



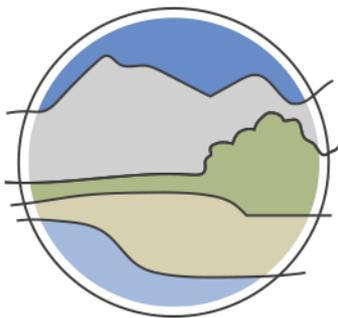
# ANÁLISIS DE ADECUACIÓN Y DE REPRESENTATIVIDAD DE LA RED DE DAÑOS FORESTALES CON RESPECTO A CADA UNO DE LOS TIPOS DE HÁBITAT DE BOSQUE

Julia Chacón-Labela  
David S. Pescador  
Adrián Escudero  
Francisco Lloret





Metodologías para el seguimiento del estado de conservación de los tipos de hábitat



ANÁLISIS DE ADECUACIÓN Y DE  
REPRESENTATIVIDAD DE LA RED DE DAÑOS  
FORESTALES CON RESPECTO A CADA UNO DE LOS  
TIPOS DE HÁBITAT DE BOSQUE



Madrid, 2019



Aviso Legal: los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados, citando la fuente y la fecha, en su caso, de la última actualización.

El presente documento fue realizado en el marco del proyecto *Establecimiento de un sistema estatal de seguimiento del Estado de Conservación de los Tipos de Hábitat en España*, promovido y financiado por la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, desarrollado entre 2015 y 2017.

#### **Dirección técnica del proyecto**

Rafael Hidalgo Martín<sup>1</sup>

#### **Realización y producción**

Tragsatec

#### **Coordinación general**

Elena Bermejo Bermejo<sup>2</sup> y Juan Carlos Simón Zarzoso<sup>2</sup>

#### **Autores**

Julia Chacón Labella<sup>3</sup>

David Sánchez Pescador<sup>2,3</sup>

Adrián Escudero Alcántara<sup>3,4</sup>

Francisco Lloret Maya<sup>3,5</sup>

#### **Coordinación y revisión editorial**

Argantonio Rodríguez-Merino<sup>2</sup>

Jara Andreu Ureta<sup>2</sup>

Íñigo Vázquez-Dodero Estevan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental. Ministerio para la Transición Ecológica

<sup>2</sup> Tragsatec. Grupo Tragsa

<sup>3</sup> Asociación Española de Ecología Terrestre (AEET)

<sup>4</sup> Universidad Rey Juan Carlos (URJC)

<sup>5</sup> Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF)

#### **A efectos bibliográficos la obra debe citarse como sigue:**

Chacón-Labella J, Pescador D S, Escudero A & Lloret F. 2019. Análisis de adecuación y de representatividad de la Red de Daños Forestales con respecto a cada uno de los tipos de hábitat de bosque. Serie "Metodologías para el seguimiento del estado de conservación de los tipos de hábitat". Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid. 23 pp.

Las opiniones que se expresan en esta obra no representan necesariamente la posición del Ministerio para la Transición Ecológica. La información y documentación aportadas para la elaboración de esta monografía son responsabilidad exclusiva de los autores.



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

#### **Edita:**

© Ministerio para la Transición Ecológica

Secretaría General Técnica

Centro de Publicaciones

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:

<https://cpage.mpr.gob.es>

NIPO: 638-19-088-X

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>7</b>
1.1. Antecedentes. Descripción de la Red de Daños Forestales.....	7
1.2. Red de parcelas, variables que se miden y periodicidad de cálculo.....	10
1.2.1. Red de parcelas de Nivel I .....	10
1.2.2. Red de parcelas de Nivel II .....	12
<b>2. MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>14</b>
2.1. Criterios para identificar tipos de hábitat con representación suficiente en la red de parcelas de Nivel I y Nivel II .....	14
2.2. Aplicación de criterios e identificación de tipos de hábitat con suficiente representación en la red de parcelas de Nivel I y Nivel II .....	17
<b>3. VALORACIÓN DE LA RED DE DAÑOS Y PROPUESTA DE MEJORAS .....</b>	<b>17</b>
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>22</b>
<b>5. REFERENCIAS .....</b>	<b>23</b>





## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes. Descripción de la Red de Daños Forestales

La Red Europea de Seguimiento de Daños en los Bosques<sup>1</sup> o Red de Daños Forestales (Red de Nivel I), nace como respuesta al deterioro del estado fitosanitario observado en los bosques de los países industrializados durante las décadas de los 70 y 80. Las hipótesis planteadas para explicar este fenómeno de deterioro forestal, incluían anomalías climáticas y una gestión forestal ineficaz, sin embargo, el desencadenante de estos daños se atribuyó principalmente a la contaminación atmosférica. Los fenómenos observados se caracterizaban por presencia de defoliaciones, debilitamiento del arbolado, mayor incidencia de plagas, etc.

Como respuesta a la preocupación que suscitaba este fenómeno, se estableció el Programa de Cooperación Internacional para la Evaluación y Seguimiento de los Efectos de la Contaminación Atmosférica en los Bosques (ICP-Forests)<sup>2</sup>, en el marco del Convenio de Ginebra sobre la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia de Naciones Unidas, organismo con ámbito paneuropeo, de Rusia a Portugal y de Noruega al Mediterráneo.

En 1986 se publicó el Reglamento CEE nº 3528/86 relativo a la protección de los bosques contra la contaminación atmosférica, que puso en marcha de forma coordinada las acciones de seguimiento en todos los países comunitarios, con sus correspondientes modificaciones posteriores. Se diseñó entonces, un sistema de seguimiento de la evolución de los daños en el espacio y el tiempo, que estableció una red de puntos de seguimiento del estado fitosanitario de los bosques en los países que conformaban la Unión Europea (UE). Esta primera red, creada por ICP-Forests a mediados de la década de los 80, es conocida actualmente como Red de Seguimiento a gran escala del estado de los bosques<sup>3</sup> (Nivel I; Figura 1) y ha permitido hacer una evaluación y seguimiento de la evolución de las masas forestales. De conformidad con las recomendaciones del ICP-Forests, y con los Reglamentos Comunitarios, desde 1987 se vienen realizando inventarios de la salud de los bosques con periodicidad anual. Estos inventarios se condensan en una amplia base de datos desde entonces.

Casi todos los Estados europeos han ido adoptando desde su inicio a mediados de la década de los 80 las redes de seguimiento de bosques. En 2015 la Red Europea de Nivel I (malla de 16x16 km) abarcó casi 5000 puntos evaluados en 25 países. Las parcelas de Nivel I, representan un estudio a gran escala, que mide una serie reducida de parámetros de fácil medición sobre las condiciones ecológicas de las parcelas y la vitalidad del arbolado (pérdida de follaje del arbolado o defoliación, determinación de agentes causantes de daños en los árboles, nivel de fructificación, etc.).

La red española, que forma parte de la Red Europea de Nivel I, se estableció en 1987 para el seguimiento de los daños apreciados en los bosques y el número de parcelas que la constituye es

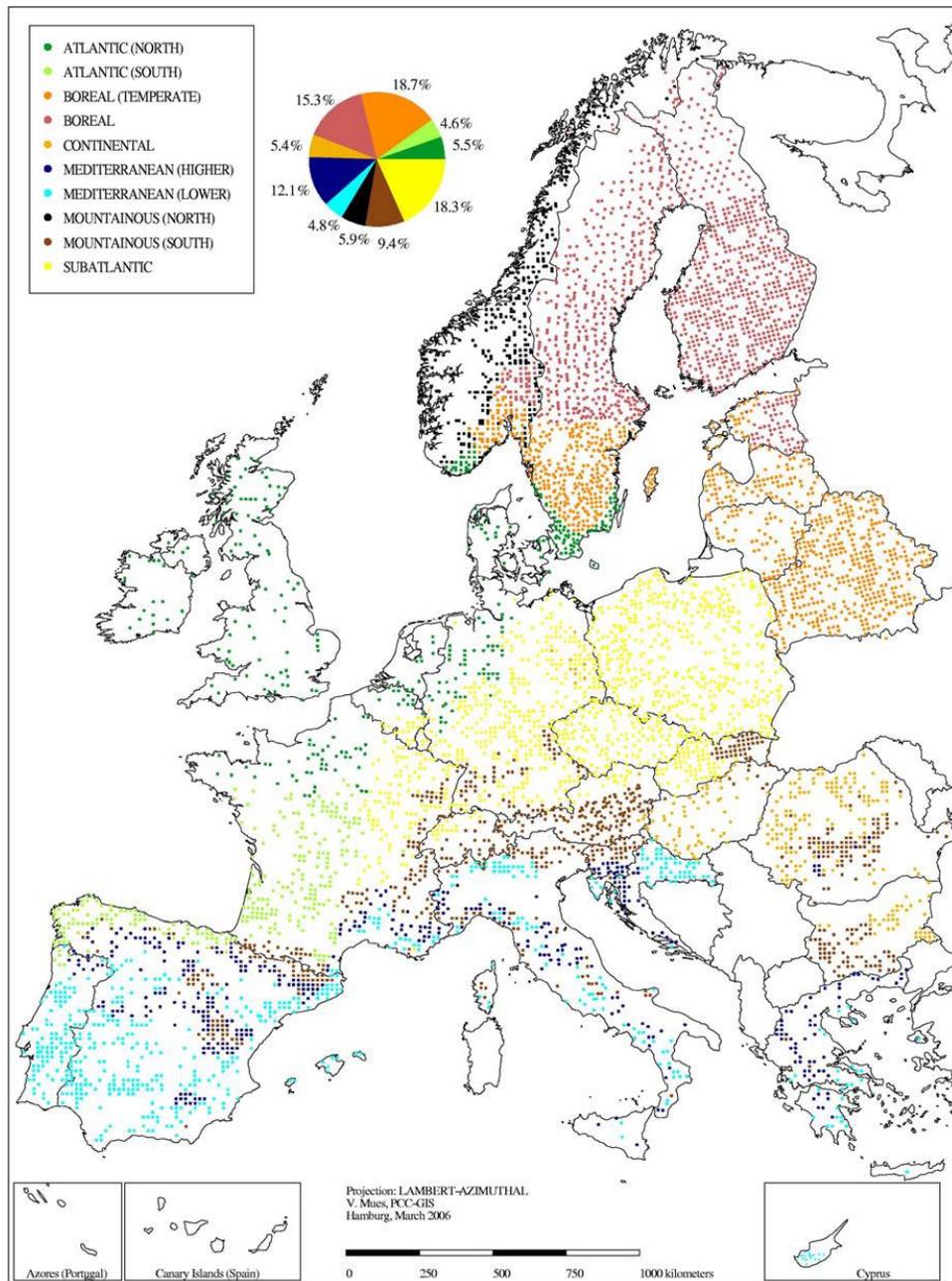
<sup>1</sup> [https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/inventario-cartografia/redes-europeas-seguimiento-bosques/red\\_nivel\\_I\\_danos.aspx](https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/inventario-cartografia/redes-europeas-seguimiento-bosques/red_nivel_I_danos.aspx)

<sup>2</sup> [https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/1icpforestsestructura\\_paraweb\\_tcm30-155643.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/1icpforestsestructura_paraweb_tcm30-155643.pdf)

<sup>3</sup> <https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/inventario-cartografia/redes-europeas-seguimiento-bosques/default.aspx>

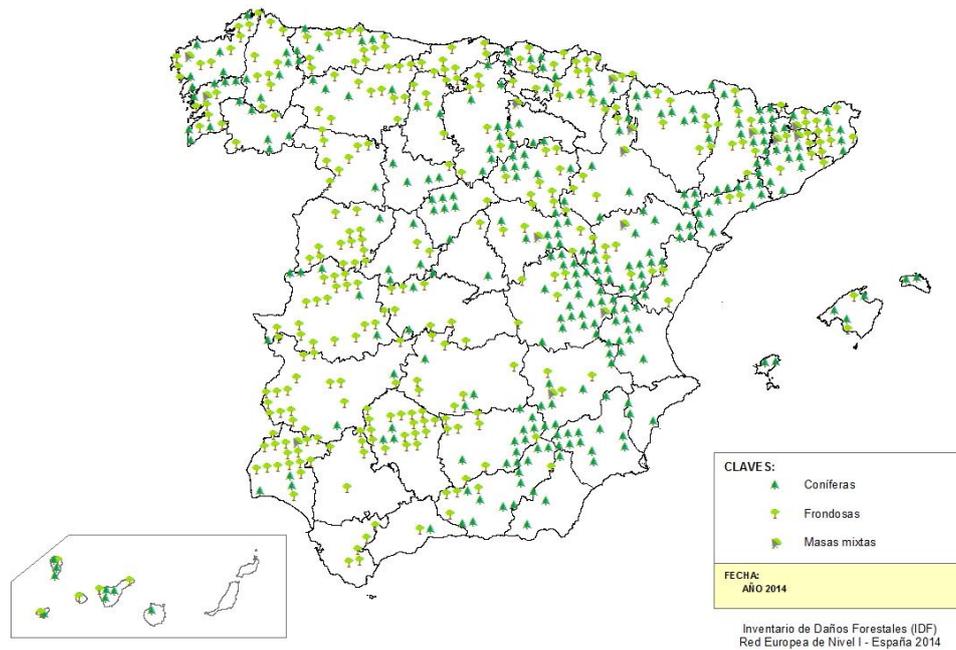


actualmente de 620 (Figura 2). La serie completa de datos y los informes anuales relativos a España se encuentra disponible en la web del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación<sup>4</sup> (MAPA).



**Figura 1** Distribución de las parcelas por región biogeográfica de la Red Europea de Seguimiento de Daños en los Bosques de Nivel I. Fuente: extraída de Lorenz *et al.* (2006).

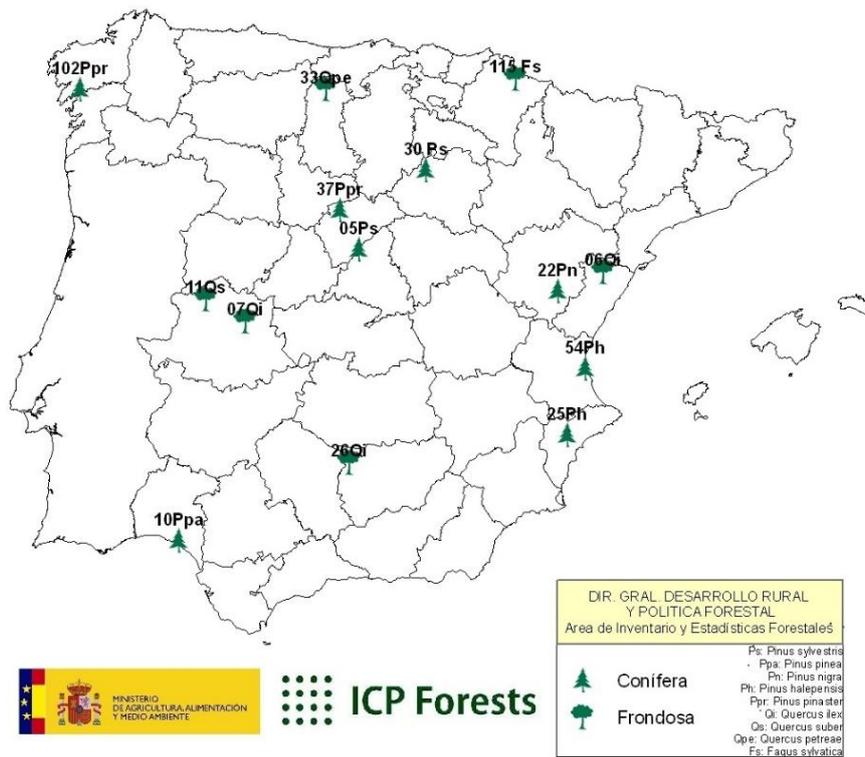
<sup>4</sup> [https://www.mapa.gob.es/images/es/basededatoshistoricaredni\\_2019\\_tcm30-502577.zip](https://www.mapa.gob.es/images/es/basededatoshistoricaredni_2019_tcm30-502577.zip)



**Figura 2** Puntos de la Red Europea para el seguimiento a gran escala del estado de los bosques en España (Nivel I). Fuente: extraída de MAGRAMA (2014).

La Red de Seguimiento Intensivo y continuo de los ecosistemas forestales<sup>5</sup> (Nivel II) es un sistema Pan-europeo que se estableció en 1993 y consiste en una serie de parcelas ubicadas en los ecosistemas forestales más representativos de Europa, donde se han de realizar una serie de estimaciones y medidas numerosas y precisas. Son, por lo tanto, parcelas de vigilancia intensiva que permiten una mejor caracterización de las masas forestales, su arbolado, follaje, vegetación circundante, suelo, clima, composición química del agua de lluvia, etc. Las labores a realizar en esta red han ido ampliándose y modificándose con el tiempo, para atender a las nuevas prioridades a nivel europeo tales como la evaluación de efectos del cambio climático sobre los bosques o la biodiversidad forestal. Desde sus inicios, hasta el año 2008, la red ha contado con 54 parcelas en territorio español. Si bien, en 2009 se redujo su número en toda Europa con el fin de intensificar el nivel de detalle de los muestreos en las parcelas remanentes. El actual número de parcelas de seguimiento intensivo o de Nivel II en España es de 14 (Figura 3).

<sup>5</sup> [https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/inventario-cartografia/redes-europeas-seguimiento-bosques/red\\_nivel\\_II\\_danos.aspx](https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/inventario-cartografia/redes-europeas-seguimiento-bosques/red_nivel_II_danos.aspx)



**Figura 3** Distribución de las parcelas de la Red de Seguimiento Intensivo y Continuo de los Ecosistemas Forestales Españoles (Red de Daños de Nivel II). Fuente: extraída de MAPAMA (2015).

## 1.2. Red de parcelas, variables que se miden y periodicidad de cálculo

### 1.2.1. Red de parcelas de Nivel I

El Nivel I de seguimiento de daños está constituido por una red de puntos que se distribuyen en forma de malla cuadrada de 16 km de lado a escala europea. Cuando los nudos de esa malla coinciden con zona forestal se instala un punto de muestreo. Esta red es revisada anualmente desde su constitución en 1987. El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación es el responsable, en la actualidad, de la ejecución de los trabajos y de los Inventarios de Daños Forestales (IDF) en España, en colaboración con los servicios forestales de las comunidades autónomas, y en coordinación con el resto de los inventarios de daños en los bosques a escala europea. Una vez trasladados los puntos sobre el terreno, se eligen 24 árboles con un criterio definido y estricto. En esta muestra se evalúa la defoliación en cada uno de estos árboles, y se evalúa si hay presencia de daños mediante la observación de tres parámetros principales:

- Descripción de síntomas.
- Causas de los daños (diagnóstico).
- Cuantificación de la extensión del daño.

La estimación de la defoliación se realiza usando una escala porcentual, de acuerdo con las líneas establecidas en el trabajo "Red de Seguimiento a Gran Escala de Daños en los Montes (Red de Nivel I).



Manual de Campo” (MAGRAMA 2012a) y el manual europeo del ICP-Forests (UNECE ICP Forests Programme Coordinating Centre 2016).

En España se han recogido datos anualmente y de forma ininterrumpida desde 1987 hasta el año 2019. En el año 2015 no se pudo realizar la toma de datos, por lo que, para la contabilización de árboles muertos, hay que tener en cuenta que en 2016 fue la suma de dos años (2015 y 2016). Como ejemplo en el año 2016 se abarcaron en España 620 parcelas de muestreo de Nivel I y 14 880 árboles, de ellos 7416 pertenecientes a coníferas y 7464 a frondosas (Tabla 1). Los muestreos se realizan en los meses de verano (entre junio y septiembre), durante los cuales once equipos formados por técnicos y capataces forestales especialmente entrenados visitaron la totalidad de los puntos.

**Tabla 1** Número de parcelas por tipos de hábitat en la Red de Seguimiento de Daños en los Bosques Nivel I en la península ibérica, las islas Baleares y el archipiélago canario. Fuente: extraída de MAPAMA (2016).

Descripción del tipo de hábitat	Parcelas/tipo de hábitat
Abedulares ( <i>Betula</i> spp.)	2
Abetales ( <i>Abies alba</i> )	1
Acebuchales ( <i>Olea europaea</i> )	3
Alcornocales ( <i>Quercus suber</i> )	6
Bosques mixtos de frondosas autóctonas en la región biogeográfica alpina	1
Bosques mixtos de frondosas autóctonas en la región biogeográfica mediterránea	23
Bosques mixtos de frondosas en región biogeográfica atlántica	10
Bosques ribereños	5
Castañares ( <i>Castanea sativa</i> )	3
Choperas y plataneras de producción	3
Dehesas	60
Encinares ( <i>Quercus ilex</i> )	64
Eucaliptales	28
Fayal-brezal	2
Fresnedas ( <i>Fraxinus</i> spp.)	1
Frondosas alóctonas con autóctonas	3
Hayedos ( <i>Fagus sylvatica</i> )	14
Melojares ( <i>Quercus pyrenaica</i> )	28
Mezcla de coníferas autóctonas con alóctonas	2
Mezcla de coníferas autóctonas en la región biogeográfica alpina	4
Mezcla de coníferas autóctonas en la región biogeográfica mediterránea	39
Mezcla de coníferas con frondosas, autóctonas con alóctonas	5
Mezclas de coníferas y frondosas autóctonas en la región biogeográfica alpina	4
Mezclas de coníferas y frondosas autóctonas en la región biogeográfica atlántica	6
Mezclas de coníferas y frondosas autóctonas en la región biogeográfica macaronésica	2
Mezclas de coníferas y frondosas autóctonas en la región biogeográfica mediterránea	71
Otras coníferas alóctonas de producción ( <i>Larix</i> spp., <i>Pseudotsuga</i> spp., etc.)	3
Otras especies de producción en mezcla	10
Otras mezclas de frondosas macaronésicas	2
Pinares de pino albar ( <i>Pinus sylvestris</i> )	38
Pinares de pino canario ( <i>Pinus canariensis</i> )	7

Continúa en la siguiente página ►



Pinares de pino carrasco ( <i>Pinus halepensis</i> )	67
Pinares de pino negro ( <i>Pinus uncinata</i> )	4
Pinares de pino pinaster en región atlántica ( <i>Pinus pinaster</i> subsp. <i>atlantica</i> )	8
Pinares de pino pinaster en región mediterránea ( <i>Pinus pinaster</i> subsp. <i>hamiltonii</i> )	26
Pinares de pino piñonero ( <i>Pinus pinea</i> )	8
Pinares de pino radiata	9
Pinares de pino salgareño ( <i>Pinus nigra</i> )	25
Quejigares ( <i>Quercus faginea</i> )	3
Robledales de <i>Quercus robur</i> y/o <i>Quercus petraea</i>	10
Robledales de roble pubescente ( <i>Quercus humilis</i> )	2
Sabinares albares ( <i>Juniperus thurifera</i> )	8
<b>TOTAL GENERAL RED DE DAÑOS NIVEL I</b>	<b>620</b>

### Variables que se miden en la Red de Daños de Nivel I:

La Red de Seguimiento de Daños de Nivel I es una red de medición extensiva, donde el número de variables y parámetros que se estiman es poco intensivo, pero con amplia extensión geográfica. En concreto los muestreos que se realizan son:

- Información general del sitio de muestreo.
- Condición de las copas (*crown condition*). Evalúa el estado de las copas y el estado de vitalidad de los árboles (decoloración, defoliación). También evalúa el estado sanitario de las masas. Tiene una periodicidad anual.
- Materia orgánica muerta. Se viene realizando desde que se puso en marcha el proyecto europeo de investigación BIOSOIL<sup>6</sup> en 2007. Recoge datos sobre madera muerta y contenido en carbono de la hojarasca (*litter*). Tiene una periodicidad anual.
- Estructura de las masas. Se lleva a cabo en las mismas parcelas donde se toman los datos de madera muerta. También tiene su origen en el proyecto BIOSOIL y se realiza con periodicidad anual.

Otros estudios puntuales que se han llevado a cabo son: estudios de suelos (tienen una periodicidad de 10 años y se han realizado dos veces) y análisis foliar (se ha realizado una sola vez).

### 1.2.2. Red de parcelas de Nivel II

La ubicación de las parcelas de la Red de Daños Nivel II se realizó siguiendo criterios biogeográficos. En España quedan repartidas entre las regiones eurosiberiana y mediterránea (Tabla 2). Actualmente esta red se constituye por 14 parcelas de seguimiento intensivo.

<sup>6</sup> <https://www.forestresearch.gov.uk/research/integrated-forest-monitoring/soil-sustainability-forest-focus-biosoil-project/>



**Tabla 2** Distribución de parcelas de la Red de Daños Nivel II por tipos de bosque (clasificación EUNIS) y provincias. Fuente: extraída de MAPAMA (2015).

CÓDIGO PARCELA	ESPECIE	TIPO BOSQUE EUNIS
05 Ps (Segovia)	<i>Pinus sylvestris</i>	Bosques alpinos
06 Qi (Castellón)	<i>Quercus ilex</i>	Bosques perennifolios de frondosas
07 Qi (Cáceres)	<i>Quercus ilex</i>	Bosques perennifolios de frondosas
10 Ppa (Huelva)	<i>Pinus pinea</i>	Bosques de coníferas de la región mediterránea
11 Qs (Cáceres)	<i>Quercus suber</i>	Bosques perennifolios de frondosas
22 Pn (Teruel)	<i>Pinus nigra</i>	Bosques alpinos
25 Ph (Alicante)	<i>Pinus halepensis</i>	Bosques de coníferas de la región mediterránea
26 Qi (Jaén)	<i>Quercus ilex</i>	Bosques perennifolios de frondosas
30 Ps (Soria)	<i>Pinus sylvestris</i>	Bosques alpinos
33 Qpe (Palencia)	<i>Quercus petraea</i>	Bosques caducifolios termófilos
37 Ppr (Segovia)	<i>Pinus pinaster</i>	Bosques de coníferas de la región mediterránea
54 Ph (Valencia)	<i>Pinus halepensis</i>	Bosques de coníferas de la región mediterránea
102 Ppr (La Coruña)	<i>Pinus pinaster</i>	Bosques de coníferas de la región mediterránea
115 Fs (Navarra)	<i>Fagus sylvatica</i>	Hayedos

Las características específicas de cada parcela del muestreo Nivel II en España son las que siguen:

- Superficie de 50x50 m (0,25 ha).
- Se rodean de una zona tampón de idénticas características a la parcela, con una anchura de al menos 10 m. En esta zona se procede a la recogida de muestras de carácter destructivo (calicatas de suelo, testigos dendrológicos, muestras de ramas, etc.).
- No pueden sufrir directamente alteración antrópica.
- Se sitúan en terrenos llanos, con orientaciones siguiendo las líneas norte-sur y este-oeste.
- Se encuentran instrumentalizadas con diferentes dispositivos de medición instalados sobre terreno. Las tareas específicas para la medición de variables y su periodicidad se especifican en la Tabla 3. Algunas de ellas se consideran con periodicidad continua, lo que supone un régimen de visitas con periodicidad quincenal (cada 15 días), y un total de 24 visitas al año.



**Tabla 3** Tareas para la medición de variables y periodicidad mínima en la medición de parámetros en la Red de Daños de Nivel II. Fuente: extraída de MAGRAMA (2012b).

TAREAS	PERIODICIDAD
Evaluación de copas.	Anual
Toma de muestras edáficas.	Cada 10 años
Toma de muestras foliares.	Cada 2 años
Estimación del crecimiento y la producción.	Cada 5 años
Medida de la deposición atmosférica.	Continuo
Seguimiento de las condiciones meteorológicas.	Continuo
Solución del suelo.	Continuo
Biomasa:	3 veces al año ⇔ Continuo ⇔
Inventario botánico.	Cada 10 años
Fenología.	Continuo
Inventario de líquenes.	Cada 10 años
Seguimiento de daños por ozono: - Medidores pasivos ⇔ - Observación visual de daños ⇔	Continuo ⇔ Anual ⇔
Teledetección (en proceso).	Cada 5 años

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1. Criterios para identificar tipos de hábitat con representación suficiente en la red de parcelas de Nivel I y Nivel II

Para identificar los tipos de hábitat con representación suficiente dentro de la red de parcelas de Nivel I y Nivel II se procedió a determinar cuál es el tamaño de muestra ( $n$ ) o el número de observaciones que se debe prospectar. Esta decisión depende de consideraciones estadísticas y no estadísticas, dadas por las circunstancias, como por ejemplo la disponibilidad de recursos, presupuesto, etc. Las consideraciones estadísticas están relacionadas con la precisión deseada para la estimación de los parámetros de interés.

La idea básica que describe el teorema central de límite, es que, si una población se muestrea muchas veces, el valor promedio de los parámetros a estimar, se iguala o acercará mucho al valor promedio real de la población. Si, por ejemplo, se quiere conocer el valor promedio de la contaminación por ozono en los bosques españoles, se pueden muestrear estos valores en 15 bosques, lo cual puede desprender unos valores de ozono casi aleatorios, estocásticos o contingentes, mientras que si se aumenta el número de bosques muestreados se tendrá una representación de este valor promedio



mucho más próximo a la realidad. Para calcular el tamaño de muestra  $n$  en este caso, se utilizará la fórmula:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{N \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

En este caso, se determina una seguridad del 90 % ( $Z= 1,645$ ), un error del 10 % ( $e= 0,1$ ), desviación estándar  $p= 0,5$  (cuando es desconocida, se establece en 0,5) y  $q= (1-p)$ . Se elige un error del 10% que es el error máximo por encima del cual se reduce la validez de la información. Por último, se necesita conocer el marco muestral (universo  $N$ ), que será en este caso los  $\text{km}^2$  totales por tipo de hábitat de bosque. Para determinar el marco muestral ( $\text{km}^2$  por tipo de hábitat), se usó la superficie ocupada estimada para las diferentes formaciones forestales dentro de la Cartografía de los Tipos de Hábitat Forestales de España (CHF50; Sánchez de Dios *et al.* 2019). Así, se procedió a cruzar esta información con el número de parcelas de Nivel I y Nivel II que aparecen en cada tipo de hábitat de bosque. Esta información aparece representada en la Tabla 4. Aquellos bosques que no se pueden resolver a partir de la información de la CHF50, se descartaron en posteriores análisis. Por este motivo, a pesar de que la Red de Daños de Nivel I cuenta con un total de 620 puntos de muestreo, solo se han tenido en cuenta en el análisis de representatividad un total de 381 (Tabla 4). Respecto a la Red de Daños de Nivel II, sí se han tenido en cuenta el total de parcelas, que actualmente suman 14.



**Tabla 4** Tipos de hábitat contemplados en la CHFE50 (Sánchez de Dios *et al.* 2019) y representados dentro de la Red de Daños Forestales de Nivel I y Nivel II, y superficie total de los tipos de hábitat en España en ha y km<sup>2</sup>. Se muestra también el número de parcelas en la Red de Daños de Nivel I y Nivel II por tipo de hábitat. La columna 'Nº parcelas (90% CONF)', muestra el número de parcelas *n* que habría que muestrear para alcanzar un nivel de confianza del 90% (número óptimo). Fuente: elaboración propia.

Tipo de hábitat	Área (km <sup>2</sup> )	Nº parcelas Red Nivel I	Nº parcelas Red Nivel II	Nº parcelas (90% CONF)
111MN_11 Pinares de pino negro de montaña ( <i>Pinus uncinata</i> )	896,91	4		63
111MN_12 Pinares de pino silvestre o albar ( <i>P. sylvestris</i> )	6005,04	38	2	67
111MN_13 Abetales ( <i>Abies alba</i> ), a veces con presencia de hayas, abedules o pinos	98,70	1		40
111MN_21 Robledales de <i>Quercus robur</i> & 111MN_213 Robledales albares	1330,74	10	1	64
111MN_22 Hayedos ( <i>Fagus sylvatica</i> ) montanos o supramediterráneos	3686,35	14	1	66
111MN_23 Abedulares ( <i>Betula</i> spp.) cántabro-pirenaicos altimontanos climácicos o pioneros seriales	179,11	2		49
111MN_311 Quejigares submediterráneos pirenaicos de <i>Quercus humilis</i>	571,86	2		60
111MN_312:316 Quejigares de <i>Q. faginea</i>	2833,31	3		66
111MN_317 Quejigares gaditano-algarbienses y gerundenses de <i>Q. canariensis</i>	55,66			31
111MN_32 Melojares, robledales o rebollares de <i>Q. pyrenaica</i>	7472,87	28		67
111MN_41 Alsinares de <i>Q. ilex</i> subsp. <i>ilex</i> & 111MN_42 Encinares o carrascales de <i>Q. ilex</i> subsp. <i>ballota</i>	25.415,55	64	3	67
111MN_43 Alcornocales ( <i>Q. suber</i> )	2174,53	6	1	66
111MN_51 Pinares de pino salgareño o laricio ( <i>P. nigra</i> subsp. <i>salzmannii</i> ) supramediterráneos orófilos	3759,59	25	1	66
111MN_611:614 Sabinares de <i>Juniperus thurifera</i>	1795,52	8		65
111MN_62 Pinares de pino negral o resinero ( <i>P. pinaster</i> ) sobre rodanales, arenales continentales y calcoarenitas dolomíticas	3700,43	26	2	66
111MN_63 Pinares de pino piñonero ( <i>P. pinea</i> ) sobre batolitos graníticos, arenales interiores y dunas litorales	1303,50	8	1	64
111MN_64 Pinares de pino carrasco ( <i>P. halepensis</i> ) y garrigas termófilas	13.128,41	67	2	67
111MN_71 Pinares de pino canario ( <i>P. canariensis</i> ) con cistaceas y labiadas ( <i>Cistus</i> spp., <i>Sideritis</i> spp., <i>Micromeria</i> spp. <i>Bystropogon</i> spp.)	648,86	7		61
32_Dehesas	24.978,30	60		67
111MX_412 Fayal-Brezales ( <i>Myrica faya</i> , <i>Erica arborea</i> y <i>E. scoparia</i> subsp. <i>platycodon</i> )	627,02	2		61
THIC 9320 Bosques de <i>Olea</i> y <i>Ceratonia</i> , en adelante Maquias con acebuches y algarrobos	1161,65	3		64
THIC 9260 Bosques de <i>Castanea sativa</i> , en adelante Castañares	922,69	3		63
<b>Total</b>	<b>102.746,59</b>	<b>381</b>	<b>14</b>	<b>1350</b>



## 2.2. Aplicación de criterios e identificación de tipos de hábitat con suficiente representación en la red de parcelas de Nivel I y Nivel II

A partir de la información aportada en la Tabla 4 se procedió al cálculo de la ratio de puntos de muestreo totales (sumando Nivel I y Nivel II) por km<sup>2</sup> de tipo de hábitat. Esta ratio revela que el número de parcelas por km<sup>2</sup> para cada tipo de hábitat es de media 0,0045 con un rango que oscila entre el 0,01 parcelas de Nivel I/km<sup>2</sup> del tipo de hábitat 111MN\_23 (Abedulares), que tiene una extensión total de 179,11 km<sup>2</sup> en la Península, y 0,001 parcelas de Nivel I/km<sup>2</sup> de los tipos de hábitat 111MN\_312:316 (Quejigares de *Quercus faginea*) que presentan tres parcelas para una superficie de 2833,31 km<sup>2</sup>.

Cabe destacar que muchas formaciones forestales carecen de representación en ninguna de las dos redes. Por ejemplo, *Quercus canariensis* con una extensión de 55,66 km<sup>2</sup>, *Abies pinsapo* (72,92 km<sup>2</sup>) o *Juniperus phoenicea* con una extensión de 432,04 km<sup>2</sup> no cuentan con representación dentro de las redes de Nivel I ni Nivel II (Tabla 5). Tras el cálculo de la fórmula anterior, se obtiene el número de parcelas que se han de muestrear (*n*) para alcanzar un nivel de confianza del 90% (Tabla 4). Este análisis arroja una cifra de 1350 parcelas, solo considerando las formaciones presentes tanto en la CHF50 como en la Red de Daños, frente al total de 395 (381 + 14) consideradas en este estudio. Esto supondría un incremento de más del 340%. Por lo tanto, consideramos que la red de daños actual, considerando conjuntamente la Red de Daños de Nivel I y de Nivel II, es representativa únicamente para las formaciones de *Pinus halepensis* y *Quercus ilex*, siendo insuficiente desde un punto de vista puramente estadístico para el resto de formaciones.

## 3. VALORACIÓN DE LA RED DE DAÑOS Y PROPUESTA DE MEJORAS

Como ya se ha detallado la red de daños actual no es representativa de la mayoría de formaciones de bosque, teniendo en cuenta su extensión, excepto para las formaciones de *Pinus halepensis* y *Quercus ilex*.

La propuesta de mejora óptima supondría elevar la red de daños hasta los valores marcados alcanzando un nivel de confianza del 90% (número óptimo u objetivo). Si bien, se considera que un incremento en el número de parcelas de la red tan elevado, podría no ser un objetivo realista. Por ello, se hace una propuesta alternativa menos ambiciosa que también mejoraría notablemente la representación de cada tipo de hábitat en la red de daños. Esta propuesta se hace teniendo en cuenta: 1) el total de superficie de cada tipo de hábitat de bosque, 2) el número actual de parcelas en cada tipo de hábitat y 3) el número óptimo (objetivo) que se debería alcanzar siguiendo criterios estadísticos.

Los criterios para establecer el número de parcelas mínimo y alternativo al óptimo para la Red de Daños de Nivel I son:

- Cuando el número de parcelas por tipo de hábitat actual es mayor a 1/3 de lo que marca el objetivo, se considera que el tipo de hábitat tiene buena representación y se mantiene su número de parcelas actual.



- Si el número de parcelas actual es menor a 1/3 de lo que marca la cifra objetivo, se considera poco representado y el número de parcelas se incrementará asignado a ese tipo de hábitat 1/3 de la cifra que marca el objetivo.
- Aquellos tipos de hábitat sin representación (cero parcelas), se les asignará 1/3 del objetivo cuando este sea superior a cinco parcelas.
- Aquellos tipos de hábitat sin representación (cero parcelas), se les asignará la cifra objetivo cuando esta sea inferior a cinco parcelas.
- En aquellos casos en que el objetivo y óptimo es cero, se le asignará un mínimo de una parcela.

Los dos primeros puntos se han establecido con el fin de que tipos de hábitat con una extensión muy escasa lleguen al número de parcelas objetivo, calculado siguiendo criterios estadísticos.

Con estas reglas se ha generado un algoritmo que permite establecer el número de parcelas de una nueva Red de Daños para cada tipo de hábitat (Tabla 5). Este análisis, arroja una cifra de un total a alcanzar de 735 parcelas. Esto supone un incremento de 340 parcelas, con respecto a las 381 (Nivel I) y 14 (Nivel II) consideradas en este análisis.

Como procedimiento periódico para estimar el estado del parámetro 'Perspectivas futuras' de los tipos de hábitat de bosque, se considera que:

- La existencia de dos redes de seguimiento no supone una ventaja para estimar el estado del parámetro 'Perspectivas futuras' de los tipos de hábitat de bosque. Por este motivo, se propone combinar las dos redes en una única red que permita un seguimiento más intenso y representativo de cada tipo de hábitat.
- Como se ha detallado previamente, la red de daños actual (incluso sumando la actual red de daños de Nivel I y Nivel II) no es representativa de la mayoría de formaciones de bosque, teniendo en cuenta la extensión que ocupa cada uno de los tipos de hábitat.
- El número de parcelas de la Red de Daños de Nivel I y Nivel II debería ampliarse a la propuesta descrita previamente en este apartado (Tabla 5).
- Las variables y la periodicidad de medición propuestas (Tabla 6), permitirían estimar y detectar de manera más realista y eficaz las principales presiones y amenazas que se han sugerido como significativas en los tipos de hábitat de matorral y bosque tratados en Pescador *et al.* 2019.



**Tabla 5** Tipos de hábitat contemplados en la CHF50 (Sánchez de Dios *et al.* 2019) y representados dentro de la Red de Daños Forestales de Nivel I y Nivel II, y superficie total de los tipos de hábitat en España en ha y km<sup>2</sup>. La columna 'Nº parcelas (90% CONF)', muestra el número de parcelas *n* que habría que muestrear para alcanzar un nivel de confianza del 90% (número óptimo). La columna 'Propuesta', muestra el número de parcelas que se recomienda muestrear para la Red Nivel I, siguiendo el criterio alternativo al óptimo. Fuente: elaboración propia.

Tipo de hábitat	Área (km <sup>2</sup> )	Nº parcelas Red Nivel I	Nº parcelas Red Nivel II	Nº parcelas (90% CONF)	Propuesta	Diferencia de muestreo con respecto a la Red actual (parcelas a añadir)
111MN_11 Pinares de pino negro de montaña ( <i>Pinus uncinata</i> )	896,91	4		63	21	17
111MN_12 Pinares de pino silvestre o albar ( <i>P. sylvestris</i> )	6005,04	38	2	67	40	0
111MN_13 Abetales ( <i>Abies alba</i> ), a veces con presencia de hayas, abedules o pinos	98,70	1		40	13	12
111MN_21 Robledales de <i>Quercus robur</i> & 111MN_213 Robledales albares	1330,74	10	1	64	21	10
111MN_22 Hayedos ( <i>Fagus sylvatica</i> ) montanos o supramediterráneos	3686,35	14	1	66	22	7
111MN_23 Abedulares ( <i>Betula</i> spp.) cántabro-pirenaicos altimontanos climácicos o pioneros seriales	179,11	2		49	16	14
111MN_311 Quejigares submediterráneos pirenaicos de <i>Q. humilis</i>	571,86	2		60	20	18
111MN_312:316 Quejigares de <i>Q. faginea</i>	2833,31	3		66	22	19
111MN_317 Quejigares gaditano-algarbienses y gerundenses de <i>Q. canariensis</i>	55,66			31	10	10
111MN_32 Melojares, robledales o rebollares de <i>Q. pyrenaica</i>	7472,87	28		67	28	0
111MN_41 Alsinares de <i>Q. ilex</i> subsp. <i>ilex</i> & 111MN_42 Encinares o carrascales de <i>Q. ilex</i> subsp. <i>ballota</i>	25.415,55	64	3	67	67	0
111MN_43 Alcornocales ( <i>Q. suber</i> )	2174,53	6	1	66	22	15
111MN_51 Pinares de pino salgareño o laricio ( <i>P. nigra</i> subsp. <i>salzmannii</i> ) supramediterráneos orófilos	3759,59	25	1	66	26	0
111MN_611:614 Sabinares de <i>Juniperus thurifera</i>	1795,52	8		65	22	14
111MN_62 Pinares de pino negral o resinero ( <i>P. pinaster</i> ) sobre rodenales, arenales continentales y calcoarenitas dolomíticas	3700,43	26	2	66	28	0

Continúa en la siguiente página ►



Tipo de hábitat	Área (km <sup>2</sup> )	Nº parcelas Red Nivel I	Nº parcelas Red Nivel II	Nº parcelas (90% CONF)	Propuesta	Diferencia de muestreo con respecto a la Red actual (parcelas a añadir)
111MN_63 Pinares de pino piñonero ( <i>P. pinea</i> ) sobre batolitos graníticos, arenales interiores y dunas litorales	1303,50	8	1	64	21	12
111MN_64 Pinares de pino carrasco ( <i>P. halepensis</i> ) y garrigas termófilas	13.128,41	67	2	67	69	0
111MN_71 Pinares de pino canario ( <i>Pinus canariensis</i> ) con cistaceas y labiadas ( <i>Cistus</i> spp., <i>Sideritis</i> spp., <i>Micromeria</i> spp. <i>Bystrpogon</i> spp.)	648,86	7		61	20	13
32_Dehezas	24.978,30	60		67	60	0
111MX_412 Fayal-Brezales ( <i>Myrica faya</i> , <i>Erica arborea</i> y <i>E. scoparia</i> subsp. <i>platycodon</i> )	627,02	2		61	20	18
THIC 9320 Maquias con acebuches y algarrobos	1161,65	3		64	21	18
THIC 9260 Castañares	922,69	3		63	21	18
111MN_52 Pinsapares béticos	72,92	0		35	12	12
111MN_615 Sabinares de <i>J. phoenicea</i> en zonas rocosas del interior	432,04	0		58	19	19
111MN_616 Enebrales de <i>J. oxycedrus</i> en zonas rocosas del interior	523,90	0		60	20	20
THIC 9380 - Bosques de <i>Ilex aquifolium</i> , o acebedas	274,85	0		54	18	18
THIC 9520 - Abetales de <i>Abies pinsapo</i> , o pinsapares	72,92	0		35	12	12
THIC 9570* - Bosques de <i>Tetraclinis articulata</i> , es decir, las formaciones de araar	6,56	0		6	2	2
THIC 9580* - Bosques mediterráneos de <i>Taxus baccata</i> , o tejedas	29,75	0		21	7	7
THIC 9160 - Robledales pedunculados o albares subatlánticos y medioeuropeos del <i>Carpinion betuli</i> , es decir, los robledales y bosques mixtos pirenaico-cantábricos éutrofos	36,79	0		24	8	8
THIC 9180* - Bosques de laderas, desprendimientos o barrancos del <i>Tilio-Acerion</i> , es decir, bosques mixtos de desfiladeros y laderas abruptas	67,00	0		34	11	11
THIC 9360* - Laurisilvas macaronésicas ( <i>Laurus</i> , <i>Ocotea</i> )	80,78	0		37	12	12
THIC 9370* - Palmerales de <i>Phoenix</i> , o palmerales canarios	13,74	0		11	4	4
<b>Total</b>	<b>104.357,85</b>	<b>381</b>	<b>14</b>	<b>1725</b>	<b>735</b>	<b>340</b>

\* Los tipos de hábitat de interés comunitario que se señalan con un asterisco (\*) son considerados prioritarios.



**Tabla 6** Variables medidas y su periodicidad en las actuales Red de Daños de Nivel I y de Nivel II. También se presentan las variables y periodicidad propuestas para una hipotética Red de Daños. Fuente: elaboración propia.

Red	Variables	Periodicidad actual
Variables en Nivel I actual	Salud de copas ( <i>crown condition</i> )	Anual
	Defoliación	Anual
	Decoloración	Anual
	Materia orgánica muerta (madera muerta + contenido en C hojarasca)	Anual
	Estructura de la masa	Anual
	Estudio de suelos	Cada 10 años
	Análisis foliar	Cada 10 años
Variables en Nivel II actual	Evaluación de copas	Anual
	Toma de muestras edáficas	Cada 10 años
	Toma de muestras foliares	Cada 2 años
	Medida de deposición atmosférica	Continuo (cada 15 días)
	Seguimiento condiciones meteorológicas	Continuo (cada 15 días)
	Estimación del crecimiento y la producción	Cada 5 años
	Biomasa	Continuo (cada 15 días)
	Inventario botánico	Cada 10 años
	Fenología	Continuo (cada 15 días)
	Inventario de líquenes	Cada 10 años
	Daños por ozono (medidores pasivos)	Continuo (cada 15 días)
	Daños por ozono (observa visual de daños)	Anual
Teledetección	Cada 10 años	
Variables en la Red de Daños propuesta	Salud de copas ( <i>crown condition</i> )	Anual
	Materia orgánica muerta (madera muerta + contenido en C hojarasca)	Anual
	Estructura de la masa	Anual
	Toma de muestras edáficas, estudio de suelos	Cada 10 años
	Medida de deposición atmosférica	Continuo (cada 15 días)
	Seguimiento condiciones meteorológicas	Continuo (cada 15 días)
	Estimación del crecimiento y la producción	Cada 5 años
	Inventario botánico	Cada 5 años
	Fenología	Continuo (cada 15 días)
	Daños por ozono (medidores pasivos)	Continuo (cada 15 días)
	Inventario de líquenes	Cada 10 años
	Daños por ozono (medidores pasivos)	Continuo (cada 15 días)
	Daños por ozono (observación visual de daños)	Anual
Teledetección	Cada 5 años	



## 4. CONCLUSIONES

La Red Europea de Seguimiento de Daños en los Bosques tiene la ventaja de su extensión, periodicidad y calidad, pero la enorme desventaja de la escala de trabajo, el escaso número de puntos de muestreo (apenas 12 por provincia) y baja representatividad de la diversidad forestal presente en España. En este trabajo se ha sugerido una propuesta de ampliación de la red de Daños forestales para los tipos de hábitat forestales mejorando tanto su representatividad como las variables a considerar para poder así dar respuesta al objetivo que atañe, que en este caso es el de poder estimar el estado del parámetro 'Perspectivas futuras' de los tipos de hábitat de bosque. Es importante advertir que la recomendación que aquí se hace no pretende valorar la utilidad de la Red de Daños Nivel I y Nivel II dentro del contexto en el que se ha generado (para recordar, se genera con el fin de hacer un seguimiento, en el espacio y el tiempo, de los daños en los bosques europeos, como consecuencia principalmente de la contaminación atmosférica).

Así mismo es notorio mencionar que algunas comunidades autónomas cuentan con sus propias redes de seguimiento, que, aunque suelen tener un menor grado de detalle en sus datos, deberían de ser consideradas para el objetivo aquí tratado. Por ejemplo, Andalucía cuenta con la Red SEDA y Red de Pinsapo<sup>7</sup>. Ambas redes se componen de una serie de parcelas de observación ubicadas en los nudos de una malla de 8x8 km coincidentes con masas forestales (1x1 km en el caso de la Red de Pinsapo), que basan su metodología en la desarrollada por la Red Europea de Seguimiento de Daños en los Bosques. A estas redes de menor escala hay que añadir los sistemas de seguimiento para plagas específicas de especial interés como la procesionaria o los escolítidos.

---

<sup>7</sup>[http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam/menuitem.04dc44281e5d53cf8ca78ca731525ea0/?vgnextoid=b95c5d1a9f7b2410VgnVCM2000000624e50aRCRD&vgnextchannel=92a709661f042310VgnVCM200000624e50aRCRD&vgnextfmt=rediam&lr=lang\\_es](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam/menuitem.04dc44281e5d53cf8ca78ca731525ea0/?vgnextoid=b95c5d1a9f7b2410VgnVCM2000000624e50aRCRD&vgnextchannel=92a709661f042310VgnVCM200000624e50aRCRD&vgnextfmt=rediam&lr=lang_es)



## 5. REFERENCIAS

- Lorenz M, Fischer R, Becher G, Mues V, Seidling W, Kraft Ph & Nagel H-D. 2006. Forest condition in Europe. 2006 Technical Report of ICP-Forests. Federal Research Centre for Forestry and Forest Products. University of Hamburg. Hamburg.
- MAGRAMA. 2012a. Red de Seguimiento a Gran Escala de Daños en los Montes (Red de Nivel I). Manual de Campo. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid.
- MAGRAMA. 2012b. Manual Red de Nivel II. Red de parcelas permanentes para el seguimiento intensivo y continuo de los ecosistemas forestales. Métodos y criterios para homogeneizar la evaluación, toma de muestras, seguimiento y análisis de los efectos de la contaminación atmosférica y otros factores de decaimiento sobre los bosques. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid.
- MAGRAMA. 2014. Inventario de Daños Forestales (IDF) en España. Red europea de seguimiento intensivo y continuo de los ecosistemas forestales (Red de Nivel II). Resultados del muestreo de 2014. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid.
- MAPA. 2009-2015. Foto Fija del Mapa Forestal de España. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Serie publicación digital. Madrid.
- MAPAMA. 2015. Red europea de seguimiento intensivo y continuo de los ecosistemas forestales. Red de Nivel II. Memoria 2015. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid.
- MAPAMA. 2016. Inventario de Daños Forestales (IDF) en España. Red europea de Seguimiento de Daños en los Bosques (Red de Nivel I). Resultados del muestreo de 2016. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid. 90 pp.
- Pescador D S, Chacón-Labela J, Vayreda J, Escudero A & Lloret F. 2019. Identificación de tipos de hábitat de bosque y matorral no representados en las parcelas del Inventario Forestal Nacional y descripción de procedimientos para evaluar su estado de conservación. Serie "Metodologías para el seguimiento del estado de conservación de los tipos de hábitat". Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid. 31 pp.
- Sánchez de Dios R, Sainz-Ollero H & Velázquez J C. 2019. Descripción de métodos para estimar las tasas de cambio del parámetro 'Superficie ocupada' de los tipos de hábitat de bosque. Serie "Metodologías para el seguimiento del estado de conservación de los tipos de hábitat". Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid. 80 pp.
- UNECE ICP Forests Programme Coordinating Centre (ed.). 2016. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Thünen Institute of Forest Ecosystems. Eberswalde. <http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>.