

# ANEXO 5: METODOLOGÍA EN VALORACIÓN DE RIESGO

## INTRODUCCIÓN

Para cada uno de los árboles seleccionados se ha realizado una evaluación visual mediante técnicas VTA o EVA (Evaluación visual del arbolado, según la metodología propuesta por *C. Matheck* y *H. Breloer*, aceptada a escala internacional por la ISA, Internacional Society of Arboricultura, con representación española a través de la Asociación Española de Arboricultura).

Una vez en campo, y simultáneamente a la inspección visual se seleccionaron aquellos árboles de los que se consideraba oportuno recabar información complementaria de su estado estructural a través de la inspección instrumental, mediante el empleo, según el caso, de resistógrafo o tomógrafo sónico.

Los datos individuales de cada árbol inspeccionado se recogieron directamente sobre una ficha digitalizada adaptada específicamente para este proyecto. Para ello se utilizaron ficheros de extensión Shape, compatibles con el sistema cartográfico municipal.

El modelo de ficha diseñado para la toma de datos en campo se ha realizado en base a la propuesta publicada por *Matheny* y *Clark* (*Tree Hazard Evaluation Form* en el libro *Evaluation of Hazard Trees in Urban Areas*) y a la ficha de valoración de Riesgo utilizada para la evaluación del arbolado Viario de Madrid, publicada en los pliegos de condiciones vigentes en el presente contrato.

**INFORME DE VALORACIÓN DE RIESGO DEL ARBOLADO**

C/ José Ortega y Gasset    OBJETOID: 15717  
DISTRITO: 4.Salamanca    LOTE: 2

ESPECIE: Últimus pumila

DIANA: Alta

V. GLOBAL VITALIDAD: Media-alta

V. GLOBAL EMPUJE: Alto

ESTADO ESTRUCTURAL: Regular

PROBABILIDAD VUELCO: Alta

PROB. FRAC. TRONCO: Media

PROB. FRAC. RAMAS: Muy alta

1. Vista general del árbol

VALORACIÓN GLOBAL DEL RIESGO: Alto

PROPOSTA DE ACTUACIÓN: Tala

**DATOS DE ENTORNO**

TIPO DE POSICIÓN: Alineación en acera

TIPO DE SUPERFICIE: Tierra

TIPO DE ALCORQUE: Individual

ESTADO: Buen estado

TIPO DE CUBIERTA: No

ESTADO: -

ELEMENTO DE PROTECCIÓN: No

ESTADO: -

TIPO DE VIAL: Tipo B

ANCHO DE ACERA: 7,5 m

ENTORNO CALZADA: Aparcamiento línea

MARCO PLANTACIÓN: Muy pequeño: 3-5

ESPACIO DISPONIBLE: Pequeño

2. Localización

**DATOS DENDROMÉTRICOS Y DE DESARROLLO**

PERÍMETRO: 134 cm    ALTURA 1ª RAMA: 3,8 m

ALTURA: 12 m    DIÁMETRO DE COPA: 9,0 m

EDAD RELATIVA: Maduro    DOMINANCIA: Dominante

FORMACIÓN: Muy alterada    Nº RAMAS PRINCIPALES: 3

HISTORIAL DE ACTUACIONES: Podas intensivas    ESTRUCTURAL: Estructurado

Vista del página inicial del informe

**DEFECTOS EN LA INSPECCIÓN VISUAL**

**COPA**

PRESENCIA DE RAMAS SECAS  
% no diám. - cm

TERCIADO NO CONSOLIDADO  
% 20 diám. 10 cm D.Chup. 5

CORTEZA INCLUIDA  
Diámetro: No cm Localización: -

HUECOS EN COPA

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

MADERA VISTA EN COPA

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

FIGURAS EN COPA  
Longitud: - cm Localización: -

FLORACIONES EN COPA: No

ANGULACIONES CON FUERCIÓN: No    AHILAMIENTO: Severo

3. Vista general de la copa

**RAMAS PRINCIPALES:**  
Ramas principales de gran longitud y perímetro, con ahilamiento severo.

**RAMAS SECUNDARIAS:**  
Ramas secundarias dispuestas sobre antiguos terciados con riesgo de fractura por fallo de anclaje.

**OBSERVACIONES:**  
Copa de gran volumen, con ahilamiento general, más acusado en ramas secundarias. Elevado riesgo de fractura por mal anclaje estructural.

3.a Detalle ahilamiento de copa    3.b Detalle ahilamiento de copa

Vista de datos de Inspección de copa

A continuación se presenta de manera resumida los aspectos más importantes que se ha elegido tomar sobre cada uno de los árboles inspeccionados:

1. Datos de identificación
2. Diana
3. Datos de entorno
4. Datos dendrométricos y de desarrollo
5. Vitalidad
6. Empuje viento y vela
7. Plagas y enfermedades
8. Defectos en la inspección visual.
  - a. Copa
  - b. Tronco
  - c. Base
9. Testificación instrumental
10. Valoración global

Además, en la definición de la ficha se ha realizado un esfuerzo en la generación y colocación de fotografías necesarias para la adecuada comprensión del informe, de forma que se facilite la visión de la información mostrada. Asimismo, mediante un sencillo código de colores, se presenta de forma resumida los datos resumen, más relevantes, de cada ejemplar inspeccionado.

Se detalla, a continuación, cómo se ha realizado la toma de datos para cada uno de los campos.

### Datos de identificación

C/ José Ortega y Gasset	<b>OBJECTID:</b>	15717
DISTRITO: 4.Salamanca	<b>LOTE:</b>	2
<b>ESPECIE:</b>	<i>Ulmus pumila</i>	

En primer lugar se recoge la información necesaria para poder identificar inequívocamente el árbol objeto del informe. Para ello se recogen la información relativa al OBJECTID del Gis Municipal, el Distrito, Lote y

zona donde se encuentra el ejemplar así como la especie a la que pertenece.

### Diana

El valor Diana recoge de manera sistemática qué hay debajo del árbol y qué puede quedar afectado por la caída del árbol o de alguna de sus partes. En el caso del ámbito objeto de este informe se ha clasificado todo el arbolado con Diana Alta o muy alta, debido a la gran presión de Uso que existe en este entorno.

## Datos de entorno

Este apartado recoge datos relativos al entorno de los árboles, tanto a nivel de copa como en la base. Para ello se utilizan como punto de partida los datos tomados en el inventario relativos al entorno del arbolado teniéndose en cuenta, además el posible espacio disponible para un adecuado desarrollo del árbol.

## Datos dendrométricos y de desarrollo

Los datos tomados en campo son:

- Los *datos dendrométricos*, tal y como se toman en inventario: perímetro a 1,30 m (altura de pecho o DBH), altura total, altura de primera rama estructural o diámetro de copa.
- La edad relativa para evaluar no sólo la edad del ejemplar sino su grado de envejecimiento basado en los modelos arquitectónicos o de desarrollo natural existentes (P. Raimbault, F. Hallé, R.A.A. Oldeman o C. Drenou). Finalmente se han agrupado en cinco categorías de partida, estos son “joven”, “maduro”, “viejo”, “decrépito” y “muerto”.
- Una descripción de la estructura de copa que recoge la formación, indicando si es en vaso, axial o abierta (ramificación libre sin eje principal dominante), el estado de la estructura (estructurado, desestructurado, muy desestructurado), así como el número de ramas principales que componen la estructura (2, 3, 4, 5 y más de 5).
- El historial de actuaciones llevadas a cabo en el ejemplar (podas de mantenimiento, eliminación de grandes ramas, rebaje antiguo, rebaje reciente, ejemplar no intervenido o sin poda o cableado).
- La comparación del desarrollo del ejemplar frente a los árboles que tiene en su entorno. Este campo ha sido denominado Dominancia, pudiendo albergar las siguientes opciones, dominante, Codominante, dominado o suprimido.

DATOS DENDROMÉTRICOS Y DE DESARROLLO			
PERÍMETRO:	134 cm	ALTURA 1ª RAMA:	3,8 m
ALTURA:	12 m	DIÁMETRO DE COPA:	9,0 m
EDAD RELATIVA:	Maduro	DOMINANCIA:	Dominante
FORMACIÓN:	Muy alterada	Nº RAMAS PRINCIPALES:	3
HISTORIAL DE ACTUACIONES:	Podas intensivas	ESTRUCTURA:	Estructurado

## Vitalidad

La *vitalidad* es un dato primordial a considerar en la evaluación del arbolado ya que un ejemplar vital es capaz de hacer frente a la mayoría de las agresiones que se le presenten, sin embargo, un ejemplar con la vitalidad disminuida o nula no podrá responder con la misma efectividad ante avance de pudriciones, plagas o enfermedades, etc. Para llevar a cabo una valoración cuantificada y comparable de la vitalidad del arbolado, se ha tenido en cuenta las siguientes variables: la *presencia y transparencia* de copa, la capacidad de recubrimiento cambial o *cicatrización*, los *síntomas de regresión* que pueda presentar el ejemplar, la presencia o no de *brotos epicórmicos* o las pautas de brotación del último año. La presencia de copa del árbol se determina a partir de la relación entre la copa real que presenta el árbol y la que tendría en caso de desarrollo máximo para unas condiciones ideales de luz, espacio, agua, nutrientes, etc.. La transparencia de copa mide la inversa de la densidad foliar del árbol o su superficie fotosintetizadora en copa. En el caso de la regresión radicular podemos evaluar si existe o no muerte centrípeta de la copa u otros síntomas de descenso de copa. El resto de los apartados mencionados, la capacidad de cicatrización, la presencia de brotes epicórmicos o brotaciones desordenadas en copa o tronco, o bien posibles elongaciones cortas o nulas de los brotes del año, también son referentes de la vitalidad y la posible regresión.

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

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

VITALIDAD	
	PRESENCIA DE COPA: Alta
	TRANSPARENCIA DE COPA: Baja
	REGRESIÓN DE COPA: Incipiente
	BROTOS EPICÓRMICOS: Sí, inducido por podas
	COLOR HOJAS: Normal
	TAMAÑO HOJAS: Normal
	CRECIMIENTOS ANUALES: Normales
	CICATRIZACIÓN: Pobre
	MADERA COMPENSACIÓN-REACCIÓN: Normal
	VALORACIÓN GLOBAL VITALIDAD: Media - alta

3. Detalle vitalidad del ejemplar

En todos los informes se adjunta una foto representativa correspondiente a la vitalidad del ejemplar.

## Empuje viento y vela

Además se toma un valor estimado del empuje potencial del viento sobre la copa del árbol (bajo, medio, alto o muy alto).

La acción del viento puede causar diferentes daños, desde la caída de ramillas y ramas vivas o secas hasta el vuelco del árbol. Para poder determinarlo se ha valorado la exposición al viento, la altura del árbol, su porte más o menos espigado, el efecto vela de la copa (determinado por su tamaño), la existencia o no de inclinación del ejemplar y aspectos climatológicos del lugar.

Asimismo, en los informes se ha considerado la posible existencia de una rama saliente que incremente el efecto palanca en su oposición al empuje incrementando el riesgo de rotura de ramas de los árboles.

EMPUJE, VIENTO Y VELA			
ALTURA:	Media	VELA:	Grande
EXPOSICIÓN:	Alto	PALANCA RAMA SALIENTE:	Mediana
VALORACIÓN GLOBAL DEL EMPUJE:		Alto	

## Plagas y enfermedades

Las *plagas y enfermedades* que puedan suponer una merma del estado de salud del árbol deben quedar recogidas en el informe, ya que un ataque severo puede debilitar en gran medida al ejemplar. Hay que tener en cuenta que en ocasiones no se puede rellenar este apartado, porque no es posible apreciar la afección en el momento de realización del análisis. También se ha tenido en cuenta la presencia de cuerpos fructíferos de hongos de pudrición de la madera, su identificación, características y efectos que pueden tener sobre la estática del árbol y/o su estado fisiológico.

## Defectos en la inspección visual.

La valoración de defectos se realiza siempre se arriba a abajo, es decir, comenzando por la copa, y terminando por la base. De esta forma, tras la inspección de la parte aérea se permite identificar mejor posibles daños en la base del árbol.

### Copa

La inspección visual exhaustiva de la copa permite detectar posibles defectos o problemas estructurales. Se valora y anota la existencia de síntomas de regresión o decaimiento de copa y la proporción de ramas secas respecto al total de la copa. Se señala también si existe ahilamiento o espigamiento de la copa, caracterizada por crecimientos longitudinales de ramas relativamente superiores a los crecimientos radiales, resultado de una restricción del espacio disponible o de reducida insolación. Asimismo se identifican pudriciones, cavidades, cortezas incluidas fisuras y otras zonas de debilidad, como la existencia de angulaciones en pudriciones que podrían derivar en roturas. Asimismo, se ha procedido a valorar el grado de ahilamiento de los árboles, al tratarse de ejemplares desarrollados en espesura.

De cara a poder detallar mejor posibles defectos, se describe la situación actual de las ramas principales y secundarias, y se realiza una breve valoración del estado de la copa en el campo observaciones.

**DEFECTOS EN LA INSPECCIÓN VISUAL**

**COPA**

PRESENCIA DE RAMAS SECAS  
% No diám. - cm

TERCIADO NO CONSOLIDADO  
% 20 diám. 10 cm D.Chup. 3

CORTEZA INCLUIDA  
Diámetro: No cm Localización: -

HUECOS EN COPA

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

MADERA VISTA EN COPA

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

FIJURAS EN COPA  
Longitud: - cm Localización: -

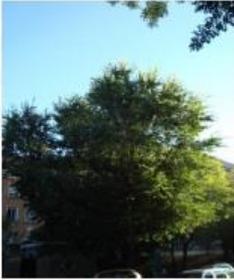
PUDRICIONES EN COPA: No

ANGULACIONES CON PUDRICIÓN: No AHILAMIENTO: Severo

RAMAS PRINCIPALES:  
Ramas principales de gran longitud y perímetro, con ahilamiento severo.

RAMAS SECUNDARIAS:  
Ramas secundarias dispuestas sobre antiguos tendidos con riesgo de fractura por fallo de anclaje.

OBSERVACIONES:  
Copa de gran volumen, con ahilamiento general, más acusado en ramas secundarias. Elevado riesgo de fractura por mal anclaje estructural.



5. Vista general de la copa



5.a Detalle ahilamiento de copa



5.b Detalle ahilamiento de copa

15717

3

tecnigral

Vista de datos de inspección de copa

**DEFECTOS EN LA INSPECCIÓN VISUAL (Continuación)**

**TRONCO**

INCLINACIÓN: 15 Orientación: Suroeste

TORSIÓN: No

EXUDACIONES: 1

FIJURAS EN TRONCO: -

ENGROSAMIENTOS: No

HUECOS EN TRONCO:

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

MADERA VISTA EN TRONCO:

	1	2	3	4
Ancho	45	-	-	-
Alto	95	-	-	-

ANILLAMIENTO: No IMPACTO VEHÍCULOS: No

MADERA MUERTA: Moderada

OBSERVACIONES:  
Superficie elevada de maderas vistas en zona próxima a la cruz, signos pobres de cicatrización.

**BASE**

HUECOS EN BASE

	1	2	3	4
Ancho	-	-	-	-

MADERA VISTA EN BASE

	1	2	3	4
Ancho	-	-	-	-

DAÑOS RAÍCES: No

RAÍCES SUPERFICIALES: Sí, hasta 1 m del cuello

RAÍCES ESTRANGULANTES: Grave

COMPACTACIÓN: Alta AFECCIÓN RAÍCES ENTORNO: Sí

ALTERACIÓN TERRENO: Abombamiento ALTERACIÓN ENTORNO OBRAS: No

IMPACTOS VEHÍCULOS BASE: No POSIBLE MOV. TERRENO: No

OBSERVACIONES:  
Presencia de raíces estrangulantes de grosor considerable, muy próximas al cuello de la raíz. Abombamiento del pavimento colindante en el lado opuesto al sentido de la inclinación.



6. Vista general del tronco



7. Vista general de la base

15717

4

tecnigral

Vista de datos en inspección de tronco y base

## Tronco

El análisis visual del tronco se realiza teniendo en cuenta la inclinación del fuste, las maderas vistas u oquedades, presencia de pudriciones, existencia de chancros o zonas muertas en la zona perimetral del tronco y otros problemas estructurales. Al igual que en el apartado anterior, se identifican los puntos más débiles, y queda perfectamente descrito en el campo observaciones.

## Base

Por último se analiza la base, identificando, además de defectos significativos como huecos, maderas vistas y chancros o zonas muertas, tanto por lo que significan estructuralmente, como por su íntima relación con las primeras raíces estructurales y su estado. De igual manera se anotan aquellos casos en los que existen dudas sobre la existencia de daños en el sistema radicular, tanto naturales como consecuencia de alteraciones en el entorno.

## Testificación instrumental

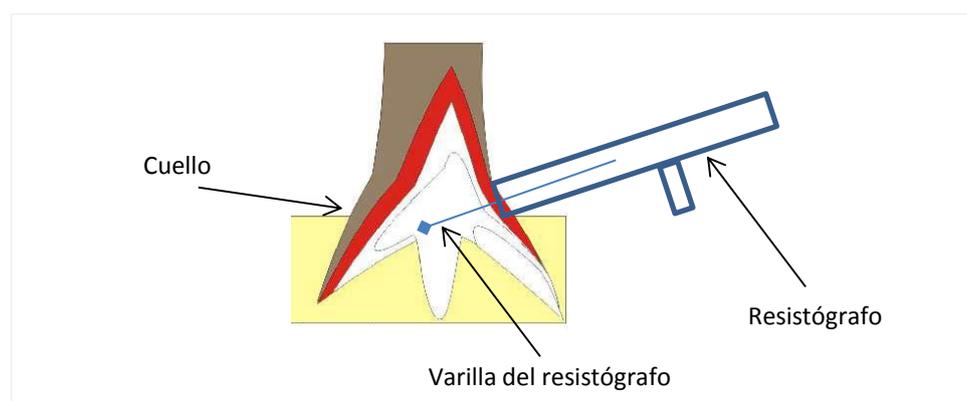
Posteriormente a la evaluación visual, se procede a la inspección instrumental de aquellos ejemplares en los que se considera necesario obtener información adicional sobre el estado estructural de la madera, con resistógrafo o tomógrafo sónico.

El uso de un aparato de testificación u otro se realiza en función de las posibles situaciones encontradas y de las ventajas e inconvenientes de cada instrumento de testificación. Con el fin de

identificar posibles puntos críticos, se ha contado con el apoyo de un martillo de goma para la detección de defectos internos.

En los árboles viejos el compartimento central del árbol deja de estar conectado con la parte viva del fuste, por lo que el xilema deja de estar fisiológicamente activo y es susceptible de ser colonizado por los hongos descomponedores de madera. También es frecuente la colonización de la madera del cuello a través de heridas originadas en raíces o en la base.

Por tanto el estado del sistema radicular se ha evaluado mediante testificación con resistógrafo a nivel de la base, introduciendo la varilla con una inclinación descendente de aproximadamente 15-20 ° hacia el interior del cuello, con el fin de detectar pudriciones y cavidades internas reveladoras de una disminución del sistema de anclaje. A continuación se muestra un esquema de la técnica empleada para estos casos.



**Sistema de detección de pudrición y cavidades internas con resistógrafo**

Además también se han testificado otras zonas del tronco o de las copas en las que se sospechaba que pudiera haber pérdidas estructurales.

Todas las testificaciones realizadas incorporan su interpretación gráfica y una imagen que permite una identificación más fácil del lugar donde ha sido realizada.

## Valoración global

Las *conclusiones* del árbol inspeccionado recogen de manera resumida los aspectos analizados más significativos para elaborar las *propuestas de actuación*.

- Considerando todos estos elementos, se ha analizado la probabilidad de ocurrencia de daños por fallo a nivel de base o raíces, tronco y ramas, así como la gravedad de estos daños en caso de que se produjera un accidente. Con estos datos, unido a la evolución esperada del ejemplar en función de la vitalidad del árbol y a las características de los hongos de pudrición o de otros agentes que puedan repercutir en la evolución futura del ejemplar, se hace una valoración global del riesgo del árbol.

TESTIFICACIÓN INSTRUMENTAL			
INSTRUMENTAL:			
Nº TOMAS			
VALORACIÓN GLOBAL			
EVOLUCIÓN ESPERADA:	Acorde con su fase de desarrollo	Fecha inspección:	18/09/2015
PROBABILIDAD DE VUELCO:	Alta		
PROBABILIDAD DE FRACTURA TRONCO:	Media		
PROBABILIDAD DE FRACTURA RAMAS:	Muy alta		
VALORACIÓN GLOBAL DEL RIESGO:	Alto		

- Asimismo se han propuesto distintas actuaciones a realizar en cada ejemplar encaminadas a reducir el riesgo del arbolado objeto del informe. Estas propuestas razonadas han sido una o varias de las siguientes:
  - **Revisión periódica.** Consiste en la realización de un seguimiento periódico y programado para conocer la evolución del árbol, tanto a nivel estructural como de su vitalidad. Aparte de aquellas inspecciones que se realice en las labores ordinarias de inspección, se considera necesario hacer dos inspecciones anuales, una en el momento de la brotación primaveral del árbol (abril) y otra con el comienzo del cambio de coloración otoñal, previa a la abscisión foliar (octubre o noviembre).
  - **Podas**, entre las que se distinguen las siguientes categorías:
    - i. **Poda de mantenimiento.**
    - ii. **Acortamiento de rama/s:**
    - iii. **Eliminación de ramas secas**
    - iv. **Eliminación de rama/s**
    - v. **Equilibrado de copa**

- **Reducción de copa.** Rebaje de altura de la copa o reducción de la misma con el objetivo de descargar el peso la estructura a la vez que se reduce el efecto vela y palanca producido por el viento. Estas pueden ser leves, moderadas o fuertes. En este caso sólo se proponen reducciones de 2 tipos. Estas propuestas responden al objetivo de reducir temporalmente el riesgo del árbol, aun siendo conscientes de la generación de nuevos problemas en el futuro, que obliga a tener un mantenimiento más intensivo o a establecer un sistema de revisiones periódicas. Los tipos propuestos en este estudio son los siguientes
  - i. **Reducción de copa progresiva.** en árboles viejos o con baja vitalidad se recomienda ir reduciendo su altura paulatinamente, con objeto de minimizar el riesgo por empuje del viento.
  - ii. **Rebaje de copa puntual.** Se realiza un rebaje de copa que deberá ser mantenido en el tiempo, mediante la realización de actuaciones de poda periódicas.
- **Tala.** Apeo del ejemplar.

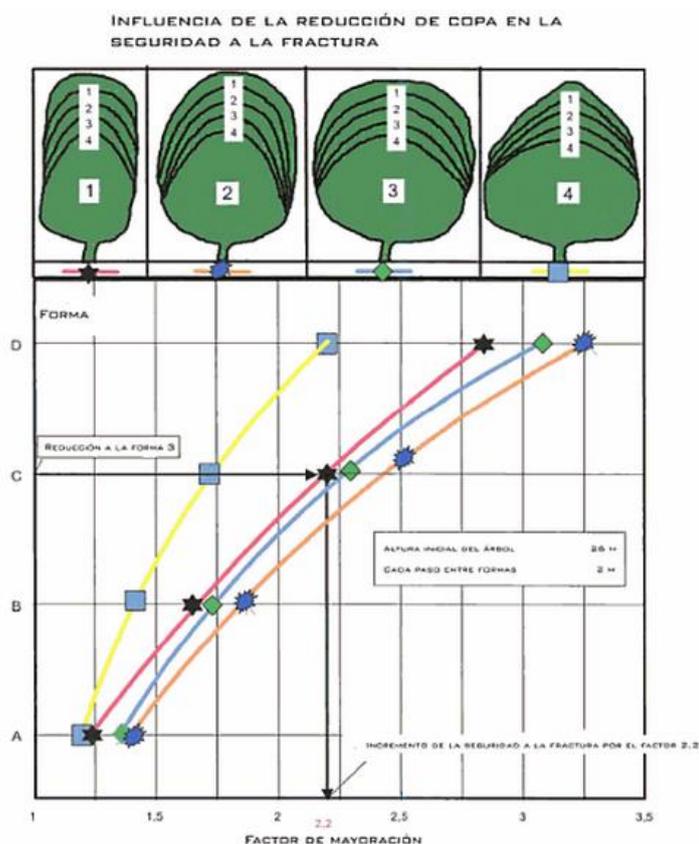


Diagrama "D" del método SIA (Static Integrated Assessment) para el cálculo de la reducción de la altura de copa (Wessolly, 1995b, tomado de Calaza 2012)

Finalmente a cada árbol se le ha asignado un orden de prioridad de actuación (valores de 1 a 4), siendo las actuaciones con valor 1 las consideradas de mayor urgencia.

Tal y como se ha podido ver, en la primera página del informe se muestra también un pequeño resumen con los datos más relevantes del árbol, junto a una imagen que representa la vista general del árbol.

INFORME DE VALORACIÓN DE RIESGO DEL ARBOLADO		
 <p>1. Vista general del árbol</p>	C/ José Ortega y Gasset	OBJECTID: 15717
	DISTRITO: 4.Salamanca	LOTE: 2
	ESPECIE:	<i>Ulmus pumila</i>
	DIANA:	Alta <span style="color: red;">■</span>
	V. GLOBAL VITALIDAD:	Media-alta <span style="color: green;">■</span>
	V. GLOBAL EMPUJE:	Alto <span style="color: red;">■</span>
	ESTADO ESTRUCTURAL:	Regular <span style="color: yellow;">■</span>
	PROBABILIDAD VUELCO:	Alta <span style="color: red;">■</span>
	PROB. FRAC. TRONCO:	Media <span style="color: yellow;">■</span>
	PROB. FRAC. RAMAS:	Muy alta <span style="color: red;">■</span>
VALORACIÓN GLOBAL DEL RIESGO:		Alto <span style="color: red; font-size: 1.2em;">■</span>
PROPUESTA DE ACTUACIÓN:		Tala