus necesidades y desarrollo, en comparación con el árbol de las zonas verdes y por supuesto en comparación con su medio natural. Es por ello que se presentan una serie de conflictos y amenazas que generan problemas en el desarrollo del arbolado y su gestión.

Se detallan a continuación los principales conflictos presentes en el entorno urbano de la ciudad de Madrid:

- Alta competencia por el espacio aéreo, donde las copas y tronco pelean el espacio con edificios, tráfico, peatones y con los demás árboles de la alineación. Los principales conflictos se originan en los siguientes casos:
  - Escasa distancia a fachada
  - Marco de plantación insuficiente
  - Golpes por vehículos
  - Presencia de elementos urbanos cuya manipulación dañan al arbolado (contenedores, andamios obras – mudanzas)
- Alta competencia por el espacio subterráneo, un sistema radicular que dispone de poco volumen de suelo donde desarrollarse, ocupado por los servicios y canalizaciones.
- Suelo más impermeable y empobrecido, con muy poca materia orgánica, sin estructura edáfica y compactado lo que se traduce en poco oxígeno disponible para las raíces. Falta de drenaje
- Mayor contaminación. Las hojas de los árboles de las calles retienen y absorben gran cantidad de partículas contaminantes y de polvo, pero la contaminación puede ser tal que llegue a formar una película sobre las hojas que dificulte el intercambio gaseoso y la fotosíntesis.
- Menor exposición a la luz debido a la presencia de los edificios, que tiene como consecuencias una menor eficiencia fotosintética y crecimientos inclinados y desequilibrados.
- Una mayor temperatura y por lo tanto una mayor evapotranspiración y estrés hídrico.
- Mayor luz artificial. Diferencia importante en la temperatura más próxima al árbol. Reflexión de luz y calentamiento del suelo
- Túneles de corriente de aire, que provocan tensiones y fracturas en la estructura.

- Mayor vandalismo (descortezados, arranque, quema de contenedores próximos, etc.)

Sin embargo, el árbol de la calle cumple numerosas funciones y es el que de manera cotidiana y directa más contacto tiene con los habitantes de la ciudad. Por estas razones, su gestión precisa requerimientos especiales y está diferenciada del resto del arbolado.

### Origen de los conflictos

La coexistencia del árbol con la ciudad genera una serie de conflictos nocivos tanto para las infraestructuras como para el propio árbol al no poder desarrollarse naturalmente.



Para entender y mejorar el arbolado de las calles hay que identificar el origen de dichos conflictos para poder subsanarlos desde el inicio. Se detallan en la página siguiente los principales conflictos entre el árbol y su entorno urbano de la ciudad de Madrid.

En el ANEXO 3. *CONFLICTOS DEL ARBOLADO EN LA CIUDAD*, se describen con mayor detalle cada uno de los aspectos contemplados en la tabla presentada.



CONFLICTO				
TIPOLOGÍA	ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	PROBLEMAS QUE ORIGINA EN EL ARBOLADO	PROBLEMAS QUE ORIGINA EN EL ENTORNO URBANO
COMPETENCIA POR EL ESPACIO AÉREO	EDIFICIOS	Escasa distancia a fachada	Inclinación Desarrollo debilitado/ Raquitismo Estructuras descompensadas Necesidad de podas constantes	Indicencias continuas Quejas vecinales
	ÁRBOLES	Escaso marco de plantación	Inclinación Árboles dominados sin posibilidad de desarrollo Fallos en la renovación	Indicencias con vehículos Inadecuada ubicación del arbolado
	PEATONES	Invasión de zonas de servidumbre de paso. Problemas de accesibilidad ciudadana	Podas drásticas	Dificultades en la movilidad ciudadana en aceras, pasos de peatones, marquesinas, etc.
	VEHÍCULOS	Escasa distancia a calzada Invasión de servidumbre de paso de vehículos Ej. Carril b	Heridas y pudriciones en el arbolado Estructuras dañadas	Golpes en vehículos, autobuses y camiones.
		Golpes de vehículos en aparcamiento en batería		
	OTROS ELEMENTOS URBANOS	Árboles en calzada (banda aparcamiento)	Compactación terreno. Dificultad de desarrollo	Daños en mobiliario urbano como bolardos
		Carga y descarga de contenedores	Heridas y pudriciones en el arbolado	-
		Andamios y vallas de obras	Heridas en tronco y ramas	-
		Ocultación de señales Lámparas y estufas en terrazas	Podas drásticas Alteraciones y daños mecánicos	Conflictos de circulación -
	PROBLEMAS EN EL ESPACIO SUBTERRÁNEO	OBRAS	Zanjas y cambios de pavimento en las aceras y calzadas	Daños en el sistema radicular de diversa importancia
CANALIZACIONES		Interferencias entre sistema radicular y canalizaciones	Daños en el sistema radicular de diversa importancia	-
RAÍCES		Gran desarrollo radicular cercano a la superficie	Cortes de raíces en el momento de arreglar el pavimento	Levantamiento de pavimentos en aceras. Movilidad ciudadana Agrietamiento de muros próximos Obstrucción de canalizaciones
VOLUMEN SUELO		Escaso volumen disponible para el desarrollo radicular	Sistema radicular pobre que no cumple adecuadamente con las funciones de anclaje	
SUELO POBRE		Ausencia en suelo de los elementos básicos	Árboles desvitalizados	Cobertura arbolada inadecuada
COMPACTACIÓN DEL TERRENO		Ausencia de oxígeno en el terreno. Exceso de agua. Falta de drenaje	Asfixia Radicular. Imposibilidad del desarrollo radicular ni de su cumplimiento de funciones Pudriciones radiculares	Levantamiento de pavimentos Agrietamiento Malos olores
CONFLICTOS AMBIENTALES	CONTAMINACIÓN	Presencia de partículas contaminantes que dificultan la fotosíntesis y el intercambio gaseoso.	Ausencia de vitalidad	Cobertura arbolada inadecuada
	EXPOSICION SOLAR	Menor exposición solar por la presencia de edificios	Menor eficiencia fotosintética, crecimientos inclinados y desequilibrados	
		Daños en tronco en orientación sur-oeste	Fendas. Heridas en tronco que el árbol no puede cerrar	-
	ALTAS TEMPERATURAS TÚNELES Y CORRIENTES	Mayor evapotranspiración y estrés hídrico Turbulencias y fuerzas anormales en la estructura arborea	Alteraciones metabólicas en el arbolado Tensiones y fracturas en el arbolado	- Accidentes sobre personas y bienes
	MAYOR LUZ ARTIFICIAL	En ramas junto a farolas, diferencias importantes en la temperatura del entorno	Alteraciones en la fenología y desarrollo del árbol	-
VANDALISMO	CIUDADANOS	Afecciones malintencionadas en el árbol o su entorno	Heridas Roturas	-





### Subsanación de conflictos.

En relación a los orígenes de los conflictos presentados, presentando la tipología y descripción se muestran diversas alternativas que pueden realizarse para la minimización de los mismos.

CONFLICTO			ALTERNATIVAS / SUBSANACIÓN
TIPOLOGÍA	ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	
COMPETENCIA POR EL ESPACIO AÉREO	EDIFICIOS	Escasa distancia a fachada	Definición de calles que pueden ser o no arboladas Clausura de alcorques a menos de 3 m de la fachada Adecuación del porte de especies al espacio disponible. Tipologías arboladas en función de las dimensiones de la calle Considerar la existencia de voladizos en edificios
	ÁRBOLES	Escaso marco de plantación	Clausurar alcorques y aumentar el marco de plantación Adaptar la especie al marco disponible
	PEATONES	Invasión de zonas de servidumbre de paso. Problemas de accesibilidad ciudadana	Eliminación de posiciones arboladas en pasos de peatones Eliminación de posiciones arboladas en paradas de autobús
		Escasa distancia a calzada	Alejar los alcorques de la calzada
	VEHÍCULOS	Invasión de servidumbre de paso de vehículos Ej. Carril b Golpes de vehículos en aparcamiento en batería	En vías de acceso rápido elevar la cruz o altura 1ª rama Instalar bolardos y elementos de protección al arbolado
		Árboles en calzada (banda aparcamiento)	Evitar plantar árboles en bandas de aparcamiento salvo que se garantice su protección y que el espacio disponible en el suelo sea el adecuado
	OTROS ELEMENTOS URBANOS	Carga y descarga de contenedores	Alejar los contenedores de los árboles.
		Andamios y vallas de obras	Protección de arbolado frente a obras
		Ocultación de señales	Valorar el mover la señal
		Lámparas y estufas en terrazas	Alejar estufas del entorno arbolado
PROBLEMAS EN EL ESPACIO SUBTERRÁNEO	OBRAS	Zanjas y cambios de pavimento en las aceras y calzadas	Diferenciar espacio para el desarrollo radicular y las canalizaciones.
	CANALIZACIONES	Interferencias entre sistema radicular y canalizaciones	Estudios sobre la existencia de servicios o infraestructuras
	RAÍCES	Gran desarrollo radicular cercano a la superficie	Desarrollar un buen suelo para que el sistema radicular se desarrolle adecuadamente. Instalación de suelos estructurales
	VOLUMEN SUELO	Escaso volumen disponible para el desarrollo radicular	Evitar alcorques individuales y tendera a definir alcorques corridos y el uso de pavimentos drenantes
	SUELO POBRE	Ausencia en suelo de los elementos básicos	Mejorar la calidad del suelo antes de la plantación o renovación
	COMPACTACIÓN DEL TERRENO	Ausencia de oxígeno en el terreno. Exceso de agua. Falta de drenaje	Evitar la compactación del terreno mediante el uso de suelo estructural. Evitar pavimentos impermeables.
CONFLICTOS AMBIENTALES	CONTAMINACIÓN	Presencia de partículas contaminantes que dificultan la fotosíntesis y el intercambio gaseoso.	Medidas Plan A Ayto. Madrid
	EXPOSICION SOLAR	Menor exposición solar por la presencia de edificios	Estudio de sombras para la adecuada selección de especie.
		Daños en tronco en orientación sur-oeste	Instalación de protecciones. Selección de especies
	ALTAS TEMPERATURAS	Mayor evapotranspiración y estrés hídrico	Mejorar la cobertura arbolada de la ciudad
	TÚNELES Y CORRIENTES MAYOR LUZ ARTIFICIAL	Turbulencias y fuerzas anormales en la estructura arbolada En ramas junto a farolas, diferencias importantes en la temperatura del entorno	- Adecuar las distancias a las farolas y uso de luces que no calienten la atmósfera
VANDALISMO	CIUDADANOS	Afecciones malintencionadas en el árbol o su entorno	Concienciación ciudadana Corresponsabilidad



### 5.3 Disposición de Espacios Arbolados en entornos viarios

Objetivo principal: dar solución a los conflictos presentados

En función de los conflictos definidos se determinan las necesidades de espacio en el entorno arbolado a partir de las siguientes variables.

#### 5.3.1 Definición de la sección tipo para las calles arboladas de la ciudad de Madrid

##### Fundamentos

Para la definición de la sección tipo en las diferentes calles arboladas de la ciudad de Madrid, se toman como referencia las siguientes publicaciones existentes en el Ayuntamiento de Madrid:

- “Manual de plantaciones del Arbolado Viario” del Ayuntamiento de Madrid
- “Manual de Accesibilidad para Espacios Públicos Urbanizados” del Ayuntamiento de Madrid
- “Disposición de Servicios en Aceras - Ficha DSI” del Ayuntamiento de Madrid en su Normalización de Elementos Constructivos (NEC)
- Diseños de Drenaje Urbano Sostenible



A continuación, se describen los principales hitos definidos en la documentación de referencia:

- Respetar las servidumbres aéreas definidas para determinar la adecuada selección de especie
- Tener en cuenta los condicionantes de accesibilidad y movilidad
- Definición del espacio subterráneo para favorecer un óptimo desarrollo radicular

##### Servidumbres mínimas

Los parámetros de referencia para la definición de servidumbres son:

- Distancia a fachada
- Distancia a calzada
- Marcos de plantación
- Paso de peatones y vehículos
- Distancia a otros elementos urbanos (señales, farolas, registros, etc.)

Se describen a continuación las distancias mínimas aconsejables que deben respetarse al plantar un árbol de alineación en el viario madrileño:

##### A. Servidumbre con edificios.

Las copas de los árboles deben respetar, sin invadir, un espacio de *0,5 metros* a partir de las fachadas, balcones, miradores y aleros de los edificios.

##### B. Servidumbre al peatón

El arbolado (copa y tronco) tenderá a respetar, sin invadir el espacio destinado al uso peatonal, manteniendo una *altura libre de 2,50 metros*, medida desde el suelo hasta la primera rama estructural.

En el caso de árboles injertados en altura, se debe mantener la distancia de 2,50 metros, medida desde el suelo hasta el injerto, donde previsiblemente aparecen las primeras ramas estructurales.

La plantación en las inmediaciones de un paso peatonal debe dejar una distancia suficiente como para permitir que el peatón visualice perfectamente el tráfico rodado de la vía.

##### C. Servidumbre en vías de tráfico rodado

En la medida de lo posible ninguna parte del árbol invadirá la vertical del borde de la calzada hasta una altura correspondiente al gálibo normal determinado en función del tipo de tráfico que se de en cada vía.

A este respecto se consideran dos tipos de vías:

- Vías con tráfico rodado sin banda de aparcamiento. En este caso, el árbol debe respetar, sin invadir, una servidumbre correspondiente *al gálibo máximo permitido de la vía más 0,5 metros*.
- Vías con tráfico rodado con banda de aparcamiento. En este caso, el árbol debe respetar, sin invadir, una servidumbre correspondiente *al gálibo máximo permitido para estacionamiento en esa vía más 0,5 metros*.





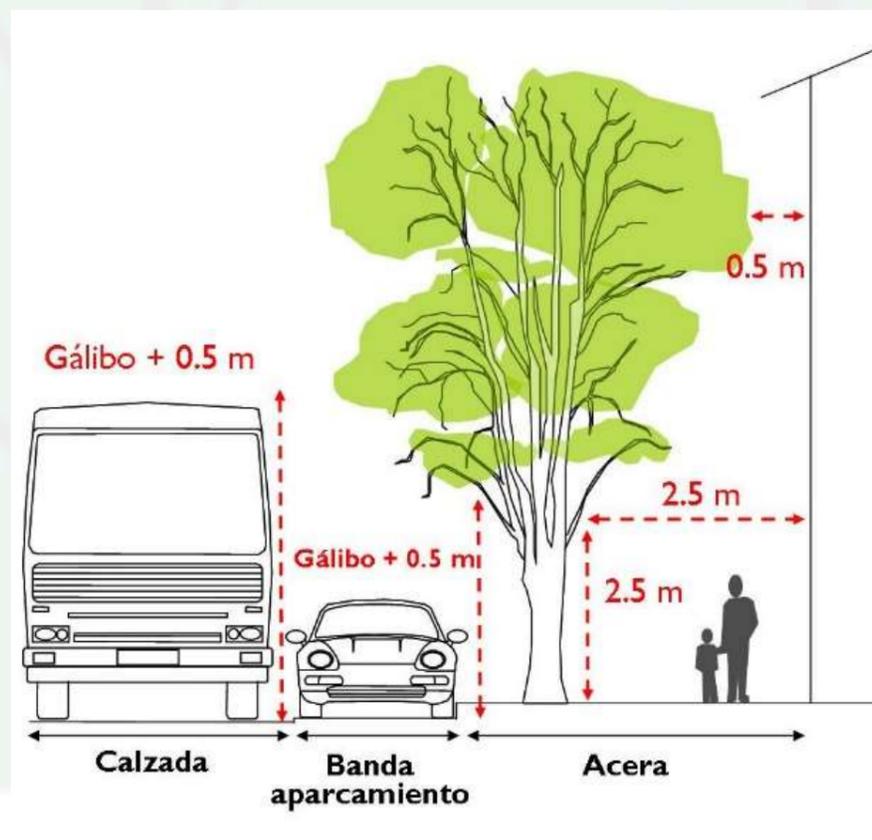
D. Servidumbre de señalización vertical y alumbrado

En la implantación de nuevas alineaciones arboladas, ninguna parte del árbol deberá impedir la visibilidad de señales verticales para el tráfico rodado, desde una distancia de 30 m visto desde el conductor.

Como medida se recogen las siguientes servidumbres:

- Con farola: distancia mínima de 4 metros entre la posición arbolada y la farola. Se recomienda dejar la misma distancia entre árbol y farola que entre árbol - árbol de esa vía (marco de plantación), para evitar interferencias en la iluminación.
- Con semáforo: distancia mínima de 4,5 metros entre la plantación y el semáforo.
- Con señal vertical: distancia mínima de 2 metros entre la plantación y la señal vertical.
- Con ámbito de parada de transporte público: distancia mínima de 2 metros entre la plantación y el ámbito de parada definido.

Así mismo, la colocación de nuevas señales en viales con arboledas consolidadas deberá seguir el mismo criterio.



Condicionantes de accesibilidad y movilidad

Respecto a la ubicación más adecuada de los alcorques en la vía pública desde el punto de vista de la accesibilidad se tomará como referencia el “Manual de Accesibilidad para Espacios Públicos Urbanizados” del Ayuntamiento de Madrid. En concreto, se va a considerar la definición de itinerario peatonal accesible, la composición de la vía pública en un espacio urbano destinado a la movilidad y las distancias mínimas que en ella se consideran.

Se define el *Itinerario Peatonal* como “la parte del área de uso peatonal destinada específicamente al tránsito de personas, incluyendo las zonas compartidas de forma permanente o temporal, entre éstas y los vehículos”. Siendo el *Itinerario Peatonal Accesible (IPA)* aquél que “garantiza el uso no discriminatorio y la deambulación de forma autónoma y continua de todas las personas”. Los itinerarios principales y más transitados del entorno urbano deberán satisfacer las condiciones de accesibilidad universal.

Según se indica en el citado manual, la mejor organización de un espacio público destinado a la movilidad se corresponde con “bandas” longitudinales de usos diferenciados, en las que el itinerario peatonal discorra colindante o adyacente a la línea de fachada, organizando el mobiliario de forma paralela a la calzada. La configuración de estas bandas vendrá determinada por el espacio disponible y los usos previstos, los cuales, a su vez, tendrán unos requerimientos espaciales mínimos para su correcta funcionalidad.

Las bandas más frecuentes son:

- Itinerario peatonal accesible
- Mobiliario urbano, instalaciones de servicio arbolado y jardinería
- Circulación, estacionamiento de vehículos, carga y descarga de mercancías



Ubicación de “bandas” (Fuente: Manual de Accesibilidad para Espacios Públicos Urbanizados. Ayto. Madrid)



Respecto al itinerario peatonal accesible, se considera adecuado disponer de una banda libre de paso, de dimensiones mínimas de 180 cm ancho y 220 cm de alto que en su desarrollo no interfiere con ningún obstáculo y que garantice el giro, cruce o cambio de sentido de cualquier peatón. Excepcionalmente en zonas urbanas consolidadas se podrán permitir estrechamientos puntuales siempre que el ancho de paso no resulte inferior a 150 cm.

Según estas directrices, los alcorques se ubicarían en la banda central, correspondiente a mobiliario, instalaciones de servicio arbolado y jardinería y la distancia mínima a la fachada sería de 1,80 m.

En muchas ocasiones, la anchura o la morfología de la vía imposibilitan una estructura de bandas como la indicada. En estos casos el *Manual* indica una solución alternativa de plataforma única en las que la acera y la calzada quedan a un mismo nivel. Son situaciones en las que también es posible que el arbolado y el mobiliario compartan "banda" con los vehículos estacionados.

#### Definición del espacio subterráneo

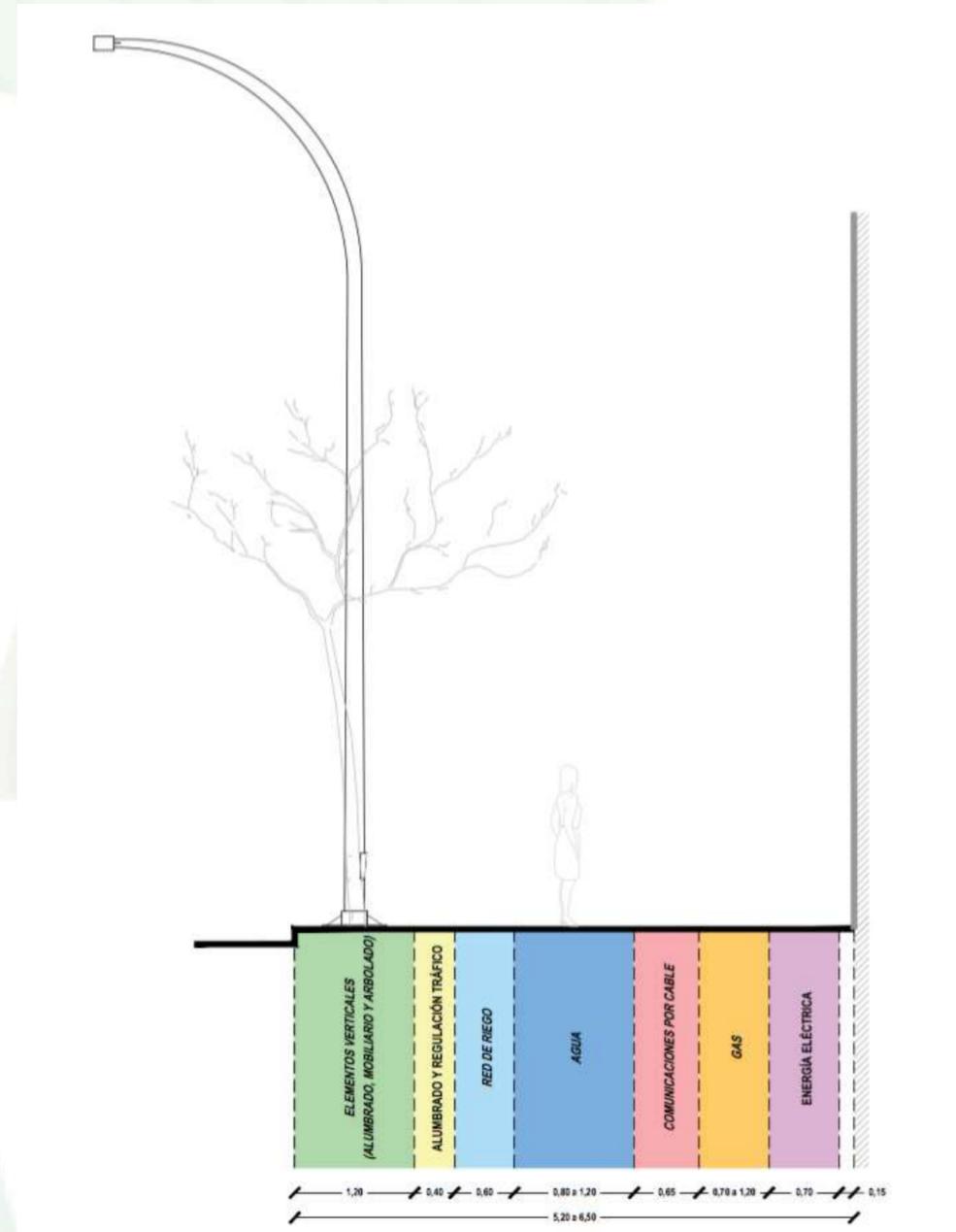
La adecuada relación de alcorques y, especialmente, de los nuevos elementos de TDUS con las infraestructuras y servicios urbanos será un objetivo prioritario en el diseño de nuevos arbolamientos.

El criterio fundamental para un desarrollo adecuado del árbol es evitar la presencia de las redes de cualquier servicio urbano (regulación de tráfico y alumbrado, red de riego, cable, agua, saneamiento, gas y energía eléctrica) bajo la proyección vertical del alcorque.

Así mismo, la distancia mínima del lugar de plantación de un árbol a cualquier registro de las canalizaciones de servicios e infraestructuras urbanas será de 2 metros

En el caso de los TDUS, los servicios infraestructurales no deberán discurrir a lo largo de los mismos, aunque si podrán cruzarlos transversalmente.

Dichos criterios deberán sumarse a las distancias mínimas para la Disposición de Servicios en Aceras (Ficha DSI) del Ayuntamiento de Madrid en su Normalización de Elementos Constructivos (NEC), según la figura siguiente para el máximo de servicios.



Disposición de alcorques y servicios en aceras, a partir de la Normalización de Elementos Constructivos (Ficha DSI), del Ayuntamiento de Madrid.

En los casos en los que el ancho de acera no sea suficiente, se valorará la utilización de la calzada para la ubicación del arbolado, siempre y cuando el espacio disponible para el desarrollo radicular sea toda la banda de aparcamiento y la pavimentación sea realizada por sistemas TDUS.





### Sección tipo

Atendiendo a las propuestas presentadas se muestra la propuesta de sección tipo para la ciudad de Madrid.

#### Vista frontal

En la siguiente imagen se puede ver la propuesta de definición de espacios en el entorno viario, atendiendo a las servidumbres, los condicionantes de accesibilidad y el espacio subterráneo.



#### Vista superior

En la siguiente imagen se muestra la vista superior de la sección propuesta.



Se observa que en la propuesta se integran los condicionantes definidos por todas las áreas del Ayuntamiento de Madrid.



### 5.3.2 Tipologías de calles

En este apartado se va a proceder a clasificar el viario de Madrid, con o sin arbolado, según sus características de organización y disponibilidad del espacio, para poder más adelante hacer una propuesta de arbolamiento idóneo para cada una de estas tipologías, siguiendo las reglas básicas dispuestas por las servidumbres.

Criterios por los que se pueden definir las tipologías de calles

- Presencia de arbolado y vegetación arbustiva asociada
- Dimensiones de la Sección  
Se procede a la creación de 5 categorías de tamaño de categorías en función de la distancia media entre los edificios.
  1. Muy pequeña: secciones medias hasta 9 m de longitud
  2. Pequeña: calles con secciones medias entre 9 y 11 m
  3. Mediana: calles con secciones medias entre 11 y 16 m de longitud
  4. Grandes: calles con secciones medias entre 16 y 25 m de longitud
  5. Muy grandes: calles con secciones medias mayores de 25 m de longitud

• Perfil transversal:  
Con objeto de poder describir el perfil de la calle tipo, se establecen las siguientes categorías:

- Tipo A: Acera limitada por calzada a un lado, y por fachada con ventanas, balcones, etc. o por un muro sin ventanas ni balcones de más de 4 metros de altura
- Tipo B: Acera limitada por calzada a un lado, y cerramiento de un jardín o parcela privada en el otro, de menos de 4 metros de altura
- Tipo C: Acera limitada por calzada a un lado, y una zona despejada (plaza o jardín) de carácter público
- Tipo D: Calle peatonal sin tráfico de vehículos
- Tipo E: Bulevar, mediana, rotonda, transitable por peatones
- Tipo F: Bulevar, mediana, rotonda, no transitable por peatones

• Intensidad Media Diaria de Tráfico (IMD)

Se establecen 3 categorías, basadas en criterios urbanísticos:

- IMD < 2.000
- IMD 5.000 - 15.000
- IMD > 30.000

• % Calle no motorizada

Se establecen 3 categorías, basadas en criterios urbanísticos:

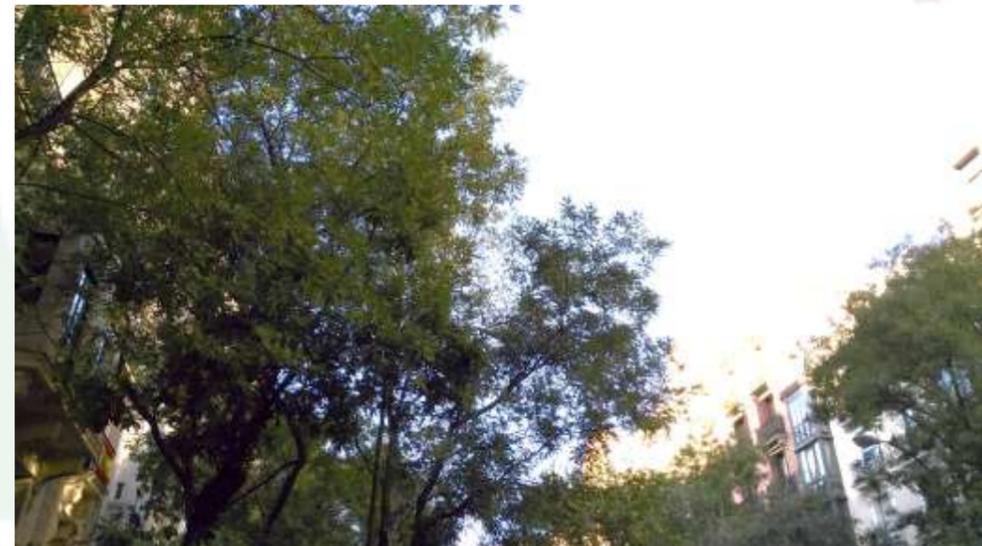
- 0 -40 % no motorizado
- 50 % no motorizado
- > 60 % no motorizado

En la siguiente imagen podemos ver una propuesta urbanística que integra algunas de las variables aquí presentadas.

	-	Lugar	+		
Tráfico	+	Vía Arterial <i>Conector Verde</i>	Calle - Corredor <i>Calle Verde Principal</i>	Gran Calle-Bulevar <i>Eco-calle</i>	[IMD > 30.000]
	-	Vía Colectora <i>(Vía con divisoria)</i>	Calle <i>Calle+</i>	Calle - Salón <i>Eje Verde-Cívico</i>	[IMD 5 - 15.000]
	-	Vía Local <i>Vía local +</i>	Eje peat. / Plaza barrio <i>Área estancial</i>	Plaza Ciudad <i>Parque urbano</i>	[IMD < 2.000]
		[0-40% no motor.]	[50% no motorizada]	[> 66% no motorizada]	

En base a esta propuesta se definen las tipologías de calles que rigen este Plan Director, que son:

- Calles con Alcorque
- Calles verdes
- Infraestructuras viarias
- Calles sin arbolado





### Calles con alcorque

Son las calles más abundantes en la ciudad de Madrid. En gran parte corresponden con calles, muy pequeñas, pequeñas y medianas, así como muchas de sección grande.

Corresponden con calles del tipo A, B, C D

Generalmente presentan un IMD inferior a 15.000 y se encuentra no motorizado menos del 40 % de la sección

En ocasiones puede presentar aparcamientos en calzada, aunque éste siempre no resulta adecuado.

### Calles verdes

Calles de dimensiones grandes o muy grandes.

Cualquier tipo de sección resulta válido, pero siempre además de arbolado presenta otro tipo de ajardinamiento.

Normalmente son calles con secciones no motorizadas del 50 % o superior

El IMD puede ser cualquiera.

La RED ARCE está constituida por un conjunto de calles verdes principales, consideradas conectores de espacios verdes.

### Otras infraestructuras viarias con árboles: rotondas, medianas e isletas

Forman parte de las calles verdes de la ciudad.

Arbolado supeditado a la circulación del tráfico.

Se debe optimizar el desarrollo radicular y mejorar la cobertura arbórea.

### Calles sin arbolado

Aquellos lugares que no cumplan con las condiciones para el desarrollo vital de un árbol no pueden albergar arbolado.

### 5.3.3 Tipologías de disposición arbolada

Se detallan a continuación las diferentes disposiciones arboladas que nos podemos encontrar en las diferentes tipologías de calles definidas.

#### Disposiciones arboladas en calles con alcorque

Una vez realizada la reserva de servidumbres de fachada, de espacio peatonal y de tráfico rodado, se verá si existe espacio suficiente para que la calle albergue árboles según el ancho de acera y la tipología del viario.

Se reconocen tres tipos de plantaciones diferentes:

1. Plantaciones en acera.
2. Plantaciones en la banda de aparcamiento.
3. Plantaciones en alcorques corridos y terrizos.



#### Plantaciones en acera

A continuación, se recogen las *medidas de ancho de acera*, así como las recomendaciones de plantación de forma general, indicándose a continuación las excepciones o advertencias a tener en cuenta en cada una de las tipologías del viario:

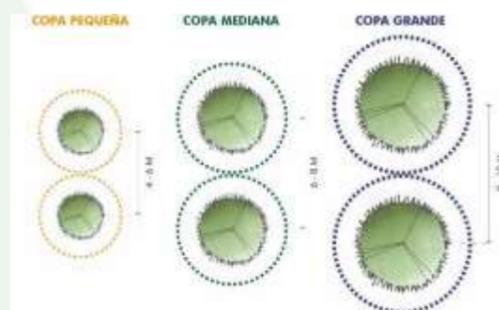
ANCHOS DE ACERA DE MENOS DE 3 METROS: **SIN ÁRBOLES**

ANCHOS DE ACERA ENTRE 3 Y 4 METROS: **ÁRBOLES DE PORTE PEQUEÑO**

ANCHOS DE ACERA ENTRE 4 Y 6 METROS: **ÁRBOLES DE PORTE MEDIO**

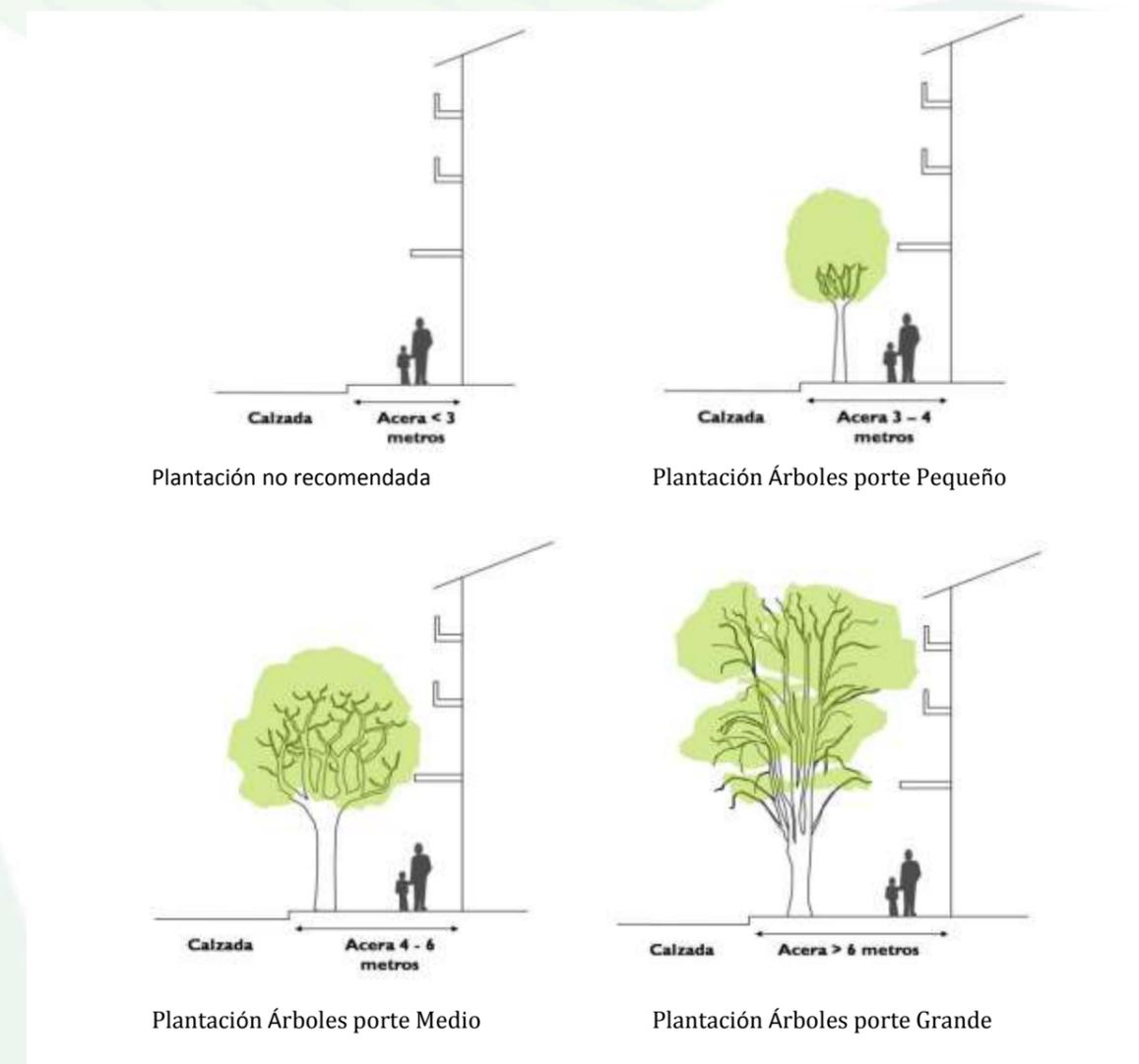
ANCHOS DE ACERA DE MÁS DE 6 METROS: **ÁRBOLES DE PORTE GRANDE**

En el *CATÁLOGO DE ESPECIES PARA EL ARBOLADO DE MADRID*, se detalla la clasificación de especies según el porte y el marco de plantación mínimo que requieren.



ESPECIE	PORTE	Marco plantación
<i>Acer campestre</i> 'Lienco'	Pequeño	4-6 m
<i>Acer x freemanii</i> 'Amstrong'	Mediano	6-8 m
<i>Alnus cordata</i>	Mediano	6-8 m
<i>Cedrus deodara</i>	Grande	8-10 m
<i>Celtis australis</i>	Mediano	6-8 m
<i>Cercis siliquastrum</i> (multitronco)	Pequeño	4-6 m
<i>Crataegus monogyna</i> 'Stricta'	Pequeño	4-6 m
<i>Cupressus sempervirens</i> 'Stricta'	Pequeño	4-6 m
<i>Ginkgo biloba</i> 'Fastigiata'	Pequeño	4-6 m
<i>Gleditsia triacanthos</i> 'Skyline'	Mediano	6-8 m
<i>Gleditsia triacanthos</i> f. <i>Inermis</i> (multitronco)	Grande	8-10 m
<i>Ligustrum japonicum</i>	Pequeño	4-6 m
<i>Melia azedarach</i>	Mediano	6-8 m
<i>Parrotia persica</i>	Pequeño	4-6 m
<i>Pinus pinea</i>	Grande	8-10 m
<i>Platanus x hybrida</i>	Grande	8-10 m
<i>Populus alba</i> 'Bolleana'	Mediano	6-8 m
<i>Prunus cerasifera</i> 'pissardii'	Pequeño	4-6 m
<i>Pyrus calleryana</i> 'Chanticleer'	Pequeño	4-6 m
<i>Pyrus calleryana</i> 'Cumbre nevada'	Pequeño	4-6 m
<i>Pyrus calleryana</i> 'Redspire'	Pequeño	4-6 m
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Mediano	6-8 m
<i>Sophora japonica</i>	Mediano	6-8 m
<i>Sophora japonica</i> 'Pyramidalis'	Mediano	6-8 m
<i>Ulmus pumila</i>	Mediano	6-8 m
<i>Zelkova serrata</i> 'Green vase'	Mediano	6-8 m

Ejemplo de especies, portes y marcos de plantación recomendados para calle verde en la ciudad de Madrid



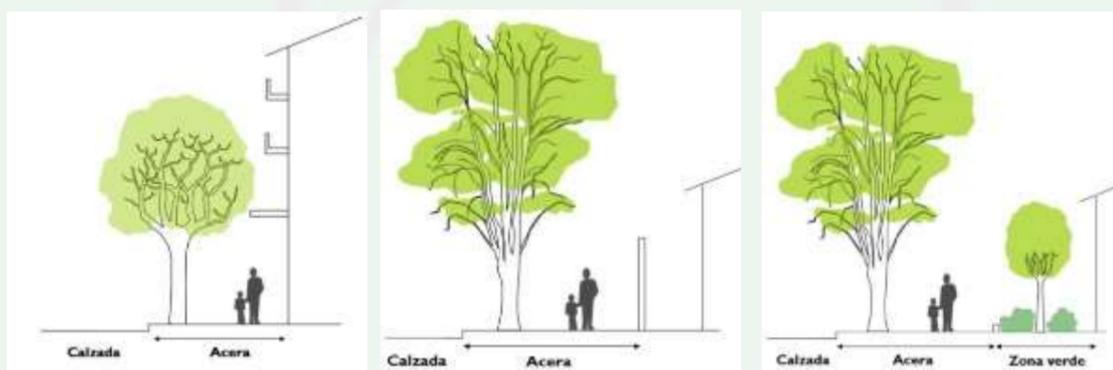
Los alcorques se deben situar lo más separado posible de las fachadas y respetando las siguientes distancias de la línea del alcorque a la calzada:

- Sin banda de aparcamiento, distancia mínima de 1,0 metro y sólo especies de porte grande.
- Con banda de aparcamiento, en línea, distancia mínima de 0,20 metros, y en batería, distancia mínima de 0,80 metros.
- En aceras de más de 5 metros, la distancia a la calzada debe ser de 1,0 metro.



Las recomendaciones para realizar plantaciones en acera según el tipo de vial son:

- Siempre alejar lo más posible la plantación de la fachada, manteniendo las distancias mínimas.
- No realizar plantaciones debajo de voladizos de edificios que vayan a impedir el desarrollo adulto de la copa.
- En caso de que exista arbolado en el jardín o parcela privada que sobrevuele la calzada, no deberá llevarse a efecto la plantación en la acera dado que no existe espacio aéreo suficiente para el crecimiento.
- Evitar el uso de especies que invadan la zona privada en su desarrollo adulto.
- Se deberán evitar igualmente las especies con frutos molestos, excesiva caída de hoja, pinchos u otros aspectos que puedan resultar un perjuicio para la zona privada.
- Tener en cuenta el desarrollo adulto de los elementos del jardín público, a fin de que no se entorpezca su crecimiento con el de la nueva plantación.
- En calles peatonales alejar lo más posible la plantación de la fachada (mínimo de 3 metros de distancia), pero manteniendo una zona de ancho suficiente en la calle como para permitir el paso de vehículos autorizados o de emergencia.



En la implantación de nuevas alineaciones arboladas o en la reposición de las ya existentes, deberán evitarse interferencias con el alumbrado público, manteniéndose una distancia adecuada entre el árbol y la unidad luminosa en función del porte arbolado.

#### Plantaciones en la banda de aparcamiento

En esta situación rigen las mismas medidas de mínimo de acera que en el apartado anterior, considerando que a la medida de la acera se suma el ancho que supone la banda de aparcamiento.

A la hora de diseñar las dimensiones de las plazas de aparcamiento se debe considerar, además de la longitud del vehículo, la inclusión de un espacio adicional suficiente para

realizar la maniobra de aparcamiento, con el fin de evitar golpes con protectores o bolardos.

Recomendaciones:

- Este tipo de plantación *debe evitarse* cuando sea posible realizar plantaciones en la acera, debido a los recurrentes problemas que ocasionan los vehículos al aparcar (heridas, descalces, inclinación). La plantación en la banda de aparcamiento *sólo es recomendable* en aquellas calles cuyo ancho de acera no permita la implantación de arbolado, pero donde exista un espacio disponible suficiente (ancho de acera y de calzada) como para permitir un desarrollo de la copa del árbol.
- Debe ir siempre acompañada de la instalación de elementos de protección del arbolado o resguardos, para evitar los golpes de vehículos.
- Deben existir buenas condiciones de drenaje, para solventar los problemas de compactación que sufre este tipo de plantación.
- Se debe evitar incluir en el diseño la instalación de contenedores dentro de la zona de proyección de copa futura, para impedir que las cargas y descargas de los camiones recogedores ocasionen daños a los árboles

#### Plantaciones alcorques corridos

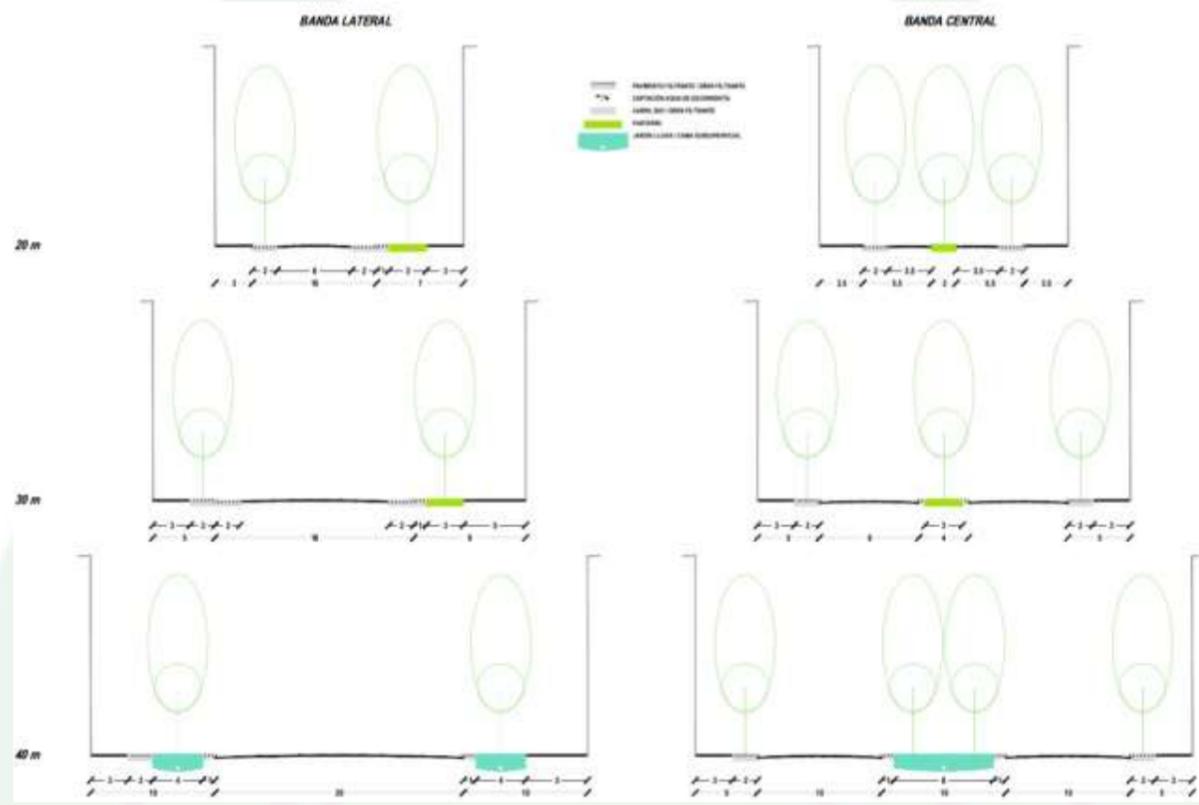
En esta situación se necesita una sección mínima de acera de 3,5 metros, para que la distancia desde la plantación en el alcorque corrido hasta la fachada sea como mínimo de 3 metros.

No se deben instalar alcorques corridos con arbustos cerca de cruces o curvas con baja visibilidad.

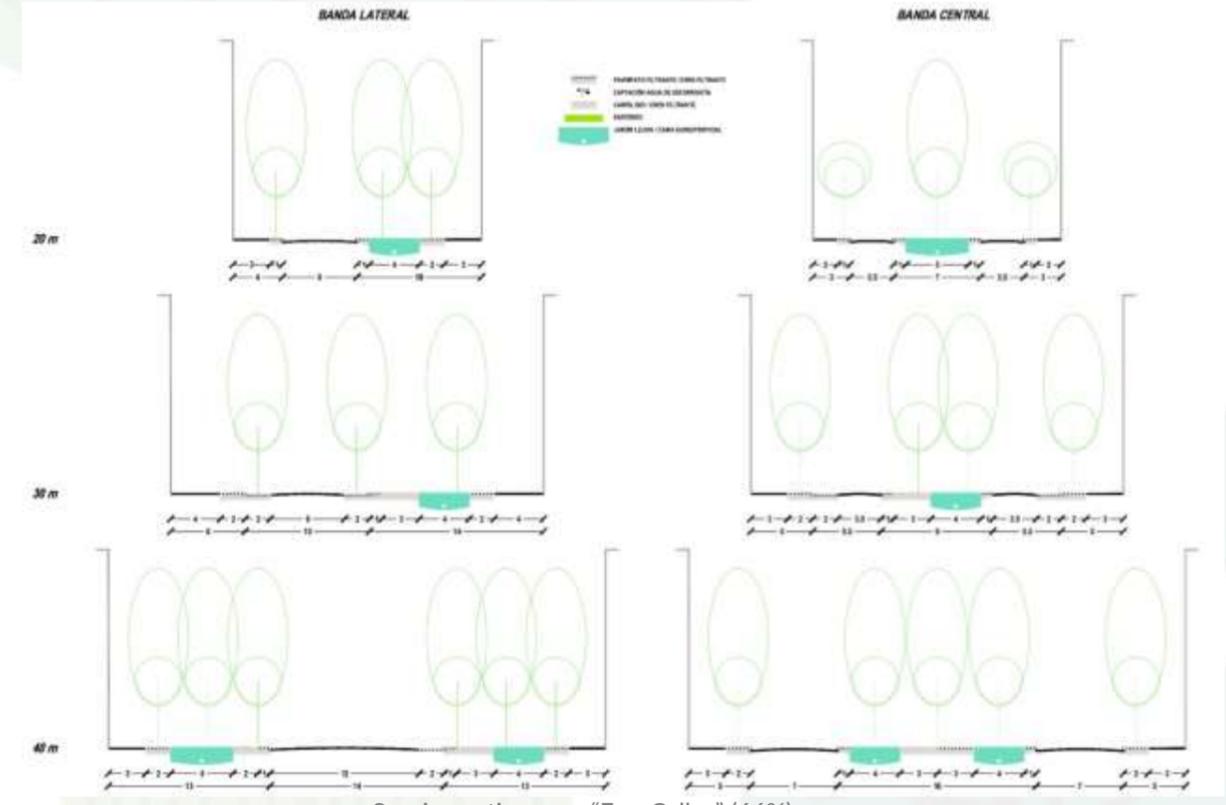
#### Disposiciones arboladas para las Calles Verdes

En estas calles verdes primará el uso de las especies de mayor porte y se evitará la plantación de especies de pequeño porte que tendrán un mayor uso en aquellas calles con limitaciones de espacio donde las aceras presenten una anchura entre 3 y 4 metros.

Existen numerosas disposiciones de arbolado para las calles verdes que dependerán, sobre todo, de la distancia entre edificios, las infraestructuras subterráneas, los servicios, etc. Se muestran algunas posibles secciones.



Secciones tipo para "Calles Verdes Principales" (50%)



Secciones tipo para "Eco-Calles" (66%)

### 5.3.4 Alcorques

El alcorque en el entorno urbano es un elemento fundamental para el adecuado desarrollo futuro del árbol, y será su espacio vital en los primeros años donde el agua y el aire son esenciales.

Es importante que el alcorque no suponga un riesgo para el peatón ni una interferencia con el tráfico, por lo que se deberá evitar su colocación en accesos a locales públicos, a viviendas, así como respetar los pasos de vehículos.

En aceras pavimentadas, se realizarán alcorques con bordillos que no sobresalgan del nivel del pavimento, para permitir la circulación del agua de lluvia dentro del alcorque así como para evitar obstáculos que impidan la movilidad. Durante la ejecución del alcorque se evitará dejar restos de hormigón o material de obra en el fondo y laterales del alcorque.

En los casos en los que el propio alcorque o el suelo bajo él estén ocupados por soleras, zapatas, material de obras, etc., se debe proceder a la eliminación de éstos dejando un hoyo interior limpio de 1 x 1 x 1 m, que se rellenará con tierra vegetal de buena calidad. En caso de alcorques corridos el volumen de tierra a sustituir será de 1,5 x 1,5 x 1,0 m de profundidad.

Si durante la ejecución del alcorque se localizan infraestructuras fijas o elementos difícilmente movibles, tales como tuberías, planchas de hormigón, zapatas, etc., de forma que no se alcance un volumen adecuado para el desarrollo radicular necesario, se deberá proceder a su clausura.

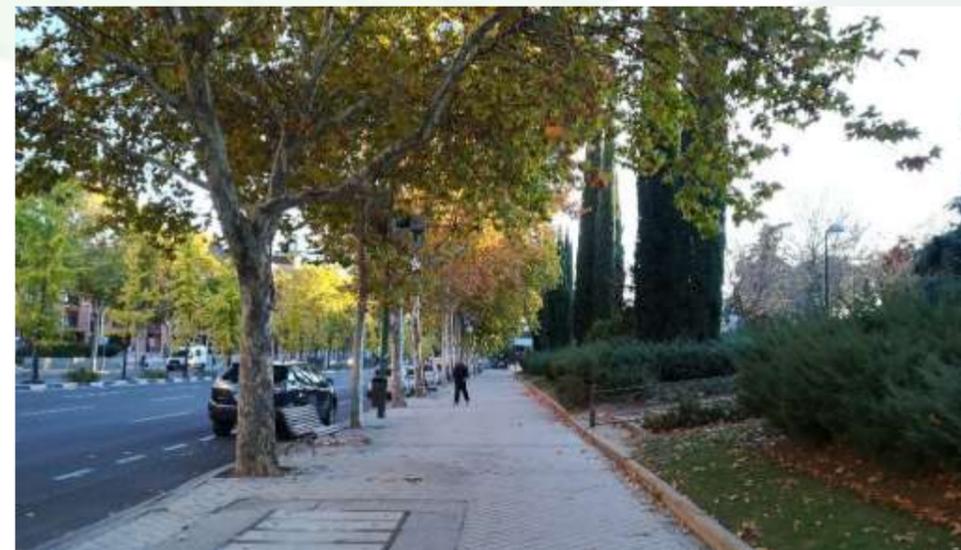
A continuación se describen los distintos tipos de alcorques a emplear en viario, sus dimensiones y las recomendaciones en cuanto a la instalación del sistema de riego así como las sugerencias en cuanto a cubiertas.

#### Alcorques individuales

Las medidas mínimas de un alcorque de tipo individual cuadrado deben ser de 1 metro x 1 metro, aunque se recomiendan alcorques rectangulares con banda longitudinal paralela al bordillo de 1,8 x 1 m. La profundidad del alcorque debe ser al menos de 1 metro. En otros diseños se deben mantener como mínimo 0,5 metros de distancia al tronco y respetando el metro de profundidad. No obstante se intentará que las dimensiones del alcorque sean mayores que las mínimas aquí definidas.

El alcorque individual de nueva creación o reforma de los existentes, siempre que sea posible, debe proyectarse de 1,5 x 1,5 metros, dejando 1.80 metros libres en las aceras en cumplimiento de la legislación vigente de accesibilidad, siendo la distancia mínima a la calzada de:

- 90 cm. cuando exista aparcamiento en línea o batería
- 70 cm si no hay aparcamiento en línea



Ejemplo calle arbolada con alcorque individual

#### Alcorques individuales en plantaciones en banda de aparcamiento

Los alcorques individuales situados en banda de aparcamiento deben de cumplir igualmente con las dimensiones mínimas de 1 metro x 1 metro. La profundidad del alcorque debe ser al menos de 1 metro. A la superficie mínima de un metro cuadrado se debe añadir un bordillo de 30 cm de ancho por cada lado y el alcorque debe elevarse a la altura de la acera, para evitar que los vehículos lo invadan. No obstante se intentará que las dimensiones del alcorque sean mayores que las mínimas aquí definidas.



Ejemplo de alcorque individual en banda de aparcamiento



### Alcorques corridos y terrizos

Los alcorques corridos deben tener un ancho máximo de 2,5 metros. Se consideran terrizos los alcorques corridos con más de 2,5 metros de ancho.

En el diseño de alcorques corridos y terrizos se deben tener en cuenta los accesos a calzadas, comercios, paradas de transporte público, etc., de forma que el marco del alcorque permita el paso.

Es aconsejable ajardinar los terrizos, para evitar que éstos se conviertan en zonas de acumulación de basuras o áreas de esparcimiento canino.



Ejemplo de alcorque corrido

### Elementos de cubrición de alcorques

El alcorque puede suponer en ocasiones una barrera arquitectónica para el peatón, por esta razón, con el uso de elementos de cubrición se nivela el terreno prolongando el desarrollo de la acera.

Los sistemas de recubrimiento solo se recomiendan en aquellas calles con problemática de paso de peatones. En nuevas calles, con correctos diseños que solventen las barreras arquitectónicas, se debe evitar el uso de elementos de cubrición a favor de mantener el alcorque libre y aireado.

De utilizarse algún tipo de sistema de recubrimiento de alcorques estos deberán cumplir una serie de requisitos mínimos, que son:

- Permitir el libre intercambio de gases y agua entre el suelo y el aire, evitando impermeabilizaciones y compactaciones.

- Permitir el crecimiento del tronco sin causar impedimento ni heridas de ningún tipo, pero manteniendo el cubre-alcorque su forma y su diseño, sin deformarse ni romperse.
- El cubre-alcorque debe poder levantarse de forma sencilla para facilitar las labores de limpieza.

Se debe mantener el mismo modelo de sistema cubre-alcorque durante todo el trazado de la plantación. Si se opta por un sistema de recubrimiento de tipo rejillas, y de utilizarse un modelo nuevo, se deberá contar con un remanente que puede utilizarse para la sustitución en caso de sustracción, roturas, etc.

El uso de pavimentos drenantes que cubren la totalidad del alcorque no permiten una penetración rápida del agua ni una buena aireación del suelo, por lo que su uso debe ser restringido a casos muy especiales. Con el paso del tiempo los espacios entre áridos se colmatan fácilmente, por lo que su instalación deberá llevar aparejado el mantenimiento que evite estas situaciones de falta de drenaje.

### Entorno de los alcorques

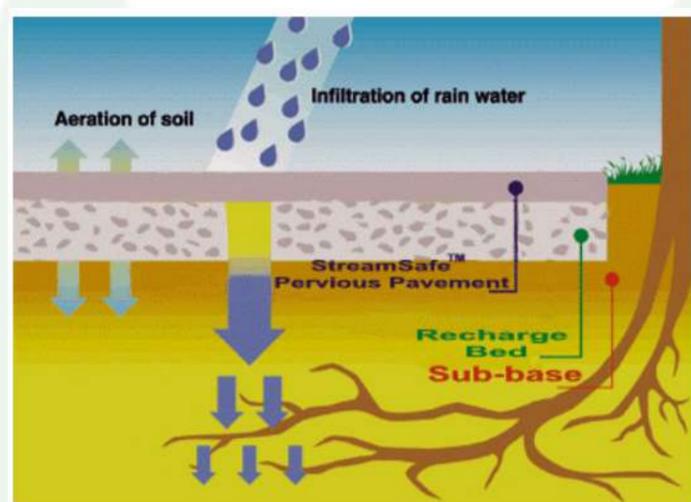
Con objeto de mejorar la infiltración en el terreno y favorecer el desarrollo de raíces en el arbolado viario, se propone el uso de pavimentos permeables en el entorno de los alcorques no dentro del mismo, tanto en aceras como en las bandas de aparcamiento. Este tipo de diseño se considera el ideal para el arbolado viario donde las raíces tendrán espacio suficiente para su desarrollo, con una aireación adecuada y un drenaje necesario, que evitará además el levantamiento del pavimento duro.



SCOTT TARR

Ejemplo de vial con pavimento drenante en el entorno del alcorque





Esquema de un sistema de pavimento permeable

Asimismo, se propone el uso de suelo estructural bajo el pavimento ya que proporciona una buena aireación y un buen desarrollo del sistema radicular.

Todo alcorque debe disponer de un adecuado drenaje para asegurar un buen desarrollo de la planta.

Por último, destacar que un alcorque sin árbol se convierte en un elemento de riesgo para el peatón, por lo que en caso de que una vez estudiada la viabilidad de su plantación y esta no sea favorable, se deberá proceder a su clausura inmediata para evitar posibles riesgos a la ciudadanía. Se ha elaborado un protocolo para la “Gestión de los alcorques” que se incluye en el Anexo 9



# EL ÁRBOL Y SU CONSERVACIÓN





## 6 EL ÁRBOL Y SU CONSERVACIÓN

Los objetivos del Plan Director del árbol en las calles de cara a su conservación son:

- Mantenimiento y mejora del arbolado identificado como *adecuado* en el Análisis y Diagnóstico del Plan.
- Renovación del arbolado no adecuado, siempre que exista una solución a esa inadecuación, y
- Eliminación de las posiciones arboladas que no admiten el desarrollo de árboles en condiciones adecuadas.
- Incremento de la cobertura arbórea en las calles, a través de la plantación de nuevos ejemplares en las ubicaciones correctas y a través del aumento de la superficie de las copas.
- La reducción de los costes de mantenimiento, trabajando por establecer una población más sostenible, con menores requerimientos e intervenciones.
- Aumento de la biodiversidad de la población de árboles de viario, mediante la reducción del porcentaje de las especies predominantes, el aumento de las minoritarias y la introducción de especies nuevas.
- Mejora del paisaje y generación de una identidad arbolada de las calles.
- Conseguir un arbolado de viario funcional y seguro.
- Mejorar la conciencia ciudadana sobre la gestión y conservación del arbolado de viario

### 6.1 Principios básicos en la conservación del arbolado

#### 6.1.1 La conservación como una parte más en la gestión del arbolado.

Se entiende por conservación el conjunto de todas las labores necesarias para mantener el árbol en las mejores condiciones posibles. Incluye la definición y organización de qué, cómo, dónde y cuándo hay que hacer cada labor en cada árbol de la ciudad y el seguimiento individualizado de su evolución a lo largo del tiempo.

El árbol ideal para cualquier entorno sería aquel que estuviese perfectamente adaptado a las condiciones del medio en el que se desarrolla y por tanto no requiriese prácticamente ninguna intervención por parte del ser humano. Sin embargo, dadas las peculiares características de la ciudad de Madrid, así como sus condiciones extremas, el arbolado viario siempre va a presentar algún tipo de requerimiento e intervención de mantenimiento, lo cual nos lleva a plantear un modelo de gestión que logre optimizar este tipo de intervenciones al mínimo posible.

*La correcta conservación del arbolado, es una de las acciones que más trabajo conlleva en la gestión de árboles y arboledas.*

Tanto los diseños de las plantaciones como las antiguas prácticas realizadas sobre gran parte del arbolado han dado como resultado la existencia de árboles desestructurados de difícil reorganización estructural, con graves daños mecánicos irreparables y su consecuente riesgo o plantaciones inadecuadas y mal adaptadas a su espacio de imposible recolocación, es decir, gran parte de los árboles han sido sometidos a una sucesión de prácticas que hacen prácticamente insostenible un mantenimiento razonado y óptimo. Estos son los “árboles heredados” que precisarán un tipo de gestión diferente al árbol bien plantado y adaptado a su entorno más inmediato, con una mayor frecuencia de inspecciones y de intervenciones.

Por tanto, el objetivo a conseguir no es solo el de crear espacios urbanos armónicos en los que el arbolado sea una pieza más del conjunto, sino gestionarlos de forma que tengan una continuidad en el futuro e imbricarlos en la historia, contexto y estrategia urbana de la ciudad. La gestión del arbolado debe basarse en la obtención de los objetivos, ya que el éxito en la implantación de una arboleda funcional dependerá no sólo de un buen diseño de la misma, sino de su buen mantenimiento a lo largo de toda la vida del árbol, pero particularmente en los primeros años de implantación hasta que este se encuentre relativamente consolidado.

#### 6.1.2 Bases del mantenimiento sostenible y estándares de calidad en el arbolado viario.

##### Bases del mantenimiento sostenible

El objetivo de una gestión del arbolado sostenible es conseguir un adecuado arbolamiento de la ciudad, lo cual supone que los árboles aporten la adecuada potencialidad de beneficios en el menor tiempo posible y con el mínimo de molestias, problemas, conflictos y costes.

Para lograr esta gestión sostenible y una buena funcionalidad del arbolado, deben seguirse una serie de criterios generales que van a determinar las pautas en la conservación:

- Identificación del objetivo del arbolado en cada entorno concreto
- Correcta elección de posiciones de plantación, atendiendo al entorno (proximidad de edificaciones, interferencias, sombreado originado por el entorno, orientación, dirección e intensidad de los vientos, etc.)
- Correcta elección de especie, teniendo en cuenta las características de cada una de ellas, ventajas e inconvenientes según los objetivos buscados, el tamaño del árbol en su estado adulto, etc.
- Máxima calidad de planta, para asegurar su implantación en un entorno hostil como es el viario



- Correcta ejecución de los trabajos de plantación, evitando acciones como la plantación profunda y realizando correctamente los riegos postplantación y la colocación de protectores en el arbolado.
- Adecuados cuidados postplantación y mantenimiento, realizando las actuaciones necesarias en tiempo y forma (como podas de formación). De esta manera se realiza un mantenimiento más sostenible, y ahorra grandes costes a largo plazo
- Identificación del final del ciclo del árbol.

Además, los árboles para un adecuado desarrollo necesitan la presencia de aire, agua y nutrientes en el suelo, por ello, se debe tener en cuenta que:

- Cuanto más suelo disponible para el desarrollo de raíces, mejor desarrollo para el árbol
- La planificación de la integración de servicios públicos favorece el futuro desarrollo del arbolado
- A mayor superficie no pavimentada en el entorno del árbol, favorece el desarrollo de un árbol más saludable.
- Un diseño adecuado disminuye los gastos de mantenimiento

De cara a planificar una gestión del arbolado sostenible, se espera que las dimensiones del arbolado sean obtenidas de forma natural, y no mediante la realización de continuas podas en arbolado de gran porte, que encarezcan el mantenimiento.

### Estándares de calidad en el arbolado viario

Para que el arbolado pueda dar cumplimiento en la mayor medida de lo posible a todas sus características de funcionalidad, se deben establecer una serie de estándares de calidad que aseguren un arbolado eficaz, sano, seguro y bello.

Aún con la certeza de que el árbol ideal no existe, la tendencia será la de lograr acercarse en la medida de lo posible a esta idea, y la de poder adecuar al máximo el árbol al emplazamiento donde se vaya a destinar.

Esta descripción nos acercaría al concepto de Árbol adecuado, que sería aquel árbol que mejor encaja en un determinado espacio, y, por tanto, su potencial va a ser el mayor esperable para esa área, a costa del menor mantenimiento (respecto al que cabría esperar con un árbol que no fuese adecuado). Esta idea debe tener en cuenta el árbol durante todo su ciclo de vida, es decir, se atenderá a todas las características que va a presentar este árbol, no solo durante sus etapas juveniles, sino durante toda su vida y especialmente en las etapas de mayor desarrollo. Así bien, debemos conocer el tamaño que ocupará este árbol en su etapa adulta con el fin de evitar futuros problemas de espacio, su capacidad de desarrollo en el clima en el que se va a encontrar.

Sin embargo, para lograr este objetivo sería necesario realizar un replanteamiento completo de todo el arbolado de la ciudad, así como esperar un periodo de tiempo relativamente largo hasta que se alcanzase este modelo de arbolado idóneo, siendo ambos conceptos inasumibles.

Por ello, de partida tenemos que contar con los árboles ya existentes, Árbol heredado, en los que en muchos casos observaremos numerosos defectos, resultado de acciones pasadas en las que la planificación no fue la óptima.

Teniendo en cuenta los criterios generales comentados al inicio de este capítulo, se pretende conseguir unos estándares de buena calidad del arbolado, de modo que los árboles de la ciudad de Madrid reúnan las siguientes características:

- Estructurados: Los árboles deben mantener su estructura en un 75%, para lo cual es importante que se haya realizado una adecuada poda de formación que permita una intervención mínima en el futuro, de modo que el árbol desarrolle una estructura acorde a su especie y porte.

En el caso de árboles que ya heredan una mala o inexistente poda de formación, o bien han sufrido podas drásticas por la falta de espacio, interferencias, etc., deberá valorarse la funcionalidad y seguridad de su estructura, así como los costes que conlleva su mantenimiento. En algunos de estos casos la mejor opción será la renovación, apostando por reponer con arbolado de mayor funcionalidad y seguridad.

- El tamaño del arbolado de ser acorde a su edad de desarrollo. Debido a una mala planificación de las plantaciones en cuanto a la especie y espacio disponible, hay árboles que sufren una falta de espacio que no les permite desarrollar unas dimensiones acordes a su edad relativa, como es el caso de árboles dominados.

Las restricciones en el espacio para el desarrollo de estos árboles, origina un prematuro envejecimiento, así como su desvitalización y estructuras deficientes, presentando una escasa viabilidad futura.

La eliminación de este tipo de arbolado va a favorecer al resto de árboles ubicados en su entorno, que dispondrán de mayor espacio para su correcto desarrollo, y una gestión más eficaz de los recursos materiales y económicos necesarios para el mantenimiento del conjunto del arbolado.

- Relación entre altura y perímetro adecuada (coeficiente de esbeltez). La competencia entre el arbolado debido a la escasez de espacio, ya sea por marcos de plantación pequeños o una selección de especies inadecuada, hace que los árboles desarrollen unos crecimientos longitudinales relativamente mucho mayores que en grosor, lo que crea unas estructuras espigadas o ahiladas, que hace a los árboles sean menos seguros y menos vigorosos. Son estructuras difícilmente corregibles, y en caso de riesgo la





ejecución de rebajes puede tener un fuerte impacto en la fisiología del árbol, por lo que la mejor opción en muchos casos será el apeo.

La renovación del arbolado debe tender a evitar la formación de este tipo de estructuras, para lo cual debe evitarse la plantación de especies de dimensiones grandes o medianas en zonas con escaso espacio para su desarrollo,

- Vitalidad alta: Los árboles de las calles de Madrid deben presentar una vitalidad alta, que les permita hacer frente a la mayoría de las agresiones que se le presenten.

Un ejemplar con la vitalidad disminuida o nula no podrá responder con la misma efectividad ante avance de pudriciones, plagas o enfermedades, etc. Algunos factores que provocan una vitalidad baja en el arbolado son la excesiva competencia entre los árboles, podas obligadas por la restricción del espacio o alteraciones en el entorno que generan afecciones a las raíces. La correcta planificación en las plantaciones y renovación del arbolado es esencial para que puedan mantener una alta vitalidad a lo largo del tiempo. La falta de aclimatación de algunas especies a las condiciones extremas de sequía y altas temperaturas junto con una insolación excesiva que se dan en la ciudad de Madrid hace que se encuentren en situaciones límites de vitalidad.

- La mayor parte del arbolado de viario debe tener una esperanza de vida mayor de 20 años, para que su funcionalidad sea la máxima posible, especialmente en lo que se refiere a la captación de CO<sub>2</sub> y riesgo global.

No obstante, no es conveniente que alcancen, de manera general, las edades relativas “viejo” y “decrépito” debido a que en estas fases los costes de mantenimiento pueden llegar a ser excesivos en relación a los beneficios que estos proporcionan, especialmente en arbolado viario.

Es un indicio de calidad del arbolado el conseguir un incremento de su edad útil, y a su vez no demorar demasiado la renovación de los árboles viejos o decrepitos mediante labores de conservación, para que la funcionalidad del arbolado se mantenga en todo momento máxima y los costes de mantenimiento no sean muy altos. Esta renovación debe ser continua y mantenerse activa.

Que el ratio de mortalidad sea la mínima posible para cualquier fase de desarrollo implica un esfuerzo en mejorar su vigor y vitalidad (calidad de la planta, condiciones de plantación y mantenimiento, protección del arbolado, etc.).

- Funcionalidad del arbolado. El conjunto del arbolado debe aportar más beneficios que costes, tanto a nivel de seguridad como de gestión y mantenimiento.

El arbolado presente y el arbolado del futuro deseable existen para proporcionar unas funcionalidades concretas, superando la simple idea de “árbol ornamental” y pensando en el “árbol funcional” (ensombreamiento, captación de CO<sub>2</sub>, regulador de ruido, ordenación del territorio, etc.). El

arbolado contribuye de manera muy beneficiosa a la vida de la ciudad, pero sólo si se encuentra en cantidad, calidad, extensión y distribución adecuada.

Para alcanzar este objetivo, se debe programar la renovación de aquellos árboles decrepitos que han perdido todo su valor y han dejado de ser eficaces. Lo mismo debe aplicarse a los árboles con estructuras deficientes como los árboles ahilados, y a los árboles dominados con escasa vida útil.

- Mínima intervención. La no intervención sobre el arbolado mediante podas es un indicador de buena calidad, ya que se traduce en la presencia de árboles bien estructurados, sin problemas de interferencias y competencias por espacios deficientes, y especies y dimensiones acordes con el entorno en el que se ubican. Además va a repercutir en menores costes de mantenimiento y en índices de riesgo más bajos.

Por el contrario, la necesidad de intervención sobre el arbolado indica la presencia de los problemas ya mencionados de espacio, competencia y seguridad.

- Ausencia de defectos. La ausencia de defectos en el arbolado es un indicador de alta calidad.

La presencia por ejemplo de ramas secas, suele indicar un importante grado de desvitalización del árbol, así como la presencia plagas y enfermedades, u otro tipo de defectos. Para lograr este objetivo de calidad, es esencial centrar los esfuerzos en la planificación adecuada y en las labores de mantenimiento y gestión más respetuosas, que cumplan los criterios generales de sostenibilidad mencionados al inicio de este apartado.

- Especies adecuadas y especies no adecuadas. Si en un mismo entorno se planta una especie adecuada al espacio que tiene para su desarrollo alcanzará los márgenes de calidad y los mantendrá a lo largo de su vida, pero si la especie es inadecuada al entorno en el que crece nunca conseguirá una buena calidad y a medida que pase el tiempo irá a peor.

El conjunto de todas estas características conforma un arbolado urbano de alta calidad, y es el objetivo que debe alcanzarse a través de la aplicación de este plan.

#### Condicionantes para el árbol adecuado

Dentro de los muchos defectos que puede presentar el arbolado, se señalan a continuación los más significativos y los cuales pueden tener un condicionamiento significativo a la hora de considerarlo “adecuado”:

- Tamaño inadecuado respecto al espacio disponible
- Plagas y/o enfermedades. Especialmente aquellas que puedan afectar a las personas (ej: pulgón sobre zonas de aparcamiento; entrada de galeruca a través de puertas y ventanas, etc.).



- Especie con problemas de desarrollo/aclimatación/adaptación. Especies que nunca van a poder cumplir requisitos de funcionalidad debido a su desarrollo deficiente.
- Defectos estructurales significativos, los cuales están directamente relacionados con el riesgo. Habría que valorar cuales son asumibles y cuáles no.
- Especies con potencial de riesgo.
- Vitalidad. En el caso de árboles maduros y senescentes, los cuales requieren un mantenimiento más específico, se debe valorar cuando dejan de ser adecuados.
- Necesidades de mantenimiento elevado.
- Otros problemas como generación de alergias, pinchos, frutos que causan molestias.

Todos estos parámetros sirven para hacer un cómputo de las mayores disfuncionalidades que presenta el arbolado actual de la ciudad y permite valorar cuando puede ser justificable la sustitución un árbol heredado en pro de uno adecuado.

## 6.2 Directrices en los procesos de conservación del arbolado

En base a los principios básicos de conservación definidos en el apartado anterior, se detalla a continuación las directrices y principales hitos a trabajar en las labores de conservación del arbolado de la ciudad de Madrid.

### 6.2.1 Proceso de plantación.

La selección de especies es el primer aspecto a tener en cuenta en el proceso de plantación.

*Una mala elección de la especie en un determinado lugar hipoteca el desarrollo del árbol para toda su vida*

El árbol es un elemento urbano vivo de larga vida y el desarrollo de una arboleda es lento y costoso, por lo que exige que en el diseño y la selección de especies cumplan con una serie de requisitos que se deben mantener durante toda la vida útil del arbolado, que serán:

- Alcanzar el máximo beneficio posible (funcionalidad)
- Con el mínimo de molestias (disfuncionalidad)
- Racionalización de la gestión (sostenibilidad)
- Mínimo coste

La elección de especies debe estar supeditada a las directrices indicadas en el modelo de arbolamiento, que define no solo las características intrínsecas de la especie, sino también la compatibilidad con el emplazamiento en función del porte, la diversidad, y otros aspectos relacionados con la funcionalidad y la disfuncionalidad del arbolado como las características morfológicas, paisajísticas o climáticas. Para facilitar la elección de la especie a plantar en cualquier espacio del entorno viario se recomienda seguir las propuestas del *Catálogo de Especies del Arbolado Viario*.

Otro criterio a tener en cuenta a la hora de seleccionar la especie es ver su disponibilidad en vivero y su precio.

Gran parte del éxito a la hora de realizar una plantación reside en la Calidad de la Planta suministrada. Esta primera valoración se realiza a partir de unas características mínimas analizadas en copa, tronco y base, y a partir del análisis se determina si la planta resulta apta o no para su plantación.

Así mismo, la edad de la planta es otro factor muy a tener en cuenta a la hora de realizar una plantación. Este parámetro normalmente se relaciona con el tamaño de la planta y es a través del cual se valora su viabilidad.





Generalmente se elegirán plantaciones con árboles de calibres entre 12 y 20 cm de perímetro (a 1,3 m de altura), con calibres medios más apropiados 16/18 cm. A partir de los 20 cm de perímetro un mayor calibre de la planta implica un mayor tamaño del cepellón que no tendrá cabida en la mayoría de los alcorques de la vía pública, por lo que no se recomienda su uso salvo en casos concretos en las calles verdes y con objetivos bien definidos. Se plantará, asimismo, siempre que sea posible planta con cepellón o en contenedor, limitándose a casos muy puntuales en calles verdes, planta a raíz desnuda.

En el “Manual de Implantación del Arbolado Viario” se detalla toda la información relacionada con la calidad del árbol en cada una de sus partes (copa, tronco y raíz) así como el proceso de inspección a llevar a cabo para la aceptación o no de la planta.



Ejemplos de una copa de mala calidad (izquierda) a la que le han realizado una fuerte poda dejándole apenas ramas secundarias y a la derecha vemos una copa completa, con ramas principales y secundarias bien desarrolladas, ejemplo de copa de buena calidad.

La plantación se realizará durante la parada invernal de la vegetación, entre noviembre y febrero. Extraordinariamente se puede aceptar la plantación de ejemplares cultivados en contenedor o en cepellón en otras épocas del año.

En todos los casos hay que evitar la plantación en días de helada o con situaciones meteorológicas desfavorables, lluvias copiosas, nevadas o vientos fuertes.

Otro de los principales factores que condicionan la vida de los árboles en el medio urbano proviene del suelo donde están plantados. Las propiedades físicas y químicas

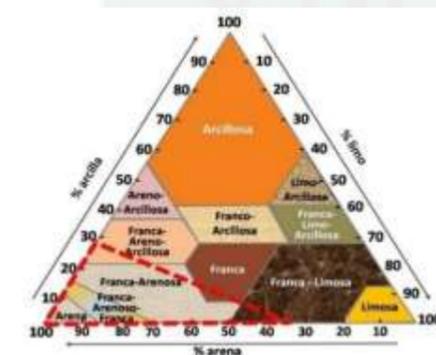
de este medio son las que determinan el crecimiento de las raíces y el balance entre el agua y el aire.

Un suelo ideal para el crecimiento de las raíces es el suelo estructural, que es el que contiene un 50% de material sólido (minerales y materia orgánica) y un 50% de espacio vacío (aire y agua), ya que, para poder desarrollarse, el sistema radicular necesita suficiente espacio subterráneo para sus funciones vitales.

Es por ello que el problema actual más significativo de los árboles urbanos es la falta de volumen de suelo útil.

Las condiciones que debe presentar la tierra para la plantación, de forma general, serán:

- Ph de 6 a 7,5.
- Contenido de carbonatos totales inferior al 10%.
- Contenido de materia orgánica mínimo 2%.
- Ausencia de semillas de malas hierbas.
- Ausencia de metales pesados y otros contaminantes.
- Granulometría:
  - ✓ Arenas entre 0,05 y 2 mm, mínimo 30-40%.
  - ✓ Elementos de roca con un máximo de 2 mm de diámetro.
  - ✓ Contenido máximo de arcillas 20-30%.



El alcorque es el elemento urbano mediante el cual se recoge agua, y se realiza el intercambio de gases y elementos nutricionales para el arbolado y debe estar en perfectas condiciones antes de la plantación del ejemplar.

Existen muchas tipologías de alcorques en la ciudad entre los que destacan los alcorques individuales, en bandas de aparcamiento y los alcorques corridos y terrizos. Su adecuación y funcionalidad queda recogida en el “Manual de Implantación del Arbolado Viario”.

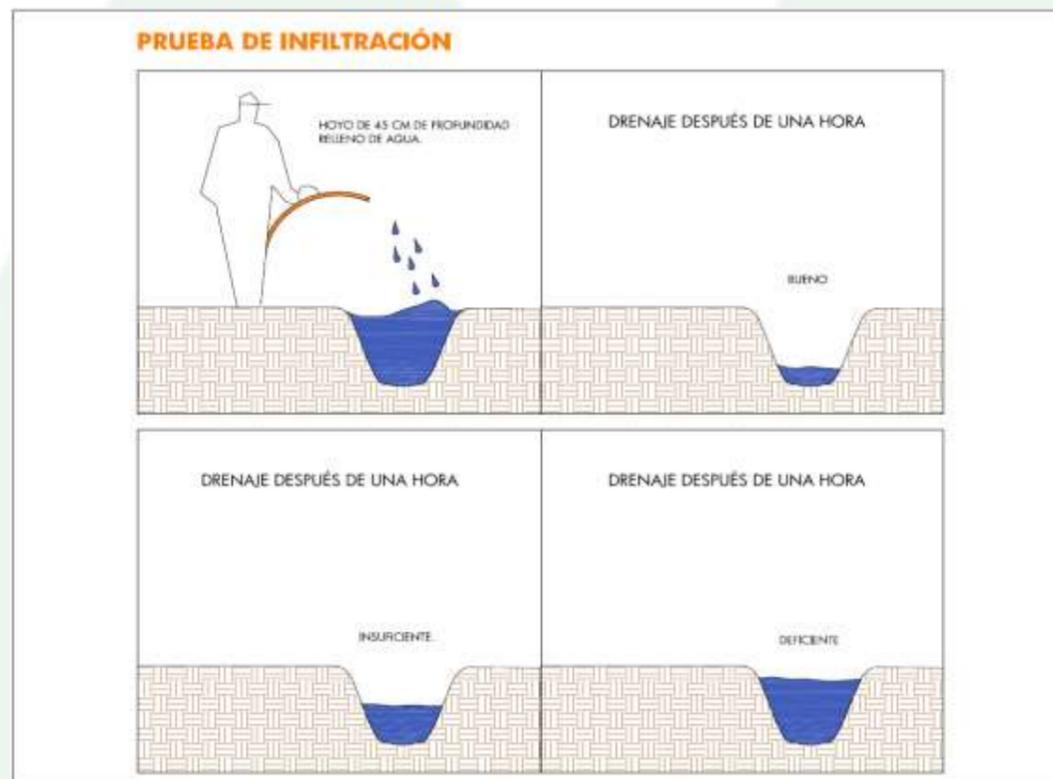
Si durante la ejecución del alcorque se localizan infraestructuras fijas o elementos difícilmente movibles, tales como tuberías, planchas de hormigón, zapatas, etc., de forma que no se alcance un volumen adecuado para el desarrollo radicular necesario, se deberá proceder a su clausura, ante la inviabilidad del desarrollo adecuado del futuro ejemplar arbolado.

*La capacidad de retención de agua del terreno es clave a la hora de asegurar el buen desarrollo de la planta.*



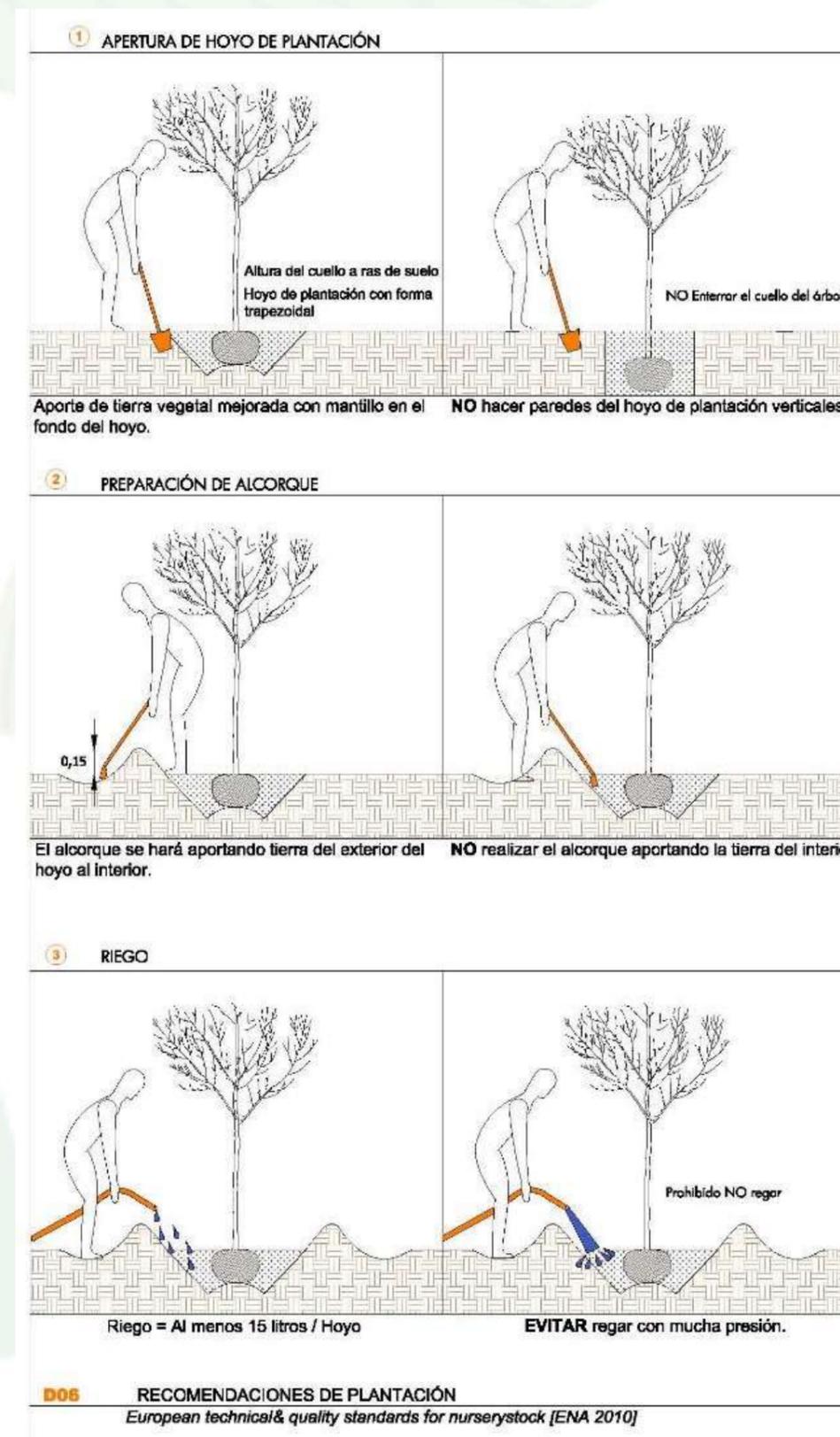
Un terreno demasiado permeable mantendrá durante muy poco tiempo un volumen de agua en sus poros, lo que ocasionará una situación de estrés hídrico. Por el contrario, un suelo poco permeable se mantendrá encharcado mucho tiempo, provocando problemas de asfixia y podredumbre radicular.

Debemos realizar un análisis previo de la capacidad de drenaje de la zona y de esta manera realizar una medida u otra para lograr el óptimo de drenaje en el terreno



La incorporación de sistemas anti raíces se realizarán de forma puntual y siempre bajo la aprobación del servicio técnico municipal.

De forma gráfica se define la secuencia de plantación, quedando perfectamente definida en el “Manual de Implantación del Arbolado Viario”





Resulta imprescindible la realización de un riego copioso y sin mucha presión tras la plantación para asentar las tierras y aportar el agua suficiente a la nueva planta.

Por último, debe colocarse alguno de los sistemas de protección que se indican a continuación:

- Entutorado. El tutor quedará en posición vertical, lo más centrado posible con el tronco y a una distancia mínima de éste de 20 cm. Se han de utilizar como mínimo 2 fijaciones, una al extremo superior del tutor y la otra a 2/3 de éste. Se usarán uno, dos o tres pies de madera tratada. Se prestará especial atención a la colocación de las ataduras para que no provoquen al árbol a lo largo de los años daños por roces y heridas, o por estrangulamiento.
- Protección anti fendas. En aquellos ejemplares de especies susceptibles de producirse fendas (ciertas especies como las del género *Acer*, *Tilia* y *Aesculus*) se han de colocar protecciones contra el sol cuando exista el riesgo de ocasionar daños en la corteza por insolación, y se realizarán en función de la orientación y exposición al sol. Las protecciones proporcionarán sombra a la zona a proteger y al mismo tiempo serán permeables. Se colocarán de forma que quede espacio para la circulación del aire entre el tronco y la protección. Las protecciones han de ser revisadas periódicamente.
- Elementos de protección de alcorques. Los bolardos o sistemas de protección similares tienen la misión de evitar la invasión del alcorque para no producir daños en el árbol o compactaciones en el terreno. En caso de que la alineación arbórea se plante en la calzada, será necesaria la instalación de este tipo de protección, así como en aparcamientos públicos o zonas donde el árbol pueda ser golpeado o derribado por los vehículos al aparcar.

En caso de considerar todas las directrices aquí indicadas el éxito y futuro de la plantación quedará comprometido.

### 6.2.2 Riego.

La presencia de agua en el entorno radicular del arbolado es uno de los principales factores que condicionan la vida y desarrollo de los ejemplares. Debido a la gran superficie cubierta de asfalto (la cual suele ser prácticamente impermeable) y a la compactación de las superficies con tierra (ya sean terrizos, zonas verdes, etc.), la presencia y distribución de agua en los perfiles inferiores del suelo es muy escasa, lo cual hace necesario el uso de riego en las plantaciones, siendo imprescindible en las primeras etapas de desarrollo.

Los tipos de riego existentes para el arbolado viario son principalmente dos, por goteo y con cubas o cisternas. Las antiguas bocas de riego están siendo clausuradas poco a poco, por lo que salvo en casos puntuales no se puede contar con ellas.

Se recomienda la implantación y utilización del riego por goteo como sistema más sostenible en la gestión del agua, siempre que sea posible, salvo tras la realización del primer riego tras la plantación, que debe ser más profundo y copioso.

El sistema de riego del arbolado viario debe realizarse de forma independiente a su entorno y por supuesto al riego de las zonas verdes.

La utilización de otros sistemas, como el riego con cisterna se realizará en aquellas alineaciones arbóreas de edad madura donde se está renovando algunas posiciones de forma puntual, y por tanto carecen de riego por goteo y no es viable su instalación. Asimismo, en determinadas circunstancias de sequía ambiental y altas temperaturas será necesario realizar aportes de agua mediante cisterna complementarios al goteo.

El riego del arbolado en entornos urbanos debe realizarse durante las edades de recién plantado y no consolidado y sólo en los ejemplares más flojos debe procederse a la realización de riegos más copiosos, aunque lleven más de 5 años plantados, para favorecer su futuro desarrollo.

### 6.2.3 Podas.

Tal y como se ha comentado con anterioridad, gran parte de la problemática asociada al arbolado de Madrid, tiene sus causas en emplazamientos muy comprometidos en cuanto al espacio disponible para las especies de árboles existentes en las calles, o bien en estructuras heredadas, que con frecuencia arrastran defectos producidos por intervenciones antiguas, por una inadecuada formación original, o por el simple envejecimiento de los árboles.

La solución temporal o permanente de algunos de estos problemas puede llevarse a cabo por medio de la poda. Sin embargo, las operaciones de poda por sí mismas no son capaces de resolver muchos otros. En estos casos, la poda puede aportar, todo lo más, un remedio provisional hasta que llegue una solución de otro tipo.

Tras unos ciclos de podas reiterativas en árboles con estos problemas, llega inevitablemente la sustitución por otro ejemplar que, en cuanto llegue a su estado adulto, presentará los mismos problemas y la misma exigencia en operaciones de poda que lo deterioran, a menos que se hayan corregido las causas que las provocan.

La planificación de las intervenciones de poda debe realizarse conjuntamente con el resto de operaciones efectuadas sobre el arbolado, de modo que se aborde la problemática del arbolado de una manera integral.

Las intervenciones sobre la copa del árbol son, prácticamente en la totalidad de los casos, una agresión a la biología del árbol, que lo debilitan, lo hacen más vulnerable a enfermedades y roturas, y acortan su vida. Es por ello que el Ayuntamiento de Madrid apuesta por la minimización de las labores de poda y solo realizarla en los siguientes casos con los siguientes objetivos:



- Reducir el riesgo de provocar un accidente
- Equilibrar la estructura del árbol si ya se ha producido un accidente
- Evitar caídas de ramas secas o en mal estado, que podrían causar daños a personas o bienes
- Evitar contactos de ramas con edificios, estructuras, instalaciones y servicios que puedan acarrear daños a los mismos.
- Evitar que ramas bajas puedan afectar al paso de peatones, al tránsito de vehículos o a la señalización viaria.
- Formar correctamente a los árboles, reestructurar aquellos mal conformados o reequilibrar la copa de un árbol.
- Evitar en la medida de lo posible la aparición de plagas o enfermedades, suprimiendo ramas y follaje secos o afectados que no hagan sino debilitar el árbol.

Para la consecución de las minimizaciones de las podas debe trabajarse más y mejor en las etapas juveniles de desarrollo del árbol, por medio de la correcta poda de formación.

Sin embargo, hay determinados problemas que las operaciones de poda no pueden afrontar con éxito a medio plazo. Son problemas causados en su mayor parte por una inadecuada elección de especie, una ubicación incorrecta o una formación defectuosa o inapropiada de los árboles plantados. En estos casos el problema viene creado por limitaciones espaciales muy importantes y técnicamente muy difíciles de resolver por medio de poda. En estos casos la solución que puede aportar la poda es meramente temporal, corrigiendo el mismo problema de forma reiterativa, sin alcanzar nunca una solución definitiva, y creando nuevos problemas, al incidir negativamente en el estado fitosanitario y estructural de los árboles.

### Épocas de poda

La época de la poda afecta a la cantidad y distribución de las reservas en el árbol, a la tendencia al rebrote, a la compartimentación y cierre de las heridas de poda, así como a la emisión de goma o resina y a la emisión de flores o frutos. La época ideal para efectuar la poda dependerá de los objetivos buscados, ya que las reacciones del árbol serán diferentes en cada una de ellas.

Tradicionalmente se ha considerado que los rebajes de copa y otras podas drásticas que supongan la eliminación de una parte importante del área foliar del árbol deben realizarse en invierno, cuando el árbol dispone de un máximo de reservas acumuladas en la madera, motivo por lo que esta ha sido la época que generalmente se ha producido este tipo de podas (unido a la facilidad operativa en su ejecución y al menor número de otras operaciones que se tienen que realizar sobre el árbol, respecto a otras épocas)-

Las podas realizadas al principio de la primavera, en el intervalo de tiempo en el que se produce la brotación y la formación completa de la hoja, se tiende a evitar, puesto que en esta actividad el árbol invierte gran parte de sus reservas y las podas pueden producir una importante desvitalización del árbol. La senescencia de la hoja es también una época sensible al debilitamiento por medio de la poda según algunos autores, aunque no existe consenso científico en este aspecto.

No obstante, numerosos estudios han contrastado que la efectividad de las reacciones del árbol frente a heridas de poda son considerablemente mejores si se poda fuera de la parada vegetativa. Concretamente la fuerte formación de madera de callo tras la poda, la menor necrosis posible de tejidos asociada y la efectiva compartimentación de la madera frente a las heridas, son significativamente más débiles durante la parada vegetativa invernal que en otras estaciones, incrementándose la probabilidad del desarrollo de pudriciones y dificultando la encapsulación de los daños (la encapsulación es la estrategia de supervivencia de los árboles a las heridas, si un daño no puede ser encapsulado, los organismos dañinos para el árbol permanecen activos y representan, al menos, una amenaza latente para el árbol).

Con estos objetivos y para la adecuada práctica de la arboricultura, la poda debería ser practicada fuera de los periodos vegetativos, no obstante también habría que evitar los días más calurosos para minimizar la desecación de tejidos de la madera y de la corteza del árbol.

Si el objetivo de las podas es la eliminación de rebrotes de origen epicórmico (de yemas durmientes) que produzcan interferencias indeseables con personas, vehículos u otros elementos de la ciudad, su efecto será más duradero cuando se realizan durante o al final del verano. Por el contrario, si se ejecutan durante el invierno, la emisión de nuevos rebrotes en el mismo punto es muy probable. La eliminación de ramas bajas puede dar lugar al rebrote de chupones según este mismo patrón.

Otro factor que considerar para elegir la época ideal de la poda es la presencia de organismos dañinos en el ambiente y su ciclo biológico, con el fin de evitar los momentos en los que no sea tan probable la colonización de heridas por parte del agente patógeno y los minimizar los posteriores trastornos sobre el árbol en caso de desarrollarse. Por ejemplo, en viales con numerosos árboles afectados por *Inonotus hispidus*, hongo descomponedor de madera y parásito de heridas frescas sería conveniente evitar la época de mayor concentración de inóculo (en este caso esporas) para reducir la probabilidad de colonización y posterior desarrollo de nuevas pudriciones en otras partes de los árboles o en árboles sanos. Para este caso concreto sería necesario evitar la época de fructificación del hongo (finales de agosto-noviembre). y los meses inmediatamente posteriores.





#### 6.2.4 Actuaciones en el entorno del arbolado.

La finalidad de estas actuaciones es mantener durante todo el año los alcorques y entorno del arbolado limpio y conseguir una buena estructura del suelo, aliviando así la compactación superficial y aportando, si fuera necesario los elementos precisos para la correcta nutrición de las plantas o para la corrección de cualquier carencia.

Estas labores se realizarán sobre los árboles en alcorque individual y en alcorque corrido con o sin arbustos. Si resultase necesario se realizará también sobre el arbolado ubicado en los espacios libres.

Todas las labores que se ejecuten de forma manual o automática, sean entrecavados para mejorar la estructura y aireación del suelo o sean escardas para eliminar las malas hierbas en determinadas zonas y épocas de la ciudad, se harán con el máximo cuidado para *no dañar las bases de los árboles* y arbustos asociados ni sus sistemas radiculares.

Los entrecavados y las escardas se pueden considerar como labores del mantenimiento ordinario, más relacionadas con el suelo del alcorque y sus condiciones que con el árbol y sus características. Aunque son operaciones de trabajo en el sustrato, y suelen tratarse conjuntamente en la gestión, en realidad son operaciones con objetivos y mecánicas diferentes tal y como se detalla a continuación.

Con objeto de trabajar por la mejora de la biodiversidad en la ciudad se va a estudiar los espacios del entorno viario donde resulte viable y positivo el desarrollo de vegetación adventicia.

##### Entrecavado

El objetivo de esta labor es mejorar la estructura del suelo donde se asienta el árbol, mejorando el drenaje, la aireación y disminuyendo la compactación. Esta labor consiste en una remoción de la costra superficial del suelo con una profundidad de 15 cm, facilitando el intercambio de gases entre el binomio suelo-aire y la incorporación del agua de lluvia y riego al suelo.

Se debe realizar con el suelo en buenas condiciones de humedad, aunque no encharcado, para no destruir su estructura, por ello los trabajos de entrecavado deben realizarse preferentemente en primavera y otoño (siempre fuera de los períodos de helada segura). La frecuencia mínima de partida será de dos veces al año, un primer entrecavado en primavera y un segundo en otoño.

También debe tenerse en cuenta que esta operación “orea” el terreno (hace que se pierda la humedad edáfica) y facilita la instalación de semillas de vegetación adventicia, por lo que el entrecavado de primavera comenzará en cuanto termine el período de

helada segura (finales de febrero) y se terminará lo antes posible (antes que maduren las semillas de las especies que generan mayores problemas) para evitar pérdidas de humedad y la proliferación de malas hierbas.

##### Escarda

El objetivo de la escarda es la eliminación de la vegetación adventicia que pueda aparecer en el alcorque o bien alrededor del árbol. Los trabajos se realizarán principalmente de forma física (manual y mecánica), en función del tipo de superficie sobre el que se realice.

La eliminación de malas hierbas es una tarea, que si debe realizarse por motivos de seguridad o limpieza e higiene, requiere un trabajo constante, por ello su frecuencia debe ser la necesaria para que no existan, sabiendo que será mayor su proliferación en primavera. La frecuencia de las escardas, por lo tanto, será continua desde el periodo de crecimiento de malas hierbas, es decir, de abril a octubre, ambos incluidos en los alcorques de la ciudad que se estime necesario. El resto del año variará según las condiciones climáticas, el mayor o menor crecimiento que presenten las malas hierbas y la necesidad o no de mantener vegetación adventicia para proteger la fauna asociada.

##### Abonado - Enmienda

La enmienda y/o abonado consiste en el aporte al suelo de forma periódica, de fondo o de superficie, de materias minerales y orgánicas que restituyan su fertilidad y que aporten los elementos necesarios para la correcta nutrición de las plantas o para la corrección de cualquier carencia.

El arbolado adulto que presenta un correcto desarrollo no suele requerir de un abonado realizado de forma sistemática, pero en el caso de los árboles urbanos, y especialmente aquellos de viario plantados en alcorque, que suelen crecer en suelos de características pobres y que por lo tanto no disponen de los elementos minerales necesarios, pueden aparecer carencias nutricionales que pueden solventarse mediante el aporte de abonos y enmiendas.

Todos los productos a utilizar en las labores de enmiendas y abonados deben ser productos de calidad debidamente certificados y de producción y acción respetuosa con el ambiente.

En estas labores se incluye la aportación de enmiendas, abonos orgánicos y abonos minerales.



### Enmiendas

Se podrán aplicar dos tipos de enmiendas: *de arena* para eliminar la compactación del suelo del alcorque o superficie que albergue el árbol y mejorar la condición física del suelo (se desechan aquellas arenas procedentes de machaqueo), y *caliza*, para corregir la acidez, sustituyendo los cationes de hidrógeno por cationes de calcio. Las enmiendas húmicas se realizarán con los mismos materiales reseñados entre los abonos orgánicos.

### Abonos orgánicos

Incluyen todas aquellas sustancias orgánicas de cuya descomposición, causada por los microorganismos del suelo, resulta un aporte de humus y una mejora en la textura y estructura del suelo. Se utilizarán compuestos de elaboración industrial preferiblemente. Se propone incorporar estos abonos mediante el aporte de tierra vegetal mejorada en las nuevas plantaciones y reposiciones y mediante el empleo de productos elaborados industrialmente.

### Abonos minerales

Se definen como abonados minerales o inorgánicos, los productos que proporcionan, bien por el suelo o por las hojas uno o más elementos fertilizantes. El tipo de producto y la necesidad de aplicación, estarán siempre supeditados a la aprobación de los técnicos municipales competentes y se ajustarán siempre a la legislación vigente. Previo al uso de abonos de este tipo, se realizarán análisis de tierra o foliares que determinen cual es la necesidad exacta del árbol.

En situaciones de carencias nutricionales en arbolado joven o ya consolidado se procederá a la aplicación foliar de fertilizantes, siendo los más habituales los quelatos de hierro para corregir deficiencias de este elemento. Los fertilizantes foliares son de rápida absorción y se incorporan inmediatamente al metabolismo de la planta, ofreciendo unos resultados rápidos y efectivos.

### Acolchados/Rejillas/Pavimentos

Los alcorques en el arbolado viario son el único punto de entrada de agua y aire en el suelo. Por ello se debe evitar su compactación y favorecer su aireación bien mediante las acciones de entrecavado o escarda como se ha explicado con anterioridad o bien mediante el uso de acolchados, la colocación de rejillas o el uso de pavimentos drenantes.

Los objetivos principales que se pretenden con la colocación de acolchados son:

- Optimización del uso del agua
- Control de malas hierbas
- Protección de la capa superficial de raíces y suelo

Además, otras características deseables que aportan su utilización son la mejora de las características del suelo y de los aspectos estéticos, así como el control de la erosión entre otros.

Se recomienda la utilización de acolchados constituidos por corteza de pino triturada, restos de poda triturada o elementos similares.

Por otro lado, en zonas con gran afluencia de peatones, donde se procede a la colocación de rejillas para facilitar el tránsito por la acera, se debe permitir la permeabilidad para que el agua pueda entrar en el alcorque y evitar la acumulación de suciedad.

La colocación de rejillas implica una revisión bianual de las mismas, con objeto de controlar que no están provocando daños en el arbolado y deben ser fáciles de limpiar y de retirar.

Por último, mediante el uso de pavimentos drenantes se cubre la totalidad del alcorque con resinas y otros materiales, por lo que garantizan la accesibilidad, precisan menos tareas de mantenimiento, evitan las malas hierbas y las limpiezas periódicas, pero no permiten una penetración rápida del agua ni una buena aireación del suelo, por lo que su uso debe ser restringido a casos muy especiales.

### 6.2.5 Control Integrado de Plagas y enfermedades.

En 1991, la CEE define el manejo integrado de plagas como la aplicación racional de una combinación de medidas biológicas, biotecnológicas, químicas, de cultivo o de selección de vegetales de modo que la utilización de productos fitosanitarios químicos se limite al mínimo necesario para mantener la población de la plaga en niveles inferiores a los que producirían daños o pérdidas inaceptables desde un punto de vista económico.

En el control integrado de plagas se debe tener en cuenta los siguientes condicionantes para cada tipo de plaga:

- La existencia de métodos de control
- La existencia de productos autorizados
- El interés real del árbol/arboleda o jardín a tratar
  - Histórico
  - Emblemático
  - Uso público, privado...

Es muy importante el trabajo de prevención, integrado tanto en la planificación de los árboles que se van a plantar, las especies y su entorno, como en las labores de gestión del arbolado. Esto va a minimizar los posibles ataques de plagas sobre el arbolado, y va a repercutir a su vez en la menor necesidad de tratamientos posteriores y en un menor coste económico de las medidas a emplear.





## La Prevención en el control integrado de plagas y enfermedades

La prevención en el control integrado de Plagas y enfermedades consta de 2 fases diferenciadas que son:

- La planificación
- La gestión

La primera fase resulta fundamental ya que, mediante una correcta planificación del entorno y los árboles, se puede prevenir numerosos problemas potenciales y un manejo fitosanitario más sencillo y eficaz.

Por ello, es imprescindible en primer lugar seleccionar especies adecuadas a la ubicación. Por clima, temperamento, suelo y disponibilidad futura de agua. La introducción de especies exóticas puede llegar a acarrear problemas (por incorporar posibles competidores, plagas exóticas que afecten a la vegetación autóctona, por el carácter invasor de la planta...)

Antes de las plantaciones se debe llevar a cabo un análisis de suelo, para averiguar las condiciones de partida. Este análisis debe realizarse no solo a nivel superficial, sino que hay que conocer los estratos más profundos, es decir, las zonas que llegaran a explorar las raíces.

De cara a las labores de gestión del arbolado, se debe hacer hincapié en los siguientes aspectos para minimizar el ataque de plagas:

- Suelo: resulta imprescindible un buen manejo del suelo. Se pueden mejorar las características físicas y químicas del suelo antes de iniciar la plantación, así como durante el establecimiento de la misma (entrecavados, aireados, enmiendas, etc.). En caso de realizar fertilizaciones, debe adaptarse a los requerimientos de cada especie según sus etapas vegetativas (floración, foliación, fructificación, etc.) y a su estado sanitario del momento.
- Agua: el aporte de agua ha de ser regular y adecuado a las necesidades del arbolado. En el caso de riegos automatizados, si no se hace una planificación adecuada de especies a priori, los riegos van a ocasionar problemas. El riego excesivo es contraproducente, principalmente el encharcamiento del terreno, la asfixia radicular, anclaje defectuoso, etc., son graves problemas que pueden provocar muerte y caída. La no facilidad de desarrollo de las raíces provoca problemas en años de sequía cuando no puede regarse. Además el agua está muy relacionada con el suelo, los caudales deben variar en función del suelo arcilloso o arenoso.

- Manejo de la vegetación: el empleo de especies o variedades adaptadas a las condiciones ambientales y de calidad contrastada, hace que sean menos proclives a sufrir problemas sanitarios.

La calidad de la planta es imprescindible, debe ser de alta calidad y correcto estado fitosanitario, si no es así se debe rechazar. Además en las plantas en las que se detecten problemas fitosanitarios, las partes afectadas eliminadas deben trasladarse inmediatamente a vertedero y a ser posible quemar. El almacenamiento de restos vegetales, puede ser foco de proliferación de agentes dañinos.

- Tratamientos preventivos: Se deben realizar según el historial sanitario de años anteriores, por lo que resulta muy interesante anotar toda la información (aparición, propagación método de combate, resultados...). Se utilizan productos de alta persistencia y que provocan daños sobre huevos, crisálidas, larvas escondidas, etc.
- Labores culturales: se realizan para mantener el medio lo más equilibrado posible, riegos, abonos enmiendas, podas, reciclado de material desechado, etc.
- Otros sistemas: como las trampas de feromonas, cuyo uso es eficaz si se realiza un control y seguimiento y debe ser evaluado con precisión.

## Tratamientos en el control de plagas y enfermedades

Una vez que el agente está provocando daños en el arbolado, hay que determinar la causa originaria del daño y su procedencia, de modo que se pueda programar las formas y épocas de actuación más adecuadas.

La problemática creada por la resistencia de las plagas a los productos agroquímicos, la concienciación de la ciudadanía por el respecto al medio ambiente y la dificultad de la aplicación de productos agresivos que tantas molestias causan a la salud pública, llevan a plantearse el control biológico de plagas en el arbolado de viario como medio de control más respetuoso con el entorno y la salud.

Las fases que deben seguirse a la hora de plantear realizar un control biológico sobre una plaga son:

1. Conocer bien la planta, su fenología y problemas sanitarios.
2. Identificar bien la plaga y momento de ataque.
3. Identificación del enemigo natural
4. Estimar la población plaga
5. Estimar la población del enemigo natural
6. Comprar correctamente los enemigos naturales
7. Supervisar correctamente la eficacia del control biológico



Hay que señalar que el establecimiento del insecto beneficioso es más complicado en árboles de alineación que en arbolado de parques debido a que el suelo está pavimentado, hay mucha contaminación por vehículos, y en general, siempre serán resultados más interesantes los obtenidos en parques y jardines donde las condiciones del ecosistema son más semejantes al estado natural.

### 6.2.6 Renovación del arbolado.

La determinación del final del ciclo de vida de un árbol en el entorno viario es uno de los aspectos más complicados y conflictivos en la gestión del arbolado, de ahí la importancia de definir y diferenciar los árboles funcionales y no funcionales en la ciudad.

Se debe aceptar que el árbol no es un ente sagrado e intocable y su mera presencia no debe paralizar la normal evolución y desarrollo de una ciudad, pero esto no quiere decir que sea un elemento que pueda ser eliminado o mutilado cada vez que interfiera con otros componentes del espacio urbano, con obras o con actividades de la ciudad.

La eliminación, sustitución, trasplante, poda o corte de raíces de arbolado merece una evaluación técnica sólida y razonada de "funcionalidad" y viabilidad del arbolado. Los Servicios Técnicos Municipales deben ser el órgano competente en aprobar estas actuaciones y en su decisión deben prevalecer los intereses globales de la comunidad frente a cualquier otro tipo de interés. En este sentido solo se eliminarán aquellos ejemplares en los que se aprecie alguno de los siguientes motivos:

- Arbolado que entrañe un riesgo grave de vuelco o caída parcial de ramas.
- Arbolado que, sin entrañar un riesgo importante, haya llegado al fin de su vida útil, o presente graves defectos estructurales que hacen inviables su continuidad y el cumplimiento de sus funciones.
- Arbolado afectado por una enfermedad infecciosa grave que hace inviable su desarrollo futuro y que puede comprometer el buen estado fitosanitario de otros árboles.
- Arbolado seco o muerto en pie.
- Arbolado que provoca interferencias que causan daños en elementos de obra civil.
- Ejemplares sobre los que se ha solicitado una actuación de poda y que, por las características de su especie, no soporta bien la poda o si el resultado de la actuación arrojará un ejemplar con la copa descompensada, que pudiera acarrear un problema de riesgo futuro.

De cara a la gestión, se debe definir la contribución de los árboles respecto a los usos del espacio en que se encuentran. Una vez fijada la función o funciones principales, se debe atender a que el resto de funciones subordinadas sean compatibles en el espacio y tiempo con éstas, para de esta manera alcanzar el objetivo de la multifuncionalidad del arbolado.

Los árboles eliminados por alguno de los motivos mencionados, serán o no repuestos siguiendo una serie de criterios de adecuación del arbolado definidos con anterioridad (especie, dimensiones en tamaño adulto, espacio disponible, marco de plantación, etc.)

### 6.2.7 Destoconado

El destoconado engloba el conjunto de labores encaminadas a la extracción del tocón o tronca residual tras el apeo de un árbol, así como de las raíces principales.

La eliminación de los tocones se llevará a cabo en la totalidad de las posiciones que hayan sido objeto de apeos (tanto en arbolado en alcorque como en calles verdes) y que vayan a ser incluidos en futuras campañas de plantaciones.

En todos los alcorques que vayan a ser clausurados, bien porque obstaculiza con edificaciones, interfiere con servicios, por estar ubicados en aceras demasiado estrechas o por encontrarse muy próximas a otras posiciones, se procederá al menos, a un rebaje del tocón y a su clausura inmediata.

Después del destoconado se renovará el sustrato en caso de que se considere necesario, cuidando en todas las ocasiones de dejar el nivel del mismo enrasado con el de la acera.

Siempre que sea posible se utilizará maquinaria que permita el destoconado de forma mecánica, como es el empleo de una barrena helicoidal que tritura y extrae los restos del tocón, respetando las zonas adyacentes al alcorque. En otros casos en los que las dimensiones del alcorque lo permitan o bien en las calles verdes se puede emplear una retroexcavadora.

### 6.2.8 Trasplante del arbolado

La tarea de trasplante de arbolado incluye todas las labores encaminadas a la extracción de un árbol del lugar donde estaba arraigado y su plantación en otro lugar diferente o traslado al destino que se indique por parte de los Servicios Técnicos Municipales.

El trasplante de un árbol debe considerarse la última opción de todas, especialmente si las dimensiones del ejemplar así lo desaconsejan. Por tanto, se realizará un estudio previo de su viabilidad. El estudio tendrá en cuenta una serie de aspectos como la especie, situación y hábitat, suelo y espacio que ocupa, servicios afectados, así como las condiciones de su lugar de destino.

Las labores de trasplante se realizarán siempre que sea posible los meses de parada vegetativa, de noviembre a febrero.





# EL ÁRBOL Y SU GESTIÓN DE RIESGO



## 7 EL ÁRBOL Y SU GESTIÓN DE RIESGO

### 7.1 ¿Qué es el riesgo?

Los árboles de las calles se encuentran situados en un entorno, muchas veces cambiante y agresivo, muy distinto del entorno original del que proceden. Se ven también sometidos a distintas presiones que perjudican su estado: zanjas que dañan sus raíces, golpes en sus troncos y ramas, problemas de asfixia radicular, compactación del terreno, competencia por el espacio, etc.

Es responsabilidad del Ayuntamiento de Madrid, que la ciudad resulte segura respecto al riesgo en el arbolado, pero ¿qué entendemos por RIESGO?, ¿cómo se puede controlar?

Se entiende por Riesgo la proximidad de un daño, es decir, que si se dan las condiciones oportunas se producirá un accidente.

Los factores que condicionan el *riesgo mecánico* de los árboles en la ciudad son la probabilidad de que ocurra un accidente y la gravedad en caso de que ocurra, por rotura o caída del árbol sobre personas o bienes que se encuentren próximos en ese momento (quedan excluidos de este plan de gestión del riesgo otros posibles riesgos que se pueden ocasionar por la presencia de arbolado en la ciudad como frutos u hojas resbaladizos, presencia de espinas, toxicidad, alergias, etc.).

La Teoría General del Riesgo pretende acotar y cuantificar el riesgo que posee un elemento determinado, de manera que un posible accidente con probabilidad baja de suceder, pero de gravedad alta si se llega a producir, tenga el mismo valor de riesgo que un accidente con probabilidad alta de suceder pero con gravedad baja de llegar a provocarse.

La presencia de árboles en la ciudad tiene un riesgo inherente asociado, es por ello que el Ayuntamiento de Madrid, debe gestionar el riesgo mediante su identificación y análisis, procediendo en los casos que resulte necesario a la realización de actuaciones que lleven a ese riesgo a niveles de tolerancia aceptables, minimizando la probabilidad y la gravedad del posible accidente que pudiera ocurrir.

*Todos los árboles de la ciudad tienen un determinado riesgo inherente. Si queremos árboles en nuestro entorno es imposible que la probabilidad de accidente sea nula.*

Es importante distinguir también las diferencias entre riesgo y estado, que si bien suelen ir acompañados, no siempre ocurre así, tal y como se presenta en las siguientes imágenes.



Izda. Ejemplar de riesgo medio (estado malo, diámetro alto, dimensiones pequeñas). Dcha. Ejemplar de riesgo mayor (estado bueno, diámetro alto, dimensiones grandes)

Atendiendo estas premisas, pasamos a definir el Plan de Gestión del Riesgo del Arbolado de las calles de la ciudad de Madrid.





## 7.2 Objetivos en la Gestión del Riesgo del Arbolado Viario de la ciudad de Madrid

La gestión del riesgo debe contemplar cuatro líneas generales de acción:

- La inspección sistematizada del arbolado
- La identificación y evaluación del “arbolado de riesgo”
- La ejecución de las labores necesarias para minimizar el riesgo detectado
- El establecimiento de parámetros para el control del riesgo

Los objetivos que se deben trabajar para poder llevarlo a cabo son:

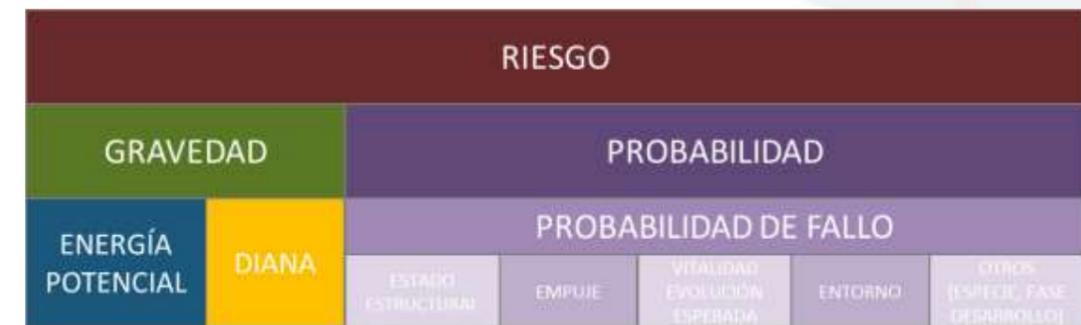
- Determinar una metodología que ordene los procedimientos de inspección y unifique los criterios de evaluación.
- Categorizar los factores implicados en la evaluación para obtener un resultado lo más objetivo posible.
- Definir el umbral de tolerancia de riesgo deseable y admisible para Madrid, valorando los beneficios del patrimonio arbóreo frente al riesgo que conlleva.
- Disponer de los protocolos necesarios que garanticen una gestión adecuada del riesgo del arbolado urbano.
- Priorizar las tareas de gestión del riesgo del arbolado. Establecer frecuencias de revisión según tipologías (especies, fases de crecimiento, defectos, tamaño, unidades gestión)
- Obtener la mayor información posible en relación al riesgo del arbolado para poder tomar las decisiones preventivas y correctoras más adecuadas. Llevar a cabo un registro sistemático de todas las observaciones (datos de inventario) y actuaciones realizadas.
- Disponer de un registro estadístico de tipología de caídas por especie, por tipo de fallo y por localización geográfica para obtener modelos de fallo y mapas de riesgo.
- Dimensionar, en cuanto a medios humanos y materiales, las necesidades para llevar a cabo el plan de riesgo para la inspección y evaluación, así como cuantificar los recursos necesarios para las consiguientes medidas de atenuación.
- Tomar las medidas oportunas de comunicación al ciudadano. Dar pautas para la forma de comunicar e informar al ciudadano sobre el riesgo existente en el arbolado y las medidas adoptadas.

La obtención y gestión de la información permitirá elaborar mapas temáticos de zonas de mayor riesgo, de mayor accidentabilidad, etc. pudiendo identificar posibles patrones de comportamiento de forma que el plan de gestión de riesgo se vaya optimizando y pueda provocar mejoras en el sistema.

## 7.3 Riesgo en el arbolado viario. Conceptos y componentes

Se entiende como árbol peligroso como aquel árbol con defectos estructurales que pueden causar el fallo del propio árbol o la caída de alguna de sus partes ocasionando algún tipo de daño personal o material.

En el siguiente esquema se detallan los principales conceptos que influyen en la definición del riesgo.



Se describen a continuación cada uno de ellos.

### 7.3.1 Riesgo

Tal y como se describe en la introducción, los principales factores que condicionan el riesgo de un árbol son la probabilidad y la gravedad de que se produzca un accidente. Por tanto, podemos decir que:

- Accidente: es el suceso no deseado y que origina un daño a personas o a bienes
- Probabilidad de accidente: posibilidad intrínseca de que ocurra un suceso no deseado
- Gravedad del accidente: es una cualidad que valora la entidad o importancia del daño provocado

El Plan De Gestión Del Riesgo, pretende entre otras acciones proceder a una categorización del riesgo, (proceso de asignación del riesgo y de los factores del riesgo en categorías basadas en la gravedad de las consecuencias), proponiendo una serie de actuaciones para mantener el ejemplar en un umbral de tolerancia de riesgo aceptable.



### Valoración del nivel de riesgo

El método que propone el Ayuntamiento de Madrid para evaluar el riesgo de un árbol se basa en las matrices elaboradas por la ISA para que de forma ordenada y sistemática se proceda a la valoración global del riesgo del árbol que es inspeccionado.

De esta manera, el técnico que realice las inspecciones y evaluaciones debe valorar los siguientes epígrafes:

- Probabilidad de fallo
- Probabilidad de impacto
- Consecuencias del fallo

En los siguientes apartados se detallan los fundamentos teóricos de cada uno de estos conceptos, así como su categorización.

La valoración global del nivel de riesgo de un árbol se calcula mediante la combinación de la probabilidad de fallo e impacto sobre una diana y la gravedad de las consecuencias asociadas.

El riesgo se categoriza en 4 niveles:

- Riesgo bajo: no requiere medidas de retención o atenuación. Puede requerir seguimiento
- Riesgo moderado: requiere medidas de atenuación, retención o seguimiento a medio plazo
- Riesgo elevado: requiere medidas de atenuación a corto plazo
- Riesgo extremo: requiere medidas urgentes de atenuación

Se muestran a continuación las matrices que facilitan la valoración final del nivel de riesgo.

- Matriz de estimación de la probabilidad combinada de caída e impacto sobre una diana determinada

PROBABILIDAD DE CAÍDA	PROBABILIDAD DE IMPACTO			
	Muy baja	Baja	Mediana	Elevada
INMINENTE	Poco probable	Algo probable	Probable	Muy probable
PROBABLE	Poco probable	Poco probable	Algo probable	Probable
POSIBLE	Poco probable	Poco probable	Poco probable	Algo probable
IMPROBABLE	Poco probable	Poco probable	Poco probable	Poco probable

- Matriz de categorización de nivel del riesgo

PROBABILIDAD DE CAÍDA E IMPACTO	CONSECUENCIAS			
	Insignificantes	Menores	Significativas	Graves
MUY PROBABLE	Bajo	Moderado	Elevado	Extremo
PROBABLE	Bajo	Moderado	Elevado	Elevado
ALGO PROBABLE	Bajo	Bajo	Moderado	Moderado
POCO PROBABLE	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo



### 7.3.2 Probabilidad de fallo

La probabilidad de fallo o probabilidad de caída mide la posibilidad de que ocurra la rotura de un árbol, bien de una parte significativa del mismo o el vuelco del ejemplar.

Por rotura se entiende la acción de romperse tanto el tronco de un árbol, a nivel del cuello de la raíz o por encima, como una rama. Por vuelco se entiende la caída de un árbol entero, es decir, con el sistema radical o parte de este incluido.

Los parámetros que se estudian y valoran en la valoración de la probabilidad de fallo, al resultar factores determinantes en que un suceso ocurra son:

- Estado estructural
- Vitalidad
- Empuje del viento
- Entorno
- Comportamiento diferenciado de especies
- Otros parámetros significativos (fases crecimiento, tipo agrupación, etc.)

Se procede a la descripción de cada uno de estos factores:





### Estado estructural

Para la valoración del estado estructural se evalúan los defectos existentes en el árbol. Se entiende por defecto estructural la existencia de una o varias características en un árbol que indica la existencia de una estructura débil o inestable que pueden contribuir a su caída. Es decir, un estado estructural deficiente incrementa la probabilidad de accidente de un árbol.

Se detallan a continuación los más significativos de cara a la valoración de riesgo.

- Defectos estructurales en copa/cruz. La inspección visual exhaustiva de la copa debe detectar los siguientes defectos estructurales:
  - Arquitectura pobre
  - Codominancias
  - Heridas
  - Cavidades
  - Pudriciones
  - Fisuras
  - Corteza incluida
  - Exudaciones
  - Presencia de cuerpos fructíferos



Detalle de ejemplar con grietas en la cruz

- Defectos estructurales en tronco. Los defectos más significativos objeto de seguimiento son:
  - Inclinación
  - Codominancia
  - Heridas
  - Cavidades
  - Pudriciones
  - Fisuras
  - Exudaciones
  - Presencia de cuerpos fructíferos
- Defectos estructurales en base. Por último se analiza la base, identificando, los siguientes defectos significativos:
  - Raíces estrangulantes/espiralizadas
  - Raíces superficiales
  - Daños en raíces
  - Engrosamiento anormal
  - Ensanchamiento basal
  - Cuello enterrado
  - Contrafuertes
  - Asfixia radical
  - Abultamiento o grietas en el terreno
  - Grietas en el cuello
  - Cavidades
  - Pudriciones

### Vitalidad. Evolución esperada

La *vitalidad* es un dato primordial a considerar en la evaluación del arbolado ya que mide la capacidad de un ejemplar para realizar sus funciones vitales. Así, un ejemplar vital es capaz de hacer frente a la mayoría de las agresiones que se le presenten, sin embargo, un ejemplar con la vitalidad disminuida o nula no podrá responder con la misma efectividad ante avance de pudriciones, plagas o enfermedades.

Para llevar a cabo una valoración cuantificada y comparable de la vitalidad del arbolado, se ha tenido en cuenta las siguientes variables: la capacidad de recubrimiento cambial o *cicatrización*, los *síntomas de regresión* que pueda presentar el ejemplar, la presencia o no de *brotos epicórmicos*, las pautas de brotación del último año y la presencia de ramas secas.



Detalle de ejemplar joven con vitalidad alta

En el caso de la regresión radicular podemos evaluar si existe o no muerte centrípeta de la copa u otros síntomas de descenso de copa. La capacidad de cicatrización, la presencia de brotes epicórmicos o brotaciones desordenadas en copa o tronco, o bien posibles elongaciones cortas o nulas de los brotes del año, también son referentes de la vitalidad y la posible regresión.

Otros campos que se valoran son de cicatrización del ejemplar arbolado y su capacidad para crear madera de Compensación – Reacción.

En el momento de la inspección se debe tener en cuenta que las actuaciones de poda realizadas sobre los árboles en los últimos años pueden ocultar este tipo de sintomatología.

La evolución esperada del ejemplar queda definida en función de la vitalidad del árbol de la entrada del árbol en fase de regresión o de otros agentes que puedan repercutir en la evolución futura del ejemplar

#### *Empuje del viento*

La acción del viento puede causar diferentes daños, desde la caída de ramillas y ramas vivas o secas hasta el vuelco del árbol. Para poder determinar la influencia del empuje

del viento en la probabilidad de fallo se debe considerar la exposición al viento, la altura del árbol, su porte más o menos espigado, el efecto vela de la copa (determinado por su tamaño), la existencia o no de inclinación del ejemplar y aspectos climatológicos del lugar.



Detalle de ejemplar con valoración de empuje de viento bajo

#### *Entorno*

El entorno condiciona el crecimiento y el estado del árbol.

Las apreciaciones del entorno significativas para valorar la probabilidad de fallo corresponden con los datos relativos a alteraciones que se han podido producir en el entorno del árbol consecuencia de obras u otros como cambios de pavimento, elevaciones del terreno (recrecidos o resubidos), todo ello con el objeto de analizar posibles afecciones en el sistema radicular del ejemplar.

De este modo, los factores del entorno del árbol peligroso pueden tener una influencia significativa tanto en la probabilidad de caída como en sus consecuencias.

Los cambios y las alteraciones del entorno, recientes o pasados, pueden incrementar o disminuir la probabilidad de caída o fallo.





Los posibles aspectos a considerar en la evaluación del entorno son los siguientes:

- Historial de caídas previas
- El terreno de plantación y afecciones
- Efectos del viento local.
- Las características edáficas y geológicas.
- Las características del drenaje, tanto general como el particular del árbol.
- Las alteraciones y perturbaciones que han tenido lugar.
- Las condiciones de restricción en el sistema radical (alcorques).
- Desadaptación debida a tala o poda de árboles cercanos que lo protegían



Detalle de alcorque que ocasiona daños en el entorno del ejemplar



Ejemplo de árbol condicionado por su entorno

#### Comportamiento diferenciado de especies

Las especies arbóreas del viario de la ciudad de Madrid, presentan un comportamiento muy diferenciado en cuanto a fragilidad, propensión a tener pudriciones, grietas, chancros, cortezas incluídas, estructuras pobres, etc.

De este modo podemos decir que ciertas especies son consideradas de mayor riesgo por su baja calidad de la madera, su pobre reacción frente a las pudriciones, su modelo arquitectural, la presencia de puntos débiles estructurales o por tratarse de especies que en anteriores ocasiones han causado accidentes en la ciudad.

En definitiva, estas especies de mayor riesgo incrementan la probabilidad de fallo del ejemplar.

En el Anexo 4 se detallan las especies consideradas con mayor probabilidad de producir accidentes.

#### Otros aspectos a considerar

Otros aspectos a evaluar en la probabilidad de fallo son la fase de crecimiento, su condición de individualidad o perteneciente a una alineación o bosque, etc.

### Valoración de la probabilidad de fallo

Según la ISA, la categorización de la probabilidad de fallo es:

- Probabilidad de fallo improbable: no es probable que el árbol o la rama caiga en condiciones meteorológicas normales y puede no caer en muchas de las situaciones meteorológicas graves, dentro de un período de tiempo especificado.
- Probabilidad de fallo posible: la caída del árbol o de la rama puede suceder pero es poco probable en condiciones meteorológicas normales, dentro de un período de tiempo especificado.
- Probabilidad de fallo probable: la caída del árbol o de la rama es de esperar que suceda en condiciones meteorológicas normales, dentro de un período de tiempo especificado.
- Probabilidad de fallo inminente: la caída del árbol o de la rama ha empezado o es muy probable que ocurra en un futuro cercano, aún cuando no haya viento significativo o incremento de carga. Aunque es una situación que raramente sucede, puede requerir una actuación inmediata de protección de personas y bienes.





### 7.3.3 Energía potencial

La energía potencial mide el tamaño de la parte/s del árbol que pueden romper, fracturar, caer o volcar, según el tamaño y la altura de lo que pueda caer y ocasionar accidente.



Detalle de árboles con escasa energía potencial debido a su porte natural y fase de desarrollo



Ejemplo de árbol con elevada energía potencial

En el arbolado viario de Madrid podemos encontrar 3 tipologías de caídas de árboles:

- Caídas por vuelco o rotura radical
- Caídas por rotura de tronco, ya sea a nivel del cuello de la raíz como por encima del suelo
- Caída por rotura de ramas

Se establecen 4 categorías de tamaño que ayuden a determinar la energía potencial.

CATEGORÍA	DIMENSIONES
1	> 45 cm
2	De 25 a 45 cm
3	De 10 a 25 cm
4	< 10 cm

Basado en valoración QTRA

### 7.3.4 Diana

La definición de Diana según la Real Academia de la Lengua sería: “Punto central de un blanco de tiro”.

En el ámbito de la arboricultura se considera Diana a todo aquello que pudiera verse afectado, de una u otra forma, en el caso de producirse un fallo mecánico de alguna o varias partes de un árbol o de la totalidad del mismo.

Para profundizar en el concepto de Diana y en su futura valoración, se definen los siguientes términos:

- Zona de diana
- Ratio de ocupación
- Probabilidad de impacto
- Consecuencias del fallo

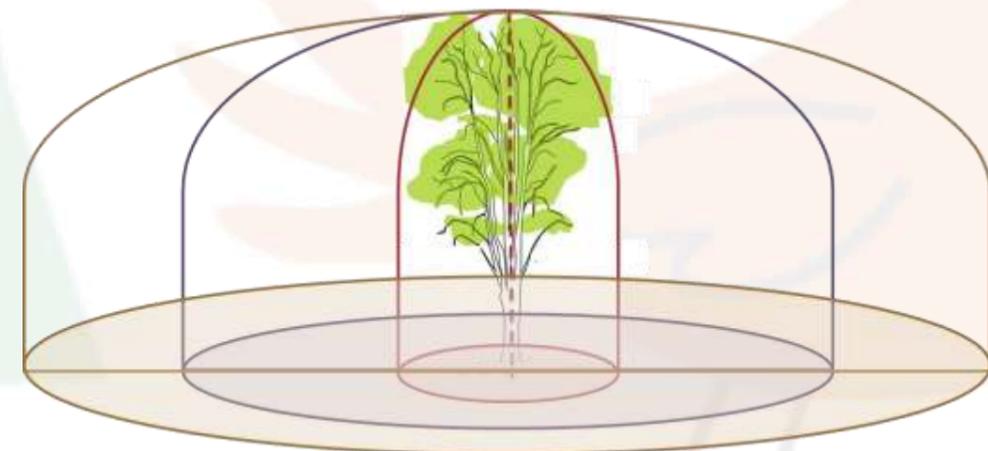
#### Zona de Diana

Se entiende por **Zona de Diana** el área donde puede caer un árbol o una parte significativa del mismo.

La clasificación de la Zona de Diana se establece de la siguiente manera:

- **Bajo copa:** corresponde con la superficie que se obtiene de la proyección de la copa del ejemplar. (Área roja)
- **Alcance de la caída del árbol:** queda definido por el círculo cuyo radio es igual a la altura del árbol. (Área morada)
- **Alcance de la proyección de la caída:** se utiliza en el caso de árboles muertos o con ramas muertas al resultar la madera muerta más quebradiza. (Área marrón)

En el esquema se diferencian las 3 zonas de diana para un mismo ejemplar.





### Ratio de ocupación

Este parámetro mide la probabilidad de ocupación peatonal y la frecuencia de paso de vehículos.

Se definen 4 categorías en la clasificación que implica la siguiente ocupación a modo de referencia:

- **Raro:** corresponde con un área de escasísimo uso y que cumple alguno de los siguientes parámetros:
  - Ocupación continuada: < 1 min/día – 2 min/semana
  - Paso de peatones y ciclistas: < 1/hora o 3/día
  - Tráfico de vehículos: < 50 vehículos /día
- **Ocasional:** corresponde con usos esporádicos según las siguientes referencias:
  - Ocupación continuada: >2 min/día y < 14 min/día
  - Paso de peatones y ciclistas: >2 /hora y < 7/hora
  - Tráfico de vehículos: > 50 vehículos /día y < 500 vehículos/día
- **Frecuente:** Corresponde con ocupaciones bastante continuadas. Las ratios de referencias son:
  - Ocupación continuada: >15 min/día y < 2,5 h/día
  - Paso de peatones y ciclistas: >8 /hora y < 80/hora
  - Tráfico de vehículos: > 500 vehículos /día y < 5000 vehículos/día
- **Constante:** corresponde con ocupaciones continuadas a partir de las siguientes ratios:
  - Ocupación continuada: > 2,5 h/día
  - Paso de peatones y ciclistas: >80 /hora
  - Tráfico de vehículos: > 5.000 vehículos /día



### Probabilidad de impacto

La probabilidad de impacto se define como la probabilidad de que, en caso de que ocurra una rotura o un vuelco, haya un impacto sobre una diana.

En el cálculo de la probabilidad de impacto, conviene tener en cuenta, en el caso de las personas físicas, la frecuencia de paso, la intensidad y el tiempo de parada (pasos de peatones, bancos, áreas de picnic, áreas de juegos infantiles).

Es un término que se encuentra muy ligado a la ratio de ocupación, pero les diferencian pequeños matices.



La categorización de la probabilidad de impacto que propone el Método de valoración de riesgo de la ISA es:

- Probabilidad de impacto muy baja, en la que la posibilidad de que el árbol o la rama impacte sobre la diana es remota:
  - árboles peligrosos en zonas de ocupación rara,
  - árboles peligrosos en zonas de ocupación ocasional, totalmente protegidos o parcialmente protegidos por otros árboles o estructuras.
- Probabilidad de impacto baja, en la que no es probable que el árbol o la rama impacte sobre la diana:
  - árboles peligrosos en zonas de ocupación ocasional, no protegidos,
  - árboles peligrosos en zonas de ocupación frecuente, parcialmente protegidos por otros árboles o estructuras.
  - árboles peligrosos en zonas de ocupación constante, totalmente protegidos.



- Probabilidad de impacto mediana, en la que el árbol o la rama puede o no puede impactar sobre la diana, con probabilidades casi iguales:
  - árboles peligrosos en zonas de ocupación frecuente, no protegidos por un lado,
  - árboles peligrosos en zonas de ocupación constante, parcialmente protegidos por otros árboles o estructuras.
- Probabilidad de impacto elevada, en la que muy probable que el árbol o la rama impacte sobre la diana:
  - árboles peligrosos en zonas de ocupación constante, no protegidos.
  - árboles peligrosos en zonas de ocupación frecuente, no protegidos por todos los lados.

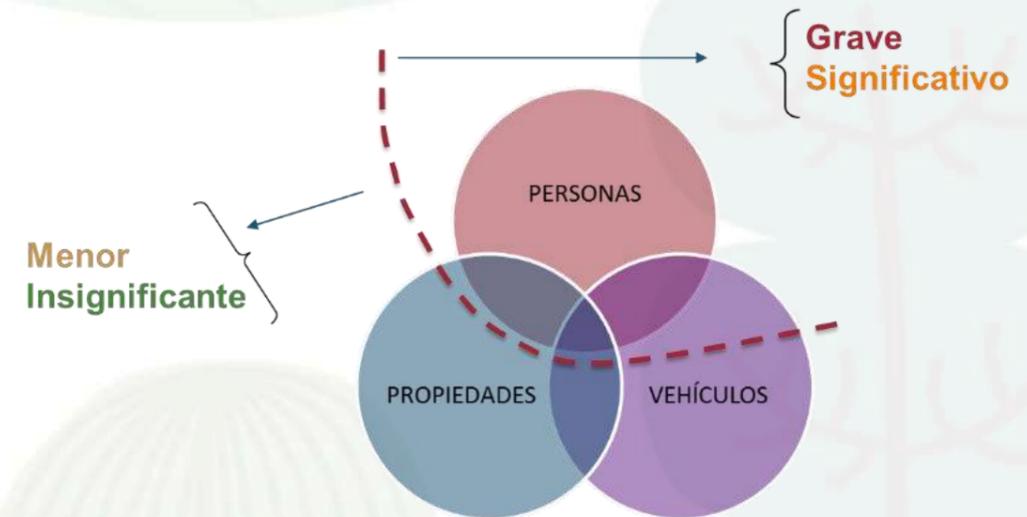
### Consecuencias del fallo

Las consecuencias de una caída se evalúan en función de la diana y de las lesiones, daños e interrupciones potenciales causados por un eventual impacto. La valoración de los daños depende de otros muchos factores entre los que destacan la el tamaño de la parte caída, las características, la distancia, etc.



Según la ISA las consecuencias del fallo se pueden categorizar en los siguientes epígrafes:

- Consecuencias insignificantes, que implican daños a bienes de bajo valor y que pueden reparados o sustituidos o interrupciones de servicios que pueden ser rápidamente restablecidos, y que en ningún caso provocan lesiones personales.
- Consecuencias menores, que implican daños a bienes de bajo a mediano valor o pequeñas interrupciones en el tráfico o en servicios públicos o que provocan lesiones personales a lo sumo muy leves.
- Consecuencias significativas, que implican daños a bienes de mediano a alto valor o interrupciones considerables en los servicios públicos o que provocan lesiones personales.
- Consecuencias graves, que pueden implicar lesiones personales graves o mortales, daños a bienes de alto valor o interrupciones importantes de actividades o servicios.



## 7.4 Plan de Riesgo del Arbolado

La necesaria implantación de un Plan de gestión del riesgo del arbolado para la ciudad de Madrid implica:

- Disminución de la frecuencia y la gravedad de los accidentes ocasionados por árboles
- Árboles más saludables y de mayor edad
- Menor cantidad de quejas y reclamaciones
- Con el tiempo una disminución en el % de talas del arbolado en la ciudad
- Renovación programada en el tiempo
- Identificar situaciones de riesgo mediante modelos de fallo y mapas de riesgo elaborados con la información obtenida de las inspecciones realizadas
- Prepararse ante circunstancias climatológicas adversas (acotar zonas, eliminar dianas, etc.)

Como se ha indicado anteriormente, la gestión del riesgo debe contemplar cuatro líneas generales de acción:

- La inspección sistematizada del arbolado
- La identificación y evaluación del “arbolado de riesgo”
- La ejecución de las labores necesarias para minimizar el riesgo detectado
- El establecimiento de parámetros para el control del riesgo

Dentro de los apartados de inspección y evaluación del Plan de riesgo previamente hay que diferenciar entre lo que se considera riesgo “aparente”, que es el resultado obtenido cuando se realiza una inspección a una población arbórea amplia, y el riesgo “real” que es el obtenido cuando se realiza sobre un ejemplar concreto.

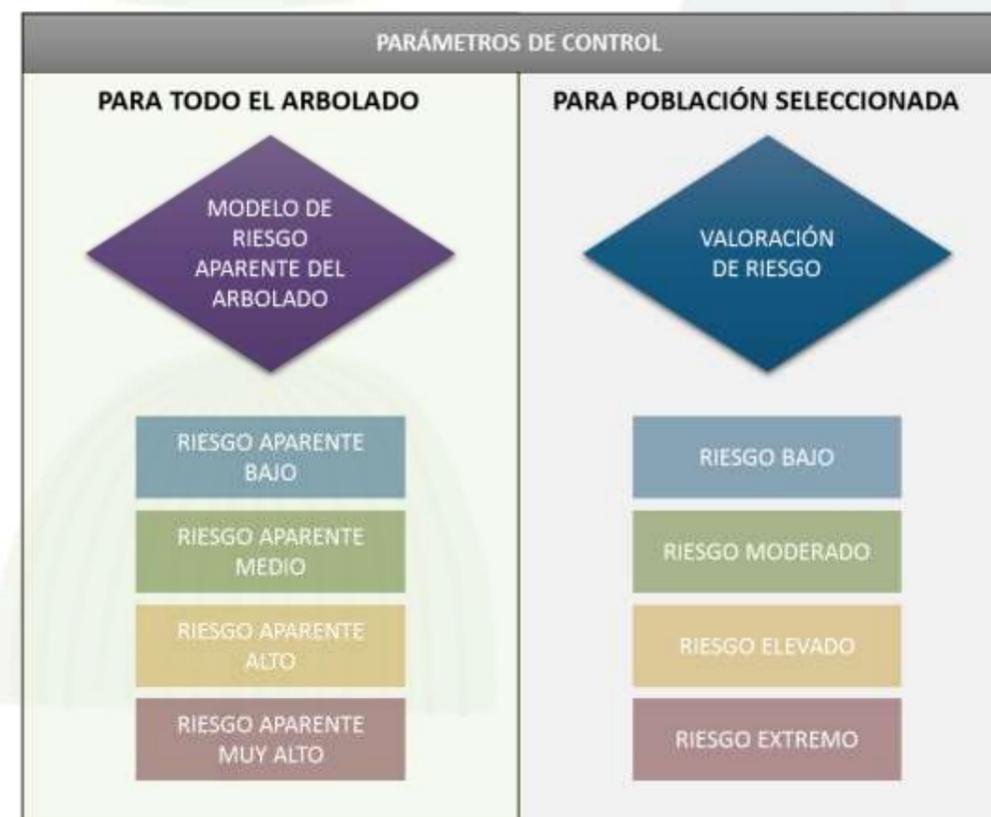
El Plan de gestión del riesgo determina la categorización del riesgo aparente de todo el arbolado de la ciudad en 4 clases:

- Riesgo aparente bajo
- Riesgo aparente medio
- Riesgo aparente alto
- Riesgo aparente muy alto.

Asimismo, para una población seleccionada se procederá a la inspección visual del ejemplar y a su evaluación para poder determinar el riesgo real del arbolado. Las categorías de la valoración de riesgo son:

- Riesgo bajo
- Riesgo moderado
- Riesgo elevado
- Riesgo extremo

### PLAN DEL RIESGO DEL ARBOLADO



Con objeto de tener la población arbolada bajo un umbral de tolerancia aceptable en los casos que resulte necesario se realizarán actuaciones para disminuir la valoración global del riesgo del arbolado. Tras la realización de las actuaciones se revisará la efectividad de la propuesta de actuación y se volverá a cuantificar el nivel de riesgo del ejemplar, estableciendo el siguiente plazo de inspección.

El proceso de inspección, evaluación y revisión de actuaciones queda definido en el apartado 6.5. y las actuaciones para la controlar el riesgo del arbolado en el apartado 6.6.

El establecimiento de parámetros para el control del riesgo, implica definir el umbral de tolerancia del riesgo para el arbolado de Madrid, que se ha estimado en:



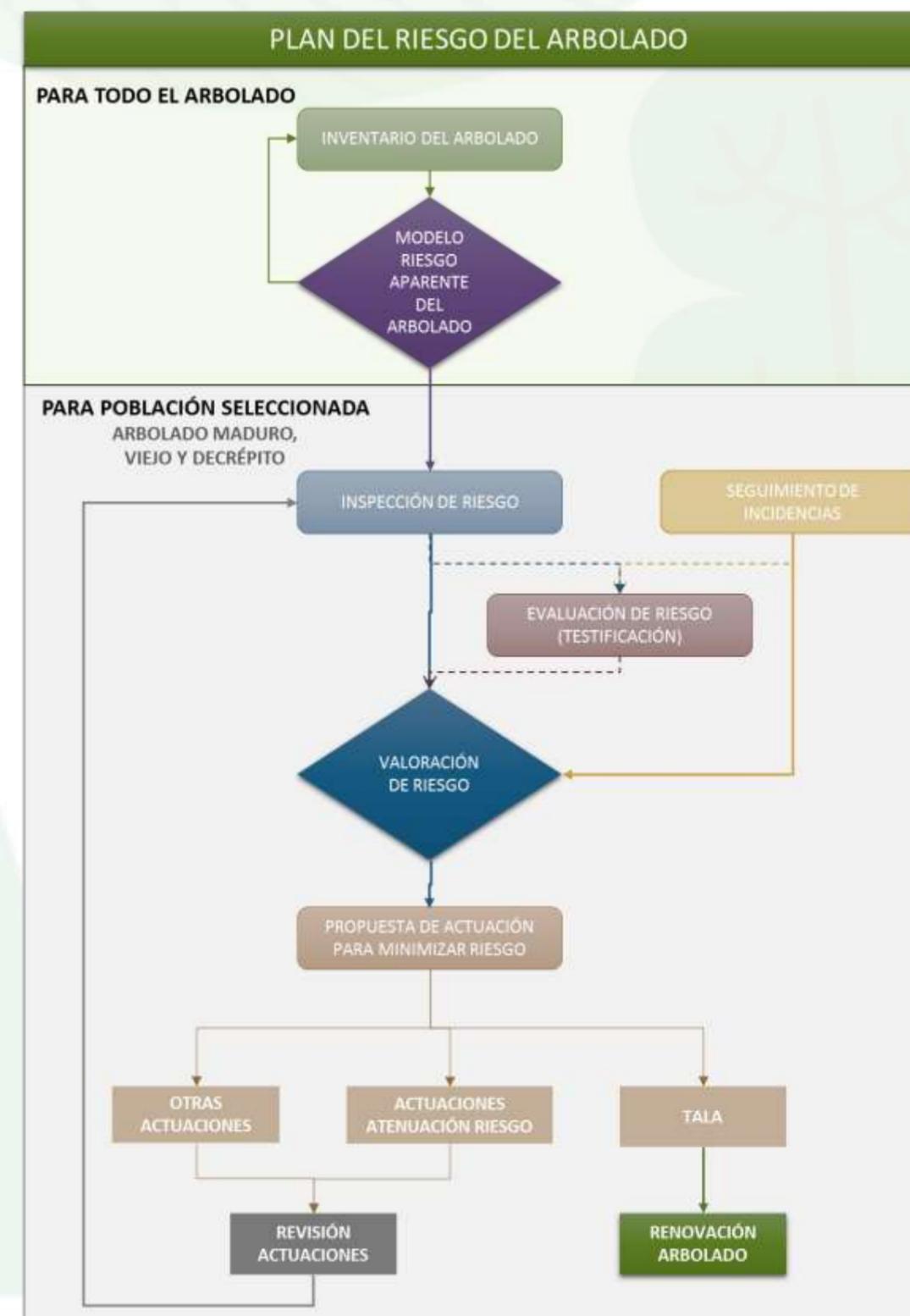
CLASIFICACIÓN RIESGO APARENTE	UMBRAL DE TOLERANCIA RIESGO APARENTE	Nº ÁRBOLES VIARIOS CIUDAD DE MADRID	Nº ÁRBOLES
BAJO	> 50 %	255.000	127.500
MEDIO	< 25%		63.750
ALTO	< 5 %		< 12.750
MUY ALTO			

CLASIFICACIÓN RIESGO	UMBRAL DE TOLERANCIA RIESGO	Nº ÁRBOLES VIARIOS SELECCIONADOS CIUDAD DE MADRID	Nº ÁRBOLES
BAJO	> 55%	125.000	68.750
MODERADO	< 25%		31.250
ELEVADO	< 5 %		< 6.250
EXTREMO			

Como complemento al Plan de riesgo, es necesario realizar un seguimiento de las incidencias acaecidas en la ciudad, con objeto de profundizar en el comportamiento del árbol urbano. La información quedará informatizada en base de datos para obtener un registro estadístico que permita analizar las tipologías de fallos por especie, por tipo de fallo y/o por localización geográfica. Dicha información también quedará asociada a las circunstancias climatológicas. El seguimiento de las incidencias queda detallado en el apartado 6.6.4. *SEGUIMIENTO DE INCIDENCIAS EN EL ARBOLADO*

### 7.5 Control del Riesgo del arbolado.

El Plan de gestión del riesgo del Ayuntamiento de Madrid está basado en un sistema de inspección del arbolado continuo, de manera ordenada y metódica. En la siguiente imagen se muestra esquemáticamente las bases del plan.





Se detallan a continuación cada una de las fases y las fichas de control correspondientes



### 7.5.1 Inventario del arbolado

Resulta imprescindible conocer la población arbolada y por ello, todo ejemplar arbolado en el entorno urbano de conservación municipal, debe ser inventariado. Con objeto de facilitar la gestión, se propone una única ficha de inventario que vale tanto para el arbolado viario como para las zonas verdes. De esta forma se podrán analizar con mayor detalle posibles y similitudes entre los distintos tipos de arbolado.

En la realización del inventario, a través de la toma de datos la ficha de inventario propuesta y de la aplicación del Modelo Matemático de Valoración de Riesgo aparente, se realiza una primera propuesta de Valoración Aparente de Riesgo del arbolado.

*Un buen inventario y una buena actualización de la información resulta imprescindible para una adecuada gestión del arbolado y del riesgo asociado.*

En el ANEXO 5. FICHAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO, se detallan los campos de la ficha de inventario agrupados en las siguientes categorías:

- Datos introductorios:
- Datos de identificación:
- Datos dendrométricos
- Entorno
- Datos de caracterización

- Alcorque de viario
- Tipología general
- Defectos
- Datos riesgo

### 7.5.2 Inspección del arbolado de riesgo

El objetivo principal del sistema de inspecciones es el control de riesgo del arbolado y mantener éste bajo los umbrales de tolerancia definidos.

En esta primera fase, será objeto de inspección todo el arbolado de la ciudad considerado como maduro, viejo o decrepito según la edad relativa determinada en el inventario. En el caso de las zonas forestales se ha determinado realizar la inspección en ejemplares ubicados en zonas estanciales o caminos por ser zonas con diana.

Toda inspección determinará una valoración del nivel de riesgo aparente del árbol y una propuesta de actuación en base al riesgo definido. Las tipologías de actuación y el objetivo de las mismas quedan descritas en el apartado 6.7 Actuaciones para el control del riesgo del arbolado viario.

Para sistematizar el procedimiento y poder analizar los datos obtenidos en las inspecciones se utiliza la Ficha de inspección donde se recogen todos los campos necesarios para evaluar el riesgo aparente del arbolado.

En el ANEXO 5. FICHAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO, se detallan los campos de la ficha de inspección agrupados en las siguientes categorías:

- Datos introductorios
- Datos de identificación
- Datos generales
- Datos de inspección de riesgo

### 7.5.3 Evaluación del Riesgo del Arbolado

En el proceso de inspección, se identificarán determinados árboles que por presentar cierta complejidad o características especiales, o porque se ha determinado su eliminación como única alternativa a la disminución del riesgo o por que necesitan el uso de aparatos específicos, en los que es necesario una evaluación de riesgo más exhaustiva. Esta evaluación se realizará mediante la Ficha de Evaluación del arbolado que contiene todos los datos de inspección además de una serie de ítems resultado de un análisis mucho más exhaustivo del arbolado.



*La testificación instrumental debe servir como apoyo en la evaluación visual, al ser una herramienta que te ayuda en el diagnóstico del arbolado y en la toma de decisiones*

En los ejemplares en los que se sospeche la existencia de defectos internos u ocultos cuya diagnosis sea decisiva para la valoración del árbol, se chequeará el estado y/o resistencia mecánica de la madera según el instrumental de testificación especificado en ANEXO 6. HERRAMIENTAS E INSTRUMENTAL DE TESTIFICACIÓN.

En el ANEXO 5. FICHAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO, se detallan los campos de la ficha de protocolo de evaluación de arbolado agrupados en las siguientes categorías:

- Vitalidad
- Entorno y cargas
- Defectos estructurales
- Copa/Ramas
- Cruz
- Tronco
- Raíces y cuello
- Historial del árbol
- Recogida de muestras
- Valoración de la diana
- Conclusiones de la evaluación

## 7.6 Actuaciones para el control del riesgo del arbolado viario

Una vez evaluado el riesgo de accidente de un árbol deben proponerse una o varias opciones posibles a aplicar para reducir el riesgo de accidente, debiendo escoger la que se considere más adecuada en el entorno urbano.

### 7.6.1 Tipologías de actuaciones

Las actuaciones para el control del riesgo del arbolado viario que se pueden llevar a la práctica en la ciudad de Madrid se encuentran agrupadas en 3 categorías que son:

- Actuaciones relacionadas con la Diana
- Actuaciones relacionadas con corregir el árbol
- Actuaciones relacionadas con la eliminación del árbol

El técnico responsable de la valoración debe incluir en su informe además de las propuestas de actuación más convenientes, posibles riesgos residuales, el plazo de tiempo para realizar la actuación propuesta y la posible priorización respecto a otros ejemplares inspeccionados.

### Actuaciones relacionadas con la Diana

Las actuaciones de atenuación del riesgo, relacionadas con la intervención sobre la diana son:

- Impedir el acceso a las dianas móviles (peatones y vehículos) en la zona de diana.
- Mover o resituar una diana móvil.
- Realizar plantaciones que impidan el paso o la permanencia de ciudadanos bajo la rama o el árbol.

En el entorno viario resulta muy complicado proponer este tipo de actuaciones, al imposibilitar la circulación de vehículos o peatones durante mucho tiempo.

### Actuaciones relacionadas con corregir el árbol o alguna de sus partes

Las actuaciones relacionadas con la corrección del árbol o alguna de sus partes son:

- Podar el árbol o la rama para eliminar o reducir el riesgo de accidente, incluyendo acciones como:
  - eliminar una rama seca,
  - podar ramas para equilibrar la copa,
  - podar ramas para descargar el árbol,
  - realizar una poda de reformación o reducción de copa, para corregir errores de podas anteriores.
- Instalar un elemento o sistema de sujeción, para reducir el riesgo de accidente.
- Modificar el entorno para mejorar las condiciones del árbol, como por ejemplo:
  - mejora de las condiciones del suelo en el entorno del árbol, incluyendo aportación de acolchado, sustitución parcial del suelo, descompactación del suelo, etc.
  - nivelación del nivel del suelo con el del cuello de la raíz,
  - mejora del sistema de drenaje.
  - mejora de las condiciones del sistema de riego automático, instalándolo, recolocándolo o eliminándolo según el caso,
  - instalación de una pantalla contra el viento, para reducir la fuerza del viento,
  - implemento de bancos o taludes para reducir la erosión bajo el árbol,
  - mejora del alcorque,
  - implemento de suelos estructurados en la zona pavimentada alrededor del árbol,
  - eliminación del césped alrededor del árbol,
  - fertilización adecuada del árbol para corregir deficiencias nutricionales,





### Actuaciones relacionadas con la eliminación del árbol

La tala es la única actuación posible en algunos casos donde el riesgo no puede minimizarse de ninguna otra manera.

Ante la eliminación de un ejemplar siempre debe valorarse la renovación de la posición arbolada bien por la misma especie o bien por una más adecuada a su entorno.

La propuesta de tala del arbolado debe ser la última opción posible en la gestión del riesgo siempre que nos encontremos dentro de los parámetros de sostenibilidad.

### 7.6.2 Priorización y urgencia de las actuaciones

Las categorías para determinar la prioridad de la actuación son:

- **Inmediata:** corresponde con actuaciones que deben realizarse en el mismo día o a lo sumo, en los próximos días. Siempre antes de 1 mes.
- **Prioritaria:** la propuesta de actuación debe realizarse a corto plazo, y cuando la programación de los trabajos de mantenimiento o de poda lo permita, esto es en las próximas semanas o meses. No puede esperarse para su ejecución a las campañas de poda o de arboricultura establecidas.
- **Programada:** la propuesta de actuación puede llevarse a cabo dentro de la programación normal de los trabajos de mantenimiento o de poda, preferentemente en la próxima campaña de trabajos o de poda.

En la siguiente tabla se muestra la posible relación existente entre el nivel de riesgo y la priorización o urgencia de las actuaciones:

Nivel de riesgo	Actuación inmediata	Actuación prioritaria	Actuación programada
Extremo	X	X	
Elevado	X	X	
Medio			X
Bajo			

### 7.6.3 Seguimiento de actuaciones para minimizar el riesgo del arbolado

Para conseguir optimizar y afianzar el sistema de inspecciones, y por lo tanto este plan de riesgo, se deben comprobar el 100% de las actuaciones propuestas en las fichas de inspección y/o evaluación. Esta revisión analiza que las actuaciones son ejecutadas en el plazo establecido y de forma correcta.

El objeto final de estas comprobaciones, además de contrastar la eficacia, es el de actualizar la valoración de riesgo de cada árbol visitado, que no haya sido talado, y finalmente proponer una nueva fecha de inspección.

En el ANEXO 5 FICHAS PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO, se detallan los campos de la ficha de comprobación de actuaciones.

### 7.6.4 Seguimiento de incidencias en el arbolado

Con objeto de conocer con la mayor exactitud posible la casuística real de los accidentes acaecidos en la ciudad de Madrid, el Plan de Gestión de Riesgo del arbolado incluye la realización de un registro sistemático de fallos, con objeto de obtener el tipo de roturas y vuelcos más frecuentes y sus causas, para así poder establecer patrones de comportamiento que puedan ayudar a mejorar, paulatinamente, el control del riesgo del arbolado.

Hasta la redacción del presente Plan de Gestión del Riesgo, cuando se producía una incidencia por arbolado, en muchas ocasiones, por motivos de competencias, horario, o urgencia, eran otros servicios municipales sin personal experto en arboricultura, los que acudían en primer lugar al árbol y actuaban sin criterios técnicos. Toda la información relacionada con el origen y los daños de la incidencia se perdía o no resultaba del todo adecuada. Por esto se ha considerado muy interesante disponer de un equipo específico de seguimiento de incidencias que tiene por misión acudir al árbol, analizar lo acaecido y rellenar una ficha diseñada al efecto, Ficha de Incidencias.

El Ayuntamiento ha redactado el Protocolo de Gestión de incidencias en el arbolado, donde se detalla la manera de proceder con mayor exactitud.

El Ayuntamiento de Madrid se compromete asimismo a cumplimentar la denominada "Ficha de la base de datos española de colapsos de árboles (BDECA)", creada por la Asociación de Parques y Jardines Públicos (AEPJP) para profundizar en el colapso de los árboles en España

Los resultados obtenidos a partir de la información generada por este equipo, permitirá conocer mejor el comportamiento de los árboles en la ciudad de Madrid y así mejorar la gestión del Riesgo del arbolado de la ciudad.



La ficha de Incidencia, detallada en el Anexo 5, consta de las siguientes tipologías de campos:

- Información general
- Datos de ubicación
- Datos del árbol
- Posibles factores desencadenantes
- Localización y tipo de fallo
- Magnitudes y características del fallo
- Rotura de ramas
- Rotura de tronco
- Vuelco
- Daño causado
- Seguimiento de la incidencia





# EL ÁRBOL SINGULAR



## 8 EL ÁRBOL SINGULAR

En una ciudad como Madrid con una población de arbolado en sus calles diversa y numerosa existen determinados ejemplares que por su singularidad han sido catalogados como tales y merecen una consideración y protección especial. En este sentido en este apartado vamos a bordar esas medidas especiales de protección de este tipo de arbolado y los parámetros a medir para la identificación de nuevos ejemplares singulares.

Por lo tanto, como se ha dicho, sin menoscabo de conservar el arbolado singular preexistente, se puede ir incrementando y/o renovando la presencia de arbolado singular en el arbolado de las calles de la ciudad de Madrid.

Para ello, además de la existencia de los actuales Árboles Singulares recogidos en el *CATÁLOGO REGIONAL DE ESPECIES AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRES DE LA COMUNIDAD DE MADRID*, así como en el PGOUM se propone la creación de una nueva figura de protección “Arbolado de Especial Atención”.

### 8.1 Definición y medidas de protección

#### 8.1.1 Árbol singular

Tienen la consideración de árboles singulares aquellos ejemplares aislados o pertenecientes a alineaciones que presentan valores especiales, bien por su singularidad, rareza o belleza, o bien por consideraciones históricas o culturales, y se encuentran incluidos en el *CATÁLOGO REGIONAL DE ESPECIES AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRES DE LA COMUNIDAD DE MADRID* o en el PGOUM.

Se incluye en la protección toda la parte aérea (tronco y copa) y muy especialmente la parte subterránea.

Se define un área de protección del suelo delimitada por un espacio circular, con centro en la base del tronco, y un radio definido por la mayor de las dos siguientes medidas:

- Altura total dividida entre 2
- Perímetro del tronco (a 1,30 m) por 10

Esta área de protección resulta orientativa para la adecuada conservación del arbolado, pero será responsabilidad de los Servicios Técnicos Municipales dictaminar la distancia mínima en función de la tipología de la posible afección.

Como norma general los árboles singulares no serán objeto de apeo salvo en circunstancias excepcionales, no obstante las solicitudes de tala de ejemplares catalogados como Arbolado Singular deberán ser aprobadas por el/la Delegado/a de Medio Ambiente.

#### 8.1.2 Árbol de especial atención

Esta categoría incluiría todos aquellos ejemplares individuales o arboledas que se encuentran en buen estado estructural, fisiológico y fitosanitario, y que pudieran llegar a alcanzar a medio plazo la categoría de Árbol Singular.

La catalogación de un ejemplar o un grupo arbolado como “de Especial Atención” constituye un reconocimiento de un valor superior respecto al de los árboles “comunes” y supone que los esfuerzos de gestión se focalicen en la conservación del árbol y de su entorno. Esto implica priorizar su conservación respecto a aquellos que puedan llegar a interferir en su adecuado desarrollo.

Asimismo, también supone tomar medidas de mayor calado en materia de prevención o protección directa frente a daños que pudieran ocasionar obras, usuarios del parque o las propias labores de mantenimiento. Todas las medidas que se adopten deben estar encaminadas a mantener intacto el ejemplar y su entorno inmediato, atendiendo especialmente a mantener el sistema radical en su total integridad.

No podrán sufrir afección alguna en su Área de Protección del arbolado, y toda actuación que suponga intervenir en esa área deberá contar con un informe favorable de los Servicios Técnicos Municipales.

Todos estos árboles o arboledas deberán ser objeto de seguimiento por parte de los Servicios Técnicos Municipales, y tomar las medidas necesarias para su adecuada gestión.

Las solicitudes de tala del Arbolado “de Especial Atención” deberán ser aprobadas por el/la Delegado/a de Medio Ambiente.





## 8.2 Selección de arbolado singular o de especial atención

En primer lugar debe existir una metodología ordenada que permita seleccionar y clasificar el arbolado como singular.

Intentando aunar distintos criterios que se han formulado para la clasificación de arbolado singular –existe una amplia documentación tanto a nivel europeo como mundial sobre ello-, se establece un método para seleccionar ejemplares de características extraordinarias que por su rareza, excelencia botánica, de porte, edad, tamaño, interés paisajístico, significación histórica, cultural o científica constituyen un patrimonio merecedor de especial estructuración.

Este método se basa en la identificación de tres parámetros:

- Interés botánico. Este parámetro es el más empleado a la hora de hacer catalogaciones de arbolado singular. Establece una valoración del mismo en función de la rareza de la especie, por ser una especie exótica, un ejemplar longevo, por poseer una determinada morfología, etc.
- Interés cultural, que cualifica al individuo respecto a su contexto de social, político y económico, identificando en lo posible su origen en el jardín. Este parámetro permite valorar un ejemplar que fue tendencia singular de una época determinada, o aquel que puede ser símbolo o emblema del jardín. Incluye también factores de valoración intangibles como pueden ser el significado social que puede tener para un colectivo o un individuo.
- Interés paisajístico que, tal y como se ha comentado en apartados anteriores, vincula al individuo con su papel compositivo y espacial en el entorno en el que se encuentre y su estructura. Igualmente, añade a los parámetros anteriores un carácter de subjetividad a la clasificación del arbolado, puesto que se trata de una percepción sensorial, no tangible o mensurable, y por lo tanto menos científica.

Con esta propuesta de criterios se propone asignar un valor a cada ejemplar con un código de valoración del 1 al 3 en los tres parámetros medidos.

Los ejemplares que obtengan una puntuación total de 3, es decir que obtengan al menos un 1 en cada uno de los parámetros, podrán tener la consideración futura de ejemplares singulares.

INTERÉS		ANOTACIONES
INTERÉS CULTURAL	1	Individuo sobresaliente por sus valores culturales.
	2	Ejemplar característico del jardín.
	3	Interés general para algún colectivo o momento cultural.
INTERÉS PAISAJÍSTICO	1	Elemento conformador del espacio.
	2	Significativo dentro del conjunto.
	3	Forma parte de alineación o conjunto.
INTERÉS BOTÁNICO	1	Carácter sobresaliente dentro del Parque. Singular por especie, morfología, dimensión, etc.
	2	Significativo dentro del conjunto
	3	Interesante por la especie, morfología, dimensión, etc.



# EL ÁRBOL Y LAS OBRAS





## 9 EL ÁRBOL Y LAS OBRAS

El gran número de obras que hoy en día se acometen en las ciudades y las afecciones al arbolado urbano que ellas generan obligan a contemplar este punto en el marco de un modelo de gestión del patrimonio arbóreo.

Las afecciones que se pueden dar en el arbolado durante el transcurso de unas obras las podemos clasificar en dos grupos:

- Afecciones a copa y tronco. Se producen por paso de maquinaria, instalaciones de andamiaje, acopio de materiales en el alcorque, vertidos, zonas acotadas que imposibilitan el riego en el arbolado joven, cortes de riego automático que dejan sin suministro al árbol, etc.

Los daños que originan generalmente son heridas, descortezos, empujes, fractura de ramas, pérdidas de copas, pero pueden llegar a provocar la muerte del ejemplar o su caída por inestabilidad.

Estos daños son fácilmente cuantificables según la Norma Granada.

Al ser visibles, pueden ser detectados con más o menos facilidad. En la mayoría de los casos se debe actuar para reequilibrar la estructura dañada mediante podas de reducción e incluso ser necesario el apeo al haber quedado comprometida su estabilidad o por pérdida total de su valor. Estos son, también, el tipo de afecciones al arbolado producidos por accidentes de tráfico y vandalismo, etc.

En general, este tipo de afecciones, aunque merman el patrimonio arbóreo urbano, al ser detectables, generan menos riesgo que otro tipo de agresiones ocultas.

- Afecciones al sistema radical. Son, con mucho, las afecciones más numerosas y preocupantes, en obras que afectan al suelo y subsuelo urbano: aparcamientos, zanjas, pavimentaciones, etc.

Estas actuaciones, al estar ocultas y afectar a la estabilidad del arbolado, pueden generar situaciones de riesgo graves en los ejemplares afectados a corto, medio y largo plazo.

La afección radical puede suponer, en primer lugar, un descenso de vigor del ejemplar por daños en el sistema de absorción radicular, pero lo verdaderamente grave, de cara a aspectos de seguridad, es la afección a la estabilidad por corte de raíces de anclaje, que pueden suponer el vuelco o rotura total de la estructura arbórea. También, se pueden dar procesos de

podrición iniciados en los grandes cortes, que pueden acabar afectando al cuello de la raíz, comprometiendo a medio plazo la estabilidad del árbol. La velocidad de los procesos de podrición está en función de la especie, su estado, etc.



Detalle de obra de nueva pavimentación en el viario.  
Definición de nuevo alcorque



Detalle de afección a la base del árbol por obra en entorno viario

Por todo esto, para evitar o minimizar todas estas afecciones del arbolado frente a una obra se definen a continuación los principales hitos a tener en cuenta en el momento de la realización de una obra en el viario, y en el ANEXO 7. MEDIDAS DE PROTECCIÓN DEL ARBOLADO VIARIO FRENTE A LAS OBRAS, se detallan todos los aspectos a tener en cuenta antes, durante y tras la ejecución de las obras, sí como la documentación necesaria previa a la ejecución de las mismas.

### Definición de las medidas de protección.

A partir del análisis de diversa documentación existente en materia de las medidas de protección del arbolado, el Ayuntamiento de Madrid define los siguientes términos.

#### Área de protección del arbolado (CRZ)

Es el área que se establece para delimitar la superficie dentro de la cual se debe evitar cualquier tipo de alteración y actuación.

Este Área de Protección definido es el área mínima de terreno que contiene la cantidad suficiente de sistema radicular como para que el árbol no se vea seriamente dañado durante las obras. La pérdida de raíces localizadas fuera de esta superficie se considera tolerable, pero dentro se recomienda que su terreno se mantenga intacto.

Muchas fuentes determinan el área de protección como el área delimitada por la proyección de copa, aunque otras utilizan un factor multiplicativo del diámetro del tronco.



Como el arbolado del viario tiene limitado el desarrollo de su copa y la mayoría de los servicios ocupan el espacio vital de las raíces, estas áreas de protección son de difícil determinación, por lo que cualquier zanja o movimiento del terreno que se tenga que llevar a cabo en las proximidades del árbol se deberá realizar manualmente evitando eliminar o dañar cualquier raíz y siempre avisando al servicio técnico municipal para su registro y posible valoración.

En calles verdes y en aquellas otras donde el espacio lo permita es recomendable mantener estas distancias.

### Área crítica de anclaje

El anclaje físico del árbol recae en el conjunto de las raíces estructurales más cercanas al tronco, y alterar o reducir esa “área de anclaje” supone, no sólo la consiguiente pérdida de superficie de protección del árbol, sino ponerlo ya en riesgo de caída.

En la determinación del “área de anclaje”, la referencia principal la aporta Claus Mattheck, en su estudio de estructuras y cálculos de caída recogido en su libro *“The body language of trees”*.

La fórmula mecánica que se derivada de los estudios de caída de árboles y la relación entre el diámetro de tronco y el diámetro de área de anclaje es  $R_w = 64 \times R^{0,42}$ , donde R es el radio del tronco medido a la altura estándar de 1,3 m y  $R_w$  es el radio del área que contiene la cantidad necesaria de las raíces estructurales para mantener en pie el árbol.

CATEGORÍA DE PERÍMETRO	RADIO DEL ÁREA CRÍTICA DE ANCLAJE (M)
20 cm	1,04
50 cm	1,53
80 cm	1,86
120 cm	2,21
200 cm	2,74





# EL ÁRBOL Y EL CIUDADANO



## 10 EL ÁRBOL Y EL CIUDADANO

### 10.1 Introducción

El Ayuntamiento de Madrid está realizando una apuesta clara para fomentar la divulgación, comunicación y participación ciudadana y para ello cuenta con diferentes herramientas que permiten la implicación ciudadana.

Destaca como herramienta de comunicación y rendición de cuentas, participación y transparencia, la Carta de Servicios del Arbolado Urbano que recoge información relativa a la identificación, seguimiento y evaluación de los compromisos de calidad con los que se prestan los servicios municipales, para su mejora continua.



Con esta Carta de Servicios se pretende lograr los objetivos siguientes:

- Mostrar a la ciudadanía los servicios que se prestan, así como sus estándares de calidad.
- Dar a conocer a la ciudadanía los derechos que poseen en relación con esos servicios, así como las responsabilidades y obligaciones que se derivan de los mismos.
- Mejorar los niveles de calidad alcanzados.
- Ofrecer transparencia en la gestión y en la prestación del servicio.
- Aumentar el grado de satisfacción de la ciudadanía con los servicios recibidos.

La elaboración e implantación de la Carta de Servicios de Arbolado Urbano responde a la importancia que el árbol y sus beneficios tiene para la Ciudad de Madrid, y al compromiso del Ayuntamiento de Madrid con la calidad de los servicios que presta. Ésta se revisa con carácter periódico, y detalla los compromisos de calidad, los servicios prestados por el Ayuntamiento de Madrid, los derechos de la ciudadanía, así como sus responsabilidades y participación.

### 10.2 Canales de participación ciudadana

El Ayuntamiento de Madrid desde sus diversas áreas estudia como llegar mejor a la ciudadanía y poder comunicar y hacer partícipe de los trabajos realizados. En el entorno del arbolado viario no debe ser menos, y se deben aprovechar todos los canales existentes para llegar a la mayor parte de la población.

Se detallan a continuación los diversos canales de participación existente en el entorno al arbolado viario de la ciudad de Madrid.

#### Un alcorque, un árbol

Esta aplicación web gratuita permite al usuario consultar información sobre las posiciones arboladas de viario además de poder solicitar la realización de actuaciones sobre ejemplares concretos (poda, riego, etc).

Para acceder hay que emplear el siguiente enlace: [www.unalcorqueunarbol.es](http://www.unalcorqueunarbol.es)



Vista principal de la aplicación



Modelo de ficha de inventario a disposición ciudadana

Se basa en un visor cartográfico en el cual aparecen todas las posiciones arboladas pertenecientes al inventario de Madrid.





A esta herramienta se puede acceder desde un ordenador, Tablet o Smartphone, facilitando su uso, permitiendo realizar una consulta o una solicitud de actuación en el momento en el que detectemos una incidencia o anomalía en un árbol de viario.

Esta aplicación debe actualizarse y mejorarse facilitando la accesibilidad, la información y la participación ciudadana.

### AVISA 010

A través de este canal, cualquier ciudadano puede comunicar al Ayuntamiento de Madrid cualquier problema o desperfecto relacionado con el arbolado de viario, averías y desperfectos de riego, entre otras incidencias. También puede realizar peticiones para solicitar un nuevo elemento que antes no existía o la retirada de uno ya existente.

Los tipos de avisos y peticiones relacionados con el arbolado viario contemplados son:

- Avisos de rotura de alcorques debida a las raíces.
- Avisos por enfermedades y plagas.
- Aviso del deterioro en un árbol que presente síntomas de deficiencia o exceso hídrico.
- Solicitud de poda de árboles situados en vía pública (ramas partidas, que inciden en cristales, que tapan elementos de señalización, que interfieran con cables eléctricos o telefónicos, etc.).
- Solicitud de eliminación de árboles situados en vía pública (árboles inclinados, secos, con roturas graves, etc.).
- Solicitud de riego de arbolado viario.
- Solicitud de eliminación de malas hierbas de alcorques.

La solicitud se puede realizar mediante las siguientes vías:

- En línea, por internet
- A través de la aplicación para móvil Avisos Madrid



Vista general de los procesos de la aplicación

- A través del perfil en Twitter de atención a la ciudadanía [@Lineamadrid](https://twitter.com/Lineamadrid)
- Por teléfono: llamando al teléfono 010 Línea Madrid (915 298 210 si llama desde fuera de la ciudad de Madrid).
- Presencialmente: entregando la solicitud y documentación requerida en las Oficinas Municipales de Registro, en los Registros de la Administración General del Estado, de las Comunidades Autónomas, y en todas aquellas oficinas de registro que establecen las disposiciones vigentes.

Además, el Ayuntamiento de Madrid cuenta con la Plataforma “Madrid Decide”, donde se pueden realizar propuestas ciudadanas que deben ser evaluadas y valoradas para su posterior votación y aprobación.

### Mesa del árbol.

La mesa del árbol tiene por objeto reunir a distintos colectivos entre los que se encuentran personal del ayuntamiento, técnicos y trabajadores especializados en el sector del arbolado, organizaciones ecologistas, representantes de asociaciones de vecinos, asociaciones profesionales de la jardinería, representantes de los principales partidos políticos, representantes sindicales, empresas y asociaciones dedicadas a trabajos de arbolado, entre otros.

*El fin es el de tratar todo lo referente al arbolado de la ciudad, dar a conocer las actuaciones que se están desarrollando, así como realizar nuevas propuestas y sugerencias.*

Debe ser un canal de información bidireccional, lejos de la idea de una convección donde el Ayuntamiento comunique sus actuaciones y el resto de asistentes tengan la función de receptores y transmisores del mensaje.

Se celebra de manera periódica, aproximadamente cada mes y medio.

Los miembros que forman parte de la mesa del árbol son:

- Personal del Área de Gobierno de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Madrid
- Representantes de los principales partidos políticos
- Representantes de los sindicatos
- Empresas y Asociaciones del sector de la Arboricultura
- Asociaciones el Sector medioambiental
- Asociaciones de vecinos

- Instituciones públicas relacionadas con el arbolado (Como el Real Jardín Botánico o el Colegio de Ingenieros Forestales)
- Grupo de expertos en Arboricultura y gestión de arbolado

### Foros Locales.

Los Foros Locales son los espacios de participación en los que todas las vecinas y vecinos y las entidades sin ánimo de lucro se pueden reunir para debatir y trabajar en iniciativas para mejorar la ciudad desde la perspectiva de sus barrios y distritos, por lo que también se pueden tratar temas relacionados con el arbolado viario.



### 10.3 Comunicación y divulgación

El Ayuntamiento de Madrid tiene un compromiso permanente de informar y comunicar al ciudadano todas las actuaciones relacionadas con la gestión del arbolado viario que se están llevando a cabo en la ciudad.

Asimismo, debe trabajar en la divulgación de la información necesaria correspondiente al mundo de la arboricultura, y que fundamenta la toma de decisiones a nivel técnico.

La divulgación de los fundamentos de la arboricultura urbana, su importancia y su implicación en la gestión municipal, permitirán una mejor comprensión de las decisiones técnicas municipales.

Así pues, resulta imprescindible comunicar la importancia del arbolado viario en la ciudad, así como explicar claramente conceptos como el Ciclo de Vida del árbol Viario y la diferencia con el arbolado en las zonas verdes o el arbolado forestal o frutal, la necesidad de plantar el árbol adecuado en el sitio correcto o determinar la importancia y necesidad de la gestión del riesgo del arbolado. También debe de informarse sobre los planes de poda y plantación, así como los tratamientos fitosanitarios a realizar.

Se deben aprovechar los canales de comunicación existentes en el Ayuntamiento de Madrid, con el fin de lograr la máxima difusión para la ciudadanía.

Los medios principales a utilizar son:

- Web municipal: A través de la web municipal, los ciudadanos acceden a la información y a los servicios y trámites que puedan verse relacionados con el arbolado viario.
- Redes sociales El Ayuntamiento de Madrid dispone de cuentas en las principales redes sociales: Facebook, Instagram, Twitter, Flickr, LinkedIn, Youtube, Google+ y Pinterest. En lo que al arbolado respecta, las cuentas de Facebook, Twitter e Instagram son las que presentan una mayor relevancia en cuanto a la publicación y difusión de noticias relacionadas.



- Radio municipal: Dentro de la radio municipal, existe un programa “hábitat Madrid” que presenta información relacionada con el medio ambiente de la ciudad, y que en ocasiones difunde la información más relevante relacionada con el arbolado viario, principalmente mediante entrevistas.
- Buzoneo: Estas acciones de comunicación van dirigidas a la población que vive próxima a las zonas donde se van a realizar actuaciones. Se informa, mediante el empleo de folletos y similares, sobre las actuaciones que se van a realizar en la zona
- Cartelería: Tiene un carácter informativo, más técnico, del motivo de las actuaciones y los estudios y antecedentes que se han realizado sobre el área de actuación. Además de a los vecinos del entorno, proporciona información a la ciudadanía que puntualmente pasa por la zona de afección.



Detalle del Cartel del Plan de Regeneración del Arbolado del Paseo de la Castellana

## 10.4 Corresponsabilidad

El arbolado de viario, dada su localización, es propenso a sufrir daños en su estructura, ya sea de manera intencionada o inintencionada.

Golpes de vehículos, vertido de sustancias en los alcorques, obras que afecten tanto a la parte externa como a las raíces, o simplemente actos de vandalismo son los causantes de graves daños en la estructura de los árboles, los cuales pueden desencadenar en un futuro en situaciones de riesgo o disfuncionalidad.

Debemos ser conscientes de que el arbolado es un bien público de todos y para todos y que los beneficios que aporta son muchos. Por tanto, basándonos en estas dos ideas, las labores de concienciación son fundamentales para lograr minimizar al máximo acciones dañinas que causen desperfectos sobre el arbolado, ya que como hemos mencionado al inicio de este párrafo, la situación del arbolado viario lo va a hacer por se propenso a sufrir desperfectos.

### Derechos de la ciudadanía

La ciudadanía tiene derecho en relación al arbolado viario a:

- Disfrutar de los beneficios ambientales que aportan los árboles.
- Que los árboles se encuentren en buenas condiciones de salud y limpieza.
- Solicitar una actuación sobre el árbol municipal.
- Consultar los datos del inventario del arbolado municipal.
- Solicitar nuevas plantaciones en viales sin arbolado.

### Responsabilidades de la ciudadanía

En lo relativo al arbolado viario de conservación municipal, la ciudadanía es responsable de:

- Respetar el árbol y su entorno.
- Comunicar cualquier incidencia detectada en el arbolado urbano.
- Mantener limpios los espacios donde se ubican los árboles, evitando el depósito de residuos y vertido de cualquier líquido (agua de limpiezas, combustibles, pinturas, etc.)
- Cumplir la normativa municipal en materia de zonas verdes (entre otros, no se permite: talar, podar o arrancar las especies vegetales; deteriorar mobiliario urbano, etc.).
- Mantener siempre una actitud correcta y de respeto hacia el personal de conservación.



# EL ÁRBOL Y LA BIODIVERSIDAD





## 11 EL ÁRBOL Y LA BIODIVERSIDAD

### 11.1 Los servicios ecosistémicos que proporcionan la biodiversidad

Las ciudades pueden resultar un entorno hostil para la vida, incluida la humana, debido al impacto de factores de estrés como la contaminación atmosférica y el ruido. Las zonas verdes urbanas, especialmente aquellas arboladas son zonas de escape de estos factores de estrés, donde poder relajarse y evocar sensaciones, mejorando el bienestar humano.

La diversidad biológica o biodiversidad es esencial para la función de los ecosistemas y para que estos presten servicios ecosistémicos que son esenciales para el bienestar humano, siendo los servicios ecosistémicos recursos o procesos de los ecosistemas naturales (bienes y servicios) que benefician a los seres humanos.

Las medidas de bienestar psicológico en las ciudades están estrechamente relacionadas no solo con el nivel real de biodiversidad, medido como riqueza de especies de plantas y aves y cantidad de hábitats (Fuller et al., 2007), sino también con el nivel percibido de biodiversidad (Dallimer et al., 2012).

Se puede obtener una enorme gama de servicios ecosistémicos para los seres humanos a partir de la interacción con naturaleza, ya sea indirecta, incidental o intencional. Dichos servicios ecosistémicos sustentados por la biodiversidad sólo se consiguen mediante la infraestructura verde de una ciudad, e incluyen entre otros, efectos positivos en el funcionamiento fisiológico y la salud humana, bienestar psicológico o espiritual, mejora de las funciones cognitivas, la regulación del microclima, de la escorrentía, la mejora de la calidad del aire, contribuyen a paliar el efecto invernadero, etc. (los beneficios que proporcionan los árboles se describen en detalle en el apartado “2. EL ÁRBOL Y LA CIUDAD”).

Parques y bosques son pequeñas teselas verdes que estructuran la matriz urbana, y en la medida en que las especies de plantas autóctonas se mantienen en la estructura de la vegetación, pueden considerarse islas de biodiversidad urbana.

Las arboledas de parques y jardines constituyen puntos calientes de biodiversidad y de servicios ecosistémicos porque la presencia de árboles dentro de un ecosistema enriquece su estructura ecológica y, simultáneamente, su biodiversidad. Además, los parques y jardines urbanos presentan a menudo, elevados niveles de diversificación de hábitats y heterogeneidad de micro hábitats, que favorecen la variabilidad de especies, cuanto más natural sea el área mayor variedad de especies nativas se encontrarán relacionadas, lo que maximiza los servicios ecosistémicos que proporcionan. La trama verde que conforman las zonas verdes arboladas junto con la red de arbolado viario maximizan estos servicios.

El arbolado viario y en especial las calles verdes, son un importante elemento conector de áreas verdes con mayor diversidad y contribuyen sustancialmente a fomentar y extender la biodiversidad urbana.

La gestión del arbolado, tanto de zonas verdes como de viario, puede favorecer la biodiversidad urbana y los servicios ecosistémicos que brinda, haciendo la ciudad más habitable y mejorando la calidad de vida de los ciudadanos.

Teniendo en cuenta estos factores y con el fin de aumentar el bienestar humano en las ciudades, el presente plan director pretende proporcionar las mejores condiciones para la biodiversidad global de la ciudad y, de esta manera, mejorar los servicios ecosistémicos que brinda.

### 11.2 Biodiversidad relacionada con el árbol urbano

#### 11.2.1 Fauna vertebrada. Aves y mamíferos

Las aves urbanas son los únicos vertebrados salvajes que la mayoría de los habitantes de las ciudades pueden ver y reconocer, lo que los hace especialmente importantes para conectar a los ciudadanos con la naturaleza. En las últimas décadas, la mejora de la infraestructura verde de muchas ciudades, junto con el éxito en el control de ratas, gatos callejeros y perros, y lo más importante, una caída drástica en la persecución humana - ha llevado a un considerable incremento de las comunidades de aves (Pinho et al., 2017). La avifauna urbana alguna vez estuvo dominada por algunas especies abundantes, como palomas, gorriones, estorninos o grajillas, pero hoy en día la mayoría de las ciudades están siendo colonizadas por otras especies autóctonas como mirlos, pitos reales, o incluso aves rapaces diurnas o nocturnas como cernícalos, halcones, autillos o cárabos.

Estas especies dependen de los árboles durante una parte de su ciclo de vida (por ejemplo, para construir nidos o alimentación), lo que hace que la diversidad funcional de las aves en los grandes parques urbanos muy diferente a la de los jardines urbanos pequeños (Pinho et al., 2016). De hecho, aparte de aumentar la extensión de las áreas verdes, una de las formas más fáciles de aumentar la variedad de aves es diversificar la estructura y variedad de la vegetación de los parques y jardines.

En comparación con las aves, los mamíferos urbanos son más difíciles de avistar en las ciudades. Aun así, los mamíferos tienen un papel importante en la estructuración y el funcionamiento del ecosistema siendo reguladores de la poblaciones de plagas, como en la depredación de insectos por murciélagos (Pinho et al., 2017), importantes dispersores de semillas (por ejemplo, roedores o ardillas) y buenos indicadores de la integridad del ecosistema (por ejemplo, carnívoros). En las grandes ciudades, los espacios verdes arbolados son un importante refugio y elementos de conectividad para especies autóctonas.

Entre los mamíferos de hábitos forestales, los quirópteros son el grupo de mayor importancia, sin que en ocasiones existan datos suficientes sobre su cría en el término municipal de Madrid.



### 11.2.2 Fauna invertebrada

Entre las comunidades más diversas e importantes de especies que habitan en las plantas se encuentran aquellos que viven en o de los árboles. Estos invertebrados arborícolas abarcan un gran número de especies perteneciente a todos los niveles tróficos, desde carnívoros y herbívoros hasta descomponedores, parásitos y parasitoides (Pinho et al., 2017). Los invertebrados carnívoros contribuyen a controlar posibles plagas, y las especies de herbívoros pueden ser generalistas (se alimentan de múltiples especies de plantas) o especialistas (de alimentación restringida a unas pocas especies de plantas). Con una proporción relativamente alta de plantas leñosas ornamentales que existen en espacios verdes urbanos, el número de herbívoros especialistas es particularmente alta en comparación con las áreas rurales (Trivellone et al., 2015). Los que se alimentan de flores juegan un importante papel en la polinización, mientras que los macrodetritívoros de hojarasca controlan los efectos de la diversidad de la hojarasca sobre la descomposición y el ciclo de nutrientes (Hättenschwiler y Gasser 2005).

Los invertebrados saproxílicos, principalmente escarabajos (Grove 2002), dependen fuertemente de árboles en descomposición de madera y microhábitats (Larrieu et al., 2014) o sobre la presencia de otros organismos que habitan en los árboles (Speight 1989). Ellos son los principales actores en procesos clave del ecosistema como la descomposición de la madera y el ciclo de nutrientes (Dajoz 2000), y su riqueza, composición de la comunidad y diversidad genética dependen principalmente en la identificación y distribución de especies arbóreas (Horak 2011), así como en la conectividad y régimen de manejo de árboles viejos y desechos leñosos (Vandekerkhove et al. 2013). En general se dan mejores condiciones para el desarrollo de este grupo de invertebrados en grandes zonas verdes que en viario, entre otras razones por la mayor abundancia relativa de árboles viejos, la posibilidad de mantener restos leñosos en el terreno circundante y a que muchos invertebrados saproxílicos adultos se alimentan del néctar y azúcares de flores de prados o arbustos en áreas urbanas soleadas próximas a sus lugares de anidación (Matteson y Gail 2010).

Los recursos de alimentación floral también son importantes para muchas otras especies que habitan en las plantas, como las abejas, avispa, sírfidos y mariposas, por lo que los ecosistemas viarios son menos aptos para la cría de estos insectos, pero pueden ser un importante apoyo para la alimentación de algunas especies.

### 11.2.3 Rizosfera

La biodiversidad del suelo comprende un complejo sistema de grupos biológicos interrelacionados, como bacterias, algas, hongos, protozoos, nematodos, lombrices, ácaros, escarabajos, arañas, hormigas, ciempiés y milpiés, limacos y caracoles, ratones, topos, ratones de campo, etc. Algunos tipos de servicios ecosistémicos intuitivamente pueden ser ligados al funcionamiento del suelo vivo, pero la extensión del papel funcional de la biodiversidad del suelo sigue siendo en gran parte desconocido (Pinho et al., 2017).

Esta brecha de conocimiento se aplica a suelos urbanos y no urbanos. Al considerar la provisión de servicios ecosistémicos por la biodiversidad del suelo, es fundamental observar la abundancia o la frecuencia relativa de los grupos funcionales.

Por ejemplo, se ha visto que la eutrofización en suelos agrícolas aumenta la abundancia de bacterias respecto a los hongos, lo que probablemente aumente la potencial lixiviación de nitrógeno de los suelos (de Vries et al. 2006). La abundancia de Nitrógeno en suelos urbanos, especialmente en viario, se relaciona con una pérdida de la rizosfera asociada y a un incremento de patógenos y enfermedades en los árboles y otras plantas.

Los hongos micorrizógenos tienen un gran interés para el desarrollo de los árboles, ya que establecen una relación particular de cooperación recíproca o simbiosis con las plantas. Los hongos incrementan la red de absorción, transporte de agua, sales minerales y nutrientes desde la solución del suelo a la planta, a cambio el hongo obtiene carbohidratos producidos por la fotosíntesis de la planta. Este intercambio tiene un efecto positivo en la vitalidad del árbol y en su crecimiento y puede protegerlo frente a componentes tóxicos o frente a agentes patógenos bióticos.

Algunos estudios relacionan la menor calidad de los suelos en áreas urbanas con una mayor pobreza de la diversidad de hongos micorrizógenos, beneficiosos por otro lado para el crecimiento y estado fisiológico de las plantas (Tyburska et al., 2013). Los árboles urbanos especialmente los de viario, pero también los árboles de parques o de otros los espacios verdes urbanos sufren restricciones de espacio por parte de las raíces, una baja porosidad y humedad del suelo, menor disponibilidad de minerales nutrientes, calor excesivo o contaminación del aire y el suelo.





### 11.3 Recomendaciones para favorecer la biodiversidad

#### 11.3.1 Planificación y gestión del arbolado

Debido a que la biodiversidad es la base de múltiples servicios ecosistémicos, el manejo urbano los ecosistemas de una manera amigable con la biodiversidad pueden optimizar la provisión de servicios ecosistémicos en la ciudad de Madrid y en última instancia, mejorar el bienestar humano (Pinho et al., 2017). La biodiversidad también aumenta el valor de la infraestructura verde urbana. En general, el tamaño del área verde y la intensidad de su gestión son aspectos clave que influyen en la biodiversidad (Beninde et al., 2015), así como también una adecuada interconexión de dichas islas de biodiversidad mediante corredores verdes. De hecho las áreas verdes dentro de la ciudad puede ser planificada como una red de numerosas áreas pequeñas con mayor intensidad de gestión (parques y jardines), o como algunas áreas más grandes con gestión de baja intensidad (El Monte de El Pardo o la Casa de Campo), que sirven de reservorios más importantes para la biodiversidad del término municipal. La red de arbolado viario sirve como conector entre los parques y la biodiversidad urbana.

Los árboles viarios son elementos del ecosistema clave para interconectar los distintos grupos biológicos que frecuentemente residen en áreas seminaturales o parques y jardines. Una forma importante de gestionar la biodiversidad en las ciudades es gestionando su vegetación. Ejemplos de esta gestión incluyen el uso de especies de árboles autóctonos en grandes áreas seminaturales y que puedan extenderse hacia otras áreas seminaturales mediante árboles autóctonos en zonas de viario.

El Plan de la ciudad apuesta por la creación de una red de grandes calles arboladas, con unas características ambientales específicas, que conecten la ciudad y sus espacios verdes y sean referente para todos los ciudadanos, la RED ARCE (Red de ARbolado viario que Conecta los Espacios Verdes).

Dentro de sus objetivos estratégicos se señala la necesidad de generar una nueva y completa red verde que interconecte la gran mayoría de zonas verdes de la ciudad, redefiniendo y renovando espacios y vías públicas.

#### 11.3.2 Mejora de la calidad de los suelos

Con el objetivo de favorecer la rizosfera de los suelos y la salud de los árboles en general, es necesario mejorar las condiciones generales del entorno de los árboles.

Por otro lado el tipo de vegetación que se desarrolla en los suelos puede modificar sus propiedades y se ha sugerido que promoviendo la plantación de árboles y arbustos en lugares propensos a la eutrofización en las ciudades, como los alcorques de viario, puede mejorar las condiciones del suelo y amortiguar la eutrofización (Livesley et al., 2016).

#### 11.3.3 Creación de microrreservas

Una microrreserva es una zona de menos de pequeña extensión legalmente protegida a fin de favorecer la conservación de las especies botánicas o hábitats raros, endémicos o amenazados, o las unidades de vegetación que la contienen.

También pueden servir, entre otros fines, para:

- Permitir el asentamiento de fauna como lugares de nidificación, sin excesivas molestias por la actividad humana.
- Favorecer la conservación de los sustratos sobre los que crece la vegetación, y en especial los perfiles-tipo geológicos o de suelos.
- Preservar inventarios sobresalientes de unidades de vegetación o de fauna.
- Conservar, individualmente o en conjunto, árboles monumentales o singulares que crecen sobre terrenos seminaturales, así como árboles-élite, árboles-plus u otros destinados a la investigación forestal.
- Preservar recorridos botánicos didácticos y rutas ecológicas para la docencia botánica.
- Facilitar las reintroducciones o el refuerzo de poblaciones de plantas amenazadas o en peligro de extinción.

No se trata de una figura legalmente reconocida en la legislación básica del estado ni en normativa de la Comunidad Autónoma de Madrid, no así en otras Comunidades Autónomas, que sí recogen esta figura y que ha sido una importante herramienta para salvar especies y hábitats amenazados.

En la ciudad de Madrid existen algunas especies vegetales protegidas que se encuentran gravemente amenazadas por los desarrollos urbanísticos y por el desconocimiento sobre su presencia. Como ejemplo se puede citar la *Hohenackeria polyodon*, pequeña umbelífera cuya única y última población silvestre en toda la Comunidad de Madrid se encontraba hasta hace unos años en las inmediaciones de Entrevías y de la estación de Delicias, desconociéndose a ciencia cierta si estas poblaciones han desaparecido completamente o queda todavía algún ejemplar.

#### 11.3.4 Seguimiento, formación y labores de mantenimiento de fauna autóctona

El seguimiento de fauna en zonas verdes y en el arbolado viario, es importante para conocer la evolución de distintos grupos biológicos en la ciudad, y para valorar si las acciones emprendidas tienen un efecto positivo sobre la biodiversidad.

Asimismo mediante el análisis de datos pueden advertirse declives poblacionales de ciertas especies, en qué puntos y hábitats de nuestros núcleos urbanos se localizan esos problemas y finalmente las causas de estos descensos poblacionales, para tener la posibilidad de trabajar en la conservación de especies con problemas.



Por otro lado una de las principales consideraciones por parte de la ciudadanía es que las podas y talas de árboles pueden provocar el deterioro de lugares de nidificación y refugio para algunas especies de fauna urbana y, en algunas ocasiones, la pérdida de las puestas o pollos.

Para evitar estas situaciones la estrategia fundamental se encuentra la Formación e información de personal operativo que en su labor diaria sea inspeccionar o trabajar sobre el arbolado viario. La formación debe estar encaminada a la identificación de especies de aves urbanas y de biodiversidad en general, biología y patrones de nidificación.

Además se propone elaborar un protocolo de Actuación para evitar daños o molestias a la avifauna que utiliza el arbolado como lugar de refugio, nidificación o alimentación. En dicho protocolo se establecerán recomendaciones a tener en cuenta a la hora de acometer las talas y podas en función del calendario fenológico de las especies potenciales que utilizan el arbolado y se establecerán medidas para la compensación de los posibles daños.

En este sentido se requiere profundizar en el conocimiento de los murciélagos como línea de investigación futura, para atender en su caso a estrategias de gestión y protección. Se debe tener en cuenta que para favorecer su presencia no sólo han de tenerse en cuenta sus requerimientos ecológicos sino también la existencia de otros factores como las luces nocturnas de la ciudad, que pueden actuar como barrera para murciélagos forestales, (Hale et al., 2015).

## 11.4 Gestión de fauna con impacto negativo sobre la biodiversidad y el bienestar ciudadano.

### 11.4.1 Control de plagas

Numerosas especies de aves y de invertebrados son beneficiosos para el control biológico de plagas. puesto que contribuyen al equilibrio del ecosistema y en el control de plagas, desde procesionaria del pino a insectos xilófagos. En este sentido se considera adecuado favorecer el equilibrio del ecosistema urbano, y en concreto las aves insectívoras.

También es bien conocido que las ciudades que numerosos insectos beneficiosos para el control de plagas o enfermedades precisan de ciertas plantas en invierno para desarrollar completamente su ciclo vital, como refugio o fuente de alimento. En concreto la presencia de vegetación espontánea en alcorques puede favorecer esa diversidad que permita un mayor equilibrio biológico (más información en el apartado “6. EL ÁRBOL Y SU CONSERVACIÓN”).

### 11.4.2 Fauna exótica. Cotorras

Es bien conocido que la introducción de especies exóticas invasoras por parte del ser humano es hoy en día una de las principales amenazas con que se enfrentan los ecosistemas naturales y la biodiversidad.

Las áreas urbanas están particularmente afectadas por las especies exóticas invasoras (EEI's). En estas áreas confluyen varias vías de entrada importantes que conducen a la introducción de especies exóticas invasoras (por ejemplo, las mascotas, las plantas ornamentales y las llegadas accidentales a través de puertos o aeropuertos) y su posterior propagación más allá del entorno urbano. Las ciudades, autoridades locales y otros actores urbanos desempeñan un papel fundamental en la lucha contra las invasiones biológicas, mediante la prevención de su introducción, la aplicación de medidas de control y gestión, y, sobre todo, en la sensibilización de los ciudadanos.

A nivel de flora los Ayuntamientos son uno de los principales compradores de flora ornamental y, por ello, uno de los principales responsables en el control de la expansión de especies vegetales exóticas invasoras. Algunas de estas especies son habituales en la ciudad de Madrid, por lo que es necesario trabajar en reducir o eliminar paulatinamente su plantación y presencia actual. En el caso de los especies arboladas catalogadas como exóticas invasoras en el catálogo nacional se encuentran la mimosa (*Acacia dealbata*) y el ailanto (*Ailanthus altissima*), la Budleya (*Buddleja davidii*). No obstante algunas especies exóticas no incluidas en el catálogo se han comprobado invasoras del medio natural, como *Ulmus pumila* o *Populus x canadensis*, por lo que se procurará también evitar la plantación de estas especies, siguiendo este criterio.

En el término municipal de Madrid se encuentran al menos dos especies de aves directamente relacionadas con los árboles urbanos y por tanto a destacar en el presente capítulo, la cotorra argentina y la cotorra de Kramer. Ambas especies tienen además un impacto negativo sobre las hojas y los frutos de numerosas especies de árboles.

En la distribución de la cotorra argentina es esencial la disponibilidad de árboles para la construcción de nidos. En la ciudad de Madrid tiene una acusada preferencia por nidificar en especies de cedros (*Cedrus sp.*), pero también ocasionalmente sobre otros árboles o palmeras, e incluso estructuras metálicas.

La cotorra argentina no aporta ningún beneficio al árbol, los nidos de gran tamaño y peso consiguen dañarlo en distintas escalas, y además el arbolado circundante se ve afectado a lo largo del año por la corta de ramas y hojas nuevas para reforzar y aumentar dichos nidos.

También se ve perjudicada severamente la floración y fructificación de especies ornamentales (por ejemplo, frutales o rosáceas) especialmente en cuanto a su calidad



y persistencia, perjudicando el objetivo de mantener una floración y fructificación adecuada que pueda favorecer la biodiversidad, tal y como se ha comentado.

La cotorra de Kramer puede también competir en la nidificación y alimentación con especies forestales autóctonas de aves o murciélagos.

Es necesario por tanto elaborar una estrategia común para el control de las plagas que se escapan del ámbito municipal, por la existencia de numerosos municipios afectados. No obstante, el Ayuntamiento de Madrid puede promover su creación e implementación, en conjunto con otros núcleos próximos de menor tamaño. Entre las medidas para su control pueden encontrarse:

- Contribuir en erradicar definitivamente su comercialización
- Inventario de nidificación, ya que es fácilmente visible la presencia del nido y la especie tiene un carácter gregario. Esta medida tiene interés para el seguimiento de la plaga.
- Eliminación de adultos. Se buscaría las formas de captura o eliminación más eficaz para cada espacio que nos encontramos.
- Colaboración con otros servicios municipales (bomberos, etc.)



# EL ÁRBOL Y EL AYUNTAMIENTO



## 12 EL ÁRBOL Y EL AYUNTAMIENTO

La gestión del arbolado de las calles de la ciudad no es tarea fácil y requiere de una elevada cualificación técnica para su realización. La unificación de criterios basados en la arboricultura moderna resulta primordial para minimizar problemas con el arbolado el día de mañana. Gran parte de los problemas existentes en el arbolado a día de hoy provienen de erróneas políticas de gestión que provocaron en algunos casos daños irreversibles en parte del patrimonio arbolado.

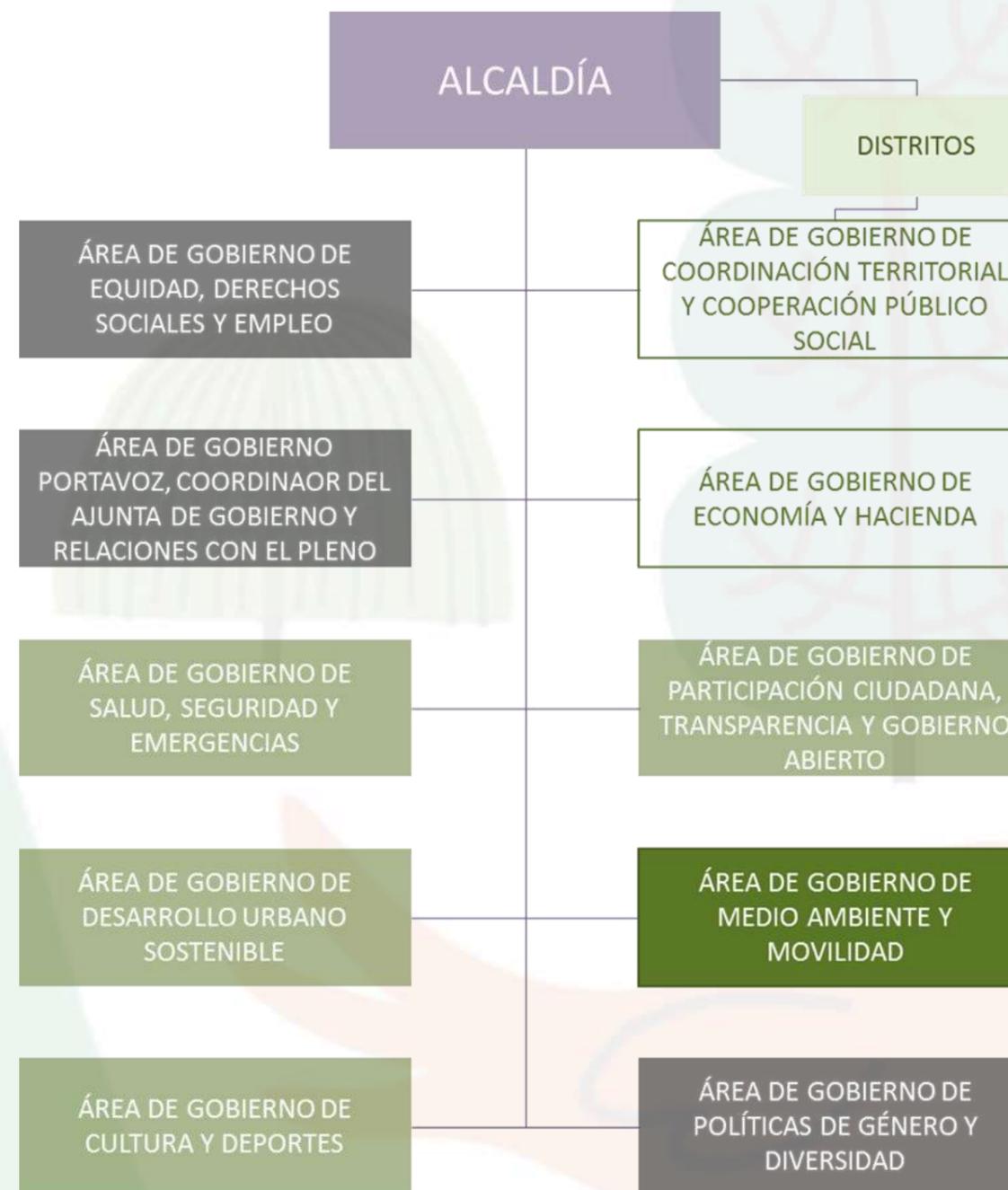
La experiencia en la gestión del arbolado urbano hace determinar que el arbolado de las calles necesita de una gestión municipal centralizada y diferenciada de la conservación de otros elementos vegetales. Por ello se recomienda que el arbolado de las calles verdes, las calles en alcorques y el resto de arbolado ubicado en infraestructuras viarias sea gestionado de forma específica, debido a las peculiaridades que este presenta.

En base a esto, es importante destacar también que, al contrario que ocurre con otros elementos de la vía pública, los errores en la gestión del arbolado (como por ejemplo podas mal ejecutadas, podas realizadas fuera del momento adecuado o riegos inadecuados) en la mayoría de los casos pueden no ser recuperables, obligando a realizar inversiones económicas posteriores que no aseguran la recuperación del árbol. Indicar también que el árbol bien mantenido, a diferencia del resto de elementos de mobiliario urbano, en términos monetarios es una inversión que no se desvaloriza con el paso del tiempo, sino que se revaloriza, de ahí la importancia de una gestión unificada

Por otro lado, resulta imprescindible la renovación de la Ordenanza municipal y la aprobación de la Propuesta de Ordenanza “Protección Y Fomento De La Infraestructura Verde Urbana Y La Biodiversidad”

El Área de Medio Ambiente debe fomentar dentro del propio Ayuntamiento el valor del patrimonio arbóreo de la ciudad, la importancia del mismo y la necesidad de cuidarlo, pues pequeñas acciones pueden influir en gran medida en el comportamiento futuro del arbolado. Para ello debe trabajar en la divulgación a nivel municipal de la importancia del arbolado, mediante la difusión del Plan Director y el Manual de Implantación del arbolado viario y hacer ver la imperiosa necesidad de que se cumplan las directrices en la medida de lo posible para mantener y mejorar el valor del arbolado de la ciudad.

El árbol ubicado en las calles, como una parte más de la infraestructura de la ciudad, afecta en su día a día a numerosas Áreas de Gobierno en mayor o menor medida, tal y como se puede ver en el siguiente organigrama municipal.



En verde oscuro se encuentra el Área de Gobierno de Medio Ambiente y Movilidad, responsable directo del patrimonio arbolado de la ciudad.



En un verde más claro se observan 4 Áreas de Gobierno que se encuentran íntimamente ligados con la gestión del patrimonio arbóreo.

- El Área de Gobierno de Desarrollo Urbano Sostenible está formada por varias Direcciones Generales que tienen al árbol de las calles como un elemento a considerar en muchas de sus tomas de decisiones. Destacan la D.G. de Estrategia de Regeneración Urbana, la D.G. de Planeamiento y Gestión Urbanística y la D. G. del Espacio Público, Obras e Infraestructuras.
- El Área de Gobierno de Salud, Seguridad y Emergencias es el responsable de acudir a los avisos procedentes de accidentes con el arbolado urbano. Con el nuevo Protocolo de incidencias presentado en este Plan, la coordinación con ellos en materia de arbolado será mucho mayor.
- El Área de Gobierno de Participación Ciudadana poco a poco va tomando mayor protagonismo en el día a día municipal, identificando las necesidades ciudadanas, y el árbol viario y su gestión es uno de los temas que preocupan bastante al ciudadano, siendo varias sugerencias existentes en la web relacionadas con el arbolado.
- El Área de Gobierno de Cultura y Deportes

En blanco con letras verdes están las Áreas de Gobierno con una leve relación con el arbolado viario y en gris las Áreas de Gobierno municipal que en principio no presentan ningún tipo de relación.

Por tanto, la coordinación con otras áreas municipales y con los distritos resulta primordial, para que la gestión y conservación del patrimonio arbóreo de la ciudad no se vea afectado.

Por tanto, anexos a este Plan Director deben establecerse unos protocolos de actuación que faciliten la comunicación municipal de forma que se ponga en valor el patrimonio arbóreo de la ciudad.

Los protocolos de actuación que deben establecerse, para una adecuada coordinación municipal son:

- Dentro del Área de Gobierno de Medio Ambiente y Movilidad
- Protocolo de Colaboración con Viveros municipales
- Con el área de Gobierno de Desarrollo Urbano Sostenible
- Protocolo de Gestión de Alcorques.
- Protocolo en Diseño e Implementación de Arbolado Viario. Aprobación del proyecto, Seguimiento de obra. Recepción del arbolado. Periodo de garantía
- Protocolo de acción en obras que afecten al arbolado. Comunicación. Seguimiento. Valoración de daños. Actuaciones.
- Protocolo incidencias de las Líneas Alta Tensión con el arbolado – Coordinación con compañías eléctricas
- Protocolo instalación terrazas
- Protocolo reparación pavimentos y alcorque por daños que ocasionan las raíces

- Protocolo instalación iluminación navideña
- Con el Área de Gobierno de Cultura y Deportes
- Protocolo con Eventos (cabalgatas, desfiles, procesiones, maratones, etc.)
- Con el Área de Gobierno de Salud, Seguridad y Emergencias
- Protocolo de gestión de Incidencias en el arbolado de la ciudad de Madrid.





# EL ÁRBOL Y SU CONOCIMIENTO



## 13 EL ÁRBOL Y SU CONOCIMIENTO

En el Ayuntamiento de Madrid existe un compromiso por seguir estudiando y analizando el comportamiento del arbolado en sus calles. Este proceso de estudio y análisis debe estar apoyado por acciones de formación continua que permitan una mejor comprensión del arbolado y su problemática asociada.

Además, el seguimiento de las incidencias detectadas en el arbolado de la ciudad, es una herramienta muy útil para ampliar el conocimiento sobre el comportamiento y la problemática del arbolado, y su análisis va a proporcionar información muy útil para la toma adecuada de medidas preventivas y correctoras.

### 13.1 Análisis y estudios del arbolado

Desde hace tiempo se han ido realizando diversos estudios para conocer cómo es el arbolado que conforma la ciudad de Madrid, cuáles son sus características principales (especies, dimensiones, etc.), cómo es el entorno en el que se ubica (marcos de plantación, distancia a elementos urbanos...), cuál es su estado estructural y fitosanitario, así como el riesgo potencial de producir accidentes.

A partir del estudio de este tipo de variables, se ha obtenido el conocimiento de cómo es el conjunto del arbolado de la ciudad, cuál es su principal problemática, y cómo deben abordarse diversos aspectos de su gestión para que exista un equilibrio entre los beneficios que aporta al ciudadano, su vida útil y el riesgo que conlleva su presencia en un entorno complicado como es el medio urbano.

Es un objetivo del Plan Director que exista una continuidad en este tipo de estudios, de forma que se actualice y amplíe el conocimiento actual del arbolado urbano de la ciudad de Madrid. Esto permitirá avances y mejoras en su gestión, lo cual se traduce también en mejoras para los ciudadanos que comparten el espacio con el arbolado.

Entre la información recogida y estudios realizados hasta ahora que se pretende tengan una continuidad o seguimiento en el futuro, destacan los siguientes:

- Comparación de inventarios: análisis comparativo de los datos de inventario del arbolado de viario de la ciudad, con el objetivo de conocer con detalle su evolución en el tiempo.
- Estudio de marras: conocer cuáles son las causas que provocan el fracaso en las plantaciones para corregirlas y conseguir una mayor eficiencia.
- Estudios de riesgo del arbolado: estudiar el estado del arbolado y su probabilidad de provocar accidentes, para llevar a cabo las actuaciones más adecuadas y minimizar su riesgo asociado.

- Guía de defectos y anomalías del arbolado viario de Madrid: Utilizar este documento como base para un mayor conocimiento de los problemas asociados al arbolado de la ciudad.

### 13.2 Formación continua

La formación del personal técnico y operativo que se encuentra implicado en la gestión del riesgo del arbolado de la ciudad, resulta básica para que cada agente implicado solucione los problemas de manera eficiente y racional.

La formación es un proceso continuo que debe estar presente en toda trayectoria profesional, y más si cabe en los profesionales relacionados con el mundo del árbol, al tratarse éste de un elemento con continuos avances científicos.

Por tanto, es un compromiso de este Plan que se lleven a cabo estas labores de formación, y que los conocimientos sobre arboricultura del personal técnico implicado sean adecuados y estén actualizados.

Las temáticas de formación, tanto para el personal técnico como para el personal operativo/podadores, deben incluir contenidos relacionados con la biología, comportamiento, mecánica y riesgo, así como cualquier otro aspecto relacionado con la gestión del arbolado.

Además, estos contenidos deben estar basados en los criterios formativos que exige la *Internacional Society of Arboriculture (ISA)* y la *European Arboricultural Council (EAC)* para la obtención de los certificados de personal técnico y podador (*European Tree Technician (ETT)* y *European Tree Worker (ETW) a nivel Europeo*), y que se encuentran avalados por la Asociación Española de Arboricultura (AEA).

Una adecuada formación técnica permite justificaciones que dan una mayor confianza tanto a los ciudadanos como a los políticos.





# EL ÁRBOL Y SU CONTROL



## 14 EL ÁRBOL Y SU CONTROL

En todo proceso es necesario realizar una valoración de su evolución y funcionamiento para detectar posibles puntos de mejora.

Para realizar el control y seguimiento del arbolado de viario de Madrid, se va a partir de la información almacenada en la aplicación informática MiNT, que recoge todos los datos recopilados hasta ahora sobre los árboles de viario de la ciudad. Esta información es actualizada de forma periódica, y al estar informatizada se crea la posibilidad de explotar esa información para poder comparar y valorar datos.

Esto va a permitir hacer uso de indicadores, que son herramientas muy útiles para el planeamiento y la gestión en general, y tienen como objetivos principales:

- Identificar el estado actual del modelo de arbolamiento
- Generar información real y útil como base para apoyar y mejorar la toma de decisiones, el proceso de diseño, la implementación o evaluación de un plan, programa, etc.
- Monitorear el cumplimiento de objetivos.
- Cuantificar los cambios en una situación que se considera problemática.
- Efectuar seguimiento a los diferentes planes, programas y proyectos que permita tomar los correctivos oportunos y mejorar la eficiencia y eficacia del proceso en general.

La idea es que la mayoría de estos indicadores puedan obtenerse a través de la aplicación informática MiNT de forma automática, de manera que la obtención de estos indicadores sea rápida y sencilla de cara a su eficacia y puedan compararse fácilmente.

Estos indicadores son obtenidos mediante la información que arroja el inventario que se tiene del arbolado de Madrid. Mediante consultas sencillas se podrá establecer un mapa de indicadores que muestren información acerca de la situación de arbolado.

A continuación, se relacionan los indicadores definidos para el control y seguimiento del árbol viario de Madrid clasificados en las siguientes categorías:

- Indicadores de cantidad
- Indicadores de diversidad
- Indicadores de dimensiones
- Indicadores de edad fenológica
- Indicadores de estado
- Indicadores de riesgo
- Indicadores de cobertura vegetal
- Indicadores de mantenimiento
- Indicadores de marras y renovación del arbolado

### 14.1 Indicadores de cantidad

- Número de árboles por cada 100 habitantes

$$NAH = \left( \frac{n^{\circ} \text{ total de árboles}}{n^{\circ} \text{ total de habitantes}} \right) \times 100$$

Las categorías definidas para este indicador son las siguientes:

- Adecuado: >11 árboles / 100 habitantes
- Aceptable: 5-11 árboles / 100 habitantes
- Inadecuado: <5 árboles / 100 habitantes

La frecuencia de medición será anual.

- Número de árboles por superficie de Unidad de Gestión

$$AUG = \left( \frac{n^{\circ} \text{ total de árboles}}{\text{ha totales de Ug}} \right)$$

Las categorías definidas para este indicador son las siguientes:

- Adecuado: >50 árboles / ha
- Aceptable: 25-50 árboles / ha
- Inadecuado: <25 árboles / ha

La frecuencia de medición será anual.

### 14.2 Indicadores de diversidad

- Número de especies distintas presentes

Las categorías definidas para este indicador son las siguientes:

- Adecuado: Ciudad >250 ; Distrito >90 ; Barrio >30
- Aceptable: Ciudad 180-250 ; Distrito 60-90 ; Barrio 20-30
- Inadecuado: Ciudad <180 ; Distrito <60 ; Barrio <20

La frecuencia de medición será anual.

- Especie más abundante y porcentaje

$$PEA = \left( \frac{n^{\circ} \text{ árboles especie más abundante}}{n^{\circ} \text{ total de árboles}} \right) \times 100$$

Las categorías definidas para este indicador son las siguientes:

- Adecuado: <10%
- Aceptable: 10-15%
- Inadecuado: >15%





La frecuencia de medición será anual.

- Porcentaje de las diez especies más abundantes

$$PDE = \left( \frac{n^{\circ} \text{árboles } 10 \text{ especies más abundantes } i}{n^{\circ} \text{ total de árboles}} \right) \times 100$$

Las categorías definidas para este indicador son las siguientes:

Adecuado: <55%  
Aceptable: 55-70%  
Inadecuado: >70%

La frecuencia de medición será anual.

### 14.3 Indicadores de dimensiones

Se definen las dimensiones por las variables de perímetro y altura. El diámetro de copa no se considera por su variabilidad por las podas y las limitaciones del desarrollo por la cercanía a fachadas.

- Abundancia de árboles por clases diamétricas

$$CDI = \left( \frac{n^{\circ} \text{árboles clase perimetral } i}{n^{\circ} \text{ total de árboles}} \right) \times 100$$

Se considera adecuada la siguiente distribución:

< 30 cm: 20-25%  
30-60 cm: 35-40%  
60-120 cm: 35-40%  
> 120 cm: < 5%

La frecuencia de medición será anual.

- Abundancia de árboles por rango de altura

$$ALT = \left( \frac{n^{\circ} \text{árboles rango de altura } i}{n^{\circ} \text{ total de árboles}} \right) \times 100$$

Se considera adecuada la siguiente distribución:

< 5 m: 20-25%  
5-10 m: 35-40%  
10-15 m: 35-40%  
15-20 m: 4,5%  
> 20 m: < 0,5%

La frecuencia de medición será anual.

### 14.4 Indicadores de edad fenológica

- Abundancia de árboles por edades fenológicas

$$EDR = \left( \frac{n^{\circ} \text{árboles edad } i}{n^{\circ} \text{ total de árboles}} \right) \times 100$$

Se considera adecuada la siguiente distribución:

Recién plantado / No consolidado: 15%  
Jóvenes: 30-45%  
Maduros: 45 -55%  
Viejos: < 5%  
Decrépitos < 0.1%

La frecuencia de medición será anual.

### 14.5 Indicadores de estado

Gracias a la cuantificación de los defectos, podemos analizar el porcentaje de arbolado de la ciudad de Madrid que presenta algún tipo de daño.

- Porcentaje de arbolado con defectos en copa

$$PDC = \left( \frac{n^{\circ} \text{árboles defectos copa}}{n^{\circ} \text{ total de árboles}} \right) \times 100$$

Las categorías definidas para este indicador son las siguientes:

Adecuado: < 10%  
Aceptable: 10-15%  
Inadecuado: >15%

La frecuencia de medición será anual.

- Porcentaje de arbolado con defectos en tronco

$$PDT = \left( \frac{n^{\circ} \text{árboles defectos tronco}}{n^{\circ} \text{ total de árboles}} \right) \times 100$$

Las categorías definidas para este indicador son las siguientes:

Adecuado: < 10%  
Aceptable: 10-15%  
Inadecuado: >15%

La frecuencia de medición será anual.



- Porcentaje de arbolado con defectos en base

$$PDB = \left( \frac{n^{\circ} \text{árboles defectos base}}{n^{\circ} \text{total de árboles}} \right) \times 100$$

Las categorías definidas para este indicador son las siguientes:

- Adecuado: < 5%
- Aceptable: 5-7%
- Inadecuado: >7%

La frecuencia de medición será anual.

- Porcentaje de arbolado con vitalidad baja

$$PVB = \left( \frac{n^{\circ} \text{árboles vitalidad baja}}{n^{\circ} \text{total de árboles}} \right) \times 100$$

Las categorías definidas para este indicador son las siguientes:

- Adecuado: < 5%
- Aceptable: 5-7%
- Inadecuado: >7%

La frecuencia de medición será anual.

- Porcentaje de árboles inclinados

$$PAI = \left( \frac{n^{\circ} \text{árboles inclinados}}{n^{\circ} \text{total de árboles}} \right) \times 100$$

Las categorías definidas para este indicador son las siguientes:

- Adecuado: < 5%
- Aceptable: 5-7%
- Inadecuado: >7%

La frecuencia de medición será anual.

## 14.6 Indicadores de riesgo

- Porcentaje de arbolado de especies con mayor probabilidad de provocar incidencias:

$$EAI = \left( \frac{n^{\circ} \text{árboles especies de riesgo}}{n^{\circ} \text{total de árboles}} \right) \times 100$$

Las categorías definidas para este indicador son las siguientes:

- Adecuado: < 30%
- Aceptable: 30-45%
- Inadecuado: > 45%

La frecuencia de medición será anual.

- Porcentaje de arbolado con riesgo aparente alto y muy alto:

$$RAP(a - ma) = \left( \frac{n^{\circ} \text{árboles riesgo aparente alto} + \text{muy alto}}{n^{\circ} \text{total de árboles}} \right) \times 100$$

Las categorías definidas para este indicador son las siguientes:

- Adecuado: < 30%
- Aceptable: 30-45%
- Inadecuado: > 45%

La frecuencia de medición será anual.

- Porcentaje de arbolado con riesgo elevado y extremo:

$$RIE(ex - el) = \left( \frac{n^{\circ} \text{árboles riesgo elevado} + \text{extremo}}{n^{\circ} \text{total de árboles}} \right) \times 100$$

Las categorías definidas para este indicador son las siguientes:

- Adecuado: < 30%
- Aceptable: 30-45%
- Inadecuado: > 45%

La frecuencia de medición será anual.





### 14.7 Indicadores de cobertura vegetal

- Fracción de cabida cubierta (FCC) sobre Unidades de Gestión

$$FUG = \left( \frac{FCC}{\text{superficie unidades gestión}} \right) \times 100$$

Las categorías definidas para este indicador son las siguientes:

- Adecuado: > 15%
- Aceptable: 10-15%
- Inadecuado: < 10%

La frecuencia de medición será anual.

- N° de calles arboladas / N° de calles sin arboladas

$$PCA = \left( \frac{n^{\circ} \text{ calles arboladas}}{n^{\circ} \text{ total de calles}} \right) \times 100$$

Las categorías definidas para este indicador son las siguientes:

- Adecuado: > 60% de calles arboladas sobre el total
- Aceptable: 50-60% de calles arboladas sobre el total
- Inadecuado: < 50% de calles arboladas sobre el total

La frecuencia de medición será anual.

- km de calle arbolada / km de calle sin arboladas Indicadores de adecuación del arbolado

$$PKA = \left( \frac{\text{km calles arboladas}}{\text{km total calles}} \right) \times 100$$

Las categorías definidas para este indicador son las siguientes:

- Adecuado: > 60% km de calle arbolada sobre el total
- Aceptable: 50-60% km de calle arbolada sobre el total
- Inadecuado: < 50% km de calle arbolada sobre el total

La frecuencia de medición será anual.

- Adecuación del arbolado

Se define la variable de adecuación en función de la distancia a fachada del arbolado y el porte del ejemplar.

$$ADA = \left( \frac{n^{\circ} \text{ árboles con correcta adecuación}}{n^{\circ} \text{ total de árboles}} \right) \times 100$$

Las categorías definidas para este indicador son las siguientes:

- Adecuado: > 60%
- Aceptable: 15-35%
- Inadecuado: < 5%

### 14.8 Indicadores de marras y renovación del arbolado

- Porcentaje de arraigo

$$PARR = \left( \frac{n^{\circ} \text{ árboles recién plantados} - n^{\circ} \text{ árboles recién plantados muertos}}{n^{\circ} \text{ total de árboles recién plantados}} \right) \times 100$$

Las categorías definidas para este indicador son las siguientes:

- Adecuado: < 5%
- Aceptable: 5-10%
- Inadecuado: > 10%

La frecuencia de medición será anual.

- Porcentaje de árboles secos (jóvenes, adultos, maduros y viejos)

$$PAS = \left( \frac{n^{\circ} \text{ árboles secos}}{n^{\circ} \text{ total de árboles}} \right) \times 100$$

Las categorías definidas para este indicador son las siguientes:

- Adecuado: < 1%
- Aceptable: 1-3%
- Inadecuado: > 3%

La frecuencia de medición será anual.

- Porcentaje de renovación (talas)

$$PRA = \left( \frac{n^{\circ} \text{ árboles recién plantados (Talas)}}{n^{\circ} \text{ total de árboles}} \right) \times 100$$

Las categorías definidas para este indicador son las siguientes:

- Adecuado: < 1,5 %
- Aceptable: 1,5-3 %
- Inadecuado: > 3%

La frecuencia de medición será anual.



- Porcentaje de reposición (recién plantados y no consolidados)

$$PRA = \left( \frac{n^{\circ} \text{ árboles recién plantados (RP y NC)}}{n^{\circ} \text{ total de árboles}} \right) \times 100$$

Las categorías definidas para este indicador son las siguientes:

- Adecuado: <3%
- Aceptable: 3-5%
- Inadecuado: >5%

La frecuencia de medición será anual.





# ANEXOS DEL PLAN DIRECTOR DEL ARBOLADO VIARIO DE LA CIUDAD DE MADRID



## ANEXO 1: LAS FASES DE DESARROLLO NATURAL DE LOS ÁRBOLES SEGÚN PIERRE RAIMBAULT

El modelo desarrollo natural de los árboles de Raimbault quizá sea más conocido y seguido por los practicantes de arboricultura en España ya que contribuye de manera sencilla a comprender el crecimiento y desarrollo generalizado en todos los árboles por el modo más común. No obstante hay otros, algunos de los cuales se mencionan en este apartado.

Pierre Raimbault describe que, independientemente de los modelos arquitecturales específicos, el desarrollo natural en todas las especies arbóreas pasa por una serie de fases o etapas desde la germinación de la semilla hasta la muerte por pura vejez de los árboles. Durante estas etapas el árbol cambia varias veces de organización biológica y su morfología, y se suceden distintas estrategias y estadios de desarrollo.

Es importante subrayar que los estadios de desarrollo en el modelo de crecimiento según P. Raimbault están basados en la creación de árboles a través de una semilla, de especies de árboles que construyen su estructura por reiteración (no incluye unas pocas especies que mantienen el esquema de su unidad arquitectural juvenil toda su vida, denominada gigantismo) y que las fases del sistema radicular son naturales, generándose una raíz pivotante y unas condiciones propicias para su desarrollo en el entorno, condiciones que no suelen darse con árboles urbanos..

Raimbault describe el tipo de crecimiento y desarrollo diferenciando la parte aérea de la radicular.

### Parte aérea

En la parte aérea la vida de un árbol desde la germinación hasta su muerte se puede dividir en 10 etapas o estadios. Esta escala es aplicable a todos los árboles ramificados.

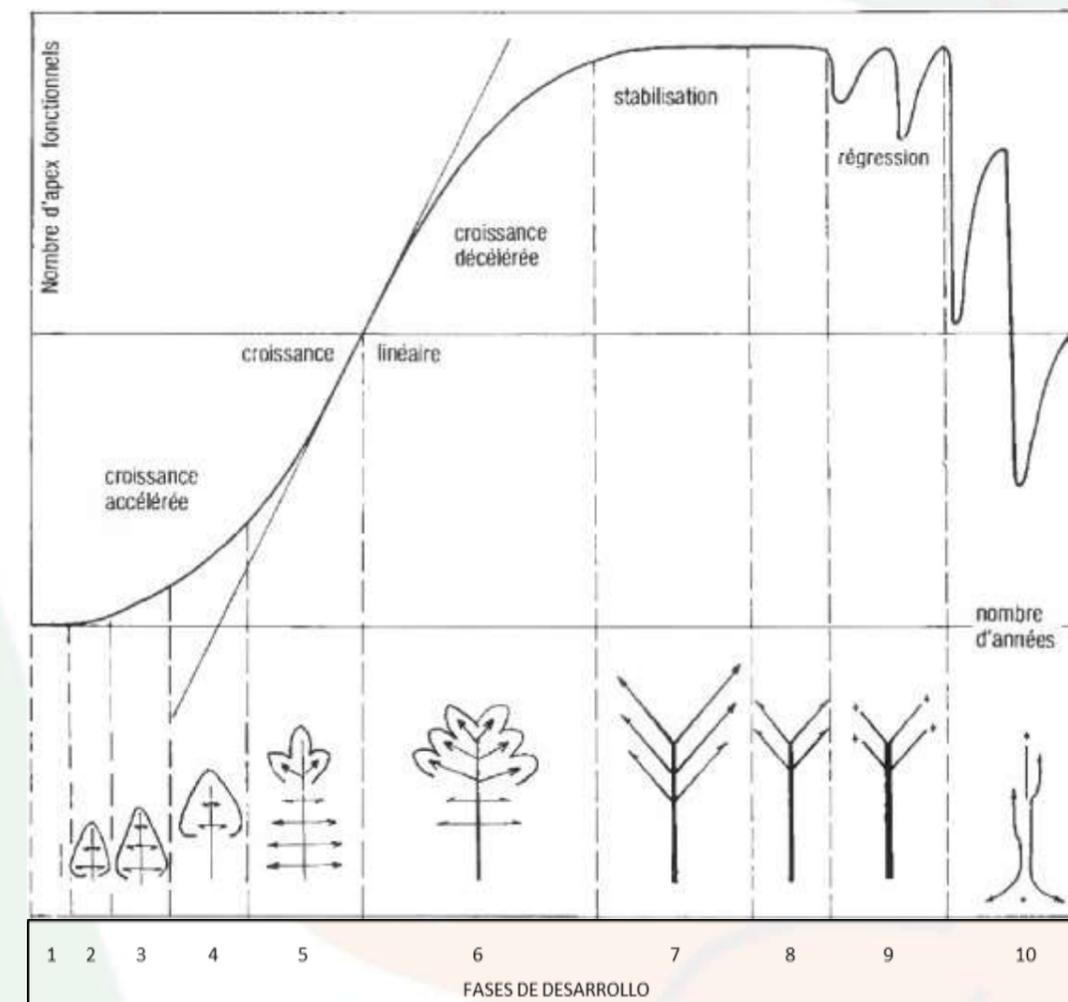
Las primeras 4 etapas corresponden a la elaboración de tronco y la copa temporal, son fases de producción y crecimiento neto. Durante los primeros años el árbol da la prioridad de crecimiento en altura y al desarrollo radicular longitudinal para posteriormente dar prioridad al crecimiento en anchura de las partes que componen el árbol.

Durante las fases 5 y 6 el árbol elabora su estructura definitiva. Cuando el árbol es adulto, da prioridad a la duración de la estructura mediante la renovación de sus ramas.

En las fases 7 y 8 el crecimiento neto se detiene. En la fase madura comienza una progresiva degradación del sistema radicular que en un primer momento no es visible en la copa, pero que a medida que esta aumenta, la parte aérea se ve progresivamente debilitada.

Las últimas etapas 9 y 10 corresponden al descenso de copa y la muerte o caída espontánea de los árboles. En la senescencia el árbol adopta una estrategia de reconstrucción de su estructura para adaptarla a las dimensiones y capacidades del sistema radicular del árbol, que ya comenzó a perder en la etapa de madurez.

Asimismo Raimbault especifica que de las fases 1 a 5 existe un crecimiento acelerado. En la fase 6 existe un crecimiento decelerado. En las fases 7 y 8 el crecimiento se estabiliza y en las fases 9 y 10 se produce regresión.



Evolución del árbol desde la germinación hasta la muerte. Esquemático y descompuesto en 10 estadios y adquisición y pérdida de potencial de crecimiento durante la secuencia de desarrollo del árbol, desde la plántula al árbol senescente.

La descripción de las fases 9 y 10 no es aceptable para algunos autores, como Christophe Drénou (Iguñiz, 2013), quién considera correctas las fases 1 a 8, pero no las fases 9 y 10 y que podrían alcanzarse en algunos ejemplares, pero que no serían

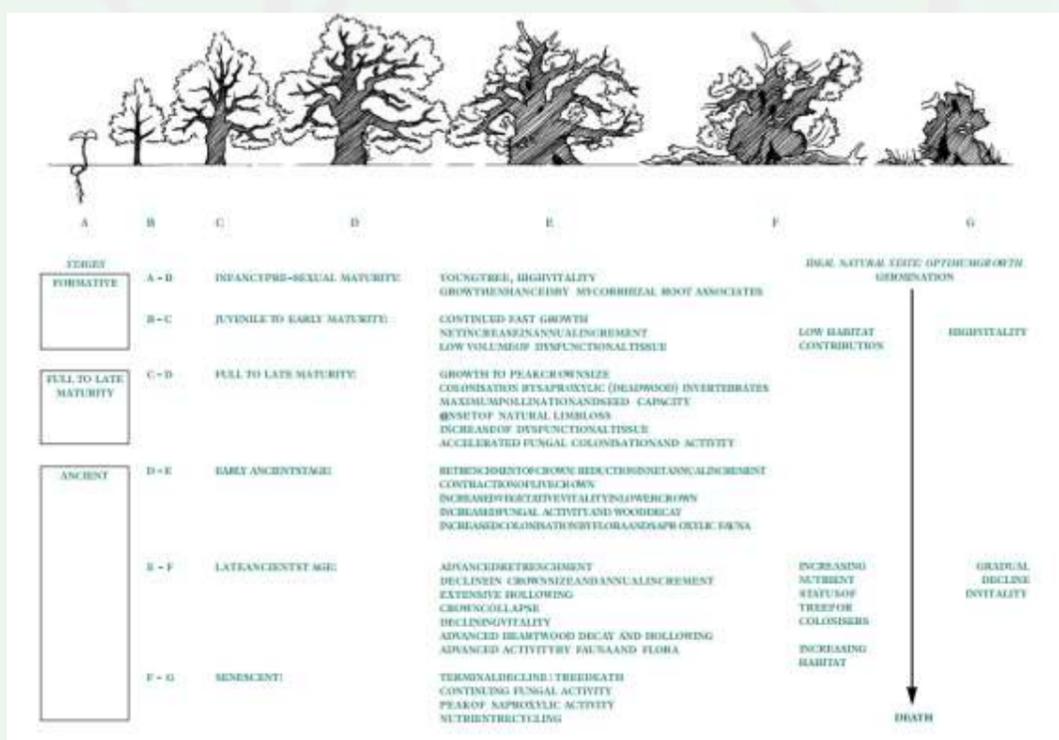


regla general. Para Drénou, los árboles con porte natural llegan a la fase 8, y a partir de ahí van muriendo; sólo algunos hacen descenso de copa.

Tampoco William Moore (2003) parece estar completamente de acuerdo con estas dos últimas fases. Según este autor los dos últimos estadios de senescencia sugeridos por Raimbault corresponden a los estadios de decaimiento (bajada o regresión de la copa) que pueden manifestarse en todo momento de la vida de numerosas especies de árboles. Además, como la morfología de los árboles es extremadamente variable, muchas especies no pueden ser evaluadas a partir de las diez fases propuestas.

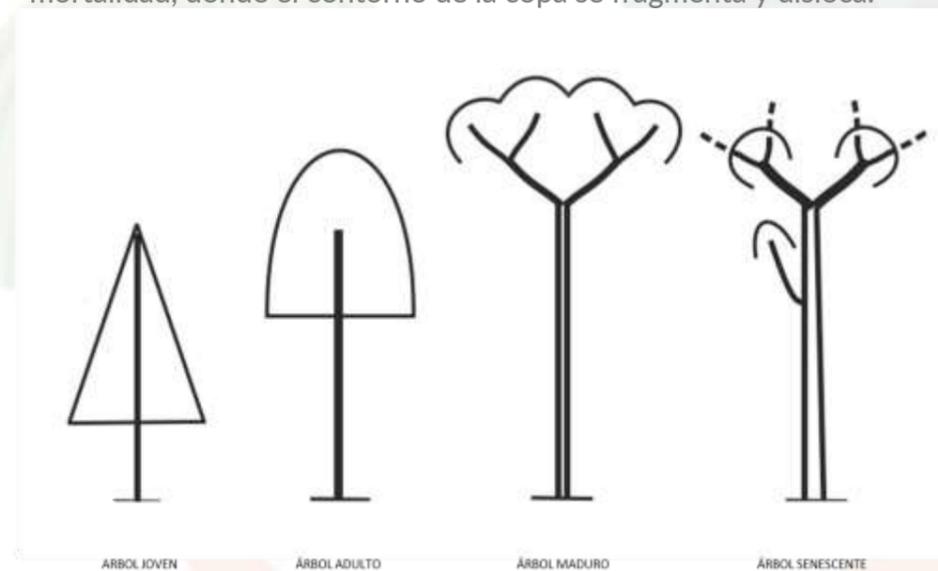
Numerosos autores también recogen distintas fases de desarrollo natural de los árboles, todas semejantes pero con pequeños matices. Recogemos aquí un resumen de algunas de ellas:

- Claude Edelin (2000) diferencia sólo tres etapas: 1), el árbol de futuro, 2), el árbol del presente y 3) el árbol del pasado.
- White (2000) recoge también tres, formación, madurez y senescencia.
- Reed (2000) expone siete fases de vida: A: Infancia, B Madurez sexual, C, Madurez completa, D, Madurez tardía, E, vejez temprana, F, vejez tardía y G, senescente. Asimismo las agrupa en tres fases (formativa, de completa a temprana madurez y de vejez).



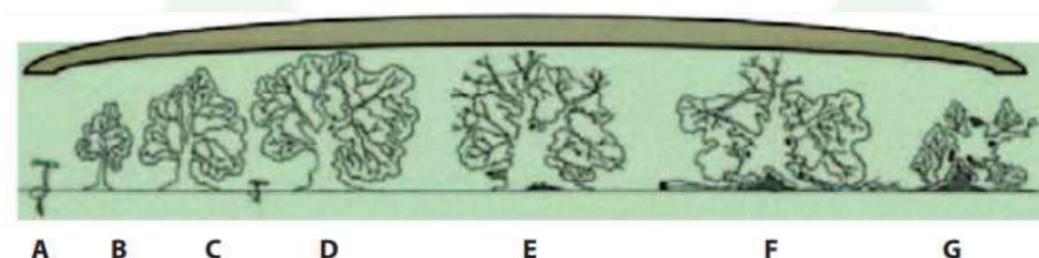
Fases en la vida de un árbol según Hellen Reed (2000)

- William Moore (2003) recoge cuatro. Fase 1 de asentamiento del árbol, Fase 2 de rápida expansión, Fase 3, de lenta expansión y fase 4 de senescencia y hace referencia entre otros a las fases de Raimbault, estableciendo correlaciones a excepción de las fases 9 y 10, tal y como se ha explicado con anterioridad.
- Sabatier, Caraglio y Drénou (2014) establecen cuatro estados de desarrollo diferenciado para frondosas. Las etapas son: (1. Estado joven, conforme a su unidad arquitectural, en el que el esquema de la copa es piramidal, 2. Estado adulto en proceso de construcción de su copa, en la que la parte superior de la misma se redondea, 3. Estado maduro, en esta fase la periferia de la copa está constituido por "copitas" similares entre ellas en frondosas, mientras que en coníferas la copa tiene forma de "tabla" en la parte superior del tronco y los ejes en desarrollo tienden hacia una dirección del crecimiento horizontal. 4. Árbol senescente e invasión progresivo por mortalidad, donde el contorno de la copa se fragmenta y disloca.



Etapas de desarrollo para las especies frondosas según Sabatier et al. (2014)

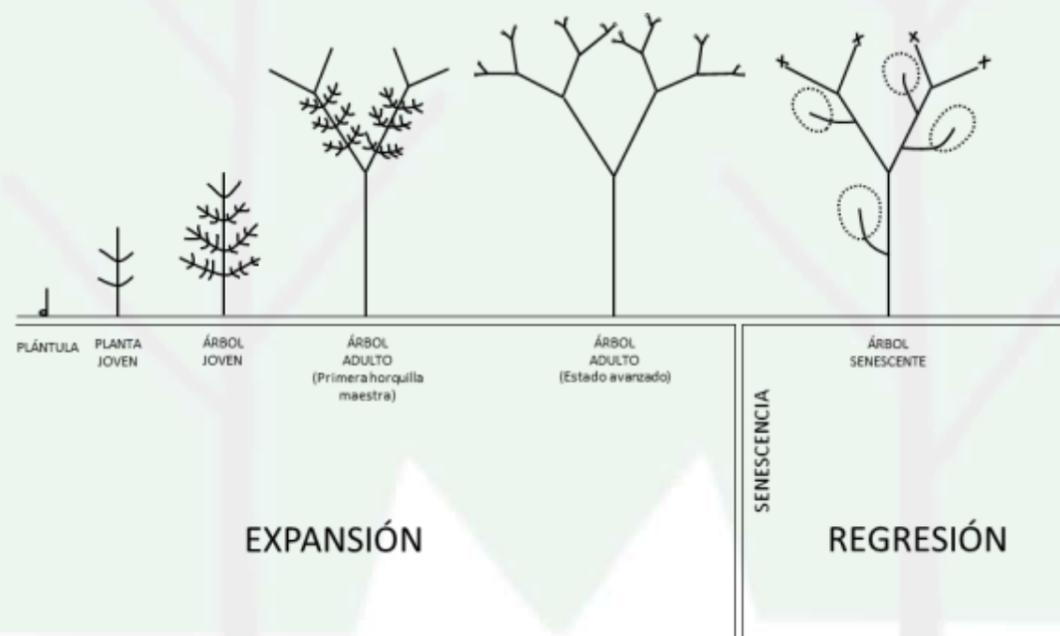
- Fay (2016), relaciona las fases descritas por Raimbault con las que recoge Reed, estableciendo equivalencias.



YOUNG PHASE		FULL TO LATE MATURE PHASE		ANCIENT PHASE	
MORPHO-PHYSIOLOGICAL EQUIVALENT STAGES (Raimbault, 1995)					
1-4		5-7		8	9 10
Seed to Early Mature Developmental/ Sexual Maturity	Full - Late Mature Expansion/ Consolidation	Early Ancient Rejuvenation/Decline	Mid Ancient Rejuvenation/Decline	Late Ancient Rejuvenation/End of Life	
A-C		C-D	D-E	E-F	F-G

Estados morfofisiológicos según Neville Fay (2016)

- Por último, Jeanne Millet (2015, 2016) establece seis estados de desarrollo (plántula, planta joven, árbol joven, árbol adulto tras formación de la primera horquilla maestra, árbol adulto en estado avanzado y árbol senescente agrupadas en dos fases en función de su tasa de crecimiento (expansión y regresión).



Secuencia de fases de desarrollo de un árbol, desde la plántula a la senescencia. Incluye las fases de expansión y de regresión. Basado en Jeanne Millet (2015, 2016)

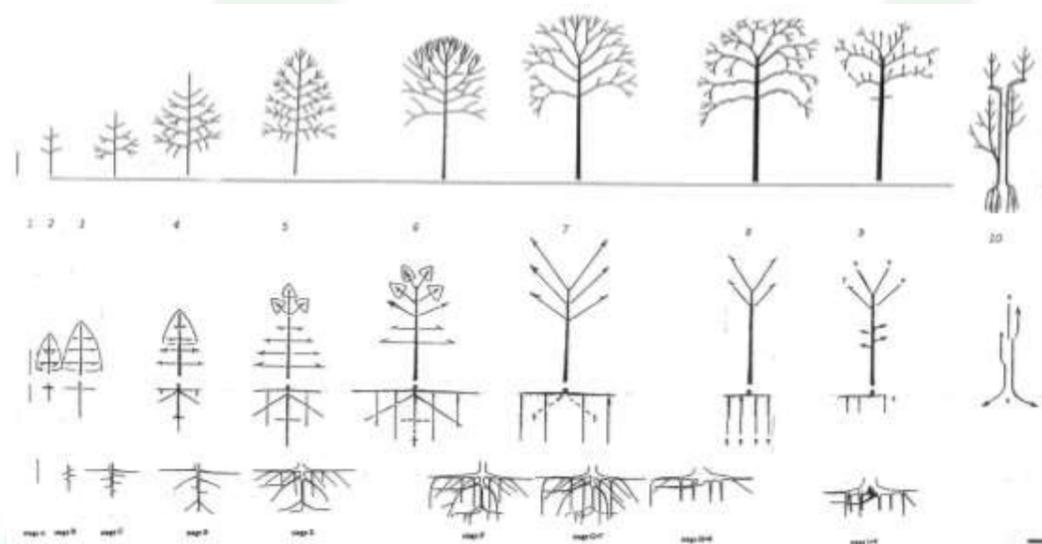
### Parte radicular

Al tratarse las raíces de una parte del árbol difícil de explorar, no existen tantas propuestas de modelos como ocurre en la parte aérea, y casi todas hacen referencia al modelo de Pierre Raimbault de desarrollo natural de las raíces.

Este autor clasifica las raíces en 9 estadios de desarrollo y advierte que no hay una correspondencia obvia entre los pasos A (raíces) y 1 (desarrollo aéreo) y la F (raíces) con la 6 (desarrollo aéreo), mientras que existe cierta correspondencia entre la fase G con la 7, la F con la 8 y la H con la 9.

Las etapas morfológicas de desarrollo radicular serían las siguientes:

- A. Crecimiento de la pivotante si existe.
- B. Desarrollo sobre la pivotante de raíces fuertemente dominadas por la pivotante.
- C. Desarrollar de raíces horizontales maestras y oblicuas en el cuello y en la parte superior de la pivotante.
- D. Se detiene el crecimiento vertical de la raíz pivotante dividiéndose en varias raíces principales.
- E. En las raíces horizontales y oblicuas se desarrollan fuertes ramificaciones verticales.
- F. Las raíces verticales crecidas de las horizontales alcanzan su profundidad máxima desarrollándose con mucha fuerza.
- G. (Corresponde aproximadamente al estadio 7 de la parte aérea) Las raíces amplían su radio de búsqueda en un radio de 1 a 3 metros desde el tronco. Conservan raíces verticales, entre ellas, la pivotante, que con el tiempo suele desaparecer ya que su función es explorar el terreno y encontrar alimento. Una vez realizado el trabajo, es desechada por el árbol ya que necesita demasiada energía para mantenerla. Las raíces horizontales sobrepasan el radio de la copa.
- H. (Corresponde aproximadamente al estadio 8 de la parte aérea) Se produce una lenta renovación en las raíces finas y verticales, pero el sistema radicular se mantiene superficial. Desaparece la raíz pivotante pudiendo llegar la pudrición hasta el cuello del tronco.
- I. (Corresponde aproximadamente al estadio 9 de la parte aérea) Las raíces verticales y las puntas de las raíces horizontales mueren.
- J. (Corresponde aproximadamente al estadio 10 de la parte aérea). La actividad cambial ligada al desarrollo de las reiteraciones totales en la parte aérea induce un nuevo sistema radicular. Este se desarrolla en vertical si las reiteraciones aéreas tienen un crecimiento rápido. Si este desarrollo radicular se formara en horizontal sería por que las reiteraciones aéreas tienen un crecimiento lento.



Fases de desarrollo natural de la parte aérea y de las raíces según Pierre Raimbault

En cambio Christophe Drénou (2000), citando la autoría de Raimbault establece seis fases de desarrollo a nivel radicular, matizando lo desarrollado por este. Según Drénou las grandes etapas siguen un orden cronológico, pero puede haber inversiones, o incluso la ausencia de una fase en particular. Estas son:

- Ramificación difusa de la pivotante primaria. A la germinación, la plántula configura una radícula de crecimiento vertical y abundantemente ramificada. De todos los ejes ramificados desde este pivote primario dominante, sólo unos pocos participarán posteriormente en la estructura raíz, los otros serán caducos más o menos a corto plazo
- Instalación de las raíces maestras (principales horizontales). Derivan de la diferenciación de un pequeño número de ejes radiculares que porta la radícula inicial. Las raíces maestras se pueden distribuir más o menos escalonadamente a lo largo del pivote primario (caso del pino marítimo) o estar únicamente situados en la proximidad del cuello (caso de la píceo común)
- Aparición de las pivotantes secundarias. Localizadas en la parte central del sistema de raíces (radio alrededor de 1 a 3 m del cuello), las pivotantes secundarias tienen una apariencia centrífuga (las primeras nacen cerca del cuello, las siguientes se alejan de él). Los pivotes secundarios se forman solo cuando el árbol ha adquirido una cierta dimensión. La dirección de crecimiento de las pivotantes secundarias no siempre es estrictamente vertical; también puede ser oblicuo.
- Pérdida de dominancia de la pivotante primaria. El extremo de esta termina por morir o se curva. La exploración profunda del suelo en profundidad ha llegado a su fin.

- Fortalecimiento de la red de anclaje. Las raíces maestras engrosan de manera importante en ciertas especies (pino marítimo, haya, plátano híbrido...), se fusionan entre sí en los puntos de cruce. Además, algunas especies, pero no todas, tienen la capacidad de producir cerca del cuello una segunda generación de raíces maestras incluso puede haber varias generaciones sucesivas de maestras (haya, abeto de Douglas, plátano híbrido...). Esta estrategia permite optimizar la ocupación del suelo mediante las raíces en los espacios que quedaron vacantes por el sistema radicular inicial.
- Senescencia del sistema radicular. Esta comienza con la muerte de los extremos de los pivotes secundarios en el compartimento central del sistema radicular. También hay una disminución en la capacidad de renovar raíces finas. Según algunos autores, la senescencia y posterior muerte del árbol es debido a una deficiente circulación de la savia entre las raíces y las hojas (Kazarjan, 1969; Chouard, 1977).



## ANEXO 2: DATOS DE REFERENCIA DE LA POBLACIÓN DE ARBOLADO VIARIO DE LAS CALLES CON ALCORQUE

En el documento “Diagnóstico de situación del arbolado viario” se expone un detallado análisis de toda la información disponible relacionada con el arbolado viario y su entorno.

La información de partida con la que se trabajó fue

- El inventario del arbolado viario de la ciudad de Madrid, con más de 40 campos en la ficha individual de cada posición arbolada que se agrupan en los siguientes apartados
- Datos de identificación
- Datos de entorno de la posición
- Datos de la posición arbolada
- Posibles daños o defectos existentes
- Plagas y enfermedades
- Vitalidad
- Información relativa a las Unidades de Gestión
- Datos relativos al riego de cada posición arbolada
- Datos relativos a la población ciudadana a nivel de barrio, distrito y ciudad

Para poder relacionar y comparar de manera cualitativa y cuantitativa todos los datos se desarrollaron Fichas de Análisis del Arbolado Viario que permitieron realizar el estudio en tres estratos espaciales diferenciados: ciudad, distrito y barrio.

Además, en las Fichas de Análisis del Arbolado Viario se diferenciaron dos partes, una primera con las Características y Calidad del Arbolado Viario en cuanto a composición y estado de la arboleda y su adecuación al entorno y una segunda con una serie de Parámetros de Referencia que valoran la idoneidad de los resultados obtenidos mediante el establecimiento de unos valores *adecuados*, *aceptables* e *inadecuados* para cada uno de ellos, identificando mediante un sencillo código de colores cada una de estas tres situaciones.

En el presente apartado se hará referencia a los datos y conclusiones más importantes obtenidos a nivel ciudad.

El 54% de las calles de Madrid se encuentran arboladas, en estas 5.156 calles se reparte un total de 254.836 posiciones arboladas (el 90% son árboles y el 10% marras y tocones).

### Características y calidad del arbolado viario

#### Composición

- Especies:

Categoría	Parámetros de estudio	Unidades	%
Especie	Nº especies distintas presentes	228	100,88%
	Especie más abundante	<i>Platanus x hybrida</i>	
		52.343	22,73%
	10 especies más abundantes	174.306	75,71%
	Total árboles	230.242	90,35%

#### ESPECIES ARBÓREAS MÁS ABUNDANTES

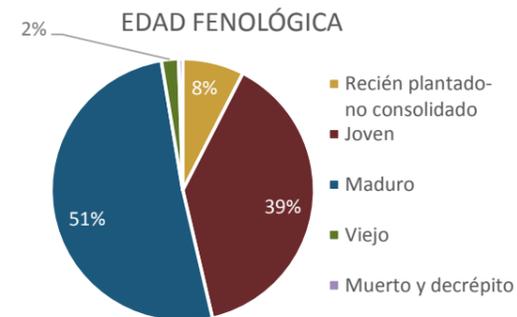
Categoría	Unidades	%
<i>Platanus x hybrida</i>	52.343	22,73%
<i>Sophora japonica</i>	29.548	12,83%
<i>Ulmus pumila</i>	21.477	9,33%
<i>Ligustrum japonicum</i>	15.437	6,70%
<i>Robinia pseudoacacia</i>	14.958	6,50%
<i>Celtis australis</i>	13.787	5,99%
<i>Acer negundo</i>	11.067	4,81%
<i>Melia azedarach</i>	6.789	2,95%
<i>Catalpa bignonioides</i>	4.679	2,03%
<i>Aesculus hippocastanum</i>	4.221	1,83%
Otras	55.936	24,29%
<b>TOTAL</b>	<b>230.242</b>	<b>100,00%</b>





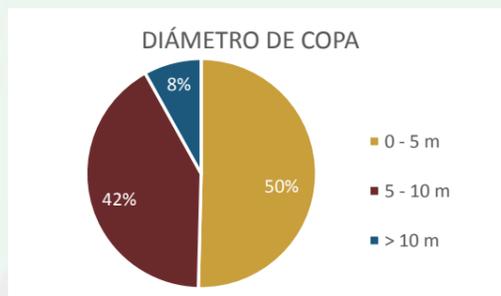
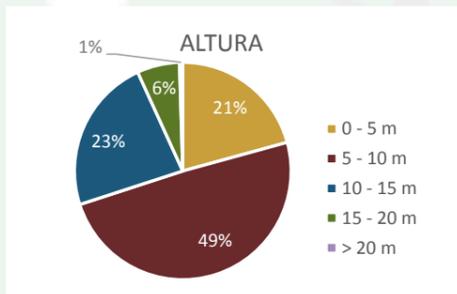
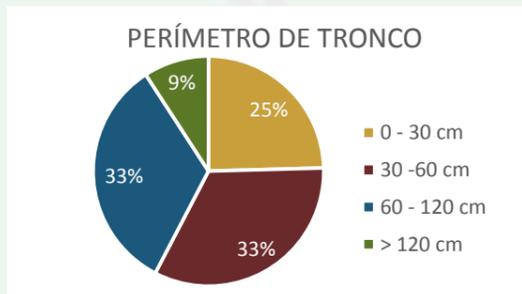
• Características dendrométricas:

Categoría	Parámetros de estudio	Intervalos	Unidades
Características dendrométricas	Perímetro tronco a 1,30 m	0 - 30 cm	56.414
		30 - 60 cm	75.938
		60 - 120 cm	76.227
		> 120 cm	21.030
	Altura total	0 - 5 m	47.386
		5 - 10 m	112.504
		10 - 15 m	52.887
		15 - 20 m	14.492
		> 20 m	1.110
	Diámetro de copa medio	0 - 5 m	114.835
5 - 10 m		94.640	
> 10 m		18.411	



• Disposición:

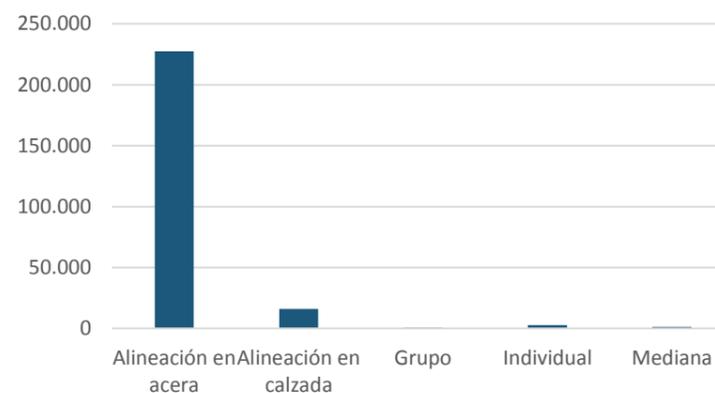
Categoría	Parámetros de estudio	Unidades	%
Disposición	Alineación en acera	227.410	89,24%
	Alineación en calzada	16.033	6,29%
	Grupo	675	0,26%
	Individual	2.790	1,09%
	Mediana	1.252	0,49%



• Edad fenológica:

Categoría	Parámetros de estudio	Unidades	%
Edad fenológica	Recién plantado-no consolidado	17.353	7,54%
	Joven	89.208	38,75%
	Maduro	117.213	50,91%
	Viejo	4.856	2,11%
	Muerto y decrepito	1.150	0,50%

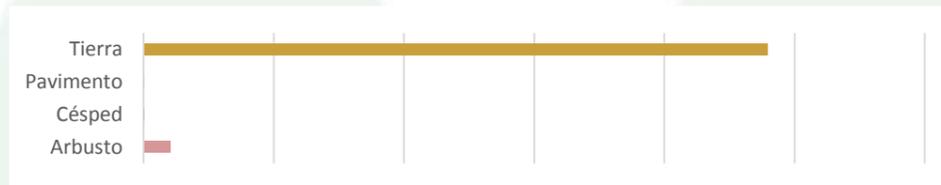
DISPOSICIÓN





• Tipo de superficie:

Categoría	Parámetros de estudio	Unidades	%
Tipo de superficie	Arbusto	10.251	4,02%
	Césped	333	0,13%
	Pavimento	15	0,01%
	Tierra	239.661	94,05%



Estado del arbolado

• Estructura e inclinación:

Categoría	Parámetros de estudio	Unidades	%
Estructura	Estructurado	211.529	91,87%
	Desestructurado	6.950	3,02%
	Muy desestructurado	588	0,26%
Inclinación	0-10 °	205.050	89,06%
	11-20 °	24.356	10,58%
	21-45 °	794	0,34%
	> 45 °	42	0,02%



• Presencia y transparencia de copa:

Categoría	Parámetros de estudio	Unidades	%
Presencia de copa	Baja 0 - 25 %	4.364	1,90%
	Media 25 - 60 %	154.488	67,10%
	Alta 60 - 100 %	55.312	24,02%
Transparencia de copa	Baja 0 - 25 %	37.380	16,24%
	Media 25 - 60 %	168.714	73,28%
	Alta 60 - 100 %	5.676	2,47%

• Vitalidad:

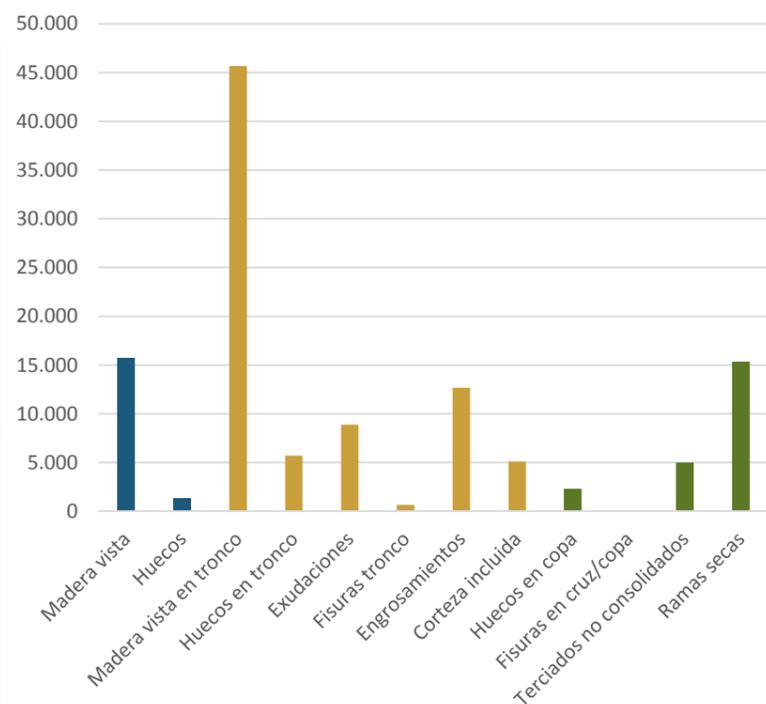
Valoración global Vitalidad			
Presencia de copa	Transparencia de copa		
	Baja 0 - 25 %	Media 25 - 60 %	Alta 60 - 100 %
Baja 0 - 25 %	236	1.980	2.095
Media 25 - 60 %	3.590	147.232	3.269
Alta 60 - 100 %	33.530	19.449	308

• Defectos:

Categoría	Parámetros de estudio	Unidades	%
Defectos en base	Madera vista	15.700	6,82%
	Huecos	1.295	0,56%
	Nº árboles con defectos en base	<b>16.745</b>	<b>7,27%</b>
Defectos en tronco	Madera vista en tronco	45.688	19,84%
	Huecos en tronco	5.691	2,47%
	Exudaciones	8.875	3,85%
	Fisuras tronco	647	0,28%
	Engrosamientos	12.665	5,50%
	Corteza incluida	5.106	2,22%
	Nº árboles con defectos en tronco	<b>65.373</b>	<b>28,39%</b>
Defectos en copa	Huecos en copa	2.234	0,97%
	Fisuras en cruz/copa	91	0,04%
	Terciados no consolidados	4.948	2,15%
	Ramas secas	15.364	6,67%
	Nº árboles con defectos en copa	<b>21.348</b>	<b>9,27%</b>
Buen estado	Nº de árboles sin defectos significativos:	<b>151.329</b>	<b>65,73%</b>



CUANTIFICACIÓN DE DEFECTOS EN EL ARBOLADO



Entorno

Categoría	Parámetros de estudio	Unidades	%
Tipología de Vial	Tipo A	100.030	39,25%
	Tipo B	84.532	33,17%
	Tipo C	55.049	21,60%
	Tipo D	4.027	1,58%
	Tipo E	5	0,00%
	Tipo F	35	0,01%
Tipología de entorno de calzada	Aparcamiento en línea	135.376	53,12%
	Aparcamiento en batería	45.962	18,04%
	Carril Bus con aleta de tiburón	2.211	0,87%
	Carril Bus sin aleta de tiburón	5.125	2,01%
	Sin banda aparcamiento ni carril bus	55.028	21,59%
Distancia a fachada	Muy pequeña (< 3 m)	48.330	18,97%
	Pequeña (3 - 5 m)	40.045	15,71%
	Mediana (5 - 6 m)	10.026	3,93%
	Grande (6 - 8 m)	16.375	6,43%
	Muy grande (> 8 m)	128.169	50,29%
	Ancho de acera		
Interferencias	Menor de 3 m	55.409	21,74%
	De 3 a 4 m	59.070	23,18%
	De 4 a 6 m	72.778	28,56%
	Mayor de 6 m	56.079	22,01%
	Farolas	4.151	1,63%
	Edificios	2.491	0,98%
Marco de plantación	Señales y semáforos	1.714	0,67%
	Invasión de calzada o acera	1.479	0,58%
	Cables No Alta Tensión	1.867	0,73%
	Cables Alta tensión	34	0,01%
	Inadmisible: <=3	3.384	1,33%
	Muy Pequeño: 3-5	57.811	22,69%
Distancia entre ejes de alineación	Pequeño: 5-6	65.666	25,77%
	Mediano: 6-8	88.388	34,68%
	Grande >8	24.864	9,76%
	Muy pequeña (< 9 m)	28.018	10,99%
	Pequeña (9 - 11 m)	67.089	26,33%
Adecuación del arbolado	Mediana (11 -16 m)	78.185	30,68%
	Grande (16 - 25 m)	52.274	20,51%
	Muy grande (> 25 m)	17.784	6,98%
Adecuación del arbolado	Adecuado	95.152	37,34%
	Aceptable	61.367	24,08%
	Inadecuado	74.637	29,29%



## Parámetros de referencia

A continuación se describen los parámetros de referencia definidos, que se agrupan en tres apartados: características y calidad, gestión de arbolado y arbolado y entorno.

### Características y calidad

- Cantidad:
  - N° Árboles Viario/Habitante:
    - Adecuado: >11 árboles / 100 habitantes
    - Aceptable: 5-11 árboles / 100 habitantes
    - Inadecuado: <5 árboles / 100 habitantes
  - N° Árboles Viario/Superficie de Unidad de Gestión:
    - Adecuado: >50 árboles / ha
    - Aceptable: 25-50 árboles / ha
    - Inadecuado: <25 árboles / ha
- Diversidad:
  - N° de especies distintas presentes:
    - Adecuado: Ciudad >250 ; Distrito >90 ; Barrio >30
    - Aceptable: Ciudad 180-250 ; Distrito 60-90 ; Barrio 20-30
    - Inadecuado: Ciudad <180 ; Distrito <60 ; Barrio <20
  - Porcentaje de la especie más abundante:
    - Adecuado: <10%
    - Aceptable: 10-15%
    - Inadecuado: >15%
  - Porcentaje de las diez especies más abundantes:
    - Adecuado: <55%
    - Aceptable: 55-70%
    - Inadecuado: >70%
- Dimensiones:
  - Porcentaje de clases de perímetro de tronco: se considera adecuada la siguiente distribución
    - < 30 cm: 20-25%
    - 30-60 cm: 35-40%
    - 60-120 cm: 35-40%
    - > 120 cm: < 5%
  - Porcentaje de rangos de altura: se considera adecuada la siguiente distribución
    - < 5 m: 20-25%
    - 5-10 m: 35-40%
    - 10-15 m: 35-40%
    - 15-20 m: 4,5%
    - > 20 m: < 0,5%
  - Edad fenológica:
    - Porcentaje de edades fenológicas: se considera adecuada la siguiente distribución
      - Recién plantado / No consolidado: 15%
      - Jóvenes: 30-45%
      - Maduros: 45 -55%
      - Viejos: < 5%
      - Decrépitos < 0.1%
  - Estado
    - Porcentaje de arbolado con defectos en copa
      - Adecuado: < 10%
      - Aceptable: 10-15%
      - Inadecuado: >15%
    - Porcentaje de arbolado con defectos en tronco
      - Adecuado: < 10%
      - Aceptable: 10-15%
      - Inadecuado: >15%
    - Porcentaje de arbolado con defectos en base
      - Adecuado: < 5%
      - Aceptable: 5-7%
      - Inadecuado: >7%
    - Porcentaje de arbolado con vitalidad baja
      - Adecuado: < 5%
      - Aceptable: 5-7%
      - Inadecuado: >7%

Respecto a todos estos parámetros de referencia de Características y Calidad la siguiente tabla muestra la situación del arbolado viario en la actualidad





CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD

Categoría	Parámetro	Madrid
Cantidad	nº árboles viario/ 100 habit.	8,05
	nº árboles /superficie UG (ha)	44,27
Diversidad	nº especies distintas presentes	226
	Especie más abundante	PHY
	% especie más abundante	23%
	% 10 especies más abundante	75%
Dimensiones	Clase diam. más abundante	60-120cm
	% en clase diam más abundan.	33%
	Rango altura más abundante	5-10m
	% en rango altura más abun.	49%
Edad fenológica	Edad fenologica más abundan.	Maduro
	% en edad fenol. Más abundan.	51%
Estado	% arbolado defectos copa	9%
	% arbolado defectos tronco	28%
	% arbolado defectos en base	7%
	% arbolado vitalidad baja	2%

Gestión de arbolado

- Riesgo:
  - Adecuado: < 3%
  - Aceptable: 3-6%
  - Inadecuado: > 6%
- Porcentaje de arbolado con índice de riesgo aparente >6:
  - Adecuado: < 30%
  - Aceptable: 30-45%
  - Inadecuado: > 45%
- Valoración fitosanitaria:
- Porcentaje de especies susceptibles de plagas:
  - Adecuado: < 70%
  - Aceptable: 70-85%
  - Inadecuado: > 85%

- Porcentaje de especies susceptibles de enfermedades:
  - Adecuado: < 50%
  - Aceptable: 50-65%
  - Inadecuado: > 65%
- Valoración de alérgenos:
- Porcentaje de especies alérgicas:
  - Adecuado: < 50%
  - Aceptable: 50-70%
  - Inadecuado: > 70%
- Riego:
- Porcentaje de árboles con riego automático o goteo:
  - Adecuado: > 50%
  - Aceptable: 35-50%
  - Inadecuado: < 35%
- Porcentaje de árboles con riego con agua regenerada: La ciudad de Madrid dispone de una amplia red de agua regenerada que recorre gran parte de la superficie de Madrid. Este parámetro tan solo se va a tomar con carácter cuantitativo, sin entrar en ningún tipo de valoración o análisis, a expensas de los resultados que se obtengan tras la realización del Plan Estratégico del Agua Regenerada de la ciudad de Madrid.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos para el arbolado viario de Madrid respecto a los parámetros de referencia de Gestión.



GESTIÓN DE ARBOLADO

Categoría	Parámetro	Madrid	
Gestión arbolado	Riesgo	% arbolado con índice riesgo aparente > 6	1%
		% arbolado con especie con mayor probabilidad de producir accidentes	33%
	Valoración fitosanitaria	% arbolado susceptible de plagas	36%
		% arbolado susceptible de enfermedades	32%
	Valoración alérgenos	% arbolado de especies alérgicas	25%
	Riego	% posiciones arboladas con riego automático/goteo	20%
		% posiciones arboladas con riego de agua regenerada	3%

Arbolado y entorno

- Cobertura vegetal:
- Fracción de cabida cubierta (FCC) sobre las calles:
  - Adecuado: > 15%
  - Aceptable: 10-15%
  - Inadecuado: < 10%
- km de calle arbolada / km de calle sin arbolar:
  - Adecuado: > 60% km de calle arbolada sobre el total
  - Aceptable: 50-60% km de calle arbolada sobre el total
  - Inadecuado: < 50% km de calle arbolada sobre el total
- Tipología de vial:
- Porcentaje de la tipología de vial más abundante: La tipología de vial es un parámetro que se escapa en la gestión del arbolado, pues proviene de distintos diseños urbanísticos, por lo cual este parámetro se utiliza solo de forma descriptiva.
- Adecuación del arbolado:

CLASIFICACION ARBOLADO

CLASIFICACION ARBOLADO	%
Adecuado	> 60 %
Aceptable	15 % - 35 %
No adecuado	< 5 %

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos para el arbolado viario de Madrid respecto a los parámetros de referencia de Entorno.

ARBOLADO Y ENTORNO

Categoría	Parámetro	Madrid	
Entorno	Cobertura vegetal	FCC sobre calles	8%
		Km calles arboladas	2.612
	Km calles sin arbolar	1.120	
Tipología vial	Tipología de vial más abundan.	Tipo A	
	% arbolado en tipología abund.	39%	
Adecuación del arbolado	% arbolado adecuado	37%	
	% arbolado aceptable	24%	
	% arbolado inadecuado	29%	





### ANEXO 3: CONFLICTOS DEL ARBOLADO EN LA CIUDAD

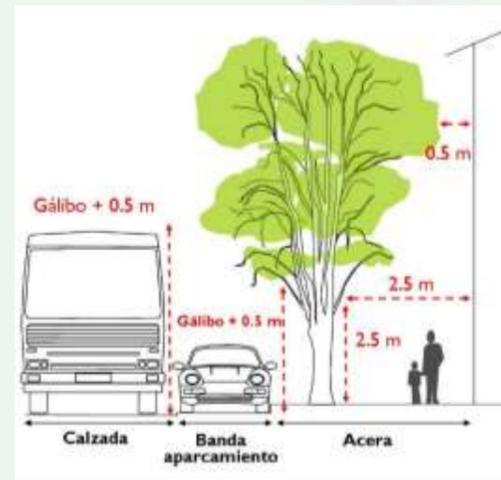
- Espacio aéreo insuficiente para albergar arbolado

Es este el problema más generalizado de los árboles de las calles. El poco espacio disponible, que el árbol tiene que disputar con fachadas, voladizos, otros árboles, tráfico, cableado aéreo trae como resultado inclinaciones en los troncos en búsqueda de espacio y luz, ejecución podas más o menos drásticas para contener el crecimiento y evitar interferencias, y más adelante, problemas de pudriciones, debilitamientos, malas estructuras, altas demandas de mantenimiento y pérdida de sostenibilidad y finalmente de funcionalidad. A la larga, se llega al punto donde ese árbol sin espacio genera más inconvenientes que los beneficios que aporta.

¿A qué se debe la falta de espacio? ¿Servidumbres insuficientes?

Cuando está situado en la calle el árbol debe mantener sin invadir los espacios de paso destinados a peatones y tráfico rodado. Esto implica mantener libres de vegetación unas distancias mínimas, con las fachadas de los edificios, con los peatones y con los vehículos, ya estén estacionados o en circulación. En ocasiones, estas distancias se cumplen en el momento de la plantación, pero desaparecen a medida que el árbol crece y se desarrolla. En otras ocasiones, estas distancias ni siquiera se respetan en el momento de la plantación.

Esto nos lleva a la consideración de que no todas las calles pueden tener árboles, deben respetarse unas mínimas servidumbres con los peatones y los edificios.



Calles arbolables y calles no arbolables

Para evitar estas situaciones es importante definir que calles pueden ser arboladas y que calles no pueden contar con arbolado, así como determinar y clasificar las

distintas tipologías arboladas que se pueden diseñar en función de las dimensiones de la calle.

- Espacio subterráneo insuficiente para albergar arbolado por existencia de servicios o infraestructuras a poca distancia

La presencia de servicios, canalizaciones e infraestructuras en los primeros metros del suelo implica la limitación del crecimiento de las raíces en su búsqueda de agua y nutrientes y como sistema de anclaje. A su vez, esta limitación puede generar problemas de levantamiento del pavimento, agrietamientos de muros o invasión en canalizaciones fisuradas.

Es necesario dar el espacio que precisan las raíces si no queremos tener hipotecado el futuro desarrollo del árbol ni aumentar los costes con continuos arreglos del acerado o las canalizaciones. Habrá que estudiar la posibilidad de implantar la reserva de un espacio lateral a la acera con la anchura del alcorque y relleno de sustrato como lugar donde se dirijan y se asiente las raíces sin provocar perjuicios a largo plazo.

- Marco de plantación inadecuado entre árboles

Cuando el marco de plantación, o lo que es lo mismo, la distancia entre dos posiciones consecutivas de los árboles de alineación, es muy pequeño y no tiene en consideración el desarrollo máximo del ancho de las copas y los portes naturales de la especie, los árboles se desarrollan en competencia. Esta alta densidad da lugar a copas raquílicas y ahiladas que modifican su estructura natural impidiendo que alcancen su máximo esplendor.

Esta circunstancia se da especialmente en aquellas calles con dobles alineaciones de árboles o con tramas reticuladas.





Falta de espacio y espigamiento en una doble alienación de sóforas de la calle Gral. Álvarez de Castro

Estas situaciones se corrigen ajustando los marcos de plantación a la envergadura real del árbol y al espacio que tiene para desarrollarse, por lo que será necesario un nuevo replanteamiento de las posiciones eliminando aquellas que no cumplan las distancias mínimas o bien recolocándolas a las distancias adecuadas.

- Incorrecta elección de la especie para el espacio disponible

Se ha visto cómo dado el limitado espacio disponible en el viario, el arbolado debe implantarse en ubicaciones y marcos de plantación cuidadosamente elegidos, de forma que la presencia y desarrollo de ese arbolado no provoque un historial inagotable de molestias, incidencias, trabajos y riesgos.

Tan importante como elegir la correcta ubicación es elegir correctamente la especie para ese punto concreto.

De todas estas condiciones, la falta de concordancia entre el tamaño y forma la especie con el espacio disponible el origen de muchos de los problemas de falta de espacio.

Cuando la especie es inadecuada, en general porque su desarrollo adulto es demasiado grande para el espacio disponible, se recurre a las podas como medio para controlar el mantenimiento de las servidumbres.

Pero la realización continua de acciones de poda termina por debilitar al árbol (elimina las reservas naturales), provoca la pérdida de su resistencia mecánica y abre focos de entrada a agentes de descomposición a través de las heridas de poda que desencadenan procesos de pudrición de la madera. Además, incrementa los costes de mantenimiento y el árbol deja de ser sostenible y funcional.

Para evitar una elección incorrecta, es importante contar con un listado de especies aconsejables para usar en el viario, que las agrupe por el tamaño o porte adulto.

- Suelo poco permeable y empobrecido, con muy poca materia orgánica y sin estructura edáfica

En este tipo de circunstancias el suelo no tiene la proporción adecuada de oxígeno para las necesidades del árbol provocando su asfixia radicular. Igualmente, la falta de drenaje provoca un encharcamiento continuo del alcorque y da mal olor.

Estas situaciones habrá que solventarlas mediante estudios sobre la existencia de servicios o infraestructuras que impidan la adecuada percolación del agua. En ocasiones será necesario cambiar la estructura del suelo, o de ser viable se podrían instalar suelos estructurales o realizar la sección tipo que se indica en el apartado 4.3.4. En caso de situaciones irreversibles se debería clausurar el alcorque.

- Suelos compactados

Como consecuencia de los continuos procesos de transformación de la ciudad, la necesidad de nuevos servicios y la actividad vial se produce una progresiva compactación del terreno donde están las plantaciones arbóreas de forma que se produce la asfixia gradual del sistema radicular dando lugar a problemas de debilitamiento, raquitismos y hasta la muerte de los ejemplares arbóreos.

Al igual que en el caso anterior será preciso un estudio de la estructura del suelo para cambiarla o, en caso de ser viable, instalar suelos estructurales o realizar la sección tipo que se indica en el apartado 4.3.1.

- Infraestructuras, servicios o edificaciones instaladas posteriormente a la plantación

Con el árbol implantado son muchas las ocasiones donde se modifica su entorno más inmediato para la instalación de subestructuras que den servicio a la ciudadanía como marquesinas, semáforos, farolas, pasos de peatones, etc., pasando a ser posiciones con ubicaciones imposibles, obstáculos para los transeúntes, diseños incorrectos, etc.

Alcorques en ubicaciones imposibles

Por desgracia, no es infrecuente en nuestra ciudad encontrar alcorques en posiciones en la calle claramente incompatibles con la existencia de arbolado. Quizás el ejemplo predominante sea el de alcorques en aceras demasiado estrechas, de forma que es imposible mantener un espacio libre para el paso de peatones, los troncos y las copas.

Pero a esta situación se pueden añadir:

Alcorques en paradas de autobús:

Los alcorques localizados en las paradas de autobús suponen un obstáculo en el ascenso/descenso de los usuarios del transporte público. Se propone la eliminación de todos ellos. Sin embargo, se respetarán aquellos que se encuentren en las traseras de dichas marquesinas, al no interrumpir el flujo de los viajeros y proyectar sombra sobre las mismas.



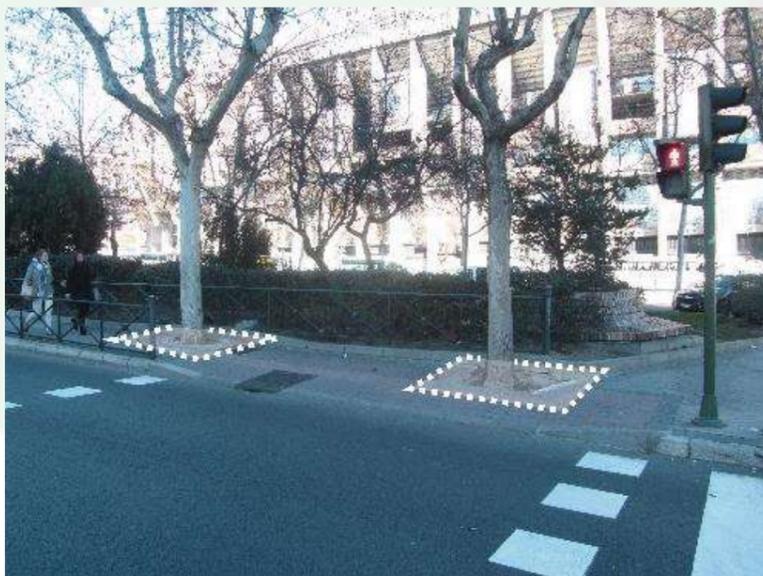


Ejemplo de arbolado ubicado en mitad de la parada de autobús en la Castellana

Según el Manual de plantación del Ayuntamiento de Madrid, se recomienda mantener una distancia mínima entre las marquesinas y el arbolado de 2 metros.

Alcorques en pasos de peatones:

Muchos pasos peatonales de semáforos presentan ejemplares en medio que interrumpen y dificultan el acceso. Los pasos de peatones deben estar completamente despejados y libres de cualquier obstáculo, ya sean árboles, señales o farolas.



Ejemplo de arbolado ubicado en paso de cebra en la Castellana

En estos casos, no se plantea una nueva replantación por lo que se deberá proceder a la clausura del alcorque

Alcorques con diseños incorrectos

Los alcorques deben diseñarse y realizarse con unas dimensiones adecuadas para cada especie. El tamaño y vigor de las diferentes especies empleadas debe estar en relación con el tamaño de sus alcorques. Esta medida se considera fundamental si se pretende conseguir un arbolado de calidad, seguro para los ciudadanos y con proyección de futuro.



- Interferencias con alumbrado y semáforos

Las interferencias con semáforos no suelen perjudicar al árbol, pero puede llegar a ocasionar graves riesgos para conductores y viandantes si esta interferencia llega a obstruir la visión del semáforo o señal de tráfico.

Las interferencias con el alumbrado pueden llegar a ocasionar quemaduras foliares, además de la evidente reducción de la capacidad lumínica del foco.

Estas situaciones se corrigen con el replanteo del marco de plantación de la situación actual adaptando y respetando las distancias a los semáforos y farolas.

- Necesidad de acondicionar o arreglar servicios o canalizaciones

Las averías que se producen en los servicios y canalizaciones próximos a los árboles requieren de la apertura de zanjas que en su mayoría conllevan la afección



a las raíces, cortándolas y/o dañándolas ocasionando un grave perjuicio en cuanto a su anclaje y suministro. En ciertas ocasiones la existencia de arbolado impide el arreglo de la avería por lo que generalmente es preciso eliminarlo.

Es necesaria una normativa que regule todo este tipo de actuaciones y que establezca las medidas necesarias para proteger el árbol ante estas circunstancias.

- Actividad urbana diaria: Cargas y descargas, vaciado de contenedores; anclajes al tronco o ramas; vandalismo, accidentes, obras; carril bus.

El árbol que está ubicado, bien en alcorques en la acera, bien en la banda de aparcamiento, junto a las zonas de carga y descarga o junto a zonas reservadas a contenedores de reciclaje se ven expuestos diariamente a las probables agresiones de los camiones y vehículos pesados a acceden a estas zonas. Su cercanía al carril bus y la inclinación adquirida por la falta de espacio convierte al árbol en un obstáculo para el tránsito de los autobuses pudiendo impactar contra el tronco con el consecuente riesgo de provocar un accidente.

Tanto por los comerciantes como por las terrazas los árboles son utilizados como soportes de cables, iluminación, anclajes, etc., que dañan su estructura produciendo heridas y estrangulamientos irreversibles.

Los accidentes y el vandalismo son circunstancias adversas sin prevención ni control que ocasionan graves perjuicios en los árboles.

Es necesaria una normativa que regule todo este tipo de actuaciones y que establezca las medidas necesarias para proteger el árbol ante estas circunstancias.





## ANEXO 4: COMPARTIMENTACIÓN DE ESPECIES

Algunas especies se consideran débiles compartimentadores ya que se genera una gran extensión de la madera decolorada en caso de que se produzca una herida. En caso contrario, se consideran fuertes compartimentadores, pero hay algunas especies que se consideran con elevada capacidad de compartimentación frente a la desecación de los tejidos, mientras que son débiles compartimentadoras frente a pudriciones ya consolidadas.

A continuación se explica brevemente los factores más importantes que afectan a la compartimentación:

### Especie de árbol

El comportamiento de las especies es variable. Se pueden distinguir débiles compartimentadores y fuertes compartimentadores:

Débiles	Fuertes
Abedul	Haya
Castaño de indias	Olmo
Chopo	Majuelo
Sauce	Robinia
Picea	Carpe
Fresno	Plátano
Sófora	Pino
	Tejo

Clasificación de especies según su capacidad de compartimentación según Dujesiefken y Liese. *Das CODIT-Prinzip*

Weak Compartmentalizers	Strong Compartmentalizers
Horsechestnut ( <i>Aesculus hippocastanum</i> )	Acacia ( <i>Acacia</i> spp.)
Maples ( <i>Acer platanoides, negundo, saccharinum</i> )	Maples, various ( <i>Acer x freemanii, rubrum, saccharum</i> )
Orchid tree ( <i>Bauhinia</i> spp.)	Monkey pod tree ( <i>Albizia saman</i> )
Birches ( <i>Betula</i> spp.)	Strawberry tree ( <i>Arbutus menziesii</i> )
Bottletree ( <i>Brachychiton</i> spp.)	Black olive ( <i>Bucida buserus</i> )
Hackberry ( <i>Celtis</i> spp.)	Gumbo-limbo ( <i>Bursera simaruba</i> ) (may be intermediate)
Redbud ( <i>Cercis</i> spp.)	European chestnut ( <i>Castanea sativa</i> )
Poinciana ( <i>Delonix regia</i> )	Catalpa ( <i>Catalpa</i> spp.) (may be intermediate)
Eucalyptus, some ( <i>Eucalyptus</i> )	Hornbeam ( <i>Carpinus</i> spp.)
Coraltree ( <i>Erythrina</i> spp.)	Rainbow shower tree ( <i>Cassia javanica x fistula</i> )
Beech ( <i>Fagus</i> spp.) (may be intermediate)	Ash, some ( <i>Fraxinus</i> )
Ficus ( <i>Ficus</i> spp.) (may be intermediate)	Honeylocust ( <i>Gleditsia</i> spp.)
Ash, some ( <i>Fraxinus</i> )	Walnut ( <i>Juglans</i> spp.)
Southern magnolia ( <i>Magnolia grandiflora</i> )	Crape myrtle ( <i>Lagerstroemia</i> spp.)
Crabapple ( <i>Malus</i> spp.) (may be intermediate)	Lysiloma tree ( <i>Lysiloma</i> spp.)
Bayberry ( <i>Myrica</i> spp.)	Pitch pine ( <i>Pinus rigida</i> )
Princess tree ( <i>Paulownia</i> spp.)	Pines, various ( <i>Pinus</i> spp.)
Yellow poinciana ( <i>Peltophorum</i> spp.)	Oaks, various ( <i>Quercus alba, geminata, macrocarpa, petraea, robur, rubra, virginiana</i> )
Avocado ( <i>Persea americana</i> )	Black locust ( <i>Robinia pseudoacacia</i> )
Virginia pine ( <i>Pinus virginiana</i> )	Yew ( <i>Taxus</i> spp.)
Poplar ( <i>Populus</i> spp.)	European linden ( <i>Tilia cordata</i> ) (probably intermediate or poor)
Cherry ( <i>Prunus</i> spp.)	Mahogany ( <i>Swietenia</i> spp.)
Oaks, various ( <i>Quercus laurifolia, nigra, leavis, phellos, shumardii, palustris, and velutina</i> ) (last two may be intermediate)	Trumpet tree ( <i>Tabebuia</i> spp.)
Willow ( <i>Salix</i> spp.)	Elm, various ( <i>Ulmus alata, americana, parviflora</i> )
Peppertree ( <i>Schinus</i> spp.)	
Western redcedar ( <i>Thuja plicata</i> )	
Basswood ( <i>Tilia americana</i> )	
Hemlock ( <i>Tsuga</i> spp.)	

Clasificación de especies según su capacidad de compartimentación según Gilman Imagen obtenida de *An Illustrated Guide to Pruning, Third Edition*.



## ANEXO 5. FICHAS PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO

### Ficha de inventario

La ficha de inventario consta de los siguientes campos:

- Datos introductorios:
  - Fecha de inventario
  - Técnico
  - Datos de identificación:
  - Especie\*
  - ID árbol\*
  - UG/ZONA\*
  - Situación\*
  - ID histórico
  - Fecha de Plantación
- Datos dendrométricos
  - Perímetro\*
  - Diámetro de copa\*
  - Altura total\*
  - Altura de 1ª ramificación\*
  - N° de cimales
- Entorno
  - Marco de plantación
  - Distancia entre ejes
  - Ancho de acera
  - Distancia a fachada
  - Espacio disponible
  - Tipo de interferencia
  - Nivel de interferencia
  - Dominancia
- Datos de caracterización
  - Edad relativa
  - Estructura
  - Catalogación
  - Grado de protección
  - Forma
  - Vitalidad aparente
  - Inclinación
- Estado general
  - Alcorque de viario
  - Dimensiones
  - Material de borde
  - Material de cubrición
- Tipología del alcorque
- Ocupación del alcorque
- Tipología general
  - Tipología de agrupación
  - Tipología de cultivo
  - Tipo de riego
  - Tipo de agua
  - Orografía
  - % pendiente
  - Tipo de tutor
  - Elemento de protección
- Defectos
  - Cavidades
  - Pudriciones
  - Heridas
  - Cuerpos fructíferos
  - Fisuras
  - Ramas secas
  - Seco 100%
  - Terciados no consolidados
  - Corteza incluida
  - Exudaciones
  - Raíces dañadas
  - Raíes espiralizadas
  - Chancros
  - Ahilamiento
  - Desequilibrado
  - Plaga/Enfermedad
- Datos riesgo
  - Diana
  - Ratio de ocupación
  - Tipo de fallo
  - Defecto prob. Fallo
  - Tamaño de la parte defectible
  - Distancia caída a diana
  - Probabilidad de fallo
  - Probabilidad de impacto
  - Consecuencias del fallo
  - Nivel de riesgo aparente





## Ficha de inspección

La ficha de inspección del arbolado consta de los siguientes campos:

- Datos introductorios:
  - Fecha de inspección
  - Técnico
  - Fecha anterior de inspección
- Datos de identificación:
  - Especie\*
  - ID árbol\*
  - UG/ZONA\*
  - Situación\*
  - Datos generales:
  - Perímetro\*
  - Diámetro de copa\*
  - Altura total\*
  - Altura de 1ª ramificación\*
  - Edad relativa\*
  - Tipología de cultivo\*
  - Estructura\*
  - Vitalidad\*
  - Estado general\*
- Datos de inspección de riesgo
  - Diana
  - Defectos
  - Tamaño de la parte defectible
  - Distancia caída a diana
  - Probabilidad de fallo
  - Probabilidad de impacto
  - Consecuencias del fallo
  - Nivel de riesgo aparente (se obtiene del modelo matemático)
  - Probabilidad de rotura de ramas
  - Probabilidad de fractura de tronco
  - Probabilidad de vuelco
  - Ratio de ocupación
  - Evolución esperada
  - Valoración global del riesgo
  - Actuación propuesta
  - Urgencia/prioridad
  - Necesita ficha de evaluación
  - Frecuencia de revisión

Los campos marcados con \* coinciden con la ficha de inventario.

## Ficha de Protocolo de Evaluación de arbolado

La ficha de Protocolo de Evaluación de arbolado consta de los siguientes campos:

- Vitalidad
  - % estructura viva
  - Regresión de copa
  - Brotes epicórmicos
  - Cubrimiento de heridas
  - Valoración global de la Vitalidad
  - Ramas principales secas
  - % seco de copa
  - %perímetro de tronco seco/hueco/muerto
  - Tamaño/Deform.hoja
- Entorno y cargas
  - Riego y tipo de agua
  - Sistema de riego\*
  - Tipo de agua\*
  - Suelo
  - Volumen de suelo limitado
  - Alteraciones del terreno
  - Cubierta de alcorque\*
  - Pendiente\*
  - Exposición al viento
  - Nivel de exposición al viento
  - Superficie de vela
  - Empuje global
  - Presencia de palancas
  - Cambios recientes
  - Tipología agrupación\*
  - Interferencias
  - Tipo de interferencia (crónica)
  - Nivel de interferencia
- Defectos estructurales
  - Copa/Ramas
    - Arquitectura pobre
    - Codominancias
    - Heridas
    - Corteza incluida
    - Terciado no Consolidado
    - Exudaciones
    - Madera de reacción
    - Cuerpos fructíferos
    - Tipo de cuerpo fructífero



- Chancros
- Fisuras
- Longitud fisura
- Cavidades/Oquedades
- Anchura oquedad
- Longitud oquedad
- Pudrición
- Otros
- Cimales
  - Codominancias
  - Heridas
  - Corteza incluida
  - Terciado no Consolidado
  - Exudaciones
  - Madera de reacción
  - Cuerpos fructíferos
  - Tipo de cuerpo fructífero
  - Chancros
  - Fisuras
  - Longitud fisura
  - Cavidades/Oquedades
  - Anchura oquedad
  - Longitud oquedad
  - Pudrición
  - Otros
- Tronco
  - Inclinación\*
  - Codominancias
  - Heridas
  - Engrosamiento anormal
  - Exudaciones
  - Madera de reacción
  - Cuerpos fructíferos
  - Tipo de cuerpo fructífero
  - Chancros
  - Fisuras
  - Longitud fisura
  - Cavidades/Oquedades
  - Anchura oquedad
  - Longitud oquedad
  - Pudrición
  - Otros
- Cruz
  - Codominancias

- Heridas
- Exudaciones
- Engrosamiento anormal
- Madera de reacción
- Cuerpos fructíferos
- Tipo de cuerpo fructífero
- Chancros
- Fisuras
- Longitud fisura
- Cavidades/Oquedades
- Anchura oquedad
- Longitud oquedad
- Pudrición
- Otros
- Raíces y cuello
  - Raíces estrangulantes/espiralizadas
  - Raíces superficiales
  - Daños en raíces
  - Engrosamiento anormal
  - Ensanchamiento basal
  - Cuello enterrado
  - Contrafuertes
  - Asfixia radical
  - Abultamiento o grietas en el terreno
  - Fisuras en el cuello
  - Longitud grieta
  - Cavidades
  - Anchura oquedad
  - Longitud oquedad
  - Pudriciones
- Historial del árbol
  - N° de actuaciones registradas
  - Fecha última actuación
  - Podas
  - Formación
  - Mantenimiento
  - Terciado
  - Reducción de copa
  - Cirugía arbórea
  - Sustentación artificial
  - Apoyos verticales
  - Anclaje rígido
  - Cableado estático
  - Cableado dinámico





- Anclajes subterráneos
- Vientos
- Otros
- Fallos estructurales
- Caída de ramas
- Cambio dirección tronco
- Daños mecánicos
- Otros
- Daños por Obras
- Zanjas
- Compactación
- Cambio sistema de riego
- Cambio cota terreno
- Pavimentación
- Otros
- Daños fitopatológicos
- Ácaros
- Escolítidos
- Orugas defoliadoras
- Procesionaria del pino
- Pulgón cochinilla
- Galeruca
- Termita
- Tigra
- Hongos foliares
- Hongos xilófagos
- Otros
- Enfermedades
- Antracnosis
- Grafiosis
- Moteado
- Oídio
- Clorosis
- Socarrina
- Otros
- Origen afecciones
- Abiótico
- Mecánico
- Otros
- Recogida de muestras
  - Suelo
  - Hojas
  - Madera/Ramas
  - Raíces

- Cuerpos fructíferos
- Otros
- Valoración de la diana
  - Descripción
  - Tránsito peatonal
  - Vehículos
  - Zona estancial
  - Aparcamiento
  - Boca de metro
  - Marquesina
  - Colegio
  - Centros públicos
  - Zona infantil
  - Quiosco/terrace
  - Acceso edificio
  - Otros
  - Zona de diana
  - Ratio de ocupación
  - Posibilidad de restringir acceso
  - Posibilidad de mover/eliminar Diana
- Conclusiones de la evaluación
  - Evolución esperada
  - Factor de carga
  - Esperanza de supervivencia
  - Evaluación instrumental
  - Tree radar
  - Test de tracción
  - Otros
  - Tomógrafo
  - Cuello
  - Tronco
  - Cruz
  - Cimales/ramas
  - Resistógrafo
  - Cuello
  - Tronco
  - Cruz
  - Cimales/ramas
  - Probabilidad de fallo
  - Rotura de ramas
  - Rotura de cimales
  - Rotura de tronco
  - Vuelco
  - Probabilidad de impacto



- Consecuencias del fallo
- Valoración global de riesgo
- Clasificación biomecánica (sólo en histórico de El Retiro)
- Actuaciones propuestas
- Urgencia / prioridad
- Frecuencia revisión
- Fecha nueva revisión
- Propuesta de clausura
- Motivo

Los campos marcados con \* coinciden con la ficha de inventario.

### Ficha de comprobación de actuaciones

La ficha de comprobación de actuaciones consta de los siguientes campos:

- Datos de control
  - Fecha de comprobación
  - Técnico
- Datos de identificación:
  - Especie\*
  - ID árbol\*
  - UG/ZONA\*
  - Situación\*
  - Contrato/lote /Concesionaria
- Datos generales:
  - Perímetro\*
  - Diámetro de copa\*
  - Altura total\*
  - Altura de 1ª ramificación\*
  - Edad relativa\*
  - Tipología de cultivo\*
  - Estructura\*
  - Vitalidad\*
  - Estado general\*
- Datos de actuación a inspeccionar
  - Origen de actuación
  - Tipo de actuación
  - Orden directa
  - Requiere aprobación
  - Fecha límite de resolución
  - Fecha planificación
  - Fecha programación
  - Fecha ejecución
  - Actuación realizada

- Adecuación fechas
- Adecuación actuación
- Tipo de incidencia
- Observaciones
- Datos de inspección (actualización)
  - Diana
  - Defectos
  - Tamaño de la parte defectible
  - Distancia caída a diana
  - Probabilidad de fallo:
    - Ramas
    - Tronco
    - Vuelco
  - Probabilidad de impacto
  - Consecuencias del fallo
  - Nivel de riesgo aparente (se obtiene del modelo matemático)
  - Ratio de ocupación
  - Evolución esperada
  - Valoración global del riesgo
  - Actuación propuesta
  - Urgencia/prioridad
  - Necesita ficha de evaluación
  - Evaluación instrumental
  - Frecuencia de revisión – Fecha próxima inspección

Los campos marcados con \* coinciden con la ficha de inventario.

### Ficha de Incidencia de rama o árbol caído

La ficha de Incidencia de rama o árbol caído consta de los siguientes campos:

- Información general
  - Código DGAZV
  - Código 112
  - Código bomberos
  - Tipo de incidencia
  - Fecha de activación
  - Hora
  - Fecha de inspección
  - Origen/Activación
  - Primera intervención
  - Actuación realizada
- Datos de ubicación
  - Dirección





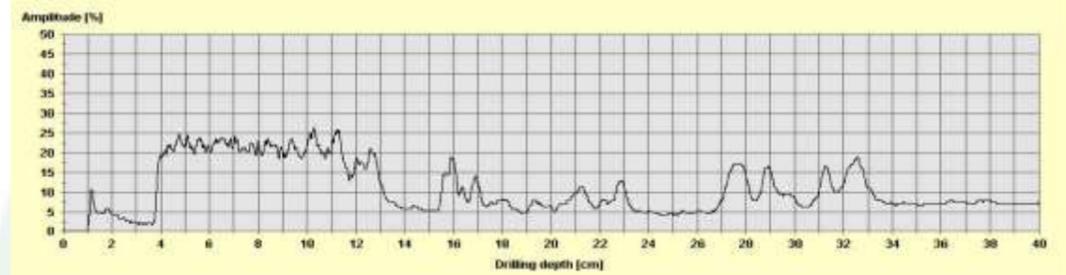
- Situación
- Contrato Integral
- Distrito
- Municipal no incluido
- Lote
- Datos del árbol
  - ID
  - Especie
  - Altura
  - Perímetro
  - Edad relativa
  - Vitalidad
  - Estructura
  - Espacio disponible
  - Tipología de cultivo
- Posibles factores desencadenantes
  - Interno: Colapso de la estructura
  - Daños externos
  - Evento meteorológico
  - Temperatura min/Max
  - Velocidad máxima el viento
  - Precipitación
  - Localización y tipo de fallo
  - Localización fallo
  - Copa/Ramas
  - Tipo de eje/rama
  - Tronco / Cruz
  - Raíces/Cuello
  - Magnitudes y características del fallo
  - Rotura de ramas
  - Estado de la rama
  - Perímetro base rama
  - Longitud total
  - Peso aprox
  - Punto de rotura de la rama
  - Distancia al punto de inserción
  - Perímetro punto de rotura
  - Esbeltez
  - Defectos relacionados
  - Rotura de tronco
  - Altura punto rotura
  - % perímetro de tronco dañado
  - Perímetro punto rotura
  - Peso aproximado

- Defectos relacionados
- Inclinación
- Espesor pared residual
- Vuelco
- Diámetro del cepellón
- Profundidad cepellón
- Defectos relacionados
- Daño causado
- Vegetación
- Infraestructuras
- Bienes
- Personas
- Seguimiento de la incidencia
- Evolución esperada
- Propuesta de actuación
  - Urgente
  - Necesidad ficha de Evaluación
  - Observan riesgos residuales
  - Necesidad de peritaje
  - Necesidad de pruebas diagnósticas
  - Instrumentales
  - Análisis laboratorio



## ANEXO 6. HERRAMIENTAS E INSTRUMENTAL DE TESTIFICACIÓN EN EL CONTROL DEL RIESGO

### Resistógrafo



Gráfica perfil obtenido con el resistógrafo

### Ventajas e inconvenientes

- Ventajas:
- Velocidad de uso.
- Grabación automática de datos.
- Herida relativamente pequeña al tronco.
- Equipo muy robusto.
- Facilidad de uso.
- Refleja con gran fidelidad el estado interno del árbol.
- Inconvenientes:
- Dificultad para detectar estados iniciales de pudrición.
- La fricción que en ocasiones sufre la varilla perforadora desvirtúa en parte la altura de la gráfica obtenida, debido a:
- La varilla puede tomar una trayectoria curva.
- Se puede producir una acumulación de partículas de madera al paso de la varilla.
- El equipo es muy pesado para ser manejado a cierta altura.

### Tomografo sónico (PICUS®)

El PICUS® es un aparato de desarrollo alemán que permite la testificación de la estructura interna de los árboles. Es un método no agresivo utilizado hoy en día a nivel mundial para la evaluación del estado del árbol.

### Ventajas e inconvenientes

- Ventajas:
- Funciona correctamente y los resultados obtenidos son fiables.
- No es agresivo ni invasor, apenas afecta a la madera del árbol.
- Es ligero y permite trabajar a cualquier altura.
- Las imágenes que se obtienen son muy representativas.
- Inconvenientes:
- Si el árbol es muy grueso y la pudrición está en estados iniciales las imágenes son menos precisas.
- Es lento de instalar, se puede tardar entre 8 y 10 minutos en montar todos los sensores.
- Representa las distancias entre los sensores, quedando fuera parte de la madera del árbol del gráfico.

### Tree radar

Para localizar las raíces se ha utilizado la tecnología del georradar, GPR (ground penetration radar) radar de penetración terrestre, que se utiliza para investigar o detectar objetos, estructuras, etc. por debajo del nivel del suelo. El georradar se basa en la emisión de impulsos electromagnéticos de muy corta duración (entre 0.6 ns y 10 ns) en la banda de frecuencias de UHF-VHF y en el principio de reflexión de ondas electromagnéticas que se propagan en un medio. Cuando la onda electromagnética emitida desde la antena hacia el suelo encuentra un objeto en su camino con diferentes propiedades electromagnéticas, esta se refleja o refracta desde el objeto de una manera predecible.

El contenido en agua hace que las raíces reflejen estas ondas y por lo tanto sean localizables por el radar. El tree radar está especialmente adaptado para la detección de raíces. La adaptación de esta técnica para el uso concreto de detección de raíces ha sido desarrollada y patentada por la empresa norteamericana TreeRadar™, Inc. bajo el nombre comercial de TRU™ (Tree Radar Unit). El software especializado TreeWin TBA 3.3.5 permite la detección de las raíces y muestra su distribución en vistas en planta y de perfil (excavaciones virtuales).





## Heramientas para la valoración de la estabilidad

### Test de tracción (Elasto – Inclínómetro)

Ideal para valorar la estabilidad del tronco y de las raíces frente a fractura del tronco y frente al vuelco.

En el ensayo de tracción aplica una fuerza conocida mediante tráctel y forcímetro, simulando la fuerza del viento. Bajo estas condiciones de estrés biomecánico se mide la inclinación de las fibras del tronco con elastómetro y los cambios de la angulación de la base con inclinómetro. Los resultados se comparan con los de árboles de la misma especie sanos.

#### Ventajas e inconvenientes

- Ventajas
- Método muy preciso
- Los resultados obtenidos son fáciles de comprender
- Proporciona información directa de la estabilidad del tronco
- Proporciona información directa de la estabilidad radicular
- No está ideado para hacer pruebas de estabilidad de ramas
- Inconvenientes
- Laborioso
- No es aplicable a todos los árboles
- No está ideado para hacer pruebas de estabilidad de ramas



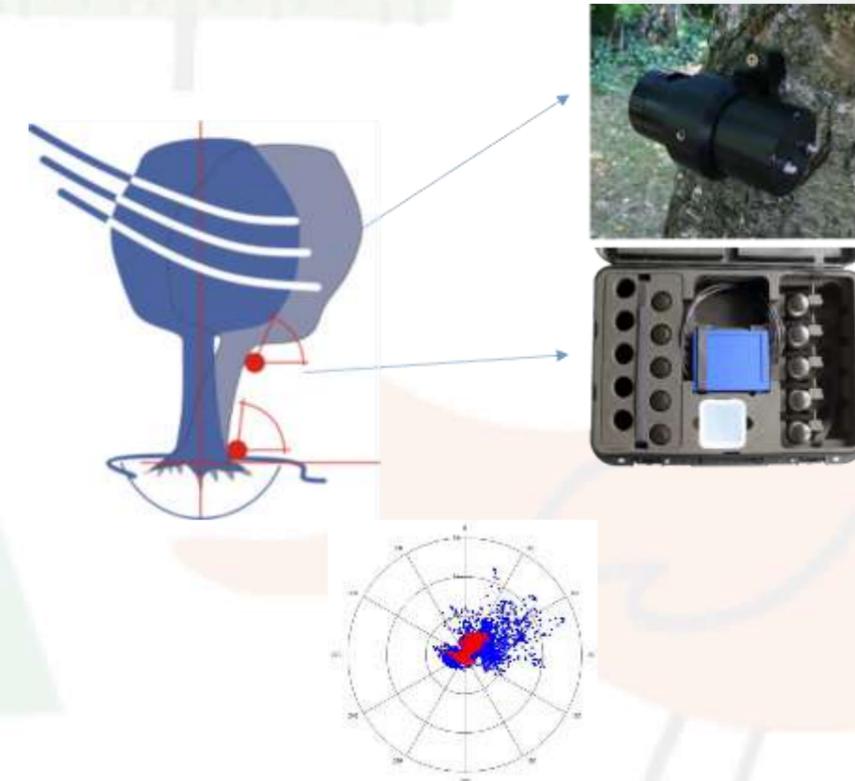
### Sensores de movimiento. Test de tracción natural

Ideal para valorar la estabilidad de las raíces frente al vuelco.

A diferencia del test de tracción clásico, que aplica una fuerza conocida mediante tráctel y forcímetro, simulando la fuerza del viento, el test de tracción natural mediante el uso de los Tree Motion Sensor (acelerómetros), *mide la oscilación de la plataforma radicular bajo el empuje real del viento.*

#### Ventajas e inconvenientes

- Ventajas
- Es un método no invasivo, no precisa ejercer ninguna fuerza artificial sobre el árbol
- Es muy preciso
- Los resultados obtenidos son fáciles de comprender
- Proporciona información directa de la estabilidad radicular
- Inconvenientes
- Se necesita dejar los sensores en el árbol durante varios días
- Se necesitan rachas mínimas de 40-45 km/hora para obtener los datos necesarios.





## ANEXO 7. MEDIDAS DE PROTECCIÓN DEL ARBOLADO VIARIO FRENTE A LAS OBRAS EN EL ENTORNO URBANO

En base a las obras que se realicen junto a un árbol, las medidas de protección a adoptar serán las marcadas por los Servicios Técnicos Municipales, como norma general se puede establecer que la servidumbre mínima será el área crítica de anclaje del árbol. Si esta distancia es superada, la estabilidad del árbol se vería comprometida, por lo que habría que valorar la necesidad de realizar la obra frente al valor del árbol o buscar otras alternativas que eviten dañar al ejemplar arbóreo. Si esto no fuera posible habría que valorar la renovación de la posición arbolada.

Se recomienda, si es posible, que se mantenga intacto el terreno de protección del árbol.

Las obras que se lleven a cabo en el ámbito de un espacio arbolado, se proyectarán y ejecutarán de forma que se minimicen los daños y deterioros que pudieran ocasionar. En concreto se adoptarán las siguientes medidas:

### Previas a la obra

Los esfuerzos para la protección de la vegetación no deben demorarse hasta el inicio de las obras ya que entonces pueden resultar inútiles. Con anterioridad a la obra se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

1,20 m. a 1,80 m.

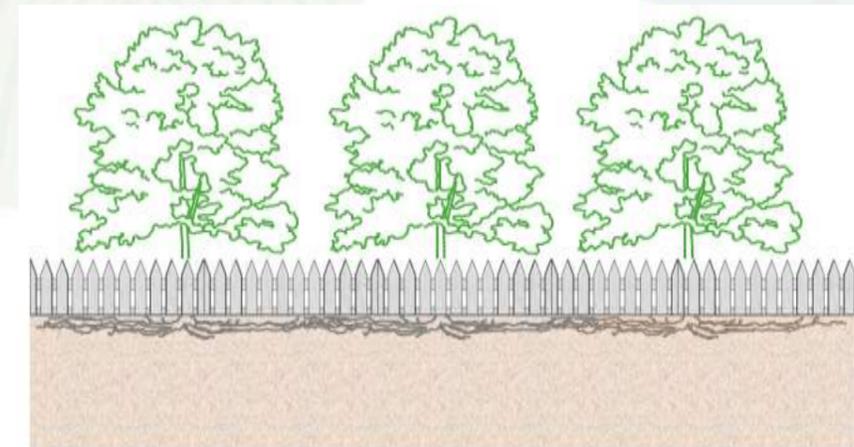
- En el replanteo se marcarán de manera clara y distinta los árboles a proteger, los que se trasplantarán y los que se retirarán.
- Se informará a todos los operarios de la obra de la importancia de la conservación de la vegetación, del significado de la señalización y, si es el caso, de las sanciones por los daños ocasionados.
- Se nombrará un responsable específico para salvaguardar el buen estado del arbolado durante las obras y que se cumplen todas las especificaciones que se describen.
- El arbolado, ya sea individual o el incluido en áreas de protección, no podrá ser utilizado como herramienta o soporte de trabajos de la obra. Así, queda explícitamente prohibido usar los árboles para colocar señalizaciones, sujetar cuerdas o cables y/o atar herramientas o maquinaria.
- En ningún caso se procederá a podar las ramas que molesten, sino que se deben poner en contacto con los Servicios Técnicos Municipales y estos serán los que, en función del ejemplar y si no queda otro remedio, después de evaluar otras posibles soluciones, podrán proceder a autorizar la poda correcta de la rama.

- La protección de la vegetación debe realizarse con anterioridad al inicio de las obras y muy especialmente, antes de la entrada de cualquier maquinaria.
- Se procederá al trasplante y/o al apeo de los árboles justo antes de empezar las obras.
- Siempre es preferible la protección en grupos o áreas de vegetación sobre la protección individual, ya que aquella es más efectiva.

### Protección de áreas de vegetación

Se entiende como área de vegetación aquella zona más o menos compacta que incluye árboles y arbustos. En este caso se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Como criterio general, las áreas de arbolado deben rodearse con un cercado de protección de material resistente, de 1,20 m. de altura como mínimo, siendo recomendable de 1,80 metros.



- En calles verdes, se protegerá un área mayor que el conjunto de las proyecciones de las copas de los árboles de manera que la distancia mínima del cercado a dicha proyección de copa sea de:
  - 2 metros para árboles en general.
  - 4 metros para árboles de porte columnar.
- Para evitar tanto daños directos (golpes, heridas) como indirectos (compactación del suelo), antes de iniciar las obras se instalará un cerramiento que limite el acceso de la maquinaria.

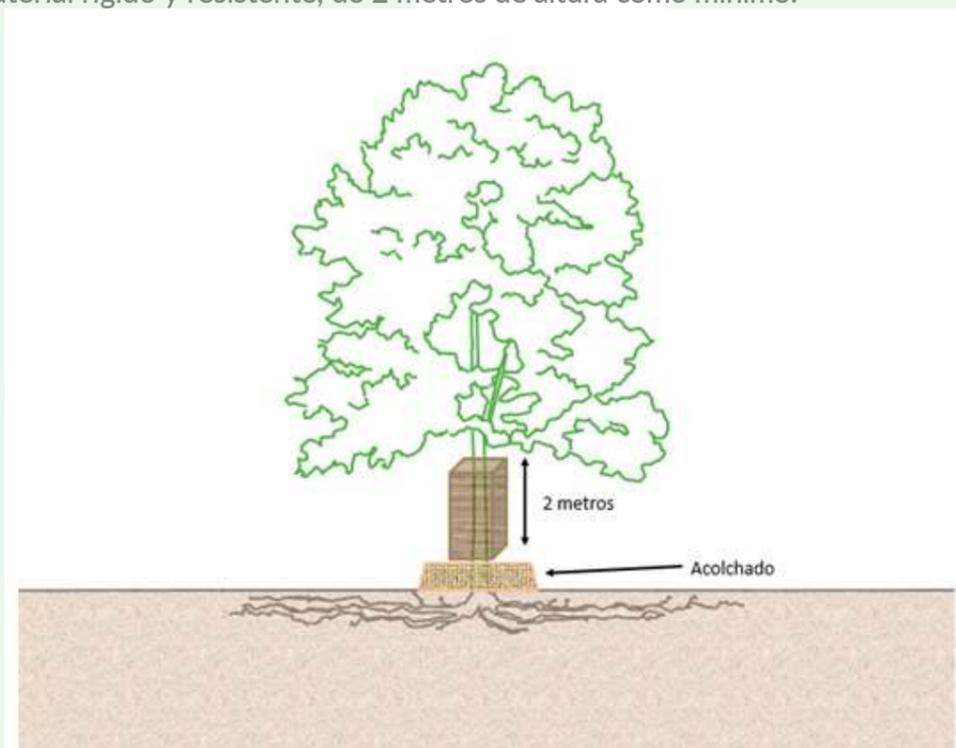




- Si lo anterior no es posible, antes de iniciar las obras se realizará la señalización de una vía de paso para la maquinaria, mediante la localización de balizas de señalización delante de cada árbol, evitando posibles afecciones a la copa.

### Protección del árbol individual contra los golpes

Si no fuera posible incluir el arbolado dentro de un área conjunta de protección, se realizará un cercado de protección individual alrededor del tronco. Este cercado será de material rígido y resistente, de 2 metros de altura como mínimo.



También puede realizarse una protección del tronco disponiendo a su alrededor unas maderas atadas entre sí, de manera que protejan un mínimo de 2 metros de altura del tronco. En este caso, deberá protegerse con material acolchado:

- La parte del tronco en contacto con el cercado.
- Las zonas de contacto de las ataduras con la corteza.
- La zona del cuello de la raíz, si fuera necesario.

- Las ramas más bajas (por debajo de los 3,5 m.) que estén ubicadas en las zonas de paso de la maquinaria se señalizarán convenientemente y protegerán con un pequeño almohadillado.

### Protección de la zona de las raíces

Partimos de la base de que, dado que las raíces tienden a distribuirse de manera radial a partir del tronco, la destrucción del sistema radicular y por tanto la afección al arbolado, será mayor cuanto más cerca se realice la excavación del suelo.

Se entiende por zona radical o terreno de protección de las raíces la superficie de suelo por debajo de la proyección de la copa del árbol más 2 metros, en caso de árboles columnares se añadirán 4 metros en todo su alrededor en los árboles ubicados en calles verdes.

Los técnicos municipales podrán ampliar estas medidas del terreno de protección en los casos de árboles de especial relevancia. La reducción de esas medidas únicamente se podrá llevar a cabo en casos excepcionales y siempre con el consentimiento por parte de los Servicios Técnicos Municipales.

### Durante la obra

Las normas a seguir durante la ejecución de la obra serán las establecidas en cada momento por los técnicos municipales, algunas de estas prescripciones podrían encontrarse entre las siguientes:

- El adjudicatario de las obras deberá informar a todos los operarios de la obra de la importancia de la conservación del patrimonio arbóreo, del significado de la señalización y, si es el caso, de las sanciones por daños ocasionados.
- Se nombrará un responsable específico para salvaguardar el buen estado del arbolado durante las obras y que se cumplen todas las especificaciones que se describen.
- El arbolado, ya sea individual como el incluido en áreas de protección no podrá ser utilizado como herramienta o soporte de trabajos de la obra. Así, queda explícitamente prohibido usar los árboles para colocar señalizaciones, sujetar cuerdas o cables y/o atar herramientas o maquinaria.
- En ningún caso se procederá a podar las ramas que molesten, sino que se deben poner en contacto con la Dirección Técnica y éste será el que, en función del ejemplar, y si no queda otro remedio, después de evaluar otras posibles soluciones, podrá proceder a la poda correcta de la rama.



### Protección de raíces ante la apertura de zanjas

No se abrirán zanjas ni se harán otras excavaciones en toda la zona radical o terreno de protección de las raíces.

Durante el proceso de excavación no se cortará ninguna raíz de diámetro  $> 3$  cm. Las raíces  $\leq 3$  cm se cortarán dejando siempre un corte liso y pulido. Los extremos de las raíces con un diámetro  $< 2$  cm se tratarán con sustancias que favorezcan el crecimiento y las de diámetro  $> 2$  cm con sustancias de cicatrización.

En caso de que al realizar la zanja con maquinaria se detecten raíces superiores a  $> 3$  cm., se deberá realizar la zanja manualmente de forma que no se dañe ni se elimine la raíz.

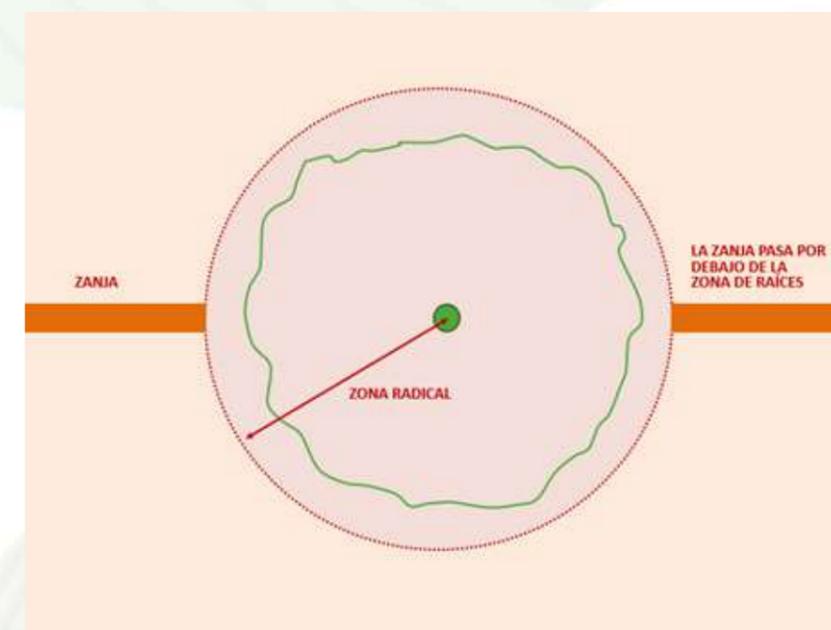
Se taparán todos los cortes realizados, bien individualmente o bien colectivamente mediante la colocación de láminas de plástico negro o toldos sobre el propio talud, inmediatamente después de la realización de los cortes, y durante todo el tiempo entre la excavación y el rellenado final de la zanja.

Hasta el inicio de las obras y mientras duren estas, las raíces se mantendrán húmedas y protegidas de las heladas, y si es necesario, se apuntalará el árbol.

El proceso de, vaciado en caso de encontrar raíces de diámetro  $> 3$  cm se realizará manualmente. Se pondrá suficiente material drenante, de grano pequeño, alrededor de las raíces para evitar heridas por compactaciones posteriores con maquinaria pesada.

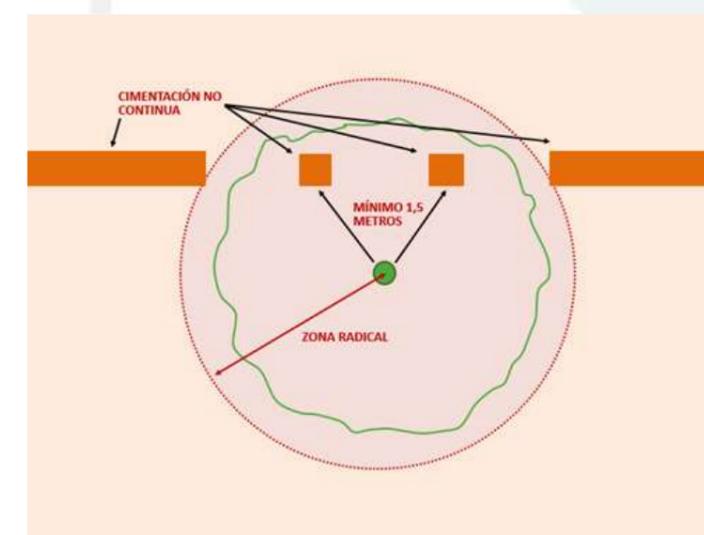
Como medidas adicionales, los Servicios Técnicos Municipales estudiarán la posibilidad de realizar una poda de reducción de la copa para contrarrestar la pérdida de raíces o bien el apeo del ejemplar si se estima que puede existir riesgo de desplome o vuelco del árbol.

Si hubiera que realizar una zanja para canalizaciones próxima al árbol, lo mejor es abrir la zanja hasta la zona radical y hacer un túnel manualmente o con equipo mecánico por debajo de toda la zona de raíces.



### Protección en cimentaciones

No se hará ningún tipo de cimiento en la zona radical. Si hubiera que hacer una cimentación en la zona radical debe construirse una cimentación no continua, respetando al menos una distancia de 1,5 metros desde el pie del árbol.



Se recomienda instalar un encofrado permanente a los lados de la zanja del futuro cimiento, permeable al aire. El encofrado debe hacerse con materiales degradables (estacas, alambre de acero no galvanizado, etc.).



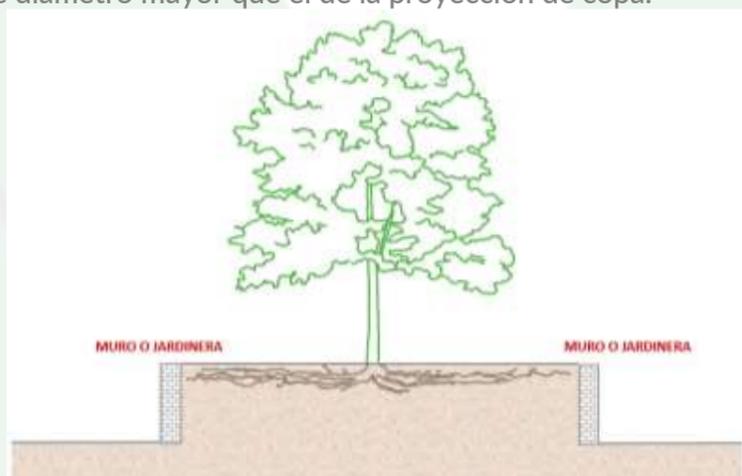


### Protección ante modificaciones en el nivel del suelo

Las modificaciones en el nivel del suelo, tanto rebajes como terraplenados pueden comportar efectos muy perjudiciales para la salud de los árboles, incluso su muerte, muchas veces a medio o largo plazo.

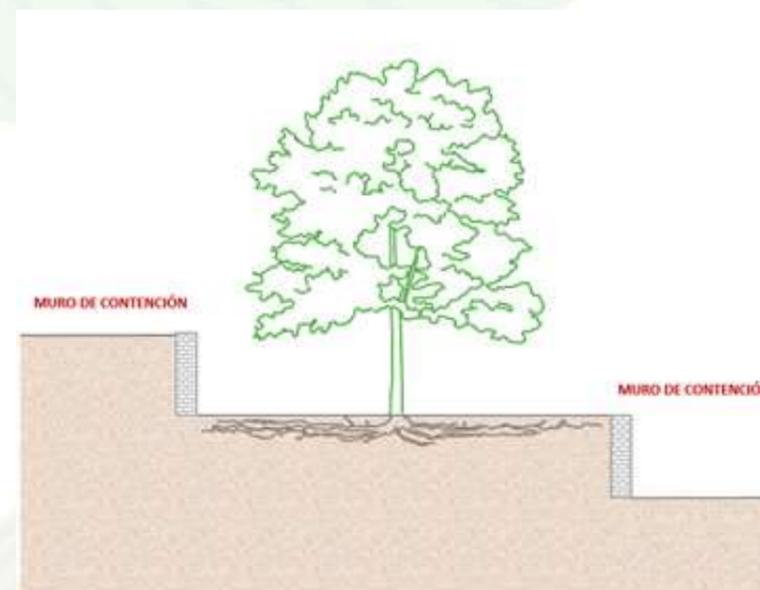
Nunca debería extraerse tierra de toda la zona de las raíces.

Para eludir el rebaje del terreno puede construirse un muro o una gran jardinera, con preferencia de diámetro mayor que el de la proyección de copa.

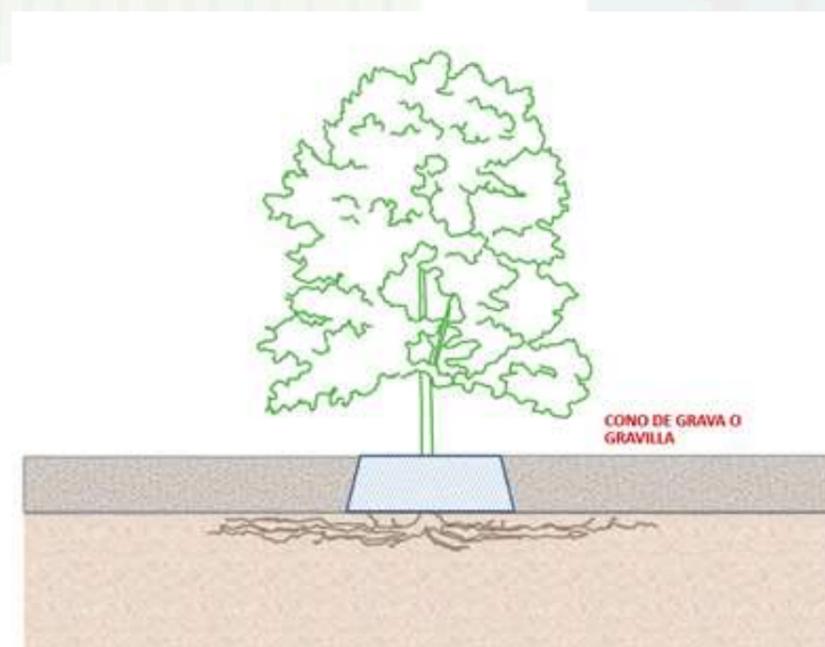


El terraplenado puede comportar la asfixia del árbol. Hay distintas soluciones para evitar las consecuencias negativas de un terraplenado:

- Construir un muro de contención, en este caso los muros se situarán siempre fuera de la proyección de la copa.

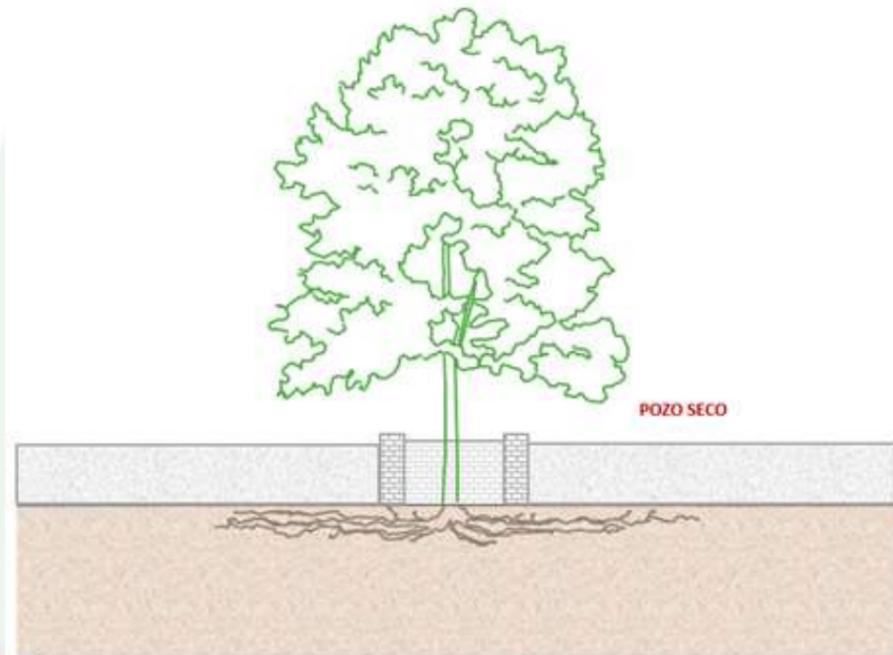


- Formar alrededor del tronco un cono de materiales de grano grueso (gravas o gravillas) que permitan el paso de aire y al agua.





- Construir un pozo seco



En cualquier caso el vertido de tierras cerca del tronco deberá hacerse manualmente.

### Protección de las raíces en pavimentaciones

Como norma general, no debe cubrirse la zona radical de los árboles con pavimentaciones impermeabilizantes.

En el caso de pavimentación se deberá:

- Elegir los materiales menos perjudiciales para el árbol.
- No recubrir más del 30 % de la zona radical o terreno de protección de las raíces con materiales aislantes.
- Recubrir, como mínimo, el 50 % de la zona radical o terreno de protección de las raíces con materiales arenosos.
- Aplicar, bajo supervisión técnica, posibles medidas suplementarias como riego localizado, acolchados, tubos de aireación, y cubiertas en el alcorque.

### Protección contra cargas temporales

En ningún caso podrán acopiarse materiales en la zona radical.

En ningún caso los vehículos y maquinaria podrán circular dentro de la zona radical.

Cuando haya habido compactación en la zona radical debe estudiarse, bajo la supervisión de los Servicios técnicos Municipales, la realización de alguna de las siguientes operaciones:

- Descompactación mediante inyección de aire o agua a presión.
- Aireación vertical.
- Substitución parcial del suelo.
- Colocación de drenajes.

### Protección ante el descenso de aguas freáticas

Cuando el nivel de las aguas freáticas baje durante un periodo superior a tres semanas, se procederá de la siguiente manera:

- Regar de forma abundante durante el periodo de crecimiento, evitando en todo caso posibles encharcamientos.
- Estudiar otras medidas reguladoras, por ejemplo la aplicación de antitranspirantes).
- Mantener la situación el menor tiempo posible.
- Intensificar las medidas cuando el problema persiste.
- En caso de descenso permanente, contemplar la posibilidad de instalación de un riego localizado.

### Protección contra el encharcamiento

Debe evitarse el encharcamiento de agua en la zona de raíces. Para ello, no deben echarse líquidos y materiales extraños en los alcorques. Si fuera necesario se dispondrá de medidas de desagüe hacia fuera del área de vegetación.

### Protección contra contaminaciones químicas

No está permitido contaminar áreas de vegetación con productos nocivos: aguas de construcción, colorantes, disolventes, aceites minerales, ácidos, lejía, cementos u otros aglomerantes.

Los árboles y las áreas de vegetación no se regarán con aguas residuales de la construcción.





### Protección contra el fuego

No debe encenderse fuego a menos de 20 metros de la corona de los árboles y dentro de las áreas de vegetación.

Cuando se encienda fuego se deberá:

- Respetar la legislación vigente y disponer de los pertinentes permisos.
- Vigilar el fuego en todo momento.
- Disponer de medidas de extinción.
- Disponer de un sistema de aviso a los servicios de emergencia.

Durante las obras se deberán permitir las labores de mantenimiento del arbolado (podas, plantaciones, tratamientos fitosanitarios, riego, etc.) en todo momento.

### Con posterioridad a la obra

Los técnicos municipales podrán exigir a los responsables de la obra que, una vez finalizada ésta, y en el plazo de tiempo que previamente se haya establecido, restituyan el estado en que se encontraba el espacio verde antes del inicio de las labores, reponiendo en su caso, los elementos temporalmente suprimidos y reparando los daños que hayan podido originarse.

En las operaciones que conlleven la colocación de protectores o ataduras en los árboles debe garantizarse su retirada para evitar que provoquen daños a los árboles.

### Otras medidas para la reducción de daños frente a obras

Algunas de las medidas más efectivas de reducción de daños frente a obras, son aquellas que tienen carácter preventivo. En muchos casos no es posible evitar que se ejecuten obras en el entorno del árbol. No obstante existen algunos casos donde el propio árbol ocasiona daños sobre elementos que obliga a la realización de obras que a su vez pueden acabar dañándolo.

Por último, destacar que una opción interesante sería la integración en el sistema informático municipal la localización de las obras, con objeto de poder analizar posibles efectos de las mismas con el paso de los años.

### Inspecciones

Los Servicios Técnicos Municipales podrán realizar las visitas de inspección que consideren oportunas a lo largo de la ejecución de los trabajos.

Si las inspecciones municipales concluyeran en un incumplimiento del Plan de Protección o de la normativa vigente, se podrán adoptar las medidas cautelares que se consideren oportunas y que pueden llegar a la paralización de las obras, sin menoscabo de la posible incoación de expedientes sancionadores.

Serán motivo de sanción las siguientes acciones:

- Daños en la copa o el tronco con los movimientos de las grúas o brazos de maquinaria.
- Vertidos de cualquier tipo en el alcorque.
- Acumulación de material de obra en el alcorque y su entorno.
- El anclaje o sujeción de cualquier material a los árboles.
- El uso de elementos vegetales como soporte o apoyo de instalaciones de sombreado, alumbrado o señalización.
- Cortar, pinzar o podar cualquier rama de los elementos vegetales que quedan integrados en la zona de obra.

### Documentación a exigir previa a la ejecución de la obra

Previamente a la ejecución, y salvo mejor criterio de los Servicios Técnicos Municipales, se exigirá un Documento Técnico para Protección del Arbolado cada vez que se vaya a ejecutar una obra por personal externo en la que pueda quedar afectado algún ejemplar arbolado para que sea supervisada por la Dirección Técnica.

El Documento Técnico para Protección del Arbolado debe contemplar:

- Especificación de los ejemplares a proteger, trasplantar o eliminar, con su correspondiente ubicación en plano. Y en su caso, condiciones de trasplante o de restitución del arbolado afectado.
- Delimitación de las zonas de cerramiento de las Áreas de vegetación y señalización de las vías de paso de maquinaria. Definición del "área de protección" del arbolado, en los casos que sea posible. Señalización de dichas áreas.
- Medidas de protección de los ejemplares.
- Necesidad de poda de ramas bajas, atado o protección.
- Definición de otras medidas de protección.
- Especificación de la retirada y el acopio del suelo vegetal para su aprovechamiento posterior.



- Elaboración del calendario de señalización, ejecución y retirada de protecciones y señalizaciones.
- Los recorridos de vehículos, maquinaria y personas, así como las zonas de giros.
- Las zonas de acopio de materiales y escombros.

El Ayuntamiento debe conocer la ubicación y dimensiones de todas las zanjas realizadas en entornos urbanos, con objeto de poder valorar posibles afecciones presentes o futuras en el arbolado.

## **ANEXO 8. PROTOCOLO DE ACTUACIÓN EN ARBOLADO CON FAUNA QUE DEBE SER OBJETO DE PROTECCIÓN**

(PENDIENTE DE DESARROLLO – SER + VERDE)

## **ANEXO 9. PROTOCOLO DE GESTIÓN DE ALCORQUES**

Redactado en documento independiente

