

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LOS ÁRBOLES TRASPLANTADOS EN EL DESDOBLAMIENTO DE LA CARRETERA M-501, EN EL TRAMO: M-522 (QUIJORNA) A NAVAS DEL REY.

**Octubre, 2007.**

Autores: Laura Mendiburu-Eliçabe. Bióloga. Técnico de Arboricultura  
Andrés Septién Arceredillo. Ingeniero Forestal. Técnico de Arboricultura

### 1. Antecedentes

Con motivo de las obras de desdoblamiento de la carretera M-501, también conocida como la “carretera de los pantanos”, en el tramo que transcurre entre el desvío a Quijorna y Navas del Rey, se llevaron a cabo entre los meses de septiembre y noviembre de 2006 los trabajos de trasplante del arbolado susceptible de verse afectado por el nuevo trazado de la vía. Estos trasplantes se recogen dentro del listado de medidas correctoras del Plan de Integración Ambiental propuesto por las Consejerías de Transporte e Infraestructuras y de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid, medidas que tienen por objetivo reducir al mínimo los impactos ambientales derivados de este proyecto de desdoblamiento.

El Plan de Integración establece como medida correctora que se han de trasplantar 100 ejemplares de encina “*de gran porte*”, que han sido ya seleccionados mediante “*un estudio sobre la morfología, estado fitosanitario, vigor, etc.*”, de manera que ofrecen “*garantías de éxito en su traslado*”. El Plan define también los tratamientos a realizar en los dos años posteriores al trasplante. El trasplante debería realizarse mediante “*maquinaria hidráulica especialmente acondicionada para esta tarea*”. Se establece un presupuesto de 300.000 euros, lo que supone un precio unitario de 3.000 euros, cantidad razonable para este tipo de trabajos y con un periodo de ejecución entre 2006 y 2007, ya que debía ser realizado durante el invierno de 2006.

En septiembre de 2006 comienzan los trabajos de arranque y trasplante, y la maquinaria hidráulica especialmente acondicionada para esta tarea solamente se utiliza para el trasplante de unos pocos ejemplares.

Con fecha de 13 de octubre de 2006, la Escuela Superior de Ingenieros de Montes de la Universidad Politécnica de Madrid, a petición de la Dirección General de Carreteras de la Consejería de Transportes e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid, entrega un informe firmado por el catedrático Prieto Rodríguez y el profesor titular Sáiz de Omeñaca González, en el que declaran haber elegido 717 ejemplares de varias especies (de entre los cuales 542 eran encinas) en el tramo en cuestión de la carretera M-501. Según dice, “*se han elegido aquellos que presentan unas condiciones vegetativas óptimas*”. Establece las condiciones en que deben realizarse los trasplantes, indicando, entre otros aspectos, que la reducción de copa a realizar será “*un 30 %, como máximo*”, es decir, que se conservará al menos un 70 % de la copa original.

Los trasplantes, por su parte, continúan realizándose.

El 20 de noviembre de 2006 la Escuela Superior de Ingenieros de Montes emite un segundo informe, en el que se desdican del primero, indicando que de los 717 ejemplares que declararon que presentaban *“unas condiciones vegetativas óptimas”*, 592 **no tiene un trasplante viable**, por *“situarse sobre sustrato rocoso bajo el arenoso aparente y hacer, consecuentemente técnicamente inviable su trasplante”*.

En noviembre de 2006 el trasplante de un alto número de árboles ya había sido realizado. Trascurridos ocho meses del trasplante, los síntomas de decaimiento observables en los ejemplares trasplantados eran ya patentes y avanzados.

## 2. Objetivos

Un año después del comienzo de los trabajos de trasplante se propone realizar el presente trabajo con el fin de valorar el estado actual de los árboles trasplantados con motivo de los trabajos de desdoblamiento de la carretera M-501 en el tramo que discurre entre el desvío de Quijorna y Navas del Rey.

Los objetivos del trabajo son:

- Conocer el número real de árboles trasplantados con motivo de las obras de desdoblamiento.
- Conocer datos dendrométricos básicos de los árboles trasplantados y su estado general mediante el factor porcentaje de copa seca.
- Recabar información gráfica y de localización de cada uno de los ejemplares.
- Conocer el dato de mortalidad global de los árboles trasplantados a fecha del presente trabajo, así como la mortalidad por especies y clases diamétricas (factor directamente proporcional al factor edad), haciendo hincapié en el caso particular de las encinas.
- Valoración de la ejecución de los trasplantes efectuados.

### 3. Metodología

En las fechas del 15 y 16 de septiembre de 2007 se realizó un inventario pie a pie de los árboles trasplantados a ambos márgenes de la carretera, con objeto de poder determinar con exactitud, primero el número total de ejemplares trasplantados, y segundo el estado en el que se encuentra dicho arbolado.

Para realizar el censo se recorrieron a pie ambos márgenes de la carretera y se recogieron datos en una ficha normalizada para cada uno de los árboles trasplantados encontrados.

El reconocimiento de los árboles a inventariar se realizó en función de diversos factores:

1. Estos ejemplares se encuentran en las lindes o inmediaciones de la carretera.
2. Se reconoce en todos ellos terreno removido alrededor, así como alcorques manuales, realizados para retener el agua de riego.
3. La mayoría son ejemplares podados recientemente.
4. Los cortes de poda tienen aplicaciones de sustancias cicatrizantes.
5. Algunos ejemplares presentan sistemas de sustentación o anclajes.
6. La mayoría de los ejemplares están marcados con algún tipo de señal, cintas de plástico, numeración escrita en el tronco, marcas de tiza, etc.
7. Algunos ejemplares presentan una cánula insertada en el tronco, para la aplicación de productos de endoterapia.
8. Algunos de los ejemplares están enterrados.

También se inventariaron los tocones de árboles trasplantados y que posteriormente han sido talados (reconocibles por los factores 1 y 2).

Los datos recogidos en cada uno de los árboles trasplantados fueron los siguientes:

- **Fecha.** Se anotó la fecha en la que se recogían los datos.
- **Datos de localización del ejemplar.**
  - *Margen de la carretera:* se anotaba **I** (izquierdo) o **D** (derecho) colocándose en el sentido de avance de la carretera (desde el cruce de Quijorna hacia Navas del Rey).
  - *Punto kilométrico:* se anotó el punto kilométrico menor y más cercano a la posición inventariada.
  - *Número de Identificación:* se asignaba un número de identificación (en adelante ID) a cada uno de los ejemplares. Esta numeración comienza con el número 001 y sigue en orden ascendente. Esta numeración se repite en ambos lados de la carretera, por lo que cada ejemplar queda inequívocamente identificado por el código del margen y su ID.
- **Datos de especie.** Se anotó la especie a la que pertenece el ejemplar.
- **Perímetro.** Se anotó el perímetro en centímetros medido a una altura de 1,3 m en el tronco. Cuando el árbol se encontraba ramificado por debajo de esta altura, se midió el perímetro justo por debajo de la ramificación. En el caso de los tocones, se midió el perímetro a nivel de la base del tocón.

- **Datos de estado.** Se anotó el porcentaje de copa seca de cada ejemplar, en intervalos de 10 en 10. Un porcentaje del 100% indica mortalidad del ejemplar.
- **Fotos.** Se realizó como mínimo una foto general de cada uno de los ejemplares inventariados, y fotos de detalles (heridas de poda, enterramientos, etc).
- **Incidencias.** Se recogían diversas cuestiones de interés, como marcajes en el árbol (con cintas o numéricos), enterramientos, tratamientos de endoterapia, presencia de fisuras, corteza muerta, golpes o sistemas de anclaje.

Para este trabajo se ha empleado cartografía a escala 1:2.000 de la zona. Las posiciones inventariadas se han localizado de forma aproximada en dicha cartografía.

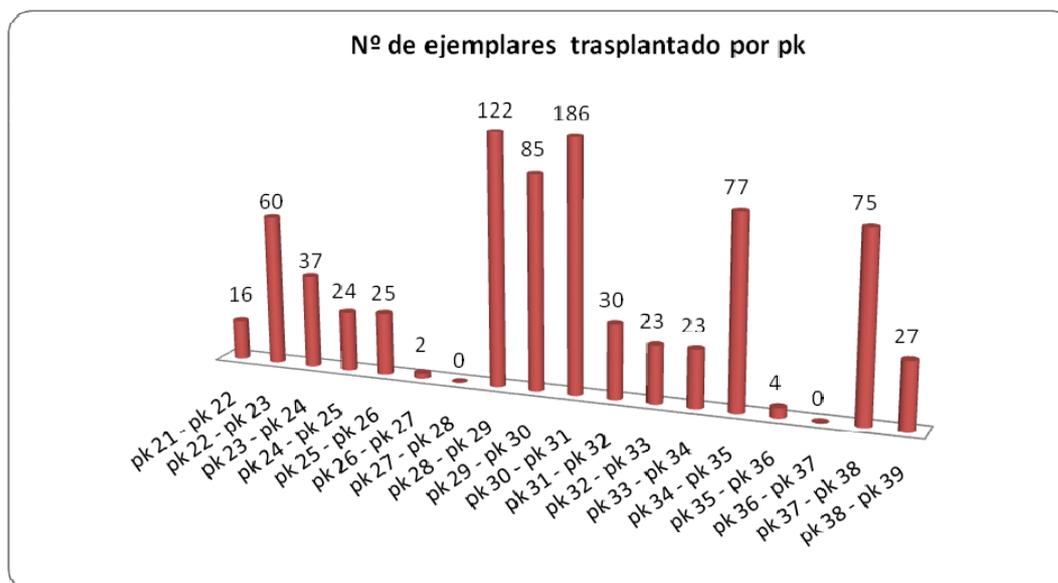
Las fotos de cada uno de los ejemplares censados se han organizado por ID, margen y punto kilométrico, y se adjuntan a este informe como anexo en formato digital.

## 4. Resultados

### 4.1. Datos generales

Se han censado un total de **816** ejemplares trasplantados, de los cuales 758 son árboles en pie y 58 son tocones de árboles talados.

Del total de ejemplares censados, 244 se encuentran en el margen derecho de la carretera y 572 en el margen izquierdo (siendo el sentido del avance desde el cruce de Quijorna hacia Navas del Rey). La distribución de árboles según los puntos kilométricos es la siguiente:

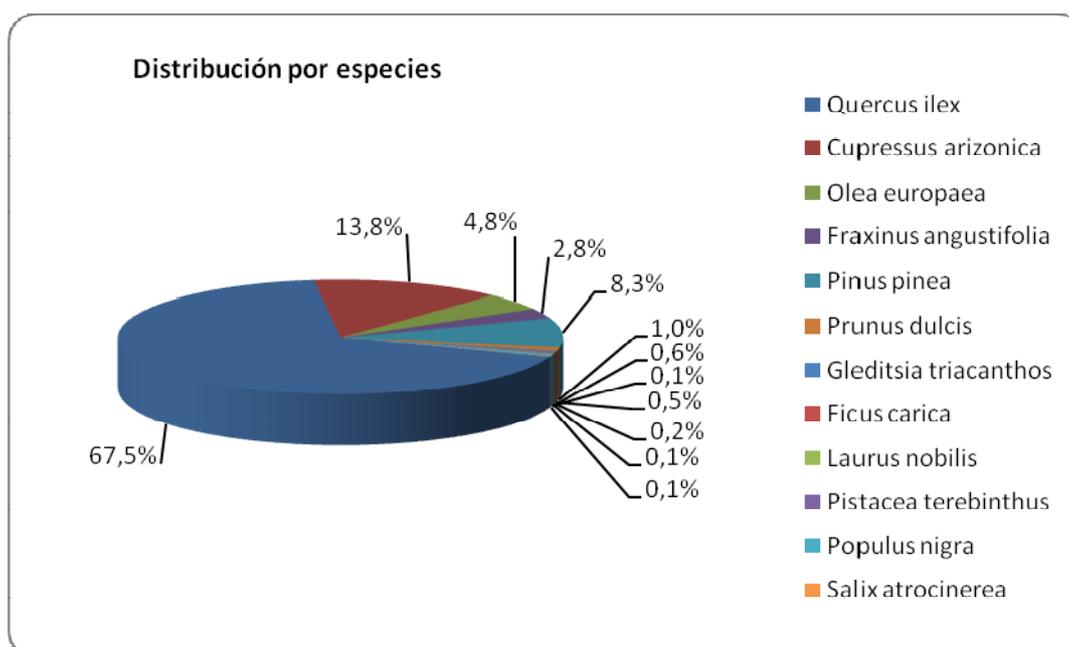


La mayor concentración de posiciones trasplantadas se concentra entre los puntos kilométricos 28 y 31, denominada como zona del río Perales.

La distribución por especies entre los árboles trasplantados se representa a continuación:

	nº ejemplares trasplantados	Porcentaje respecto al total censado
<i>Quercus ilex</i>	551	67,52
<i>Cupressus arizonica</i>	113	13,85
<i>Olea europaea</i>	39	4,78
<i>Fraxinus angustifolia</i>	23	2,82
<i>Pinus pinea</i>	68	8,33
<i>Prunus dulcis</i>	8	0,98
<i>Gleditsia triacanthos</i>	4	0,49
<i>Ficus carica</i>	2	0,25
<i>Laurus nobilis</i>	1	0,12
<i>Pistacea terebinthus</i>	1	0,12
<i>Populus nigra</i>	5	0,61
<i>Salix atrocinerea</i>	1	0,12
<b>Total</b>	<b>816</b>	<b>100,00</b>

Las cinco primeras especies; encina (*Quercus ilex*), ciprés de Arizona (*Cupressus arizonica*), olivo (*Olea europaea*), fresno de hoja estrecha (*Fraxinus angustifolia*) y pino piñonero (*Pinus pinea*) son con diferencia las más abundantes dentro del total trasplantado, estas especies suponen el 97% del arbolado inventariado.



En cuanto a la distribución de clases diamétricas de los árboles trasplantados, se han obtenido los siguientes datos:

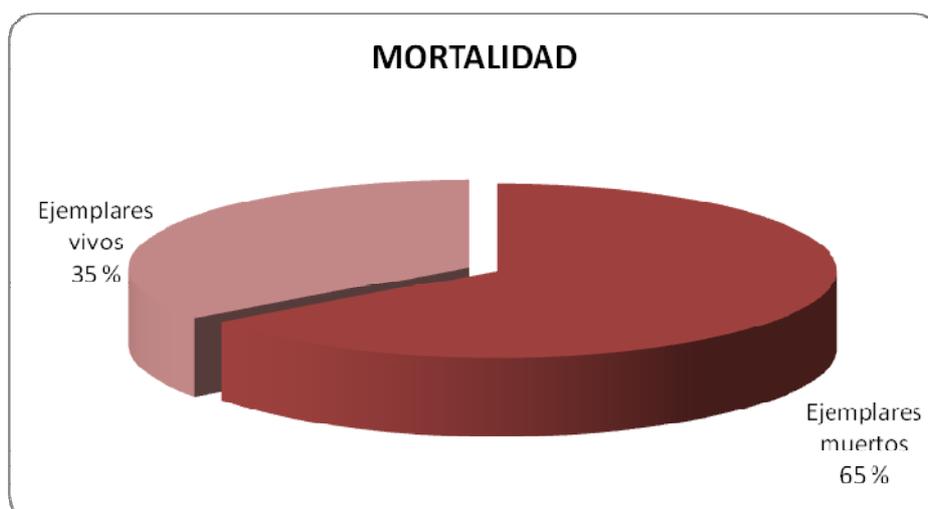
Clases diamétricas	nº ejemplares trasplantados	Porcentaje respecto al total censado
< 10	279	34,19
10 - 20	236	28,92
20 - 30	126	15,44
30 - 40	79	9,68
40 - 50	33	4,04
50 - 60	27	3,31
60 - 70	19	2,33
70 - 80	10	1,23
80 - 90	3	0,37
> 90	4	0,49
<b>Total</b>	<b>816</b>	<b>100,00</b>

El 63% del arbolado trasplantado presenta valores de diámetro de tronco menores de 20 cm, es decir, arbolado de pequeño porte y todavía joven. El 37% restante se considera como arbolado de porte grande o muy grande, que ha alcanzado cierto desarrollo importante y de edad madura o vieja. En el caso de las encinas, ejemplares de más de 60 cm de diámetro se deben considerar como individuos añosos y notables.

#### 4.2. Datos del estado del arbolado

Del total de 816 árboles trasplantados, se han contabilizado **530** ejemplares muertos. Se considera como ejemplar muerto aquel que presenta un porcentaje total de copa seca del 100% así como los árboles talados (tocones) con posterioridad al trasplante e independientemente de las causas que hayan originado su tala, ya que su mero apeo debe considerarse como un fallo a la supervivencia después del trasplante.

La tasa de mortalidad un año después de la ejecución del trasplante es de 65 %, lo que sitúa la tasa de supervivencia o éxito en un 35 %.

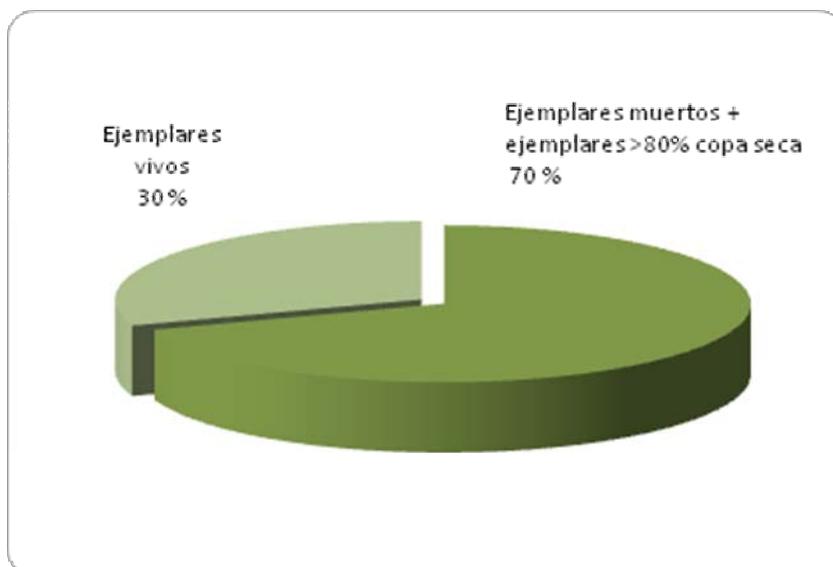


La tasa de mortalidad analizada por especies es la siguiente:

	Total ejemplares trasplantados	Nº árboles muertos	% mortalidad
<i>Quercus ilex</i>	551	364	66
<i>Cupressus arizonica</i>	113	87	77
<i>Pinus pinea</i>	68	59	87
<i>Olea europaea</i>	39	1	3
<i>Fraxinus angustifolia</i>	23	12	52
<i>Prunus dulcis</i>	7	1	14
<i>Populus nigra</i>	6	5	83
<i>Gleditsia triacanthos</i>	4	1	25
<i>Ficus carica</i>	2	0	0
<i>Laurus nobilis</i>	1	0	0
<i>Pistacea terebinthus</i>	1	0	0
<i>Salix atrocinerea</i>	1	0	0
<b>Total</b>	<b>816</b>	<b>530</b>	<b>65</b>

Como se puede observar, de 551 encinas trasplantadas se han contabilizado 364 muertas, lo que supone un porcentaje de mortalidad del 66% (un 1% superior a la mortalidad global). Los pinos y las arizónicas presentan altas tasas de mortalidad (87% y 77% respectivamente) aunque su población es menor que la población de encinas. Los olivos tienen una baja tasa de mortalidad, únicamente un 3%. Los porcentajes en las demás especies encontradas no se deben considerar como representativos ya que las poblaciones son demasiado reducidas.

Al valorar no únicamente mortalidad sino el estado general, se deben considerar aquellos ejemplares con un porcentaje de copa seca igual o mayor del 80 %, lo que implica una vitalidad muy baja y pocas expectativas de supervivencia. El número total de árboles muertos más aquellos en muy mal estado vital asciende a **564**, un 70 % del total de los trasplantados.

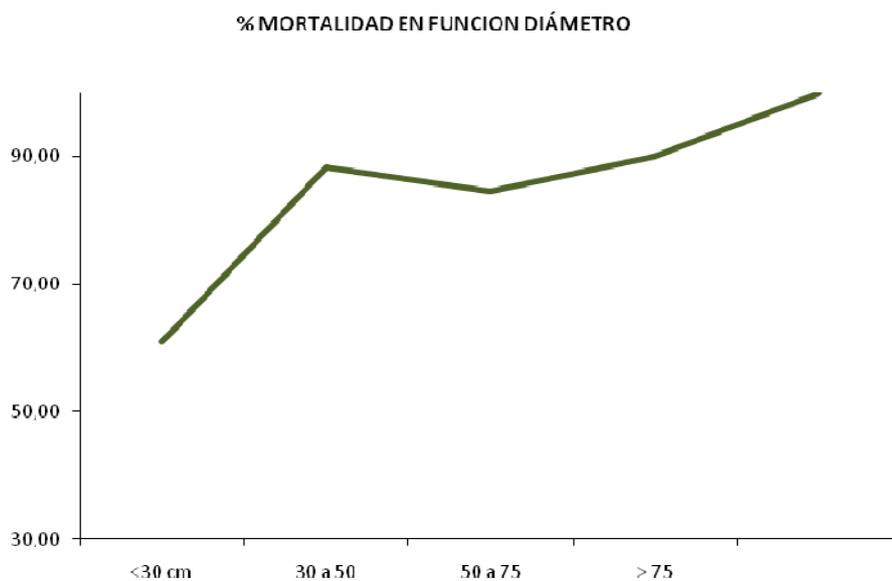


#### 4.3. Datos del estado de las encinas.

Como ya se ha comentado en el punto anterior, la tasa de mortalidad de las encinas trasplantadas es del 66 %.

Las probabilidades de éxito del trasplante disminuyen cuanto mayor es el la edad y el porte del ejemplar. En la siguiente gráfica se aprecia la relación entre mortalidad y el diámetro de tronco de las encinas trasplantadas:

Diámetro	Nº de encinas	% de mortalidad
<30 cm	442	60,86
30 a 50	60	88,33
50 a 75	39	84,62
> 75	10	90,00



La mortalidad a partir de los 30 cm de diámetro de tronco se dispara hasta alcanzar el 90 % en diámetros mayores de 75 cm.

Por otro lado, se analiza, igual que se hizo con el conjunto del arbolado, no solo la mortalidad sino el estado general, considerando como casi secos a los ejemplares que presentan una copa seca mayor o igual al 80 %. En el caso de las encinas, el número total de muertas más aquellas en muy mal estado vital suma 391, lo que supone un 71% del total de las encinas trasplantadas.

A continuación se analizan de manera conjunta los datos de vitalidad más los de edad de las encinas. Se consideran como ejemplares con un porte considerable (que por tanto han

alcanzado ya cierta edad) aquellas encinas con más de 20 cm de diámetro. El porcentaje de encinas con más de 20 cm que un año después del trasplante están muertas es del 84 %.

Si del conjunto de encinas que tienen un diámetro mayor de 20 cm se observan las que han muerto y las que tienen una vitalidad muy baja (más del 80 % de la copa seca) entonces el porcentaje sube hasta alcanzar el 90 %.

#### 4.4. Discusión de los datos.

Resumiendo, los datos de mortalidad alcanzan un 65 % para el conjunto del arbolado y un 66 % para el caso particular de las encinas, resultados muy alejados de lo que se debe considerar como un alto porcentaje de supervivencia o éxito, que supuestamente se pretendía alcanzar con estos trasplantes.

Es importante resaltar que además de contar con el dato mortalidad (entendido en este trabajo como 100 % de copa seca), se debe también tener en cuenta el estado en el que se encuentra el arbolado que no está muerto. Un ejemplar con el 80 % de su copa seca es un árbol desprovisto casi al completo de su aparato fotosintético y por lo tanto muy desvitalizado. Las perspectivas de reversión de esta situación y de mejoría son prácticamente nulas. El 70 % del arbolado trasplantado está ya muerto o *prácticamente muerto*.

La situación del grupo de las encinas viene a enfatizar los datos generales. Su mortalidad general es muy elevada (66 %), y aumenta al considerar junto a las muertas las prácticamente muertas (70 %).

Se demuestra en el caso de las encinas, que existe una relación directa entre la probabilidad de fracaso o muerte y la edad del ejemplar (dato asimilable al porte o diámetro). El porcentaje de muerte en las encinas más grandes y más viejas (y por lo tanto aquellas con características más notables) es del 84 %.

## 5. Conclusiones

El trasplante de arbolado adulto, en general, tiene grandes probabilidades de fracaso, tanto más cuanto mayores sean los árboles y peores sean las condiciones del suelo en las que el árbol se haya desarrollado (fertilidad, profundidad, escasez de agua, etc.). Por otro lado, hay que recalcar que la encina en concreto es una especie especialmente sensible a los trasplantes y sus probabilidades de éxito suelen ser muy bajas.

En arbolado urbano, y más en arbolado silvestre, no se aborda un trasplante sin antes haber reconocido las condiciones de desarrollo de las raíces en el suelo. Y esto no sólo porque el trasplante debe lograr un volumen importante de raíces que garantice su viabilidad, sino porque tras el trasplante el árbol debe recuperar un anclaje en el suelo que soporte los empujes del viento en la copa. Es en el mundo del arbolado urbano ornamental, y no en el forestal, donde en las últimas décadas se han desarrollado las técnicas y las normativas a aplicar.

Por ello sorprende en este caso que se aborde un trasplante masivo sin haber realizado un estudio previo del suelo. En estas condiciones, no es de extrañar que a un primer informe declarando que 717 árboles son aptos para el trasplante, siga otro, de los mismos autores, en el que declaran que 592 de ellos no tiene un trasplante viable. Dada la dificultad de estos trabajos, existen referencia técnicas, como las indicadas precisamente por la Escuela Superior de Ingenieros de Montes (NTJ 08E, "Trasplantes de Grandes Ejemplares", elaborada por el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Cataluña, basada en varias normativas internacionales) y que, en este caso no se han respetado. Los requisitos técnicos son:

- 1. Época del trasplante.** El trasplante se realizó entre los meses de octubre y noviembre, fuera de la época recomendada que es el invierno, en los meses de reposo vegetativo.
- 2. Tamaños de cepellón.** El dimensionamiento del cepellón es con seguridad un factor clave del que dependerá en gran medida el éxito o el fracaso de la operación de trasplante. Se debe tratar de conservar intacto y funcional el máximo de sistema radicular posible. Según la Norma Tecnológica de Jardinería y Paisajismo 08E "Trasplante de grandes ejemplares", existen unas proporciones aproximadas entre el perímetro del ejemplar, el diámetro y la altura del cepellón que se debe obtener. Como norma general se considera que el diámetro del cepellón debe ser 2 ó 3 veces el perímetro del tronco medido a 1 metro de altura del terreno y 1 ó 2 veces en altura, excepto en grandes ejemplares y en casos especiales, donde se entiende que la relación debe ser todavía mayor. Así, por ejemplo, un árbol con 60 cm de perímetro del tronco (equivalente a unos 20 cm de diámetro de tronco) debería ser trasplantado con un cepellón de cómo mínimo 120 cm de diámetro y una altura de un metro aproximadamente. Realizar cepellones de gran tamaño implica grandes pesos. Siguiendo con el ejemplo, el cepellón que se realice para un ejemplar de 60 cm de perímetro, puede llegar a pesar más de 4 toneladas y media, lo que supone una serie de inconvenientes a la hora del manejo y del transporte.

A pesar de que la Escuela Superior de Ingenieros de Montes de la Universidad Politécnica de Madrid expresa que se debe respetar lo indicado en la Norma Tecnológica de Jardinería, difícilmente se ha podido respetar, dado que la propia Escuela Superior de Ingenieros de Montes determina que 592 de los 717 árboles no son trasplantables "por situarse sobre sustrato rocoso... y hacer, consecuentemente, técnicamente inviable su trasplante". Por lo tanto, se deduce que, al menos la mayor parte de ellos, han sido arrancados sin cepellón. Esta suposición viene corroborada por documentación gráfica tomada durante las obras del trasplante y por el hecho de que los grandes ejemplares se encuentran enterrados, ya que seguramente su falta de sistema radicular imposibilita que los árboles se mantengan en pie.



Foto 1. Trasplante de *Pinus pinea* con retroexcavadora y cincha al tronco.



Foto 2. Ejemplar de *Quercus ilex* arrancado y tumbado, sin cepellón y con un sistema radicular insuficiente.

- 3. Podas.** En lo referente a las copas, salvo los ejemplares muy pequeños, todos los demás (los que, precisamente suponen mayores molestias y gastos en su arranque y transporte) han recibido unas reducciones de copa mucho mayores que el 30 %, llegando, en los ejemplares de mayor porte, prácticamente al 100 %, lo que, de por sí, compromete gravemente su viabilidad. Este tipo de podas, del todo injustificables técnicamente, también vienen a incumplir las normativas técnicas que se deberían de haber seguido, (NTJ 08E y Decreto 8/1986 de la Consejería de Agricultura y Ganadería de la Comunidad de Madrid “Regulación de las labores de poda, limpia y aclareos en fincas de propiedad particular” que prohíbe la “poda de ramas de más de 12 centímetros de diámetro, salvo que estén verdaderamente secas o en estado vegetativo manifiestamente decadente”).



Foto 1. Ejemplar de encina desmochado

- 4. Tratamientos postrasplante.** De los cuidados postrasplante el riego es la labor fundamental que no puede ser descuidada. Hay que realizar riegos programados hasta por lo menos dos años después de realizado el trasplante. En cuanto al resto de tratamientos (abonados, preparados auxínicos, tratamientos fitosanitarios aplicados mediante endoterapia, etc), estos pueden ser de mayor o menor ayuda, siempre y cuando la calidad de la ejecución durante el trasplante haya sido la suficiente. En este caso, no se ha podido constatar cuales han sido estos cuidados postrasplante. Se han realizado tratamientos de endoterapia en aquellos ejemplares de mayor porte, pero no se ha podido determinar con qué tipo de productos y frecuencias.

En cuanto a la evolución esperada del arbolado trasplantado, en este informe se consideran vivos a una serie de ejemplares que, con gran probabilidad, morirán en el próximo periodo vegetativo (primavera- verano de 2008), pues la raquítica brotación que presentaban en el momento del estudio debe interpretarse no como un éxito de trasplante, sino como los últimos destellos de vida antes de la muerte.

En conclusión, se ha realizado un trasplante masivo y barato, siguiendo unas coordenadas dispares, inconexas y en algunos aspectos incluso contradictorias y sin respetar los condicionantes técnicos. En esas condiciones, era esperable un fracaso general, como el que se ha producido.