



EL ARBOLADO URBANO PÚBLICO DE SOTO DEL REAL

**SU INVENTARIO, Y COMENTARIOS PARA SU CONOCIMIENTO,
CONSERVACIÓN Y MEJORA**

Soto del Real, Marzo de 2017

David Palomino Nantón
Inventarios y Análisis Medioambientales

EL ARBOLADO URBANO PÚBLICO DE SOTO DEL REAL. Su inventario, y comentarios para su conocimiento, conservación y mejora.

Autor:

A. David Palomino Nantón. *Biólogo formado en la Universidad Complutense de Madrid y el Museo Nacional de CC. Naturales. Ha centrado toda su carrera profesional en el estudio y mejora de los hábitats y poblaciones animales y vegetales de entornos muy humanizados (pueblos y ciudades, mosaicos agropecuarios, etc.), tratando de conciliar su conservación y usos socioeconómicos.*

Cita recomendada:

Palomino, D. (2017). *El arbolado urbano público de Soto del Real. Su inventario, y comentarios para su conocimiento, conservación y mejora.* 87 pp. (más anexos). Informe técnico. Ayuntamiento de Soto del Real (Madrid).

Palabras clave (no incluidas en el título)

Sierra de Guadarrama, Diversidad botánica, Conservación vegetal, Medidas de gestión, Ecodesarrollo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no hubiera sido posible sin la ayuda y confianza de las siguientes personas:

Javier Benayas (Concejal de Urbanizaciones, transporte, urbanismo y sostenibilidad)

Alexandra Diana Vicu (Asistente de campo)

ÍNDICE

RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN.....	9
Importancia del arbolado urbano	9
Funciones del inventario del arbolado urbano	11
Objetivos concretos del presente informe	12
MÉTODOS.....	14
Ámbito del inventario	14
Geográfico	14
Taxonómico.....	15
Muestreo y fases de trabajo	16
Variables consideradas.....	16
Variables básicas	16
Variables dendrológicas.....	17
Variables de emplazamiento	19
Variables de estado y vigor del arbolado	20
Variables de conflicto con infraestructuras	23
Otras variables.....	24
Material	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
Patrones generales.....	25
Ejemplares y especies totales, y repartición taxonómica	25
Patrones por tallas	34
Arbolado anómalamente bajo.....	41
Arbolado excesivamente alto (en relación a su grosor troncal)	43
Patrones por zonas y tipo de emplazamiento.....	43
Estado y vigor del arbolado	51
Conflictos con tendidos	54
COMENTARIOS POR ESPECIES	61
CONCLUSIÓN	81
BIBLIOGRAFÍA.....	84
ANEXOS	

RESUMEN

La creciente importancia de los valores ambientales de la Sierra de Guadarrama como señas de identidad local y como potenciales motores socioeconómicos, conlleva el reto de que los municipios de esta región transmitan a vecinos y visitantes que sus espacios urbanos se conciben de manera armónica con tan privilegiado entorno natural. Esta idea cobra aún más relevancia en la medida en que, con la reciente declaración del Parque Nacional de Guadarrama (*Ley 7/2013, de 25 de junio, de declaración del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama*; BOE 26/6/2013), un buen número de municipios localizados al pie de estas montañas presentan parte de su superficie urbana dentro de la Zona Periférica de Protección y/o de las Zonas de Transición del parque. Así, las acciones municipales para la mejora del patrimonio arbóreo de las ciudades de la región resultan particularmente coherentes, y despiertan una elevada empatía ciudadana debido a la demostrada asociación que los seres humanos establecemos entre árboles, bienestar y conservación ambiental.

Este informe, junto con la base de datos informatizada que lo acompaña (el inventario propiamente dicho), responde a cuestiones concretas fundamentales para la mejora en el manejo de este patrimonio y para el cumplimiento de las normativas en vigor. Así, los resultados obtenidos en el presente informe permiten hacer algunas consideraciones que, por basarse en datos cuantitativos y en razonamientos técnicos objetivos, pueden servir de guía a los responsables del mantenimiento y mejora del arbolado de Soto del Real en la toma de decisiones concretas.

Como patrón general, el inventario de Soto del Real es razonablemente completo en cuanto a la cantidad de árboles y la riqueza de especies libremente accesibles para todos los vecinos o visitantes del municipio. El número total de ejemplares registrados ascendió a 5.406, repartidos entre 37 familias, 69 géneros y 106 especies, globalmente bien desarrollados: altura media de 8 m (entre 1 y 30 m) y grosor del tronco de 31 cm de diámetro (de 2 a 220 cm). Como es habitual en este tipo de estudios, unas pocas especies son sobreabundantes, entre las que se incluyen tanto autóctonas como alóctonas. Como algunas de estas últimas pueden ser particularmente proclives a generar problemas de mantenimiento, lo más lógico sería estabilizar su abundancia evitando en lo posible seguir plantándolos en el futuro (esto

es especialmente aplicable al caso de las que son consideradas especies invasoras, pero muy comunes en los viarios urbanos, como el ailanto *Ailanthus altissima* o el arce negundo *Acer negundo*, entre otras). En cambio, sí se puede reforzar el arbolado municipal con las especies nativas aún poco representadas de entre las más adecuadas a las condiciones ambientales de Soto del Real, especies propias del centro peninsular que mejorarían sensiblemente el inventario, pues a la vez que incrementarían la biodiversidad urbana minimizarían los riesgos de plagas u otros problemas muy ligados a especies sobreabundantes y/o mal adaptadas. Por otra parte, una mayor diversidad de especies despierta el interés y la curiosidad intelectual de los vecinos y visitantes más fácilmente que un arbolado monótonamente repetitivo y menos atractivo visualmente, todo ello también muy interesante en términos de educación y concienciación ambiental.

A gran escala, el eje urbano conformado por las avenidas, paseos y áreas ajardinadas paralelas a las carreteras *M-609* y *M-611* que atraviesan el municipio latitudinalmente, configuran un corredor de elevada riqueza arbórea. No obstante también divide al municipio en dos mitades muy asimétricas en cuanto a la cantidad de árboles y parques del viario público, mucho más escasos en la mitad este que en la oeste. Respecto a los principales parques del municipio, aunque acogen un elevado número de ejemplares (media=1,3 pies/100m²), no son particularmente diversos, al predominar en ellos sólo una o dos especies concretas (fresno de hoja estrecha *Fraxinus angustifolia*, olmo siberiano *Ulmus pumila*, chopo común *Populus nigra* o álamo común *Populus alba*, principalmente). Pero muchos de los ejemplares más singulares del municipio en razón a su talla o rareza taxonómica, se pueden localizar en estos parques.

En general el estado de conservación del arbolado inventariado es bueno, si bien su conflictividad potencial con los tendidos de suministro eléctrico y telefónico es algo elevada en algunas urbanizaciones concretas. Además, se han identificado algunas decenas de árboles que requieren atención inmediata por parte del personal responsable, debido a que sus troncos o grandes ramas principales presentan grietas, oquedades o pudriciones profundas que eventualmente les puede llevar a partirse.

En definitiva, medidas que favorezcan el predominio de árboles más longevos y fuertes y correctamente emplazados implican necesariamente reducciones de los costes de mantenimiento y del riesgo de accidentes, al tiempo que mayor calidad del entorno urbano e interés ciudadano por su conservación. El presente informe, junto con la base de datos informatizada que lo acompaña, pueden ser empleados para contribuir a estos objetivos.

INTRODUCCIÓN

Importancia del arbolado urbano

Junto a las aves, los árboles son el grupo de organismos urbanos que más interés despierta en los seres humanos, y por el que más esfuerzos dedicamos a su conservación (baste compararlos, por ejemplo, con insectos o plantas herbáceas ruderales, organismos muchísimo más abundantes y diversos en pueblos y ciudades pero casi completamente desconsiderados como patrimonio natural digno de atención). Así, las acciones municipales destinadas a la mejora del patrimonio arbóreo urbano generan una gran empatía entre los ciudadanos, debido a la asociación que los seres humanos establecemos entre árboles, bienestar y conservación ambiental (Lohr *et al.* 2004; Sheets y Manzer 1991).

Por tanto, los árboles urbanos han sido desde siempre elementos fundamentales en la actividad social de pueblos y ciudades, y se han configurado como imprescindibles para la estética y estructuración del espacio urbano, mereciendo el dictado de numerosas normativas específicas de manejo y conservación (Lafuente 2007). En este sentido, la *Ley 8/2005 de Protección y Fomento del Arbolado Urbano* de la Comunidad de Madrid (BOCM nº 312, de 2005) recoge que “el árbol ha constituido el principal elemento conformador de la presencia de la naturaleza en la ciudad, llegando a ser determinante para el equilibrio de sus organismos vivos, a la vez que un hecho social y cultural, así como un componente indispensable para la estética y el funcionamiento del espacio urbano”. Además, indica que “aporta un equilibrio ecológico, no sólo ejerciendo funciones reguladoras y depuradoras de carácter ambiental sino, también, ofreciendo abrigo y protección para la fauna y la flora, con lo que se garantiza, como consecuencia lógica, una mejora en la calidad de vida de los ciudadanos”.

Estas afirmaciones no deben leerse como una mera exposición de vagas suposiciones e ideas generales más o menos bienintencionadas, pero de carácter puramente administrativo y de las que quepa esperar poco o ningún fundamento científico. Por el contrario, se sustentan en la cada vez más amplia evidencia empírica que demuestra que el arbolado urbano constituye una importante fuente de *servicios*

ambientales (todo provecho que el medio natural aporte a las poblaciones humanas, y que sea traducible en términos económicos; Tratalos *et al.* 2007, Bolund y Hunhammar 1999), así como un *indicador de calidad de vida* (aquellos parámetros cuantificables objetivamente que son representativos del bienestar de las poblaciones humanas (Gómez-Lopera 2005). Así, existe una cada vez más amplia bibliografía técnica y científica demostrando a partir de datos concretos las aportaciones del arbolado urbano, como las que se enumeran a continuación (además de diversos trabajos de síntesis general en la materia: Tyrväinen *et al.* 2005; Chiesura 2004; Dwyer *et al.* 1992):

- ECOLÓGICAS: Reducción del efecto invernadero, secuestro de carbono, captura activa de polvo y moléculas nocivas, control de la escorrentía superficial, incremento de la biodiversidad urbana y periurbana (Pullin 2010; Calderón *et al.* 2009; Palomino y Carrascal 2006; Nowak *et al.* 2006).
- ECONÓMICAS: Ahorro energético, disminución de costes en atenciones médicas, ahorro en mantenimiento de pavimentos, alcantarillados y mobiliario urbano, justificación del precio del terreno, atractivo turístico (Hwang *et al.* 2017; Donovan y Butry 2009; Akbari *et al.* 2001; Tyrväinen y Miettinen 2000; Luttik 2000).
- SOCIALES: Incremento de los parámetros de salud, disminución de los accidentes y delitos, mayor empatía con el espacio público, sensibilización ambiental ciudadana, herramienta educativa explícita (Harvey, C. y Aultman-Hall 2015; Maas *et al.* 2009; Kuo y Sullivan 2001).
- PAISAJÍSTICAS: Continuidad ciudad/medio natural, modulación del espacio urbano visual/auditivamente, focalización de los centros de interés dentro del conjunto urbano (Smardon 1988; Arnold 1980).

Por tanto, la mejora del arbolado urbano además de una obvia mejora de la biodiversidad y habitabilidad locales (de por sí razones suficientes para velar por su conservación), pueden suponer también una oportunidad de cara al desarrollo socioeconómico local de algunos sectores. Por ejemplo, en relación al turismo, la población ultraurbanita de la cercana ciudad de Madrid, se ve cada vez más motivada a visitar regularmente pequeñas poblaciones de la Comunidad, y las razones iniciales de estas visitas (monumentos , gastronomía, fiestas locales...), quedan potenciadas

inmediatamente si el turista las desarrolla en un entorno urbano con jardines y arbolado ornamental atractivos.

En el caso particular del municipio de Soto del Real, el interés por valorar adecuadamente estos beneficios del arbolado urbano y su estado de conservación gana una relevancia especial, al tratarse de una población enclavada en una de las regiones de mayor superficie forestal de la Comunidad de Madrid. Más aún, con la reciente declaración del Parque Nacional de Guadarrama (*Ley 7/2013, de 25 de junio, de declaración del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama*; BOE 26/6/2013), un buen número de municipios localizados al pie de estas montañas presentan parte de su superficie urbana dentro de la Zona Periférica de Protección y/o de las Zonas de Transición del parque¹.

Así, la creciente importancia de los valores ambientales de la Sierra de Guadarrama como señas de identidad local y como potenciales motores socioeconómicos, conlleva el reto de que los municipios de esta comarca transmitan a vecinos y visitantes que sus espacios urbanos se conciben de manera armónica con tan privilegiado entorno natural.

Funciones del inventario del arbolado urbano

Con el presente proyecto Soto del Real se sitúa entre los municipios de la comarca de Guadarrama que más atención prestan a la protección efectiva de este patrimonio natural, potenciando su disfrute público y su aprovechamiento como recurso cultural, educativo y turístico. Así, cumple con uno de los requisitos básicos para la adecuada gestión del arbolado urbano de Soto del Real, su inventario, un documento imprescindible para responder con rigor a cuestiones fundamentales de esta materia, y que al generar material temático y con base infocartográfica, ofrece un marco de referencia técnico a los correspondientes responsables municipales de su

¹ En el caso de Soto del Real, 1.153 ha de superficie municipal se hallan incluidas en la Zona de Aprovechamiento Ordenado de los Recursos Naturales (un 27,3% de su área municipal), y la totalidad de su suelo urbano se halla dentro de una de las Zonas de Transición del Parque (*Decreto 96/2009, de 18 de noviembre, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba la ordenación de los recursos naturales de la Sierra de Guadarrama en el ámbito territorial de la Comunidad de Madrid*; BOCM nº 11, de 2010).

mantenimiento y mejora, su gestión económica, su divulgación ciudadana, etc. (Canosa *et al.* 2003; Villameytide 2002).

Puesto que el arbolado es un elemento urbano que evoluciona en el tiempo más rápidamente que cualquier otro (por el mero hecho de estar vivo y crecer), esto exige una mayor constancia en su mantenimiento y un ejercicio de previsión de posibles carencias y conflictos. Por tanto, este estudio no sólo pretende describir el estado actual del arbolado urbano municipal, sino también orientar acerca de decisiones futuras, entre las que sería extremadamente positivo considerar iniciativas que requiriesen de la participación explícita de los vecinos, algo que se ha demostrado supone grandes mejoras en la gestión y estado global de conservación del arbolado urbano (Moskell *et al.* 2016; Boyce 2011).

Un aspecto muy importante de este estudio estriba en el hecho de que los patrones descritos y las sugerencias que contiene se basan en datos cuantitativos y objetivos, analizados mediante el uso de herramientas técnicas modernas (sistemas de información geográfica, análisis estadísticos) y la consulta de bibliografía especializada reciente. Con ello se ha intentado trascender, en la medida de lo posible, de valoraciones subjetivas y basadas en meras impresiones personales, que aunque bienintencionadas no siempre son acertadas (sobre su abundancia y emplazamiento precisos, estado de conservación, grado de conflictividad, etc.). Todo esto debería redundar en una mayor efectividad de las iniciativas que se tomen y en una reducción de costes municipales superfluos debidos al desconocimiento de las prioridades de gestión.

Objetivos concretos del presente informe

A continuación se exponen los principales objetivos planteados en la realización del presente estudio:

- Lograr el cumplimiento del Artículo 5 del Capítulo 2º de la *Ley 8/2005 de Protección y Fomento del Arbolado Urbano de la Comunidad de Madrid*, donde se insta a las entidades locales a contar con un inventario municipal, en el que se cuantifiquen aspectos básicos relacionados con la conservación de su arbolado

urbano. De acuerdo con esto, con este trabajo se dispondrá de la relación completa de los ejemplares arbóreos presentes en el viario público municipal, identificados taxonómicamente hasta el nivel más preciso posible en cada caso, y registrando sus coordenadas geográficas, dimensiones, lesiones más evidentes, y posibles conflictos en relación a elementos concretos del viario urbano.

- Facilitar el seguimiento técnico del arbolado municipal, ya que el presente estudio incluye una base de datos de muy sencillo uso por parte del personal municipal correspondiente. Actualizando regularmente la información de esta base de datos (edad, morfometría, tasa de crecimiento, frecuencia e intensidad de podas, enfermedades, conflictos, observaciones por parte de los vecinos, etc.) se dispondrá de una útil herramienta de gestión, con la que caracterizar cada uno de los ejemplares (tanto los actuales, como los que se puedan incorporar al inventario en el futuro) y evaluar el resultado de las distintas acciones realizadas en su mantenimiento.

- Incrementar la sostenibilidad ambiental y económica del municipio, pues los datos del presente informe pueden ayudar a planificar futuras acciones de gestión del arbolado urbano, mejorando los criterios objetivos sobre qué especies plantar y dónde hacerlo. Así, con los datos ofrecidos debería ser más sencillo maximizar las probabilidades de desarrollo de los árboles municipales y sus funciones socioambientales, a la vez que se reducen los costes de su mantenimiento y el riesgo de accidentes.

- Promocionar los valores medioambientales entre la ciudadanía, tanto vecinos como visitantes de Soto del Real, pues mejorando su conocimiento del patrimonio arbóreo municipal se incrementa su interés e implicación en su conservación.

MÉTODOS

Ámbito del inventario

Geográfico

En Soto del Real, al igual que en la mayoría de municipios de la comarca de Guadarrama, se puede dividir el arbolado urbano en cuatro grandes categorías:

1. El de propiedad y/o mantenimiento municipal: situado en las calles y zonas verdes públicas de libre tránsito para todos los ciudadanos.
2. De propiedad y mantenimiento privado y comunitario, pero con tránsito público: calles y zonas verdes de urbanizaciones en las que el acceso no se halla restringido.
3. De propiedad y mantenimiento privado y comunitario, sin tránsito público: calles y zonas verdes de urbanizaciones con acceso restringido más o menos explícitamente a vecinos particulares.
4. De propiedad y mantenimiento privado e individual, sin tránsito público: jardines de chalets particulares.

En el presente trabajo se han incluido siempre las dos primeras categorías, que presentan el rasgo común de constituir el arbolado urbano libremente accesible para todos los vecinos o visitantes del municipio. La tercera categoría también ha sido considerada, siempre y cuando el acceso a los árboles no implicase traspasar vallados, cercas, barreras, garitas de vigilancia u otras formas de separación explícita del resto del viario público. En adelante, por sencillez, a todo este arbolado incluido en las tres primeras categorías se le denominará público en referencia a que los efectos (positivos o negativos) de su presencia pueden ser apreciados por cualquier vecino o visitante de Soto del Real, si bien no sea exactamente correcto en cuanto a la responsabilidad precisa de su mantenimiento.

El acceso al arbolado de la última de las categorías, importantísima desde cualquier punto de vista por la enorme superficie y madurez de los jardines que supone respecto del área municipal total, desgraciadamente no es viable según los presupuestos, plazos y métodos básicos del presente informe. Obviamente, para poder

inventariar estos árboles situados dentro de los chalets particulares es necesario solicitar permiso a los correspondientes propietarios, lo que sólo es posible lograr en un periodo de tiempo muy elevado. No obstante, las normativas municipal y regional en defensa y protección del arbolado urbano incluyen tanto al de propiedad y mantenimiento público, como al emplazado en propiedades privadas. Y los argumentos e ideas expuestos previamente en torno a las funciones, necesidades y valores del arbolado urbano no se aplican de manera distinta por el mero hecho de que unos ejemplares se dispongan dentro o fuera de una finca particular. Por tanto, si en un futuro cercano se realizase un proyecto de inventario del arbolado urbano privado con una metodología específicamente diseñada a sus particularidades, la existencia del presente trabajo constituirá un útil punto de referencia.

Taxonómico

Aunque no existe una definición única y estandarizada de lo que es un árbol, en la práctica parece fácil clasificar o no como tales a la mayoría de las plantas propias del medio urbano en función de si tienen una altura elevada (típicamente mayor de 2-3 m), tienen un fuste principal leñoso, y se ramifican en su parte superior formando copa. Bajo estos sencillos criterios se han considerado sin problemas a la gran mayoría de los ejemplares presentes en Soto del Real.

No obstante, se dan varios casos particulares en los que estos criterios no son siempre evidentes, y que se han resuelto de la siguiente manera, incluyendo también en los muestreos:

- Los pies menores de 2 m de altura en el momento de realizar el inventario (independientemente de la razón: juventud, podas,...), pero pertenecientes a especies que sin ninguna duda superan dicha altura en su desarrollo normal, una situación muy habitual por ejemplo en los acebos, madroños o tuyas.
- Los pies muy jóvenes aún sin ramificar pero con más de 1 m de altura (varas), que sin ninguna duda acabarían formando copa, como muchos fresnos, robles o ailantos.

- Los pies pertenecientes a especies leñosas sin un fuste principal ni una copa bien definidos mientras se mantienen en su porte arbustivo (el más habitual, por juventud y/o podas continuas de mantenimiento), pero que cuando logran superar esa altura sí los desarrollan más o menos netamente, como ocurre en las adelfas, durillos, boneteros, laureles cerezos, fotinias o pitosporos.

Muestreo y fases de trabajo

Durante los meses de diciembre de 2016 y enero de 2017 se procedió a recopilar todos los datos necesarios para la realización del presente informe técnico (georreferenciación de cada pie, identificación taxonómica, medición de variables, etc.), así como su informatización para la creación de la base de datos del inventario (consistente en una matriz de 5.407 filas x 21 columnas=113.547 celdas).

Entre enero y febrero de 2017 se realizaron los análisis de los datos y la redacción del presente informe.

Variables consideradas

Variables básicas

Las variables de mayor importancia, que constituyen el eje en torno al que se articulan todas las cuestiones tratadas en este informe, son la identidad taxonómica de cada planta, y su ubicación geográfica. Respecto a la primera, se registró para cada ejemplar su familia, género y especie, atendiendo a los criterios más recientes y aceptados actualmente para las especies que es posible encontrar en el centro peninsular (López Lillo y López 2007; Johnson y More 2004; López Lillo y Sánchez de Lorenzo 2001). En el caso de varios de los géneros identificados se optó deliberadamente por no forzar su asignación a una especie particular, debido a que la enorme diversidad de sus híbridos ornamentales impide la aplicación de criterios botánicos objetivos y/o sencillos (una circunstancia extremadamente habitual en el caso de, por ejemplo, *Ligustrum*, *Magnolia*, *Tilia*...; López Lillo y Sánchez de Lorenzo

2001; Sánchez de Lorenzo 2005; Santamour *et al.* 1985). No obstante, en algunos casos (175 pies: 3,2% del total inventariado), la identificación no fue posible debido fundamentalmente a tres razones: 1) el árbol en cuestión no mostraba bien desarrollado algún rasgo morfológico clave para su identificación, generalmente brotes o yemas en el caso de las especies caducifolias, por realizarse el trabajo de campo durante el periodo invernal; 2) el árbol mostraba caracteres aparentemente intermedios entre varias especies diferentes, achacables bien a la variabilidad normal que se da entre los distintos individuos de una especie, bien a que se tratase de un híbrido o variedad de cultivo atípico, como se ha comentado anteriormente; o 3) el árbol había sido recientemente podado mediante alguna técnica severa (de terciado, de desmochado o incluso directamente cortado por debajo del nacimiento de la copa), limitando su reconocimiento únicamente a la corteza (lo que en muchos casos es insuficientemente fiable).

Respecto a la ubicación geográfica, todos los pies se georreferenciaron obteniendo sus coordenadas de latitud y longitud con una precisión de menos de un metro, según el sistema geodésico de referencia vigente actualmente en España: ETRS89-30T (*European Terrestrial Reference System* 1989, aplicado al huso 30).

Variables dendrológicas

Como es habitual en los inventarios de arbolado que incluyen miles de ejemplares, se consideraron intervalos estandarizados en el registro de medidas dendrológicas básicas. Esto tiene las ventajas de agilizar la toma de los datos de campo minimizando los errores, al tiempo que se simplifica la interpretación de los resultados. Por otra parte, la medición extremadamente precisa de la altura en unos organismos que crecen y cambian de forma tan rápidamente por causas naturales (desarrollo normal) y/o artificiales (podas), no resulta especialmente informativa.

Así, se consideraron cinco categorías según la altura máxima alcanzada por la copa en su extremo superior en el momento de la realización del muestreo:

- Menor o igual a 2 m
- Mayor de 2 m y menor o igual a 4 m

- Mayor de 4 m y menor o igual a 10 m
- Mayor de 10 m y menor o igual a 20 m
- Mayor de 20 m y menor o igual a 30 m.

En la primera categoría, junto a árboles claramente identificables como tales, también se incluyeron los pies convencionalmente calificados como *matas*, con menos de 1 m de altura debido a que se tratara de: a) pies de cualquiera de las especies, pero muy jóvenes y aún poco desarrolladas; b) pies adultos pero pertenecientes a especies cuyo crecimiento es muy lento y/o cuyas alturas máximas no son muy grandes; o c) pies adultos pero mantenidos artificialmente con porte arbustivo mediante podas continuas.

Hay que señalar que una buena parte de los árboles habían sido podados recientemente (por el personal de mantenimiento responsable en cada caso, municipal o no) antes de ser inventariados. Aquellos en los que las podas de mantenimiento no fueron muy intensas, permitieron calcular con fiabilidad el intervalo de alturas dentro del que se habría incluido la copa completa del árbol. Pero en otros casos las podas realizadas sí fueron muy severas, con ejemplares terciados o desmochados, e incluso drásticamente talados por debajo del nacimiento de las ramas principales. No obstante, se trató de estimar su altura “normal” previa a la poda mediante su comparación con ejemplares cercanos de similar edad (y tomando como referencia sus perímetros troncales), mediante la inspección de imágenes locales en la aplicación ‘Google StreetView’, o incluso preguntando a vecinos.

De manera similar a las alturas, se consideraron siete categorías perimetrales del tronco, tomadas aproximadamente a 1,3 m (medida comúnmente denominada ‘dbh’: *diameter at breast height*). En los casos de ejemplares con varios fustes principales se consideró el valor medio de ellos, y en el caso de ejemplares con un tronco menor de 1,3 m de alto, la medida se tomó inmediatamente antes del comienzo de las ramas principales:

- Menor o igual a 5 cm de diámetro
- Mayor de 5 cm y menor o igual a 15 cm
- Mayor de 15 cm y menor o igual a 30 cm
- Mayor de 30 cm y menor o igual a 60 cm

- Mayor de 60 cm y menor o igual a 120 cm
- Mayor de 120 cm y menor o igual a 200 cm
- Mayor de 200 cm

Variables de emplazamiento

El lugar del entramado urbano en el que crezca cada árbol puede ser muy determinante de diversos aspectos directamente relacionados con su crecimiento, necesidades de mantenimiento, función social, etc. Atendiendo a esto se distinguieron tres grandes categorías de emplazamiento del arbolado:

- *Vial*: el dispuesto, muy a menudo, más o menos en alineación a lo largo de calles bien urbanizadas (en aceras, arriates, medianas, pequeñas glorietas), y normalmente en paralelo y muy cercanos a calzadas de tráfico o edificaciones. Como norma general, este arbolado no forma parte de las actividades de descanso y recreo de los viandantes, pues estas vías son principalmente de mero tránsito vecinal. En su mayoría estos árboles han sido plantados intencionadamente y reciben algún tipo de mantenimiento explícito regular, y sólo ocasionalmente se dan ejemplares que crecen espontáneamente en cunetas y arriates sin apenas mantenimiento.
- *Parque*: el situado dentro de las áreas verdes y avenidas de tránsito público de mayor tamaño de la ciudad, siempre muy explícitamente destinadas a actividades de descanso y recreo, e incluyendo extensas zonas habilitadas para el paseo, el juego infantil, carriles-bici, etc. La madurez y/o diversidad del arbolado de estas áreas son muy significativas, recibiendo algún tipo de mantenimiento regular, si bien son frecuentes tanto los pies jóvenes y brotados espontáneamente como los extremadamente añosos, presentes allí desde antes de las primeras acciones de ajardinamiento. Por la amplitud de estos emplazamientos, estos árboles no suelen situarse muy próximos a edificaciones y/o la calzada.

- *Zonal*: el situado tanto en áreas más o menos ajardinadas como en áreas bajo escaso o nulo mantenimiento, pero con el común denominador de no ser estrictamente lineales (se consideraría entonces *vial*) ni muy extensas (se consideraría entonces *parque*). Así, esta tipología intermedia entre las dos anteriores corresponde a zonas que pueden servir para el descanso y recreo vecinal (reconocibles como tales cuando presentan caminos bien delimitados para pasear, bancos para sentarse, columpios infantiles, plazas, monumentos, etc.), o no (descampados, terrenos baldíos, glorietas muy amplias). En su mayoría son árboles plantados intencionadamente y/o bajo algún tipo de mantenimiento explícito regular en el caso de las áreas ajardinadas, aunque también se dan ejemplares que crecen espontáneamente.

Variables de estado y vigor del arbolado

Como cualquier otro organismo, el árbol urbano ha de superar agresiones de distinto origen que pueden o no afectar a sus probabilidades de supervivencia futuras. Obviamente, los ejemplares que peor superen estas agresiones tendrán mayores necesidades de mantenimiento (no sólo para favorecer su supervivencia, sino para minimizar riesgos potenciales a personas e infraestructuras), y verán mermadas su función social, etc. Atendiendo a esto se distinguieron dos grandes tipos de afecciones relacionadas con estado y vigor físico de cada ejemplar: 1) las relacionadas con lesiones muy evidentes en el fuste o alguna de las ramas principales del árbol; y 2) las relacionadas con situaciones que descompensen el equilibrio y progresión normal del crecimiento del árbol, aun en ausencia de lesiones:

A) LESIONES EN EL TRONCO O GRANDES RAMAS

- *Grietas longitudinales en el tronco*. Estas lesiones longitudinales que, por diversas causas, muestran algunos árboles en sus capas más externas del tronco pueden debilitarlo, en la medida en que no cicatricen adecuadamente, sean colonizadas por agentes infecciosos, etc.
- *Descortezamientos/Secas significativas*. La mayoría de los árboles pierden progresivamente parte de la corteza de manera natural, por el simple

desprendimiento de las capas más externas. Pero en ocasiones, bien por causas mecánicas (como coches aparcados) o por algún tipo de infección, se observa un descortezamiento claramente anormal que deja al descubierto una superficie significativa de sus capas de madera viva. En términos generales, cuanto mayor sea este descortezamiento mayores problemas padece ya o padecerá en el futuro ese árbol.

- *Oquedades significativas.* Cuando la mala cicatrización de una lesión extensa (una grieta amplia, un descortezamiento, una poda, etc.) exponen superficies amplias de las capas más internas del árbol (albura o duramen) a la climatología y agentes infecciosos, puede acabar formándose una concavidad. La principal diferencia con las lesiones anteriores estriba en que estas oquedades acumulan el agua de lluvia, que se infiltra al interior del árbol y favorece la acción descomponedora de hongos y bacterias, incrementando el riesgo de pudrición y debilitamiento de esa parte del árbol (oquedades masivas, en la que se aprecian muy claramente estos procesos de pudrición, son características de muchos viejos fresnos, olmos y chopos desmochados).
- *Hongos/Pudriciones.* Aunque la presencia de grandes hongos en el tronco, al igual que la de insectos o manchas bacterianas, no tienen por qué indicar que el árbol no sea capaz de resistir su infección, cabe pensar que cuanto más extendidos estén más problemas futuros pueden suponer para el árbol.

B) CRECIMIENTOS DESCOMPENSADOS

- *Inclinación excesiva.* Existen multitud de factores que pueden provocar una inclinación del fuste principal de un árbol mayor de lo que correspondería a su porte natural: temporales climatológicos, un sistema de raíces poco desarrollado, la excesiva cercanía de paredes u otros árboles, vandalismo, automóviles, etc. Independientemente de la causa, estos árboles corren un riesgo potencial de derribo o fractura al presentar su centro de gravedad anormalmente desplazado, particularmente en aquellos casos en los que la inclinación se ha producido repentinamente y/o cuando el árbol ya es adulto (los árboles jóvenes pueden llegar a corregir estas inclinaciones compensando la dirección y desarrollo del tronco y las nuevas ramas). Lógicamente, el umbral

de inclinación a partir del que un árbol caerá o se partirá con seguridad es imposible de definir uniformemente en todos los ejemplares, pues depende de multitud de factores. No obstante, se ha considerado oportuno identificar a aquellos cuyos ángulos de inclinación eran mayores de 10°-15° desde la vertical, por ser valores manifiestamente elevados en comparación con el conjunto de árboles del inventario. Con esto se facilitará un eventual examen por parte del personal municipal correspondiente de los ejemplares prioritarios a este respecto.

- *Dominancia de algún lado de la copa respecto del resto.* Debido a podas incorrectas (mucho menos a menudo por otras causas, como rotura de ramas por temporales o vandalismo) algunos ejemplares muestran una copa manifiestamente asimétrica, que a medio plazo pueden suponer riesgos potenciales de rotura.
- *Falta de espacio.* La plantación de distintos pies muy cercanos unos de otros y la competencia por la luz o el agua entre ellos, puede ocasionar el que alguno o varios de ellos crezcan anómalamente (troncos inclinados, ramas principales con angulaciones muy acodadas, ramaje excesivamente largo y delgado, etc.), con el consiguiente riesgo de una geometría descompensada y propensa a roturas.

En algunas de estas variables determinar su grado de severidad implica cierta subjetividad, dependiente de la percepción particular de cada técnico. Además, en el caso de los árboles de mayores dimensiones, parte de su estructura sólo puede ser examinada con enormes escaleras o elevadores fuera del alcance de los plazos y presupuestos de este estudio. Por último, como ya se ha indicado, algunas infecciones no son detectables externamente en los ejemplares, o lo son en épocas del año distintas de la aquí considerada. No obstante, una vez que un árbol resulta muy severamente dañado por alguno de estos factores, es muy normal que también acabe manifestando otras lesiones, por lo que es razonable pensar que los casos más extremos del municipio, los árboles en peor estado general, siempre serán especialmente detectables y similarmente considerados como los más graves al comparar todos los árboles del inventario. Por tanto, es muy razonable asegurar que

los responsables de mantenimiento del arbolado urbano disponen de un listado rápido de los árboles que pueden requerir un eventual examen particular.

Debido a que el presente inventario fue realizado en pleno invierno, los insectos y hongos defoliadores no pudieron ser registrados. No obstante, la presencia/ausencia de nidos de procesionaria sí pudo ser considerada, siendo una de las plagas que más trastornos causan no sólo por sus daños al arbolado, sino por sus molestias a los vecinos (especialmente por las gravísimas lesiones que ocasionan a los gatos y perros domésticos).

Variables de conflicto con infraestructuras

El árbol urbano casi siempre debe crecer bajo las restricciones espaciales a que le obligan multitud de elementos inherentes a la ciudad: edificaciones, calzadas y aceras, infraestructuras, señalizaciones, etc. A menudo, el conflicto entre estos elementos y el árbol sólo es detectado cuando este último ya está muy desarrollado, y su solución entraña muchos problemas: de complejidad logística, riesgos laborales, costes económicos, desafección social, o empobrecimiento ambiental. Uno de los objetivos del presente informe consiste en ayudar a los responsables municipales del mantenimiento del arbolado urbano de Soto del Real a identificar estos conflictos, no sólo para priorizar los casos de mayor riesgo, sino también para mejorar futuras planificaciones urbanas.

Aunque existen multitud de posibles conflictos entre el arbolado y las principales infraestructuras y servidumbres viales, los presupuestos y plazos del presente estudio recomendaron centrar la atención en los tendidos. Muy frecuentemente, los tendidos aéreos de electricidad y teléfono/internet se localizan muy cercanos a árboles ornamentales. De hecho, en las avenidas o calles más largas lo normal es que las filas de torretas o postes del cableado y las alineaciones urbanas de árboles corran ambos muy paralelos. A medida que el árbol crece su ramaje acaba acercándose excesivamente al entorno de los tendidos, que incluso acaban inmersos dentro de la copa. Esta situación, no sólo genera fallos en el suministro de luz o comunicaciones de los vecinos, sino que también dificulta mucho las tareas de

mantenimiento tanto del arbolado como de los tendidos, llegando a ser verdaderamente peligrosas para los operarios (por riesgos de electrocución o de caída, principalmente). Así, para identificar estos conflictos, se señalaron todos aquellos árboles cuyas ramas se encontraron a menos de 2-3 m de distancia de un tendido. En el caso de árboles plantados inmediatamente debajo de un tendido, pero que por ser jóvenes y aún muy bajos distaban más de esta distancia umbral, también se registró su potencial conflictividad futura.

Otras variables

El inventario y su base de datos se han completado con otras variables descriptivas de cada ejemplar que también han sido consideradas en el presente informe en algunas cuestiones concretas. Estas variables adicionales consistieron en:

- 1) Nombre de la calle, avenida, plaza, parque, etc.
- 2) Tipo de emplazamiento: arbolado vial, zonal o de parque (véase texto anteriormente).

Material

En la fase de campo, se empleó numerosa información cartográfica, obtenida de diferentes fuentes de internet ('Google Earth'; 'Open Street Maps', 'IberPix', 'NomeCalles', 'Orux Maps', etc.). El material básico empleado en la obtención de los distintos datos de campo, consistió en tableta digital, GPS, pértiga extensible de poda, cinta métrica, cámara fotográfica y guías de identificación.

Las herramientas informáticas empleadas en las distintas fases del estudio incluyen los siguientes programas: 'Excel' (para la creación de la base de datos del inventario, y el análisis de los resultados), 'Word' (para la redacción del informe), 'Statistica' (para el análisis de los resultados), y 'QGis' (para el cartografiado de los datos y el análisis de resultados).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Patrones generales

Ejemplares y especies totales, y repartición taxonómica

El número total de ejemplares inventariados ascendió a 5.406, repartidos en base a criterios taxonómicos como se muestra en las TABLAS 1, 2 y 3:

FAMILIAS	Número de pies	Número acumulado	Porcentaje del total	Porcentaje acumulado
Oleáceas (fresnos, aligustres, lilos, olivos)	1.532	1.532	28,3	28,3
Salicáceas (álamos, chopos, sauces)	760	2.292	14,1	42,4
Ulmáceas (olmos, almeces)	500	2.792	9,2	51,6
Platanáceas (plátanos)	463	3.255	8,6	60,2
Pináceas (pinos, cedros, píceas, abetos)	436	3.691	8,1	68,2
Aceráceas (arces)	413	4.104	7,6	75,9
Rosáceas (almendros, ciruelos, cerezos, manzanos)	261	4.365	4,8	80,7
Cupresáceas (cipreses, tuyas, falsos cipreses, sabinas)	169	4.534	3,1	83,8
Fagáceas (robles, encinas, castaños comunes)	153	4.687	2,8	86,7
Bignoniáceas (catalpas)	120	4.807	2,2	88,9
Apocináceas (adelfas)	116	4.923	2,1	91,0
Hipocastanáceas (castaños de Indias)	68	4.991	1,3	92,3
Fabáceas (falsas acacias, sóforas)	46	5.037	0,9	93,1
Juglandáceas (nogales)	40	5.077	0,7	93,9
Moráceas (moreras, higueras)	37	5.114	0,7	94,6
Simarubáceas (ailantos)	33	5.147	0,6	95,2
Betuláceas (abedules, alisos)	27	5.174	0,5	95,7
Arecáceas (palmeras)	22	5.196	0,4	96,1
Adoxáceas (saúcos)	21	5.217	0,4	96,5
Agaváceas (yucas)	21	5.238	0,4	96,9
Lauráceas (laureles)	20	5.258	0,4	97,2
Celastráceas (boneteros)	19	5.277	0,4	97,6
Litráceas (árboles de Júpiter, granados)	13	5.290	0,2	97,8
Tiliáceas (tilos)	12	5.302	0,2	98,0
Aquifoliáceas (acebos)	9	5.311	0,2	98,2
Hamamelidáceas (liquidámbar)	9	5.320	0,2	98,4
Ericáceas (madroños)	8	5.328	0,1	98,5
Magnoliáceas (magnolios)	8	5.336	0,1	98,7
Meliáceas (agriaces)	6	5.342	0,1	98,8
Ginkgoáceas (guinkos)	4	5.346	0,1	98,9
Pitosporáceas (pitosporos)	4	5.350	0,1	98,9
Mirtáceas (eucaliptos)	3	5.353	0,1	99,0
Tamaricáceas (tarayes)	3	5.356	0,1	99,0
Malváceas (hibiscos)	2	5.358	0,0	99,1

(Continúa en la página siguiente...)

(...continuación de la página anterior)

Taxáceas (tejos)	2	5.360	0,0	99,1
Buxáceas (bojes)	1	5.361	0,0	99,1
Taxodiáceas (secuoyas)	1	5.362	0,0	99,1
Indeterminadas	44	5.406	0,8	100,0
	5.406		100	

↑ TABLA 1. Repartición de los ejemplares del inventario en función de la familia botánica a que pertenecen (ordenados de mayor a menor número).

GÉNEROS	Número de pies	Porcentaje del total	Número de especies*
<i>Abies</i> (abetos)	19	0,4	4
<i>Acacia</i> (mimosas)	4	0,1	1
<i>Acer</i> (arces)	413	7,6	6
<i>Aesculus</i> (castaños de Indias)	68	1,3	1
<i>Ailanthus</i> (ailantos)	33	0,6	1
<i>Alnus</i> (alisos)	8	0,1	1
<i>Arbutus</i> (madroños)	8	0,1	1
<i>Betula</i> (abedules)	18	0,3	1
<i>Buxus</i> (bojes)	1	0,0	1
<i>Calocedrus</i> (libocedros)	2	0,0	1
<i>Castanea</i> (castaños comunes)	19	0,4	1
<i>Catalpa</i> (catalpas)	120	2,2	1
<i>Cedrus</i> (cedros)	110	2,0	2
<i>Celtis</i> (almeces)	9	0,2	1
<i>Cercis</i> (árboles de Judas)	2	0,0	1
<i>Cordyline</i> (cordilines)	1	0,0	1
<i>Corylus</i> (avellanos)	1	0,0	1
<i>Cotoneaster</i> (cotoneásteres)	17	0,3	*
<i>Crataegus</i> (majuelos)	15	0,3	1
<i>Cupressus</i> (cipreses)	71	1,3	4
<i>Cydonia</i> (membrilleros)	1	0,0	1
<i>Chamaecyparis</i> (falsos cipreses)	4	0,1	1
<i>Chamaerops</i> (palmitos)	10	0,2	1
<i>Eriobotrya</i> (nispereros)	4	0,1	1
<i>Eucalyptus</i> (eucaliptos)	3	0,1	*
<i>Euonymus</i> (boneteros)	19	0,4	1
<i>Ficus</i> (higueras)	5	0,1	1
<i>Fraxinus</i> (fresnos)	1.211	22,4	2
<i>Ginkgo</i> (guinkos)	4	0,1	1
<i>Gleditsia</i> (acacias de tres púas)	11	0,2	1
<i>Hibiscus</i> (hibiscos)	2	0,0	*
<i>Ilex</i> (acebos)	9	0,2	1
<i>Juglans</i> (nogales)	40	0,7	1

(Continúa en la página siguiente...)

(...continuación de la página anterior)

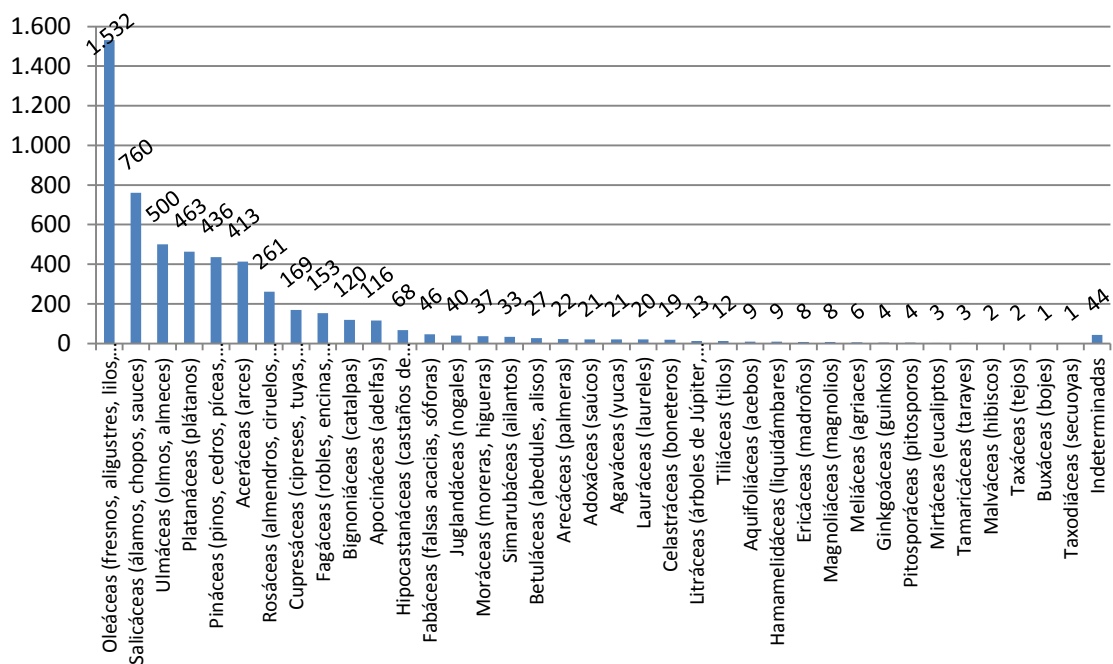
<i>Juniperus</i> (enebros)	10	0,2	3
<i>Lagerstroemia</i> (árboles de Júpiter)	9	0,2	1
<i>Laurus</i> (laureles)	20	0,4	1
<i>Ligustrum</i> (aligustres)	258	4,8	*
<i>Liquidambar</i> (liquidámbar)	9	0,2	1
<i>Magnolia</i> (magnolios)	8	0,1	*
<i>Malus</i> (manzanos)	3	0,1	*
<i>Melia</i> (agriaces)	6	0,1	1
<i>Morus</i> (moreras)	32	0,6	2
<i>Nerium</i> (adelfas)	116	2,1	1
<i>Olea</i> (olivos)	50	0,9	1
<i>Photinia</i> (fotinias)	7	0,1	*
<i>Picea</i> (píceas)	24	0,4	4
<i>Pinus</i> (pinos)	283	5,2	4
<i>Pittosporum</i> (pitosporos)	4	0,1	1
<i>Platanus</i> (plátanos)	463	8,6	1
<i>Populus</i> (chopos y álamos)	685	12,7	4
<i>Prunus</i> (ciruelos y almendros)	196	3,6	4
<i>Punica</i> (granados)	4	0,1	1
<i>Pyracantha</i> (espinos de fuego)	17	0,3	*
<i>Quercus</i> (roble y encinas)	134	2,5	6
<i>Robinia</i> (robinias)	25	0,5	1
<i>Salix</i> (sauces)	75	1,4	4
<i>Sambucus</i> (saúcos)	19	0,4	1
<i>Sequoiadendron</i> (secuoyas)	1	0,0	1
<i>Sophora</i> (sóforas)	4	0,1	1
<i>Sorbus</i> (serbales)	1	0,0	1
<i>Syringa</i> (lilos)	13	0,2	1
<i>Tamarix</i> (tarayes)	3	0,1	*
<i>Taxus</i> (tejos)	2	0,0	1
<i>Thuja</i> (tuyas)	82	1,5	1
<i>Tilia</i> (tilos)	12	0,2	*
<i>Trachycarpus</i> (palmitos elevados)	12	0,2	1
<i>Ulmus</i> (olmos)	491	9,1	2
<i>Viburnum</i> (durillos)	2	0,0	1
<i>Yucca</i> (yucas)	20	0,4	*
<i>Indeterminados</i>	44	0,8	*
	5.046	100	95 (106**)

↑ TABLA 2. Repartición de los ejemplares del inventario en función del género botánico a que pertenecen (ordenados alfabéticamente). * Géneros para los que no se identificó la especie de cada ejemplar (deliberadamente, ver texto). ** Se indica entre paréntesis el número mínimo de especies al que ascendería el inventario asumiendo al menos una especie por cada género de los indicados con *.

ESPECIES	Número de pies	Porcentaje del total	Porcentaje acumulado
<i>Fraxinus angustifolia</i> (fresno de hoja estrecha)	1.189	22,0	22,0
<i>Populus nigra</i> (chopo común)	511	9,5	31,4
<i>Ulmus pumila</i> (olmo siberiano)	475	8,8	40,2
<i>Platanus x hispanica</i> (plátano de sombra)	463	8,6	48,8
<i>Pinus pinea</i> (pino piñonero)	272	5,0	53,8
<i>Ligustrum sp</i> (aligustre)	258	4,8	58,6
<i>Populus alba</i> (álamo común)	170	3,1	61,7
<i>Acer saccharinum</i> (arce plateado)	146	2,7	64,4
<i>Catalpa bignonioides</i> (catalpa)	120	2,2	66,7
<i>Nerium oleander</i> (adelfa)	116	2,1	68,8
<i>Acer negundo</i> (arce negundo)	112	2,1	70,9
<i>Acer pseudoplatanus</i> (arce blanco)	101	1,9	72,8
<i>Prunus cerasifera</i> (mirobolano)	89	1,6	74,4
<i>Thuja orientalis</i> (tuya oriental)	82	1,5	75,9
<i>Quercus pyrenaica</i> (roble melojo)	80	1,5	77,4
<i>Aesculus hippocastanum</i> (castaño de Indias)	68	1,3	78,7
<i>Prunus laurocerassus</i> (laurel cerezo)	68	1,3	79,9
<i>Cedrus atlantica</i> (cedro del Atlas)	53	1,0	80,9
<i>Cedrus deodara</i> (cedro del Himalaya)	53	1,0	81,9
<i>Olea europaea</i> (olivo)	50	0,9	82,8
<i>Juglans regia</i> (nogal)	40	0,7	83,5
<i>Acer campestre</i> (arce menor)	36	0,7	84,2
<i>Cupressus arizonica</i> (ciprés de Arizona)	35	0,6	84,9
<i>Ailanthus altissima</i> (ailanto)	33	0,6	85,5
<i>Prunus dulcis</i> (almendro)	30	0,6	86,0
<i>Salix babylonica</i> (sauce llorón)	29	0,5	86,6
<i>Cupressus sempervirens</i> (ciprés común)	28	0,5	87,1
<i>Quercus faginea</i> (quejigo)	28	0,5	87,6
<i>Robinia pseudoacacia</i> (robinia)	25	0,5	88,1
<i>Laurus nobilis</i> (laurel común)	20	0,4	88,4
<i>Yucca sp</i> (yuca)	20	0,4	88,8
	4.800	88,8	

↑ TABLA 3. Número de ejemplares de las especies más abundantes del inventario (aquellas con, al menos, 20 pies registrados; ordenados de mayor a menor número).

Como se aprecia muy gráficamente en la FIGURA 1 existe un fuerte patrón de dominancia taxonómica, pues sólo tres familias acumulan más de la mitad de todos los ejemplares (oleáceas, salicáceas y ulmáceas), y las 11 familias con al menos 100 ejemplares constituyen más del 90% de los árboles de todo el inventario. Por el contrario, casi la mitad de las familias están representadas en el inventario con un número muy pequeño de ejemplares (de 20 pies o menos).



↑ FIGURA 1. Repartición de los ejemplares del inventario en función de la familia botánica a que pertenecen.

En el MAPA 1-Anexo 1 se muestra la distribución geográfica de todos los ejemplares inventariados a través de la ciudad, distinguidos taxonómicamente a nivel de familia botánica (para su repartición por especies, muy prolija, véase el Anexo 2).

Como patrón general, el inventario de Soto del Real es razonablemente completo en cuanto a la cantidad de árboles y la riqueza de especies libremente accesibles para todos los vecinos o visitantes del municipio. Así, en total se han identificado más de un centenar de especies, pertenecientes a 69 géneros y 37 familias botánicas. Pero el fresno de hoja estrecha (*Fraxinus angustifolia*) es, con absoluta rotundidad, la especie más característica del inventario, pues sus 1.189 ejemplares suponen el 22% de todos los registrados. No obstante, esto es debido en gran medida a que dos de las mayores áreas verdes del municipio están dominadas casi absolutamente por esta especie: el parque de Los Herrenes y el que flanquea la carretera a Miraflores en su extremo norte; en el resto del viario municipal, en cambio, aun siendo una especie frecuente no lo es tanto como para destacar tan exageradamente en el total del inventario.

Dejando aparte el caso algo excepcional del fresno, hay un pequeño número de especies que, como es siempre habitual, suman un porcentaje muy elevado del total de ejemplares, y entre ellas siempre aparecen algunas especies alóctonas pero profusamente empleadas en parques y calles de toda España: el olmo siberiano (*Ulmus pumila*; 475 pies), el plátano de sombra (*Platanus x hispanica*; 463 pies), el aligustre (*Ligustrum* sp; 258 pies), los arces plateado y negundo (*Acer saccharinum* y *A. negundo*; 146 y 112 pies, respectivamente), o la catalpa (*Catalpa bignonioides*; 120 pies), superan todos el centenar de ejemplares. La sobreabundancia de estas especies no nativas, y por ello no siempre bien adaptadas a las condiciones ambientales de cada zona, incrementa su vulnerabilidad a plagas y enfermedades en un medio, el urbano, que ya de por sí no es nada favorable para el desarrollo de los árboles. Además la ubicuidad y monotonía con que a menudo se plantan estas especies resta atractivo estético y valor educativo al conjunto del inventario. Por tanto, como norma general, no es aconsejable que Soto del Real refuerce las poblaciones de estas especies en futuras ampliaciones del arbolado, pues no sólo no incrementan la diversidad municipal, sino que en ocasiones requieren un gran gasto de mantenimiento por su mal estado de salud, especialmente durante los primeros años tras su plantación (Gilbertson y Bradshaw 1990).

Más aún, entre estas especies sobreabundantes y no nativas, hay varias que son consideradas especies invasoras a erradicar de los hábitats naturales peninsulares, donde desplazan a las especies autóctonas, debido al elevadísimo potencial colonizador de sus poblaciones urbanas. Este sería el caso del arce negundo (*Acer negundo*), el ailanto (*Ailanthus altissima*), la robinia (*Robinia pseudoacacia*), o el aligustre (*Ligustrum* sp), que suman 428 ejemplares, y son cuatro de las especies arbóreas con mayor potencial invasivo de la Península Ibérica (*Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras*; Rivas *et al.* 2015; Elorza *et al.* 2004). Nativas de China (el aligustre y el ailanto) y de EE.UU. (robinia y negundo), aunque introducidas deliberadamente en todas las ciudades como ornamentales, han acabado naturalizándose en otros hábitats distintos del urbano gracias a sus altas tasas reproductoras, su adaptabilidad ambiental y su rapidez de crecimiento. Como resultado, estos árboles han proliferado por doquier,

alterando la estructura de los hábitats naturales y desplazando a las especies autóctonas de múltiples maneras (p. ej.: cerrando claros forestales, colapsando vegas y arroyos, compitiendo por los insectos polinizadores, etc.). Por lo tanto, es muy recomendable no fomentar nuevas incorporaciones de estas especies al viario de Soto del Real (a ser posible informando de ello también a los propietarios particulares de jardines y fincas), y establecer un seguimiento de su actual población para prevenir expansiones incontroladas dentro y fuera de los límites urbanos.

En el caso de Soto del Real se da la particularidad de que entre sus especies urbanas dominantes también aparecen varias muy representativas del acervo ecológico del centro peninsular (Costa *et al.* 1996): fresnos (*Fraxinus angustifolia*, como ya se ha dicho, pero también algunos *F. excelsior*; 1.211 pies), robles (*Quercus pyrenaica* y *Q. faginea*, principalmente; 108 pies) o pinos (*Pinus* sp; 283 pies). La abundancia de estas especies peninsulares, perfectamente adaptadas a las condiciones ambientales de la zona, no conlleva tantas connotaciones negativas como en el caso de las anteriores, pero en cualquier caso, siendo ya tan numerosas tampoco se contarían entre las prioritarias en el caso de que se planteasen nuevas incorporaciones al inventario. De hecho, bastantes de los pies de estas especies han brotado espontáneamente a lo ancho del viario municipal o estaban presentes antes de implantar las urbanizaciones, y previsiblemente así seguirá ocurriendo sin mayores esfuerzos.

Por lo tanto, parece claro que para ampliar o equilibrar el espectro taxonómico del inventario se debería buscar entre las especies más escasas, considerando que casi la mitad de las familias están representadas en el inventario con un número de 20 o menos ejemplares en total. Lógicamente, algunas corresponden a especies alóctonas, infrecuentes en cualquier ciudad de la comarca de Guadarrama, poco apropiadas para sus condiciones ambientales, e incluso con algún rasgo poco deseable. Por poner algún ejemplo, el agriaz (*Melia azedarach*; 6 pies) es una especie de muy atractiva floración pero con frutos bastante venenosos, mientras que el níspero japonés (*Eriobotrya japonica*; 4 pies) es un frutal más propio de climas algo más atemperados. En otros casos, como la mimosa (*Acacia dealbata*; 4 pies), o la sófora (*Sophora japonica*; 4 pies), aunque su escasez en Soto del Real es bastante llamativa si tenemos en cuenta lo

mucho que se observan en los parques y avenidas de otras ciudades, no es muy recomendable su plantación, por estar incluidas entre las especies exóticas invasoras en España (Elorza *et al.* 2004). Por tanto, a pesar de su escasez, en estas especies no sería recomendable realizar refuerzos poblacionales.

Pero como se ha dicho existen numerosas posibilidades para enriquecer notablemente el inventario urbano municipal si en el futuro se plantasen ejemplares de otras especies poco abundantes. En primer lugar, algunas especies autóctonas de la Península Ibérica están aún poco representadas en el inventario, a pesar de su gran potencial ornamental y patrimonial, y de su alta adaptabilidad al clima de la zona, como por ejemplo el saúco (*Sambucus nigra*; 19 pies) o el abedul (*Betula pendula*; 18 pies). También sería interesante considerar la inclusión de especies naturalizadas desde muy antiguo, con un gran valor cultural, y perfectamente tolerantes a las condiciones de la región sin demasiados problemas, como el almendro (*Prunus dulcis*; 30 pies), el castaño (*Castanea sativa*; 19 pies), o el nogal (*Juglans regia*; 14 pies).

De manera similar, familias autóctonas ya comunes en el inventario por contar con algunas especies concretas muy abundantes, también contribuirían positivamente incrementando su representación con otras especies interesantes para Soto del Real: con nuevas encinas (*Quercus ilex*; 19 pies), fresnos norteños (*Fraxinus excelsior*; 18 pies), majuelos (*Crataegus monogyna*; 14 pies), almeces (*Celtis australis*; 9 pies) o alisos (*Alnus glutinosa*; 8 pies) se enriquecería la diversidad autóctona de sus respectivas familias. El madroño (*Arbutus unedo*; 8 pies) y el acebo (*Ilex aquifolium*; 9 pies) constituyen dos casos particulares, en el sentido de que además de no ser particularmente abundantes, suelen aparecer en condiciones de cultivo y/o manejo que implican un porte semiarborescente que limita sus notables cualidades ornamentales y culturales.

De cualquier modo, la proporción de especies del inventario en función de su ámbito de origen (*autóctonas*: especies nativas de alguna región de la Península Ibérica en estado silvestre; *alóctonas*: especies exóticas, en muchos casos ajenas incluso a la flora europea; *naturalizadas*: especies introducidas en Iberia desde tiempo inmemorial, tan ampliamente cultivadas y asilvestradas que actualmente es casi imposible determinar su región de origen), está razonablemente equilibrada entre

nativas y exóticas (45% vs. 52%, respectivamente, más un 3% restante de especies naturalizadas; MAPA 2-Anexo 1). Por tanto, es recomendable cuando menos mantenerlo así, o aumentar la proporción y diversidad de autóctonas por su efecto en diversos aspectos relevantes para el abaratamiento y facilidad de la gestión municipal (mayor supervivencia de las especies, menores necesidades de mantenimiento, mayor valor patrimonial local, etc.)

Pero un aspecto algo llamativo del inventario realizado es la proporción relativamente baja de las especies de coníferas y otras especies perennifolias frente a las caducifolias (24 vs. 76%, respectivamente). En la TABLA 4 se muestra esto en combinación con el ámbito de origen biogeográfico comentado anteriormente, y en el MAPA 3-Anexo 1) se muestra cómo se reparten ambos tipos de especies.

	Caducifolias	Perennifolias	
Alóctonas	1.669	740	45%
Naturalizadas	98	49	3%
Autóctonas	2.276	488	52%
	76%	24%	

↑ TABLA 4. Repartición de los ejemplares del inventario en función de los dos grandes grupos de hoja en que se pueden dividir, y de su ámbito de origen biogeográfico.

En un contexto urbano, esta desproporción tiene bastante relevancia, no sólo en términos de diversificación del inventario, sino también en cuanto a la generación de microclimas urbanos (las especies perennifolias actúan como barreras contra el viento o la lluvia invernales más efectivamente que las caducifolias), la inversión municipal (las podas de mantenimiento, y la limpieza de calles es mucho menor en el caso de las perennifolias), o la estacionalidad del atractivo estético para vecinos y visitantes (las especies perennifolias mantienen su forma y colores todo el año). A este respecto sería recomendable, la incorporación de algunas especies de coníferas y otras perennifolias hoy escasas en el inventario y que pueden prosperar con razonable facilidad bajo el clima de la comarca. En el caso de las autóctonas, cabría citar como posibles ejemplos a los dos únicos abetos ibéricos (*Abies alba* y *A. pinsapo*; un único

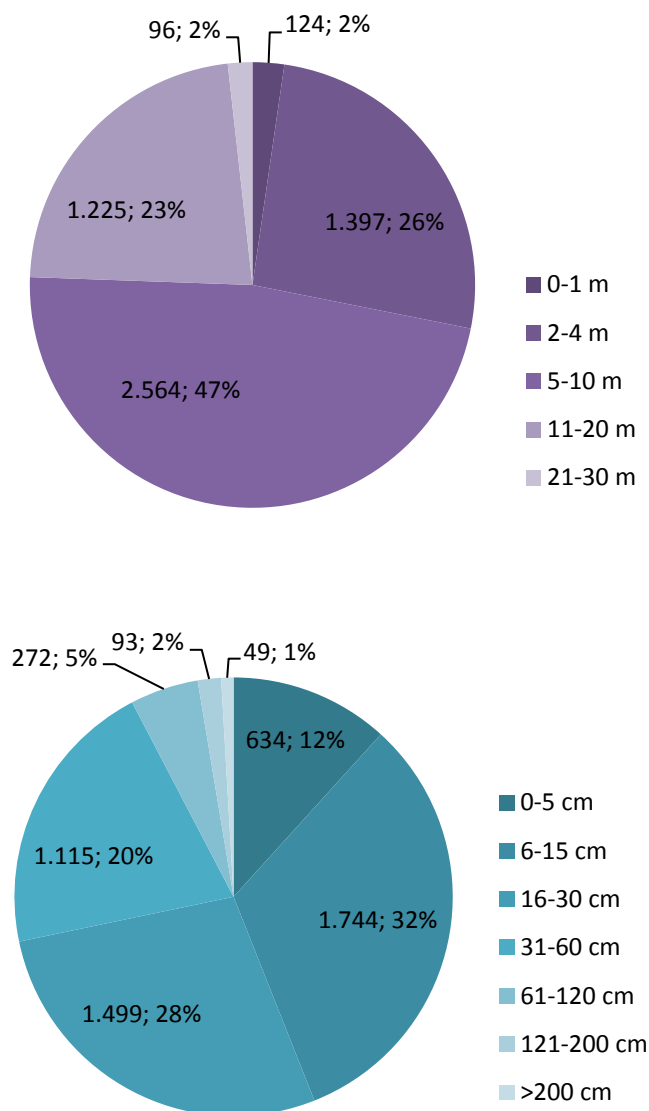
ejemplar registrado de cada uno, aunque también se han identificado dos probables híbridos de ellos: *A. masjoannis*), los enebros común y de la miera (*Juniperus communis* y *J. oxycedrus*; 1 pie de cada uno), o el alcornoque (*Quercus suber*; 1 pie). En el caso de especies alóctonas, pero de innegable atractivo e interés, se pueden citar entre otros a la secuoya gigante (*Sequoiadendron giganteum*; 1 pie), el magnolio perenne (*Magnolia sp*; 8 pies), el libocedro (*Calocedrus decurrens*; 2 pies) o incluso las píceas (*Picea sp*; 24 pies, pero con todo bastante escasas en relación a su versatilidad ornamental).

En términos espaciales, en el caso de que se planteasen nuevas incorporaciones al inventario, también se pueden identificar algunas prioridades objetivas respecto a dónde emplazar esos nuevos árboles (véase más adelante).

Patrones por tallas

El 2% de todo el inventario (124 pies) está compuesto por matas de un metro o menos de altura, pertenecientes a especies con el potencial de superar en unos años los tres metros como mínimo, pero que o aún son demasiado jóvenes, o se podan sistemáticamente para que mantengan un porte arbustivo (tuya *Thuja orientalis*, laurel cerezo *Prunus laurocerasus*, acebo *Ilex aquifolium*, etc.). Muy probablemente muchos de estos ejemplares nunca se alcen mucho más allá de lo que miden ahora, pues ocupan emplazamientos en los que es fácil adivinar que van a ser mantenidos con tan escaso porte permanentemente (pequeños parterres de acceso a viviendas, glorietas, márgenes de aceras, etc.). Pero es conveniente que sean tenidos en cuenta como parte del inventario, puesto que eventualmente algunos de ellos podrían terminar por alcanzar talla arbórea, y sus requerimientos de mantenimiento rutinario (y con ello los gastos a presupuestar, los conflictos potenciales, etc.) no difieren mucho de los de árboles de media talla.

El 98% restante (5.282 pies), promedia una altura de unos 8,1 m (desv.est.= 4,7; con valores extremos de 1 a 30 m) y un grosor del tronco de 31 cm de diámetro (desv.est.= 32,8; 2-220 cm). En la FIGURA 2 se puede apreciar la manera en que se reparten los ejemplares entre las categorías consideradas:

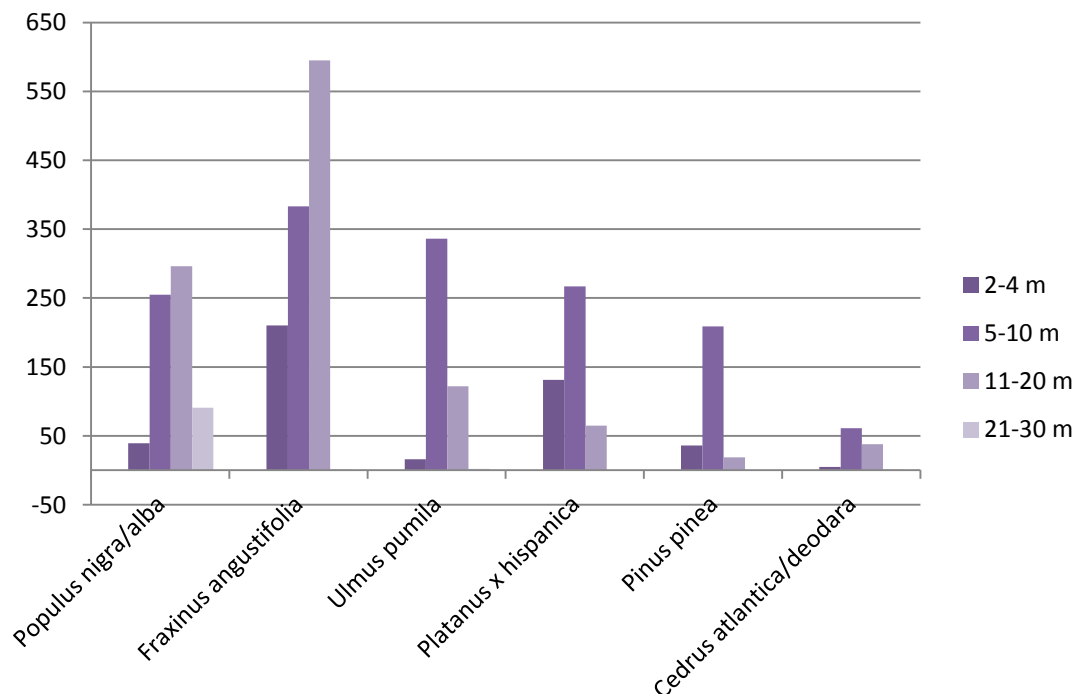


↑ FIGURA 2. Repartición de los ejemplares del inventario en función de su altura (arriba) y el perímetro del tronco (abajo).

Casi la mitad de los árboles registrados miden entre 5 y 10 metros de altura, con lo que se incluyen en la categoría media de los cinco intervalos considerados en el trabajo. Las tallas extremas son similarmente abundantes: matas de ejemplares potencialmente arbóreos pero aún muy jóvenes (menos de 1 m de altura), y ejemplares extremadamente maduros y que han alcanzado grandes dimensiones (en torno a 25 m, de media). En términos de diámetro troncal, el patrón es algo distinto, pues en este caso no predomina tan claramente una de las categorías frente a las demás, y globalmente el número de pies con diámetros muy pequeños (menos de 5

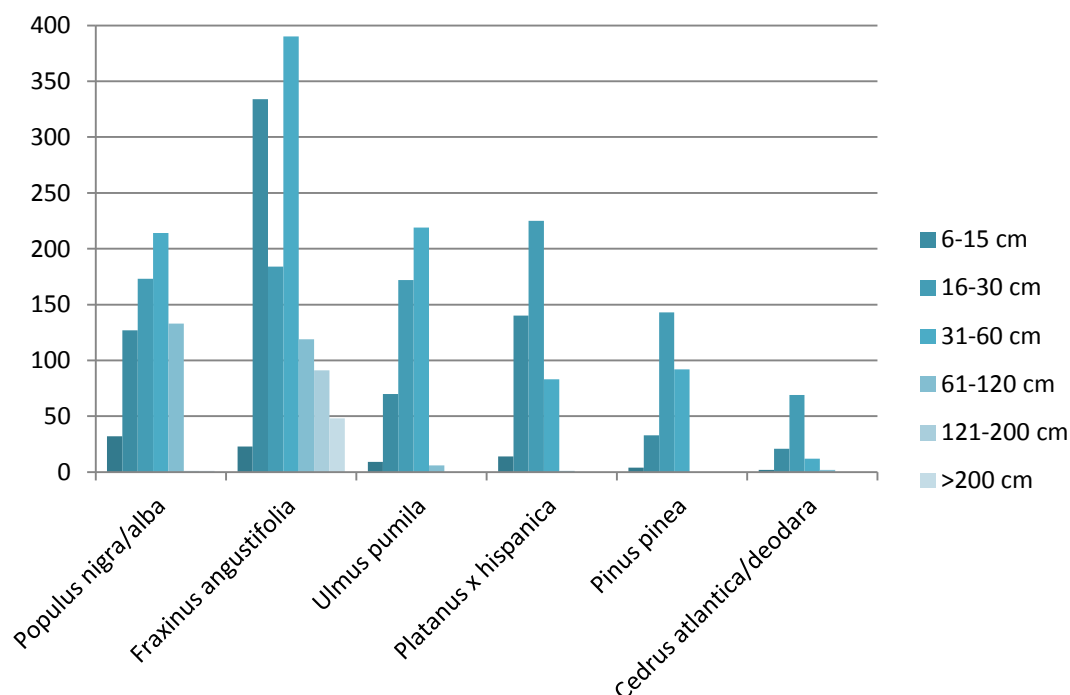
cm) es relativamente alto. Una razón por la que la talla del inventario resulta más homogénea en términos de altura que de grosor del tronco, es que las tareas de poda a que se someten regularmente los ejemplares limitan mucho su capacidad para alcanzar las alturas que les corresponderían por su edad, pero no así su grosor.

En la FIGURA 3 se indican cómo se repartieron entre las categorías consideradas de altura y grosor troncal las especies con ejemplares de mayor talla del municipio (aquellas para las que se registraron más de 100 pies). Como es habitual en toda la región de Guadarrama, los chopos, álamos y fresnos destacaron a este respecto. Obviamente, una explicación es que muchos de estos ejemplares ya crecían hace muchos años en donde hoy las encontramos, en muchos casos antes del establecimiento de las urbanizaciones, que respetaron su presencia cuando se construyeron. Pero otra causa sería que, como especies autóctonas, su desarrollo se habría visto favorecido por una mayor adaptabilidad que las alóctonas a las condiciones particulares de esta zona.



(Continúa en la página siguiente...)

(...continuación de la página anterior)



↑ FIGURA 3. Repartición de los ejemplares del inventario de las especies más abundantes y capaces de alcanzar mayores tallas en altura (página anterior) y perímetro del tronco (esta página).

Los MAPAS 4 y 5 (Anexo 1) muestran la distribución geográfica de los árboles inventariados según estas dos variables dendrológicas. Las zonas en las que más se concentraron árboles de alturas máximas fueron el eje latitudinal conformado por las áreas verdes junto a las carreteras M-609 y M-611 (más especialmente la primera), y la fresneda de Los Herrenes. También existe un parque al sur de la urbanización Puente Real en donde se agrupan varios grandes ejemplares. Este patrón general no se observa perfectamente replicado en términos de grosor troncal, sobre todo porque: 1) toda la zona del casco antiguo del municipio concentra pies muy gruesos, pero que no destacan tanto por altos (debido a las continuas podas); 2) la carretera M-611 no mantiene la relevancia que tenía en términos de altura (debido a que muchos de sus chopos son ejemplares muy espigados pero aún jóvenes y delgados); y 3) la fresneda de Los Herrenes destaca inmediatamente frente a cualquier otro punto del pueblo por tener los árboles con troncos más gruesos (añosos fresnos desmochados). Como ya se ha comentado, estos ejemplares son casi siempre chopos, álamos o fresnos, además

de algún olmo, entre los caducifolios, y pinos o cedros entre las coníferas, si bien más puntualmente también es posible encontrar grandes ejemplares de otras especies como sauces, arces o cipreses, entre otros (TABLA 5).

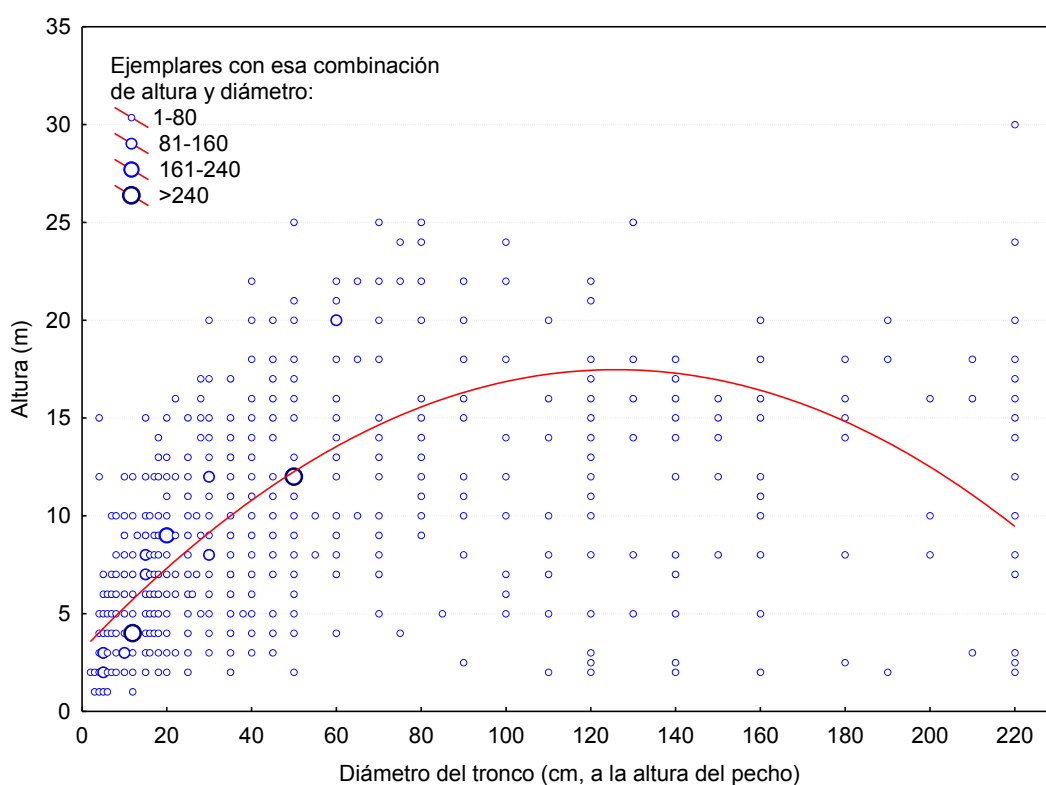
ESPECIES	Altura media	Altura máxima
<i>Fraxinus angustifolia</i> (fresno de hoja estrecha)	9,7	24
<i>Populus nigra</i> (chopo común)	11,9	30
<i>Ulmus pumila</i> (olmo siberiano)	9,3	22
<i>Platanus x hispanica</i> (plátano de sombra)	7,3	18
<i>Pinus pinea</i> (pino piñonero)	7,2	16
<i>Ligustrum sp</i> (aligustre)	4	8
<i>Populus alba</i> (álamo común)	18,8	25
<i>Acer saccharinum</i> (arce plateado)	7,2	12
<i>Catalpa bignonioides</i> (catalpa)	5,5	15
<i>Nerium oleander</i> (adelfa)	2,4	7
<i>Acer negundo</i> (arce negundo)	6,4	12
<i>Acer pseudoplatanus</i> (arce blanco)	5,3	11
<i>Prunus cerasifera</i> (mirobolano)	5,2	8
<i>Thuja orientalis</i> (tuya oriental)	2,3	8
<i>Quercus pyrenaica</i> (roble melojo)	8,2	12
<i>Aesculus hippocastanum</i> (castaño de Indias)	6,4	17
<i>Prunus laurocerassus</i> (laurel cerezo)	1,9	4
<i>Cedrus atlantica</i> (cedro del Atlas)	9,3	22
<i>Cedrus deodara</i> (cedro del Himalaya)	11	15
<i>Olea europaea</i> (olivo)	3,5	8
<i>Juglans regia</i> (nogal)	7,3	10
<i>Acer campestre</i> (arce menor)	3,7	8
<i>Cupressus arizonica</i> (ciprés de Arizona)	7,5	13
<i>Ailanthus altissima</i> (ailanto)	6,9	12
<i>Prunus dulcis</i> (almendro)	3,9	8
<i>Salix babylonica</i> (sauce llorón)	12,3	15
<i>Cupressus sempervirens</i> (ciprés común)	7,5	15
<i>Quercus faginea</i> (quejigo)	7,7	12
<i>Robinia pseudoacacia</i> (robinia)	7,1	12
<i>Laurus nobilis</i> (laurel común)	3,3	8
<i>Yucca sp</i> (yuca)	1,4	2

↑ TABLA 5. Alturas de los ejemplares de las especies más abundantes del inventario (al menos con 20 pies registrados; ordenados de mayor a menor número).

Puesto que los árboles de mayor talla de todo el inventario, en principio, merecen un seguimiento y esfuerzos de conservación mayores por su valor patrimonial (y que probablemente les haría susceptibles de ser destacados, por ejemplo,

mediante su inclusión en un eventual 'Catálogo del Arbolado Singular de Soto del Real'), en el MAPA 6-Anexo 1) se muestra la ubicación de estos ejemplares particularmente grandes, atendiendo simultáneamente a las dos medidas dendrológicas consideradas.

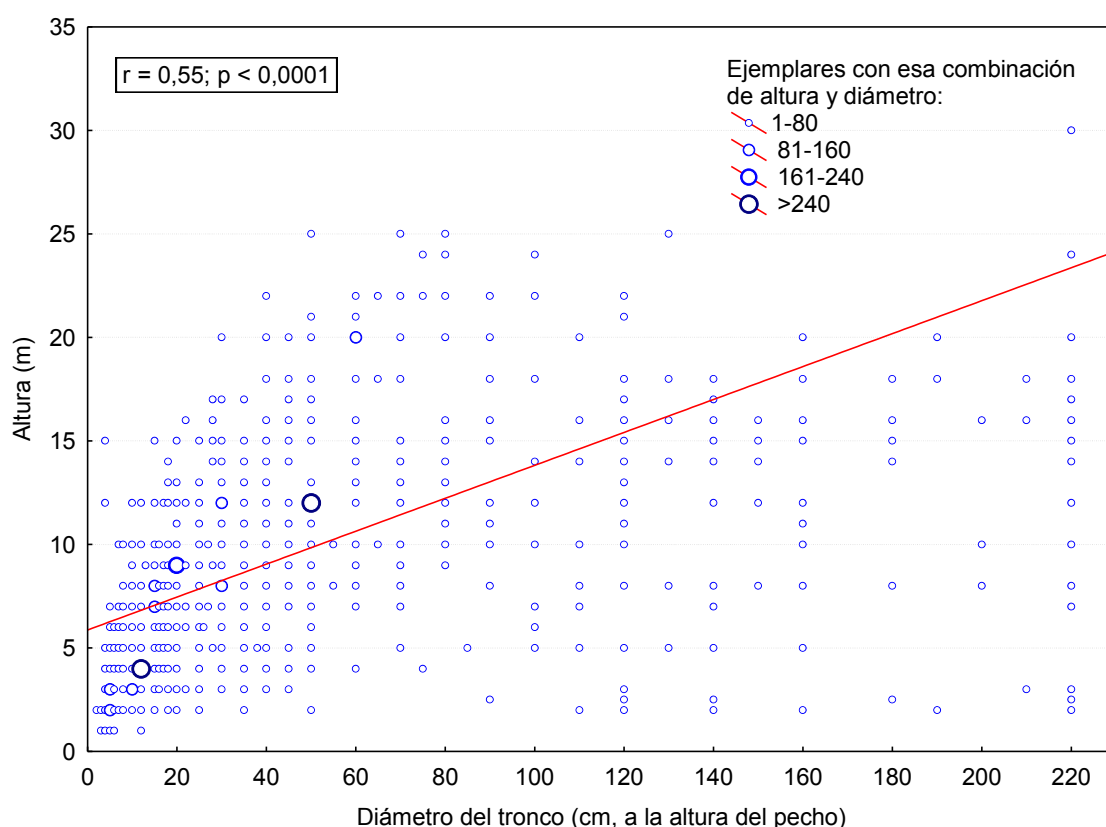
Lógicamente, existió una fuerte correlación entre estas dos dimensiones dendrológicas básicas del arbolado: en general, a mayor altura total de un pie, mayor diámetro de su tronco. No obstante, en la FIGURA 4 que ilustra este patrón, se observa también que esta relación no es lineal sino muy curvilínea². Esto es debido a que un buen número de los árboles con mayores perímetros troncales del inventario son viejos fresnos trasmochados con mucha regularidad a los que nunca se les permite alcanzar una altura excesiva. Para poder apreciar de manera más sencilla las cuestiones a tratar en este apartado, también se muestra la relación entre ambas variables expresada mediante una ecuación lineal, mostrando sus parámetros estadísticos de significación y correlación:



(Continúa en la página siguiente...)

² En términos algo más matemáticos, esto quiere decir que la relación entre ambas variables se puede ajustar bastante adecuadamente mediante una ecuación polinomial, cuadrática y negativa.

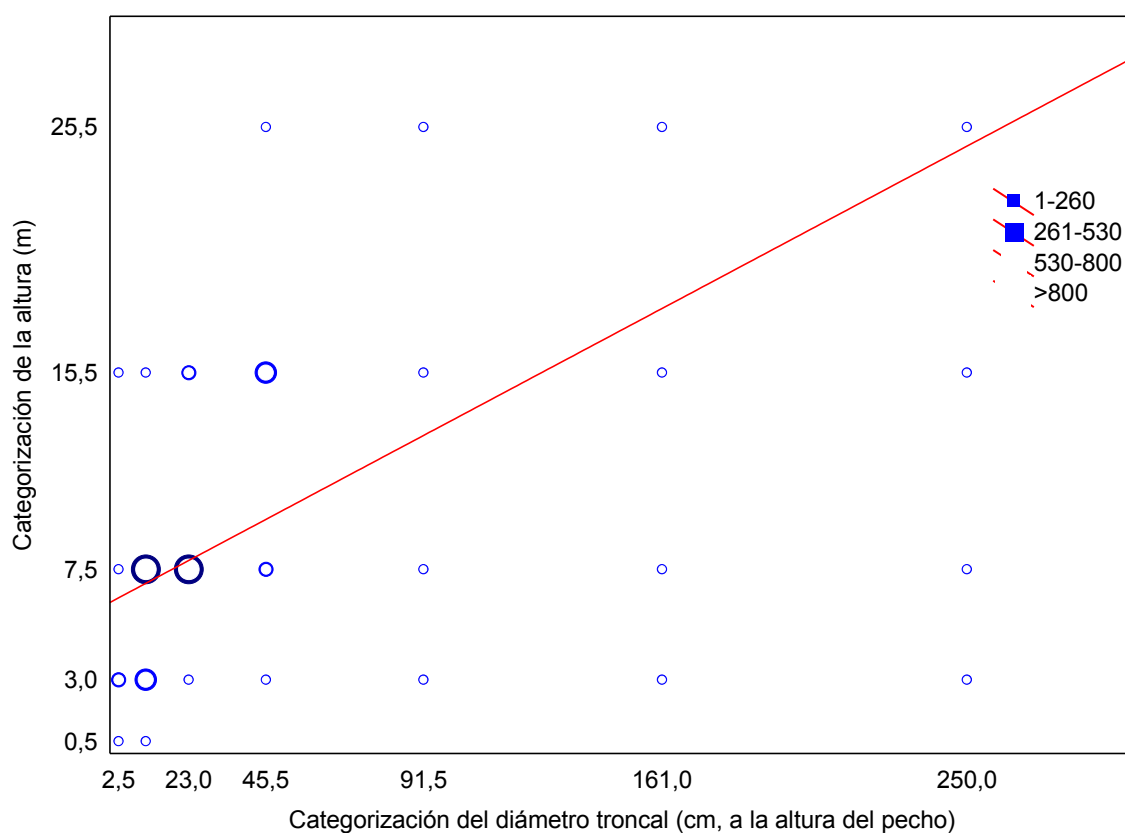
(...continuación de la página anterior)



↑ FIGURA 4. Relación en entre la altura y el grosor de cada árbol del inventario. El tamaño de los puntos responde al número de ejemplares reunidos bajo cada posible combinación particular de alturas y diámetros, como se indica en la leyenda. La línea representa la tendencia que resumiría estadísticamente los valores particulares de todos los árboles (arriba: polinomialmente; abajo: linealmente).

El parámetro estadístico que indica la intensidad de esta relación (el coeficiente de determinación que se obtiene mediante r^2) es de un 0,31 y muy altamente significativo (indicado por el pequeñísimo valor p , que representa las probabilidades de que esta correlación se hubieran debido simplemente al puro azar). Esto significa que, el aumento en una de las dimensiones consideradas se explica en un 31% por el aumento en la otra. No obstante, el 69% que restaría hasta la correlación perfecta, corresponde a los muchos desvíos que existen a este patrón. Los casos particulares que más se alejaron de la norma, y que corresponderían en la gráfica anterior a aquellos puntos perpendicularmente más distantes de la línea trazada, tienen características reseñables en términos de mantenimiento y conservación. Para identificar más claramente estas cuestiones, a continuación (FIGURA 5) se muestra de

nuevo esta misma relación entre altura y perímetro pero mediante los intervalos de tamaño considerados:



↑ FIGURA 5. La misma relación entre altura y grosor del tronco de la FIGURA 4, pero esta vez agrupando los valores en torno al valor medio de los intervalos de talla considerados. El tamaño de los puntos responde al número de ejemplares reunidos bajo cada combinación particular de altura y diámetro, como se indica en la leyenda. La línea representa la tendencia que resumiría estadísticamente los valores particulares de todos los árboles.

En los siguientes dos apartados se hacen algunos comentarios respecto a estos ejemplares particularmente alejados del patrón normal.

Arbolado anómalamente bajo

Se puede apreciar que entre los ejemplares que han alcanzado los mayores perímetros troncales de todo el inventario, situados en la parte derecha de la gráfica, muchos no siempre son tan altos como cabría esperar. La explicación más evidente para ello, tiene que ver con las prácticas de poda extrema a que se sometieran en su

día algunos de los ejemplares hoy más añosos del municipio. Así, muchos fresnos, olmos y chopos presentan su fuste central talado drásticamente desde mucho tiempo atrás, mediante desmochados o incluso mucho más abajo del que en su momento fuera el final del tronco, a pesar de lo cual han sido capaces de conformar una nueva copa tras la severa poda. La capacidad de crecimiento vertical de estos árboles, ya únicamente dependiente del ramaje, pues el tronco sólo ensancha, es por tanto mucho menor del que les correspondería.

La relevancia de estos ejemplares con respecto a los objetivos de este informe tiene que ver con varios argumentos. Por una parte, hay que señalar que el vigor y longevidad de estos ejemplares se reducen enormemente: dificultad de cicatrización de cortes tan enormes y subsiguientes pudriciones, vías de acceso de agentes infecciosos, exposición al sol, el frío y el agua de capas internas del tronco que deberían mantenerse aisladas, etc. Así, la nueva copa que con el tiempo desarrolla el árbol está formada por ramas nacidas de un tronco muy debilitado, y crecidas de manera muy descompensada, lo que acaba generando riesgos de desplome de grandes ramas. Mantener estos árboles con vida y minimizar los riesgos de desplomes requiere un seguimiento mucho más continuado y complejo que en el resto, lo que a la larga se traduce en un encarecimiento de las tareas de mantenimiento. Por otra parte, como estas podas tan agresivas se observan entre los ejemplares de más avanzada edad de todo el inventario, pero su atractivo y supervivencia futura son indudablemente menores de las que les correspondería con su porte natural, se merma su potencial para formar parte del arbolado singular de la ciudad, con el consiguiente empobrecimiento del patrimonio natural municipal.

Por todo ello, se ha considerado oportuno identificar a los ejemplares más representativos de esta circunstancia, que se corresponden en su totalidad con viejos fresnos del parque de Los Herrenes (MAPA 7-Anexo 1; aunque ha de tenerse en cuenta que, en menor medida, este problema también es frecuente en olmos y chopos), para facilitar su eventual examen por parte del personal municipal correspondiente, y para incidir en que este tipo de poda sólo se realice en el futuro cuando no exista otra posibilidad.

Arbolado excesivamente alto (en relación a su grosor troncal)

El caso más o menos contrario al expuesto anteriormente consistiría en aquellos ejemplares del inventario que presentan ya una elevada altura a pesar de que por su relativamente corta edad no han desarrollado aún un tronco particularmente grueso. Estos árboles también pueden constituir un riesgo que conviene considerar, básicamente en la medida en que no sean capaces de resistir rachas de viento intensas que causen su rotura. En la FIGURA 5 estos árboles se localizarían en su cuadrante superior izquierdo. Afortunadamente esta circunstancia es mucho menos indicativa de un mal estado del árbol y de su potencial de rotura, que el de aquellos troncos anómalamente bajos por exceso de podas. Lógicamente, es muy importante subrayar que la evaluación definitiva de este riesgo depende de muchos otros factores (el emplazamiento concreto de cada pie, la especie a que pertenece, la geometría de la copa, la existencia de daños previos, etc.), y que ni siquiera un análisis pormenorizado de todos y cada uno de los ejemplares inventariados garantizaría una predicción exacta de sus posibilidades de rotura. De hecho, árboles con otras dimensiones particulares también se parten durante temporales meteorológicos sin que previamente existiesen muchos indicios de que pudiera ocurrir. Pero en cualquier caso, es razonable considerar que árboles de altura y grosor descompensados (en general, todos los que se hallan por encima de la línea de la FIGURA 5) deben de tener más probabilidades de rotura que árboles bajos pero de tronco grueso (en general, todos los que se hallan por debajo de la línea de la FIGURA 4). Por tanto, se ha considerado oportuno identificarlos de cara a facilitar su eventual examen por parte del personal municipal correspondiente (MAPA 7-Anexo 1).

Patrones por zonas y tipo de emplazamiento

A continuación se muestran cómo se reparten los árboles inventariados entre las distintas categorías de emplazamiento (TABLA 6 y MAPA 8-Anexo 1), entre las urbanizaciones o grandes sectores edificados en que se puede dividir Soto del Real (TABLA 7 y MAPA 9-Anexo 1), y entre sus calles y avenidas concretas (TABLA 8). En los dos primeros casos se muestran el número de pies y el número de familias totales

registrados en cada caso, mientras que en el tercero se indica además de su abundancia absoluta, una medida de abundancia relativa: su densidad lineal (pies/50 m).

EMPLAZAMIENTO	Número de pies	Número de familias*
Vial	2.974	37
Parque	2.091	20
Zonal	341	23
	5.406	

↑ TABLA 6. Distribución los árboles del inventario en función de su categoría de emplazamiento (*no se muestra la suma total de familias porque cada una de ellas puede aparecer simultáneamente en distintas categorías).

URBANIZACIONES/ZONAS	Número de pies	Número de familias*
Urb. Vista Real	945	31
Fresneda de Los Herrenes	578	3
Urb. Sierra Real	351	16
Carr. a Miraflores (Norte)	287	10
Urb. Peña Real	262	12
Centro	260	23
Carr. a Miraflores (Centro)	252	11
Paseo del Río	246	11
Carr. a Colmenar (Alameda)	192	8
Urb. Prado Real	170	18
Urb. Monte Real	162	14
Col. Los Cerrillos	153	14
Urb. Puente Real	148	12
Parque 'PR-12'	139	3
Col. El Prado	131	15
Carr. a Colmenar (Sur)	125	4
Carr. a Miraflores (Sur)	101	6
Carr. a Colmenar (Centro)	95	11
Col. San Pedro	92	12
Col. El Mirador de Soto	90	6
Urb. La Retamilla	84	14
Col. La Ermita	74	10

(Continúa en la página siguiente...)

(...continuación de la página anterior)

Col. El Real de San Antonio	71	10
Urb. Los Herrenes	70	8
Col. Los Burdiales	58	11
Col. La Agustina	56	6
Urb. Sotosierra	49	5
Urb. La Nava	45	13
Urb. El Rebollar	37	7
Carr. a Colmenar (Norte)	34	9
Col. Jardín del Soto	33	7
Carr. a Guadalix	16	6
5.406		

↑ TABLA 7. Distribución los árboles del inventario en función de las grandes zonas (urbanizaciones, colonias, etc.) en que se puede dividir la ciudad (ver MAPA 9-Anexo 1), ordenadas de mayor a menor número total de pies (*no se muestra la suma total de familias porque cada una de ellas puede aparecer simultáneamente en distintas zonas).

CALLE/AVENIDA	Número de pies	Longitud de la calle (m)	Pies/50m
Miraflores (de)	641	1.898	17
M-609	443	3.166	7
Islas (de las)	263	876	15
Sierra de Guadalupe (de la)	258	1.325	10
Peña grande (de la)	171	1.822	5
Puente Real (de)	137	1.827	4
Sierra Madre (de la)	135	1.231	5
Monte Real (de)	130	569	11
Serranía de Ronda (de la)	127	814	8
Sierra Real (de)	117	559	10
Torrelaguna-Escorial (de)	94	2.202	2
Najarra (de la)	90	326	14
Prado-Prado real (del)	81	363	11
Viñas (de las)	79	575	7
Calvo Sotelo	78	185	21
Sierra de Guadarrama (de la)	73	667	5
Ermita (de la)	70	1.615	2
España (de)	69	690	5
Arrieros (de los)	67	679	5
Ramón y Cajal (de)	66	257	13
Pintores (de los)	57	321	9
Jacinto Benavente (de)	56	476	6

(Continúa en la página siguiente...)

(...continuación de la página anterior)

Cobre (del)	50	234	11
Don Bosco	50	387	6
Eugenio d'Ors (de)	49	139	18
Moreda	47	128	18
Real	47	589	4
Sierra Meira (de la)	41	302	7
Ribatajada	40	164	12
Río Guadarrama (del)	39	194	10
Serranía de Cuenca (de la)	34	254	7
Apóstoles (de los)	32	998	2
Cerrillos (de los)	32	311	5
Morales (de los)	32	172	9
Sierra Valdemeca (de la)	31	286	5
Peña Unzue	30	1.159	1
Sierra de Javalambre (de la)	30	268	6
Peña Izaga (de la)	29	1.209	1
Sierra Moncayo (de la)	28	242	6
Sierra Arta (de la)	25	130	10
Sierra Nevada (de la)	24	253	5
José Echegaray (de)	22	114	10
Menéndez Pelayo	22	375	3
Serranía de Cazorla (de la)	22	157	7
Iglesia (de la)	21	285	4
Diamante (del)	18	566	2
Navalmoral	17	293	3
Paloma	17	87	10
Peña Real (de)	17	1.052	1
Río Guadalix (del)	17	251	3
Sierra de Alcaraz (de la)	17	241	4
Sierra de Gredos (de la)	17	251	3
Sierra de Toledo (de la)	17	222	4
Lérida	16	354	2
Mármol	15	210	4
Peña Abubilla (de la)	15	437	2
Sierra de Albarracín (de la)	15	170	4
Amatista (de la)	13	467	1
Soto	13	1.252	1
Bertólez (de)	12	593	1
Egidillo	12	1.150	1
Puente Caldelas (del)	9	71	6
Sierra Alcudia (de la)	9	118	4
Cristal	8	588	1
Orden-Prado real (la)	8	233	2
Villa (de la)	8	107	4

(Continúa en la página siguiente...)

(...continuación de la página anterior)

Madrid (de)	7	844	<1
Doctor Fleming (del)	5	50	5
Isla Conejera	5	140	2
Rubí (del)	5	442	1
Río (del)	4	147	1
Álamos (de los)	3	180	1
Barco de Ávila (del)	3	953	<1
Fontaine (de la)	3	66	2
San Sebastián (de)	3	557	<1
España (de)	2	690	<1
Navalafuente	2	865	<1
Puente Genil	2	94	1
Marconi (de)	1	94	1
Navarra (de)	1	761	<1
Valle (del)	1	1.383	<1
Villatoro	1	614	<1

4.417*

↑ TABLA 8. Abundancias (absolutas: número de pies; relativas: pies/50 m) del arbolado que se pudo adscribir a una calle concreta del viario municipal, ordenadas de mayor a menor número total de pies (* la suma no corresponde al total de árboles del inventario, 5.406, porque muchos de ellos se localizan en áreas no adscribibles claramente a una calle concreta).

Los más de 2.000 árboles incluidos bajo la tipología de emplazamiento *Parques* siempre pudieron ser incluidos dentro de algunas de las grandes zonas consideradas en la zonas del municipio (TABLA 7 y MAPA 9-Anexo 1; en algunos casos incluso constituyendo en sí mismos una zona particular); pero sólo excepcionalmente pudieron ser adscritos a una calle particular (TABLA 8; algo que, además, carece de sentido en la medida en que esta tabla se muestra con la intención de permitir la comparación de las densidades relativas del arbolado plantado de manera más o menos lineal, lo que sólo ocurre en algún paseo concreto). Por tanto, y debido a que los grandes parques y paseos arbolados de Soto del Real (MAPA 10-Anexo 1) tienen una importancia especial en el inventario cuantitativa y cualitativamente, en la TABLA 9 se muestran separadamente sus abundancias absolutas y una medida de abundancias relativas: su densidad (pies/100m²).

PARQUE³	Número de pies	Área del parque (m²)	Pies/100m²
Fresneda de Los Herrenes	578	63.564	0,9
Paseo M-611	543	56.041	1,0
Parque de La Agustina	251	17.727	1,4
Paseo M-609 (Alameda)	191	10.501	1,8
Parque M-609 (Sur)	165	16.125	1,0
Parque junto al PR-12	138	40.030	0,3
Parque de Puente Real	82	5.502	1,5
Plaza del Puente Medieval	61	2.923	2,1
Paseo de Peña Real	49	2.332	2,1
Parques de c/ Ribatajada	33	3.453	1,0
2.091			

↑ TABLA 9. Abundancias (absolutas: número de pies; relativas: pies/100m²) del arbolado presente en los parques y paseos de mayor tamaño del municipio, ordenadas de mayor a menor número total de pies.

Los datos de estas tablas y mapas, aunque sólo sea por consistir en cuantificaciones y representaciones cartográficas precisas del número de ejemplares, ya pueden constituir una información valiosa en términos de planificación y presupuesto de áreas prioritarias en la gestión y desarrollo del arbolado municipal. Por ello, a continuación se ofrecen algunos breves comentarios al respecto. Obviamente, en estas apreciaciones no se tiene en cuenta el grado de desarrollo que pudiera tener el arbolado privado localizado en los jardines de los chalets particulares de cada zona, que como ya se ha explicado anteriormente no entra dentro de los objetivos del presente trabajo.

El número de árboles plantados a lo largo del callejero municipal en calles, travesías o avenidas (55% del total), es mayor que el que se concentra en los grandes parques (39%), pero ambos mucho mayores que el considerado *zonal* (6%) debido a que, a efectos del presente informe, esta última categoría simplemente corresponde a áreas con una tipología intermedia entre las dos principales. Por lo tanto, globalmente, cabe concluir que los dos grandes tipos de arbolado urbano municipal se hallan representados en proporciones no excesivamente desiguales. De hecho, hasta cierto punto, el arbolado *zonal* cabría incluirlo más fácilmente junto al de *parques* que junto

³ Para la mayoría de los parques y paseos considerados en este estudio no ha sido posible encontrar una denominación oficial, por lo que a efectos prácticos se han nombrado en función de la calle, colonia, urbanización o vía principal más cercanas a cada uno.

al *vial*, con lo que las proporciones de estos dos últimos pasarían a ser entonces 45% vs. 55%, respectivamente.

Examinando a gran escala la distribución del arbolado registrado, el eje urbano conformado por las avenidas, paseos y áreas ajardinadas paralelas a las carreteras M-609 y M-611, y que atraviesan el municipio latitudinalmente, por su linealidad, configuran una especie de corredor con la máxima diversidad arbórea pública, y que divide a la ciudad en dos mitades bastante diferentes entre sí: mientras que al oeste de dicho eje es posible identificar muchas zonas con arbolado relevante (incluyendo todos los grandes parques municipales considerados, salvo los de las apartadas urbanizaciones Peña Real y Puente Real), al este sólo puntualmente se observan algunas grandes calles o avenidas muy bien arboladas, y que básicamente destacan por la mera pobreza de las de su alrededor (como en las urbanizaciones Sierra Real o Monte Real).

Este desequilibrio geográfico en términos de presencia de arbolado público, puede apreciarse con especial claridad si establecemos un gradiente de sentido SE-NO, ya que las calles de las urbanizaciones situadas al sureste de la ciudad (Sotosierra, La Solana, El Rebollar...) están casi completamente desprovistas de arbolado en el viario público, mientras que, por el contrario, prácticamente todas las calles que forman parte de la urbanización Vista Real, al noroeste, están muy homogéneamente arboladas, y además disfrutan de la cercanía de dos de los grandes parques o paseos del municipio. El caso de las apartadas urbanizaciones de Puente Real y Peña Real, la mayor parte del arbolado de acceso público se concentra a lo largo del eje formado por las calles Puente Real y Peña Grande, donde también se sitúan un par de áreas de paseo y recreo.

En el centro del municipio, conformado por el casco antiguo propiamente dicho y las colonias de sus inmediaciones, también se reparte bastante arbolado del inventario, incluyendo la presencia de grandes parques y paseos. No obstante, puntualmente se aprecian barrios del centro bastante desarbolados, así como muchos tramos de la avenida de Torrelaguna-Escorial que cruza longitudinalmente el pueblo por su centro. Por su importancia en cuanto a la actividad social, cultural o económica que canalizan estas zonas (incluyendo su visibilidad para turistas o comerciantes

potenciales) parece razonable pensar que incrementarían su atractivo con un arbolado público más desarrollado (Wolf 2005).

A escala de calles y avenidas particulares, aunque en términos absolutos el número de árboles muestra una enorme variabilidad (desde varios cientos de ejemplares hasta cero), lógicamente esto viene muy determinado por la mera longitud de cada calle. Por ello, es recomendable establecer las comparaciones mediante una medida relativa como las densidades lineales calculadas. Así, y dejando a un lado las muchas calles completamente desprovistas de arbolado alguno del municipio, el valor medio de las calles sí arboladas fue de 5 árboles por cada 50 m, con un máximo de 21 y un mínimo de 1 pie. Algunas de las calles con mayores densidades muestran largas alineaciones de especies concretas plantados a cortos intervalos regulares (típicamente plátanos, pero también otras especies como arces, catalpas, tuyas...). Obviamente esta es una estrategia ideal para aumentar rápidamente la densidad de una calle, si bien esa monotonía puede favorecer la propagación de plagas que a medio plazo obliguen a una nueva inversión masiva en nuevos plantones. Por tanto, es más ejemplificante el caso de las avenidas densamente provistas de muy diversas especies, lo que además de una mejor inversión potencial en términos económicos, probablemente también resulta de mayor atractivo para vecinos y visitantes (véase MAPA 1-Anexo 1, para identificar *grosso modo* calles más o menos diversas).

Respecto del arbolado localizado en las grandes áreas verdes de Soto del Real, todas ellas muestran una densidad similar (media=1,3 pies/100m²), y aparentemente bastante alta, si bien esto es muy debido a que a menudo tienen una elevada tasa de aparición de varas de algunas especies brotadas espontáneamente en puntos más o menos localizados (pequeños chopos u olmos en las márgenes más exteriores de los parques, junto a arroyos, etc.). Se ha de reconocer que estos grandes parques y paseos no son particularmente diversos en relación al elevado número de pies que acogen, pues en cada uno de ellos predomina más o menos claramente sólo una o dos especies concretas: fresnos, olmos, chopos u álamos, principalmente. En relación a esto, por ejemplo, resulta un tanto inesperada la escasez general de coníferas ornamentales siempre muy típicas de estas áreas (grandes cedros, píceas, etc.), o de especies muy representativas de la botánica guadarrameña como las quercíneas (roble y encinas).

Pero, en cualquier caso, el atractivo e importancia patrimonial de estos parques y paseos quedan sobradamente justificadas, cuando menos, por acoger a los ejemplares de mayor talla y edad de la ciudad, muchos de los cuales deberían formar parte, sin ninguna duda, de un eventual 'Catálogo de Árboles Singulares de Soto del Real'.

Estado y vigor del arbolado

Durante los muestreos realizados se han identificado 111 árboles (2% del inventario) que evidenciaban algún tipo de daño o defecto de crecimiento potencialmente peligroso: troncos/grandes ramas principales con oquedades o grietas muy profundas, troncos marcadamente inclinados, o copas descompensadas. En el MAPA 11-Anexo 1 se muestran su repartición espacial en la ciudad. Claramente, las concentraciones más relevantes de árboles lesionados se dan en los parques de Los Herrenes, de la colonia La Agustina, y la alameda que abriga el paseo junto a la M-509, probablemente porque al ser áreas ajardinadas desde hace ya mucho tiempo cuentan con árboles muy añosos. Casi todos estos ejemplares son de enormes dimensiones y, por tratarse de zonas intensamente transitadas por viandantes y ciclistas (e incluso, en el caso de la alameda, por su colindancia a una de las carreteras con más tráfico del pueblo), es urgente que el personal responsable tome medidas respecto a cómo evitar las consecuencias de una eventual rotura de estos ejemplares.

De todos estos problemas, los que tienen una mejor solución serían, en términos generales, las inclinaciones excesivas, especialmente cuando atañen a árboles aún jóvenes a los que es posible enderezar mediante sostenes, guías o replantados. Otro aspecto positivo es que no se han encontrado nidos de procesionaria, a pesar de la abundancia de pinos del municipio, y aunque es perfectamente posible que alguno haya pasado desapercibido (los bolsones emplazados en puntos de la copa no visibles desde el suelo), se puede afirmar que, por el momento, este no es un problema preocupante, sobre todo por las lesiones que pueden ocasionar a niños y mascotas.

Respecto a las lesiones que afectan al tronco o ramas principales (fendas, oquedades, descortezamientos, pudriciones, etc.), al no ser casi nunca reversibles

requerirían una evaluación particular en cada caso, incluyendo la observación de su evolución a medio plazo, para determinar si el árbol puede o no recuperarse. No obstante, en todos aquellos casos en los que se han identificado lesiones de gran tamaño en la misma base del tronco o ramas principales es extremadamente aconsejable priorizar su examen, e incluso asumir su apeo inmediato por prevención de males mucho mayores. En este sentido, al menos 41 de los árboles inventariados mostraron daños particularmente severos al tiempo que se localizaban en puntos de la ciudad especialmente sensibles, como grandes paseos y parques muy transitados, zonas infantiles o junto a carreteras principales con mucho tráfico (TABLA 10), lo que aconsejaría una evaluación inmediata por parte del personal municipal.

ESPECIE	Calle/Área	Longitud	Latitud
<i>Acer negundo</i>	c/ Arrieros	433565,3	4512178,9
<i>Acer negundo</i>	c/ Río Guadalix	434003,5	4511766,9
<i>Acer negundo</i>	c/ Río Guadarrama	433952,0	4511757,8
<i>Acer saccharinum</i>	c/ Sierra Real	434573,7	4512283,8
<i>Catalpa bignonioides</i>	c/ Cristal	433542,9	4511426,5
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Fresneda de Los Herrenes	433461,8	4511732,0
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Fresneda de Los Herrenes	433187,8	4511883,1
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Fresneda de Los Herrenes	433423,3	4511734,8
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Fresneda de Los Herrenes	433426,6	4511711,3
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Fresneda de Los Herrenes	433437,6	4511732,3
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Fresneda de Los Herrenes	433375,2	4511811,6
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Fresneda de Los Herrenes	433390,6	4511754,7
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Fresneda de Los Herrenes	433380,2	4511802,7
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Fresneda de Los Herrenes	433393,7	4511747,4
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Fresneda de Los Herrenes	433451,0	4511731,7
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Fresneda de Los Herrenes	433391,2	4511744,5
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Fresneda de Los Herrenes	433372,5	4511776,1
<i>Fraxinus angustifolia</i>	c/ Ribatajada	433369,3	4511591,4
<i>Indeterminado</i>	c/ Sierra Nevada	433687,1	4512670,1
<i>Picea abies</i>	c/ Viñas	433818,8	4511389,3
<i>Platanus x hispanica</i>	c/ Ramón y Cajal	434085,0	4511565,6
<i>Populus alba</i>	M-609 (paseo alameda)	433911,7	4511321,7
<i>Populus alba</i>	M-609 (paseo alameda)	433921,5	4511334,8
<i>Populus alba</i>	M-609 (paseo alameda)	433919,1	4511348,1
<i>Populus alba</i>	M-609 (paseo alameda)	433957,5	4511512,3
<i>Populus nigra</i>	c/ Menéndez Pelayo	434189,6	4512859,3
<i>Populus nigra</i>	Miraflores (cuneta M-611)	434074,8	4513209,4
<i>Populus nigra</i>	Paseo col. La Agustina	433990,5	4511615,9

(Continúa en la página siguiente...)

(...continuación de la página anterior)

<i>Populus nigra</i>	Paseo col. La Agustina	434000,0	4511623,7
<i>Populus nigra</i>	Paseo col. La Agustina	434005,6	4511630,5
<i>Populus nigra</i>	Paseo col. La Agustina	434008,2	4511633,8
<i>Populus nigra</i>	Paseo col. La Agustina	434012,6	4511639,9
<i>Populus nigra</i>	Paseo col. La Agustina	434018,2	4511647,8
<i>Populus nigra</i>	Paseo col. La Agustina	434021,8	4511653,7
<i>Populus nigra</i>	c/ Peña Grande	436946,1	4510263,7
<i>Populus nigra</i>	c/ Peña Grande	436989,5	4510112,8
<i>Populus nigra</i>	c/ Peña Grande	436904,7	4509915,0
<i>Populus nigra</i>	c/ Puente Real	436714,8	4509107,1
<i>Robinia pseudoacacia</i>	c/ Viñas	433812,6	4511382,2
<i>Salix babylonica</i>	M-609 (parque inf.)	433907,1	4511368,0
<i>Ulmus pumila</i>	c/ Río Guadalix	433993,1	4511791,3

↑ TABLA 10. Los 41 ejemplares con problemas más severos identificados.



Ejemplo de árbol de gran tamaño y severamente dañado en su base que supone un riesgo grande de derribo.

Conflictos con tendidos

Durante los muestreos realizados se han identificado 719 árboles (13% del inventario) que entraban en conflicto con algún tendido aéreo de luz o teléfono, siendo, casi el único tipo de problema detectado, pues otros frecuentes como la excesiva cercanía a muros o fachadas han sido virtualmente inexistentes en este municipio, y los relativos a posibles interferencias con el alcantarillado y tuberías no han sido examinados en este estudio (pues requieren de información, presupuestos y plazos no disponibles). La TABLA 11 y el MAPA 12-Anexo 1 muestran la repartición de este conflicto entre especies y su distribución a través del municipio.

En términos generales los conflictos con tendidos se concentran bastante en las calles de unas pocas urbanizaciones o barrios (como era de esperar, los árboles de parques y jardines apenas presentan problemas). En varios de estos casos se suceden un elevado número total de conflictos en pocos metros, donde alineaciones enteras de árboles se hallan inmediatamente debajo de los tendidos, como en prácticamente cada una de las calles de la urbanización Vista Real, en la colonia La Agustina, o en la calle Pintores.

Desafortunadamente, para la mayoría de los conflictos entre un árbol y una infraestructura urbana las soluciones pasan o por continuas tareas de mantenimiento o por la eliminación del árbol. Es decir, un dilema de compleja resolución, particularmente cuando atañe a ejemplares adultos y de elevado interés ornamental y patrimonial. Por una parte, con la poda o completa eliminación de árboles en conflicto, distintos valores relacionados con ellos se resienten (estética urbana, valor inmobiliario, amortiguación climática, etc.), con el consiguiente descontento ciudadano. Además, estas acciones de poda o tala entrañan un coste económico y un peligro laboral que pueden llegar a ser muy elevados. Pero por otra parte, la inacción ante este tipo de árboles conflictivos tampoco es razonable, pues tarde o temprano los daños o molestias acaban provocando exactamente los mismos descontentos ciudadanos, costes económicos y riesgos laborales. Esta situación es particularmente evidente en el caso de los abundantes conflictos con el cableado urbano, pues el adecuado suministro de luz o teléfono/internet se suelen ver afectados fácilmente por culpa del ramaje, y las tareas de mantenimiento y reparación llegan a ser

verdaderamente peligrosas para los operarios (por riesgos de electrocución o de caída, principalmente). Además, la eventual poda del árbol conflictivo, al venir determinada por la disposición del cableado, con toda probabilidad no será la más adecuada para el desarrollo del árbol, pudiendo acortar su expectativa de vida por una mayor susceptibilidad a plagas y enfermedades, forzarles un aspecto antinatural, e incluso agravar el problema al favorecer la aparición de numerosos rebrotes (que volverán a interaccionar con los tendidos), y de copas y ramas desequilibradas con riesgos de rotura. Más aún, paradójicamente ni siquiera tiene por qué reducir las probabilidades de que eventualmente se produzcan cortes eléctricos (Guggenmoos 2007).

Por tanto, la aportación más importante de este estudio al respecto es la de servir como recordatorio de que una adecuada planificación previa tanto al establecimiento de nuevas plantas, como al de nuevos tendidos, e inspecciones regulares del estado del arbolado antes de que el posible conflicto se exprese en toda su gravedad, constituyen la mejor política para compatibilizar el arbolado urbano con el resto de elementos y funciones urbanas (Luley *et al.* 2010). Saber qué árbol plantar, dónde hacerlo, y el seguimiento regular de su desarrollo reducirá sensiblemente los problemas municipales de años venideros (véase, por ejemplo, el progresivo incremento anual del gasto que han de afrontar los municipios holandeses en compensaciones económicas por la caída de árboles urbanos: Van Haaften *et al.* 2016).

Atendiendo a criterios taxonómicos, la TABLA 11 muestra que los árboles de sólo cuatro especies (y téngase en cuenta que el inventario completo consta de más de un centenar) concentran más de la mitad de los problemas: olmos, aligustres, plátanos y fresnos de hoja estrecha, todos ellos con más de 50 pies potencial o netamente conflictivos (dependiendo de si el árbol en cuestión alcanzaba ya los 6-7 metros de altura a los que suelen alzarse los tendidos más habituales de teléfono y de baja tensión). Si se consideran las 16 especies que provocan al menos 10 conflictos, se acumulan cerca del 85% de los registrados, y todos los detectados se reparten entre 59 especies.

ESPECIES	Número de pies	Número acumulado	% del total	% acumulado	No. de pies totales en el inventario	Porcentaje del total del inventario
<i>Ulmus pumila</i> (olmo siberiano)	111	111	15,4	15,4	475	8,8
<i>Ligustrum sp</i> (aligustre)	106	217	14,7	30,2	258	4,8
<i>Platanus x hispanica</i> (plátano de sombra)	74	291	10,3	40,5	463	8,6
<i>Fraxinus angustifolia</i> (fresno de hoja estrecha)	62	353	8,6	49,1	1.189	22,0
<i>Catalpa bignonioides</i> (catalpa)	41	394	5,7	54,8	120	2,2
<i>Pinus pinea</i> (pino piñonero)	39	433	5,4	60,2	272	5,0
<i>Acer negundo</i> (arce negundo)	28	461	3,9	64,1	112	2,1
<i>Nerium oleander</i> (adelfa)	21	482	2,9	67,0	116	2,1
<i>Populus nigra</i> (chopo común)	21	503	2,9	70,0	511	9,5
Indeterminado	17	520	2,4	72,3	44	0,8
<i>Prunus cerasifera</i> (mirobolano)	17	537	2,4	74,7	89	1,6
<i>Cupressus arizonica</i> (ciprés de Arizona)	16	553	2,2	76,9	35	0,6
<i>Quercus faginea</i> (quejigo)	13	566	1,8	78,7	28	0,5
<i>Thuja orientalis</i> (tuya oriental)	12	578	1,7	80,4	82	1,5
<i>Ailanthus altissima</i> (ailanto)	11	589	1,5	81,9	33	0,6
<i>Aesculus hippocastanum</i> (castaño de Indias)	10	599	1,4	83,3	68	1,3
<i>Acer sp</i> (arce indeterminado)	8	607	1,1	84,4	12	0,2
<i>Castanea sativa</i> (castaño común)	7	614	1,0	85,4	19	0,4
<i>Morus alba</i> (morera)	7	621	1,0	86,4	14	0,3
<i>Acer pseudoplatanus</i> (arce blanco)	6	627	0,8	87,2	101	1,9
<i>Cupressus sempervirens</i> (ciprés común)	6	633	0,8	88,0	28	0,5
<i>Juglans regia</i> (nogal)	6	639	0,8	88,9	40	0,7
<i>Prunus laurocerassus</i> (laurel cerezo)	5	644	0,7	89,6	68	1,3
<i>Syringa vulgaris</i> (lilo)	5	649	0,7	90,3	13	0,2
<i>Betula pendula</i> (abedul)	4	653	0,6	90,8	18	0,3
<i>Picea abies</i> (pícea común)	4	657	0,6	91,4	19	0,4
<i>Prunus dulcis</i> (almendro)	4	661	0,6	91,9	30	0,6
<i>Salix sp</i> (sauce indet.)	4	665	0,6	92,5	29	0,6
<i>Tilia sp</i> (tilo indet.)	4	669	0,6	93,0	12	0,2
<i>Cedrus atlantica</i> (cedro del Atlas)	3	672	0,4	93,5	53	1,0
<i>Fraxinus sp</i> (fresno indet.)	3	675	0,4	93,9	4	0,1
<i>Melia azedarach</i> (agriaz)	3	678	0,4	94,3	6	0,1

(Continúa en la página siguiente...)

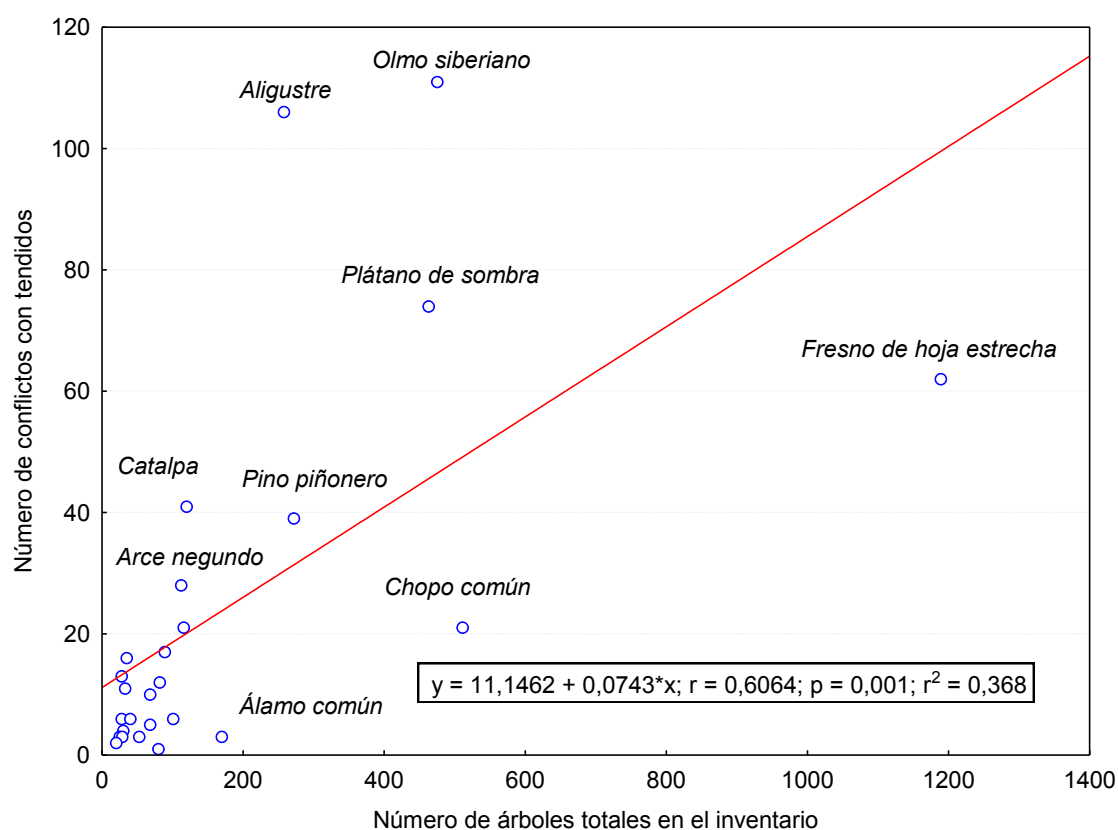
(...continuación de la página anterior)

<i>Populus alba</i> (álamo común)	3	681	0,4	94,7	170	3,1
<i>Quercus ilex</i> (encina)	3	684	0,4	95,1	19	0,4
<i>Robinia pseudoacacia</i> (Robinia)	3	687	0,4	95,5	25	0,5
<i>Salix babylonica</i> (sauce llorón)	3	690	0,4	96,0	29	0,5
<i>Sophora japonica</i> (sófora)	3	693	0,4	96,4	4	0,1
<i>Laurus nobilis</i> (laurel común)	2	695	0,3	96,7	20	0,4
<i>Prunus</i> sp (pruno indet.)	2	697	0,3	96,9	8	0,1
<i>Punica granatum</i> (granado)	2	699	0,3	97,2	4	0,1
<i>Tamarix</i> sp (taray)	2	701	0,3	97,5	3	0,1
<i>Acer palmatum</i> (arce japonés)	1	702	0,1	97,6	2	0,0
<i>Alnus glutinosa</i> (aliso)	1	703	0,1	97,8	8	0,1
<i>Celtis australis</i> (almez)	1	704	0,1	97,9	9	0,2
<i>Cercis siliquastrum</i> (árbol de Judas)	1	705	0,1	98,1	2	0,0
<i>Corylus avellana</i> (avellano)	1	706	0,1	98,2	1	0,0
<i>Eriobotrya japonica</i> (níspero)	1	707	0,1	98,3	4	0,1
<i>Hibiscus</i> sp (hibisco)	1	708	0,1	98,5	2	0,0
<i>Ilex aquifolium</i> (acebo)	1	709	0,1	98,6	9	0,2
<i>Malus</i> sp (manzano)	1	710	0,1	98,7	3	0,1
<i>Pinus</i> sp (pino indet.)	1	711	0,1	98,9	5	0,1
<i>Pittosporum tobira</i> (pitosporo)	1	712	0,1	99,0	4	0,1
<i>Prunus spinosa</i> (endrino)	1	713	0,1	99,2	1	0,0
<i>Quercus pyrenaica</i> (roble melojo)	1	714	0,1	99,3	80	1,5
<i>Quercus suber</i> (alcornoque)	1	715	0,1	99,4	1	0,0
<i>Salix caprea</i> (sauce cabruno)	1	716	0,1	99,6	2	0,0
<i>Salix salviifolia</i> (bardaguera blanca)	1	717	0,1	99,7	5	0,1
<i>Sorbus domestica</i> (serbal común)	1	718	0,1	99,9	1	0,0
<i>Ulmus minor</i> (olmo común)	1	719	0,1	100	16	0,3
		719		100	4.798	88,9

↑ TABLA 11. Repartición entre las especies de los problemas con tendidos identificados (ordenadas de más a menos conflictivas). Para facilitar la interpretación de su importancia relativa, se muestra también el porcentaje que representa cada especie en el total del inventario.

Aunque esta ordenación ya señala a las especies más conflictivas en términos absolutos, conviene considerar también su importancia en términos relativos, es decir,

identificar si algunas especies del inventario son proclives a generar más problemas de los que cabría esperar por su mera abundancia. Para ello, se han comparado el número de conflictos registrados en cada especie con su abundancia total de pies en el inventario (considerando únicamente a las especies con más de 20 ejemplares totales inventariados, pues en las especies más escasas su posible conflictividad es menos preocupante en términos de gestión, y puede venir muy determinada por el puro azar). La FIGURA 6 ilustra estos resultados:



↑ FIGURA 6. Relación, para las especies conflictivas, entre el número de casos problemáticos detectados y su abundancia total en el inventario (si se registraron, al menos, 20 ejemplares). Para facilitar su representación únicamente se nombran las especies con los valores de mayor magnitud.

Globalmente, existe una relación estadísticamente significativa entre la abundancia de las especies y su conflictividad, aunque no es demasiado intensa. El parámetro estadístico que indica la intensidad de esta relación es altamente significativo (el pequeñísimo valor p , que representa las probabilidades de que esta

correlación se hubiera debido simplemente al puro azar), y el coeficiente de determinación r^2 es 0,368. Esto significa que, el aumento en los conflictos de las distintas especies se explica en casi un 37% por el aumento en sus respectivas abundancias. No obstante, el 63% que restaría hasta la correlación perfecta corresponde a los desvíos que existen a este patrón. Así, los casos particulares que más se alejaron de la norma, y que corresponderían en la gráfica anterior a aquellos puntos perpendicularmente más distantes a la línea diagonal, ofrecen algunos comentarios relevantes en términos de mantenimiento.

Respecto a los árboles más conflictivos de lo que cabría esperar por su mera abundancia total en el municipio, los situados por encima de la línea roja, destacan los olmos siberianos y los aligustres tanto en términos absolutos (217 ubicaciones potencialmente conflictivas), como en términos relativos, pues son responsables del 30% de todos los conflictos. En el caso de los olmos, casi la cuarta parte de todos los inventariados son problemáticos, mientras que en el caso de los aligustres esta proporción asciende hasta el 41%. Ambas especies difieren, no obstante en cuanto a que en el caso de los olmos los conflictos casi siempre corresponden a ejemplares muy maduros, plenamente desarrollados, mientras que en el caso de los aligustres se trata sobre todo de ejemplares jóvenes plantados sistemáticamente en alineaciones (como los de las calles de la urbanización Vista Real).

A continuación, otras especies con predisposiciones elevadas a ocasionar conflictos serían los plátanos de sombra y las catalpas, que juntos suman el 16% de los árboles demasiado cercanos a un tendido. El caso de las catalpas es bastante similar al anteriormente comentado de los aligustres en cuanto a que suele corresponder a alineaciones sistemáticas en calles concretas (y también de la urbanización Vista Real, sobre todo).

En los casos del olmo y el plátano, siendo además dos especies extremadamente abundantes y ampliamente distribuidas por todo el municipio, este resultado ayuda a justificar el esfuerzo en las tareas de mantenimiento que caracteriza a esta especie en todas las ciudades. Aunque gran parte de las frecuentes y severas podas a que se somete a esta especie se basan en criterios puramente ornamentales (como en los numerosos ejemplares emparrados de plátano), también se estaría

reduciendo su predisposición a la conflictividad por su extendido uso como árbol de alineación y sombra en avenidas, calles largas y plazas (donde acaba estando muy cercano a algunos tendidos eléctricos, sobre todo). Esto no impide el reconocer que: 1) en muchas ocasiones la manera en la que se realiza la poda debería ser menos arbitraria y basada en criterios técnicos que comprometan lo menos posible la salud del árbol; y 2) de haberse planificado correctamente la ubicación de los árboles hoy no existirían dichos conflictos.

Por el contrario, respecto a los árboles menos conflictivos de lo que cabría esperar por su abundancia, los situados por debajo de la línea roja, cabe destacar que fresnos, chopos y álamos en su conjunto, son bastante menos problemáticos de lo que correspondería a su gran abundancia. Sin duda esto tiene que ver con que la mayoría de ellos se concentren en jardines y zonas verdes, en vez de en alineación a lo largo de avenidas y calles, lo que incrementaría sus interacciones negativas con otros elementos urbanos. En cualquier caso es una circunstancia muy de agradecer, dado que las elevadas dimensiones medias de estos ejemplares dificultarían mucho la solución de su conflictividad. Además, esta situación contribuye positivamente a que siendo tres árboles urbanos muy representativos de la flora autóctona (y por ello fundamentales en términos patrimoniales, educativos y de probabilidades de supervivencia), estén muy bien representados en el inventario municipal sin generar muchos problemas ni costes.

De entre el resto de especies abundantes, pinos y arces provocan más o menos los conflictos esperables por su mera abundancia, mientras que en resto de casos de especies poco comunes, su grado de conflictividad no permite identificar patrones relevantes en términos de gestión.

COMENTARIOS POR ESPECIES

Uno de los objetivos del presente informe es fomentar el conocimiento del arbolado urbano de Soto del Real, como una parte fundamental del patrimonio municipal que sin duda es. Esta intención se dirige no solo a los encargados del mantenimiento del arbolado y el resto de valores naturales de la ciudad, a quienes está más directamente dirigido el presente informe técnico y las bases de datos asociadas, sino también a los vecinos y visitantes que, por la razón que fuese, pudieran tener acceso a este estudio.

Por ello, a continuación se enumeran brevemente algunos de los aspectos más relevantes en torno a los principales géneros y especies particulares encontrados (seleccionadas por su elevada abundancia total en el inventario, o por su singularidad taxonómica), señalando valores patrimoniales o ambientales que conlleva su presencia, y aspectos elementales de su conservación (tratando en todo caso de exponer estas ideas con un tono divulgativo y accesible para lectores poco familiarizados o interesados en cuestiones más técnicas, tratadas en otros apartados del presente estudio).

Si bien los objetivos concretos, plazos y presupuestos de este proyecto no han permitido la realización de una publicación divulgativa explícitamente destinada a los vecinos y visitantes de Soto del Real (incluyendo, por ejemplo, una 'Clave de Identificación de Especies', una 'Guía y Mapa del Inventario', o un 'Catálogo de Árboles Singulares'), las siguientes páginas pueden servir como primera aproximación hacia una mayor la visibilidad de los esfuerzos municipales por fomentar el aprecio ciudadano por este recurso natural.

LOS FRESNOS

Fresno de hoja estrecha *Fraxinus angustifolia* – Autóctono; Caducifolio; 1.189 ej.

Fresno norteño *Fraxinus excelsior* – Autóctono; Caducifolio; 18 ej.

Los fresnos son, con diferencia, los árboles más abundantes del inventario de Soto del Real, pues suponen el 22,4% del total. Aunque se han identificado dos especies, los fresnos de hoja estrecha son muchísimo más abundantes que los norteños, así como más maduros (en promedio 10 m vs. 6 m, respectivamente).

Buena parte de ellos no han sido plantados intencionadamente, al menos recientemente, sino que forman parte de la vegetación espontánea de la zona, y no sólo los ejemplares de los grandes parques y paseos seminaturales de la ciudad (está presente prácticamente en todos ellos), sino también los de muchos arriates y aceras de las urbanizaciones (por ejemplo, los de la avenida de Las Islas, o los de la calle Don Bosco, entre otros). Esto se debe a que la perfecta adaptación de esta especie autóctona a las condiciones ambientales de Soto del Real, le permite prosperar en el viario urbano sin mayores problemas.

Esta ubicuidad, que en el caso de otras especies exóticas supondría un problema notable (por sobreabundancia descontrolada y necesidades regulares de mantenimiento o reposición), en el caso de los fresnos es de agradecer, por ser tan representativo del acervo ecológico de la región. Así, los fresnos son una indudable especie identitaria de las laderas de la sierra de Guadarrama (Calleja 2009; Costa *et al.* 1996), y de Soto del Real en particular: un verdadero emblema de su historia socioeconómica, cultural y ecológica con una riquísima historia de aprovechamientos tradicionales que justifica su buena representación en el viario municipal.

En términos de altura, resulta muy difícil determinar al más meritorio, debido a las continuas podas a que se someten los más añosos, pero recurriendo al grosor de su tronco, hay muchos ejemplos de árboles con troncos espectacularmente grandes que rondan los dos metros de diámetro (especialmente en la Fresneda de Los Herrenes, toda ella merecedora de ser considerada como ‘Arboleda Singular’). No obstante, la causa de esta desmesura tiene una explicación de carácter negativo. Debido al valor de su follaje como ramón para el ganado, tradicionalmente se les han practicado podas

muy severas, a baja altura y de la totalidad de la copa, llamadas desmoches. Así, y a pesar de su aparente robustez, estos enormes fresnos desmochados acostumbran a estar parcial o incluso completamente huecos, debido a que estas podas tan severas exponen el centro de sus troncos a las plagas e inclemencias ambientales (y, por si fuera poco, es también muy habitual que se aprovechen estas oquedades para actos vandálicos: acúmulo de basuras, pequeñas hogueras...). En respuesta a esta agresión el árbol trata de compensar los daños, generando nuevos tejidos y ramajes en su corto tronco, que ensancha abruptamente hasta quedar realmente desfigurado respecto de lo que sería su porte natural.

Como consecuencia, la gran mayoría de estos ejemplares están condenados a tener que ser podados igual de drásticamente hasta su muerte (mucho más cercana, por otra parte, de lo que les correspondería sin esta circunstancia), ya que son incapaces de nutrir y soportar el peso y tensiones mecánicas de una copa muy desarrollada (que, además, supondría un enorme peligro en el caso de los que crecen en zonas muy transitadas y/o con niños que puedan jugar subiéndose a ellos).

En cualquier caso, poner en conocimiento de todos los vecinos y visitantes de Soto del Real este tipo de problemas con una de sus especies más emblemáticas, sin duda debe ayudar a que sea cada vez mejor valorado.



LOS CHOPOS Y ÁLAMOS

Chopo común *Populus nigra* – Autóctono; Caducifolio; 511 ej.

Álamo común *Populus alba* – Autóctono; Caducifolio; 170 ej.

Los chopos y álamos inventariados, además de estar entre las especies más abundantes de Soto del Real, constituyen uno de los géneros más conspicuos del arbolado municipal, debido tanto a sus enormes tallas (todos los registrados promedian 14 m de altura, con muchos gigantes de alrededor de 25 m) como a su frecuente agrupación en forma de alineaciones de gran atractivo estético en parques, paseos y calles.

En este sentido, son muy destacables los más de 70 grandes ejemplares de álamos del paseo que discurre entre el arroyo de Matarrubias y la carretera M-609, y los 20-30 enormes chopos del parque tras la colonia La Agustina, algo más al norte (ambas zonas merecedoras de ser consideradas como ‘Arboleda Singular’ sobre todo por estos ejemplares, la mayoría de 20 m o más de altura).

No obstante, la relativamente corta vida de estas especies, junto a la poca resistencia de su madera frente a hongos y pudriciones son paradigmáticas, e implican el que demasiados de estos ejemplares supongan ya un problema serio de seguridad, al presentar troncos y grandes ramas muy severamente dañados. Puesto que cabe esperar que muchos otros pies de entre los varios centenares inventariados corran igual suerte, los chopos y álamos requerirían un esfuerzo especial en términos de seguimiento, manejo e incluso apeo, en los casos que se concluyan irre recuperables.

Respecto a su clasificación taxonómica, existe una diversidad abrumadora de variedades e híbridos de cultivo, procedentes tanto de especies autóctonas como introducidas (Chopo americano *Populus deltoides*, chopo canadiense *P. x canadensis*, álamo de Italia *P. x itálica*, álamo cano *P. x canescens*, etc.; Johnson y More 2004), por lo que a efectos prácticos ha sido obligado simplificar el inventario incluyendo a los ejemplares municipales dentro de una de las dos especies canónicas con las que más parentesco pueden guardar: es decir, el chopo y álamo comunes (*P. nigra* y *P. alba*, respectivamente); no obstante también se han inventariado algunos ejemplares puntuales que parecen pertenecer, hasta donde ha permitido su reconocimiento

invernal, a otras especies, como el álamo temblón (*P. tremula*), o el álamo japonés (*P. maximowiczii*).

Es importante indicar que equivocadamente, mucha gente identifica las abundantes pelusas blancas que liberan los chopos y álamos en primavera con polen y con picores. En realidad esto son sus semillas, y el verdadero polen, liberado muchas semanas antes, es además de muy baja alergenicidad, lo que debería servir para eliminar la alarma que producen por ello en muchos vecinos.



LOS OLMOS

Olmo siberiano *Ulmus pumila* – Introducido (Asia); Caducifolio; 475 ej.

Olmo común *Ulmus minor* – Autóctono; Caducifolio; 16 ejemplares.

Los olmos suponen el 9,1% de todos los árboles inventariados en Soto del Real, que cuenta con algunos ejemplares de talla notable. No obstante, los olmos están entre las especies que con mayor regularidad se podan, a veces muy drásticamente, lo que impide evaluarlos con precisión respecto de su altura (que de hecho varía enormemente de un año para otro según el turno de podas). En el momento de realizar este trabajo, se midieron algunos ejemplares de alrededor de 20 metros (sobre todo en el parque más al sur de la ciudad, junto a la M-609), pero resulta más fiable identificar a los ejemplares más destacables en términos de su perímetro troncal (como varios de la urbanización Vista Real o de la colonia El Prado, con troncos de unos 70 cm de diámetro).

En todo caso, las especies principales de olmo que hoy más abundan en los viarios de España, el común (*Ulmus minor*), el de Siberia (*U. pumila*), y el de Holanda (*U. x hollandica*), hibridan constantemente entre sí, tanto de manera natural como por obra de los viveristas. Esto, añadido al hecho de que el trabajo de campo de este estudio se realizó en invierno (estando todos los olmos sin hojas, un rasgo relativamente diagnóstico), no ha permitido asignar con certeza la especie de cada pie⁴.

⁴ El criterio seguido para la asignación de los olmos municipales a las dos especies consideradas merece una explicación detallada. Durante el periodo de muestreo para la obtención de datos de campo de este inventario, realizado entre los meses de diciembre de 2016 y enero de 2017, un buen número de especies de árboles caducifolios carecían de hojas, de acuerdo a su fenología. En algunos casos la morfología de hojas es uno de los rasgos diagnósticos más fiables para distinguir entre congéneres muy semejantes, como es el caso de los distintos olmos peninsulares (Cogolludo *et al.* 2001; <http://www.olmosvivos.es/aprende-a-distinguirlos/>).

Además, se da la circunstancia de que los olmos urbanos de buena parte de España pertenecen a formas híbridas entre pares de especies particulares, cada una de las cuales, a su vez, se cultiva bajo muy diversas variedades. Esto se debe, sobre todo, a que a las formas híbridas se les atribuye algo más de resistencia a la grafiosis, una enfermedad fúngica transmitida por un coleóptero que ataca desde mediados del siglo XX a las especies autóctonas de olmos europeos, habiéndolas situado casi al borde de la extinción (Caudullo y de Rigo 2016; Gil *et al.* 2002). Así, durante los años 80 del pasado siglo se inició el *Programa Español del Olmo*, promovido por el antiguo ICONA y la Escuela de Ingenieros de Montes de la Univ. Politécnica de Madrid, y que en sus primeros años se centró en crear olmos resistentes a la grafiosis mediante cruzamientos de los ejemplares autóctonos, principalmente entre el olmo común (*U. minor*; autóctono de la Península) y el olmo siberiano (*U. pumila* introducido desde Asia; aunque también se emplearon otras como el olmo de Japón *U. davidiana*, o el olmo del Himalaya *U. wallichiana*). Estos ejemplares híbridos se distribuyeron con profusión por toda la geografía española, y

No obstante, se puede asegurar que las formas híbridas son las predominantes (que por practicidad se han inventariado como *U. pumila*). A pesar de ello, también se han identificado con claridad algunos ejemplares particulares de olmo común (las ramillas corchosas son una buena pista), por lo que quizá esta especie autóctona pueda volver a ser alguna vez tan habitual en la comarca como en el pasado reciente.

muy especialmente en pueblos y ciudades en donde los tradicionales olmos autóctonos habían desaparecido casi por completo durante los años 60 y 70. Lógicamente, los ejemplares supervivientes de estos híbridos presentan rasgos morfológicos intermedios entre los de las especies progenitoras. Para complicar aún más esta situación, estos híbridos urbanos no sólo proceden de cruzamientos realizados intencionada y controladamente por los viveristas e ingenieros forestales, sino también de polinizaciones espontáneas de segunda o tercera generación para los que existen multitud de posibilidades de retrocruzamiento en cuanto a sus progenitores potenciales.

En definitiva, la población de olmos urbanos de Soto del Real, como en el caso de muchas otras de España, consiste en un gradiente continuo de ejemplares desde los que muestran rasgos canónicos de alguna de las especies originales (los menos), hasta los claramente mestizos (la mayoría). Aunque no se dispone de datos, es muy posible que la mayoría de los olmos de hasta 40 años de Soto del Real pertenecieran directa o indirectamente a uno de estos programas de reforestación urbana con formas híbridas (y muchos otros del pueblo de edad semejante o incluso más jóvenes, pues el fomento de la plantación de estos árboles en la zona centro de España llega hasta hoy en día: <http://www.europapress.es/castilla-y-leon/noticia-total-32-pueblos-segovia-plantara-360-olmos-cedidos-centro-recursos-geneticos-forestales-valsain-20150311122202.html>; 11-03-2015).

Por ello, en la mayoría de los casos de este inventario se ha asumido que, con una muy elevada probabilidad, se trataba de un olmo siberiano (*Ulmus pumila*) o de alguno de sus híbridos. No obstante, algunos ejemplares particulares permitían postular su pertenencia (o hibridación muy cercana) con el olmo común (*Ulmus minor*) debido a la morfología de las yemas (algo menos esféricas) y de las ramillas (cobertura tomentosa y/o presencia de “costillas” corchosas). Pero en todo caso se debe aceptar que una inspección más detallada durante la primavera de las hojas y frutos podrían indicar algunos fallos de identificación (aunque, en realidad, la complejidad taxonómica de este género es hoy tan grande que la mera morfología de los ejemplares no es un buen indicador de su especie, siendo imprescindible recurrir a análisis genéticos: Brunet *et al.* 2013; Cogolludo y Agúndez 2000).



LOS PLÁTANOS DE SOMBRA

Platanus x hispanica – Híbrido de jardinería; Caducifolio; 463 ej.

Los 463 ejemplares inventariados convierten al plátano en la cuarta especie más abundante de Soto del Real. Esta abundancia es absolutamente normal en casi todas las ciudades de España mínimamente grandes, ya que durante décadas pasadas esta especie fue siempre una apuesta segura a la hora de arbolar avenidas y plazas municipales. Curiosamente, nunca fue tan frecuente en los jardines particulares, y actualmente tampoco es tan sistemáticamente elegida como arbolado público. Probablemente esto se deba a su alta afectación por enfermedades foliares (hongos como la antracnosis o el oídio, e insectos como el tigre de los plátanos), y a su carácter alergénico para cada vez más gente (a su polen y/o a los abundantísimos pelillos de sus frutos).

Por supuesto, que esta especie tiene enormes virtudes que justifican su abundancia, entre las que destacan la estoicidad con que soporta las podas más brutales, rebrotando una y otra vez. No obstante, esta sobreabundancia y el maltrato con que a veces se le trata, le acaban pasando factura en forma de oquedades con pudriciones, y poca resistencia a las plagas. A pesar de ello, los del inventario municipal presentan un buen estado general (al menos hasta donde ha permitido su examen invernal, pues en primavera y verano debe de padecer el ataque de las citadas plagas foliares). Como en el caso de los olmos, las podas impiden evaluar adecuadamente su mérito en términos de altura, pues siempre es menor de lo que les correspondería y varía constantemente.

Por supuesto, son especialmente llamativos los habituales emparrados, en los que ramas finas de distintos pies acaban fusionándose, proporcionando una sombra densa y continua para sobrellevar la canícula. Los viejos ejemplares del parque de la calle de los Morales son un céntrico ejemplo de este tipo.



LOS PINOS

Pino piñonero *Pinus pinea* - Autóctono; Perennifolio; 272 ej.

Pino del Himalaya *Pinus wallichiana* – Introducido (Asia); Perennifolio; 1 ej.

Con 272 ejemplares inventariados el pino piñonero (*Pinus pinea*) es con mucha diferencia la conífera más abundante de Soto del Real. Aunque esta especie forma parte del paisaje más típicamente mediterráneo (Costa *et al.* 1996), es perfectamente capaz de adaptarse tanto a los rigores invernales serranos como a las sequías estivales, por lo que con su elegante y característico porte globoso es la especie de pino ornamental por excelencia en casi todas las ciudades de la región. En promedio, los ejemplares del municipio, muy repartidos por todas las urbanizaciones, miden unos 7 m, y bastantes superan holgadamente los 12 m, estando situado el de mayor talla en la calle Don Bosco (unos 16 m).

También se han identificado otras especies de este género aunque de manera casi anecdótica, como el pino negral (*P. nigra*; 3 ej.), o el pino carrasco (*P. halepensis*; 2 ej.). No obstante, sí merece mucho la pena destacar el único pero magnífico ejemplar de pino del Himalaya (*P. wallichiana*) que preside el centro del pueblo, junto al puente medieval, desde sus imponentes 24-25 m de altura. Tanto por su rareza taxonómica como por su gran talla, no hay duda de que este bello árbol merecería formar parte de un eventual 'Catálogo de Árboles Singulares' de la localidad.

La principal plaga de los pinos, la mariposa procesionaria, es muy reconocible por los sedosos bolsos blancos que cobijan a sus orugas durante el invierno, y que abandonan en primavera en una ordenada fila. Pero aunque raramente puede acabar con un árbol adulto, y en Soto del Real es muy poco abundante, conviene mantenerse siempre alertas ante este insecto (puede ocasionar gravísimas lesiones a perros y gatos domésticos).



LOS ARCES

Arce plateado *Acer saccharinum* – Introducido (Norteamérica); Caducifolio; 146 ej.

Arce negundo *Acer negundo* – Introducido (Norteamérica); Caducifolio; 112 ej.

Arce blanco *Acer pseudoplatanus* – Autóctono; Caducifolio; 101 ej.

Arce menor *Acer campestre* – Autóctono; Caducifolio; 36 ej.

Dos especies norteamericanas, el arce plateado (*Acer saccharinum*) y el arce negundo (*A. negundo*) suman 258 ejemplares, lo que supone casi el 5% de todo el inventario. En el caso del primero, prácticamente todos ellos forman parte de sendas alineaciones a cada lado del paseo de las Islas (de la urbanización Sierra Real); en el caso del segundo, se le puede encontrar algo más repartidamente por distintos barrios, (si bien abunda algo más en la urbanización Peña Real y la colonia La Agustina).

Desde hace unos años, el arce negundo se cultiva ornamentalmente con mucha regularidad en pueblos y ciudades de toda España, debido a su rápido crecimiento y su resistencia bajo un escaso mantenimiento, desarrollando en pocos años una copa amplia y frondosa. No obstante, su madera es bastante quebradiza, y es muy sensible a la poda de ramas gruesas, debido a que durante su lenta cicatrización pierden mucha savia y se exponen a infecciones y pudriciones. A este problema hay que añadir el que la facilidad de germinación de sus abundantísimas semillas le permiten crecer espontáneamente en cunetas y baldíos periurbanos, convirtiéndolo en una especie considerada como invasora y perjudicial para la integridad de algunos hábitats naturales.

En compensación, es interesante constatar la abundancia de un par de especies autóctonas de la península, el arce blanco y el menor (*A. pseudoplatanus* y *A. campestre*). Mientras que el primero se distribuye de manera más o menos regular por todo el municipio, el segundo se localiza mucho más en apenas una avenida (el paseo de Monte Real, en concreto); pero en cualquier caso, aportan diversidad de carácter ibérico al inventario.

Más puntualmente también se han inventariado ejemplares del arce real (*A. platanoides*; 4 ej.), o de arce japonés (*A. palmatum*; 2 ej.).



LOS ROBLES Y ENCINAS

Roble melojo *Quercus pyrenaica* – Autóctono; Semicaducifolio (marcescente); 80 ej.

Roble quejigo *Quercus faginea* – Autóctono; Semicaducifolio (marcescente); 28 ej.

Encina *Quercus ilex* – Autóctono; Perennifolio; 19 ej.

El roble melojo posiblemente sea la especie caducifolia forestal por excelencia de la comarca de Guadarrama, aunque predominantemente conforme paisajes adehesados o de monte bajo, antes que bosques densos y maduros (y muy a menudo en formaciones mixtas con fresnos). Prácticamente todos ellos se concentran a lo largo de la urbanización Monte Real, siendo algunos ya bastante maduros (10-12 m), pero en cualquier caso es menos común de lo que cabría esperar por su relevancia ecológica y patrimonial y a que están perfectamente adaptados a las condiciones ambientales de la zona.

El otro roble característico del centro peninsular, el quejigo, lo podemos encontrar casi exclusivamente en la urbanización Peña Real. No obstante, casi ninguno parece haber sido plantado intencionadamente, sino que han brotado de manera natural en aceras, cunetas y arriates.

Ambas especies tienen en común el peculiar fenómeno de la marcescencia, que consiste en la permanencia durante todo el invierno de las hojas ya secas sobre las ramas (salvo cuando vientos fuertes las desprenden). Una de las posibles explicaciones a este fenómeno sería que, con el empuje de las nuevas yemas primaverales, las hojas secas caerían alrededor del árbol en la siguiente primavera, cuyas lluvias y suaves temperaturas favorecerían su descomposición y la reasimilación de sus nutrientes por el árbol.

Las encinas, congéneres perennifolios de los robles y absolutamente emblemáticas de la flora de todo el centro peninsular (Costa *et al.* 1996), son muy poco abundantes en el viario Soto del Real.

También se han identificado otras especies de este género aunque de manera muy anecdótica, como el alcornoque (*Q. suber*; 1 ej.), o los robles americanos rojo y palustre (*Q. rubra* y *Q. palustris*; 2 ej. de cada uno).



LOS CEDROS

Cedro del Atlas *Cedrus atlántica* – Introducido (África); Perennifolio; 53 ej.

Cedro del Himalaya *Cedrus deodara* – Introducido (Asia); Perennifolio; 53 ej.

Aunque únicamente existen dos especies principales de cedro en todo el mundo, el del Atlas y el del Himalaya (pues el del Líbano, *Cedrus libani* y el de Chipre, *C. brevifolia*, se consideran muy a menudo subespecies del primero), ambas están muy cercanamente emparentadas, y desde hace mucho tiempo se comercializan multitud de variedades e híbridos de jardinería (en Auders y Spicers 2012 se citan ¡172 variedades de cedros!). Por ello, es posible encontrar ejemplares con casi cualquier combinación posible de los rasgos más identificativos, y muy raramente se pueden asignar con certeza a una u otra especie. A efectos prácticos, para el presente inventario se ha asumido que los cedros del Atlas son aquellos con las acículas más cortas y azuladas y copas de ramas más erguidas, mientras que los del Himalaya serían los de acículas más largas y verdes, y portes más llorones. Pero, la enorme diversidad de cultivares e híbridos existentes, hacen que casi siempre sea sumamente difícil, si no imposible, identificar el cedro ante el que nos encontramos.

En cualquier caso, los cedros son árboles que con el tiempo debido alcanzan tallas soberbias, que ya empiezan a adivinarse en los ejemplares más viejos de Soto del Real (como, por ejemplo, uno de la calle Prado Real con unos 20-22 m). Puesto que pueden vivir muchos cientos de años sin demasiados cuidados, y el clima más bien fresco de Guadarrama les favorece, todo indicaría que a medio plazo se sumarán al grupo de los géneros de árboles más espectaculares del municipio (actualmente sólo promedian 8 m de altura).



CONCLUSIÓN

El presente trabajo se suma a los esfuerzos municipales para la conservación de este patrimonio municipal en el claro propósito de mejorar su disfrute público y su aprovechamiento como recurso socioeconómico. Los materiales aquí entregados constituyen aportaciones con tres enfoques principales: como herramienta de trabajo para la gestión administrativa del arbolado (gracias a la base de datos informatizada), como documento de evaluación y discusión del estado actual del arbolado y sus posibles mejoras (gracias al informe técnico), y como vía de concienciación y educación ciudadana (gracias a sus apartados menos explícitamente técnicos, principalmente).

En términos generales, se puede afirmar que el arbolado público de la ciudad es razonablemente abundante y diverso, contando con varios puntos y ejes particularmente relevantes. Esto es muy positivo sobre todo si se tiene en cuenta que la tipología urbana típica de todos los pueblos del entorno de Guadarrama (que acumulan grandes superficies ajardinadas totales, pero en su inmensa mayoría dentro de las fincas privadas) puede predisponer a desatender la componente pública de este patrimonio natural. Además, en general su estado de conservación es bueno, si bien su conflictividad potencial con los tendidos de suministro eléctrico y telefónico es algo elevada en algunas urbanizaciones, y existen varios ejemplares con claro riesgo de rotura que es urgente apear. Pero los datos obtenidos en este estudio, por basarse en datos cuantitativos y en razonamientos técnicos objetivos, pueden servir de guía a los responsables del mantenimiento y mejora del arbolado municipal en la toma de decisiones concretas.

No obstante, es honesto señalar también aquellas cuestiones que no han podido abordarse en esta ocasión, para facilitar que sean contempladas en futuras iniciativas al respecto. Así, el Artículo 5 del Capítulo 2º de la *Ley 8/2005 de Protección y Fomento del Arbolado Urbano de la Comunidad de Madrid*, acerca de la realización de inventarios municipales, observa algunas cuestiones particulares que han quedado fuera de las posibilidades técnicas y presupuestarias del presente trabajo. A continuación se comenta por qué no han sido cubiertas, lo que en sí mismo constituye una aportación útil para la mejora futura del inventario:

1) *Edad aproximada de cada ejemplar.* Se dan tres circunstancias que han recomendado no incorporar esta variable. En primer lugar, la fecha y grado de desarrollo en el momento de la plantación de los árboles municipales no han quedado registrados con precisión en ningún archivo, siendo esta la única referencia directa de la edad actual de cada ejemplar. En segundo lugar, aunque las dimensiones principales (altura, perímetro) de un ejemplar guardan relación directa con su edad a través de una determinada tasa de crecimiento, este parámetro se modula en cada caso mediante multitud de factores: la especie y variedad a que pertenece el árbol, su etapa de desarrollo, su emplazamiento, su historial de cuidados y lesiones, etc. Pero prácticamente no existen estudios que evalúen estas tasas de crecimiento en especies urbanas, y las pocas tablas o ecuaciones disponibles sólo son aplicables a las especies y localidades concretas en que han sido realizadas. Por último, careciendo de información precisa sobre la fecha de plantación o el ritmo de crecimiento de un árbol, la manera más precisa para determinar su edad consiste en el conteo de anillos anuales de crecimiento: en las zonas templadas, donde los árboles reducen su crecimiento en invierno, forman anillos diferenciados en la madera del tronco correspondientes, *grosso modo*, a primaveras sucesivas. Para no tener que cortar el árbol, se utiliza una barrena especial, que permite extraer un pequeño cilindro de madera desde la médula y sobre el que contar los anillos. Esta metodología tiene los inconvenientes de su lentitud y laboriosidad, completamente inviables dentro de los plazos de este estudio, y de ser un método muy invasivo que supone una agresión en ocasiones excesiva para el árbol. En este sentido, el presente informe y la base de datos que lo acompañan constituyen una excelente oportunidad para mejorar esta información de ahora en adelante, tanto registrando las fechas en las que se vayan incorporando nuevos plantones al viario, como tomando medidas regulares en el tiempo de los ejemplares que más interese para calcular sus tasas de crecimiento.

2) *Plagas perceptibles por defoliaciones.* La realización del presente inventario durante el periodo invernal no ha permitido identificar problemas del arbolado caducifolio que son detectables en las hojas. No obstante, de

haber realizado el muestreo durante el periodo estival, habrían sido otras plagas similarmente importantes (procesionaria, algunos hongos lignícolas) las que no habrían podido considerarse. Por tanto, ante la imposibilidad de un presupuesto económico y temporal mucho mayores que los aquí aplicados, sería recomendable que los responsables municipales incorporaran progresivamente este tipo de información a la base de datos adjunta a este estudio. Particularmente, es importante incorporar información sobre la prevalencia de las plagas más habituales de aquellos árboles más comunes del municipio, por cuanto serían los que más costes (económicos, ecológicos, estéticos, etc.) entrañarían. Algunos ejemplos muy típicos serían el oídio del plátano, la grafiosis del olmo, o los pulgones y cochinillas propios de los prunos.

3) *Arbolado urbano municipal en terreno privado.* Como ya se explicó al inicio de este informe, el arbolado urbano que ha sido factible estudiar corresponde al de carácter *público* de la ciudad (en términos de su mantenimiento y/o accesibilidad para todos los vecinos de Soto del Real). Pero este no constituye en absoluto la mayor parte de todo el municipal, pues el arbolado que puede encontrarse dentro de jardines y solares privados es enorme (tanto en cantidad como en calidad). Puesto que las normativas municipal y regional en defensa y protección del arbolado urbano incluyen tanto al de propiedad y mantenimiento público, como al emplazado en propiedades particulares, este inventario debería ser sólo el punto de partida para la deseable incorporación a corto plazo de los ejemplares de propiedad privada, en beneficio de todos los vecinos de la ciudad.

BIBLIOGRAFÍA

- Akbari, H., Pomerantz, M. & Taha, H. (2001). Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas. *Solar Energy* **70**: 295-310.
- Arnold, H.F. (1980). *Trees in Urban Design*. Ed. Van Nostrand Reinhold.
- Auders, A.G. & Spicer, D.P. (2012). *Encyclopedia of Conifers. Vol. 1. Abies to Picea*. Ed. Royal Horticultural Society.
- Bolund, P. & Hunhammar, S. (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics* **29**: 293-301.
- Boyce, S.E. (2011). It takes a stewardship village: is community-based urban tree stewardship effective? *Cities and the Environment* **3**: 8 pp.
- Brunet, J., Zalapa, J.E., Pecori, F. & Santini, A. (2013). Hybridization and introgression between the exotic Siberian elm, *Ulmus pumila*, and the native Field elm, *U. minor*, in Italy. *Biological Invasions* **15**: 2717-2730.
- Calderón, C., Saiz de Omeñaca, G. & Günthardt-Goerg, M.S. (2009). Contribución del arbolado urbano y periurbano del municipio de Madrid en la mejora de la calidad del aire y sumidero de contaminantes atmosféricos como beneficio para la sociedad. En: *Actas del V Congreso Forestal Español*. Pp. 2-15. Ed. Junta de Castilla y León-SECF.
- Calleja, J.A. (2009). Fresnedas mediterráneas ibéricas de *Fraxinus angustifolia* y *Fraxinus ornus*. En: *Bases Ecológicas Preliminares para la Conservación de los Tipos de Hábitat de Interés Comunitario en España*. 70 pp. Ed. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- Canosa, E., Sáez, E., Sanabria, C. & Zavala, I. (2003). Metodología para el estudio de los parques urbanos: la Comunidad de Madrid. *GeoFocus* **3**: 160-185.
- Caudullo, G. & de Rigo, D. (2016) *Ulmus*. En: *European Atlas of Forest Tree Species*. Pp. 186-188. Ed. Publ. Office of the European Union.
- Chiesura, A. (2004). The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape and Urban Planning* **68**: 129-138.
- Cogolludo, M.A., López, R., Burón, M. & Gil, L. (2001). Caracterización morfológica de *Ulmus minor*, *Ulmus pumila* y sus híbridos. En: *Actas del III Congreso Forestal Español (Granada)*. Pp. 243-250. Ed. Junta de Andalucía-SECF.

- Cogolludo, M.A., Agúndez, D. & Gil, L. (2000). Identification of native and hybrid elms in Spain using isozyme genemarkers. *Heredity* **85**: 157-166.
- Costa, M., Morla, C. & Sainz, H. (Eds.) (1996). *Los Bosques Ibéricos. Una Interpretación Geobotánica*. 597 pp. Ed. Planeta.
- Donovan, G.H. & Butry, D.T. (2009). The value of shade: Estimating the effect of urban trees on summertime electricity use. *Energy & Buildings* **41**: 662-668.
- Dwyer, J.F., McPherson, E.G., Schroeder, H.W. & Rowntree, R.A. (1992). Assessing the benefits and costs of the urban forest. *Journal of Arboriculture* **18**: 227-234.
- Elorza, M.S., Vesperinas, E.S. & Sánchez, E.D.D. (2004). Atlas de las Plantas Alóctonas Invasoras en España. 384 pp. Ed. Dirección General para la Biodiversidad.
- Gil, L., Solla, A. & Iglesias, S. [Eds.] (2002). *Los Olmos Ibéricos. Conservación y Mejora frente a la Grafiosis*. 432 pp. Serie Técnica del Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ed. Ministerio de Medio Ambiente-DGCN.
- Gilbertson, P. & Bradshaw, A.D. (1990). The survival of newly planted trees in inner cities. *Arboricultural Journal* **14**: 287-309.
- Gómez-Lopera, F. (2005). Las zonas verdes como factor de calidad de vida en las ciudades. *Ciudad y Territorio Estudios Territoriales* **37**: 417-436.
- Guggenmoos, S. (2007). Increased risk of electrical service interruption associated with tree branches overhanging conductors. *Utility Arborist Association Quart.* **15**: 8-14.
- Harvey, C. & Aultman-Hall, L. (2015). Urban streetscape design and crash severity. *Transportation Research Board* **15**: 2942.
- Hwang, W.H., Wiseman, P.E. & Thomas, V.A. (2017). Enhancing the energy conservation benefits of shade trees in dense residential developments using an alternative tree placement strategy. *Landscape and Urban Planning* **158**: 62-74.
- Johnson, O. & More, D. (2004). *Árboles. Guía de Campo*. Ed. Omega.
- Kuo, F.E. & Sullivan, W.C. (2001). Environment and crime in the inner city: Does vegetation reduce crime? *Environment and Behavior* **33**: 343-367.
- Lafuente, M.M. (2007). Concepto y protección del patrimonio arbóreo monumental. *Revista de Administración Pública* **172**: 403-437.

- Lohr, V.I., Pearson-Mims, C.H., Tarnai, J. & Dillman, D.A. (2004). How urban residents rate and rank the benefits and problems associated with trees in cities. *Journal of Arboriculture* **30**: 28-35.
- López Lillo, A. & Sánchez de Lorenzo, J.M. (2001). *Árboles en España. Manual de Identificación*. Ed. Obra Social Caja Madrid/Fundación Conde del Valle de Salazar.
- López Lillo, A. & López, A. (200). *Árboles Madrileños*. Ed. Mundi-Prensa.
- Luley, C., Sankowich, S. & Bond, J. (2010). The effectiveness of tree risk assessment on electric utility distribution systems. *Utility Arborist Newslines* **1**: 14-16.
- Luttik, J. (2000). The value of trees, water and open space as reflected by house prices in the Netherlands. *Landscape & Urban Planning* **48**: 161-167.
- Maas, J. Van Dillen, S.M., Verheij, R.A. & Groenewegen, P.P. (2009). Social contacts as a possible mechanism behind the relation between green space and health. *Health & Place* **15**: 586-595.
- Moskell, C., Bassuk, N., Allred, S. & MacRae, P. (2016). Engaging residents in street tree stewardship: results of a tree watering outreach intervention. *Arboriculture & Urban Forestry* **42**: 301-317.
- Nowak, D.J., Crane, D.E. & Stevens, J.C. (2006). Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry & Urban Greening* **4**: 115-123.
- Palomino, D. & Carrascal, L.M. (2006). Urban influence on birds at a regional scale: a case study with the avifauna of northern Madrid province. *Landscape & Urban Planning* **77**: 276-290.
- Pullin, A.S. (2010). Urban greening to cool towns and cities: a systematic review of the empirical evidence. *Landscape & Urban Planning* **97**: 147-155.
- Rivas, I.C., Díez, P.C. & López, A.S. (2015). Análisis de la invasión del hábitat ribereño por tres árboles exóticos en España. *Revista Ecosistemas* **24**: 18-28.
- Sánchez de Lorenzo, J.M. (2005). *Las especies del género Ligustrum cultivadas en España*. En: *Árboles Ornamentales*. <http://www.arbolesornamentales.es> [acceso de febrero de 2017].
- Santamour, F.S. & McArdle, A.J. (1985). Checklists of cultivars of linden (*Tilia*) species. *Journal of Arboriculture* **11**: 157-164.

- Sheets, V.L. & Manzer, C.D. (1991). Affect, cognition, and urban vegetation some effects of adding trees along city streets. *Environment and Behavior* **23**: 285-304.
- Smardon, R.C. (1988). Perception and aesthetics of the urban environment: Review of the role of vegetation. *Landscape & Urban Planning* **15**: 85-106
- Tratalos, J., Fuller, R.A., Warren, P.H., Davies, R.G., & Gaston, K.J. (2007). Urban form, biodiversity potential and ecosystem services. *Landscape & Urban Planning* **83**: 308-317.
- Tyrväinen, L., Pauleit, S., Seeland, K. & de Vries, S. (2005). Benefits and uses of urban forests and trees. En: *Urban Forests and Trees* (pp. 81-114). Ed. Springer Berlin Heidelberg.
- Tyrväinen, L. & Miettinen, A. (2000). Property prices and urban forest amenities. *Journal of Environmental Economics & Management* **39**: 205-223.
- Van Haaften, M.A., Meuwissen, M.P.M., Gardebroek, C. & Kopinga, J. (2016). Trends in financial damage related to urban tree failure in the Netherlands. *Urban Forestry & Urban Greening* **15**: 15-21.
- Villameytide, J.F. (2002). El inventario y su papel dentro de la gestión del arbolado urbano. *Bricojardinería y Paisajismo: Revista Profesional de Distribución en Horticultura Ornamental y Jardinería* **97**: 34-37.
- Wolf, K.L. (2005). Business district streetscapes, trees, and consumer response. *Journal of Forestry* **103**: 396-400.

ANEXO 1

A continuación se muestran los mapas citados en el informe técnico, a escala DIN-A3, para poder apreciar más claramente la distribución de los ejemplares.

ANEXO 2

A continuación se presenta el listado completo de los árboles inventariados, únicamente con los campos básicos para una eventual consulta sobre qué árboles se localizan en qué calles. Para la consulta de datos más detallados, debe acudir al archivo informático que acompaña a este informe.

El siguiente listado incluye el número identificador de cada árbol (tras ordenarlos sucesivamente por zona o urbanización, por calle, y por género y especie, siempre alfabéticamente), y las coordenadas geográficas, con una precisión de un metro, referenciada mediante el sistema geodésico oficial en España ETRS89, en el huso 30 (ETRS-TM30).

Todos los árboles en los que no fue posible identificar con total seguridad su especie (porque durante los meses de muestreo, en pleno invierno, aún carecían de rasgos diagnósticos como hojas, flores o frutos; por tratarse de árboles en los que abundan los híbridos naturales y/o de jardinería; por haber padecido talas drásticas que redujeron el árbol a un mero tronco) se reparten en dos casos: 1) aquellos para los que sí se identificó su género, indicados con 'sp'; y 2) aquellos para los que no fue posible ningún tipo de identificación taxonómica fiable, indicados con 'indet.'.