

# Estudio de Estado y Riesgo y Plan Director del Arbolado del Bulevar de Juan Bravo



27 de marzo de 2015

# ESTUDIO DE ESTADO Y RIESGO Y PLAN DIRECTOR DEL ARBOLADO DEL BULEVAR DE JUAN BRAVO

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. OBJETIVOS.....	5
2.1    DEL DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN .....	5
2.2    DEL PLAN DIRECTOR .....	6
3. FUNCIONALIDAD DEL ARBOLADO OBJETO DE ESTUDIO .....	7
3.1    FUNCIONALIDAD DEL ARBOLADO URBANO CON CARÁCTER GENERAL.....	7
3.2    FUNCIONALIDAD DEL ARBOLADO EN EL BULEVAR DE JUAN BRAVO .....	8
4. METODOLOGÍA .....	9
4.1    METODOLOGÍA DE LA DIAGNOSIS DE SITUACIÓN .....	9
4.1.1    Recogida de información .....	9
4.1.2    Análisis y valoración del estado y riesgo .....	13
4.1.3    Análisis de la información.....	15
4.1.4    Informe diagnóstico de situación .....	15
4.2    METODOLOGÍA DEL PLAN DIRECTOR .....	16
4.2.1    Definición del “Modelo de Espacio Arbolado”.....	16
4.2.2    Estrategias para llevar a cabo el Modelo de Arbolamiento .....	16
4.2.3    Definición modelo de Gestión .....	16
5. ANTECEDENTES DEL BULEVAR DE JUAN BRAVO .....	17
5.1    ANTECEDENTES HISTÓRICOS .....	17
5.2    PROPUESTAS DE FUTURO PARA EL BULEVAR DE JUAN BRAVO .....	19
6. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ARBOLADO DEL BULEVAR .....	21
6.1    ESPECIES .....	21
6.1.1 <i>Styphnolobium japonicum</i> (sin. <i>Sophora japonica</i> ) - Sófora .....	21
6.1.2 <i>Ulmus sp</i> .....	22
6.1.3 <i>Otras especies</i> .....	24
6.2    FASES DE DESARROLLO.....	25
6.3    AFECCIONES PRESENTES EN EL ARBOLADO .....	27
6.4    DEFINICIÓN DEL RIESGO DEL ARBOLADO .....	30
6.5    PUDRICIONES Y CAVIDADES.....	32

7. DESCRIPCIÓN DEL ARBOLADO Y SU ENTORNO .....	35
7.1 DESCRIPCIÓN DEL ARBOLADO .....	35
7.2 DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO .....	42
8. ESTUDIO DE RIESGO DEL ARBOLADO .....	47
8.1 IDENTIFICACIÓN /SELECCIÓN DEL ARBOLADO DE RIESGO .....	47
8.2 INFORMES DE ARBOLADO. RESUMEN .....	48
8.3 PROPUESTAS DE ACTUACIÓN .....	54
8.4 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO DEL ARBOLADO. ....	57
9. ALCANCE Y LIMITACIONES .....	58
10. DIAGNÓSIS DEL ESTADO ACTUAL.....	59
ANALISIS INTERNO.....	60
ANÁLISIS EXTERNO .....	61
11. PLAN DIRECTOR .....	62
11.1 QUÉ ES UN PLAN DIRECTOR .....	62
11.2 PRINCIPIOS BÁSICOS EN EL ARBOLAMIENTO EN ENTORNOS URBANOS.....	62
11.3 DEFINICIÓN DEL MODELO DE ESPACIO ARBOLADO EN EL BULEVAR DE JUAN BRAVO .....	63
11.3.1 Características del espacio. Funciones y usos del Bulevar de Juan Bravo .....	63
11.3.2 Características del arbolado .....	64
11.3.3 Servidumbres mínimas.....	69
11.3.4 Propuesta de ubicación de posiciones arboladas en el bulevar. ....	71
11.4 ESTRATEGIAS PARA LLEVAR A CABO EL ARBOLAMIENTO .....	75
FASE I: PLAN DE CHOQUE.....	75
FASE II: PLANES DE ACCIÓN (2016-2030) .....	76
11.5 DEFINICIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN.....	77
11.6 MARCO DE COLABORACIÓN CON OTRAS ÁREAS .....	80
12. CONCLUSIONES.....	81
13. COMENTARIO FINAL .....	85

## ANEXOS

### 1. PROPUESTAS DE ACTUACIÓN

SOBRE EL ARBOLADO CON CARÁCTER GENERAL

SOBRE EL ARBOLADO DE RIESGO

### 2. NORMAS DE INVENTARIO

### 3. METODOLOGÍA EN VALORACIÓN DE RIESGO

### 4. INFORMES

### 5. PLANOS

PLANOS DE INVENTARIO

PLANOS DE RIESGO

PLANOS PLAN DIRECTOR

## 1. INTRODUCCIÓN

El arbolado urbano, en una ciudad tan extensa como Madrid y con la presión demográfica y de actividad de gran capital europea, juega un papel fundamental en la percepción de calidad de vida de ciudadanos y visitantes.

Es destacable también la ligazón sentimental de los ciudadanos con el arbolado de su ciudad, al que valoran y respetan, recelando de cualquier actuación sobre los mismos que pueda parecer arbitraria o desproporcionada.

El árbol, a diferencia del resto de elementos que encontramos en las vías públicas, es un ser vivo, de extraordinaria longevidad, y como tal presenta unas características muy particulares.

Por tanto, las acciones que llevemos a cabo en la gestión de los árboles condicionan, no sólo su presente, sino también su futuro a corto, medio y largo plazo. Para ello es necesario conocer de manera exhaustiva a todos los niveles la situación actual del arbolado de manera que el conocimiento sea la base en futuras tomas de decisiones.

Así conociendo el estado actual y el posible origen de las causas que nos han llevado a ello, se puede definir las propuestas de futuro más adecuadas, para un correcto desarrollo del arbolado, en todas las facetas que deben considerarse, beneficio ciudadano, mejora ambiental, optimización en la gestión, etc.

El Ayuntamiento de Madrid ha realizado, en el ámbito del arbolado viario, una serie de estudios avanzados que permiten llevar a cabo una gestión moderna, dinámica y eficiente del mismo, buscando alcanzar unos hitos de conocimiento que, llevados a la práctica, han permitido la consecución de unos resultados óptimos en cuanto a gestión del riesgo, rejuvenecimiento de la población e incremento de la biodiversidad; cumpliendo así con una serie de objetivos predefinidos.

Se pretende ahora aplicar todos los conocimientos relacionados con la arboricultura urbana moderna y aplicarla en la elaboración del **Plan Director del Arbolado del Bulevar de Juan Bravo**, por ser una zona de la ciudad significativa, al resultar uno de los pocos bulevares al uso que quedan en la ciudad, con una afluencia elevada de ciudadanos y en donde encontramos un arbolado en gran medida envejecido, con posibles problemas de vitalidad, que en un momento dado y, dependiendo de su evolución, podría llegar a suponer un riesgo para las personas y bienes.

## 2. OBJETIVOS

En el presente trabajo se buscan dos objetivos principales. Por un lado realizar una auténtica radiografía del **estado actual del arbolado del bulevar**, con objeto de poder identificar las principales necesidades de cara a la gestión del arbolado, y por otro **proponer un plan director** para los próximos años, que permita optimizar la gestión y sacar el mayor beneficio del bulevar en todos sus aspectos.



### 2.1 DEL DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN

Para identificar el estado actual del arbolado, se ha utilizado la metodología elaborada en el estudio *“Diagnóstico de situación del arbolado el Eje Prado-Recoletos”*, cuyos objetivos han sido la base para este trabajo y son:

- Afianzar la metodología definida resultando funcional en el tiempo
- Diferenciar la arboleda como conjunto y el árbol individual
- Conocer el estado actual del arbolado en el ámbito de estudio
- Analizar la población arbolada de riesgo
- Identificar posibles amenazas y problemas futuros en la gestión del bulevar
- Proponer soluciones que permitan facilitar la gestión de la arboleda

Además, este estudio analiza el riesgo actual del arbolado, pretendiendo reducir, en la medida de lo posible, el riesgo de ocasionar accidentes del arbolado en el bulevar objeto del informe.

Los objetivos parciales de cara a la gestión del riesgo son:

- identificación del arbolado potencialmente peligroso,
- clasificación de ese arbolado según unos primeros niveles de riesgo,
- determinación e identificación de los árboles que necesitan una fase posterior de inspección más detallada.
- valoración definitiva del nivel de riesgo del arbolado, corrigiendo en su caso la valoración preliminar anterior,
- determinación de la viabilidad futura del arbolado no peligroso
- establecimiento de propuestas de actuación concretas y razonadas a realizar en árboles individuales en función de su estado y riesgo,
- y estimación de prioridades de actuación.

## 2.2 DEL PLAN DIRECTOR

Por último, los objetivos concretos, buscados en la Elaboración del Plan Director del Arbolado del Bulevar de Juan Bravo son:

- Identificar la funcionalidad y los usos del Bulevar
- Consolidar el futuro de la arboleda en el tiempo
- Establecer directrices necesarias en materia de gestión y mantenimiento
- Proponer acciones encaminadas a la sensibilización social, educación ambiental y desarrollo sostenible.
- Definir un posible marco de colaboración con otras áreas del ayuntamiento de Madrid, con objeto de minimizar posibles afecciones futuras al arbolado.
- Potenciar el valor del arbolado urbano en la ciudad de Madrid

A lo largo de todo el estudio, se trabajan los objetivos propuestos para poder definir adecuadamente el diagnóstico de situación del arbolado y realizar las propuestas más adecuadas en la elaboración del Plan Director.

### 3. FUNCIONALIDAD DEL ARBOLADO OBJETO DE ESTUDIO

#### 3.1 FUNCIONALIDAD DEL ARBOLADO URBANO CON CARÁCTER GENERAL.

El arbolado de Madrid tiene su razón de ser. La funcionalidad de los árboles es fundamental en el ecosistema urbano, y va mucho más allá de dar simplemente sombra.

Para bienestar del ser humano, existe la necesidad de acercar la naturaleza al entorno urbano, y de ahí que se haya elegido al árbol como principal elemento de esa representación.

Entre otros, los principales beneficios que aportan los árboles a la ciudad de Madrid son:

- Regulación térmica, gracias a la sombra que dan en verano y al paso de sol que permiten en invierno.
- Fijación de CO<sub>2</sub>, mejorando la calidad ambiental del aire que respiramos, disminuyendo la contaminación atmosférica y fijando pequeñas partículas de polvo.
- Mejora del paisaje y del patrimonio natural, cultural y turístico de la ciudad. Las calles y edificios se recuerdan además por los árboles que habitan en ellos.
- Mejora psicológica del ciudadano. Poder observar los árboles motiva sensaciones de relajación y bienestar.
- Reducción de la visibilidad o del ruido mediante la creación de pantallas visuales o acústicas. Las alineaciones arboladas aportan intimidad ante los vecinos.
- Regulación de la escorrentía, y fijación del suelo, reduciendo simultáneamente las necesidades en infraestructuras de las redes de drenaje de la ciudad.
- Aportación de biodiversidad al medio urbano, al permitir la instalación y reproducción de fauna silvestre.



Techo abovedado formado por copas de los árboles



Vista lateral del bulevar arbolado

### 3.2 FUNCIONALIDAD DEL ARBOLADO EN EL BULEVAR DE JUAN BRAVO

En este documento se describe por adelantado la definición de la funcionalidad y disfuncionalidad del arbolado, necesaria para la correcta definición del Plan Director del Arbolado del Bulevar de Juan Bravo.

El principal objetivo a conseguir para el global del arbolado del Bulevar será que aporte funcionalidad, es decir, que la adecuada potencialidad de beneficios que proporcione el arbolado sea conforme a los usos del espacio en que se encuentra, en el menor tiempo posible y con el mínimo de molestias, problemas, conflictos y costes.

Una vez fijada la función o funciones principales de la misma, se debe atender a que el resto de funciones subordinadas sean compatibles en el espacio y tiempo con estas, para de esta manera alcanzar el objetivo de la multifuncionalidad del arbolado.

Por tanto el árbol individual y el conjunto arbolado del bulevar deben cumplir las siguientes funciones:

- Proporcionar sombra, particularmente en época estival.
- Poseer elevado valor ornamental de manera individual y colectiva.
- Preservar el valor patrimonial e histórico del conjunto arbolado.
- Servir de área de esparcimiento para los ciudadanos.
- Conectar con la identidad cultural de la ciudad.
- Atenuar el ruido, la contaminación del espacio y el polvo generado por la actividad urbana.
- Compatibilizar en la medida de lo posible el trazado y características de la arboleda actual, con las características históricas del espacio, a lo largo de su historia.
- Aportar biodiversidad.

Por el contrario el arbolado del bulevar debe cumplir una serie de requisitos como:

- Debe ser seguro: los árboles pueden volverse peligrosos por problemas de estabilidad en su estructura. Debe aceptarse el fin de ciclo del árbol y actuar en consecuencia. Si un ejemplar tiene un nivel de riesgo inaceptable deben tomarse las medidas necesarias para rebajar dicho nivel riesgo y entre estas medidas se incluye la posibilidad de su apeo.
- No debe tener problemas fitosanitarios graves que puedan suponer un riesgo para otros ejemplares de la arboleda.
- No debe generar conflictos graves por el espacio como interferencias con el tránsito de peatones o del tráfico, ocultar señales, tapar farolas, levantar gravemente los pavimentos, etc.
- No debe producir elementos indeseados como alergias, tóxicos, frutos que ensucien demasiado o que puedan producir caídas a los viandantes.
- Debe contribuir a las funciones principales al uso del espacio en el que se encuentra.
- No debe generar unos costes exagerados en su mantenimiento, no amortizables por los beneficios que proporcione.

## 4. METODOLOGÍA

La metodología (del griego μέθοδος de μετά metá 'más allá, después, con', οδως odós 'camino' y λόγος logos 'razón, estudio',) hace referencia al conjunto de procedimientos racionales utilizados para alcanzar una gama de objetivos que rigen en una investigación científica, una exposición doctrinal o tareas que requieran habilidades, conocimientos o cuidados específicos.

Alternativamente puede definirse la metodología como el estudio o elección de un método pertinente para un determinado objetivo.

En todo estudio es de gran valor que los hechos y sus relaciones sean obtenidos mediante métodos que recojan resultados con un grado máximo de exactitud y confiabilidad, de allí la importancia de seguir una metodología que indique el modo lógico y ordenado para el desarrollo del avance del estudio

Por todo esto, la metodología propuesta para este trabajo es una metodología probada durante varios años en la gestión del arbolado urbano, obteniendo resultados satisfactorios en los ámbitos en los que se ha estado aplicando.

Los principales hitos de la metodología aplicada son:

- Sencilla
- Basada en los conocimientos de arboricultura urbana y en la gestión del riesgo del arbolado
- Tratar el árbol como elemento individual y saber integrarlo en el conjunto

Debido a los principales objetivos de dicho estudio, definir la diagnosis de situación actual del arbolado y elaborar su plan director, se detalla por separado la metodología llevada a cabo en cada uno de ellos.

### 4.1 METODOLOGÍA DE LA DIAGNOSIS DE SITUACIÓN

Las fases del trabajo realizadas son:

#### 4.1.1 Recogida de información

Con objeto de identificar la situación real del arbolado ubicado en el Bulevar de Juan Bravo, la primera acción llevada a cabo en el proyecto ha sido recoger toda la información disponible relacionada con el arbolado y su entorno.

Para ello se ha procedido a la realización de una toma de datos sistemática tanto para el arbolado individual, mediante la realización del **Inventario**, como para el conjunto de la arboleda, creando unas fichas que definen la **Descripción del entorno**.

#### **Inventario**

Uno de los primeros trabajos realizados ha sido la revisión y/o actualización del inventario de 286 posiciones arboladas, utilizando la ficha completa de Arbolado viario, existente en ArboMap-Madrid, del Ayuntamiento de Madrid.

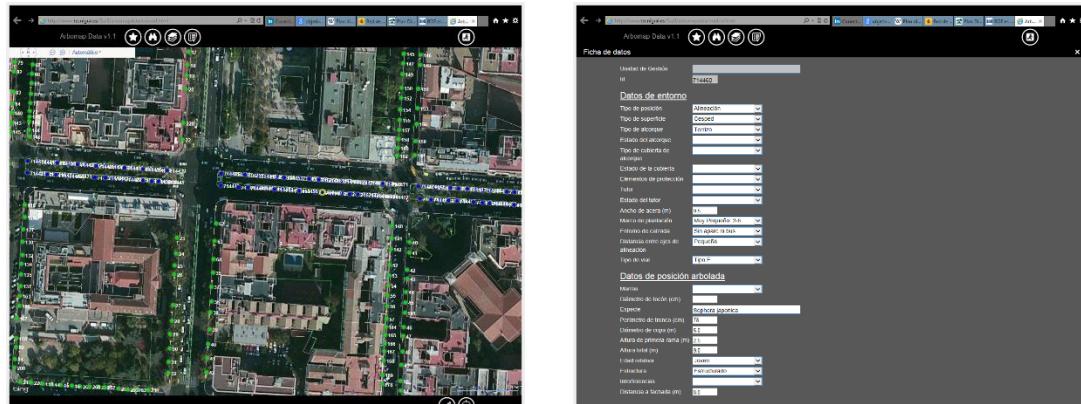
Como punto de partida, los requisitos ineludibles para garantizar la utilidad del inventario han sido que el trabajo de inventariación sea:

- **Fiable.** Formación y preparación específica de los inventariadores
- **Completo.** Respecto a los objetivos marcados y recursos
- **Claro.** Criterios bien definidos
- **Normalizado.** Valores consensuados y cerrados
- **Útil.** Con datos que ayuden a analizar

La metodología de inventario realizada se apoya desde su concepción en el inventario existente, suministrado por las empresas, así como en la cartografía digital, en los procesos de recogida de datos y de tratamiento de la información y en la realización de controles de calidad, para poder validar el resultado final.

Dicha ficha está compuesta por más de 45 puntos de inspección, que permiten conocer datos de cada posición arbolada.

La tipología de datos recogida en el inventario y los datos de cada una de ellas, queda mostrado a continuación:



Vista del Mapa de ArboMapData

Vista de ficha de datos de ArboMapData

#### ■ DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Son los datos que permiten conocer de qué árbol o posición arbolada estamos hablando. Son básicos para poder seguir la trazabilidad del árbol. Los datos relativos a esta área son:

- Nº Id
- Coordenadas XY
- Tramo
- Lote

#### ■ DATOS DE ENTORNO DE LA POSICIÓN

Estos datos se toman siempre para cada posición arbolada, es decir, haya árbol, marra o tocón, de forma que permita tener información necesaria y suficiente relacionada con la organización de tareas de mantenimiento, plantaciones, etc. Los datos que se completan en la ficha de inventario son:

- Tipo de posición
- Tipo de superficie
- Tipo de alcorque
  - Estado de alcorque
- Tipo de cubierta
  - Estado de cubierta
- Elementos de protección
- Tutor
  - Estado del tutor
- Ancho de acera
- Marco de plantación
- Entorno calzada

- Distancia entre ejes de alineación
- Tipo de Vial

#### ■ DATOS DE LA POSICIÓN ARBOLADA

En este apartado se toman los datos específicos del árbol, indicando en primer lugar si hay árbol, o hay un tocón por haberse apeado el ejemplar o bien es una marra (o posición arbolada vacía) que debe ser objeto de plantación.

En el caso mayoritario de que haya un árbol, se completan todos los datos relacionados con el ejemplar.

- Marra
- Diámetro de tocón
- Especie
- Perímetro de tronco
- Diámetro de copa
- Altura de primera rama
- Edad relativa
- Estructura
- Interferencias
- Distancia a fachada

#### ■ POSIBLES DAÑOS

En ese área se registran todos los datos relacionados con el estado del ejemplar, identificando y cuantificando los posibles defectos existentes, y que deben ser objeto de seguimiento.

Dichos datos que se anotan son:

- Inclinación
- Madera vista
- Huecos
- Exudaciones
- Fisuras
- Engrosamientos
- Corteza incluida
- Terciados
- Ramas secas
- Daños estructurales

#### ■ PLAGAS Y ENFERMEDADES

La inventariación de Plagas y Enfermedades recoge las patologías que puede presentar el árbol. De cara a la estacionalidad de algunas de ellas, no siempre pueden quedar identificadas:los campos valorados son:

- Tipo de Plaga y/o Enfermedad
  - Grado de afección
- Cuerpos fructíferos
  - Zona

#### ■ VITALIDAD

- Presencia de copa
- Transparencia de copa

– Desarrollo/vitalidad

En el *ANEXO 3: NORMAS DE INVENTARIO*, se detallan las normas de arbolado, para la realización del inventario, donde queda explicado con mayor detalle el alcance y significado de cada uno de los campos presentados.

Para la realización de la toma de datos, el técnico de campo rellena todos los datos característicos de cada árbol, tomados según los casos o la naturaleza de los datos, valiéndose de cintas métricas, cámara fotográfica, libros de consulta y demás documentación o herramienta que se considere complementaria y necesaria para la correcta ejecución de los trabajos.

Cada ficha de datos de la aplicación ArboMapData, introducida en la Tablet con la que se ha realizado el trabajo de campo, dispone, siempre que el campo lo permita, de listas desplegables con tablas auxiliares que incluirán las posibles opciones con las que llenar cada registro. De esta manera no es necesario escribir los datos sino simplemente seleccionarlos dentro de un listado, siendo así mucho más rápido el proceso de inventario y evitándose la generación de registros erróneos.

Esta herramienta informática de inventario, ArboMapData, permite almacenar directamente los datos en el servidor suponiendo un gran avance en el control y seguimiento de la labor de los técnicos de campo, pudiendo reaccionar anticipadamente ante errores, evitando además otro tipo de errores como grabación de datos por terceras personas, interpretación, etc.

Conscientes de la importancia del valor de un inventario bien hecho, se han establecido una serie de controles para asegurar la fiabilidad de los datos. Para ello se han realizado los siguientes controles.

*Test de errores y grabación en base de datos*

Los técnicos de campo realizan a diario un test de errores empleando la aplicación informática de su Tablet. De este modo se detectan errores de la siguiente índole:

- Falta de datos en algunas de las fichas llenas.
- Incoherencia de los datos de las fichas.

Una vez detectados los errores a través del test anteriormente mencionado, se actúa de la siguiente manera:

- Si la causa está en la forma de llenar los datos de la ficha, se corrige inmediatamente.
- Si es de campo, se procede a revisar dicho elemento.

El uso de la aplicación informática en la toma de datos con tablet elimina la fase de grabación de datos sustituyéndola por el volcado de los mismos, lo cual minimiza los errores asociados a la fase de grabación de datos en gabinete.

Simultáneamente al trabajo de los técnicos de campo, los datos vuelcan en el servidor central donde se aloja la base de datos. De este modo, el equipo de control de calidad realiza revisiones de su trabajo en gabinete y comunica con la mayor brevedad posible los errores cometidos.

*Control de calidad de los datos de inventario*

El equipo de control de calidad aplica técnicas estadísticas para la selección de muestras de la población arbórea sobre las que se realiza la comprobación de los datos de inventario cartográficos y alfanuméricos tomados por los técnicos de campo, de manera que exista fiabilidad en la extrapolación de resultados.

Sobre esas muestras, se realiza una comprobación de los datos tomados por los técnicos de campo a partir de los niveles de tolerancia y los porcentajes de error acordados en la reunión de inicio.

El técnico responsable del control de calidad utiliza la misma aplicación informática en soporte digital móvil (Tablet) para realizar las revisiones en campo de acuerdo a las muestras definidas.

Como resultado de la revisión el equipo de control de calidad se emite un informe que llega al técnico de campo. Si el número de errores supera los límites establecidos o bien son errores sistemáticos, el coordinador para explicar la tipología de errores. Los técnicos deben revisar el inventario de toda la zona que el coordinador determine.

Los resultados obtenidos del inventario se pueden ver en el apartado *7.1. ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL ARBOLADO*

### **Descripción del entorno**

Los árboles en el entorno urbano se encuentran fuera de su hábitat natural y día a día se encuentran sometidos a diversas situaciones que pueden llegar a provocarles distintos grados de estrés.

El objeto de este apartado conocer el conjunto arbolado de partida y llegar a identificar esos posibles factores de estrés que han podido influir en el desarrollo de la arboleda todos estos años.

De este modo, en paralelo a la realización del inventario, se ha trabajado en el conocimiento y análisis del entorno que rodea a los árboles objeto de estudio.

Para ello se han realizado diversas visitas a campo, con diversos objetivos, identificando y valorando aspectos como la funcionalidad y los usos del arbolado en el bulevar de Juan Bravo, densidad arbórea, estado estructural, alteraciones del terreno, etc.

Para una mejor organización de la información se ha procedido a la división del área de estudio en 9 tramos, bien definidos cartográficamente, cuyo el arbolado existente posee características más o menos similares, la funcionalidad es la misma en el área, los problemas encontrados son similares, etc.

Toda la información relacionada queda definida en el apartado *7.2 ANÁLISIS DEL ENTORNO*.

#### **4.1.2 Análisis y valoración del estado y riesgo**

Una vez actualizado y analizado el inventario del arbolado, ha procedido a la realización de un estudio específico del riesgo del arbolado en el ámbito del estudio. La metodología utilizada en este caso ha sido probada y contrastada durante muchos años en la inspección del riesgo del arbolado del Arbolado Viario de Madrid. Para ello han realizado las siguientes acciones:

##### **Detección y selección del arbolado de riesgo.**

En primer lugar se ha procedido a la aplicación del **Modelo Matemático de Riesgo del Arbolado Viario** a todos los árboles inventariados de forma que cada ejemplar tiene asignando un valor que permite priorizar ejemplares que necesiten una exhaustiva inspección en campo. De esta forma se permite identificar y ordenar los ejemplares que presentan una prioridad en su futura valoración de riesgo.

Tomando como partida el valor de riesgo arrojado por el modelo matemático por un lado, y teniendo en cuenta la edad, el tamaño, y las especies existentes, se realizó una inspección en campo en la que se concretó qué arbolado necesitaba con mayor urgencia la elaboración de informes individualizados de riesgo.



**Ejemplo de clasificación de Riesgo por el Modelo Matemático del arbolado**

**(Amarillo- Bajo, Naranja – Medio, Rojo- Alto)**

### **Informes de valoración de estado y riesgo.**

Sobre los árboles seleccionados, se han realizado informes de Valoración de riesgo, sobre **94 ejemplares**, creando una nueva ficha específica para este proyecto debido a la singularidad de su arbolado y tomando como base la Ficha Riesgo Madrid, descrita en el Pliego de Condiciones. En todos los ejemplares seleccionados, y siempre que se ha estimado conveniente para el árbol, se ha realizado además el análisis del interior del árbol (base, tronco o ramas) con instrumental apropiado, mediante el uso de Resistógrafo y/o Tomógrafo Sónico, en las zonas que puedan presentar mayor problema de cara a la estabilidad del árbol o alguna de sus partes.

La metodología para la cumplimentación de la ficha de riesgo, y la explicación concreta de cada uno de los items inspeccionados quedan determinados en el Anexo 3. *METODOLOGÍA EN VALORACIÓN DE RIESGO*.

**INFORME DE VALORACIÓN DE RIESGO DEL ARBOLADO**

**Juan Bravo** **OBJECTID: 4496**

DISTRITO: 4. Salamanca	LOTE: 2
ESPECIE: <i>Sophora japonica</i>	
DIANA: Alta	
V. GLOBAL VITALIDAD: Baja	
V. GLOBAL EMPUJE: Medio	
ESTADO ESTRUCTURAL: Malo	
PROBABILIDAD VUELCO: Baja	
PROB. FRAC. TRONCO: Alta	
PROB. FRAC. RAMAS: Muy alta	

**1. Vista general del árbol**

**VALORACIÓN GLOBAL DEL RIESGO:** Alto

**PROPIUESTA DE ACTUACIÓN:** Talas

**DATOS DE ENTORNO**

TIPO DE POSICIÓN: Alineación
TIPO DE SUPERFICIE: Césped
TIPO DE ALZORQUE: Terreno
TIPO DE CUBIERTA: No
ESTADO: -
ELEMENTO DE PROTECCIÓN: -
ESTADO: -
TIPO DE VIAL: Tipo E
ANCHO DE ACERA: 9.5 m
ENTORNO CALZADA: Sin aparc ni bus
MARCO PLANTACIÓN: Muy Pequeño: 3-5
ESPAZO DISPONIBLE: Mediano

**2. Localización**

**DATOS DENDROMÉTRICOS Y DE DESARROLLO**

PERÍMETRO: 130 cm	ALTURA LR RAMA: 2.9 m
ALTAURA: 11 m	DIÁMETRO DE COPA: 6.0 m
EDAD RELATIVA: Viejo	DOMINANCIA: Codomínante
FORMACIÓN: Alterada	Nº RAMAS PRINCIPALES: 2

**4496** **1**

**DEFECTOS EN LA INSPECCIÓN VISUAL**

**COPA**

PRESENCIA DE RAMAS SECAS
% No diá. - cm
TERCIADO NO CONSOLIDADO
% 30 días 23 cm D.Chup.
CONTREZA INCLUIDA
Longitud: No cm Localización: -

**HUECOS EN COPA**

1	2	3	4
Ancho -	-	-	-
Alto -	-	-	-

**MADERA VISTA EN COPA**

1	2	3	4
Ancho 15	-	-	-
Alto 60	-	-	-

**FISURAS EN COPA**

Longitud - cm Localización: -
-------------------------------

**5. Vista general de la copa**

**5. a. Pudrición en copa**

**5. b. Angulación en rama principal**

**5. c. Pudrición en rama principal e inoxetas.**

**4496** **3**

**Vista del página inicial del informe**

**Vista de datos de Inspección de copa**

### Propuestas de actuación individual de cara al riesgo.

Después del análisis realizado en campo, para cada ejemplar se ha dictaminado la propuesta de actuación más adecuada, desde el punto de vista individual del árbol. Dichas propuestas quedan descritas de forma conjunta en el apartado 8.3. *PROPUESTAS DE ACTUACIÓN*, y en el Anexo 1 *PROPUESTAS DE ACTUACIÓN-Propuestas De Actuación Del Arbolado De Riesgo*

#### 4.1.3 Análisis de la información

Una vez que se ha obtenido toda la información necesaria en campo, se ha procedido a su análisis, sirviendo de base en la elaboración del diagnóstico de situación, redactado en la presente memoria. De este modo, se valora el arbolado perteneciente al bulevar de Juan Bravo de una forma objetiva y a todos los niveles (árbol, arboleda, entorno, riesgo, etc.).

El análisis de la información se realiza en base a la estructura planteada en las anteriores categorías, identificando los resultados obtenidos tanto del inventario como del estudio de riesgo, pudiendo identificar cuantitativamente el análisis cualitativo que se ha realizado del entorno.

#### 4.1.4 Informe diagnóstico de situación

A modo de conclusiones, el Diagnóstico de Situación es la base argumental sobre la que se debe apoyar y cobrar coherencia el Plan Director del Arbolado del Bulevar de Juan Bravo para los próximos años, y ha sido elaborado en base a los resultados obtenidos de la toma de datos y análisis de los mismos en todos los aspectos identificados.

## 4.2 METODOLOGÍA DEL PLAN DIRECTOR

Para la elaboración del Plan Director, se parte de toda la información recogida en el Diagnóstico de Situación y a partir de ella se define qué arbolado se quiere tener y como se debe llevara cabo su consecución y mantenimiento.

Para ello se definen 3 fases, que se describen a continuación.

### 4.2.1 Definición del “Modelo de Espacio Arbolado”

En primer lugar debe definirse, principalmente, qué arbolado se quiere tener, dónde y cómo. Para ello se trabajarán los siguientes aspectos

- Características del espacio. Usos y funciones
- Características del arbolado.
  - Cantidad
  - Grado de cobertura
  - Marco de plantación
  - Especies recomendadas y especies prohibidas
  - Edad y desarrollo deseable
  - Dimensiones de arbolado
  - Reposición arbolado
- Servidumbres mínimas

Todo esto quedará definido en el apartado “11.3 DEFINICIÓN DEL MODELO DE ESPACIO ARBOLADO EN EL BULEVAR DE JUAN BRAVO”.

### 4.2.2 Estrategias para llevar a cabo el Modelo de Arbolamiento

Una vez definido cómo se quiere que sea el arbolado del bulevar, se especifican de forma esquemática los procesos para llevar a cabo la consecución del mismo.

En el apartado “11.4 ESTRATEGIAS PARA LLEVAR A CABO EL ARBOLAMIENTO”, quedan definidos el Plan de Choque y los Planes de Acción para su adecuada consecución.

### 4.2.3 Definición modelo de Gestión

Una vez que se tiene claro el espacio arbolado, se definen las actuaciones para llevar de forma adecuada y sostenible el arbolamiento deseado. Para ello se definirá los pilares básicos en relación a:

- Implantación de arbolado:
- Mantenimiento de arbolado
- Seguimiento del arbolado
- Renovación del arbolado
- Actuaciones complementarias

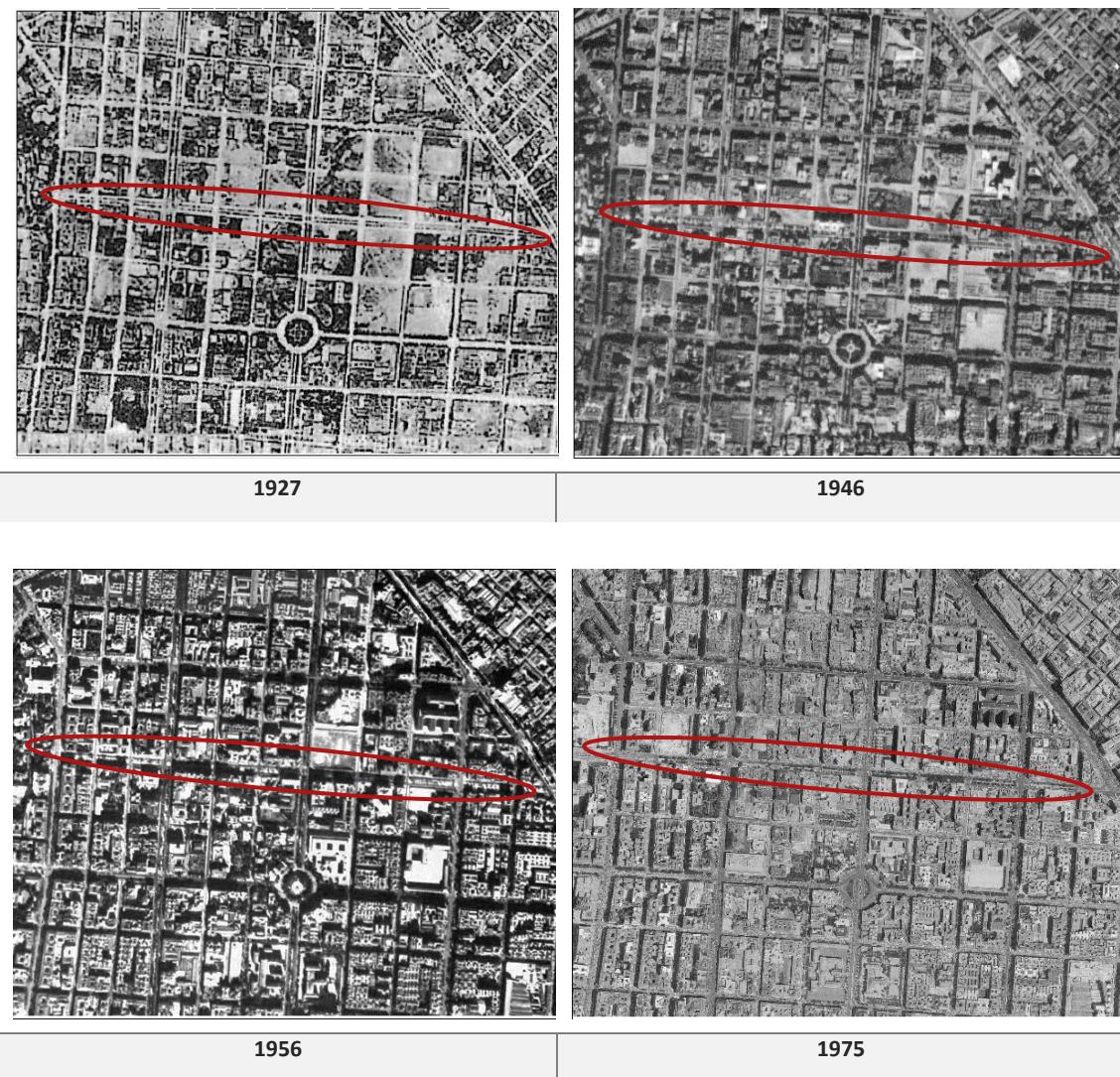
## 5. ANTECEDENTES DEL BULEVAR DE JUAN BRAVO

Según la RAE, se entiende como Bulevar un “paseo central arbolado de una Avenida o una calle ancha”.

El Bulevar de Juan Bravo, pertenece al grupo de bulevares ejecutados en el primer tercio del siglo XX, con objeto de ordenar y adornar el ensanche de Madrid.

### 5.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

En la siguiente sucesión de imágenes se puede ver la evolución del arbolado del Bulevar de Juan Bravo desde el año 1927 hasta la actualidad.



En la observación de las imágenes se puede ver cómo ha ido variando la composición de la arboleda a lo largo de los años.

En el año 1927, simplemente se dibuja la localización de los árboles, pero se puede ver que ya desde entonces el árbol era un elemento de referencia en la ordenación de la ciudad.

En el año 1946 se observan zonas con arbolado de mayor desarrollo como el comprendido entre las calles Príncipe de Vergara y General Díaz Porlier. Sin embargo, 10 años más tarde, en 1956 se observa que los árboles ubicados entre la calle Velázquez y la calle Castelló se han desarrollado en mayor medida, en comparación con otros tramos.

En el año 1975, los árboles con mayor desarrollo de copa se observa entre las calles de General Pardiñas y General Díaz Porlier.



En la actualidad también se observan tramos con mayor desarrollo arbolado que otros. Coincide que los mayores desarrollos de copa y de tamaño se encuentran entre la calle Velázquez y la calle General Díaz Porlier. Destaca por su arbolado de menor tamaño los tramos de General Díaz Porlier y Conde de Peñalver así como el tramo entre Lagasca y Velázquez.

Por otro lado, en la siguiente tabla se muestra las características del bulevar de Juan Bravo hace 50 años y su situación actual.

CARACTERÍSTICA	MEDICIÓN (1950 aprox.)	MEDICIÓN ACTUAL
TRAMOS	11	9
LONGITUD	1.035	871
ANCHURA	10	
SUPERFICIE	10.350	8.710
ANDÉN	4	5
PARTERRES	3+3	2.5+2,5
MARCO	8X5	8X5
Nº ÁRBOLES	363	268

\*Fuente "Los Bulevares del Ensanche". José Martínez Sarandeses y Andrés Martínez Gómez (2003)

Se observa que aunque el marco de plantación se ha mantenido a lo largo de los años, gran parte del arbolado se ha ido perdiendo, existiendo en la actualidad casi 100 ejemplares menos que hace 50 años.

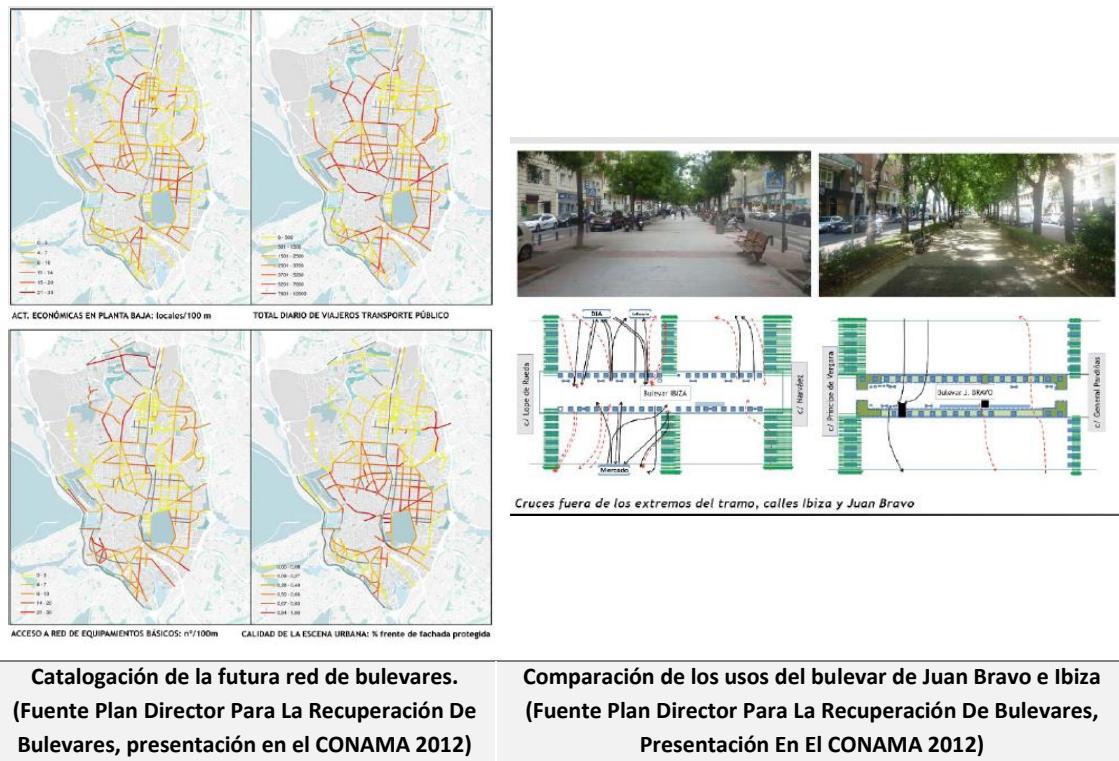
Se puede ver también que se han perdido los dos tramos arbolados de los extremos con respecto a la situación original debido a la adecuación de la calle al tráfico rodado.

## 5.2 PROPUESTAS DE FUTURO PARA EL BULEVAR DE JUAN BRAVO

En la actualidad, la revisión del Plan General de Ordenación Urbana, pendiente de aprobación, recoge el “*PLAN DIRECTOR PARA LA RECUPERACIÓN DE BULEVARES*”, basado en definir una red de nuevos bulevares (ejes verdes de movilidad blanda) que estructuren la ciudad de Madrid, aumentando el espacio destinado al tránsito y la estancia peatonal, mejorando su calidad paisajística y la de su entorno, con ampliación de la superficie verde y arbolado, compatibilizando en su seno las diversas funciones que plantea su entorno, en especial la movilidad, y potenciando la actividad económica y social.

De este modo, dicho Plan tiene como principales objetivos:

- **Avanzar en el cambio de la concepción de la movilidad** en la ciudad apostando por caracterizar a Madrid como “la ciudad de los bulevares, los peatones y el transporte público”.
- **Configurar un espacio donde pasear sea posible** (ciudad paseable) a partir de una verdadera red de ejes urbanos, con valor estructurante.
- **Promover la calidad ambiental** y la vida ciudadana.
- **Reequilibrar la red viaria municipal** transformándola en ejes mixtos de gran calidad urbana.



En el plan se hace especial referencia al arbolado y a las zonas verdes, indicando:

“Un arbolado bello, potente y con capacidad de conformar bóvedas naturales. El arbolado fue seña de identidad de los bulevares y debe volver a serlo en el marco de la recuperación ambiental de la ciudad. Se deberán utilizar especies adaptadas al clima y condiciones de la ciudad”

“Una banda ajardinada continua y que sea significativa, tanto desde el punto de vista perceptivo como ambiental, denominada “banda verde” Además del arbolado, el elemento con mayor capacidad para encarnar el cambio propuesto será una banda de carácter naturalizado denominada “banda verde”

con la que se trata de obtener un espacio libre de anchura significativa y continuo, imprescindible para lograr el cambio en la imagen de las calles y efecto apreciable sobre la permeabilidad del suelo y el confort climático."

El bulevar de Juan Bravo se encuentra dentro de este Plan y esto debe ser tenido en cuenta en la posible toma de decisiones relacionadas con el futuro del arbolado del paseo.

## 6. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ARBOLADO DEL BULEVAR

Se presenta a continuación las características generales del arbolado estudiado en el bulevar de Juan Bravo, detallándose en el apartado 7 con la información arrojada por los datos de inventario.

### 6.1 ESPECIES

Las principales especies que conforman el paseo son sóforas y olmos, cuyas características principales se detallan a continuación.

#### 6.1.1 *Styphnolobium japonicum* (sin. *Sophora japonica*) - Sófora

La Sófora, *Sophora japonica*, es la especie que presenta mayor número de ejemplares en el Bulevar de Juan Bravo y también la de mayor número de ejemplares a los que se ha realizado informe individualizado de riesgo. Es un árbol muy empleado, bien como ejemplar aislado o bien en paseos arbolados por la buena sombra que proporciona a los transeúntes. Está considerado como uno de los árboles más bellos de la familia *Leguminosae*.

Tiene una velocidad de crecimiento moderada en los primeros años, hasta alcanzar una altura de 15-20 metros, después continua su crecimiento más lentamente. En edad adulta soporta bastante bien las heladas, cosa que no ocurre durante la juventud, época en la que es vulnerable.

Es bastante tolerante a la sequía y a la contaminación, y aunque prefiere suelos profundos se adapta bastante bien a cualquier otra condición de suelos. Requiere una adecuada poda de formación ya que tiene tendencia a emitir ramas bajas y dobles guías. En edad adulta, aunque tolera relativamente bien las podas fuertes, éstas originan cavidades y las ramas mal asentadas sobre las oquedades pueden caerse los días de viento o cuando se cargan con el paso del tiempo. La madera es quebradiza y un tanto insegura para realizar podas en altura.

### PLAGAS, ENFERMEDADES Y HONGOS DE PUDRICIÓN

#### Plagas y enfermedades

En general es un árbol poco afectado por plagas o enfermedades, en ocasiones pueden tener algún ataque de cochinilla o pulgón sin que requieran ningún tratamiento especial. En cuanto a enfermedades son susceptibles de recibir ataques de hongos patógenos formadores de chancros como *Neonectria galligena*.



Detalle de cuerpos fructíferos de *Inonotus hispidus*



Chancro en sófora

## Hongos de pudrición

- *Inonotus hispidus*

Se trata de un hongo parásito de heridas que, desde el punto de vista biomecánico, se trata de la principal afección en sóforas de la ciudad de Madrid. En esta especie, al tratarse de un débil compartimentador, su efecto biomecánico será casi siempre grave, y por tanto es causa muy frecuente de fractura, particularmente en árboles desvitalizados.

No obstante, si el árbol tiene una buena vitalidad, pueden pasar años hasta que llegue a fracturar, ya que al hongo le costará más colonizar la madera neoformada a partir de la zona de barrera especialmente en sentido radial y el ritmo de generación de madera ser superior o igual al de la madera degradada.

En sentido longitudinal, el hongo avanza mucho más fácilmente, por lo que al final se observan anchas bandas de zona cancrosa y el callo en la cara superior de la lesión apenas aparece en muchos casos.

En cuanto a los efectos fisiológicos, la muerte parcial de la albura y del cambium vascular tendrá un efecto negativo en el árbol. En general su repercusión suele ser escasa, no obstante si el perímetro de la rama o del tronco afectado es considerable, repercutirá negativamente en la vitalidad del árbol.

### 6.1.2 *Ulmus sp*

#### ***Ulmus pumila***

El olmo siberiano puede alcanzar una altura de hasta 15 metros, tiene un crecimiento muy rápido en sus primeros años y puede llegar a formar una copa muy frondosa. Sus ramas se estructuran en forma de espina de pez, con hojas pequeñas, elípticas y lanceoladas, de color verde oscuro por el haz y pubescentes por el envés.

Es una especie muy plantada como árbol ornamental, utilizado bien en alineaciones o bien formando grupos en parques y jardines. Sus raíces son agresivas, por lo que puede provocar deterioros en pavimentos y redes de saneamiento.

Se adapta bien a todo tipo de suelos, incluso a los calizos, y es una especie muy apropiada para climas áridos.

Es una especie de gran frondosidad, por lo que es conveniente realizar una poda de aclareo y limpieza de la copa cada tres o cuatro años.

#### ***Ulmus minor***

Su nombre común es Negrillo u Olmo común. Es una especie de crecimiento rápido sobre todo en ejemplares jóvenes y que puede alcanzar hasta 30 metros de altura. Son ejemplares de porte robusto, con ramas ascendentes y arqueadas, y con la corteza de color gris oscuro.

Las hojas son caducas, simples, alternas, ovales de hasta 8 cm., desiguales en la base, doblemente dentadas en los bordes, de color verde brillante por el haz, pubescente por el envés, en otoño tiene un cambio de color amarillo. Como en general todos los olmos posee un sistema radicular muy potente, que puede provocar deterioros en pavimentos.

Es una especie que prefiere los suelos húmedos, ligeros, profundos y fértiles, también gusta de humedad en el ambiente, no tolera bien la sal, y puede soportar heladas de hasta -20 °C

Es un árbol ornamental de buena sombra, muy utilizado antiguamente con este fin, aunque hoy en día se planta menos debido a la sensibilidad al ataque de la *Grafiosis*, terrible enfermedad que impide la circulación de la savia y que está mermando considerablemente su población.

## PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL GENERO *Ulmus*

### Enfermedades

- *Grafiosis* del olmo:

La enfermedad más importante que afecta al género *Ulmus* es la *Grafiosis*, que es de muy difícil tratamiento y provoca la muerte de los ejemplares al no permitir la circulación de la savia. Es una enfermedad provocada por un hongo (*Ceratocystis ulmi*), este hongo tapona los vasos conductores de savia. Los primeros síntomas que se observan en los ejemplares contaminados son marchitez y amarilleamiento en las hojas, posteriormente estas se secan, para en unos meses morir el ejemplar.

Esta enfermedad se puede transmitir bien a través de un escolítido vórtex o bien por cercanía con las raíces de un árbol infectado.

De todas las especies de olmos la más resistente al ataque de esta enfermedad es *U. pumila*, por ello es la especie más empleada actualmente en alineaciones y jardines.

- Otras enfermedades:

Otras enfermedades que afectan a este género son: caries del tronco, chancros de la corteza, y diversos ataques de hongos que provocan manchas y moteados en las hojas o exudados en la corteza.

A través de las heridas de poda pueden penetrar en la madera hongos como *Fomes* y *Polyporus*, que pueden provocar pudriciones internas y la aparición sobre la corteza de cuerpos fructíferos. En el momento de la realización del estudio no ha sido identificado ninguno de estos agentes patógenos.

### Plagas

- *Galeruca* del olmo:

Este escarabajo de nombre científico *Xanthogaleruca luteola*, se come las hojas en el estado de larva y adulto, dejando sólo los nervios. Los Olmos invadidos quedan a mediados de verano con pocas hojas, muy debilitados y más propensos a otros ataques como Barrenillos y, como consecuencia, a la infección del hongo causante de la *Grafiosis*, que termina matándolo.

La mayor parte de los olmos del bulevar presenta esta plaga con mayor o menor grado de afección.

- Otras plagas:

Los olmos también pueden sufrir el ataque de orugas defoliadoras, principalmente en los meses de julio y agosto, de barrenillos en árboles viejos o debilitados por la galeruca, y de cochinillas y taladros del tronco.

### 6.1.3 Otras especies

#### **Robinia pseudoacacia**

La falsa acacia o *Robinia pseudoacacia* es un árbol de crecimiento rápido que puede llegar a vivir hasta 200 años, puede alcanzar más de 15 metros de altura, el tronco es rugoso y muy agrietado de color marrón grisáceo. Las hojas son compuestas con foliolos de color verde por el haz y algo más pálidos por el envés, florece en primavera.

Es una especie apropiada para todo tipo de jardines con grandes dimensiones, calles y paseos, o incluso para fijar bordes y taludes de carreteras.

Admite un amplio tipo de suelos, una vez que se ha desarrollado bien su sistema radicular, soporta bien la sequía. Enriquece en nitrógeno los terrenos donde crece, como todas las leguminosas, posee bacterias en las raíces que fijan el nitrógeno. Soporta muy bien la contaminación, por lo que se la recomienda para zonas especiales y en zonas exteriores.

No precisa de poda sistemática, si se le poda en exceso, surgen gran número de crecimientos de emergencia, lo que agrava a medio plazo el problema del árbol.



Vista general de *Robinia pseudoacacia*



Vista general de *Ulmus pumila*

## 6.2 FASES DE DESARROLLO

El científico francés *Pierre Rimbault*, expone que toda especie arbórea pasa por 10 fases o etapas de desarrollo natural, desde la germinación de la semilla hasta la muerte senescente de los árboles centenarios. Durante estas etapas el árbol cambia varias veces de organización biológica y su morfología, y se suceden distintas estrategias y estadíos de desarrollo.

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.

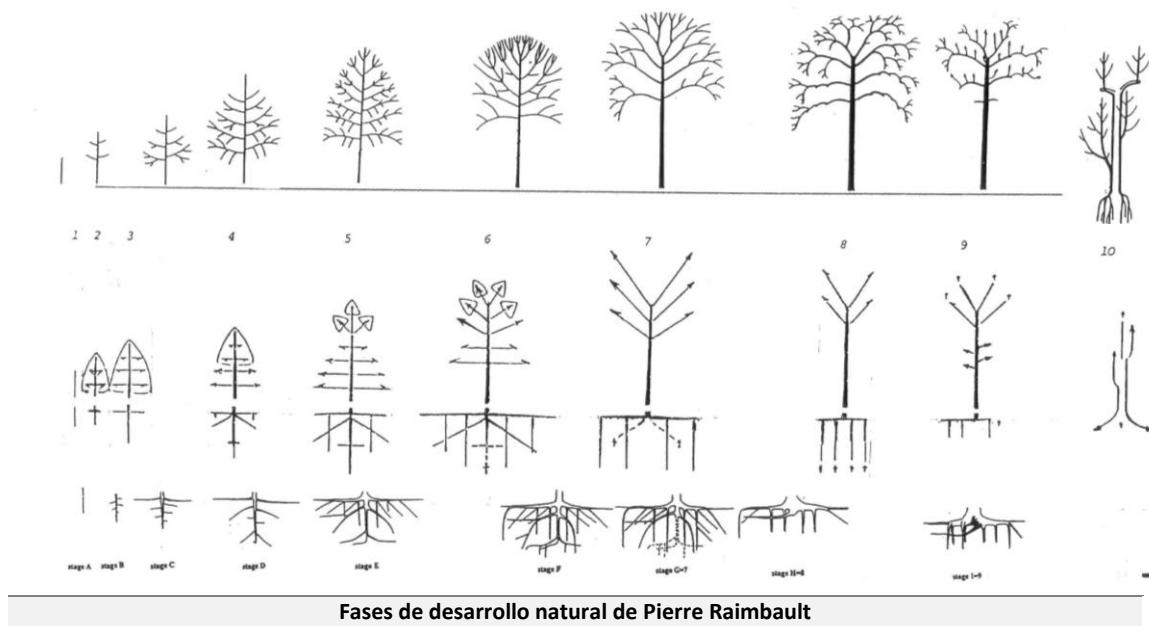
Durante las fases 5 y 6 el árbol elabora su estructura definitiva. Cuando el árbol es adulto, da prioridad a la duración de la estructura mediante la renovación de sus ramas.

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.

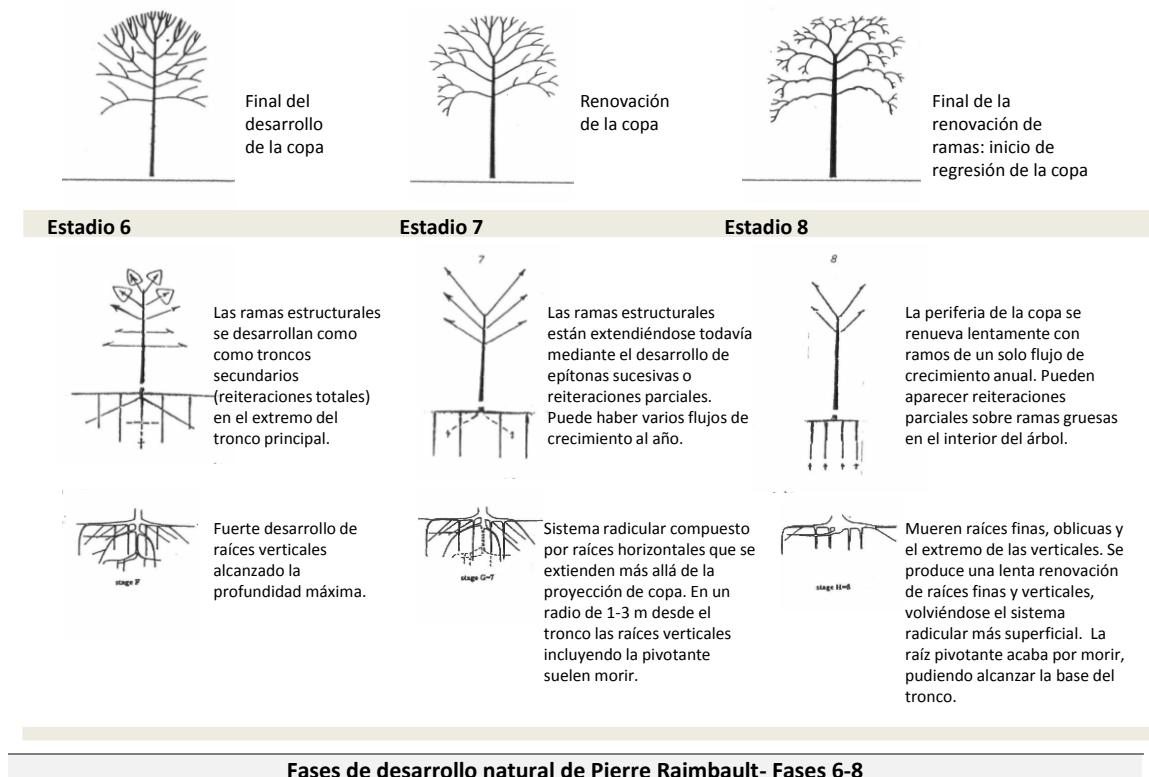
Las últimas etapas 9 y 10 corresponden al descenso de copa y la muerte o caída espontánea de los árboles.

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.

En el siguiente esquema se muestran las fases propuestas en el desarrollo natural, tanto de la parte aérea como de las raíces, propuestas por este autor.



En el siguiente esquema se muestra una explicación más exhaustiva del grado de desarrollo teórico de los árboles objeto de estudio, identificados con las fases de desarrollo de 6 a 8.



Tras la inspección del arbolado se observa que en algunos de estos árboles no es visible la regresión en copa, pero a nivel radicular esta ya ha comenzado.

La mayor parte de los árboles estudiados en el bulevar se encuentran entre las fases 5 y 8.

## 6.3 AFECCIONES PRESENTES EN EL ARBOLADO

### Síntomas de regresión de copa

Los síntomas de regresión o decaimiento de copa, indican desvitalizaciones o desarreglos en el sistema biológico del árbol (Shigo, 1994; Roloff 2001). Son por tanto una consecuencia que puede proceder de distintas “causas”. Estos descensos de vitalidad pueden ser temporales (reversibles) o permanentes (irreversibles).

El decaimiento de copa es la progresiva pérdida de vitalidad y es una fase natural del ciclo de vida de todo microorganismo, por lo que es normal en la edad madura del árbol (Sinclair & Lyon, 2005). El decaimiento prematuro es más preocupante ya que refleja la influencia de factores de estrés. En árboles adultos, que no han llegado a la fase de plena madurez, cuando se observan síntomas en copa, estos factores de estrés tienen que haber actuado durante varios años.

La presencia de ramas secas se puede interpretar como la fase final del proceso de desvitalización que finalmente produce la muerte final de todos los tejidos de la rama.

Los síntomas de desvitalización o de decaimiento varían con la causa y con la especie de árbol. A nivel de la copa pueden observarse los siguientes:

- Escaso crecimiento. Formación de ramillas acodadas de pequeño tamaño.
- Escasa densidad de brotación. Brotes dispersos, deformados o pequeños.
- Clorosis de hojas completas o de algunas zonas, así como reducción del tamaño normal de la hoja.
- Caída prematura de hoja.
- Muerte o regresión de brotes y ramillas.
- Presencia de patógenos oportunistas o de debilidad.
- Escasa presencia de almidón en tejidos de reserva, localizados principalmente en el parénquima de los radios, en el parénquima axial de conexión, en la base de las yemas, etc. Visible a través de la tinción con lugol de ramas o ramillas cortadas.
- En algunos casos fructificación más abundante de lo normal.
- Cierre de heridas pobre o ausencia de madera de compensación
- Escasa emisión de rebrotes tras poda invernal o primaveral.
- La alta trasparencia de copa. No obstante para frondosas este criterio tiene menor fiabilidad ya que una escasez de densidad foliar también puede deberse a otros factores. En coníferas hojas la baja densidad foliar sí es un buen indicativo de debilidad.
- La muerte de ramas bajas en árboles aislados y con iluminación, originándose árboles con forma de “cola de león”, especialmente en coníferas de fuerte dominancia apical y sin capacidad de rebrote.



Síntomas de regresión en copa en olmo



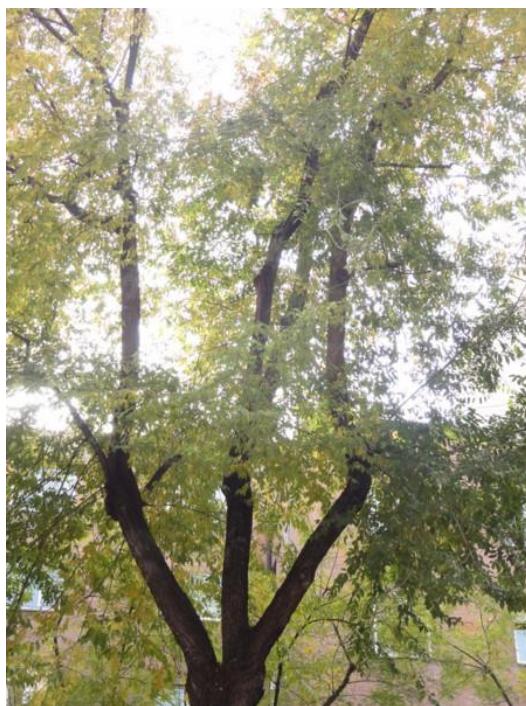
Vista ejemplar robinia con regresión de copa

### Terciados no consolidados:

Se denomina terciado no consolidado a aquellos cortes transversales de ramas, en el que se produce una herida de poda de grandes dimensiones que previsiblemente puede evolucionar en pudrición. Los rebrotes emitidos en la proximidad a este corte son inducidos por la eliminación de la dominancia apical que hasta entonces emitía auxinas (inhibidoras del desarrollo de yemas laterales). Aquellos que se originan en la proximidad a los puntos de corte se vuelven inestables cuando la madera expuesta comienza a descomponerse, lo que unido al anclaje superficial y débil de estos brotes, origina una inestabilidad estructural grave.

Cuando la rama es acortada se produce una proliferación de brotes epicórmicos bajo la lesión, ya que no llegan las auxinas que antiguamente se producían en el ápice las hojas dominantes. El terciado consolidado será especialmente peligroso si la rama terciada ya presentaba pudrición en la zona de corte. En aquellos casos en los que la rama eliminada se encuentre en buen estado, el desarrollo de la pudrición tardará varios años, por lo que si el árbol es joven y vigoroso, el rebrote puede llegar a consolidar parcialmente la herida originada por el terciado realizado.

Por lo general, especies como la sófora o los olmos, generan zonas de barrera débil y no consolidada bien la ejecución de los terciados.



Ejemplo de copa terciada

### Chancros o grandes zonas muertas

En este grupo de anomalías se encuentran aquellos defectos en los que de una u otra manera se produce la **muerte del cambium vascular** a la vista del inspector del árbol, que únicamente es capaz de apreciar el estado periférico del tronco, ramas o del cuello.

El concepto de cancro (o chancro) es confuso. No existe una definición perfecta de lo que significa debido a que su origen y características son muy diferentes de unos a otros. Una definición utilizada en el campo de la sanidad forestal es la siguiente: "lesión necrótica y con frecuencia profunda que se produce en el tallo, ramas o ramitas de una planta con tendencia a extenderse y escasa o nula cicatrización. Se caracteriza por una lesión cortical que afecta a la coloración normal de la corteza,

hipertrofias y depresiones en el área afectada y resquebrajaduras del tejido cortical. En última instancia afecta al cambium vascular. Supone la muerte de los órganos por encima de la lesión. (...)" (Muñoz et al. 2003). En cambio otra definición extraída de una publicación sobre arbolado peligroso se refiere a cancro simplemente cómo aquellos que "pueden aparecer en ramas, tronco o raíces, y se identifican ya que la corteza y cambium están muertos y la madera bajo esa corteza está desfigurada (la corteza puede adherirse o no a la cara del cancro)." (Calaza, 2012). En esta última definición no se incluye la necesidad de que esté la zona necrosada, que sea profunda o que tenga tendencia a extenderse.

De cara al estudio, nos referirnos indistintamente a cancros y zonas afectadas por la muerte espontánea del cambium vascular (en adelante zonas muertas), a los que definiremos como áreas localizadas en el tallo, rama, base o raíces del árbol, en las que se produce la muerte del cambium vascular y de la corteza, donde esta se agrieta, se desprende o se queda adherida. En los casos en que la corteza se queda adherida a la madera, generalmente se aprecia el desarrollo de un callo alrededor de la zona lesionada o una depresión en el leño por la ausencia de crecimiento en grosor en las zonas muertas. Si la lesión es joven, en ocasiones sólo se aprecia un cambio de coloración de la corteza ya que no ha dado tiempo a que se genere callo. Los cancros o zonas muertas pueden estar causados por enfermedades, hongos de pudrición que alcanzan el cambium vascular, por daños meteorológicos (quemaduras de sol, heladas,...) etc.

En gran cantidad de ejemplares de sófora de desarrollo adulto se parecían grandes zonas cancrosas, que provocarán la muerte del arbolado en un futuro antes que su posible colapso.

#### 6.4 DEFINICIÓN DEL RIESGO DEL ARBOLADO

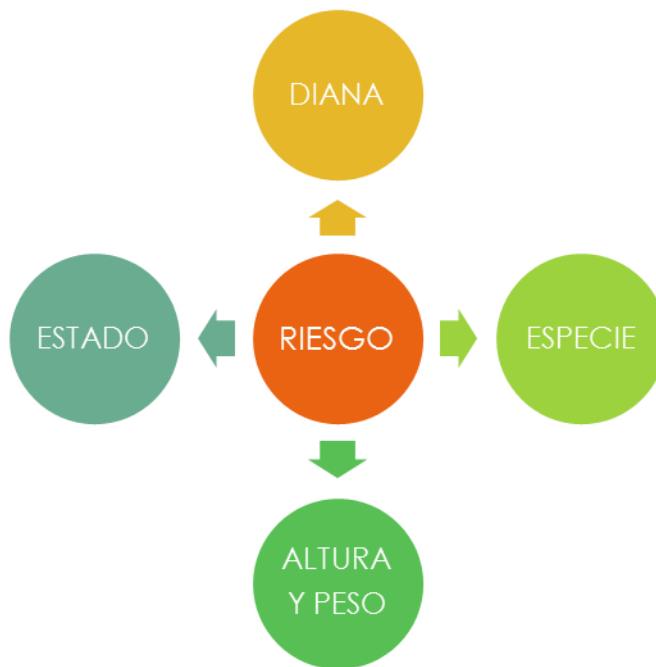
Se entiende por **Riesgo** la proximidad de un daño, es decir, que si se dan las condiciones oportunas se producirá un accidente. Por otro lado, el peligro es un riesgo o una contingencia inminente de que suceda algún mal. ([www.rae.es](http://www.rae.es))

Los factores que condicionan el riesgo mecánico en los árboles por rotura o caída del árbol sobre personas o bienes que se encuentren próximos en ese momento son:

- la **probabilidad** de que ocurra un accidente y
- la **gravedad** en caso de que ocurra.

La probabilidad y la gravedad son factores que de manera simplificada dependen de factores como:

- la diana (o probabilidad de impactar en una diana). que recoge qué hay debajo del árbol y qué puede quedar afectado por la caída del árbol o de alguna de sus partes. Por tanto sería una ponderación entre la probabilidad de que impacte en personas o bienes y del valor de lo que pueda verse afectado por el fallo estructural las partes que
- La energía potencial de la parte o partes del árbol que potencialmente pudieran caer, es decir de la altura y peso de lo que pudiera caer
- La probabilidad de que se produzca un fallo mecánico, que incluye componentes como el estado estructural o el empuje del viento
- Otros factores que aumenten el riesgo como la especie que se trate, ya que unas serán más propensas que otras a sufrir fallos, la vitalidad del árbol o la evolución esperada.



Se puede afirmar que todos los árboles tienen un determinado riesgo inherente y pueden provocar un accidente, aunque afortunadamente son pocos los que lo hacen.

Por tanto para que el riesgo del arbolado adulto fuera nulo, sólo sería posible si no hubiera árboles, pero como es bien sabido los árboles proporcionan una serie de beneficios que lo sitúan como uno de los elementos fundamentales de la calidad de vida de las ciudades y que mejoran sus condiciones de habitabilidad. Por estos motivos la presencia de árboles urbanos es necesaria, pero estos deben ser seguros, o al menos encontrarse por debajo de unos niveles de seguridad razonables.

En los árboles del Bulevar, se observa que el riesgo de la mayor parte de los mismos, se encuentra la alta posibilidad de fractura de ramas de distinto calibre y a distinta altura de los mayores ejemplares de olmos y sóforas sometidas a un alto régimen de podas.

## 6.5 PUDRICIONES Y CAVIDADES

Si bien la descomposición de madera es fundamental en el ciclo de los nutrientes para el mantenimiento de los ecosistemas biológicos naturales, principalmente forestales, al posibilitar la reutilización de nutrientes por otros seres vivos contribuyendo así al equilibrio de los procesos biológicos de los bosques, sus efectos pueden ser indeseados en ambientes antropizados ya que pueden producirse problemas de estabilidad de árboles enteros o de alguna de sus partes y por tanto ocasionar daños personales o económicos.

Existen varios organismos capaces de degradar la madera y alterar sus características mecánicas, tales como hongos, bacterias o insectos (termitas), pero el grupo con mayores repercusiones en la estática de los árboles es el de los hongos.

Los hongos causantes de la podredumbre de la madera, en ocasiones llamados también hongos xilófagos o simplemente hongos de pudrición, son aquellos capaces de degradar o deteriorar las paredes celulares del xilema (madera) modificando sus propiedades físicas, químicas y mecánicas. Estos hongos se diferencian de otros llamados colonizadores o pioneros (algunos mohos, hongos que producen azulados de la madera, otros hongos cromógenos que producen cambios de color de la madera, etc.), porque son capaces de degradar los polímeros complejos (lignina, celulosa y hemicelulosa) que conforman la pared celular y que estos hongos utilizan como fuente de carbono en su nutrición.

Las pudriciones y cavidades (estado muy avanzado de degradación) producen la disminución en la resistencia de la madera y puede provocar la caída de árboles o de alguna de sus partes. Las cavidades se originan en estados de degradación muy elevados.

Según la función que tienen los hongos en la naturaleza, los hongos de pudrición pueden pertenecer a alguno de los siguientes grupos:

- **Saprófitos o saprótrofos:** Desarrollan todo su ciclo vital sobre materia orgánica inerte, independientemente de cual sea su origen, ya que pueden colonizar cualquier tipo de sustrato orgánico. La alimentación de estos hongos se lleva a cabo mediante la solubilización del material que colonizan, previa liberación de enzimas, y la posterior absorción de la materia orgánica resultante.
- **Parásitos:** Los hongos parásitos son aquellos que viven a expensas del material nutritivo de otro ser vivo llamado hospedador, perteneciendo éste a la especie perjudicada. Algunos hongos parásitos se denominan patógenos en cuanto ocasionan una alteración sobre una o varias funciones esenciales de la planta, donde con frecuencia el parasitismo tiene una importante función. Es decir, un hongo se considera patógeno cuando ocasiona un daño mayor que el que cabría esperar si éste únicamente produjera la absorción de nutrientes como parásito. Parásitos obligados son aquellos que no son capaces de desarrollarse en materia orgánica muerta, por lo que reciben el nombre de parásitos biotróficos, biotrofos u obligados, mientras que aquellos que no necesitan un sustrato vivo para sobrevivir se denominan parásitos no obligados. Apenas existen casos de hongos de pudrición que sean parásitos obligados, por lo que la mayoría de los hongos capaces de colonizar células vivas primero destruyen una célula parasitada y luego absorben sus nutrientes (parásitos necrotróficos).

La consideración de un hongo de pudrición en un grupo u otro a veces no es tan clara, ya que ciertos hongos se comportan en alguna fase de su vida o bajo ciertas condiciones como parásitos o como saprófitos. De manera que aquellos hongos llamados saprófitos facultativos son aquellos parásitos no obligados que bajo ciertas condiciones pueden desarrollarse sobre materia orgánica muerta, mientras que se denominan parásitos facultativos aquellos que viven la mayor parte de su vida saprofíticamente

sobre madera muerta, pero pueden llegar a parasitar a las plantas vivas cuando se dan ciertas condiciones, lo que les confiere un carácter oportunista.

Por la zona en que preferentemente se encuentran en un árbol, los hongos pueden clasificarse como:

- hongos de raíz
- hongos de raíz y cuello
- hongos de tronco y ramas.

Algunos hongos pueden encontrarse en varias zonas.

Por su preferencia por una parte concreta de la madera en sus primeras fases de desarrollo se puede hablar de:

- hongos de duramen (o de corazón). Estos, al comienzo de desarrollo se encuentran restringidos al duramen o falso duramen del árbol. En el caso de que tengan capacidad patogénica, una vez establecidos se expanden concéntricamente desde la zona central del cuerpo leñoso hacia el exterior (hacia el cambium vascular).
- hongos de albura. Son aquellos que afectan preferentemente a la albura se caracterizan por su capacidad de colonizar tejidos muertos o debilitados de esta y por tener un crecimiento típico que se desarrolla desde el exterior del leño hacia el interior. Algunos de estos hongos pueden producir cancros, ya que aparte de interrumpir el flujo de savia debido a la muerte celular de la albura por el avance de la pudrición (o por evitar el árbol su avance), provocan la muerte de tejidos de la corteza y del cambium vascular
- hongos productores de cancros pero que su desarrollo inicial se produce en el duramen. Una vez el hongo se ha instalado se expande por una franja de la albura, hacia el exterior del cuerpo leñoso (en crecimiento excéntrico), llegando a provocar la muerte del cambium vascular en la franja de expansión y por tanto generan cancros. Por tanto su crecimiento y expansión se produce de manera excéntrica desde el interior del leño hacia el exterior. Un ejemplo típico de este tipo de hongos es *Inonotus hispidus*, cuya presencia en el bulevar ha sido muy elevada en la mayor parte de los ejemplares de sóforas.

Por el tipo de pudrición que producen en la madera, los hongos se pueden clasificar en hongos de pudrición blanca, parda o blanda.

- Pudrición parda, marrón o cúbica: Degradan fundamentalmente la celulosa y hemicelulosa de la pared celular, permaneciendo la lignina que le da el color marrón típico de este tipo de pudrición. Las formas en que se produce la degradación de madera en este tipo de pudrición es muy homogénea entre los distintos hongos que lo producen salvo algunas excepciones
- Pudrición blanca (también llamado pudrición fibrosa en algunos textos): Los formas en que se produce la degradación de madera en este tipo de pudrición es muy diversa entre las distintas especies de hongos que lo producen, no obstante se reconocen habitualmente dos formas de degradación:
  - o Delignificación selectiva (También llamada Delignificación preferente o Pudrición blanca selectiva): En un estado inicial de la pudrición se degrada mayor cantidad de lignina, mientras que la celulosa y hemicelulosa se degrada más lentamente, aunque también termina por degradarse en estados avanzados de pudrición.
  - o Pudrición simultánea (o corrosiva): Lignina, celulosa y hemicelulosa se degrada más o menos al mismo tiempo
- Pudrición blanda: Se caracteriza por el crecimiento preferente de las hifas del hongo en el interior de la pared secundaria de la pared celular que la degradan parcialmente mediante

cavidades longitudinales (pudrición blanda de tipo 1) o degradación completa de la pared secundaria (pudrición blanda de tipo 2), mientras que la laminilla media permanece casi inalterada en ambos tipos.

El principal hongo identificado en el bulevar han sido el *Inonotus hispidus*, de fácil propagación dadas las características ambientales y las prácticas culturales realizadas en el paseo.



Localización de ejemplares con *Inonotus hispidus* según los datos del inventario

## 7. DESCRIPCIÓN DEL ARBOLADO Y SU ENTORNO

A lo largo de este apartado se presenta toda la información recogida del arbolado que conforma el Bulevar de Juan Bravo.

Para ello como primer punto de partida se ha procedido a la realización de un detallado inventario informatizado, mediante una ficha que comprende más de 45 campos por árbol, y en la misma se anotan tanto datos dendrométricos de los ejemplares, como defectos, interferencias, plagas y enfermedades, inclinación del tronco o, incluso, datos del entorno, tal y como se detalla en el apartado 4.1.1. *RECOGIDA DE INFORMACIÓN*.

En el *Anexo 2: NORMAS DE INVENTARIO* se detallan todos los campos de la ficha de inventarios y la metodología empleada para su cumplimentación.

El nº total de posiciones arboladas inventariadas asciende a **286 unidades** (de las cuales 283 corresponden con árboles y 3 con marras y tocones en el momento del inventario).



Localización de las posiciones arboladas en el Bulevar de Juan Bravo

### 7.1 DESCRIPCIÓN DEL ARBOLADO

En las siguientes tablas se presentan los resultados más relevantes.

En las siguientes tablas se presentan los resultados más relevantes con objeto de conocer la composición arbolada del bulevar de Juan Bravo.

#### ESPECIES

Nº total de especies

El nº total de especies en el bulevar de Juan Bravo asciende a **7 especies distintas de árboles**.

En la siguiente tabla se muestran las especies más abundantes, el nº de ejemplares presente y el % que suponen respecto a la población objeto de estudio.

ESPECIE	Nº EJEMPLARES	%
<i>Sophora japonica</i>	199	69,6%
<i>Ulmus pumila</i>	58	20,3%
<i>Ulmus minor</i>	17	5,9%
<i>Ulmus sp</i>	4	1,4%

ESPECIE	Nº EJEMPLARES	%
<i>Prunus cerasifera pisardii</i>	2	0,7%
<i>Robinia pseudoacacia</i>	2	0,7%
<i>Prunus cerasifera</i>	1	0,3%
<b>Marra</b>	<b>3</b>	<b>1,0%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>286</b>	<b>100,00%</b>

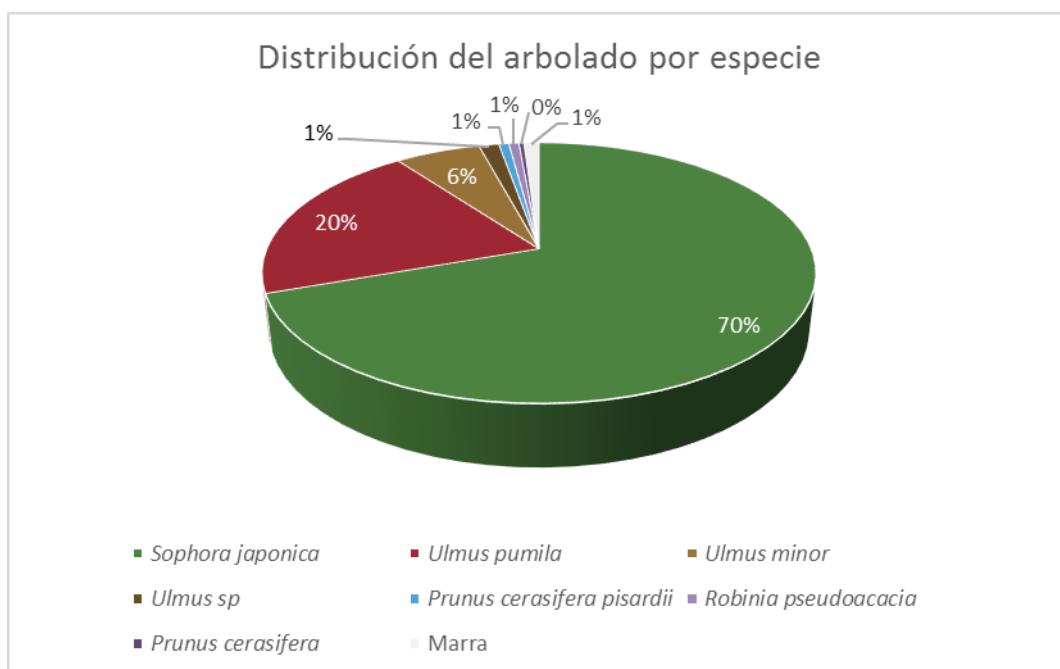
En la siguiente imagen se muestra la distribución por especies a lo largo del bulevar.

En tonos rojos y marrones se expresa la población de olmos, y en verde la de sóforas.



Distribución por especies del arbolado en el bulevar de Juan Bravo

Tan sólo atendiendo a la distribución de especies, se observa un gran cambio, a derecha e izquierda a partir de la calle Príncipe de Vergara.



## DATOS DENDROMÉTRICOS - DIMENSIONES

Se detallan a continuación los datos del inventario más relevantes de cara a las dimensiones del arbolado.

### Perímetro

Los resultados de la variable perímetro son:

Rango perímetro	Nº ejemplares	%
<b>13-50</b>	77	27,2%
<b>51-100</b>	94	33,2%
<b>101-150</b>	97	34,3%
<b>151-200</b>	15	5,3%
<b>&gt;200</b>	0	0,0%
<b>TOTAL</b>	<b>283</b>	<b>100 %</b>

No son ejemplares de gran perímetro ya que ninguno de ellos supera los 200 cm. Se observa que 2/3 se encuentran entre 50 y 150 cm.

### Altura

Los resultados categorizados de la variable altura son:

Rango altura	Nº ejemplares	%
<b>2-4,5 m</b>	32	11,3%
<b>5-9,5 m</b>	141	49,8%
<b>10-14,5 m</b>	95	33,6%
<b>15-19,5 m</b>	15	5,3%
<b>&gt; 20</b>	0	0,0%
<b>TOTAL</b>	<b>283</b>	<b>100 %</b>

Ningún ejemplar supera los 20 m de altura, siendo el de mayor altura un ejemplar de 18,5 m. Casi la mitad del arbolado se encuentra entre 5 y 9,5 m.

### Diámetro de copa

En la siguiente tabla se presentan los diámetros de copa medio obtenidos en el inventario.

Diámetro copa	Nº ejemplares	%
<b>1-3,5 m</b>	53	18,7%
<b>4-5,5 m</b>	85	30,0%
<b>6-7,5 m</b>	104	36,7%

Diámetro copa	Nº ejemplares	%
8-9,5 m	37	13,1%
>10 m	4	1,4%
<b>TOTAL</b>	<b>283</b>	<b>100 %</b>

Tan solo 4 árboles presentan un diámetro de copa superior a los 10 m. Esto se debe al marco de plantación medio establecido en el bulevar, donde la mayor parte de los desarrollos de copa se encuentran entre 4 y 7,5 m.

#### Edad relativa del arbolado

La edad relativa refleja la edad del árbol, pero también el estado de desarrollo que presenta el árbol, independientemente del nº de años que tiene el ejemplar.

EDAD RELATIVA	Nº EJEMPLARES	%
<b>Recién plantado</b>	6	2,1%
<b>No consolidado</b>	11	3,8%
<b>Joven</b>	123	43,0%
<b>Maduro</b>	100	35,0%
<b>Viejo</b>	38	13,3%
<b>Decrépito</b>	5	1,7%
<b>TOTAL</b>	<b>283</b>	<b>100,00%</b>



Distribución por edad relativa del arbolado en el bulevar de Juan Bravo

Una vez más el eje de Príncipe de Vergara diferencia la composición del arbolado, observándose el arbolado más envejecido (rojo) en el tramo comprendido entre las calles de Príncipe de Vergara y Conde de Peñalver.

#### Coeficiente de Esbeltez

En la siguiente tabla se presenta la distribución del arbolado en función del “coeficiente de esbeltez”, este coeficiente es el resultado de dividir la altura total de cada ejemplar (en centímetros) por su diámetro de tronco (en centímetros):

Diámetro copa	Nº ejemplares	%
<b>0-39</b>	189	66,8%
<b>40-69</b>	81	28,6%
<b>&gt;= 70</b>	13	4,6%
<b>TOTAL</b>	<b>283</b>	<b>100 %</b>

Menos del 5 % posee un coeficiente de esbeltez que puede considerarse crítico en estructuras arboladas. .

#### DATOS DE ENTORNO

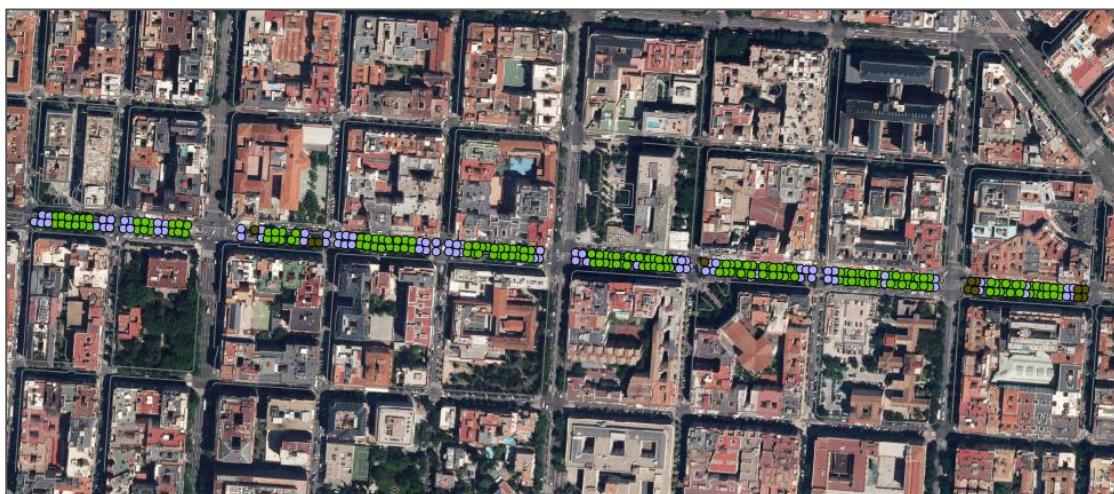
Respecto a los datos relacionados con el entorno de los ejemplares, se presentan a continuación los principales resultados.

##### Tipo de superficie

Las 3 opciones encontradas respecto al tipo de superficie se presentan a continuación:

TIPO DE SUPERFICIE	Nº ejemplares	%
<b>Arbusto</b>	87	30,4%
<b>Césped</b>	184	64,3%
<b>Tierra</b>	15	5,2%
<b>TOTAL</b>	<b>286</b>	<b>100 %</b>

La distribución del tipo de superficie resulta muy regular a lo largo del paseo, encontrándose la mayor parte del arbolado en césped (verde), en la mayor parte de las esquinas de las aceras, se encuentran situados sobre superficies arbustivas (lila), y por último, los árboles sobre alcorte (marrón), corresponde con arbolado que se encuentra junto a pasos de peatones.



Localización de las posiciones arboladas en el bulevar de Juan Bravo

Más del 60 % de los ejemplares se encuentran sobre superficie de césped. Dichos árboles, están sometidos a un régimen de riego por aspersión, según las necesidades del entorno.

#### Marco de plantación

Se presentan los principales resultados respecto al marco de plantación. Este dato tan sólo ha sido tomado en ejemplares situados en alineación, al presentar un marco de alineación claro. Los árboles con disposición ajardinada no presentan este dato.

Marco de plantación	Nº ejemplares	%
<b>Inadmissible: &lt;=3</b>	2	0,7%
<b>Muy Pequeño: 3-5</b>	185	64,7%
<b>Pequeño: 5-6</b>	88	30,8%
<b>Mediano: 6-8</b>	7	2,4%
<b>Grande &gt;8</b>	4	1,4%
<b>TOTAL</b>	<b>286</b>	<b>100 %</b>

Casi el 60 % del arbolado presenta un marco de plantación muy pequeño, entre 3-5m, muy poco recomendable para especies de gran porte.

## DEFECTOS

Se presentan a continuación los principales resultados de cara a los defectos encontrados el en inventario.

#### Inclinación

Inclinación	Nº ejemplares	%
15	19	6,6%
30	1	0,3%
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>6,9%</b>

Se observa que la inclinación no es un grave problema en el arbolado del paseo, ya que tan sólo afecta casi al 7 % de la población.

#### Defectos en base

Se han identificado los siguientes defectos de inventario:

- 3 árboles con huecos en base
- 13 ejemplares con madera vista en base

#### Defectos en tronco y copa

Se han identificado:

- 10 árboles con huecos en tronco
- 47 ejemplares con madera vista en tronco

- 10 árboles con huecos en copa
- 0 ejemplares con fisuras.
- 124 ejemplares presentan terciados no consolidados
- 3 árboles que presentan corteza incluida
- 20 ejemplares con ramas secas

#### Cuerpos fructíferos

A lo largo del inventario se han identificado 16 ejemplares con presencia de cuerpos fructíferos. La visualización de cuerpos fructíferos, al igual que la identificación de plagas y enfermedades puede estar limitado por la estacionalidad.

Por lo tanto, aunque tan solo se hayan identificado los 16 ejemplares con Cuerpos fructíferos en el momento de la realización del inventario, son muchos más los que presentan procesos de pudrición avanzada tal y como se detalla en el estudio de riesgo.

## 7.2 DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO

El Bulevar de Juan Bravo es uno de los pocos relictos que quedan de los bulevares que se ejecutaron en Madrid a comienzos del siglo XX como consecuencia de la aplicación del denominado Plan Castro por el que se desarrollaron los principales barrios correspondientes al denominado ensanche de Madrid, entre los que se encontraba el Barrio de Salamanca.

En consecuencia, el bulevar cuenta con una disposición similar a la de los que se ejecutaron en aquel momento, que consiste en un pasillo central de unos 10 metros de ancho, que en el caso del Bulevar de Juan Bravo se distribuye en un andén central de 5 metros de ancho a cuyos márgenes se localizan parterres longitudinales de 2,5 metros de ancho cada uno de ellos.

El Bulevar de Juan Bravo puede dividirse en nueve segmentos delimitados por el cruce de las calles perpendiculares al mismo, si bien en general todos los segmentos son relativamente homogéneos entre sí y se encuentran formados fundamentalmente por ejemplares de *Sophora japonica* y del género *Ulmus* distribuidos a lo largo del bulevar.

Al tratarse de un bulevar situado en una zona urbana consolidada y con cierta actividad comercial, en el bulevar se encuentran localizadas un buen número de terrazas instaladas por los establecimientos de hostelería de la calle Juan Bravo, circunstancia que hace que el bulevar tenga una gran intensidad de uso por parte de los peatones, tanto habitantes del barrio, como personas de otros lugares de la ciudad o incluso turistas que acuden a la zona.

El hecho de que el bulevar se encuentre flanqueado por edificios de hasta 8 alturas y la propia orientación del mismo hacen que muchas zonas del bulevar resulten algo umbrías, circunstancia que no resulta favorable para el desarrollo de copas tupidas y además promueve la presencia de ciertos defectos estructurales en los árboles, tal y como han puesto de manifiesto los estudios individualizados para cada uno de los ejemplares.

Del mismo modo, al tratarse de una zona de uso intensivo por parte de los conductores y peatones, el paso del tiempo ha ido causando diversas heridas en los troncos del arbolado que con el paso del tiempo ha provocado la aparición de diversos daños internos tal y como se ha podido comprobar en los estudios individualizados.

De forma resumida los diferentes segmentos que componen el bulevar cuentan con las siguientes particularidades.



Identificación de tramos en el Bulevar de Juan Bravo

**Nota:** el tramo 1 corresponde con el segmento correspondiente entre Lagasca y Claudio Cuello, y así sucesivamente hasta el tramo 9 que corresponde al ubicado entre Conde de Peñalver y Alcántara.

PARÁMETRO	TRAMO 9	TRAMO 8	TRAMO 7	TRAMO 6	TRAMO 5	TRAMO 4	TRAMO 3	TRAMO 2	TRAMO 1
Esquinas con arbustos	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Césped	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Masas arbustivas	Rosales / Cupresáceas	Rosales / Cupresáceas	Rosales / Cupresáceas	Rosales / Cupresáceas	Rosales / Cupresáceas	Rosales / Cupresáceas	Rosales / Cupresáceas	Rosales / Cupresáceas	Rosales / Cupresáceas
Arbustos individuales extras	1	1	1	1	1	3	2	1	5
Valla perimetral parterre	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Salida de metro	2	-	-	-	-	-	2	-	-
Bancos	7	10	5	4	6	6	5	5	7
Farolas	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Terrazas de bares	1	1	2	3	2	1	-	1	1
Quioscos de prensa	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Zonas de paso peatonal	1	1	2	3	2	1	-	1	-
Altura media edificios próximos	8 alturas ambas aceras	1 alt.(pares) 8 alt.(impares)	7 alturas ambas aceras	8 alt. (pares) 1 alt.(impares) salvo 1 edificio	5 alt. (pares) 7 alt.(impares)	7 alturas ambas aceras	6 alt. (pares) 1 alt.(impares)	2 alt. (pares) 7 alt.(impares)	3 y 6 alt. (pares) 0 (impares)
Pavimento	Pavimento parcheado	Pavimento algo parcheado	Pavimento muy parcheado	Pavimento parcheado	Pavimento parcheado	Pavimento parcheado	Pavimento parcheado	Pavimento parcheado	Pavimento parcheado
Iluminación natural	Umbrio	Soleado	Segmento más umbrio	Algo umbrio	Umbrio	Muy soleado	Muy soleado	Muy soleado	Muy soleado

El bulevar de la calle Juan Bravo presenta una orientación este-oeste y es bastante homogéneo a lo largo de su trazado por toda la calle, rompiendo solo dicha homogeneidad en sus extremos este y oeste.

En el caso del extremo este, el bulevar desaparece para poder facilitar la conexión de la calle Juan Bravo con la calle de Francisco Silvela, mientras que en el extremo oeste, el bulevar desaparece para permitir la conexión con el paso elevado para el tráfico de vehículos que discurre por encima del Paseo de la Castellana y conecta la calle de Juan Bravo con el Paseo de Eduardo Dato.

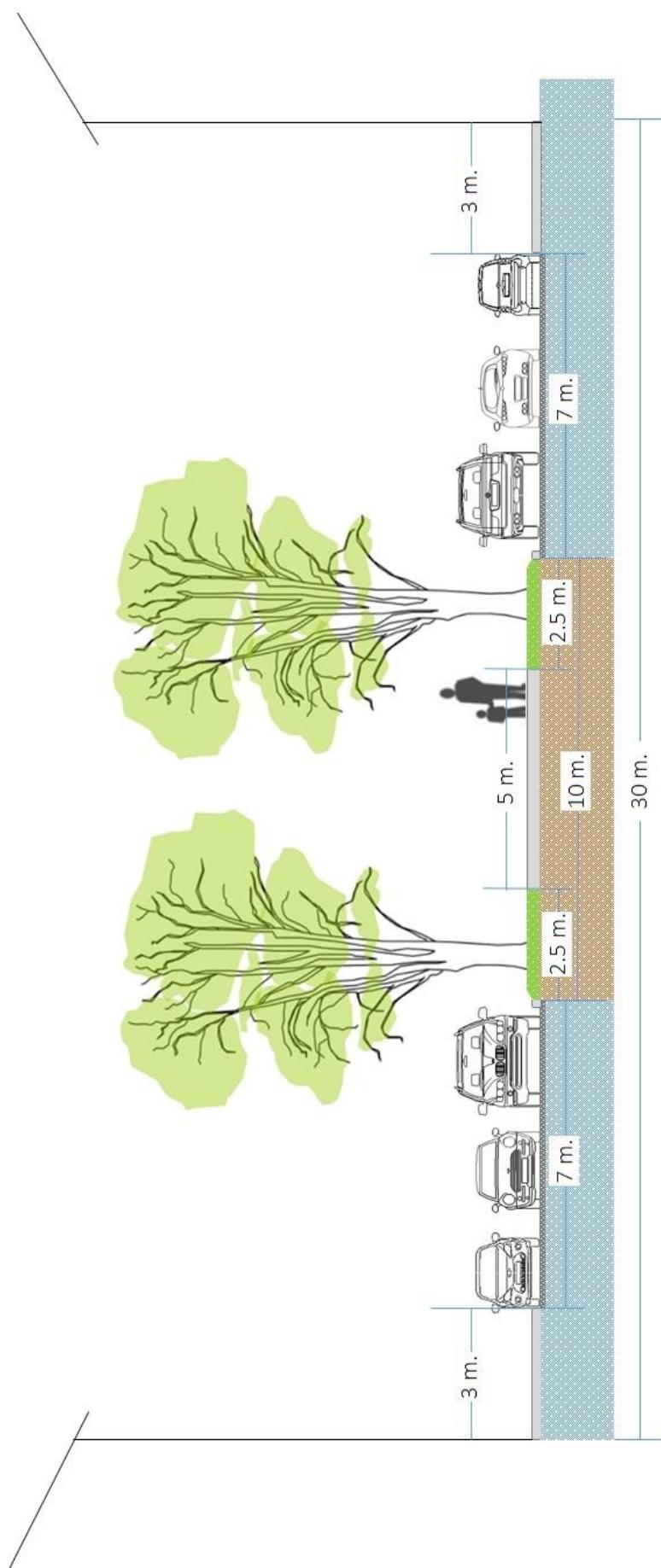
En cualquier caso, el bulevar guarda durante todo el trazado la misma fisonomía, que está compuesta por la siguiente secuencia de sur a norte:

- Fachada sur de edificios.
- Acera de 3 m. de ancho.
- Zona de aparcamiento en hilera.
- Dos carriles para el tráfico de vehículos.
- Parterre vallado de césped de 2,5 m. de ancho, en el que se encuentra ubicado arbolado de alineación.
- Andén de 5 m. de ancho.
- Parterre vallado de césped de 2,5 m. de ancho, en el que también se encuentra ubicado arbolado de alineación.
- Dos carriles para el tráfico de vehículos.
- Zona de aparcamiento en hilera.
- Acera de 3 m. de ancho
- Fachada norte de edificios.

Esta estructura es muy similar al de otros bulevares de la ciudad que continúan hoy existiendo como por ejemplo los bulevares de la calle de Ibiza o del Alcalde Sainz de Baranda, que también cuentan con un ancho de 10 metros en conjunto, si bien el ancho de los parterres es ligeramente más estrecho que el de la calle Juan Bravo.

Debido a su ubicación dentro de la ciudad, el bulevar se encuentra sujeto a un uso intensivo y en consecuencia cuenta con un buen número de terrazas y veladores a lo largo de su trazado además de un gran número de diversos elementos de mobiliario urbano, destacando el gran número de bancos para permitir el solaz y descanso de los peatones.

De acuerdo a esta descripción el bulevar de la calle Juan Bravo presenta la sección tipo que se adjunta en la siguiente página.



Los parterres del bulevar cuentan con un perímetro vallado, circunstancia que permite que al menos en la zona de parterre el suelo no se encuentre compactado por el tránsito de peatones. Este cerramiento permite que los parterres sean cespitosos.

A lo largo de los parterres, además de los propios ejemplares de arbolado se encuentran localizadas masas arbustivas de rosales y cupresáceas de bajo porte, a lo que hay que sumar ejemplares sueltos de *Arbutus unedo* distribuidos de forma irregular a lo largo de los parterres del bulevar.

Los puntos de alumbrado público que iluminan la calle Juan Bravo se encuentran fuera del bulevar, a excepción de una única farola.

El pavimento que conforma la zona de paseo para peatones del bulevar se encuentra parcheado a lo largo de todo su recorrido, e incluso en algunas zonas se observa agrietamiento a consecuencia del efecto causado por las propias raíces del arbolado o a desperfectos como consecuencia del paso del tiempo y el intenso uso del bulevar.

El bulevar se encuentra atravesado por arterias urbanas de gran capacidad por la que transitan a diario un gran número de vehículos (calle de Serrano, Velázquez, Príncipe de Vergara) y en consecuencia, dificulta en gran medida el uso del bulevar por parte de los peatones, puesto que para recorrerlo en su totalidad es necesario dar rodeos en los diferentes cruces. Sin embargo, aunque la configuración del bulevar no facilite su recorrido a modo de paseo, el buen número de veladores y terrazas a lo largo del mismo, provoca que sea posible observar un importante tránsito de personas que hacen uso de la variada oferta gastronómica y de ocio de los establecimientos hosteleros que cuentan con instalaciones en el bulevar.

A modo de resumen, y a modo de conclusión dentro del presente apartado, nos encontramos ante uno de los pocos bulevares que quedan en la ciudad de Madrid de entre los que se construyeron durante una de las fases expansivas de crecimiento de la ciudad a comienzos del siglo XX. El hecho de que el bulevar se encuentre en una zona consolidada dentro de la ciudad y que cuente con una gran oferta de ocio y restauración provoca que el bulevar tenga una gran intensidad de uso a pesar de las dificultades que ofrece para recorrerlo a modo de paseo, a consecuencia de estar atravesado por importantes arterias circulatorias de la ciudad.

## 8. ESTUDIO DE RIESGO DEL ARBOLADO

Se presenta a continuación una pequeña descripción de la metodología utilizada y las principales conclusiones del estudio de riesgo del arbolado ubicado en el Bulevar de Juan Bravo.

En primer lugar se detallan los protocolos utilizados en elección del arbolado objeto de informe de riesgo, a continuación se presenta un resumen con los principales resultados de la valoración de riesgo efectuada, tras un análisis individualizado de los árboles, cuyas propuestas de actuación quedan detalladas en el siguiente apartado, presentándose de forma individual en los informes individualizados y en las tablas del Anexo 1. *PROYECTOS DE ACTUACIÓN*. Por último se determinan las principales conclusiones obtenidas del estudio de riesgo, básicas para la determinación de la diagnosis del arbolado.

### 8.1 IDENTIFICACIÓN /SELECCIÓN DEL ARBOLADO DE RIESGO

Una vez realizado el inventario, revisado el Mapa de Ocupación de la Vía Pública – zonificación de los paseos en función de las personas y bienes que hay debajo de los árboles-, y cruzando los datos de ambos aplicando el Modelo Matemático de Valoración de Riesgo del arbolado, se seleccionaron una serie de árboles sobre los que se consideró necesario realizar una visita más detallada.

Apoyándose en esta información, los arbolistas de Tecnigral han visitado los árboles *in situ*, detectando **94 ejemplares de riesgo potencial**, que han sido inspeccionados con mayor detalle. Esta cantidad de ejemplares supone aproximadamente un 30 % de la población arbolada objeto de estudio.

Aun así, en el momento de la inspección individual, se ha vuelto a revisar cada ejemplar de forma visual, por si se identificaba algún defecto más que pudiera ser necesario recoger.



Localización de las posiciones objeto de informe (en rojo) en el Bulevar de Juan Bravo

## 8.2 INFORMES DE ARBOLADO. RESUMEN

En base a la ficha de “*Valoración de Riesgo*” propuesta por el Ayuntamiento de Madrid en sus pliegos de Condiciones, se ha procedido a la creación de un nuevo tipo de informe que recoge más información y más detallada de cara al riesgo del arbolado, y permite tratar la información de forma más objetiva y cuantificada en la medida de lo posible.

En el Anexo 3 “*METODOLOGÍA PARA LA INSPECCIÓN Y VALORACIÓN DEL RIESGO INDIVIDUALIZADO DEL ARBOLADO*” se detallan todos los campos de la ficha y como se realiza su cumplimentación.

Se presenta a continuación los principales resultados obtenidos de los informes de riesgo individualizado del arbolado. (Todas estas tablas presentan planos asociados)

### Datos de especies objeto de informe de riesgo

El nº total de especies objeto de informe de riesgo en el Bulevar de Juan Bravo asciende a **5 especies distintas**, en la siguiente tabla se muestra la distribución de especies por número de ejemplares con informe y el % que suponen respecto al total de informes realizados.

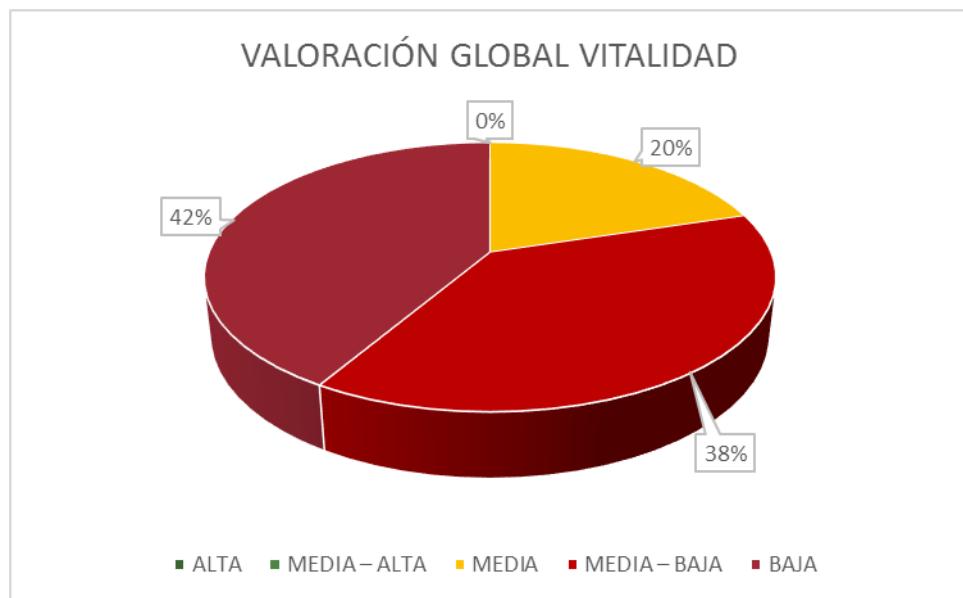
ESPECIE	Nº EJEMPLARES	%
<i>Sophora japonica</i>	45	47,87 %
<i>Ulmus pumila</i>	34	36,17 %
<i>Ulmus minor</i>	11	11,70 %
<i>Robinia pseudoacacia</i>	2	2,13 %
<i>Ulmus sp</i>	2	2,13 %
<b>TOTAL</b>	<b>94</b>	<b>100,00 %</b>

### Valoración global vitalidad

En la tabla adjunta se proporcionan los datos obtenidos relativos a la vitalidad de los árboles en el bulevar de la calle de Juan Bravo. Tal y como se puede observar, no hay ningún ejemplar con vitalidad media-alta o alta, el porcentaje de ejemplares con una vitalidad media es de poco más del 20 %, y casi un 80 % del arbolado existente presenta una vitalidad media-baja o baja, datos que son indicativos del estado inadecuado en que se encuentra buena parte del arbolado del eje estudiado.

Esta baja vitalidad del arbolado puede deberse a un amplio número de factores aunque los principales a enumerar son a una elevada intensidad de uso del espacio en que se encuentra el arbolado, con un elevado tránsito de vehículos y peatones, a lo que hay que sumar el entorno en el que se ha desarrollado el arbolado del bulevar e incluso a las propias especies presentes en el mismo.

VALORACIÓN GLOBAL VITALIDAD	Nº DE EJEMPLARES	%
ALTA	0	0,00%
MEDIA – ALTA	0	0,00%
MEDIA	19	20,21%
MEDIA – BAJA	36	38,30%
BAJA	39	41,49%
<b>TOTAL</b>	<b>94</b>	<b>100.00%</b>

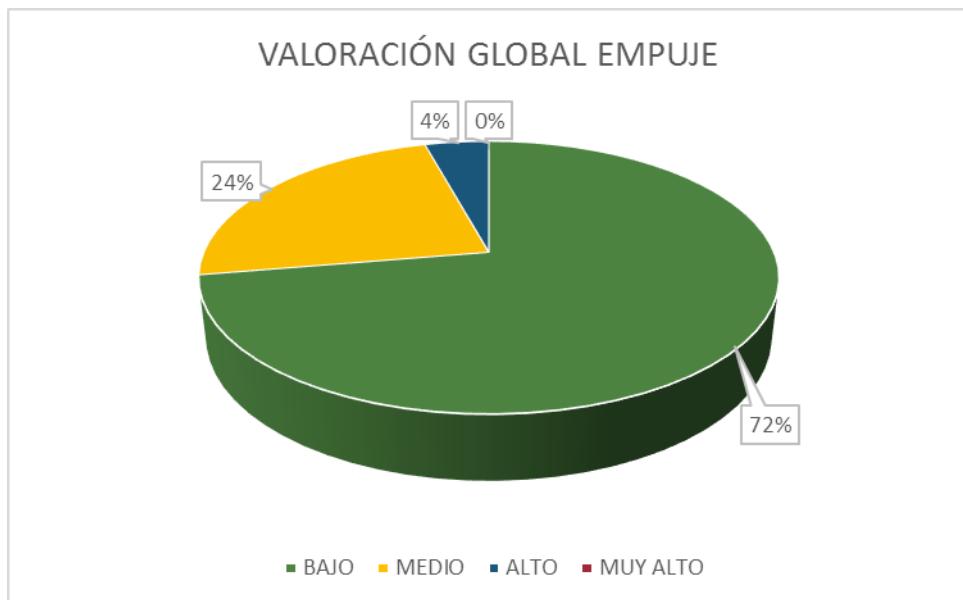


En consecuencia podemos concluir que el conjunto del arbolado del bulevar de la calle Juan Bravo presenta una escasa vitalidad, circunstancia que acaba afectando al propio valor estético del arbolado.

#### Valoración global empuje

A continuación se adjunta la tabla con los datos de la valoración global del empuje al que se encuentra sometido el arbolado del bulevar.

VALORACIÓN GLOBAL EMPUJE	Nº DE EJEMPLARES	%
BAJO	68	72%
MEDIO	22	23%
ALTO	4	4%
MUY ALTO	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>94</b>	



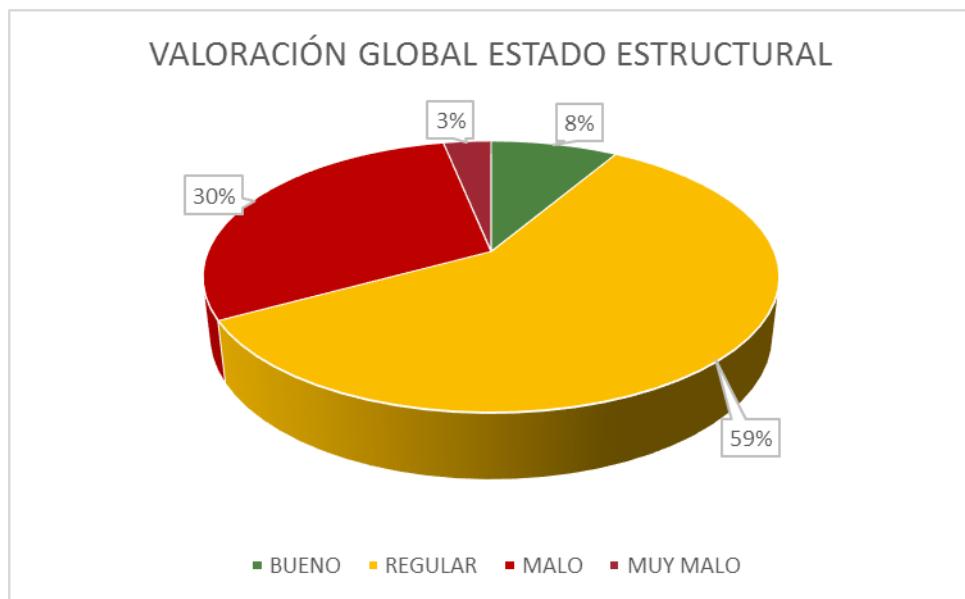
Tal y como se puede comprobar en los datos anteriores, tan solo un 4 % del arbolado se encuentra sometido a un alto empuje, mientras que un 72 % del arbolado se encuentra sometido a un empuje bajo, dado que en gran medida este se encuentra sometido a la protección que le proporcionan las fachadas de los edificios que lo flanquean, que superan en altura en la mayor parte del bulevar al propio arbolado.

### Valoración global del Estado estructural

En relación a la valoración global del estado estructural del arbolado, cabe destacar que un escaso 8,5 % presenta un estado estructural bueno, mientras que los ejemplares que tienen un estado estructural malo o muy malo supera el 32 % en su conjunto.

De esta forma, la mayor parte del arbolado (un 58,5 %) presenta un estado estructural regular, dato que resulta muy indicativo del estado en su conjunto de todo el arbolado del bulevar.

VALORACIÓN GLOBAL ESTADO ESTRUCTURAL	Nº DE EJEMPLARES	%
BUENO	8	8,51%
REGULAR	55	58,51%
MALO	28	29,79%
MUY MALO	3	3,19%
<b>TOTAL</b>	<b>94</b>	<b>100.00%</b>



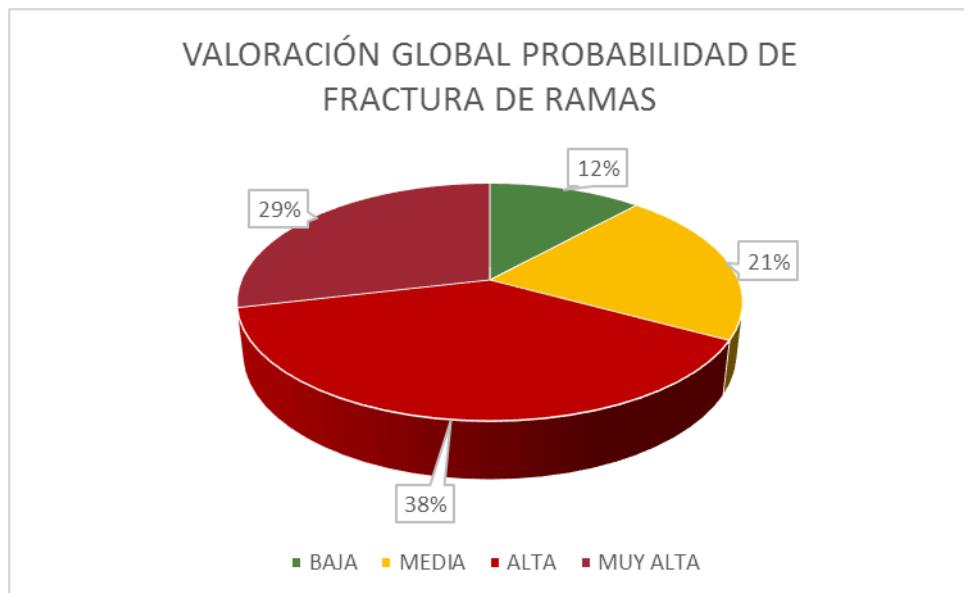
### Valoración global de la probabilidad de fractura de ramas

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos en relación a la valoración de la posibilidad de fractura de ramas.

VALORACIÓN GLOBAL PROBABILIDAD FRACTURA RAMAS	Nº DE EJEMPLARES	%
BAJA	11	11,70%
MEDIA	20	21,28%
ALTA	36	38,30%
MUY ALTA	27	28,72%
<b>TOTAL</b>	<b>94</b>	<b>100,00%</b>

A la vista de los resultados, existe una probabilidad alta o muy alta de que haya fractura de ramas en un 67 % del arbolado del bulevar, y tan solo un 11,7% del arbolado presenta una probabilidad baja de fractura de ramas.

Teniendo en cuenta el intenso uso que se hace del bulevar y que muchas de las actividades que se realizan en el mismo se desarrollan en terrazas y veladores, el riesgo de que se pueda producir un accidente aumenta de forma significativa, puesto que la permanencia de personas en el bulevar es significativa.

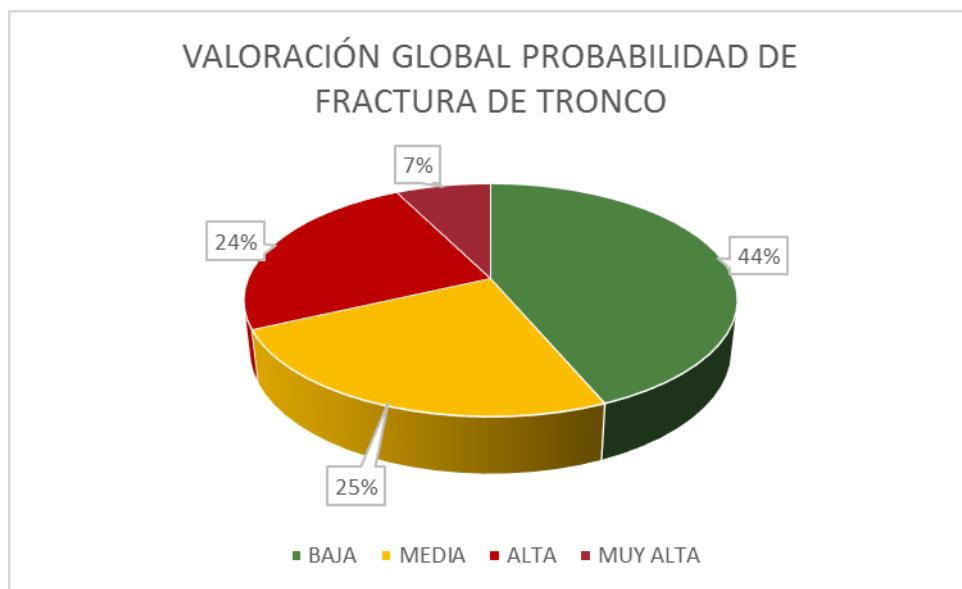


#### Valoración global de la probabilidad de fractura de tronco

Respecto a la valoración global de probabilidad de fracturas de tronco, en la siguiente tabla se adjuntan los datos obtenidos:

VALORACIÓN GLOBAL PROBABILIDAD FRACTURA TRONCO	Nº DE EJEMPLARES	%
BAJA	41	43,62%
MEDIA	23	24,47%
ALTA	23	24,47%
MUY ALTA	7	7,45%
<b>TOTAL</b>	<b>94</b>	<b>100,00%</b>

En este caso un 43,6% del arbolado presenta una probabilidad baja de fractura del tronco, pero conviene destacar que hasta cerca de un tercio del arbolado presenta una probabilidad de fractura de tronco alta o muy alta.



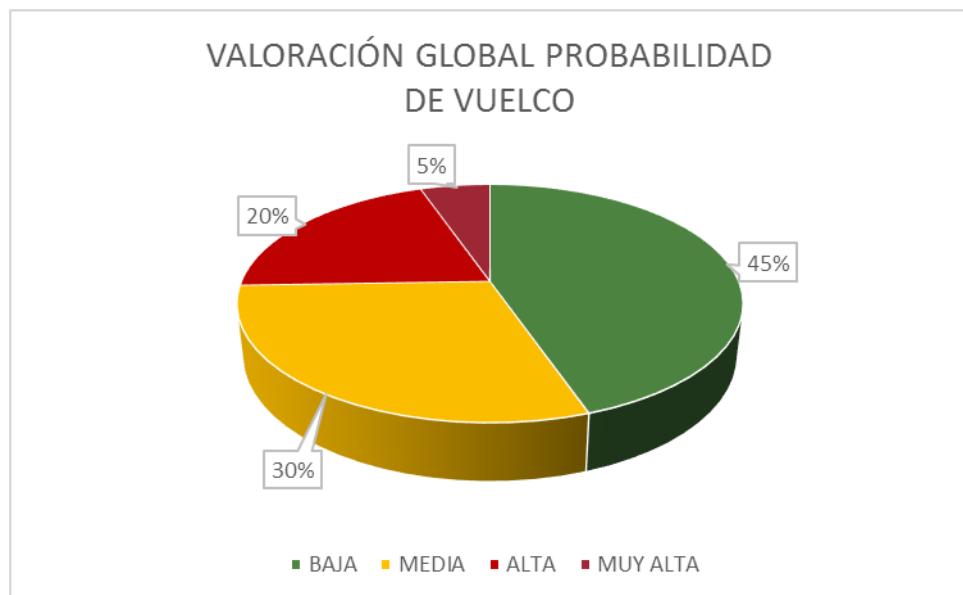
#### Valoración global de la probabilidad de vuelco

En relación a la probabilidad de vuelco, en la tabla siguiente se adjuntan los datos obtenidos durante la realización del trabajo de campo.

Tal y como se puede comprobar, la cuarta parte de los ejemplares tienen una probabilidad de vuelco alta o muy alta.

A este dato hay que sumar que casi un 30 % tienen una probabilidad media de vuelco, con lo que menos de la mitad del arbolado existente en el bulevar tiene una probabilidad de vuelco baja.

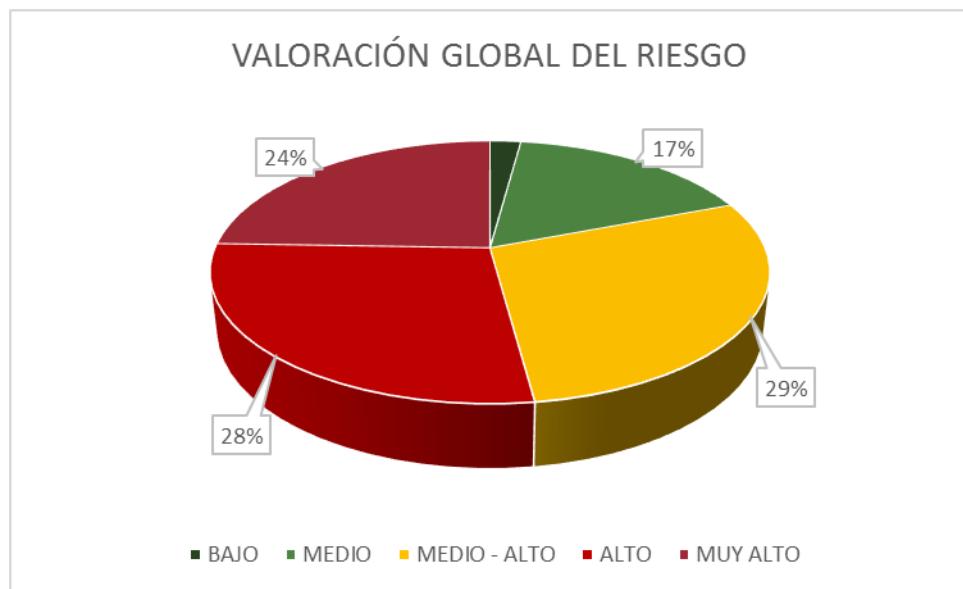
VALORACIÓN GLOBAL PROBABILIDAD VUELCO	Nº DE EJEMPLARES	%
BAJA	42	44,68%
MEDIA	28	29,79%
ALTA	19	20,21%
MUY ALTA	5	5,32%
TOTAL	94	100,00%



### Valoración global del riesgo

Para finalizar y a modo de resumen del conjunto de factores analizados, tal y como era de esperar a lo largo de los resultados parciales obtenidos para los diferentes factores vinculados al riesgo, tan solo un 2,13 % del arbolado existente en el bulevar presenta un riesgo bajo, y un 80,85 % del arbolado presenta un riesgo Medio-Alto, Alto o Muy Alto.

VALORACIÓN GLOBAL DEL RIESGO	Nº DE EJEMPLARES	%
BAJO	2	2,13%
MEDIO	16	17,02%
MEDIO - ALTO	27	28,72%
ALTO	26	27,66%
MUY ALTO	23	24,47%
<b>TOTAL</b>	<b>94</b>	<b>100.00%</b>



### 8.3 PROPUESTAS DE ACTUACIÓN

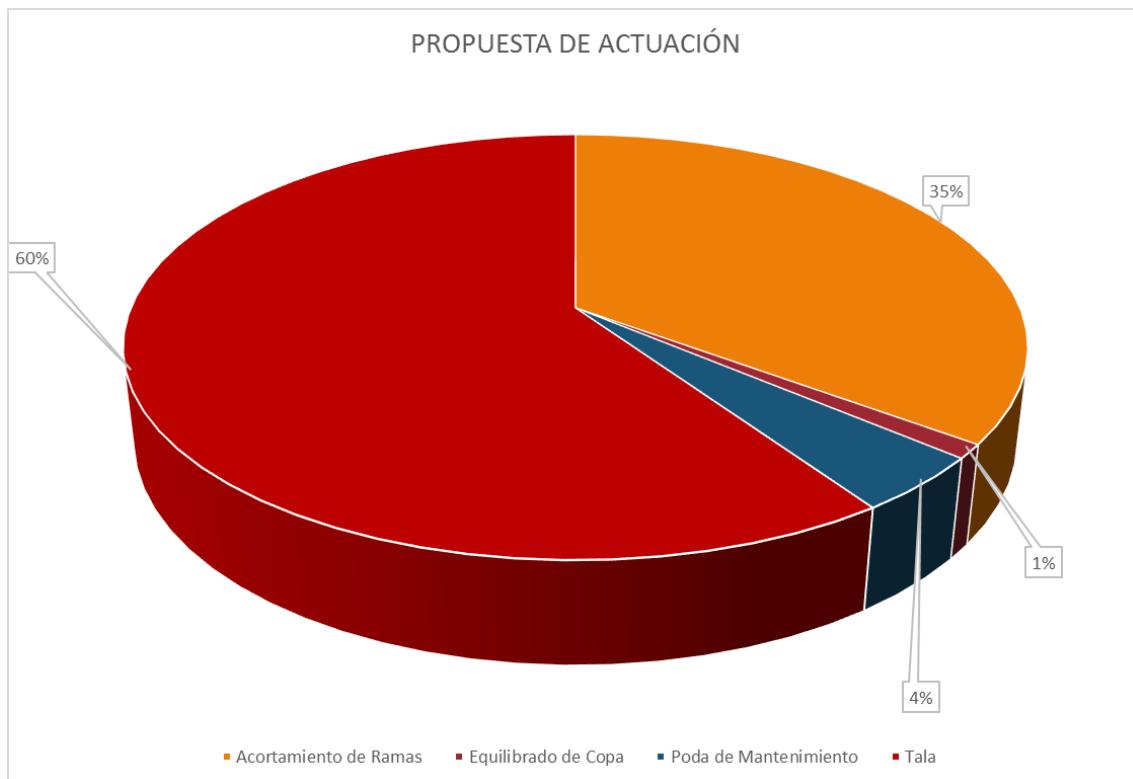
A partir de los resultados de los distintos factores que componen el riesgo y del valor global de riesgo de los diferentes ejemplares localizados en el bulevar de la calle de Juan Bravo, la mayor parte de propuestas de actuación se encuentran dirigidas a eliminar o mitigar el riesgo detectado.

En consecuencia se propone la tala de un total de 59 ejemplares, lo que supone un 62,77 % de los ejemplares sobre los que se ha realizado informe individualizado de riesgo.

A esta actuación le sigue el acortamiento de ramas para mitigar el riesgo de fractura de las mismas, actuación que es recomendada para un total de 32 ejemplares, lo que supone el 34,04 % de la población objeto de estudio.

Mucho más reducidas en número son otras propuestas de actuación como la realización de podas de mantenimiento que tan solo se recomiendan para dos ejemplares o el equilibrado de copa que tan solo se recomienda para un ejemplar.

PROPIUESTA DE ACTUACIÓN	Nº EJEMPLARES	%
Acortamiento de Ramas	33	35,11%
Equilibrado de Copas	1	1,06%
Poda de Mantenimiento	4	4,26%
Tala	56	59,57%
<b>TOTAL</b>	<b>94</b>	<b>100.00%</b>



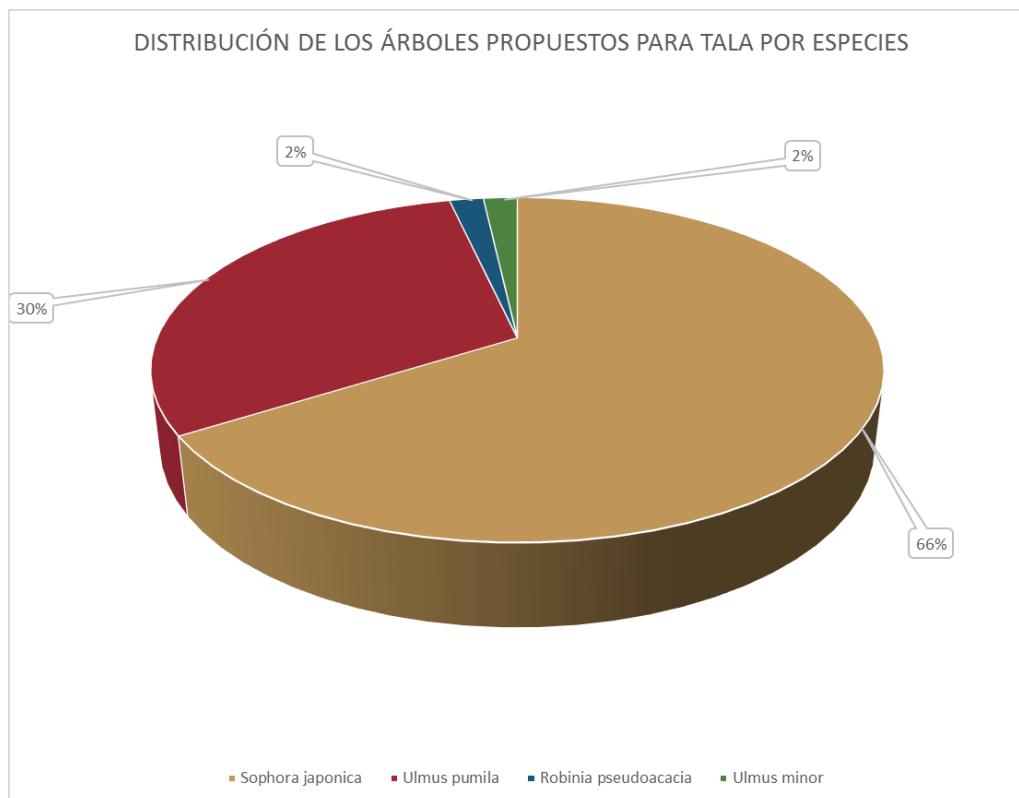
Respecto a las propuestas de tala por especie, en la siguiente tabla se resume el número de ejemplares propuestos para tala según su especie.

ESPECIE	Nº EJEMPLARES	%
<i>Sophora japonica</i>	37	66,07%
<i>Ulmus pumila</i>	17	30,36%
<i>Robinia pseudoacacia</i>	1	1,79%
<i>Ulmus minor</i>	1	1,79%
<b>TOTAL</b>	<b>56</b>	<b>100.00%</b>

El mayor número de ejemplares propuestos para tala corresponde a *Sophora japonica*, con 37 unidades y un 66,07 % de los árboles propuestos. Si tenemos en cuenta la población de esta especie en el bulevar llegamos a la conclusión de que se realiza propuesta de tala para el 18,59 % de los ejemplares de esta especie actualmente existentes en el bulevar.

A continuación se encuentra la especie *Ulmus pumilla*, con un total de 17 ejemplares propuestos para tala, lo que supone un 28,81 % del total, aunque si se cruza este dato con la población existente se puede comprobar que esta medida afectaría al 29,31 % de la población de esta especie actualmente existentes en el bulevar.

En el caso de *Robinia pseudoacacia* y *Ulmus minor*, se proponen para tala un ejemplar de cada uno de ellos, que supone en un 50 % y un 5,88 % respectivamente de la población existente para ambas especies actualmente en el bulevar.



A lo largo de la realización del estudio, se ha ido eliminando arbolado muy peligroso por la empresa responsable del mantenimiento. El número de árboles eliminados en este sentido alcanza la cifra de 7 ejemplares.

En el Anexo 1: *PROYECTOS DE ACTUACIÓN* se puede consultar el detalle con la identificación de estos ejemplares.



Vista general de un ejemplar de riesgo muy alto ya apeado



Detalle del tocón y de la testificación realizada

#### 8.4 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO DEL ARBOLADO.

El alcance del presente estudio, permite tener una visión conjunta del estado y riesgo del arbolado del Bulevar de Juan Bravo.

Cabe destacar que en su elaboración, se han seguido estrictamente criterios técnicos y científicos, por lo que, este estudio propone una serie de intervenciones, que deben llevarse a cabo con objeto de minimizar el riesgo de ocasionar accidentes, y que incluyen un número considerable de apeos.

En la siguiente tabla se muestra por tramos, el nº de árboles con informe y los propuestos a tala en cada uno de ellos.

TRAMO	Nº ARBOLES	Nº INFORMES	Nº TALAS	%TALAS/ARBOL	%TALAS/INFOMRE
1	22	7	3	13,64%	42,86%
2	20	5	4	20,00%	80,00%
3	22	5	0	0,00%	0,00%
4	28	13	6	21,43%	46,15%
5	31	8	2	6,45%	25,00%
6	38	11	6	15,79%	54,55%
7	38	23	17	44,74%	73,91%
8	40	14	9	22,50%	64,28%
9	47	8	3	6,38%	37,50%

Se observa que los tramos donde más deben realizarse acciones más severas de cara a la reducción del riesgo es el tramo 7, que corresponde con el bulevar comprendido entre las calles de General Pardiñas y General Díaz Porlier.

Asimismo se propone aquí una reflexión sobre el origen de los problemas de riesgo, como son las heridas de poda, que en ocasiones son la vía de entrada de hongos o insectos, como *Inonotus hispidus* presentes en la mayoría de las sóforas de cierta edad. Si las podas se realizan en la época de menor actividad de los hongos o en momentos alejados al vuelo de los imágos alados que forman nuevas colonias, probablemente se vean reducidas las infecciones, que muchos años después pueden ocasionar roturas en las estructuras afectadas.

Por ello, se extrae como conclusión, que tanto las sóforas como los olmos no se encuentran bien adaptados al bulevar, por diversas causas. Los olmos no son especies que respondan bien al entorno viario, y parten con facilidad sus ramas y las sóforas con elevados regímenes de poda son propensas a desarrollar pudriciones por la facilidad de contagio del *Inonotus hispidus*. Es posible que leves cambios en las labores de mantenimiento puedan disminuir la probabilidad de contagio.

## 9. ALCANCE Y LIMITACIONES

Los árboles son estructuras muy complejas, frecuentemente alteradas, y expuestas a empujes de viento irregulares. Este tipo de trabajos pretende detectar y valorar las estructuras, su estado y su fortaleza. Pero nunca es posible explorar la totalidad de la extensión del árbol, del interior de su madera o del sistema de anclaje oculto bajo el suelo. Esto quiere decir que, inevitablemente, no podremos estudiar áreas y aspectos importantes implicados en posibles accidentes.

Esto es especialmente evidente en el sistema de anclaje. La exploración completa del sistema radicular es, en la práctica, imposible. No se puede garantizar por completo la estabilidad actual o futura de los anclajes de los ejemplares. Aún en el caso de que las gráficas obtenidas con el PICUS en la base del ejemplar sean correctas, esto no implica que el sistema radicular se encuentre en buen estado. Generalmente, si se aprecian síntomas de regresión en la parte aérea del árbol, debemos deducir, por los trabajos de *P. Rimbault* y sus fases de desarrollo, que el estado de degradación del sistema radical está aún más avanzado, y su función de anclaje puede haber disminuido. En otras ocasiones, las raíces pueden estar en mal estado sin necesidad de aparecer evidencias en copa o tronco (caso de obras realizadas en el entorno del árbol o cambios de pavimento, pudriciones causadas por hongos, etc.) y puede producirse el vuelco del ejemplar sin motivos aparentes.

No existen, a día de hoy, técnicas capaces de explorar y cuantificar la estática y la solidez de toda la estructura del árbol, copa, tronco y anclaje, y el propio empuje del viento puede llegar a ser caótico, turbulento e imprevisible.

Abordamos la valoración de riesgo con las metodologías existentes, detectamos las estructuras dañadas y alteradas en grados que consideramos inaceptables y proponemos las actuaciones consiguientes. Con esto, reducimos realmente el nivel de riesgo de la arboleda y corregimos o eliminamos un número muy importante de los árboles peligrosos.

Ahora bien, somos conscientes que no podemos, de que no es posible, detectar el 100 % de los problemas, y de que no es posible eliminar el riesgo completamente, por las razones expuestas.

## 10. DIAGNÓSIS DEL ESTADO ACTUAL

La metodología elegida para la realización definitiva de la Diagnosis ha sido el **Análisis DAFO**.

El análisis DAFO es el método más sencillo y eficaz para decidir sobre el futuro. Nos ayuda a plantear las acciones necesarias, contra las amenazas teniendo conciencia de sus debilidades y fortalezas.

El principal objetivo de un análisis DAFO es encontrar sus factores estratégicos críticos, para una vez identificados, usarlos y apoyar en ellos los cambios organizacionales: consolidando las fortalezas, minimizando las debilidades, aprovechando las ventajas de las oportunidades, y eliminando o reduciendo las amenazas.

El análisis DAFO se basa en dos pilares básicos: el análisis interno y el análisis externo buscando en cada uno de ellos aspectos positivos y negativos.



El análisis interno, se corresponde con las fortalezas y debilidades del propio arbolado. Básicamente son las valoraciones extraídas de la realización del diagnóstico de la situación desde cada una de las perspectivas, destacando por un lado sus factores más positivos: fortalezas; y por otro lado, aquellas circunstancias más desfavorables y potenciales de riesgo: debilidades.

El análisis externo busca la influencia de todos aquellos aspectos que rodea al arbolado e identifica aquellas amenazas y oportunidades de cara a poder realizar posibles cambios sobre la situación actual.

Una vez identificadas estos aspectos positivos (fortalezas y oportunidades) y negativos (debilidades y amenazas), podemos construir la Matriz DAFO, matriz que nos permite visualizar y resumir la situación actual del eje arbolado objeto de estudio.

## ANALISIS INTERNO

El análisis interno se aborda atendiendo exclusivamente a los árboles de forma individual y a la arboleda como conjunto. Para identificar tanto las debilidades como las amenazas se toman como punto de partida las principales conclusiones e ideas presentadas a lo largo del estudio.

### DEBILIDADES

Son los aspectos que corresponden con las características negativas encontradas en el análisis del arbolado. Las principales debilidades con carácter global son:

- ✓ Arbolado parcialmente envejecido y desestructurado no considerándose arbolado de futuro, por problemas continuos de caídas de ramas.
- ✓ Capacidad de regeneración escasa en algunas zonas debido a la falta de luz
- ✓ Estructuras en los árboles que incrementan el riesgo potencial originado principalmente por antiguas labores de poda.
- ✓ Facilidad de dispersión de determinadas plagas y enfermedades debido a la baja vitalidad de algunos ejemplares, como el *Inonotus hispidus* en las sóforas.
- ✓ Tercera parte de la población considerada como ejemplares de riesgo potencial.

### FORTALEZAS

Las fortalezas corresponden con la determinación de los aspectos positivos de la arboleda objeto del informe. Las principales referencias son:

- ✓ Conjunto arbolado de referencia, al ser uno de los pocos bulevares del Ensanche que quedan en la actualidad en Madrid.
- ✓ Arbolado levemente protegido por las alineaciones
- ✓ Posible renovación arbolada adecuada en un espacio temporal corto



Vista interior de 2 tramos del bulevar de Juan Bravo

## ANÁLISIS EXTERNO

El análisis externo considera todos los aspectos que pueden influir directa o indirectamente en el desarrollo del arbolado.

### AMENAZAS

Los aspectos externos que actualmente pueden considerarse negativos son:

- ✓ Posibles obras sobre el pavimento
- ✓ Elevada presión ciudadana-Incremento de presencia de terrazas
- ✓ Eje viario de alta densidad de tráfico, con incremento de la contaminación
- ✓ Mantenimiento principalmente puntual, árbol a árbol, no considerando a la arboleda como conjunto
- ✓ Climatología adversa, con temperaturas extremas y tormentas puntuales sumamente dañinas.
- ✓ Problemas de compactación en algunos tramos



Vista de terraza en interior del bulevar

Vista lateral del bulevar con presión de tráfico

### OPORTUNIDADES

Aspectos positivos externos que deben aprovecharse para mejorar el desarrollo del arbolado del bulevar de Juan Bravo

- ✓ Elevada Información disponible y actualizada sobre el arbolado de forma individual y conjunta.
- ✓ Planificación de actuaciones integrales, con visión de conjunto y futuro.
- ✓ Conciencia social de que los árboles tienen que ser “elementos urbanos seguros”
- ✓ Elaboración del Plan Director del Arbolado del Bulevar de Juan Bravo.

## 11. PLAN DIRECTOR

### 11.1 QUÉ ES UN PLAN DIRECTOR

Un *PLAN DIRECTOR* define las acciones necesarias y los medios precisos para gestionar la arboleda hacia los objetivos propuestos, atendiendo aspectos como renovación del arbolado, planificación de trabajos, labores de conservación y mantenimiento, etc. Asimismo, se establecen una serie de protocolos e indicadores, que permiten analizar el control y la evolución del Plan a lo largo del tiempo. Aunque un Plan Director puede suponer un marco temporal de actuación de 20 ó 30 años, este debe ser revisado cada cierto tiempo, con objeto de evaluar las posibles variaciones o desviaciones que vayan ocurriendo en el mismo y poder estudiar las oportunas soluciones o correcciones a su debido tiempo.

### 11.2 PRINCIPIOS BÁSICOS EN EL ARBOLAMIENTO EN ENTORNOS URBANOS

Criterios generales que rigen un adecuado arbolamiento:

- Identificación del objetivo del arbolado en ese entorno concreto
- Correcta elección de posiciones de plantación, atendiendo al entorno (proximidad de edificaciones, interferencias, sombreadamiento 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

Según publicaciones contrastadas, realizadas por el Ayuntamiento de Toronto, en Canadá:

*“9m<sup>3</sup> de alcorque, produce 19,8 m<sup>2</sup> de superficie de copa. 30 m<sup>3</sup> de alcorque produce más de 65 m<sup>2</sup> de superficie de copa. Marcos de plantación inferiores limitan el desarrollo adecuado de copas en portes grandes, provocando portes espigados e incrementando gastos de poda”*

### 11.3 DEFINICIÓN DEL MODELO DE ESPACIO ARBOLADO EN EL BULEVAR DE JUAN BRAVO

La definición del **modelo del espacio arbolado** pretende ilustrar el óptimo del conjunto arbolado a conseguir, de acuerdo con las condiciones actuales del entorno objeto de estudio 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, etc.

Para ello se detallan los siguientes aspectos:

- Características del espacio. Funciones y usos del Bulevar de Juan Bravo
- Características del arbolado
- Servidumbres mínimas.

#### 11.3.1 Características del espacio. Funciones y usos del Bulevar de Juan Bravo

Tal y como hemos ido viendo a lo largo del estudio, los bulevares, por definición, son espacios estructurados que deben favorecer el tránsito y la estancia peatonal, mejorando principalmente la calidad ambiental y paisajística.

Esto debe ser indispensable, en este singular eje de la ciudad de Madrid, creando zonas más aisladas del tráfico. Asimismo, la presencia de un gran número de terrazas (12 en total), y de bancos a lo largo de todo el paseo implica un nivel de ocupación más elevado que otras calles colindantes.

Por otro lado, el árbol, como principal elemento de referencia en los bulevares, debe ser seña de identidad en todo momento. Es por ello, que su adecuada elección resulte determinante en el presente Plan Director.

En el apartado 3.2 *FUNCIONES DEL ARBOLADO EN EL BULEVAR DE JUAN BRAVO*, se detallan todas las funciones que debe cumplir el arbolado en este entorno, destacándose a continuación las siguientes:

- Acercar la naturaleza al ciudadano, creando una bóveda arbolada que permita sentirse dentro de un entorno casi natural
- Favorecer condiciones ambientales y climáticas, mejorando la calidad del aire y estableciendo zonas umbrías en verano y soleadas en invierno

Para la consecución de lo aquí expuesto, se definen a continuación las características consideradas como imprescindibles que debe tener el arbolado del bulevar.

### 11.3.2 Características del arbolado

Las principales características que deben tenerse en cuenta para la definición del arbolado en el entorno del bulevar de Juan Bravo son principalmente:

- Grado de cobertura
- Cantidad
- Marco de plantación
- Especies recomendadas y especies prohibidas
- Edad y desarrollo deseable
- Dimensiones de arbolado

Atendiendo a las características del arbolado, se proponen 2 alternativas diferentes para la consecución de los usos y funciones definidos en el apartado anterior, en donde quedarán detallados cada uno de estos aspectos.

Las principales características que diferencian las alternativas propuestas son la **cantidad** de árboles y el **marco de plantación**, como factores limitantes para la determinación de especie.

El siguiente paso determina el **grado de cobertura** que se quiere tener en el bulevar, determinando si se quieren dejar zonas sin arbolar o se quiere un arbolamiento completo.

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

En un entorno como es el del bulevar de Juan Bravo, existen determinadas especies de las que no deben hacerse uso, por su incompatibilidad con los usos del paseo, como son aquellas causantes de alergias, o de molestias (como malos olores, por los frutos que manchan, por presencia de espinas en sus ramas y troncos o por su sensibilidad a determinadas plagas que generan melaza o urticaria).

La **edad del arbolado y desarrollo deseable**, define hasta cuándo se va a dejar desarrollar el árbol en su entorno, y cuando se va a marcar el final de su vida útil y funcional, procediendo a su renovación.

Por último, se deben definir las dimensiones del arbolado esperadas, teniendo en cuenta que estas se pueden alcanzar de forma natural, por el propio desarrollo del arbolado o bien por el mantenimiento de tamaños determinados mediante la realización de labores de poda.

#### Características generales

Con carácter general, se espera que el arbolado del bulevar de Juan Bravo, adquiera un **grado de cobertura** notable, es decir cerca del 90 % del bulevar.

En la siguiente tabla se muestra el grado de cobertura ideal esperado por tramo, atendiendo a las servidumbres definidas en el Plan.

TRAMO	SUPERFICIE BULEVAR (m <sup>2</sup> )	SUPERFICIE COBERTURA ESPERADA (m <sup>2</sup> )	GRADO COBERTURA
1	780	780	100 %
2	770	680	88 %
3	1.015	780	75 %
4	960	960	100 %
5	995	875	88 %
6	1.120	1.065	95 %
7	1.080	1.080	100 %
8	1.165	1.050	90 %
9	1.195	950	80 %
MEDIA	9.080	8.220	90 %

Asimismo, se deben elegir **especies de hoja caduca**, que sean capaces de generar una buena sombra en verano y permitan el paso de la luz en invierno, y que no provoquen daños ni molestias a los ciudadanos.

Al tratarse de arbolado en alineación, para favorecer su desarrollo, se recomienda que la edad del arbolado sea más o menos homogénea, de forma que posibles renovaciones del arbolado por la llegada del final de su vida útil, no resulten traumáticas para el ciudadano.

Asimismo, debido al espacio de plantación entre las líneas de arbolado, para ambas alternativas, se recomiendan **alineaciones paralelas** y no a tresbolillo.

Por último 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. De este modo se recomienda la realización de podas de formación tal y como se detalla en el apartado 11.5 *DEFINICIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN*.



Detalle de cobertura esperada en los tramos 1, 2 y 3 del bulevar.

## Estudio de Alternativas

Una vez determinadas las características generales del arbolado a conseguir en el bulevar, se presentan una serie de alternativas atendiendo al marco de plantación del arbolado y a la selección definitiva de la especie.

En el siguiente cuadro se muestra el esquema de las alternativas propuestas:

	MARCO DE PLANTACIÓN	SELECCIÓN ESPECIE
ALTERNATIVA 1	8 x 5	1. A MANTENER ESPECIE 1. B CAMBIO ESPECIE
ALTERNATIVA 2	8 x 8	2. A MANTENER ESPECIE 2. B CAMBIO ESPECIE

### Alternativa 1

La alternativa 1 parte de la base de que **se mantiene el actual marco de plantación 8x5 m** que fue el definido en el momento de la concepción del bulevar.

Atendiendo a este criterio, se muestra en la siguiente tabla el nº de árboles medio que deberían estar presentes en el bulevar:

TRAMO	LONGITUD TRAMO (m)	Nº MÁXIMO POSIBLES	Nº ARBOLES ACTUAL
1	80	32	22
2	85	34	20
3	105	42	22
4	100	40	28
5	100	40	31
6	115	46	38
7	115	46	38
8	125	50	40
9	130	52	47
<b>Total</b>	<b>955</b>	<b>382</b>	<b>286</b>

Si se opta por esta alternativa, se debe incrementar en casi 100 unidades en nº de árboles existentes en el bulevar.

#### Alternativa 1 A – Mantener especie

Las principales especies existentes en la actualidad en el paseo son la sófora y el olmo. Tal y como se ha observado tras las conclusiones del informe de riesgo, ambas especies con este marco de plantación de 5 m, no se han adaptado correctamente al bulevar, principalmente por los problemas ocasionados por las intensivas labores de poda, entre otras causas. Tal y como se ha indicado en el diagnóstico de situación, mantener el escenario actual **no resulta recomendable**.

### **Alternativa 1 B – Cambio de especie**

Según la publicación en el “*MANUAL DE PLANTACIONES DEL ARBOLADO VIARIO DE LA CIUDAD DE MADRID*”, para marcos de plantación de 5 m, se recomienda la plantación de especies de porte pequeño o porte medio.

Si se eligen especies de este porte es posible que no se alcance el grado de cobertura buscado o bien que los árboles deban ser sometidos a un régimen de poda más intenso para mantener el desarrollo de copa buscado, por lo que esta opción **no se considera la más recomendable**, al no cumplir con todas las expectativas deseadas.

### Alternativa 2

La alternativa 2 parte de la base de que **se cambia el actual marco de plantación a 8x8 m** que permite mayores desarrollos de copa.

Atendiendo a este criterio, se muestra en la siguiente tabla el nº de árboles medio que deberían estar presentes en el bulevar:

TRAMO	LONGITUD TRAMO (m)	Nº MÁXIMO POSIBLES	Nº ARBOLES ACTUAL
<b>1</b>	80	20	22
<b>2</b>	85	22	20
<b>3</b>	105	28	22
<b>4</b>	100	26	28
<b>5</b>	100	26	31
<b>6</b>	115	30	38
<b>7</b>	115	30	38
<b>8</b>	125	32	40
<b>9</b>	130	34	47
<b>TOTAL</b>	<b>955</b>	<b>248</b>	<b>286</b>

Se observa que el nº de árboles teórico a tener en el bulevar serían aproximadamente 40 menos de los que existen en la actualidad.

Optando por esta alternativa habría que apostar por la calidad en el arbolado, al disminuir considerablemente el nº de ejemplares.

Se muestran a continuación las posibles opciones respecto a la elección de especie.

### **Alternativa 2 A – Mantener especie**

Tanto la sófora como el olmo son árboles considerados de porte grande, y por lo tanto serían adecuados en un principio para este nuevo marco de plantación propuesto.

El olmo, *Ulmus pumila*, es un árbol desaconsejado en el viario de Madrid, debido a su elevada presencia, por su tendencia a la caída de ramas y por su sistema radicular medianamente invasivo. Por lo tanto se sigue **desaconsejando** su renovación en el bulevar.

Sin embargo, el caso de la sófora, *Sophora japonica*, es distinto, porque, aunque su presencia en Madrid es muy elevada, es un buen árbol de sombra y posee un crecimiento juvenil rápido. Aunque puede cerrar mal las heridas, con el marco de plantación propuesto y con una gestión adecuada

partiendo de una buena calidad de planta y una correcta poda de formación, las posibles heridas que se originen a las sóforas deberán ser de pequeño tamaño, pudiendo cerrar correctamente. De este modo, la renovación del arbolado del bulevar con sóforas se propone como la **opción recomendada**.



Ejemplo de sófora joven en viario desarrollada en un marco de plantación de 8 m.

#### **Alternativa 2 B – Cambio de especie**

Dentro de las especies consideradas como de porte grande en el “*MANUAL DE PLANTACIONES DEL ARBOLADO VIARIO DE LA CIUDAD DE MADRID*”, existen varias especies que quedan fuera de poder ser elegidas, debido a las características negativas que presentan. Estas especies son:

- *Aesculus hippocastanum*: por su mala adaptación al entorno de Madrid y sus problemas de socarrina en las hojas a causa de las altas temperaturas y la sequía.
- *Ailanthus altissima*, por sus numerosos rebrotes de raíz y su mala compartimentación de la madera
- *Gleditsia triacanthos*: por su presencia de espinas. Se puede valorar la plantación de la variedad *Inermis*
- *Pinus sp.*, pues se ha comprobado que es una especie que no funciona bien en el viario
- *Populus sp.* Por los problemas de rotura y vuelco que presentan y ser considerada una especie de riesgo alto.

Aprovechando el cambio de especie se puede valorar que sea una sola especie la elegida para todo el bulevar o bien aprovechar y jugar con los distintos tramos y sus características para elegir diferentes especies a lo largo del mismo, pudiendo mostrar así al ciudadano más cualidades de los árboles y valorar más positivamente la estacionalidad de los mismos y los numerosos beneficios que aportan.

Por lo tanto se considera una **opción viable** elegir más de una especie para renovar el Bulevar de Juan Bravo, siempre que se respeten las directrices aprobadas.

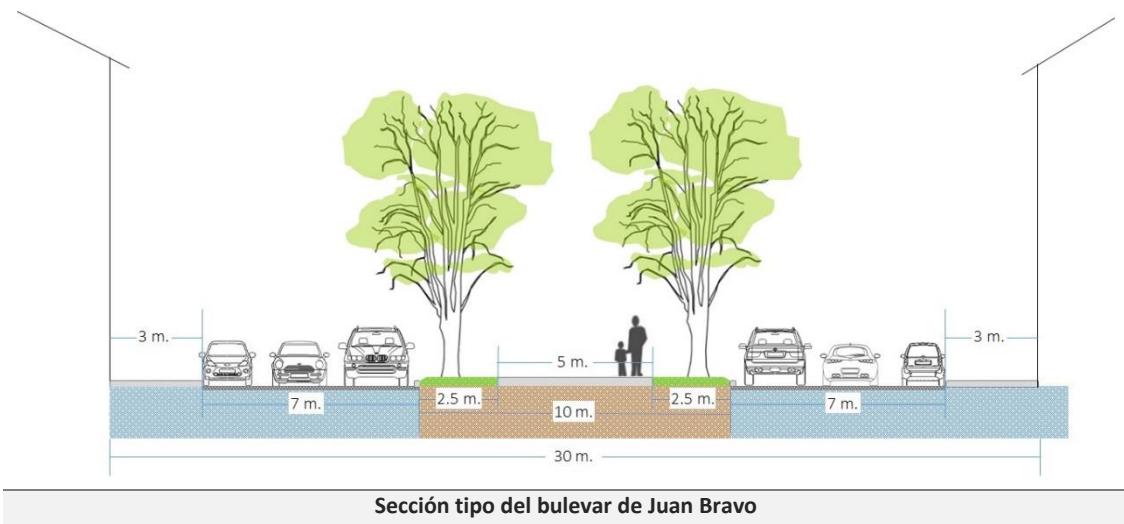
De este modo se podrían recomendar las siguientes especies:

- *Celtis australis*,
- Fresnos, destacando el *Fraxinus angustifolia*

Aun así aun resultando una opción viable, se quiere destacar que su implantación resultaría más costosa económicamente y en tiempo, al encontrarse en la actualidad ejemplares adultos de sófora con una larga vida útil.

### 11.3.3 Servidumbres mínimas.

Tal y como se detalla en el apartado 7.2 Análisis cualitativo, la sección tipo del bulevar de Juan Bravo es como sigue:



Atendiendo a esta disposición de la calle, las servidumbres mínimas recomendadas que debe ceder el arbolado son:

- Con peatones: 2,5 m de altura desde el suelo hasta la primera rama horizontal con el árbol
- Con tráfico rodado sin banda de aparcamiento: gálibo máximo permitido en la vía más 0,5 m
- Con señalización vertical: 4,5 m con semáforos y 2 m entre la plantación y la señal vertical

Dada la disposición de la calle no se considera la servidumbre con la distancia a edificios, ni con farolas, al encontrarse las mismas en la acera, fuera del bulevar.

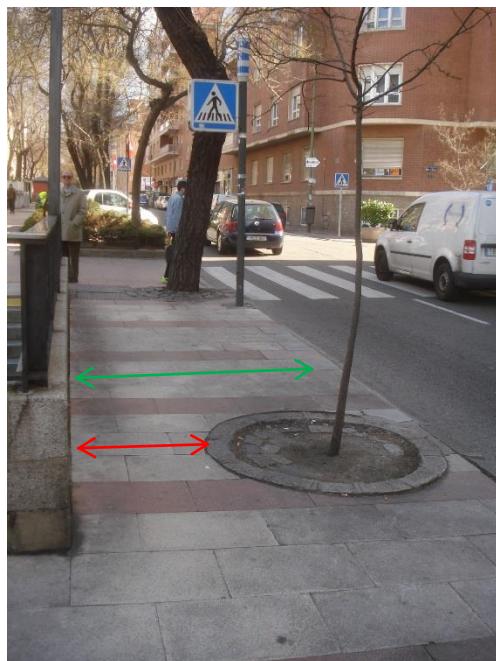
En cuanto a infraestructuras nuevas que se realicen junto a un árbol, la servidumbre mínima será el área crítica de anclaje del árbol. Si esta distancia es superada, la estabilidad del árbol se podrá ver comprometida, debiendo valorar la viabilidad del árbol o la necesidad de la obra.

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.

Tras un pormenorizado estudio del bulevar, se recomienda también la no implantación de arbolado en las siguientes zonas:

- En los pasos de cebra
- En un radio de 3 metros alrededor de las 4 bocas de metro ubicadas a lo largo del bulevar, permitiendo así el acceso de forma cómoda a las entradas.
- En las esquinas de los cruces de las calles de Serrano, Velázquez, Príncipe de Vergara, Conde de Peñalver y Alcántara, con objeto de que los árboles no resulten un impedimento en la visualización de los semáforos y no se incremente el riesgo futuro por la exposición al viento.



Entorno recomendado sin arbolado por servidumbre con boca de Metro



Esquinas sin arbolado para facilitar la visibilidad.  
Árbol que no será repuesto tras su eliminación

### 11.3.4 Propuesta de ubicación de posiciones arboladas en el bulevar.

A continuación se presenta la propuesta para llevar a cabo la nueva ubicación de posiciones arboladas en el bulevar. Para ello se ha elaborado una metodología, por medio de la cual se pretende que la transición se realice de forma paulatina, dando preferencia al arbolado existente y de futuro y eliminando el arbolado de riesgo actual y potencial a lo largo de los años. Para que la propuesta presentada pueda llegar a buen término se debe hacer especial hincapié en las podas de formación, (que provocan heridas de menor tamaño a los árboles) con objeto de poder minimizar las podas en su estado adulto.

La metodología llevada a cabo consta de 4 fases que son:

1. Clasificación del arbolado actual
2. Definición de los puntos de plantación con el marco seleccionado
3. Análisis de contrastes entre la situación ideal y la situación real
4. Propuesta definitiva de ubicación de arbolado.

Se detalla a continuación las tareas realizadas en cada una de las fases.

#### Clasificación de arbolado actual.

A partir de las conclusiones extraídas del estudio de Diagnóstico de Situación del arbolado de Juan Bravo, se procedió a la clasificación del arbolado según estas variables:

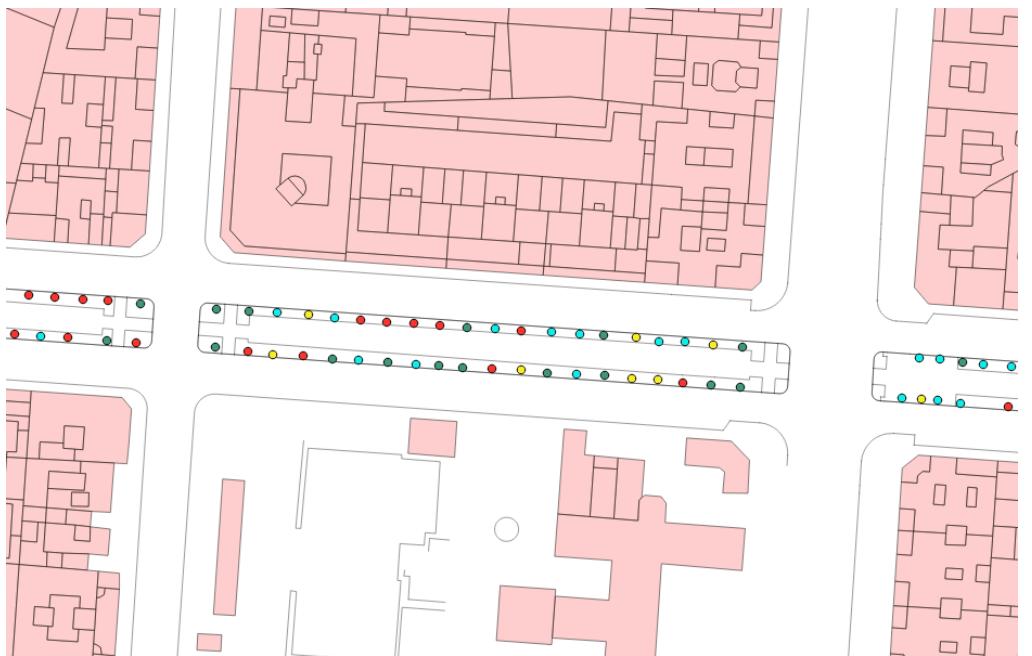
- **Arbolado a eliminar/eliminado en 2015.** Árboles con riesgo alto. Seleccionado a partir del estudio de diagnóstico de arbolado y su estudio de riesgo cuya propuesta de actuación es tala, o bien han sido talados desde la realización del inventario. También puede incluir marras de arbolado recién plantado o no consolidado.
- **Arbolado a eliminar en un plazo inferior a 15 años.** Arbolado envejecido y olmos con riesgo medio –alto, que pueden ser y mantenidos en el tiempo por medio de labores de poda y eliminados a medio plazo.
- **Arbolado trasplantable.** Árboles recién plantados o no consolidados, que pueden ser o no objeto de trasplante según las directrices del Plan Director.
- **Arbolado de futuro.** Árboles jóvenes, adultos y maduros que se encuentran en buen estado y presentan una estructura adecuada para su emplazamiento actual.

Esta clasificación puede variar con el paso de los años, y debe ser objeto de revisión, pues ejemplares que en la actualidad presentan un estado adecuado pueden sufrir daños que impidan que sean ejemplares viables para el futuro, por la evolución de posibles chancros, pérdida de vitalidad, etc.

En la siguiente tabla se muestra el resumen de la clasificación del nº de árboles por tramo:

TRAMO	Arbolado a eliminar/eliminado	Arbolado a eliminar en un plazo inferior a 15 años	Arbolado trasplantable	Arbolado de futuro
<b>1</b>	4	9	2	7
<b>2</b>	7	5	1	7
<b>3</b>	0	10	5	7
<b>4</b>	6	13	1	8
<b>5</b>	3	12	6	10
<b>6</b>	11	6	6	15
<b>7</b>	23	6	4	5
<b>8</b>	9	10	6	14
<b>9</b>	5	15	13	14
<b>TOTAL</b>	<b>68</b>	<b>86</b>	<b>45</b>	<b>87</b>

En los planos “CLASIFICACIÓN PREVIA DEL ARBOLADO DE CARA AL PLAN DIRECTOR” del Anexo de planos del Plan Director, se detalla la clasificación de cada posición arbolada.



Ejemplo de plano de Clasificación previa de arbolado.

**O- Tala, O- Trasplantable, O- Arbolado a eliminar en un plazo de 15 años y O- Arbolado de futuro**

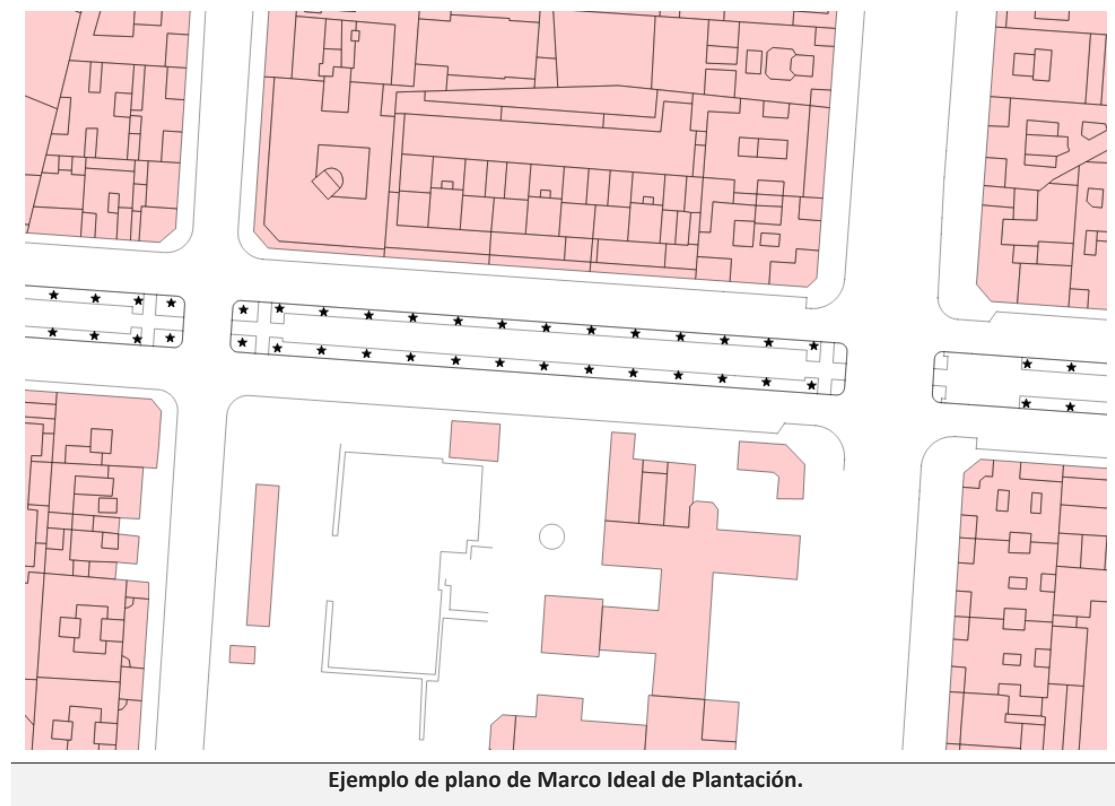
### Definición de los puntos de plantación con el marco seleccionado

En esta fase, atendiendo a las características de arbolado definidas, así como servidumbres, se procede a ubicar los árboles en un marco de plantación lo más próximo a 8x8 m, medida que varía ligeramente en cada tramo debido a la longitud de cada uno.

En la siguiente tabla se muestra el nº de árboles que deberían existir en cada uno de los tramos.

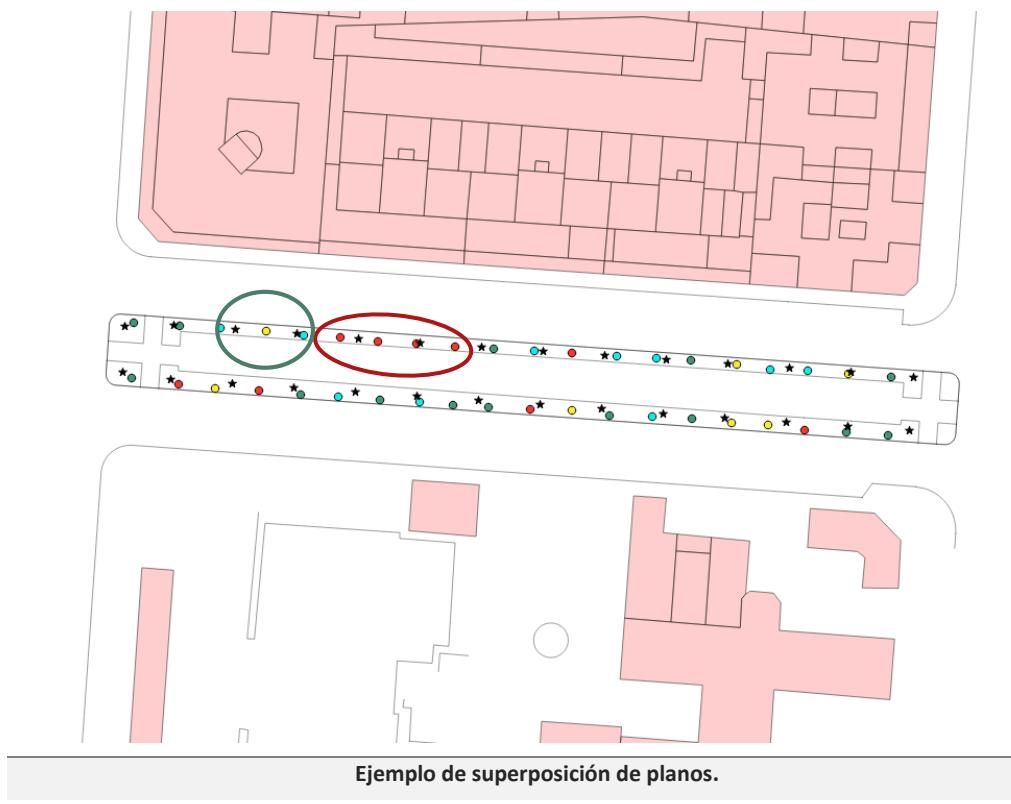
TRAMO	Nº de árboles
1	20
2	18
3	18
4	26
5	24
6	27
7	30
8	28
9	24
<b>TOTAL</b>	<b>215</b>

En los planos “MARCO IDEAL DE PLANTACIÓN” del Anexo de planos del Plan Director, se detalla la ubicación esperada de cada posición arbolada.



### Análisis de contrastes entre la situación ideal y la situación real

A partir de la información generada por los 2 planos presentados hasta ahora, se procede al análisis de cada uno de los tramos, y de cada posición arbolada de forma individualizada. De esta forma se identifican puntos de plantación, tanto para la campaña del 2015 como para el resto de las campañas.



En el área marcada se puede ver un ejemplo del análisis realizado:

- El rojo, los árboles a eliminar
- En azul, árboles a eliminar en un intervalo de 15 años
- En amarillo, árboles trasplantables
- En verde posiciones de futuro
- Con forma de estrella aparecen marcados los puntos de ubicación ideal del arbolado

De esta forma se puede ver, marcado en rojo, donde se debe llevar a cabo la plantación (estrellas) una vez eliminados los árboles propuestos a tala (puntos rojos), así como los que se vayan eliminando a lo largo de los próximos años (puntos azules).

Los árboles trasplantables (puntos amarillos), que no coincidan con posiciones de futuro (estrellas) serán movidos a una zona verde, a ser posible en la campaña de plantación de 2015, tal y como se muestra en el círculo verde.

En los planos “ANÁLISIS ENTRE SITUACIÓN IDEAL Y SITUACIÓN REAL” del Anexo de planos del Plan Director, se muestran las diferencias entre los planos anteriormente presentados.

#### **Propuesta definitiva de ubicación de arbolado.**

Una vez estudiado todo el arbolado, se proponen los árboles a plantar en el año 2015 y los puntos de plantación de los próximos 15 años.

De este modo, además, si por cualquier circunstancia, cualquier árbol es apeado antes de lo previsto, se puede conocer de forma inmediata si ese árbol debe ser repuesto en el mismo punto o bien la plantación debe ser desplazada.

En los planos “SITUACIÓN TEÓRICA DEL ARBOLADO EN 2030”, se muestra la futura localización del arbolado una vez finalizados los planes de acción, definidos en el apartado 11.4. “ESTRATEGIAS PARA LLEVAR A CABO EL PLAN DIRECTOR”.

## 11.4 ESTRATEGIAS PARA LLEVAR A CABO EL ARBOLAMIENTO

Para la adecuada renovación del arbolado y puesta en marcha del Plan Director, se proponen dos fases diferenciadas en la elaboración de los trabajos.

- **Fase I:** Plan de choque (2015)
- **Fase II:** Planes de acción 2016 – 2030

Se detallan a continuación los objetivos identificados para cada una de las fases, así como las principales labores a llevar a cabo.

### FASE I: PLAN DE CHOQUE

Los principales objetivos en el plan de choque propuesto para el año 2015 son:

- Reducción del riesgo del bulevar
  - Eliminación de los ejemplares de mayor riesgo
  - Reducciones de copa y acortamiento de ramas en ejemplares peligrosos
- Definición de estructuras de futuro en el arbolado
  - Poda de formación de los ejemplares jóvenes
- Definición de los puntos definitivos de plantación
  - Trasplante de arbolado sin futuro en el bulevar
  - Plantación en los espacios disponibles por la eliminación de arbolado peligroso



Ejemplo de árbol de riesgo propuesto para su eliminación



Ejemplo de árbol propuesto para trasplante debido a su fase de desarrollo y ubicación

En el plan de choque se propone la eliminación de 68 árboles en el periodo 2014-2015., tal y como se detallan en los planos “*LOCALIZACIÓN DEL ARBOLADO OBJETO DE ELIMINACIÓN EN 2014-2015*”.

Asimismo, en la campaña de plantación 2015-2016, se propone el trasplante de 27 árboles y la plantación de 60 ejemplares. En el anexo de Planos del Plan Director se adjunta “*PLANO DE PLANTACIONES PARA LA CAMPAÑA 2015*”.

En la siguiente tabla se puede ver el resumen por tramos:

TRAMO	Nº árboles a trasplantar	Nº de árboles a plantar
<b>1</b>	0	4
<b>2</b>	0	5
<b>3</b>	3	3
<b>4</b>	1	6
<b>5</b>	4	3
<b>6</b>	3	8
<b>7</b>	2	20
<b>8</b>	4	7
<b>9</b>	10	4
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>60</b>

Cabe destacar que en el tramo 9, existen 3 ejemplares de *Prunus Cerasifera Pisardii*, que se han propuesto a trasplante, pero que debido a su desarrollo y tamaño pueden quedarse en el bulevar, según se considere a criterio técnico municipal.

## FASE II: PLANES DE ACCIÓN (2016-2030)

Los principales objetivos a llevar a cabo en la segunda fase son:

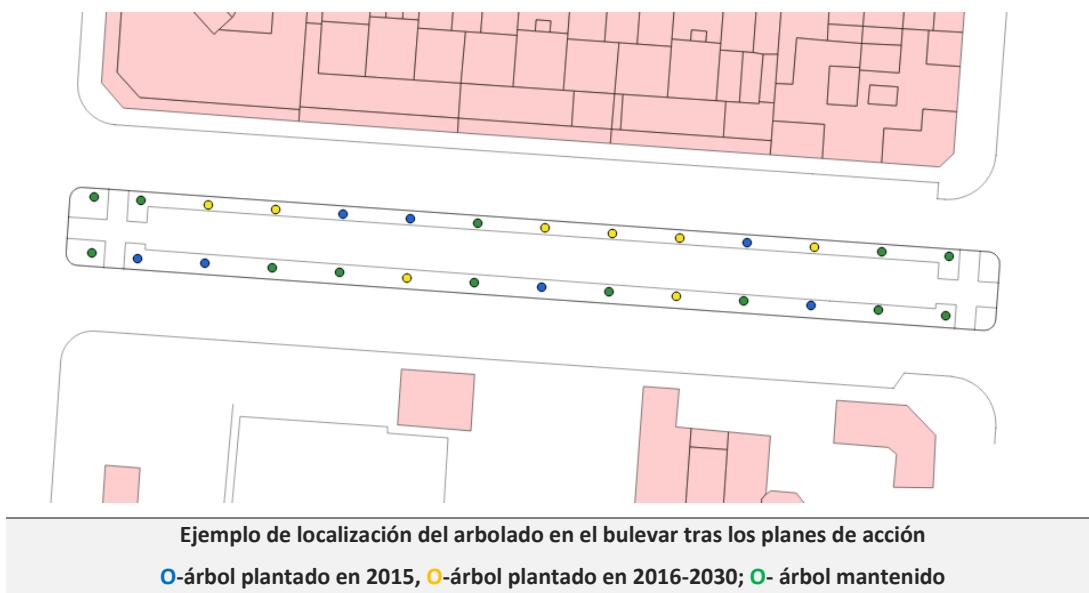
- Eliminación paulatina de los olmos en el bulevar
- Renovación completa del arbolado deficiente y peligroso
- Definición de la estructura del nuevo arbolado.



Olmos propuestos a seguimiento con opción a ser apeados en los próximos 15 años

Para llevar a cabo dichos objetivos, cada 2/3 años, se procederá a revisar el arbolado y se determinará qué ejemplares deben ser objeto de eliminación. Los árboles eliminados serán renovados o no, según las directrices del Plan Director y se plantará en aquellos puntos en los que se encuentre definido en el proyecto, tal y como se detalla en el Anexo de Planos de Plan Director en el plano “SITUACIÓN TEÓRICA DEL ARBOLADO EN EL AÑO 2030”

Asimismo, a lo largo de estos años se procederá a la realización de las podas necesarias para minimizar el riesgo en los ejemplares que queden, así como a las podas de formación necesarias para la formación de ejemplares de futuro viables y seguros en un entorno como corresponde con el bulevar.



## 11.5 DEFINICIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN

Una vez que se tiene claro el espacio arbolado y la forma de conseguirlo, se definen las actuaciones para llevar a cabo el arbolamiento deseado.

La gestión debe basarse en la obtención de los objetivos acordados, 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.

Es por ello que en la gestión del arbolado deben atenderse las siguientes tareas:

- **En relación a la *Implantación de arbolado*:**

Las principales consideraciones son:

- Preparación del terreno y entorno
- Selección de planta (especie, tamaño y calidad)
- Plantación
- Cuidados tras plantación

Todas ellas vienen desarrolladas en profundidad en el “*MANUAL DE PLANTACIONES DEL ARBOLADO VIARIO DE LA CIUDAD DE MADRID*” y deben seguirse todas las indicaciones descritas para poder afrontar con éxito la fase de implantación del arbolado, destacando que debe tratarse de planta flechadas preferentemente, con estructuras en vaso prohibidas, al limitar la altura de primera rama, y con un calibre mínimo de 16 cm de perímetro.

De cara a la obtención de buena calidad de planta para plantar en el bulevar de Juan Bravo, se recomienda la posibilidad de acordar producción de planta adecuada con viveros municipales o comerciales, de cara a tener en tiempo y plazo la planta deseada, para la renovación paulatina del arbolado.

#### ▪ **En relación al Mantenimiento de arbolado**

De forma esquemática se muestran las tareas que deben llevarse de manera continua, y a su debido tiempo, para llevar a cabo el correcto mantenimiento del arbolado.

- Labores de mantenimiento, correspondientes con las siguientes prácticas culturales:
  - Riego, al menos durante los 5 primeros años de vida
  - Poda, prestando especial atención a la poda de formación en las edades más tempranas del arbolado y a las podas de limpieza y mantenimiento en los años posteriores. Tamaños de cortes de poda inferior a 5 cm al tratarse de un débil compartimentador. Época favorable de realización, en los meses de antes de verano, para evitar la propagación del hongo *Inonotus hispidus*.
  - Tratamientos fitosanitarios, aportando siempre que sea posible por la utilización de técnicas control integrado de Plagas y lucha biológica, pudiendo además hacer estudios concretos sobre los beneficios de los mismos.
  - Otras labores (entrecavado y escarda), que favorezcan el desarrollo adecuado del arbolado.
- Inspecciones, en todas las fases de desarrollo del arbolado, favoreciendo así la posible realización de labores preventivas. Se debe realizar al menos una inspección con carácter anual, y una inspección más detallada cada 3 años de cara a seleccionar el arbolado objeto de eliminación por su estado y riesgo, según queda definido en el presente Plan.
- Gestión del riesgo, como continuación al trabajo realizado, pues siempre debe ser objeto de seguimiento de cara a que los ciudadanos dispongan de arboledas sanas y seguras.
- Mantenimiento de la información (Inventario y actualización + GIS). La actualización de la información resulta primordial con objeto de tener un registro de las actuaciones realizadas y poder analizar la futura evolución del arbolado.

#### ▪ **En relación al Seguimiento del arbolado**

*“Lo que no se mide no se puede controlar, y lo que no se controla no se puede gestionar”*

Se propone la creación de una serie de indicadores para poder comprobar la evolución del Plan Director, y su grado de cumplimiento, atendiendo a las diferentes variables expuestas a lo largo de todo el Plan.

Los aspectos que deben ser objeto de seguimiento son:

- Grado de implantación del Plan
- Evolución del arbolado
- Grado de cobertura del bulevar

#### ▪ **En relación a la Renovación del arbolado**

Según la alternativa y las especies definitivas elegidas para renovar el arbolado actual, se debe definir la vida útil de la arboleda, sabiendo que pasado un determinado nº de años, la arboleda entrará en regresión y será necesario proceder a su renovación. La esperanza de vida estimada para las sóforas en un entorno urbano como el bulevar de Juan Bravo es de 60/80 años.

- **En relación a Actuaciones complementarias**

Se recomienda la realización de labores de **comunicación e información ciudadana**, de forma que sean partícipes del proceso de renovación del arbolado del bulevar y entiendan las labores realizadas y la necesidad de las mismas.

Dichas actuaciones pueden llevarse a cabo mediante la realización de folletos, información en las Junta de Distrito, difusión de la información por la página web del ayuntamiento o bien mediante notas de prensa.

De esta forma se considera que puede llevarse a cabo una mayor sensibilización social con el arbolado y potenciar socialmente el valor del mismo.

## 11.6 MARCO DE COLABORACIÓN CON OTRAS ÁREAS

Antes de proceder a la renovación del arbolado teniendo en cuenta que el árbol es un elemento más en el entramado urbano, se recomienda hablar con otras áreas municipales que puedan estar interesadas en la realización de posibles obras en el entorno del bulevar de Juan Bravo, de forma que se pueda optimizar el proceso propuesto y la conservación de la arboleda resulte beneficiada.

## 12. CONCLUSIONES.

A modo resumen se detallan a continuación las principales conclusiones del estudio “ESTUDIO DE ESTADO Y RIESGO Y PLAN DIRECTOR DEL ARBOLADO DEL BULEVAR DE JUAN BRAVO”

El bulevar de Juan Bravo es uno de los pocos bulevares originales que quedan a día de hoy en la ciudad de Madrid, presentando un total de 286 árboles sobre los 363 que tenían en su origen.

De todos estos árboles aproximadamente una tercera parte, **94 árboles**, ha sido objeto de una inspección individualizada y detallada de cara a evaluar el riesgo del bulevar. A través de una sólida metodología basada en la evaluación visual mediante técnicas VTA O EVA, (Evaluación visual del arbolado, según la metodología propuesta por C. Matheck y H. Breloer, aceptada a escala internacional por la ISA, International Society of Arboriculture, con representación española a través de la Asociación Española de Arboricultura). y en los estudios de riesgo realizados en anteriores ocasiones por el Ayuntamiento de Madrid, se han determinado las propuestas de actuación más adecuadas con objeto de minimizar el riesgo de la arboleda, entendiendo por riesgo la probabilidad de que ocurra un accidente.



Ejemplares de riesgo muy alto localizados en el bulevar

### Principales características del arbolado

En el momento de la finalización de este informe, existen en el paseo **286 posiciones arboladas**, de los cuales 276 son árboles y 10 unidades han sido consideradas como marra o tocón.

Se han observado 7 especies distintas, siendo la especie principal, la sófora con más del 70 % de los ejemplares, seguida por diversas especies del género *Ulmus* que corresponden al 27 %, de la población. El resto de especies, robinias y prunos, aparecen de forma puntual.

En el inventario no se han identificado grandes ejemplares, ya que ninguno de los árboles mide más de 20 m, ni supera los 200 cm de perímetro. Aun así, el 13 % de la población se encuentra envejecida, pero  $\frac{3}{4}$  partes se corresponde con ejemplares jóvenes y maduros.

No se han identificado graves problemas de espigamiento ni de esbeltez, pero aunque la inclinación sí que afecta al 10% de los árboles, tan solo resulta grave en un ejemplar que presenta una inclinación de 30°.

Otro de los defectos a considerar en la arboleda son las pudriciones.

Las **pudriciones**, de forma genérica, son unos de los daños más importantes, y de mayor riesgo asociado, que se pueden observar en el bulevar. Se pueden clasificar según varios criterios como por el lugar en el que se encuentran (base, tronco y/o copa), por el agente causante (biótico o abiótico), etc. Las más significativas encontradas en el estudio son:

- Pudriciones en base.

Corresponden principalmente con maderas vistas y huecos originados por golpes de vehículos. Implican degradación del sistema radicular e incrementa considerablemente la probabilidad de vuelco.

- Pudriciones en tronco y copa

Tienen un origen muy diverso aunque, en la mayor parte de los casos se originan por la rotura o eliminación de ramas y por diversos golpes. Según el punto en el que se encuentren pueden provocar graves fallos estructurales, ocasionando fracturas de tronco o caídas de ramas.

Uno de los problemas más significativos y repetitivos es la presencia del hongo de pudrición, *Inonotus hispidus*, principalmente en sóforas, (especie especialmente vulnerable a este patógeno debido a su escasa capacidad de compartimentación), provocando fracturas frecuentes en árboles desvitalizados.

Por último, terciados no consolidados, o pudriciones situadas en angulaciones provocan situaciones críticas que favorecen la fractura de la madera, y serán más propensas a la rotura según su exposición al empuje del viento.

En la realización del inventario se encontró que el 20 % del arbolado presentaba **ramas secas** de diferentes dimensiones.



Ejemplo de árbol con presencia de *Inonotus* y ramas secas

Todos los ejemplares que presentaban alguno o varios de estos problemas han sido diagnosticados en los informes individualizados del riesgo y cada uno de ellos presenta su propuesta de actuación más adecuada para minimizar el mismo.

A lo largo de todo el análisis y la valoración se han tenido muy en cuenta todos los aspectos relacionados con la **vitalidad**. 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 el avance de pudriciones, plagas o enfermedades, etc. La vitalidad de gran cantidad de árboles del bulevar se encuentra mermada en mayor o menor medida debido principalmente al régimen intensivo de podas y a posibles cambios realizados en el entorno.

### Los árboles y su entorno

Tan importante es conservar bien cada ejemplar arbolado como atender el entorno que le rodea.

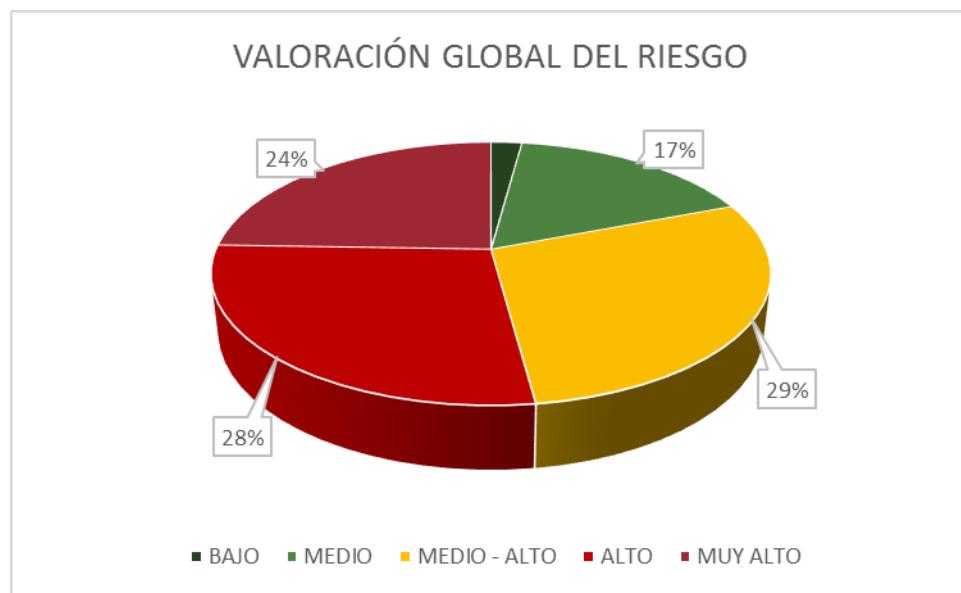
La tipología del entorno a lo largo de todo el bulevar es similar, resultando ser parterres cubiertos de césped, y con algunas zonas recubiertas de masas arbustivas formadas principalmente por rosales y cupresáceas. Todos los parterres tienen una valla perimetral que limitan la entrada de peatones evitando una mayor compactación del terreno, aunque cabe destacar que en zonas cercanas a las terrazas, existen zonas de paso con pisoteo intenso sobre el césped.

A lo largo del paseo existen numerosas rejillas de ventilación provenientes del metro, ya que se deduce que la línea 5 pasa por el subsuelo de todo el bulevar.

Atendiendo al **entorno aéreo** de los árboles, se considera la influencia de otros árboles y su marco de plantación, así como las posibles interferencias con otros elementos ajenos a los árboles provenientes de coches, autobuses y camiones, etc. Todo ellos pueden ocasionar impactos sobre los árboles, sobre todo en los inclinados y condicionan su adecuado desarrollo en mayor o menor medida.

### El riesgo del arbolado

Tras la inspección individualizada del riesgo, se ha identificado que el 55 % de la población con informes tiene una valoración de riesgo Alta o Muy Alta.



De este modo, el estudio de valoración de riesgo propone que **56 árboles** deben ser eliminados del área de estudio, y debe actuarse de manera puntual sobre otros 38 con objeto de minimizar el riesgo potencial de estos árboles.

Debe ser objeto de seguimiento la reacción del arbolado a las actuaciones realizadas, para ver si se consigue finalmente el objetivo buscado o bien el árbol reacciona de manera negativa.

## Origen de la situación actual arbolada

El bulevar fue diseñado a principios del siglo XX como consecuencia de la aplicación del denominado Plan Castro. Su diseño actual coincide en gran medida con el diseño original, aunque 2 tramos arbolados han desaparecido, y el entorno aéreo y sobre todo subterráneo habrá sido modificado en cantidad de ocasiones.



Vista aérea comparativa del eje arbolado 1927-2011 (Fuente Planea Madrid)

Los principales problemas que presenta el arbolado en la actualidad se deben a alteraciones en el entorno y el régimen de poda al que han sido sometidos los árboles, que han provocado pudriciones en lugares que entrañan un mayor riesgo.

Los nuevos conocimientos sobre el comportamiento del arbolado, que enseña la arboricultura moderna, han supuesto un gran avance en el cuidado y mantenimiento del arbolado, pero prácticas anteriores, consideradas benévolas en su día, (como la no actuación, la cirugía arbórea o los terciados) han causado graves daños sobre algunos ejemplares cuya recuperación con el paso del tiempo resulta casi inviable, convirtiéndolos en arbolado de riesgo.

## Plan Director del Arbolado Del Bulevar de Juan Bravo

El plan Director define las acciones necesarias para gestionar la arboleda hacia los objetivos propuestos, atendiendo a aspectos como renovación del arbolado, planificación de trabajos, labores de conservación y mantenimiento, etc. Asimismo, se sugiere la creación de una serie de indicadores que permitirían valorar la evolución del Plan a lo largo del tiempo.

En este caso se propone la realización de una renovación de la arboleda de manera ordenada y escalonada en el tiempo, de forma que el bulevar siga cumpliendo con su funcionalidad y usos a lo largo de los años.

Debido al entorno en el que se establece este marco de actuación, se sugiere la comunicación con otras áreas municipales, principalmente urbanismo, con objeto de que las futuras actuaciones que se realicen sobre el bulevar se hagan de forma ordenada y consensuada y que los árboles resulten lo menos afectados posible, y por ende los ciudadanos.

## 13. COMENTARIO FINAL

Tecnigral S.L. elabora sus informes desde un punto de vista objetivo, basándose en hechos reales y en su pericia y experiencia profesional, siempre desde una posición neutral.

Tecnigral S.L. no responderá en ningún caso, ni ante el cliente que encarga este informe ni ante terceros, por los extractos, resúmenes o informaciones parciales que se puedan extraer del mismo sin el consentimiento por escrito de Tecnigral S.L.

Todos los textos, fotografías, gráficos y cualquier otro tipo de información contenida en este informe solamente se refieren al objeto del mismo, y no pueden ser transferidos a casos parecidos.

A todos los informes que elabora Tecnigral S.L. se aplican los derechos de propiedad intelectual recogidos en Real Decreto Legislativo 1/1996, de 12 de abril.

## ANEXOS

### 1. PROPUESTAS DE ACTUACIÓN

SOBRE EL ARBOLADO CON CARÁCTER GENERAL

SOBRE EL ARBOLADO DE RIESGO

### 2. NORMAS DE INVENTARIO

### 3. METODOLOGÍA EN VALORACIÓN DE RIESGO

### 4. INFORMES

### 5. PLANOS

PLANOS DE INVENTARIO

PLANOS DE RIESGO

PLANOS PLAN DIRECTOR