

# Modelo de Evaluación y Gestión Integral de Riesgo del Arbolado Urbano de Madrid (MIRAR)

## INDICE

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
Visión estructural del Modelo MIRAR.....	8
<b>MÓDULO 1. FUNDAMENTOS Y GOBERNANZA .....</b>	<b>10</b>
1.1. Justificación normativa y fundamento institucional del modelo.....	10
1.2. Objetivo del Modelo de Evaluación y Gestión Integral de Riesgo del Arbolado.....	11
1.3. Ámbito de aplicación.....	11
1.4. Definiciones.....	12
1.5. Principios del sistema.....	14
1.5.1 Principios fundacionales.....	14
1.5.2 Principios operativos del modelo .....	14
1.6. Agentes del sistema .....	15
1.7. Herramientas de control y auditoría.....	16
1.8. Cobertura y validez del modelo .....	16
1.9. Coherencia normativa.....	17
1.10. Desarrollo documental del Modelo .....	18
<b>MÓDULO 2. CAPACITACIÓN Y CULTURA DEL RIESGO .....</b>	<b>20</b>
2.1. Finalidad .....	20
2.2. Activación .....	20
2.3. Responsabilidades de la empresa adjudicataria .....	20
2.4. Metodologías de capacitación .....	21
2.5. Medidas municipales asociadas .....	22
<b>MÓDULO 3. DIGITALIZACIÓN Y COMUNICACIÓN .....</b>	<b>23</b>
3.1. Finalidad .....	23
3.2. Funcionamiento general del sistema .....	23
3.3. Responsabilidades de la empresa adjudicataria .....	23
3.4. Sistema de digitalización, trazabilidad y comunicación de la información.....	24
3.5. Funciones municipales de gestión del sistema .....	24
<b>MÓDULO 4. OPERATIVA PREVENTIVA Y REACTIVA .....</b>	<b>25</b>
4.1. Finalidad .....	25
4.2. Gestión ordinaria.....	25
4.2.1 Objetivo .....	25

4.2.2	Protocolo de actuación .....	25
4.2.3	Responsabilidades de la empresa adjudicataria .....	26
4.2.4	Medidas municipales asociadas .....	26
4.2.5	Cierre de actuaciones ordinarias y retroalimentación .....	27
4.3.	Gestión pre-evento .....	27
4.3.1	Finalidad .....	27
4.3.2	Activación .....	27
4.3.3	Protocolo de actuación .....	27
4.3.4	Responsabilidades de la empresa adjudicataria .....	29
4.3.5	Medidas municipales asociadas .....	29
4.3.6	Cierre de la prealerta y retorno a seguimiento ordinario .....	29
4.4.	Gestión post-evento .....	29
4.4.1	Finalidad .....	29
4.4.2	Activación .....	29
4.4.3	Protocolo de actuación .....	30
4.4.4	Responsabilidades de la empresa adjudicataria .....	30
4.4.5	Medidas municipales asociadas .....	30
4.4.6	Cierre del post-evento y retroalimentación .....	31
<b>MÓDULO 5. EVALUACIÓN ORDINARIA Y NIVELES DE ATENCIÓN.....</b>		<b>32</b>
5.1.	Objetivo del módulo .....	32
5.2.	Proceso de diseño del algoritmo .....	32
5.3.	Tipología de los factores de atención .....	33
5.4.	Implicaciones de los factores de atención.....	34
5.5.	Niveles de atención técnica del modelo MIRAR .....	35
5.6.	Registro de medidas adoptadas y justificación técnica .....	37
<b>MÓDULO 6. EVALUACIÓN AVANZADA.....</b>		<b>38</b>
6.1.	Finalidad.....	38
6.2.	Activación.....	38
6.3.	Protocolo de actuación .....	39
6.4.	Responsabilidades de la empresa adjudicataria.....	39
6.5.	Metodologías de evaluación avanzada.....	40
6.6.	Medidas municipales asociadas.....	41
6.7.	Cierre de la evaluación avanzada .....	42
<b>MÓDULO 7. INVESTIGACIÓN APLICADA Y MEJORA CONTINUA.....</b>		<b>43</b>

7.1.	Finalidad .....	43
7.2.	Activación .....	43
7.3.	Responsabilidades de la empresa adjudicataria .....	43
7.4.	Medidas municipales asociadas .....	44
7.5.	Metodologías de investigación aplicada .....	44
7.6.	Cierre del módulo.....	46
<b>ANEXOS. CIERRE Y DESARROLLO MEDIANTE ANEXOS TÉCNICOS .....</b>		<b>48</b>
<b>ANEXO I. RESULTADOS DE LA JORNADA DE GESTIÓN DE RIESGOS.....</b>		<b>49</b>
<b>ANEXO II. APORTACIONES TÉCNICAS MUNICIPALES Y PROCESO DE CONTRASTE DEL MODELO MIRAR .....</b>		<b>50</b>
1.	Finalidad del anexo .....	50
2.	Antecedentes del proceso de elaboración.....	50
3.	Alcance y naturaleza de las aportaciones recibidas.....	50
4.	Criterios de tratamiento de las aportaciones .....	51
5.	Síntesis de las principales aportaciones y tratamiento dado.....	51
5.1.	Aportaciones sobre el alcance del modelo .....	51
5.2.	Aportaciones de precisión conceptual y terminológica.....	51
5.3.	Aportaciones relativas a los factores de atención y su interpretación.....	52
5.4.	Aportaciones sobre el papel de la diana y la exposición .....	52
5.5.	Aportaciones sobre operativa y viabilidad.....	53
5.6.	Aportaciones sobre funciones, roles y validación.....	53
5.7.	Aportaciones sobre formación y acreditación .....	53
6.	Consideraciones finales derivadas del contraste técnico .....	53
7.	Valor legitimador del proceso de contraste.....	54
8.	Carácter abierto y mejora continua .....	54
<b>ANEXO III. ACTA DE MESA DEL ÁRBOL.....</b>		<b>56</b>
<b>ANEXO IV. DOCUMENTOS TÉCNICOS NORMALIZADOS DEL MODELO MIRAR.....</b>		<b>57</b>
1.	Finalidad del anexo. ....	57
2.	Ficha técnica de evaluación ordinaria del arbolado.....	57
2.1.	Finalidad y contenido .....	57
2.2.	Modelo de ficha .....	57
3.	Informe de Inspección Técnica de Arbolado.....	58
3.1.	Naturaleza .....	58
3.2.	Finalidad .....	58
3.3.	Ámbito de aplicación.....	59
4.	Ejemplo de apartado de observaciones en ficha SERVER/empresa de conservación	

<b>ANEXO V. MANUAL DEL ALGORITMO DE DECISIÓN.....</b>	<b>66</b>
<b>ANEXO VI. ESTUDIOS DESARROLLADOS .....</b>	<b>67</b>
0. Viento.....	67
1. SIGO .....	67
2. AGFOREST .....	67

## **Introducción**

Madrid es una ciudad vivida también a la sombra de sus árboles. El arbolado urbano forma parte esencial de su identidad, aporta salud, bienestar y equilibrio ambiental, y constituye un patrimonio vivo que debe ser conservado con responsabilidad y visión de futuro.

Gestionar este patrimonio implica asumir una doble obligación: proteger su valor ecológico y social, y garantizar al mismo tiempo la seguridad de las personas y de los bienes. Los árboles son organismos vivos, sometidos a procesos naturales de crecimiento, envejecimiento y adaptación al entorno urbano. Como tales, pueden generar situaciones de riesgo que deben ser prevenidas, evaluadas y gestionadas con rigor técnico, proporcionalidad y transparencia.

En el marco del proceso de mejora continua de los servicios municipales y con el objetivo de analizar de manera sistemática la forma tradicional de gestión del riesgo del arbolado urbano, el día 16 de septiembre de 2025 se celebró en La Rosaleda del Parque del Oeste una jornada técnica de trabajo con la participación de los responsables técnicos de todas las empresas de conservación que operan en la ciudad.

La jornada permitió realizar un diagnóstico compartido de la gestión actual, identificar fortalezas, oportunidades de mejora y necesidades de homogeneización de criterios, así como reforzar la cultura común del riesgo entre los distintos agentes implicados.

Las conclusiones técnicas de dicha sesión constituyen la base conceptual y operativa del diseño y desarrollo del presente Modelo de Evaluación y Gestión Integral de Riesgo del Arbolado Urbano de Madrid (en adelante, Modelo MIRAR), y pueden consultarse en el Anexo I.

El Modelo MIRAR nace con la vocación de dotar al Ayuntamiento de Madrid de un sistema común, homogéneo y trazable que permita anticipar y gestionar el riesgo del arbolado en toda la ciudad.

Su finalidad no es aspirar a un riesgo inexistente —incompatible con la propia naturaleza biológica del árbol y con la complejidad del entorno urbano—, sino mantener el conjunto del arbolado municipal dentro de un nivel basal razonablemente gestionable mediante atención ordinaria, metodologías técnicas y medidas proporcionadas conforme a criterios objetivos de conservación y seguridad.

El modelo se configura, por tanto, como una herramienta de gobernanza técnica y organizativa orientada a estructurar la observación, homogeneizar criterios mínimos de evaluación, reforzar la trazabilidad de las decisiones y facilitar la activación proporcionada de distintos niveles de atención técnica dentro del sistema municipal de conservación del arbolado.

El carácter integral del Modelo MIRAR deriva de que la gestión del riesgo del arbolado urbano no se limita exclusivamente a la identificación de defectos, anomalías o condiciones biomecánicas del árbol. La experiencia acumulada demuestra que los incidentes asociados al arbolado pueden estar igualmente condicionados por factores organizativos, procedimentales, tecnológicos o humanos vinculados a la propia gestión pública del riesgo.

La ausencia de inspecciones adecuadas, errores de identificación o registro, deficiencias en la transmisión de información, insuficiencias formativas, fallos en los sistemas de seguimiento, retrasos en la ejecución de actuaciones o carencias en los procedimientos de coordinación pueden constituir igualmente factores relevantes en la generación o agravamiento de situaciones de riesgo.

Por ello, MIRAR adopta una visión sistémica e integrada de la gestión del riesgo, abordando no sólo las condiciones propias del árbol, sino también los elementos organizativos, técnicos y administrativos que condicionan la capacidad municipal para anticipar, evaluar, comunicar y gestionar adecuadamente dichas situaciones.

En consecuencia, MIRAR no constituye una metodología de cálculo biomecánico ni un sistema automatizado de decisión sobre el arbolado urbano. Tampoco pretende sustituir el juicio técnico profesional ni las metodologías avanzadas de evaluación reconocidas internacionalmente —como QTRA, TRAQ-ISA, USDA u otras equivalentes—, cuya utilización seguirá resultando necesaria en aquellos supuestos en los que las características del ejemplar, la complejidad biomecánica, la incertidumbre asociada o la singularidad del caso así lo requieran.

La experiencia acumulada en la gestión del arbolado urbano evidencia que no resulta viable ni proporcionado abordar la totalidad del patrimonio arbóreo mediante metodologías avanzadas de evaluación individualizada. Por ello, el modelo se articula conforme a un sistema escalonado de identificación, seguimiento, revisión y derivación técnica, permitiendo concentrar los recursos especializados en aquellos supuestos donde aportan mayor valor para la seguridad y la conservación del arbolado.

Durante el proceso de validación técnica y organizativa del modelo se constató igualmente que una aproximación excesivamente clasificatoria del riesgo podía favorecer interpretaciones automatizadas incompatibles con la naturaleza dinámica, contextual y evolutiva del arbolado urbano. Como consecuencia de ello, el algoritmo incorporado en MIRAR evolucionó desde una lógica inicialmente orientada a la clasificación del riesgo hacia un sistema estructurado de identificación de factores de atención, trazabilidad y activación de niveles de atención técnica.

En este marco, la presencia de determinados indicios compatibles con pérdida de resistencia mecánica, afección estructural o compromiso del sistema de anclaje no determina automáticamente una actuación concreta sobre el ejemplar, pero sí puede exigir valoración técnica específica, comprobación instrumental o justificación expresa de su no procedencia.

El modelo reconoce igualmente que la estabilidad del árbol no depende exclusivamente de la presencia de defectos visibles o anomalías aparentes, sino también de factores biomecánicos complejos relacionados con la arquitectura del ejemplar, la distribución de cargas, la adaptación al viento, la esbeltez, la dinámica de copas conjuntas o las modificaciones derivadas de actuaciones previas y cambios en el entorno urbano.

En consecuencia, la evaluación técnica no debe orientarse únicamente a la detección y eliminación sistemática de defectos, sino también a la comprensión del equilibrio estructural y adaptativo del arbolado, priorizando, siempre que resulte compatible con la seguridad, estrategias de conservación, adaptación progresiva y mínima intervención innecesaria.

De este modo, el modelo, a través de la herramienta algorítmica, no persigue automatizar decisiones, sino reforzar la coherencia, transparencia y proporcionalidad de la gestión municipal del riesgo, integrando la seguridad de las personas con la conservación del patrimonio arbóreo y de los servicios ecosistémicos que éste aporta a la ciudad.

La evaluación del arbolado debe realizarse, por tanto, bajo criterios de equilibrio y prudencia, considerando simultáneamente:

- la seguridad pública,
- la sostenibilidad ambiental,
- la adaptación climática,
- la salud urbana,
- el paisaje,
- y el valor histórico y cultural del patrimonio verde municipal.

La base del modelo MIRAR incorpora igualmente la consideración del entorno, la ocupación y las condiciones de exposición del espacio urbano, evitando trasladar a la gestión una falsa apariencia de precisión matemática incompatible con la complejidad biológica y social inherente al arbolado urbano.

Asimismo, el modelo considera las condiciones de ocupación, uso y exposición del espacio urbano como elementos contextuales de apoyo a la evaluación técnica, sin convertir la gradación matemática de la diana en el elemento central de la decisión municipal.

La gestión pública del arbolado urbano debe partir del principio de que la seguridad constituye una garantía general para el conjunto de la ciudadanía, especialmente cuando concurren indicios compatibles con pérdida relevante de resistencia estructural o afección mecánica del ejemplar.

Por ello, el modelo prioriza la identificación y revisión de condiciones potencialmente comprometidas desde el punto de vista biomecánico, evitando trasladar a la gestión una lógica exclusivamente basada en estimaciones cuantitativas del grado de ocupación difícilmente compatibles con la complejidad y variabilidad del entorno urbano.

El modelo fue presentado asimismo a los técnicos municipales encargados de la implementación y supervisión de los contratos de conservación y mantenimiento de zonas verdes y arbolado urbano. Tras dicha presentación se abrió un proceso de revisión y aportaciones técnicas que permitió enriquecer y ajustar distintos aspectos del documento, especialmente en relación con la aplicación práctica del sistema de evaluación y gestión. En el Anexo II se recoge una síntesis de las principales observaciones y contribuciones incorporadas al modelo.

Finalmente, los objetivos generales, la estructura modular y las líneas de desarrollo del Modelo MIRAR fueron presentadas en la reunión ordinaria de la Mesa del Árbol de la Ciudad de Madrid celebrada el 13 de mayo de 2026 (se puede consultar en el Anexo III), órgano colegiado regulado por Decreto municipal e integrado por representantes institucionales, técnicos y sociales vinculados a la gestión del arbolado urbano.

## Visión estructural del Modelo MIRAR

La presente introducción concluye con una visión estructural del modelo en su conjunto. Esta exposición no constituye todavía el desarrollo operativo de cada una de sus partes, sino una anticipación del marco organizativo que permitirá comprender la articulación interna del Modelo MIRAR.

El objetivo de esta visión estructural es mostrar cómo los distintos componentes del modelo —normativos, técnicos, organizativos y de mejora continua— se relacionan entre sí para conformar un ciclo completo de prevención, seguimiento, evaluación y gestión del riesgo del arbolado urbano. A través de esta estructura se garantiza la coherencia entre módulos, la continuidad de la información y la trazabilidad de las decisiones adoptadas en todos los niveles de gestión.

A continuación, se describen los siete módulos que integran el modelo, cuya secuencia responde a una lógica progresiva: desde el establecimiento de los fundamentos jurídicos y técnicos hasta la evaluación continua y la adaptación del sistema a las necesidades reales de la ciudad.

### *Módulo 1. Fundamentos y gobernanza.*

Establece los principios rectores, el marco competencial y las obligaciones legales que sustentan la gestión del riesgo del arbolado urbano. Su propósito es garantizar que todas las actuaciones se desarrollen con plena seguridad jurídica y alineadas con la doctrina sobre responsabilidad patrimonial de las Administraciones Públicas, constituyendo el soporte normativo y conceptual del resto del modelo.

### *Módulo 2. Capacitación y cultura del riesgo.*

Identifica la necesidad de que los técnicos posean formación específica en detección de anomalías, uso de fichas digitales y comunicación del riesgo, estableciendo obligaciones específicas mínimas para el personal de conservación e inspección relacionadas con el conocimiento del presente modelo. Su finalidad es asegurar que todos los agentes actúen con criterios homogéneos y reforzar la cultura de seguridad, sin constituir un programa formativo cerrado.

### *Módulo 3. Digitalización y comunicación.*

Desarrolla el sistema digital MINT para registrar incidencias, inspecciones y medidas, garantizando trazabilidad y comunicación en tiempo real. Su finalidad es asegurar la coherencia y transparencia de la gestión, más que desplegar una infraestructura tecnológica nueva, centrandó el esfuerzo en la estandarización y uso común del aplicativo municipal existente.

### *Módulo 4. Operativa preventiva y reactiva.*

Comprende protocolos de actuación en los distintos escenarios de riesgo, tanto en condiciones ordinarias como en situaciones excepcionales o de emergencia. Define responsabilidades, secuencias de decisión y medidas proporcionadas a cada nivel de atención técnica, asegurando una respuesta eficaz y coordinada ante cualquier incidencia.

### *Módulo 5. Evaluación ordinaria y niveles de atención.*

Define las variables que determinan el riesgo y desarrolla un algoritmo técnico que permite estructurar de forma homogénea la identificación de factores de atención y los niveles de

*atención técnica asociados. Su finalidad es apoyar la toma de decisiones mediante criterios homogéneos, trazables y técnicamente coherentes.*

*Módulo 6. Evaluación avanzada.*

Establece el procedimiento para la gestión de ejemplares que, por su singularidad, complejidad o nivel de incertidumbre, requieran una evaluación técnica especializada.

*Módulo 7. Investigación aplicada y mejora continua.*

Define un mecanismo de revisión anual y mejora continua del sistema, apoyado en la experiencia acumulada y en la integración progresiva de nuevas metodologías y tecnologías. Su finalidad es mantener la eficacia del modelo y su capacidad de adaptación a los nuevos conocimientos o evidencias.

## **Módulo 1. Fundamentos y gobernanza**

### **1.1. Justificación normativa y fundamento institucional del modelo**

El Modelo MIRAR es un instrumento técnico de carácter organizativo destinado a ayudar a garantizar el cumplimiento del marco normativo vigente en materia de protección del arbolado y seguridad de las personas y los bienes.

La Ley 8/2005 de 26 de diciembre, de protección y fomento del arbolado urbano de la Comunidad de Madrid, habilita la tala excepcional cuando el arbolado suponga un riesgo, condicionándola a informe técnico de facultativo competente (art. 2 bis.c), y permite la poda por peligro para la seguridad vial o peatonal mediante acto motivado (art. 3.2). Además, impone la existencia de un inventario con estado sanitario (art. 5.2), la aprobación de Planes de Conservación que identifiquen problemas sanitarios y de conservación y programen actuaciones (art. 6.3) —con criterios autonómicos de apoyo a su elaboración—, así como la protección del arbolado durante las obras (art. 6 bis).

En el ámbito municipal, la Ordenanza General de Protección del Medio Ambiente Urbano (ANM 2022/56) vincula la gestión del arbolado a la prevención del riesgo, somete podas, talas y trasplantes en Zonas Verdes al control técnico administrativo y tipifica infracciones por intervenciones no ajustadas (Libro IV; régimen disciplinario, Título V). Por su parte, el PGOU (Compendio NNUU, 07/07/2025) integra la protección del patrimonio natural —incluidos Parques y Jardines de Interés y Árboles Singulares— y establece condiciones de proyecto y de relación con el entorno que obligan a preservar la vegetación en las actuaciones urbanas.

En consecuencia, el modelo ordena, homogeneiza y documenta la toma de decisiones (inventario y diagnóstico, evaluación periódica del riesgo, Plan de Conservación, protocolos de poda/tala por seguridad con informe y autorización, y protección del arbolado en obra), aportando seguridad jurídica, coherencia territorial y trazabilidad, y asegurando un cumplimiento verificable del marco legal. Este modelo, de obligado cumplimiento, no excluye ni sustituye a la utilización de métodos o metodologías específicas de evaluación del riesgo de arbolado por parte de los técnicos —quienes podrán emplearlas previamente para obtener elementos de juicio y/o posteriormente para definir con mayor precisión el riesgo del ejemplar afectado—, en coherencia con la exigencia legal de motivación técnica (informe y juicio técnico) y la planificación de la conservación prevista en la Ley 8/2005 (arts. 2 bis, 3.2, 6.3) y en los criterios técnicos autonómicos para la preparación de los planes.

En paralelo, determinados fenómenos meteorológicos adversos pueden aumentar la exposición y vulnerabilidad del arbolado urbano, evidenciando la importancia de anticiparse mediante protocolos y medidas preventivas proporcionadas. La ciudadanía exige seguridad, transparencia y eficacia, así como la capacidad de justificar cada decisión con datos objetivos y trazables.

Asimismo, la incorporación de nuevas tecnologías (aplicativos de gestión digital, sensores, técnicas instrumentales de diagnóstico) y la mejora en la formación técnica de los profesionales (desde la inspección visual hasta la aplicación de técnicas de imagen) permiten complementar, cuando resulte técnicamente conveniente, la evaluación ordinaria del arbolado mediante herramientas instrumentales y metodologías especializadas.

El Modelo MIRAR responde a estas necesidades: armoniza la gestión entre contratos, refuerza la capacitación de los agentes implicados, incorpora herramientas digitales de trazabilidad y podrá apoyarse, cuando resulte técnicamente conveniente, en técnicas instrumentales y metodologías especializadas de evaluación. Se trata de un paso decisivo en la modernización de la gestión municipal del arbolado urbano, que garantiza la seguridad prioritaria de la ciudadanía, al tiempo que preserva el valor patrimonial y ecosistémico de este recurso fundamental para Madrid.

La construcción de este modelo se apoya también en una visión de gobernanza municipal que busca superar la dispersión de criterios entre contratos, lotes y empresas. De este modo se refuerza la coherencia institucional y se evita que la seguridad del ciudadano dependa de interpretaciones o prácticas desiguales en distintos ámbitos de la ciudad.

Esta gobernanza implica, además, mecanismos de trazabilidad que permitan acreditar, en cualquier momento, qué decisión se adoptó, quién la tomó y con qué justificación técnica. Así, el modelo no solo responde a la exigencia ciudadana de transparencia y seguridad, sino que también proporciona cobertura jurídica y operativa a los técnicos y a las empresas responsables de la gestión. La gobernanza, entendida en este sentido, se convierte en el hilo conductor que integra los principios, los procedimientos y las responsabilidades en un único sistema de gestión de riesgos para la ciudad de Madrid.

## **1.2. Objetivo del Modelo de Evaluación y Gestión Integral de Riesgo del Arbolado**

El Modelo tiene como objetivo fundamental proteger la integridad física de las personas y de los bienes frente a los riesgos derivados de la presencia de arbolado en el espacio urbano, garantizando al mismo tiempo la conservación patrimonial y el valor ecosistémico de dicho arbolado.

Este objetivo se articula en torno a tres ejes principales:

- Seguridad prioritaria: la seguridad de las personas prevalece sobre cualquier otra consideración patrimonial, ecológica o paisajística.
- Gestión sistemática del riesgo: establecer un marco estructurado y trazable que permita identificar factores de atención, definir niveles de atención técnica y apoyar la evaluación, gestión y comunicación del riesgo asociado al arbolado..
- Responsabilidad compartida: asegurar la implicación coordinada de todos los agentes municipales, empresas de conservación y técnicos especializados en la prevención y gestión del riesgo.

El Modelo debe garantizar además la gobernanza municipal mediante la trazabilidad de las actuaciones, la homogeneidad de criterios en la evaluación y la aplicación del principio de precaución: en caso de duda o incertidumbre, se priorizarán siempre las medidas encaminadas a descartar que un determinado árbol pueda suponer un peligro real para las personas.

## **1.3. Ámbito de aplicación**

El Modelo MIRAR se aplicará a:

- Todo el arbolado urbano gestionado por la dirección general de Gestión del Agua y Zonas Verdes.
- Todas las fases del ciclo de vida del arbolado urbano, desde la plantación hasta la retirada, incluyendo labores de inspección, conservación y gestión de incidencias.
- Todas las modalidades de intervención, entre las que se contemplan:
  - Conservación ordinaria, conforme a los pliegos de conservación de zonas verdes, parques y viveros (abonados, podas, enmiendas, siegas, riegos, tratamientos, etc.).
  - Inspección visual, entendida como la revisión ordinaria de los ejemplares en el marco de la gestión rutinaria.
  - Inspección avanzada, que implica la aplicación de metodologías (métodos y técnicas instrumentales de diagnóstico) para la detección de anomalías, defectos estructurales o patologías no visibles en una inspección visual básica.
  - Actuaciones preventivas, encaminadas a reducir el riesgo futuro mediante labores culturales ordinarias programadas (descargas, podas estructurales, refuerzos mecánicos, etc.). Dichas actuaciones deberán ejecutarse de forma proporcionada y adecuada, con el objetivo de reducir el riesgo y garantizando que no generen problemas estructurales en el futuro.
  - Actuaciones pre-evento, orientadas a controlar en el corto plazo el aumento de riesgo debido a un evento meteorológico adverso (ej. información, balizamiento, retirada de ramas o apeo).
  - Actuaciones post-evento, consistentes en la detección de daños ocasionados por episodios meteorológicos adversos (viento, nieve, lluvia intensa, etc.) o por situaciones sobrevenidas (accidentes, obras), así como la eliminación de riesgos inmediatos derivados de esas incidencias (ej. ramas a punto de caer, árboles desestabilizados, ejemplares dañados por intervenciones urbanas).
- Todos los agentes implicados en la conservación y supervisión del arbolado urbano gestionado por la dirección general de Gestión del Agua y Zonas Verdes, incluyendo tanto personal técnico municipal como empresas de conservación.

#### 1.4. Definiciones

A efectos del presente Modelo MIRAR, se entenderá por:

*Riesgo:* la ponderación de la probabilidad de que se produzca un efecto perjudicial derivado de un fallo en un árbol o en una de sus partes y de la gravedad de ese efecto, como consecuencia de un factor de peligro.

*Factor de peligro:* cualquier condición estructural, biomecánica o fisiológica del árbol que pueda dar lugar a un fallo, tales como cavidades, grietas, presencia de hongos, raíces cortadas o inclinaciones acusadas que comprometan su estabilidad.

*Factor de atención:* defecto, anomalía, condición o circunstancia biológica, fisiológica, estructural, biomecánica o contextual que, con independencia de su peligrosidad individual, pueda generar por sí sola o contribuir, en combinación con otros factores, a una situación de riesgo o a la necesidad de una atención técnica específica para la determinación de una propuesta de nivel de atención.

*Nivel de atención:* categoría operativa utilizada por el algoritmo MIRAR para orientar la intensidad del seguimiento, revisión o evaluación técnica que requiere un ejemplar en función de las condiciones observadas.

*Red flag o factor desencadenante:* factor de atención observado durante la evaluación que, por su potencial relevancia estructural, biomecánica, fisiológica, adaptativa o contextual, activa un nivel reforzado de atención técnica y requiere una valoración específica por parte del evaluador.

*Factor ordinario:* factor de atención observado que, sin alcanzar el nivel de criticidad de una Red Flag, puedan influir en la evolución, estabilidad o comportamiento biomecánico del ejemplar.

*Diana:* la persona, bien o infraestructura susceptible de resultar afectado como consecuencia del fallo de un árbol o de alguna de sus partes.

*Evaluación del riesgo:* el proceso técnico y científico que comprende la identificación del factor de peligro, su severidad, la evaluación de la exposición de las dianas y la caracterización técnica del nivel de riesgo.

*Gestión del riesgo:* el proceso, distinto de la evaluación, consistente en decidir y ejecutar las medidas más adecuadas para prevenir o reducir el riesgo, teniendo en cuenta los resultados de la determinación del riesgo y otros factores pertinentes, y, si es necesario, seleccionando las opciones apropiadas de prevención y control.

*Comunicación del riesgo:* el intercambio de información a lo largo de todo el proceso de evaluación y gestión del riesgo, de información y opiniones en relación con los factores de atención, los factores relacionados con el riesgo y las percepciones del riesgo, que se establece entre los responsables de la determinación y los responsables de la gestión del riesgo, en relación con los defectos detectados, los riesgos asociados y las medidas adoptadas.

*Medidas de mitigación:* actuaciones técnicas y operativas orientadas a reducir de forma proporcional y verificable el nivel de riesgo asociado a un ejemplar de arbolado, sin llegar necesariamente a su eliminación. Incluyen intervenciones como descargas de copa, podas selectivas, anclajes, refuerzos estructurales, balizamiento temporal o cualquier otra medida que, conforme al criterio técnico y a la experiencia acumulada, logre minorar el riesgo.

*Trazabilidad:* la posibilidad de seguir el historial de cada ejemplar de arbolado urbano a través de su ciclo de vida y gestión —desde su plantación hasta su eliminación— incluyendo inspecciones, incidencias y actuaciones de conservación, con registro en sistemas municipales como MINT.

*Fuerza mayor:* toda situación o fenómeno extraordinario, imprevisible o inevitable, ajeno al ámbito del servicio, conforme a lo establecido en el Real Decreto 300/2004, de 20 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento del Seguro de Riesgos Extraordinarios, o norma que lo sustituya.

Su eventual concurrencia deberá acreditarse mediante informe oficial de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y justificación del cumplimiento de las medidas preventivas y operativas de gestión establecidas en el Modelo MIRAR.

## 1.5. Principios del sistema

El Modelo MIRAR se regirá por los principios fundacionales y los principios operativos.

### 1.5.1 Principios fundacionales

*Seguridad ciudadana prioritaria.* La seguridad de las personas constituye el principio rector del modelo y prevalece sobre cualquier otra consideración de carácter patrimonial, ecológico o paisajístico, sin perjuicio de lo establecido en la normativa de aplicación

*Modelo integral de cultura del riesgo.* La gestión del riesgo del arbolado no se reduce a inspecciones o a la identificación de defectos aislados, sino que constituye un sistema global que integra gobernanza, operativas claras, trazabilidad y mejora continua.

*Responsabilidad compartida.* La gestión del riesgo implica una corresponsabilidad, que engloba al Ayuntamiento, a las empresas de conservación y a los técnicos evaluadores. Ningún agente puede sustraerse de sus obligaciones en el marco de sus competencias.

*Formación y cualificación profesional.* Todos los agentes implicados (definidos en el apartado 1.6 —arboristas, evaluadores y gestores—) deberán disponer de una formación mínima obligatoria en el reconocimiento de factores de atención, en la comprensión de los riesgos asociados y en el modelo de evaluación y gestión integral. De este modo se garantiza que cada nivel de intervención actúe con la preparación adecuada, ejerciendo sus funciones dentro de las competencias definidas y reforzando la coherencia del sistema en su conjunto.

*Objetividad técnica.* La evaluación y gestión del riesgo debe basarse en criterios homogéneos, protocolos, criterios y referencias técnicas comunes, reduciendo la dependencia exclusiva de la subjetividad del técnico evaluador.

*Trazabilidad y transparencia.* Todas las actuaciones deben quedar registradas en sistemas municipales que garanticen la trazabilidad del árbol a lo largo de su ciclo de vida. La información sobre riesgos y actuaciones será accesible y comunicada a los agentes implicados de manera clara y veraz.

*Mejora continua.* El modelo debe nutrirse de la retroalimentación generada por la recogida sistemática de datos, de la evaluación de resultados y de la revisión periódica de protocolos, adaptándose a nuevos conocimientos técnicos y a las mejores prácticas disponibles.

### 1.5.2 Principios operativos del modelo

*Proporcionalidad en la intervención.* Las medidas de gestión deben ser proporcionales al nivel de riesgo detectado: desde actuaciones preventivas o de mitigación hasta la eliminación del árbol, cuando no existan alternativas que garanticen la seguridad de las personas.

*Principio de prevención.* El conjunto de actuaciones planificadas y anticipatorias orientadas a reducir de manera sistemática la probabilidad de fallo del arbolado,

mediante prácticas de conservación ordinaria, intervenciones estructurales o limitación de factores de riesgo antes de que se manifieste una situación de peligro.

*Principio de precaución.* La posibilidad de adoptar medidas provisionales de gestión del riesgo, como la mitigación, la evaluación técnica complementaria o la exclusión de la diana, cuando se identifique la posibilidad de un fallo con consecuencias graves, pero persista la incertidumbre técnica.

*Principio de cautela.* El criterio de actuación, basado en la prudencia técnica y operativa, en situaciones donde los defectos observados, aun sin constituir una red flag, requiera adoptar medidas de mitigación o eliminación de la peligrosidad.

*Comunicación y participación ciudadana.* El sistema incorporará mecanismos de comunicación transparente y accesible que permitan difundir el modelo, informar sobre su funcionamiento y resultados, y facilitar la participación de los vecinos en la notificación de incidencias o riesgos percibidos. La ciudadanía será considerada un agente activo en la prevención y gestión del riesgo, a través de canales de aviso y retroalimentación integrados en el sistema municipal.

*Datos y evidencia científica.* La evaluación y gestión del riesgo se apoyará, en la medida de lo posible, en datos disponibles y en experiencias técnicas contrastadas, y avanzará progresivamente hacia la creación de una base estadística más sólida y depurada. Esta información permitirá mejorar el conocimiento sobre la relación entre factores de atención, condiciones biomecánicas, contexto urbano y situaciones de riesgo, así como con las medidas y actuaciones desarrolladas y sus consecuencias, reforzando así la objetividad y madurez del sistema.

*Capacidad de respuesta post-evento.* El sistema debe asegurar una reacción inmediata, coordinada y trazable ante daños ocasionados por episodios meteorológicos u otras incidencias sobrevenidas, priorizando la eliminación de riesgos inminentes.

## 1.6. Agentes del sistema

El Modelo MIRAR de Madrid se articula a través de la participación de tres tipos de agentes:

- **Arboristas.** Encargados de las labores de arboricultura e inspección ordinaria del arbolado. Entre ellos se encuentra la figura de los podadores. Su misión es identificar posibles factores de atención y trasladar sus observaciones al nivel superior siguiendo los protocolos establecidos, contribuyendo así a la detección temprana de incidencias.
- **Evaluadores especializados.** Responsables de valorar los factores de atención y apoyar la evaluación del riesgo y definir las medidas de gestión más adecuadas, apoyándose en su formación técnica y en protocolos comunes. Su papel es clave para aportar conocimiento experto y dotar de rigor técnico al sistema, garantizando coherencia técnica, objetividad y trazabilidad en el sistema.
- **Gestores del sistema.** Servicios técnicos municipales de los contratos de conservación de arbolado. Definen los principios rectores, garantizan la coherencia normativa, validan operativas y protocolos, aseguran tanto la trazabilidad del sistema como la comunicación efectiva y analizan datos de incidencias para la mejora continuada del sistema..

Todos los agentes que participan en el sistema quedan vinculados a los principios del modelo, de manera que su actuación individual y colectiva se enmarque en criterios homogéneos, transparentes y orientados a la seguridad ciudadana.

### **1.7. Herramientas de control y auditoría**

El Modelo MIRAR es el resultado de un diagnóstico y una planificación estratégica, que facilita el marco de referencia en el cual se establecen los principios fundacionales y operativos del modelo. Estos principios marcarán el grado de eficacia del modelo, al constituir su base y orientar la gestión a medio y largo plazo. Pudiera ser que el marco de referencia tuviera que actualizarse, en función de la experiencia y de las necesidades futuras de la ciudad.

En otro nivel, para una correcta evaluación de la aplicabilidad del modelo, el sistema podrá incorporar mecanismos de control y auditoría que permitirán verificar el grado de cumplimiento de los principios y la coherencia de su aplicación práctica. Estos mecanismos no cuestionarían la validez de los principios definidos, sino que se centrarían en comprobar si se están aplicando correctamente, en qué medida contribuyen al objetivo del modelo de gestión integral de riesgo del arbolado, definido en el apartado 1.2.

La auditoría se concebirá como un instrumento dinámico al servicio de la gobernanza, orientado a garantizar la transparencia, la objetividad y la mejora continua del modelo, permitiendo al Ayuntamiento adaptar la gestión del riesgo a los retos cambiantes de la ciudad.

La verificación del modelo deberá realizarse de forma periódica, con la frecuencia que determine el órgano competente. Estas revisiones facilitarán un análisis organizado de qué aspectos están funcionando, cuáles requieren ajustes y qué mejoras pueden incorporarse para reforzar la eficacia del modelo y su alineación con los objetivos estratégicos municipales.

Uno de los integrantes clave de las herramientas de control y auditoría es la priorización del riesgo, que asegura que los recursos y las actuaciones de seguimiento se concentren en aquellos ámbitos donde existan mayores indicios de peligro o necesidad de atención técnica. Esta verificación continua constituye una herramienta esencial para reforzar la eficacia del modelo, facilitar la retroalimentación técnica y consolidar una cultura de mejora permanente en la gestión del arbolado urbano.

### **1.8. Cobertura y validez del modelo**

La validez y aplicación efectiva del Modelo MIRAR de Madrid se iniciará a partir de su comunicación oficial, en el marco de los respectivos contratos de conservación e inspección, a las empresas encargadas de la conservación y mantenimiento de zonas verdes, parques y viveros y SERVER, garantizando:

- Que las definiciones, principios y procedimientos recogidos en el Modelo sean de obligada incorporación a los programas operativos de gestión de riesgo de las empresas.

- Que las operativas y los protocolos de inspección, factores desencadenantes, niveles de atención técnica y criterios de decisión operativa sean incorporados a los programas operativos de gestión de riesgo de las empresas.
- Que el registro y la trazabilidad de las actuaciones en sistemas municipales (ej. MINT) sean de obligado cumplimiento.

### 1.9. Coherencia normativa

El Modelo MIRAR de Madrid se fundamenta en la normativa básica sobre responsabilidad patrimonial de las Administraciones Públicas y en la doctrina jurisprudencial consolidada en materia de conservación del dominio público. Constituye un instrumento técnico de prevención, control y mejora continua, destinado a asegurar un funcionamiento seguro, diligente y conforme a derecho de los servicios municipales vinculados a la gestión del arbolado urbano.

Este enfoque se alinea con el artículo 45 de la Constitución Española, que reconoce el derecho de todos los ciudadanos a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la persona y el deber correlativo de conservarlo, imponiendo a los poderes públicos la obligación de velar por la protección y mejora del entorno urbano.

El modelo se apoya en los principios establecidos en el artículo 106.2 de la Constitución Española y en los artículos 32 y siguientes de la Ley 40/2015, que consagran la responsabilidad objetiva de las Administraciones Públicas y la exigencia de funcionamiento normal del servicio, así como en la Ley 7/1985, de Bases del Régimen Local, que atribuye a las entidades locales la responsabilidad directa por los daños ocasionados en el funcionamiento de sus servicios de su titularidad. Del mismo modo, el artículo 196 de la Ley 9/2017, de Contratos del Sector Público, impone a los contratistas el deber de ejecutar los trabajos con la diligencia debida y conforme a las instrucciones técnicas establecidas por la Administración. A ello se suma el artículo 1908.3.º del Código Civil, que establece la responsabilidad por la caída de árboles en lugares de tránsito, salvo en casos de fuerza mayor, entendida esta última conforme al *Real Decreto 300/2004* y a los criterios de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

En coherencia con el marco normativo estatal, el modelo se articula dentro de la planificación y ordenanzas municipales que orientan la gestión del patrimonio verde y la prevención de riesgos, como la Ordenanza General de Protección del Medio Ambiente Urbano y la Ley 8/2005, de 26 de diciembre, de Protección y Fomento del Arbolado Urbano de la Comunidad de Madrid. Todos estos instrumentos refuerzan la integración del modelo en las políticas municipales de sostenibilidad, anticipación y resiliencia frente a fenómenos adversos.

Asimismo, el modelo se apoya en los procedimientos definidos por el Plan de Emergencias Municipal y el Protocolo de Gestión de Incidencias en el Arbolado, que determinan la coordinación entre áreas y servicios, y en el Reglamento Orgánico del Gobierno y de la Administración del Ayuntamiento de Madrid, que establece la distribución funcional de competencias y la cadena de supervisión técnica.

En este contexto normativo, el modelo consolida un principio de seguimiento, atención adecuada y suficiente del arbolado, entendida como un deber continuado en el tiempo y una función esencial integral en la conservación ordinaria. La detección temprana de defectos, la observación continuada de los ejemplares y la comunicación de anomalías

constituyen elementos básicos del mantenimiento urbano y constituyen elementos esenciales para acreditarla diligencia técnica que garantiza el funcionamiento normal del servicio.

El Ayuntamiento mantiene la titularidad y la dirección técnica del servicio público, asegurando la coherencia, trazabilidad y supervisión de todas las actuaciones mediante sistemas digitales como MINT, en los que cada intervención queda documentada con indicación del agente actuante, el criterio técnico aplicado, la valoración técnica realizada, las medidas adoptadas y la correspondiente validación. Esta trazabilidad permite acreditar la existencia de un control efectivo, coordinado y verificable del servicio en todos sus módulos.

La ejecución material recae en las empresas contratistas, que desarrollan las labores de conservación e inspección conforme a los protocolos, niveles de atención y estándares técnicos definidos por el Ayuntamiento, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 196 de la LCSP.

El modelo incluye también procedimientos específicos de actuación ante episodios meteorológicos adversos, coherentes con los niveles de alerta emitidos por AEMET y con las previsiones del *Real Decreto 300/2004*. Estas actuaciones se apoyan en criterios técnicos verificables y constituyen una aplicación práctica del principio de precaución, asegurando la protección de las personas y la conservación del patrimonio arbóreo.

El modelo promueve una cultura de responsabilidad técnica y operativa, donde cada agente actúa dentro de un marco de deberes claramente definido y documentado. El Ayuntamiento garantiza la coordinación general y el marco de supervisión; las empresas de conservación aplican las actuaciones de mantenimiento, inspección y registro conforme a los protocolos establecidos; y los técnicos especializados velan por la objetividad y la calidad de las valoraciones técnicas y de las medidas de gestión adoptadas.

#### **1.10. Desarrollo documental del Modelo**

La gestión del riesgo del arbolado urbano se apoya en el conocimiento dendrológico, pero lo trasciende, integrando dimensiones adicionales como la evaluación de la exposición de personas, bienes e infraestructuras, el análisis de las consecuencias posibles, la toma de decisiones en el marco de la responsabilidad pública y la gestión operativa del espacio urbano.

En este sentido, el Modelo MIRAR no constituye un modelo estrictamente dendrológico, sino un sistema integrado de gobernanza del riesgo, en el que el conocimiento técnico del árbol se articula con criterios de prudencia, proporcionalidad, trazabilidad y responsabilidad institucional.

El Modelo MIRAR de Madrid se irá desarrollando progresivamente en sucesivos documentos y aplicativos, tales como operativas, protocolos, guías, programas de actuación, desarrollos informáticos, etc., que servirán para la efectiva aplicación de la gestión del riesgo del arbolado.

A los efectos de recoger de forma comprensiva todos los documentos y aplicativos, cada vez que se implemente uno, se llevará a cabo por Instrucción del director general de

Gestión del Agua y Zonas Verdes, y se recogerá la relación total de elementos que integran el Modelo hasta esa fecha.

Se recoge en los anexos la relación de documentos y aplicativos en la fecha de aprobación del presente Modelo.

## **Módulo 2. Capacitación y cultura del riesgo**

### **2.1. Finalidad**

Garantizar que todos los agentes (definidos en el apartado 1.6) que intervienen en la evaluación y gestión del arbolado urbano —en la inspección ordinaria, la evaluación técnica, la aplicación de medidas preventivas o la toma de decisiones— conozcan y comprendan de forma adecuada y suficiente el Modelo MIRAR, su estructura, sus principios y la función específica de cada uno de sus módulos.

Este módulo no tiene por objeto sustituir ni duplicar la formación académica o profesional previa de los técnicos y operarios, sino asegurar la correcta interiorización del modelo, de sus criterios de actuación, de la cadena de responsabilidades y de la lógica de la toma de decisiones que articula la gestión del riesgo del arbolado en la ciudad.

La capacitación se concibe como un elemento clave para consolidar una cultura compartida del riesgo, basada en los principios enunciados en el apartado 1.5.

### **2.2. Activación**

- **Disparador:** Entrada en vigor del modelo MIRAR, o incorporación de nuevos contratos de conservación, o incorporación de nuevo personal en las empresas que participe, directa o indirectamente, en tareas de inspección, evaluación o intervención sobre el arbolado, o modificaciones sustanciales del Modelo MIRAR, de sus criterios operativos o de los procedimientos asociados, o en cualquier otro supuesto determinado por el servicio municipal competente.
- **Centro coordinador:** Servicio municipal competente, responsable de supervisar su cumplimiento contractual.

### **2.3. Responsabilidades de la empresa adjudicataria**

a) Capacitación profesional mínima: garantizar que toda persona que participe, directa o indirectamente, en tareas de inspección, identificación de factores de atención, evaluación o intervención sobre el arbolado disponga de la formación profesional, técnica o habilitante exigible conforme a la normativa aplicable y a los pliegos contractuales.

A tal efecto se considerará capacitación suficiente estar en posesión de titulación universitaria o de formación profesional oficial cuyo contenido curricular incluya materias relacionadas con el arbolado, su conservación o su gestión, y, en su caso, la colegiación profesional.

b) Capacitación específica en el Modelo MIRAR: asegurar que todo el personal que participe en el sistema de evaluación y gestión del riesgo del arbolado conoce y comprende adecuadamente el Modelo MIRAR, sus principios, módulos, criterios operativos, cadena de responsabilidades y las transiciones entre las distintas operativas y niveles de intervención previstos en el modelo.

La empresa deberá asegurar la realización y validación de los mecanismos de formación y acreditación definidos por el Ayuntamiento, dejando constancia documental de su cumplimiento.

Ningún agente podrá intervenir en el sistema de evaluación y gestión del riesgo del arbolado sin haber acreditado previamente esta capacitación específica.

c) Registro de formación: disponer de la documentación acreditativa de cumplimiento de las obligaciones formativas previstas en el presente módulo, que podrá ser requerida por el servicio municipal competente en cualquier momento.

La empresa será responsable de la remisión, validación y actualización de los registros asociados a la capacitación y acreditación del personal.

d) Firma técnica de informes y evaluaciones: todos los informes, evaluaciones de riesgo y documentos generados en el marco del sistema de gestión de riesgos deberán estar suscritos por un técnico competente.

e) Definición funcional de roles: garantizar que el personal técnico identifica correctamente su rol dentro del modelo, entendiendo los límites de su actuación, los supuestos de derivación a otros niveles y la importancia de la trazabilidad en la toma de decisiones.

f) Aplicación homogénea del modelo: supervisar que el personal aplica de forma homogénea los criterios, protocolos y procedimientos establecidos por el servicio municipal, evitando interpretaciones no justificadas técnicamente o prácticas no alineadas con el modelo MIRAR.

#### **2.4. Metodologías de capacitación**

Además de la capacitación profesional mínima, la capacitación específica asociada al modelo MIRAR se articulará mediante sistemas de formación y actualización definidos por el servicio municipal competente, preferentemente mediante un sistema de formación digital o a distancia.

Este sistema permitirá una formación homogénea, trazable y actualizable, compatible con la operativa diaria de conservación y orientada a garantizar la correcta aplicación del modelo.

El sistema de formación incluirá como mínimo los siguientes elementos:

- El contenido íntegro del *Modelo MIRAR*, que deberá ser objeto de lectura completa y comprensión por parte de los participantes.
- Documentación técnica complementaria en formato electrónico, que incluirá, entre otros:
  - el Manual de defectos y anomalías del arbolado (“Defectos y anomalías del arbolado viario de Madrid. Guía de reconocimiento y diagnóstico), elaborado por el Ayuntamiento de Madrid,
  - guías y manuales operativos vigentes definidos por los servicios técnicos municipales.

- Estándar Europeo de Poda de Árboles, EAC.
- Estándar Europeo de Sustentación de Árboles, EAC.
- Árboles veteranos, guía avanzada para su gestión. Ancient Tree Forum
- NTJ14C parte 2 Mantenimiento de arbolado: Poda.
- NTJ 15R parte 1 Gestión del riesgo de arbolado urbano.
- Buenas prácticas de evaluación de riesgos en arbolado urbano TRAQ-ISA, en concreto el “Formulario básico de evaluación del riesgo de árboles” así como la Adaptación Formulario ISA para Evaluación Básica de Riesgo de Palmeras.

La empresa será responsable de asegurar la realización, remisión y correcta cumplimentación de un cuestionario electrónico obligatorio diseñado por el servicio técnico municipal, como mecanismo de acreditación del cumplimiento de las obligaciones formativas previstas en el presente módulo, y en particular de lo establecido en el apartado 2.3.b).

El cuestionario no tendrá por objeto evaluar conocimientos técnicos generales de arboricultura ajenos al modelo MIRAR ni sustituirá las titulaciones o habilitaciones profesionales exigibles conforme a la normativa aplicable.

## **2.5. Medidas municipales asociadas**

El servicio municipal podrá establecer requisitos formativos mínimos en los pliegos de conservación y realizar auditorías dirigidas a verificar el cumplimiento de las obligaciones formativas previstas tanto en los contratos como en el Modelo MIRAR.

Asimismo, podrá exigir a las empresas de conservación la incorporación de formación específica relativa a nuevas tipologías de riesgos, modificaciones en los criterios de evaluación del riesgo o cambios operativos del modelo MIRAR, con el fin de garantizar la correcta aplicación del modelo en escenarios emergentes o de especial complejidad.

## **Módulo 3. Digitalización y comunicación**

### **3.1. Finalidad**

El objetivo del módulo es asegurar la trazabilidad, transparencia y coherencia del modelo mediante el uso de un sistema digital único (actualmente MINT) que centralice la información sobre el arbolado, las incidencias registradas y las medidas adoptadas.

La digitalización permite disponer de un historial completo de cada ejemplar y facilita la comunicación ágil entre Ayuntamiento, SERVER y empresas de conservación.

Asimismo, constituye el soporte estructural del modelo de gestión de riesgos, permitiendo la integración de información procedente de distintas fuentes, la interoperabilidad entre plataformas y la toma de decisiones basadas en datos verificables.

El sistema deberá garantizar la protección de datos, la coherencia técnica y la capacidad de generar análisis transversales que faciliten la mejora continua del modelo.

El procedimiento para el volcado de la información por parte de las empresas se detalla en el Anexo V.

### **3.2. Funcionamiento general del sistema**

Todas las evaluaciones, inspecciones, actuaciones y demás información y documentación generada en el marco de aplicación del Modelo MIRAR, así como aquellas actuaciones específicamente requeridas por los Servicios Técnicos Municipales, deberán ser registradas e integradas en el aplicativo informático municipal conforme a los protocolos definidos por el Ayuntamiento.

El servicio municipal competente actuará como responsable del diseño, mantenimiento, actualización y supervisión del sistema digital de gestión de riesgos del arbolado.

### **3.3. Responsabilidades de la empresa adjudicataria**

- a) Registro electrónico de información: incorporar la información y documentación derivada de la aplicación del Modelo MIRAR conforme a los sistemas, formatos, protocolos y periodicidades definidos por el Ayuntamiento y lo dispuesto en el apartado 3.4.
- b) Vinculación técnica de los informes: todos los informes y evaluaciones de riesgo volcados al sistema deberán quedar vinculados a personal cualificado, de manera que se garantice la trazabilidad y la identificación de la responsabilidad profesional.
- c) Comunicación en tiempo real: notificar con carácter inmediato aquellas incidencias peligrosas que puedan requerir una actuación inminente, fruto de la identificación de situaciones de indicios de peligro grave, facilitando la intervención coordinada con los servicios municipales.
- d) Documentación de actuaciones: adjuntar, cuando corresponda, evidencias gráficas (fotos “antes/después”), informes técnicos, resultados de pruebas instrumentales, cuando existan, fechas, ubicación y breve descripción de la medida aplicada.

- e) Confidencialidad y veracidad: garantizar la calidad y exactitud de los datos introducidos en el sistema, asumiendo responsabilidad por errores u omisiones.

### **3.4. Sistema de digitalización, trazabilidad y comunicación de la información**

El Modelo MIRAR deberá garantizar la correcta integración, trazabilidad y comunicación de toda la información generada en las distintas fases de evaluación y gestión del riesgo del arbolado, incluyendo:

- las evaluaciones ordinarias derivadas de la aplicación del algoritmo definido en el módulo 5;
- las actuaciones y evaluaciones desarrolladas en situaciones de pre-evento y post-evento, conforme al módulo 4;
- las evaluaciones avanzadas de ejemplares singulares o complejos reguladas en el módulo 6;  
y la documentación técnica complementaria asociada a cualquiera de estas actuaciones, incluyendo evidencias gráficas, informes técnicos, resultados instrumentales y demás documentación soporte.

### **3.5. Funciones municipales de gestión del sistema**

El servicio técnico municipal podrá:

- Actualizar los aplicativos y protocolos asociados al sistema de gestión digital del riesgo del arbolado, con el fin de adaptarlos a la evolución técnica y operativa del modelo.
- Establecer criterios de interoperabilidad e integración con otras plataformas municipales vinculadas a la gestión ambiental, emergencias, mantenimiento o análisis de datos.
- Definir formatos, protocolos, estructuras de datos y requerimientos técnicos para la correcta integración, trazabilidad y explotación de la información.
- Supervisar la calidad, coherencia e integridad de la información incorporada al sistema.

## **Módulo 4. Operativa preventiva y reactiva**

### **4.1. Finalidad**

Garantizar una gestión continua, proporcionada y trazable del riesgo asociado al arbolado urbano, mediante actuaciones ordinarias, preventivas y reactivas que permitan mantener unas condiciones adecuadas de seguimiento y control del riesgo del arbolado urbano, proteger a la ciudadanía y preservar el valor patrimonial y ecosistémico del arbolado.

Este módulo articula la aplicación operativa del modelo en tres situaciones diferenciadas –gestión ordinaria, gestión pre-evento y gestión post-evento– asegurando el cumplimiento de las obligaciones de trazabilidad y comunicación previstas en el módulo 3.

La aplicación de estas actuaciones se materializará mediante los instrumentos de evaluación, inspección y registro definidos en el módulo 5, las posibles derivaciones a evaluación avanzada reguladas en el módulo 6 y la utilización de los informes, fichas y demás documentación técnica recogida en el Anexo IV.

### **4.2. Gestión ordinaria**

La gestión ordinaria comprende la vigilancia cotidiana y planificada del arbolado urbano, realizada en el marco de las labores habituales de conservación y orientada a la identificación temprana de factores de atención, incorporando la utilización del algoritmo definido en el módulo 5 y registrando los resultados en el sistema informático municipal habilitado.

#### **4.2.1 Objetivo**

Garantizar una evaluación continua y proporcionada del riesgo asociado al arbolado urbano, asegurando que las condiciones detectadas se canalicen hacia la respuesta técnica y operativa que resulte procedente.

La gestión ordinaria podrá desarrollarse tanto mediante programaciones periódicas de inspección como a partir de avisos, incidencias o alertas comunicadas por arboristas en el marco de las labores habituales de conservación del arbolado.

Cuando las condiciones detectadas así lo requieran, podrán derivarse ejemplares a evaluación avanzada conforme a lo dispuesto en el módulo 6.

#### **4.2.2 Protocolo de actuación**

Hay dos niveles de vigilancia:

- Arboristas (nivel básico): realizan las labores de arboricultura ordinaria y atención en el marco de las labores de conservación. En caso de detectar factores de atención, trasladan el aviso al nivel avanzado.

- Evaluadores (nivel avanzado, empresa de conservación / SERVER): Ejercen sus funciones contractuales y reciben las alertas procedentes del nivel básico y realizan la evaluación técnica. Son responsables de transformar los factores de atención en un nivel de atención mediante la aplicación del algoritmo del módulo 5 y de establecer medidas de contención, mitigación o seguimiento.

Tras la identificación de los factores de atención se procede al registro:

- Nivel básico: atención ordinaria sin registro técnico individualizado, sin perjuicio del deber de comunicar de forma inmediata cualquier factor de atención relevante detectado.
- Nivel avanzado: registro completo en el sistema (informe técnico, nivel de atención, medidas adoptadas), con vinculación técnica a técnico competente.

#### **4.2.3 Responsabilidades de la empresa adjudicataria**

La empresa de conservación será responsable de:

- a) Ejecutar las inspecciones ordinarias conforme a la periodicidad y criterios establecidos en los pliegos, garantizando una cobertura homogénea del viario, parques y zonas verdes.
- b) Aplicar las labores de conservación necesarias para garantizar un adecuado mantenimiento preventivo (poda estructural, riego, abonado, mejora del suelo, control de plagas, etc.) orientadas a favorecer un desarrollo adecuado del árbol y, con ello, reducir la probabilidad de fallo.
- c) Ejecutar actuaciones dirigidas a reducir o eliminar riesgos identificados en las inspecciones realizadas conforme a los pliegos contractuales.
- d) Gestionar las incidencias comunicadas a través de los canales municipales (avisos ciudadanos, comunicaciones técnicas, registros a través de los canales y sistemas municipales habilitados), priorizando aquellas con mayor riesgo potencial.
- e) Registrar las incidencias, inspecciones y actuaciones ordinarias conforme a los sistemas, protocolos y requisitos de trazabilidad definidos en el módulo 3.
- f) Mantener actualizado el inventario municipal a partir de las incidencias detectadas y las medidas aplicadas.

El modelo de ficha de inspección ordinaria se recoge en el Anexo III, referente a los documentos técnicos normalizados.

La integración, presentación y remisión de dicha información se realizará conforme a los protocolos, aplicativos y criterios técnicos definidos por el Ayuntamiento en el marco del sistema municipal de gestión digital regulado en el módulo 3 y en el Anexo V.

#### **4.2.4 Medidas municipales asociadas**

El servicio municipal competente:

- Supervisará la calidad, trazabilidad y coherencia de la gestión ordinaria.
- Podrá requerir inspecciones adicionales o priorizar ámbitos sensibles.
- Establecerá criterios comunes de homogeneización de protocolos, evaluaciones, registros y documentación técnica asociada al modelo MIRAR.

- Definirá y actualizará los modelos documentales, fichas técnicas, aplicativos y procedimientos de integración digital necesarios para la correcta aplicación y trazabilidad del sistema.

#### **4.2.5 Cierre de actuaciones ordinarias y retroalimentación**

- Cada actuación se dará por cerrada mediante su correcta integración y registro en el sistema municipal de gestión digital habilitado.
- La empresa remitirá al servicio municipal, con la periodicidad que este determine, un resumen periódico de evaluaciones, incidencias y medidas aplicadas, con el fin de alimentar los procesos de seguimiento, análisis y mejora continua previstos en el módulo 7 y enriquecer la base de conocimiento del modelo MIRAR.

### **4.3. Gestión pre-evento**

#### **4.3.1 Finalidad**

Anticipar y reducir el riesgo sobre las personas y los bienes ante la previsión de fenómenos meteorológicos adversos (viento, lluvia intensa, nieve/hielo) que puedan incrementar la probabilidad de fallo del arbolado, manteniendo unas condiciones adecuadas de control y seguimiento del riesgo del arbolado y asegurando una respuesta preventiva, proporcionada, coordinada y trazable.

#### **4.3.2 Activación**

- Disparador: emisión de avisos, prealertas o alertas oficiales de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) por fenómenos meteorológicos adversos que puedan afectar a la estabilidad del arbolado urbano o incrementar el nivel de riesgo asociado.
- Centro coordinador: Centralita de Alertas (gestionada por la empresa responsable del Protocolo de actuación ante la previsión de situaciones meteorológicas excepcionalmente adversas y de gestión de incidencias causadas por el arbolado en los jardines del Buen Retiro de Madrid) o AEMET (avisos de alertas del área metropolitana); las empresas contratistas deberán ajustar organización y medios a lo establecido en sus protocolos (validados por el servicio municipal competente al inicio del contrato).

#### **4.3.3 Protocolo de actuación**

La gestión pre-evento se desarrollará, con carácter general, conforme a la siguiente secuencia operativa:

1. Seguimiento operativo de avisos meteorológicos. Las empresas de conservación y SERVER deberán mantener una atención activa de los avisos oficiales emitidos por AEMET, sin perjuicio de que sean trasladados por los servicios técnicos municipales del ayuntamiento de Madrid, atendiendo especialmente a aquellos episodios que, por intensidad, duración o dirección dominante del viento, puedan incrementar la probabilidad de fallo del arbolado urbano o la exposición de las dianas.

2. Organización de medios y recursos. Las empresas de conservación organizarán los medios humanos y materiales necesarios, de entre los disponibles en el contrato, para la aplicación del protocolo, adaptando turnos, retenes, equipos de poda, vehículos de balizamiento y demás recursos operativos a las condiciones previstas del episodio meteorológico.
3. Revisión adaptativa del arbolado. Las empresas de conservación realizarán una revisión adaptativa del arbolado de acuerdo con su criterio técnico, teniendo en cuenta:
  - las condiciones previstas del episodio meteorológico;
  - la información disponible en el sistema municipal;
  - las características del entorno urbano;
  - los antecedentes de incidencias o fallos;
  - y la presencia de factores de atención susceptibles de agravarse durante el episodio.

Esta revisión se orientará a identificar aquellos ejemplares cuya probabilidad de fallo o exposición pueda verse incrementada como consecuencia del episodio meteorológico previsto.

4. Priorización espacial y tipológica. La revisión se orientará prioritariamente hacia:
  - ejemplares previamente asociados a niveles de atención prioritaria o peligrosa;
  - árboles situados en ámbitos de alta exposición aerodinámica;
  - alineaciones o tipologías de arbolado previamente identificadas como vulnerables;
  - y zonas de elevada exposición de personas o bienes.

A efectos de priorización espacial, podrán utilizarse estudios específicos de dinámica del viento en la ciudad de Madrid, atendiendo, entre otros criterios:

- a la dirección predominante del viento prevista en el aviso de AEMET (especialmente NE y SO),
  - a la localización del ejemplar en ámbitos con aceleración o turbulencia del flujo, o
  - a su coincidencia con tipologías previamente identificadas como vulnerables (alineaciones expuestas, proximidad a grandes espacios abiertos, arbolado maduro en entornos canalizados, p.ej.).
5. Evaluación y determinación de medidas preventivas. Los evaluadores determinarán el nivel de atención conforme al módulo 5 y propondrán las medidas preventivas o de mitigación que resulten proporcionadas a la situación detectada.
  6. Registro y trazabilidad. Las actuaciones preventivas adoptadas deberán quedar registradas conforme a los sistemas, protocolos y requisitos de trazabilidad definidos en el módulo 3, incorporando, cuando proceda, evidencias gráficas y justificación técnica de las medidas adoptada.

#### **4.3.4 Responsabilidades de la empresa adjudicataria**

- a) Garantizar la disponibilidad de los medios humanos y materiales necesarios para la correcta aplicación del operativo pre-evento durante los periodos de activación.
- b) Adaptar la organización y priorización de recursos a las condiciones meteorológicas previstas y a los protocolos operativos aplicables.
- c) Implantar, cuando así lo aconsejen sus servicios técnicos, medidas provisionales de señalización, balizamiento y cartelería informativa normalizada, retirándolas una vez desaparezcan las condiciones que las motivaron.
- d) Registrar las actuaciones preventivas e incidencias conforme a los sistemas, protocolos y requisitos de trazabilidad definidos en el módulo 3.
- e) Comunicar de forma inmediata aquellas incidencias o situaciones que requieran de actuaciones urgentes, restricciones de uso, cierres o medidas adicionales de seguridad.

#### **4.3.5 Medidas municipales asociadas**

El servicio técnico municipal podrá establecer criterios de priorización, coordinar actuaciones y ordenar la ejecución de medidas preventivas adicionales en situaciones asociadas a fenómenos meteorológicos adversos o de fuerza mayor.

#### **4.3.6 Cierre de la prealerta y retorno a seguimiento ordinario**

La empresa finalizará las medidas provisionales y procederá al cierre de las incidencias en MINT cuando desaparezcan las condiciones que motivaron la activación del operativo pre-evento, dejando constancia de fecha y verificación.

La empresa remitirá, de forma periódica o a solicitud de los servicios técnicos municipales, un informe con el resumen de actuaciones desarrolladas, incidencias detectadas y principales conclusiones operativas, con el fin de alimentar la mejora continua del modelo.

### **4.4. Gestión post-evento**

#### **4.4.1 Finalidad**

Restablecer de manera rápida y segura las condiciones ordinarias de gestión y seguridad del arbolado urbano tras un episodio meteorológico adverso (viento, lluvia intensa, nieve/hielo) u otro evento sobrevenido que haya podido generar daños en el arbolado.

La gestión post-evento se orienta a la identificación y eliminación de riesgos residuales y a la evaluación, registro y trazabilidad de todas las incidencias y actuaciones desarrolladas, con el fin de alimentar el sistema de mejora continua del modelo MIRAR.

#### **4.4.2 Activación**

- Disparador: aviso oficial de finalización del episodio meteorológico adverso o producción de un evento sobrevenido susceptible de haber generado daños o alteraciones en la estabilidad del arbolado urbano.
- Centro coordinador: El Servicio municipal competente.

#### **4.4.3 Protocolo de actuación**

La gestión post-evento se desarrollará, con carácter general, conforme a la siguiente secuencia operativa:

- Finalizado el episodio meteorológico, las empresas de conservación organizarán la inspección prioritaria de las zonas afectadas, atendiendo a criterios de riesgo, intensidad del episodio, tipología del arbolado, antecedentes y presencia de dianas.
- Se realizará una evaluación inicial de daños e incidencias detectadas, identificando aquellos ejemplares o elementos del arbolado que puedan generar riesgos inmediatos o requerir medidas urgentes.
- Las empresas establecerán la priorización de actuaciones conforme al nivel de riesgo detectado.
- Cuando las condiciones detectadas así lo requieran, los ejemplares afectados podrán derivarse a evaluación avanzada conforme a lo dispuesto en el módulo 6.
- Las incidencias y actuaciones que determine el servicio municipal competente deberán registrarse conforme a los sistemas, protocolos y requisitos de trazabilidad definidos en el módulo 3.
- La empresa elaborará, de forma periódica o a solicitud de los servicios técnicos municipales, un resumen de incidencias, daños detectados y medidas adoptadas, con el fin de alimentar la mejora continua del modelo y facilitar la planificación de actuaciones posteriores.

#### **4.4.4 Responsabilidades de la empresa adjudicataria**

La empresa de conservación será responsable de:

- a) Inspección inmediata: realizar un reconocimiento rápido de su ámbito de conservación, priorizando viarios principales, accesos a equipamientos, zonas de gran afluencia y ámbitos sensibles conforme al criterio técnico.
- b) Propuesta de balizamiento o cierre provisional de zonas inseguras en función de la evaluación realizada. A tal efecto, se acompañará de un informe justificativo firmado por un técnico competente.
- c) Identificación de ejemplares con daños estructurales relevantes o situaciones de incertidumbre técnica que requieran su derivación a evaluación avanzada conforme a lo dispuesto en el módulo 6.
- d) Retirada de riesgos inminentes: ejecutar las medidas necesarias para eliminar ramas desgajadas, ejemplares fracturados o cualquier otro riesgo evidente, en coordinación con Bomberos y Policía Municipal si fuera necesario.
- e) Comunicación y registro: todas las incidencias detectadas y actuaciones que determine el servicio municipal competente deberán registrarse conforme a los sistemas, protocolos y requisitos de trazabilidad definidos en el módulo 3.
- f) Comunicar de forma inmediata a las autoridades competentes de aquellas incidencias o situaciones que requieran actuaciones urgentes, restricciones de uso, cierres, cortes o medidas adicionales de seguridad.

#### **4.4.5 Medidas municipales asociadas**

El servicio municipal competente podrá establecer medidas adicionales de seguridad, restricción de uso, cierre de ámbitos o priorización de actuaciones cuando las condiciones detectadas así lo requiera.

Para ello, la empresa de conservación deberá trasladar al servicio técnico municipal una propuesta técnica debidamente justificada, detallando el riesgo detectado y las medidas de seguridad propuestas.

#### ***4.4.6 Cierre del post-evento y retroalimentación***

Las empresas entregarán un informe de incidencias post-evento, de forma periódica o a solicitud de los servicios técnicos municipales, incluyendo un resumen de daños e incidencias detectadas, medidas aplicadas y ejemplares derivados a evaluación avanzada.

El modelo de informe será determinado por el servicio técnico competente.

Estos informes alimentarán el sistema de mejora continua del modelo MIRAR, permitiendo correlacionar incidencias, factores de atención y fallos observados, así como enriquecer la base estadística y mejorar progresivamente los criterios de evaluación y gestión del riesgo.

## **Módulo 5. Evaluación ordinaria y niveles de atención**

### **5.1. Objetivo del módulo**

El objetivo de este módulo es dotar al Modelo MIRAR de una herramienta homogénea, sistemática y trazable de apoyo a la evaluación ordinaria del arbolado, orientada a estructurar la identificación y registro de factores de atención y condiciones relevantes del ejemplar dentro del sistema de gestión municipal.

El algoritmo constituye la herramienta básica de aplicación ordinaria para la observación estructurada, el cribado inicial y la activación de distintos niveles de atención técnica, seguimiento, revisión específica o evaluación avanzada, conforme a criterios homogéneos de inspección y registro.

Su aplicación permite:

- homogeneizar la identificación de factores relevantes durante la inspección visual;
- reducir la variabilidad de criterio en la evaluación ordinaria;
- facilitar la priorización técnica y operativa de las actuaciones;
- y reforzar la coherencia y trazabilidad de las decisiones adoptadas.

El algoritmo no determina automáticamente el nivel final de riesgo del ejemplar ni la medida concreta de gestión a adoptar. Su función consiste en estructurar la evaluación, identificar condiciones relevantes y activar escenarios de atención técnica dentro del sistema MIRAR.

La decisión final corresponderá en todo caso al técnico evaluador, mediante valoración individualizada del árbol, de sus condiciones biomecánicas y fisiológicas, de su contexto urbano y de las condiciones de exposición asociadas.

Cuando las características del ejemplar, la complejidad biomecánica observada o el grado de incertidumbre técnica lo aconsejen, podrán aplicarse metodologías avanzadas o complementarias de evaluación, incluyendo resistografía, tomografía, pruebas directas de estabilidad (sensores de motricidad, pulling test, etc.) u otras técnicamente reconocidas.

Estas metodologías tendrán carácter complementario y no sustitutivo de la evaluación ordinaria desarrollada en el marco del Modelo MIRAR, debiendo quedar su aplicación debidamente documentada en el sistema de gestión.

El desarrollo técnico, la estructura de codificación y los criterios operativos asociados al algoritmo se recogen en los documentos técnicos normalizados y anexos integrantes del presente Modelo MIRAR.

### **5.2. Proceso de diseño del algoritmo**

El proceso parte de la identificación individualizada del árbol mediante el código MINT y del registro de sus principales atributos asociados —especie, dimensiones, edad relativa, ubicación, tipología de zona verde u otras variables relevantes—, garantizando la trazabilidad e integración histórica de la información vinculada al ejemplar.

A partir de esta identificación, la evaluación se desarrolla mediante la observación estructurada de factores de atención asociados al árbol o a su entorno, entendidos como aquellas condiciones que pueden influir en su comportamiento estructural, biomecánico o fisiológico.

Cada factor identificado se incorpora al sistema mediante criterios homogéneos de observación y codificación, permitiendo activar distintos niveles de atención técnica, seguimiento reforzado, revisión específica o necesidad de evaluación avanzada, en función de las condiciones observadas y de su posible relevancia estructural.

El modelo incorpora igualmente información relativa al contexto de exposición y a la existencia de posibles dianas, con el fin de contextualizar técnicamente la evaluación y facilitar una gestión proporcionada del ejemplar dentro del entorno urbano.

Cuando las características observadas, la complejidad biomecánica del árbol o el grado de incertidumbre técnica lo aconsejen, el sistema podrá activar procesos de revisión prioritaria o la aplicación complementaria de metodologías avanzadas de evaluación.

El algoritmo no tiene por finalidad sustituir el juicio técnico profesional ni automatizar decisiones de gestión sobre el ejemplar, sino estructurar la inspección, homogeneizar criterios básicos de evaluación y reforzar la coherencia y trazabilidad del sistema de gestión del arbolado urbano.

### **5.3. Tipología de los factores de atención**

El algoritmo del Modelo MIRAR se basa en la identificación sistemática de factores de atención, entendidos, conforme a lo definido en el módulo 1, para la determinación de una propuesta de nivel de atención técnica.

Los factores de atención pueden corresponderse con cualquier defecto, anomalía, condición o circunstancia biológica, fisiológica, estructural, biomecánica o contextual que, con independencia de su peligrosidad individual, pueda generar por sí sola o contribuir, en combinación con otros factores, a una situación de riesgo o a la necesidad de una atención técnica específica.

Los factores de atención incorporados al algoritmo constituyen un conjunto de indicadores operativos destinados a facilitar la evaluación ordinaria. Su enumeración no agota la totalidad de circunstancias potencialmente relevantes para la evaluación técnica del arbolado urbano.

A efectos operativos, los factores de atención se clasifican en dos categorías principales en función del nivel de atención técnica requerido y de la posible necesidad de seguimiento, revisión específica o evaluación complementaria.

#### **Red Flags**

Se consideran Red Flags aquel factor de atención que pueden ser compatible con un posible compromiso estructural relevante del ejemplar y que requieren una valoración técnica inmediata y motivada.

La identificación de una Red Flag no determina automáticamente una medida concreta de gestión ni implica por sí misma la existencia de un riesgo inminente, pero sí activa un

escenario de atención inmediata dentro del sistema MIRAR y obliga a una evaluación técnica individualizada.

Asimismo, determinadas condiciones pueden generar un nivel de incertidumbre técnica que aconseje la aplicación de metodologías avanzadas o comprobaciones instrumentales complementarias para valorar adecuadamente el estado mecánico o estructural del ejemplar.

Entre estas situaciones podrán encontrarse defectos, alteraciones o indicios compatibles con posibles afecciones internas, degradación estructural o pérdida de capacidad resistente no evaluables de forma suficiente mediante inspección visual ordinaria.

Los factores Red Flag incorporados al algoritmo constituyen un conjunto de indicadores operativos destinados a facilitar la evaluación ordinaria. No obstante, su enumeración no agota todas las circunstancias potencialmente relevantes para la estabilidad del arbolado urbano, pudiendo el técnico considerar otros factores estructurales, biomecánicos, fisiológicos, adaptativos o contextuales que, atendiendo a las características del ejemplar y de su entorno, justifiquen una atención técnica reforzada o una evaluación complementaria.

#### Factores ordinarios

Se consideran factores ordinarios aquellos factores de atención que, sin alcanzar el nivel de criticidad de un Red Flag, puedan influir en la evolución, estabilidad o comportamiento biomecánico del ejemplar.

Estos factores deberán ser identificados y registrados durante la evaluación ordinaria, pudiendo justificar seguimiento reforzado, revisión específica o intensificación del nivel de atención técnica en función de:

- su combinación;
- su evolución temporal;
- las características biomecánicas del árbol;
- y las condiciones de exposición y entorno asociadas.

Todos los factores identificados quedarán integrados en la ficha de evaluación y formarán parte de la trazabilidad técnica y del histórico de seguimiento del ejemplar dentro del sistema MIRAR.

#### 5.4. Implicaciones de los factores de atención

La identificación de factores de atención durante la evaluación ordinaria podrá dar lugar, en función de su naturaleza, combinación, evolución y contexto asociado, a distintos niveles de atención técnica dentro del sistema MIRAR.

La detección de factores compatibles con posible compromiso estructural relevante requerirá valoración técnica inmediata e individualizada, pudiendo justificar:

- seguimiento reforzado;

- revisión específica;
- evaluación avanzada;
- aplicación de metodologías complementarias;
- adopción de medidas preventivas proporcionadas.

Cuando los indicios observados no permitan determinar de forma suficiente el grado real de afectación estructural del ejemplar mediante inspección visual ordinaria, el técnico evaluador podrá considerar la aplicación de comprobaciones instrumentales o metodologías avanzadas orientadas a reducir el grado de incertidumbre asociado a la evaluación.

La presencia de factores de atención ordinarios podrá justificar distintos niveles de seguimiento o revisión técnica en función de:

- su evolución;
- su combinación;
- las características biomecánicas del ejemplar;
- y las condiciones de exposición asociadas.

La evaluación incorporará igualmente información relativa a la existencia de personas, bienes o elementos potencialmente afectados en caso de fallo del ejemplar, así como las posibilidades reales de limitación temporal de acceso o exclusión de la diana.

Estas variables tendrán carácter contextual y operativo, orientado a complementar la priorización y gestión de las actuaciones, sin que una menor intensidad de uso elimine por sí misma la necesidad de evaluación técnica cuando existan indicios compatibles con posible compromiso estructural.

Todos los factores identificados y las decisiones adoptadas quedarán integrados en la trazabilidad técnica del ejemplar dentro del sistema MIRAR.

### **5.5. Niveles de atención técnica del modelo MIRAR**

El Modelo MIRAR articula la evaluación ordinaria del arbolado mediante un sistema escalonado de niveles de atención técnica orientado a:

- estructurar la observación;
- homogeneizar criterios básicos de seguimiento;
- y facilitar una respuesta proporcional a las condiciones detectadas en cada ejemplar.

Estos niveles no constituyen una clasificación automática del riesgo ni determinan por sí mismos una actuación concreta sobre el árbol, sino distintos grados de seguimiento, revisión o necesidad de profundización técnica dentro del sistema municipal de gestión.

La evaluación deberá considerar conjuntamente:

- los defectos observables;
- las condiciones biomecánicas y fisiológicas del ejemplar;
- su contexto urbano y de exposición;
- y su capacidad adaptativa y evolución previsible.

Asimismo, toda intervención deberá responder a criterios de proporcionalidad, conservación y mínima intervención compatible con la seguridad pública.

Nivel 1. Atención ordinaria

Corresponde a ejemplares en los que no se identifican indicios relevantes que justifiquen intensificar el seguimiento técnico.

La gestión asociada comprende:

- conservación ordinaria;
- revisiones programadas;
- y mantenimiento compatible con la estructura y adaptación del ejemplar.

#### Nivel 2. Atención reforzada

Corresponde a ejemplares en los que se identifican factores o configuraciones que aconsejan intensificar el seguimiento técnico o realizar revisiones específicas de evolución.

Este nivel podrá incluir defectos moderados, alteraciones biomecánicas, cambios de exposición, antecedentes de intervención o procesos adaptativos que requieran observación evolutiva.

La gestión asociada podrá incluir:

- seguimiento reforzado;
- reevaluación en plazos más cortos;
- documentación específica;
- o actuaciones de mantenimiento compatibles con la biomecánica del ejemplar.

#### Nivel 3. Atención prioritaria

Corresponde a ejemplares en los que se identifican indicios compatibles con posible afección relevante de estabilidad o resistencia estructural y que requieren valoración técnica específica en plazo prioritario.

La clasificación en este nivel no determina automáticamente una actuación concreta, correspondiendo al técnico evaluador definir las medidas más adecuadas conforme al contexto y características del ejemplar.

La gestión asociada podrá incluir:

- revisión prioritaria;
- medidas provisionales de protección;
- actuaciones de mitigación;
- seguimiento intensivo;
- o derivación a evaluación avanzada.

#### Nivel 4. Valoración de necesidad de una evaluación avanzada

Corresponde a aquellos casos en los que existan indicios, defectos o condiciones cuya adecuada valoración no pueda realizarse de forma suficiente mediante inspección visual ordinaria.

En estos supuestos podrá valorarse la aplicación de:

- resistografía;

- tomografía;
- ensayos biomecánicos;
- metodologías reconocidas internacionalmente;
- u otras técnicas compatibles con el conocimiento técnico disponible.

La activación de este nivel no implica automáticamente la necesidad de tala o intervención severa, sino la conveniencia de profundizar técnicamente en la evaluación antes de adoptar decisiones definitivas sobre la gestión del ejemplar.

### **5.6. Registro de medidas adoptadas y justificación técnica**

Una vez completada la evaluación, el modelo prevé una fase final destinada a registrar las medidas adoptadas y su correspondiente justificación técnica, garantizando la trazabilidad entre la inspección realizada y las decisiones finalmente aplicadas sobre el ejemplar.

El técnico responsable deberá registrar las medidas de gestión adoptadas – de seguimiento, mantenimiento, revisión, protección, mitigación o intervención sobre el ejemplar – junto con una justificación técnica suficiente conforme a las condiciones observadas y al contexto biomecánico, fisiológico y de exposición asociado al árbol.

El modelo permitirá incorporar, cuando proceda:

- evidencias gráficas;
- observaciones complementarias;
- resultados instrumentales;
- informes técnicos;
- o cualquier otra información relevante para reforzar la coherencia y trazabilidad de la evaluación realizada.

Toda la información deberá integrarse conforme a los sistemas, protocolos y requisitos de trazabilidad definidos en el módulo 3, vinculando la evaluación con el identificador del ejemplar, la fecha de inspección, las medidas adoptadas y la documentación asociada.

Los procedimientos y formatos normalizados para el registro y tratamiento de esta información se desarrollarán en los anexos correspondientes del Modelo MIRAR.

De este modo, el modelo cierra el ciclo de evaluación y gestión mediante un sistema integrado, homogéneo y trazable de observación, decisión y registro técnico.

## **Módulo 6. Evaluación avanzada**

### **6.1. Finalidad**

La finalidad del presente módulo es regular la evaluación avanzada de aquellos ejemplares o conjuntos arbolados cuya complejidad exceda las capacidades de resolución de la evaluación ordinaria prevista en el Modelo MIRAR.

La evaluación avanzada constituye un ámbito especializado de análisis orientado a profundizar en la comprensión del comportamiento del árbol y de su interacción con el entorno urbano, especialmente en aquellos supuestos en los que la toma de decisiones pueda verse condicionada por:

- incertidumbres técnicas relevantes;
- configuraciones biomecánicas complejas;
- presencia de valores patrimoniales o culturales;
- afecciones paisajísticas significativas;
- singularidades urbanísticas;
- o posibles efectos indirectos derivados de actuaciones sobre ejemplares próximos o estructuras de copa conjunta.

Asimismo, la evaluación avanzada podrá incorporar metodologías instrumentales, biomecánicas, fisiológicas y predictivas orientadas a reducir el grado de incertidumbre asociado a la evaluación ordinaria y a mejorar la fundamentación técnica de las decisiones de seguimiento, conservación, mitigación, refuerzo estructural o intervención sobre el ejemplar.

En consecuencia, este módulo se configura como un ámbito especializado de apoyo a la toma de decisiones complejas, orientado a compatibilizar los principios de:

- seguridad pública;
- conservación del patrimonio arbóreo;
- proporcionalidad;
- mínima intervención compatible con la estabilidad del ejemplar;
- y comprensión integral de su comportamiento biomecánico y adaptativo.

### **6.2. Activación**

- **Disparador:** La activación del módulo 6 se producirá cuando, durante una inspección ordinaria, se identifique que un ejemplar requiere un nivel de análisis superior al ordinario conforme a los supuestos definidos en el apartado 6.1.

En particular, este módulo se podrá activar, según criterio técnico, en aquellos supuestos en los que el ejemplar presente:

- incertidumbres técnicas relevantes o defectos que requieran comprobaciones instrumentales complementarias;
- especial valor patrimonial, paisajístico o relevancia social;
- ubicación en entornos sometidos a protección patrimonial, urbanística o paisajística, incluidos jardines históricos, el Paisaje de la Luz o ámbitos sujetos a tutela cultural;

- complejidad biomecánica o estructural no interpretable adecuadamente mediante evaluación ordinaria;
- posibles interacciones biomecánicas con árboles próximos o estructuras de copa conjunta;
- o necesidad de valorar medidas avanzadas de mitigación, conservación o estabilización antes de adoptar decisiones de poda severa o apeo.
- 
- Centro coordinador: el servicio municipal competente coordinará la activación, seguimiento y trazabilidad de las evaluaciones avanzadas, asegurando la correcta integración de la información y de las decisiones adoptadas en los sistemas municipales habilitados.

### 6.3. Protocolo de actuación

La evaluación avanzada se desarrollará, con carácter general, conforme a la siguiente secuencia operativa:

- a) Identificación del ejemplar cuya situación requiera una evaluación avanzada conforme a los supuestos definidos en el presente módulo.
- b) Realización de las comprobaciones instrumentales, pruebas diagnósticas o técnicas complementarias que resulten necesarias para profundizar en la evaluación del estado estructural, biomecánico o fisiológico del ejemplar.
- c) Aplicación, cuando las circunstancias lo requieran, de medidas preventivas provisionales dirigidas a reducir el riesgo mientras se completa la evaluación avanzada.
- d) Incorporación de los resultados instrumentales, evidencias gráficas y documentación técnica complementaria a la evaluación ordinaria del ejemplar, conforme a los sistemas, protocolos y requisitos de trazabilidad definidos en el módulo 3.
- e) Evaluación técnica del ejemplar mediante metodologías especializadas de análisis y valoración del riesgo, conforme a los criterios generales del Modelo MIRAR.
- f) Elaboración de la documentación técnica y propuestas de actuación que resulten necesarias para el seguimiento del ejemplar y, en su caso, para su valoración por los órganos municipales competentes en materia de patrimonio cultural, paisaje urbano o régimen urbanístico.

### 6.4. Responsabilidades de la empresa adjudicataria

- a) Realizar, cuando resulte técnicamente procedente conforme a los supuestos previstos en el presente módulo, las comprobaciones instrumentales, pruebas diagnósticas o actuaciones técnicas complementarias que permitan profundizar en la evaluación del estado estructural, biomecánico o fisiológico del ejemplar.
- b) Incorporar los resultados de las pruebas instrumentales, informes técnicos, evidencias gráficas y demás documentación complementaria a la evaluación

ordinaria del ejemplar, conforme a los sistemas, protocolos y requisitos de trazabilidad definidos en el módulo 3.

- c) Aplicar, cuando las circunstancias lo requieran, medidas preventivas provisionales dirigidas a reducir el riesgo mientras se completa la evaluación avanzada, incluyendo, entre otras, balizamiento, señalización, descargas ligeras de copa.
- d) Elaborar los informes técnicos, propuestas o documentación complementaria que resulten necesarios para la tramitación y valoración de actuaciones por parte de los órganos municipales competentes en materia de patrimonio cultural, paisaje urbano o régimen urbanístico, cuando proceda conforme a la normativa aplicable.

### 6.5. Metodologías de evaluación avanzada

Cuando las características del ejemplar, la complejidad biomecánica observada o el grado de incertidumbre asociado a la evaluación así lo aconsejen, podrán aplicarse técnicas instrumentales, metodologías especializadas de diagnóstico y herramientas complementarias de análisis orientadas a profundizar en el conocimiento del estado estructural, biomecánico, fisiológico y adaptativo del árbol.

La evaluación avanzada no se limita exclusivamente a la detección de defectos internos o patologías ocultas, sino que podrá incorporar el análisis de factores relacionados con:

- la arquitectura estructural del ejemplar;
- la distribución de cargas;
- la esbeltez y lateralidad;
- la adaptación al viento;
- la aerodinámica de copa;
- las dinámicas de copas conjuntas;
- la redistribución de esfuerzos;
- y los posibles efectos derivados de intervenciones previas o modificaciones del entorno urbano.

Asimismo, la evaluación avanzada podrá valorar las posibles consecuencias biomecánicas derivadas de actuaciones de poda, descarga o apeo, especialmente en estructuras arboladas interdependientes o sometidas a procesos adaptativos consolidados.

Entre otras, podrán emplearse las siguientes técnicas:

- resistografía y tomografía para valorar cavidades, pérdidas de sección o defectos internos;
- radar de raíces (Tree Radar) para evaluar el sistema radicular y la estabilidad subterránea;
- técnicas de biología molecular para identificación de patógenos;
- sensores de inclinación, movimiento, humedad o estrés hídrico;
- ensayos biomecánicos dinámicos;
- análisis estructural de copa y distribución de cargas;
- y otras herramientas compatibles con el conocimiento técnico disponible y la evolución de la arboricultura urbana.

La evaluación avanzada podrá incorporar igualmente herramientas de análisis fisiológico, teledetección y monitorización espectral orientadas a detectar procesos tempranos de estrés o degradación funcional del arbolado antes de su manifestación visual o estructural.

Entre otras, podrán utilizarse:

- sensores hiperespectrales;
- índices de vegetación y vigor fisiológico;
- fluorescencia de clorofila;
- análisis multiespectral;
- imágenes satelitales;
- o sistemas de monitorización remota compatibles con la evaluación preventiva de la salud fisiológica del arbolado urbano.

Asimismo, las técnicas anteriores podrán complementarse mediante metodologías reconocidas técnicamente en el ámbito nacional e internacional para la evaluación biomecánica y gestión del arbolado urbano.

En todo caso, la utilización de estas metodologías deberá realizarse de forma proporcionada y justificada, conforme a los principios de:

- conservación del patrimonio arbóreo;
- mínima intervención compatible con la seguridad pública;
- prudencia técnica;
- y comprensión integral del comportamiento biomecánico y adaptativo del ejemplar y de su entorno.

#### **6.6. Medidas municipales asociadas**

Corresponderá a los servicios técnicos municipales realizar el seguimiento y supervisión de los ejemplares sometidos a evaluación avanzada, asegurando la coherencia técnica de las actuaciones desarrolladas y la correcta aplicación de los criterios generales del Modelo MIRAR.

Asimismo, los servicios municipales podrán establecer directrices específicas de seguimiento, requerir evaluaciones complementarias, solicitar documentación técnica adicional o dictar instrucciones operativas relacionadas con la gestión de ejemplares singulares o de especial complejidad.

Corresponderá a los servicios técnicos municipales valorar y, en su caso, autorizar las propuestas de tala o eliminación de ejemplares sometidos a evaluación avanzada, especialmente cuando concurren valores patrimoniales, paisajísticos o sociales relevantes. Ésta se concibe como una medida excepcional, únicamente justificada cuando las medidas de mitigación y contención resulten insuficientes. En estos casos, prevalecerá el principio de seguridad ciudadana prioritaria, sin perder de vista el valor patrimonial y ecológico del arbolado, y priorizando siempre la aplicación de soluciones preventivas o correctoras antes de recurrir a la eliminación definitiva.

### **6.7. Cierre de la evaluación avanzada**

La empresa adjudicataria elaborará documentación técnica complementaria relativa a cada ejemplar sometido a evaluación avanzada, incorporando los resultados de las pruebas instrumentales, las medidas aplicadas, las conclusiones técnicas alcanzadas y la propuesta de seguimiento o revisiones futuras del ejemplar.

Esta documentación tendrá carácter complementario de la evaluación ordinaria del ejemplar y deberá incorporarse como información anexa asociada a dicha evaluación, conforme a los sistemas, protocolos y requisitos de trazabilidad definidos en el módulo 3.

La documentación técnica asociada a las evaluaciones avanzadas podrá materializarse mediante fichas, informes o formatos técnicos reconocidos en el ámbito de la arboricultura y gestión del riesgo del arbolado, incluyendo metodologías internacionalmente aceptadas o aquellas específicamente definidas por los servicios técnicos municipales.

La información derivada de estas evaluaciones servirá como información de referencia para el seguimiento técnico del arbolado y para la mejora continua del modelo, contribuyendo al análisis técnico posterior de defectos, incidencias y medidas de gestión aplicadas.

## **Módulo 7. Investigación aplicada y mejora continua**

### **7.1. Finalidad**

El presente módulo tiene por finalidad dotar al Modelo MIRAR de un sistema permanente de aprendizaje, adaptación y mejora continua, capaz de integrar de forma estructurada la experiencia operativa acumulada, los avances técnicos y científicos y el análisis de las incidencias reales registradas en el arbolado urbano de Madrid.

El módulo parte del reconocimiento de que la gestión del arbolado urbano se desarrolla en un contexto dinámico, condicionado por factores biológicos, biomecánicos, climáticos, urbanos y sociales en continua evolución, lo que exige que el modelo mantenga una capacidad permanente de revisión y adaptación.

Su objetivo es transformar la información generada durante la aplicación ordinaria del modelo –inspecciones, incidencias, evaluaciones avanzadas, actuaciones ejecutadas y eventos meteorológicos– en conocimiento útil para:

- mejorar los criterios de evaluación;
- reforzar la coherencia técnica;
- optimizar la priorización de actuaciones;
- incrementar la capacidad preventiva del sistema;
- y fortalecer la conservación y resiliencia del patrimonio arbóreo urbano.

El módulo tiene una orientación eminentemente práctica y operativa, dirigida a mejorar la seguridad ciudadana, la eficacia de los servicios municipales y la sostenibilidad de la gestión del arbolado urbano, evitando el desarrollo de líneas de investigación desconectadas de las necesidades reales de conservación y gestión.

### **7.2. Activación**

- Disparador: cierre periódico del ciclo de gestión, incluyendo el análisis de incidencias, resultados de campañas de inspección, evaluaciones avanzadas y eventos extraordinarios asociados al arbolado urbano.
- Centro coordinador: El servicio municipal competente será responsable de consolidar y analizar los datos procedentes de SERVER y de las empresas de conservación, e impulsar los programas de investigación aplicada.

La activación del módulo 7 tendrá carácter sistemático y periódico, vinculada al cierre anual del ciclo de gestión, constituyendo un módulo obligatorio del Modelo y no una actuación discrecional.

### **7.3. Responsabilidades de la empresa adjudicataria**

- a) Elaboración de un informe anual conforme al modelo y contenidos definidos por los servicios técnicos municipales incorporando el análisis de incidencias, actuaciones realizadas, resultados observados y propuestas de mejora derivadas de la aplicación del Modelo MIRAR.

- b) Identificar y trasladar al servicio municipal competente posibles carencias o necesidades de mejora detectadas durante la aplicación de protocolos y procedimientos previstos en el modelo.
- c) Formular propuestas de análisis, estudio o revisión de criterios técnicos, metodologías o correlaciones entre factores de atención, tipologías de arbolado, condiciones del entorno y comportamiento mecánico de los ejemplares.
- d) Colaborar, cuando sean requeridos por el servicio municipal competente, en estudios, proyectos o actuaciones de investigación aplicada relacionados con la mejora continua del modelo y la gestión del riesgo del arbolado urbano.

#### **7.4. Medidas municipales asociadas**

El servicio técnico municipal:

- Elaborará un informe anual de riesgos del arbolado urbano, compendio de los informes de las empresas adjudicatarias, como instrumento de seguimiento, transparencia y evaluación del ciclo anual de gestión del riesgo.
- Elaborará un listado de indicadores clave de rendimiento (KPIs) para evaluar periódicamente la eficacia del modelo, que podrá incluir aspectos relacionados con la reducción de incidencias, los tiempos de respuesta, la trazabilidad de la información y la calidad de los registros.
- Incorporará los aprendizajes y propuestas de mejoras derivados de la aplicación del modelo en la actualización de protocolos, pliegos y programas de formación.
- Podrá desarrollar pruebas piloto, estudios específicos o líneas de análisis aplicadas a la mejora de la evaluación y gestión del riesgo del arbolado urbano (p. ej., correlaciones entre viento, humedad del suelo y caídas de ramas).
- Podrá programar análisis externos periódicos (cada 3-5 años) para verificar la eficacia global, coherencia técnica y capacidad de mejora del Modelo MIRAR.

#### **7.5. Metodologías de investigación aplicada**

Las metodologías de investigación aplicada tendrán por finalidad calibrar, contrastar y mejorar progresivamente los criterios técnicos del Modelo MIRAR, los protocolos operativos y los sistemas de priorización y seguimiento del arbolado urbano, a partir de:

- la experiencia acumulada durante la aplicación del modelo;
- el análisis de incidencias reales;
- la evolución del conocimiento científico y técnico;
- y la incorporación progresiva de nuevas herramientas de evaluación y monitorización.

El Ayuntamiento, en colaboración con universidades, centros tecnológicos, organismos especializados y empresas, podrá impulsar líneas de investigación aplicada orientadas a reforzar la capacidad preventiva, analítica y adaptativa del modelo.

Entre otras, podrán desarrollarse las siguientes líneas de trabajo:

- estudios fisiológicos, biomecánicos y estructurales dirigidos a mejorar los criterios de evaluación, seguimiento, poda y conservación del arbolado;
- análisis de arquitectura de copa, distribución de cargas, adaptación biomecánica, lateralidad, aerodinámica y dinámicas de copas conjuntas;
- evaluación comparada de técnicas de mitigación y conservación, incluyendo podas, anclajes, refuerzos estructurales, actuaciones sobre el suelo o tratamientos específicos;
- análisis y correlaciones estadísticas entre incidencias registradas, defectos observados, especies, condiciones meteorológicas, tipologías urbanas y medidas preventivas aplicadas;
- análisis evolutivos orientados a identificar patrones de fallo, procesos de degradación y tendencias asociadas al envejecimiento, estado estructural o condiciones del entorno urbano;
- y estudios de comportamiento del viento mediante modelización aerodinámica y dinámica de fluidos computacional (CFD), orientados a identificar zonas urbanas especialmente vulnerables frente a fenómenos meteorológicos adversos.

El modelo MIRAR reconoce igualmente que la estabilidad y comportamiento del arbolado urbano no dependen exclusivamente de factores mecánicos o estructurales visibles, sino también del estado fisiológico y adaptativo de los ejemplares.

Procesos de estrés hídrico, degradación fotosintética, alteraciones metabólicas o pérdida progresiva de vitalidad pueden preceder durante largos periodos a la aparición de síntomas estructurales evidentes, influyendo significativamente en la capacidad adaptativa y resiliente del árbol frente a cargas mecánicas y condiciones ambientales adversas.

En consecuencia, el modelo podrá incorporar progresivamente herramientas avanzadas de monitorización fisiológica, análisis espectral, teledetección y evaluación predictiva orientadas a mejorar la capacidad de detección temprana de situaciones de deterioro funcional del arbolado urbano.

Entre otras herramientas y tecnologías, podrán incorporarse:

- sensores remotos y sistemas hiperespectrales;
- imágenes satelitales y plataformas Sentinel;
- índices de vegetación y vigor fisiológico (NDVI y derivados);
- fluorescencia de clorofila;
- tecnologías LIDAR;
- sistemas predictivos e inteligencia artificial;
- y herramientas avanzadas de monitorización biomecánica y ambiental.

Estas tecnologías tendrán carácter complementario y podrán utilizarse especialmente como herramientas de:

- cribado masivo;
- priorización de inspecciones;
- identificación de zonas sometidas a estrés;
- seguimiento evolutivo;
- apoyo a estrategias preventivas de conservación;
- y adaptación climática del patrimonio arbóreo urbano.

Su incorporación deberá realizarse de forma gradual, validada y compatible con los principios de proporcionalidad, aplicabilidad operativa y prudencia técnica que inspiran el Modelo MIRAR.

En el marco de estas líneas de trabajo, el servicio técnico competente podrá impulsar estudios específicos asociados al desarrollo y mejora del modelo, entre otros:

- estudios CFD de comportamiento del viento en calles y parques urbanos;
- estudios LIDAR para obtención de información dendrométrica y tridimensional de alta precisión;
- análisis mediante imágenes Sentinel para correlacionar índices fisiológicos y de vigor con incidencias y variables de comportamiento del arbolado;
- proyectos piloto de inteligencia artificial aplicada a la gestión preventiva;
- y estudios biomecánicos y fisiológicos orientados a mejorar la comprensión del comportamiento adaptativo del arbolado urbano.

La integración progresiva de las conclusiones derivadas de estos estudios permitirá reforzar la capacidad predictiva, preventiva y analítica del Modelo MIRAR, consolidando un sistema dinámico de aprendizaje y mejora continua en la gestión municipal del arbolado urbano.

## **7.6. Cierre del módulo**

Cada ciclo anual culminará con la integración de resultados en la base estadística del modelo, de forma que la experiencia práctica y la investigación aplicada retroalimenten el algoritmo y los criterios operativos del modelo y refuercen la coherencia de las decisiones futuras.

Se llevará a cabo una evaluación sistemática del modelo MIRAR, con el fin de verificar su eficacia, coherencia interna y capacidad de adaptación a las condiciones cambiantes del entorno y del arbolado urbano.

La evaluación integrará:

- Los resultados estadísticos obtenidos del sistema digital de incidencias e inspecciones.
- Los informes de las subdirecciones generales responsables de conservación y control del arbolado.

- Los indicadores de cumplimiento de objetivos de seguridad, sostenibilidad y eficiencia.
- Las conclusiones derivadas de los análisis correlacionales, que permitirán transformar la observación de incidentes en criterios de predicción y prevención.

A partir de esta revisión los servicios técnicos municipales elaborarán el Informe Anual de Evaluación del Sistema, que incluirá:

- Un resumen ejecutivo de resultados.
- La valoración de los indicadores de eficacia y mejora.
- Las acciones correctoras y de ajuste necesarias en procedimientos, protocolos y criterios de evaluación del riesgo.
- Las propuestas de actualización del modelo para el siguiente ciclo.

El cierre del módulo 7 formaliza el carácter dinámico, revisable y evolutivo del Modelo MIRAR, garantizando que la experiencia acumulada y la evidencia técnica se traduzcan de forma ordenada en decisiones operativas, actualización de protocolos y mejora continua de la gestión del arbolado urbano.

## ***Anexos. Cierre y desarrollo mediante anexos técnicos***

El presente Modelo MIRAR constituye el marco normativo y operativo de referencia, estableciendo objetivos, principios, módulos de actuación, responsabilidades y productos asociados.

Para garantizar la flexibilidad del modelo, la aplicación práctica de este modelo requerirá, en determinados casos, de protocolos pormenorizados que detallen los pasos concretos de actuación en cada uno de los módulos (gestión ordinaria, pre-evento, post-evento, evaluación avanzada, etc.).

Dichos protocolos se recogerán en anexos técnicos del modelo, que podrán actualizarse y adaptarse a la evolución de la práctica profesional, a los cambios normativos o a la incorporación de nuevas metodologías, sin necesidad de modificar el cuerpo principal del documento.

En particular, se contemplan los siguientes anexos:

- Anexo I. RESULTADOS DE LA JORNADA DE GESTIÓN DE RIESGOS.
- Anexo II. APORTACIONES TÉCNICAS MUNICIPALES Y PROCESO DE CONTRASTE DEL MODELO MIRAR.
- Anexo III. Acta de mesa del árbol.
- Anexo IV. DOCUMENTOS TÉCNICOS NORMALIZADOS DEL MODELO MIRAR.
- Anexo V. MANUAL DEL ALGORITMO DE EVALUACIÓN ORDINARIA.
- Anexo VI. ESTUDIOS DESARROLLADOS.