



2025 | **16-20**
GIJÓN | JUNIO

9º CONGRESO **FORESTAL** ESPAÑOL

9CFE-1709

Actas del Noveno Congreso Forestal Español
Edita: **Sociedad Española de Ciencias Forestales, 2025.**
ISBN: **978-84-941695-7-1**

Las Redes de Seguimiento de Bosques a nivel nacional: Redes de Nivel I y Nivel II (ICP-Forests). Datos disponibles, aplicaciones actuales y potenciales.

ROLDÁN ZAMARRÓN, A. (1), PASALODOS TATO, M.D. (1), ZUBIETA DE PIQUER, B. (1), CALVO ALONSO, E. (1), ROBLA GONZÁLEZ, E. (1)

(1) Subdirección General de Política Forestal y Lucha contra la Desertificación. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Resumen

Desde 1985, España mantiene la Red de Seguimiento de los Bosques, formada por las Redes de Nivel I (seguimiento anual en 620 parcelas por todo el territorio nacional) y Nivel II (seguimiento mensual en 14 ecosistemas representativos).

Desde entonces, las Redes proporcionan datos sobre el estado de salud de las masas forestales, y están integrados a nivel europeo a través del Programa ICP – Forests. El objetivo inicial de las Redes era estimar el efecto de la contaminación atmosférica sobre los bosques, pero los trabajos se han ido ampliando y modificando con el tiempo para dar respuesta a nuevas prioridades y objetivos, como la evaluación de la biodiversidad o los efectos del cambio climático.

Actualmente, además de para dar cumplimiento a requerimientos oficiales a nivel nacional, europeo e internacional, los datos de las Redes están a disposición pública en la web de MITECO y se utilizan en distintos proyectos de I+D+i. Se está trabajando en la ampliación de la Red de Nivel I, y en la publicación de las series históricas de datos en formatos abiertos e interoperables, incluyendo el formato LOD (Linked Open Data). Asimismo, las Redes se enfrentan a retos ambiciosos para responder a nuevas necesidades de información en distintos ámbitos.

Palabras clave

Redes de seguimiento de Bosques, ICP-Forests, contaminación, cambio climático, Linked Open Data.

1. Introducción

En 1985 se firmó el Convenio Marco sobre la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia (CLRTAP) de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (UNECE), conocido como Convenio de Ginebra. En el marco de dicho Convenio, y como respuesta a la preocupación motivada por el continuo y progresivo deterioro que se observaba en el estado de salud de los bosques europeos, se estableció el Programa de Cooperación Internacional para la Evaluación y Seguimiento de los Efectos de la Contaminación Atmosférica en los Bosques (ICP-Forests), el cual creó las Redes Europeas de Seguimiento de Bosques en sus dos niveles (Nivel I y II), con el objetivo inicial de evaluar el estado y la evolución de las masas forestales y los efectos de la

contaminación sobre ellas. Casi todos los estados europeos han ido adoptando desde su inicio Redes de Seguimiento de Bosques, y la labor de ICP-Forests continúa desde entonces, dando como resultado una larga serie histórica de información y análisis del estado de salud del arbolado europeo desde 1987 hasta hoy en día.

España firmó el convenio de Ginebra, y se adhirió al programa ICP-Forests desde su creación, y ha participado siempre activamente en el mismo, a través de la Red de Seguimiento del Estado de los Bosques. Dicha Red está formada en la actualidad por la Red de Nivel I (que proporciona información con periodicidad anual desde 1987), y la Red de Nivel II (que proporciona datos mensuales desde 1993). Las Redes son mantenidas desde su inicio por la administración central, y el Centro Focal Nacional (CFN) de ICP-Forests en nuestro país se lleva desde la Subdirección de Política Forestal y Lucha contra la Desertificación de MITECO (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico).

La importancia de nuestros ecosistemas forestales es cada vez más evidente, como fuente de recursos naturales, y como elemento clave en la lucha contra el cambio climático. Sin embargo, nuestras masas forestales se encuentran sometidas a serias amenazas que ponen en riesgo su estabilidad, por lo que el seguimiento de su estado de salud es ahora, si cabe, más necesario que nunca. Debido a esta situación, el contexto actual europeo e internacional plantea demandas crecientes de información forestal actualizada, integrada y espacialmente explícita, con un gran interés en el estado de la vegetación y sus relaciones con el cambio climático, y es aquí donde la información aportada por las Redes juega un papel esencial.

2. Objetivos

El objetivo inicial de las Redes de Seguimiento de Bosques era estimar el efecto de la contaminación atmosférica sobre los ecosistemas forestales.

La Red de Seguimiento a gran escala del estado de los bosques, o permite estudiar la variación del estado de los bosques tanto en el espacio como en el tiempo y su relación con la contaminación atmosférica, mediante el estudio a gran escala de una serie reducida de parámetros de fácil medición que muestren la evolución y tendencias del estado de salud del arbolado en los bosques europeos.

La Red de seguimiento intensivo y continuo de los ecosistemas forestales, o realiza un seguimiento intensivo y continuo de los ecosistemas forestales, mediante datos recogidos con una alta periodicidad, para analizar las relaciones causa-efecto dentro de los ecosistemas forestales, entre el estado de vitalidad de los ecosistemas y los factores de estrés. En esta dinámica juegan un papel fundamental la calidad del aire, el clima, el suelo, los microorganismos descomponedores y los ciclos de nutrientes entre otros.

A estos objetivos iniciales, se han ido sumando a lo largo del tiempo nuevos objetivos y requerimientos de información a nivel nacional, europeo e internacional, tales como la estimación del contenido de carbono, la evaluación de los efectos del cambio climático sobre los bosques o la biodiversidad forestal. En consecuencia, las labores a realizar en

las Redes se han ido ampliando y modificando para cubrir dichas demandas.

3. Metodología ICP-Forests

La instalación de puntos de muestreo y parcelas, la toma y el análisis de datos y muestras en el ámbito de ICP-Forests se lleva a cabo según una serie de metodologías y protocolos estandarizados a nivel paneuropeo, que se revisan y actualizan de forma continua por Paneles de Expertos Internacionales, en los cuales España participa activamente. A partir de los manuales de referencia consensuados en el ámbito de ICP-Forests, el CFN elabora las versiones en castellano y adaptadas a las particularidades nacionales, incluyendo metodologías y trabajos de campo (disponibles en la web de MITECO).

La en España, comprende 620 puntos de control, en los que se evalúan un total de 14.880 árboles cada año. Dichos puntos están instalados sobre por todo el territorio nacional, sobre terreno forestal arbolado, en los nodos de una malla sistemática de 16 x 16 km (figura 1) establecida a nivel europeo. Los puntos de muestreo son permanentes y están georreferenciadas, de tal manera que se evalúa siempre el mismo punto y los mismos árboles en cada visita anual. En torno a cada punto se evalúan 24 pies, seleccionados en el momento de su instalación (los más cercanos al centro de la parcela, de carácter dominante o codominante). Para cada uno de los pies se evalúan: a) defoliación (en una escala porcentual); b) daños, mediante la detección de síntomas, identificación de las causas y cuantificación de la extensión del daño (González et al., 2020).

La **Red de Nivel II** española consta en la actualidad de 14 parcelas distribuidas por toda la Península Ibérica (figura 1), y ubicadas en emplazamientos de especial valor, y representativos de importantes ecosistemas forestales españoles. Con el fin de poder obtener la gran cantidad de información que se requiere de la Red de Nivel II, las parcelas están “instrumentadas”, es decir, disponen de dispositivos que permiten la toma de mediciones y muestras periódicas con las frecuencias de medida o muestreo indicadas en los protocolos de ICP-Forests (figura 2). Las parcelas tienen forma de cuadrado de 50 m de lado, y además tienen asociadas dos subparcelas, una bajo cubierta arbórea (parcela interior) y otra a cielo abierto (parcela exterior), donde están instalados los diferentes dispositivos (González et al., 2020). Las parcelas se visitan mensualmente durante todo el año, y las distintas muestras se analizan en laboratorios especializados.

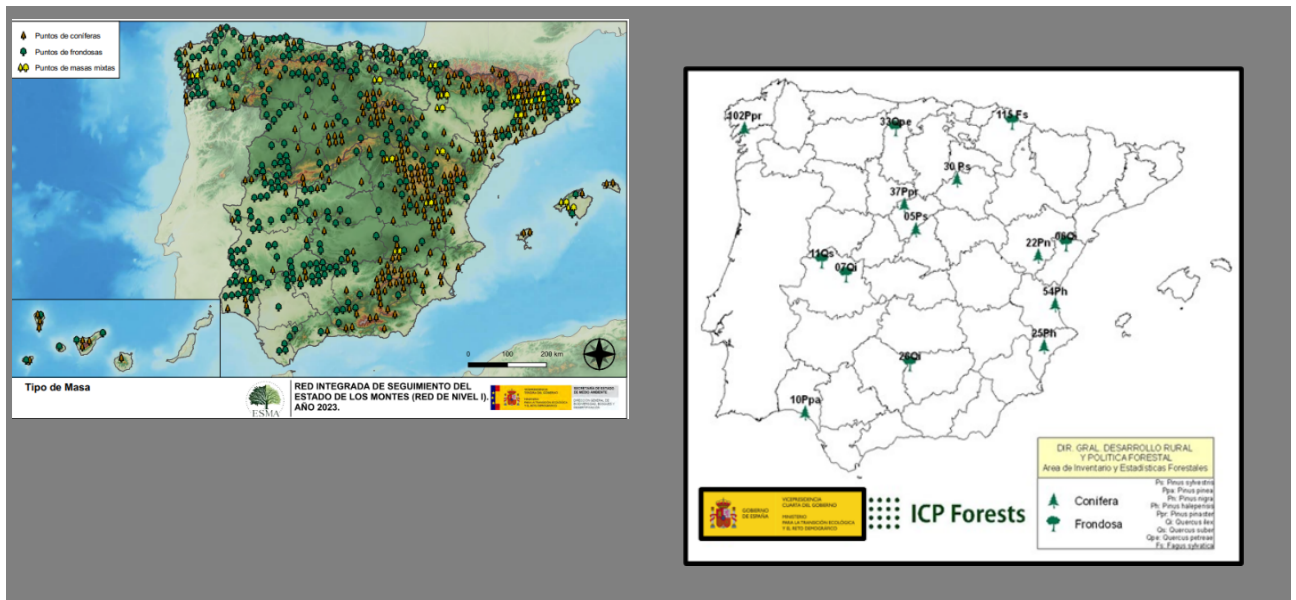


Figura 1. Mapa de distribución de las 620 parcelas de la Red de Nivel I (izquierda) y de las 14 parcelas de la Red de Nivel II (derecha) Fuente: web de MITECO.

<p>Datos mensuales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de la deposición en agua de lluvia • Evaluación de la contaminación atmosférica : dosímetros pasivos • Análisis de muestras de solución de suelo tomadas mediante lisímetros • Humedad y temperatura del suelo • Toma de datos meteorológicos • Toma de datos de crecimiento del arbolado: cintas diamétricas en continuo • Evaluación de la fenología • Análisis del material de desfronde
<p>Datos anuales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluaciones de defoliación y diagnóstico de daños y agentes causantes en arbolado • Estimaciones del Índice de Área Foliar (LAI) • Seguimiento del crecimiento del arbolado • Estimación visual de daños por ozono en la vegetación
<p>Datos plurianuales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de material foliar: bianual • Inventario de vegetación: cada 5 años • Análisis de muestras de suelo : cada 10 - 20 años

Figura 2. Muestreos que se llevan a cabo en la Red de Nivel II

4. Resultados

4.1.- Bases de datos e informes de las redes de Nivel I y II e ICP-Forests

Como puede deducirse de los apartados anteriores, el volumen de información generado en las Redes es enorme. Toda la información procedente de los muestreos de campo y análisis de laboratorio se procesa en gabinete, de acuerdo con los estándares y modelos de datos de ICP- Forests.

Por un lado, los datos se envían a ICP-Forests y participan en los procesados de datos realizados desde el Centro Coordinador del Programa, a escala paneuropea. Los datos son accesibles previa solicitud, y los informes anuales están disponibles en la web (icp-forests.net).

En el plano nacional, en la web de MITECO (www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/redes-europeas-seguimiento-bosques.html) se encuentra disponible la siguiente información, que se actualiza periódicamente:

- Bases de datos históricas para ambas Redes
- Informe anual nacional y por Comunidad Autónoma para la Red de Nivel I
- Informe anual general y por parcela para la Red de Nivel II
- Informes monográficos sobre algunas las principales especies forestales españolas, en base al histórico de datos de la Red de Nivel I

4.2.- Base de datos armonizada de Redes a nivel nacional

En colaboración con las Comunidades Autónomas y con el Organismo Autónomo Parques Nacionales, y mediante el trabajo conjunto y la asesoría científica del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (ICIFOR – INIA - CSIC), se ha llevado a cabo un concienzudo trabajo de armonización, que integra los datos de la Red de Nivel I junto con los de las Redes de daños de las Comunidades Autónomas y de la Red de Parques Nacionales (instaladas con metodología similar a la de ICP-Forests) y permite explotar los datos de forma conjunta, con un número creciente de posibles aplicaciones

4.3.- Requerimientos de información

En el momento actual, los datos obtenidos de las Redes son necesarios para cumplir con compromisos y requerimientos de información a distintos niveles:

Nivel nacional

- Anuario de Estadística Forestal
- Informes sobre el estado del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad en España (IEPNB)

- Perfil Ambiental de España (PAE)

Nivel europeo

- cumplimiento de las obligaciones de información relativas a cambio climático: LULUCF, secuestro de carbono (suelo, litter, madera muerta)
- cumplimiento de las obligaciones de información establecidas en la Directiva Techos de Emisión (Directiva (UE) 2016/2284), sobre medidas para la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes. Para lo referido al seguimiento de ecosistemas forestales en su artículo 9, se emplean datos de la Red de Nivel II.

Nivel paneuropeo e internacional

- aportación nacional para el informe “Forests Resources Assessment (FRA)” de la FAO
- Informe “Joint Paneuropean Data Collection (JPEDC)”, de UNECE – FAO (antes llamado State of European Forests (SoEF))

4.4.- Actividades de investigación

Los datos de la Redes tienen un elevado interés científico, y multitud de potenciales aplicaciones para el desarrollo de actividades de I+D+i. Desde el MITECO, se colabora y presta apoyo en el uso de datos a Universidades y entidades de investigación nacionales y extranjeras cuando así lo solicitan. Desde el ICIFOR-INIA-CSIC se está trabajando actualmente con datos de Redes en los proyectos: Pathfinder (<https://pathfinder-heu.eu>), Sensoforest (convocatoria Forwards), MRV4SOC (<https://cordis.europa.eu/project/id/101112754>).

Además, la Red de Nivel II constituye un nodo de la Red LTER - Red Española de Investigación Ecológica a Largo Plazo (lter-spain.csic.es), antena nacional de la red europea eLTER (Long Term Ecological Research).

5. Discusión

Existen distintas posibilidades de mejora en lo que se refiere a la información aportada por las Redes, su integración con otras fuentes de datos, sus usos potenciales y difusión. A continuación, se hace un breve análisis de algunos de estos aspectos, y de las acciones en marcha en relación con ellos.

5.1.- Ampliación de la Red de Nivel I

Desde 2022, se está trabajando en la ampliación de la Red de Nivel I, con el objetivo de

incrementar la cantidad de información disponible, aumentar la representación de determinadas especies que se consideran de especial interés para alcanzar cifras que puedan ser estadísticamente significativas y reforzar la representación de determinadas especies de las que se dispone de muy pocas parcelas. La selección de nuevas parcelas se ha diseñado con el ICIFOR-INIA-CSIC, y se espera tener el ciclo de ampliación completado en 2025.

5.2.- Base de Datos integrada con el Inventario Forestal Nacional (2º ciclo en marcha)

Otra línea de trabajo activa desde hace algunos años es la toma de datos con metodología del IFN en los puntos de control de la Red de Nivel I. Uno de los requerimientos de información a los que la Red I no puede dar respuesta es la estimación de daños por superficie, ya que las parcelas no cuentan con un área fija definida, sino que están formadas por los árboles seleccionados para el muestreo. La toma de datos dendrométricos en las parcelas de Red I con la metodología del IFN, que contempla la delimitación de la parcela mediante círculos concéntricos de radio fijo, persigue integrar las Redes con el IFN, con el objetivo último de conseguir estimaciones de daños por superficie (González et al., 2020).

5.3.- Publicación de datos en nuevos formatos y plataformas

Con el objetivo de mejorar la difusión de los datos y potenciar su explotación, y en cumplimiento de la normativa vigente a nivel nacional y europeo en materia de Información pública, transparencia y reutilización de la información del sector público, desde MITECO se está trabajando muy activamente en la digitalización, armonización y publicación de las series históricas de datos forestales (incluyendo los de Redes) en formatos abiertos e interoperables, que permitan un mejor acceso y explotación de la información, facilitando la integración con otras fuentes de datos. Estos trabajos incluyen la publicación en formato LOD (Linked Open Data).

Toda esta información estará disponible a través del Sistema Integrado de Información de la Biodiversidad (SIIB), desarrollado por la Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación. El SIIB ya se encuentra parcialmente operativo, e irá aumentando el catálogo de datos e incorporando nuevas utilidades de forma progresiva (<https://iepnb.gob.es>).

5.4.- Otros retos a afrontar

Existen importantes retos por afrontar en lo que se refiere a:

- Incorporación de nuevas tecnologías (sensores remotos y cercanos, envío de datos en tiempo real)
- Integración de los datos de redes con datos de teledetección (Copernicus, ortofotos, LIDAR aéreo y terrestre...)

- desarrollo de nuevas metodologías. Línea de trabajo en marcha para la aplicación de métodos geoestadísticos para expansión de datos (INIA - CSIC)
- mayor coordinación entre distintas administraciones
- mayor empleo de datos en gestión y en proyectos de I+D+i

6. Conclusiones

Las Redes de Seguimiento de los Bosques, establecidas en el ámbito del programa ICP-Forests, ofrecen una serie histórica y continua de datos de varias décadas. Se trata de datos de gran calidad, obtenidos y procesados mediante una metodología estandarizada, y que cuenta con un asesoramiento científico y control de calidad constantes. Se trata, además de información pública y accesible.

Los datos aportados por la Redes de Daños son una pieza esencial para conocer el estado y la evolución de nuestras masas forestales, y para dar respuesta a múltiples demandas de información a distintos niveles. Además, la comunidad científica necesita de los datos de calidad tomados en el terreno para avanzar en sus investigaciones, cuyos resultados son de enorme importancia.

Desde las administraciones públicas se está haciendo un gran esfuerzo por mejorar la información aportada por las Redes y potenciar su explotación por parte del sector forestal.

Las Redes de Seguimientos de Daños en España se enfrentan a nuevos retos, y tienen el deber de evolucionar para adaptarse a las nuevas necesidades de información forestal que se van presentando.

7. Agradecimientos

Al personal de las empresas y laboratorios que realizan los trabajos de las Redes españolas de Nivel I y Nivel II; al equipo del ICIFOR-INIA-CSIC, que da soporte y asesoría científica; a los expertos que asesoran y participan en los distintos paneles de ICP-Forests; a los compañeros de las CCAA y del OAPN encargados de las Redes de daños autonómicas y de la Red de Parques Nacionales. A todos ellos, gracias por su dedicación, colaboración y disponibilidad.

8. Bibliografía

ADAME, P.; ALONSO, L.; CAÑELLAS, I.; HERNÁNDEZ, L.; PASALODOS, M.; ROBLA, E.; ALBERDI, I.; 2022. Hacia un seguimiento más completo y armonizado de los daños en los bosques: Aplicación a la defoliación arbórea en España. *Revista Ecosistemas (AEET)* nº31 (3): 2387.

ADAME, P.; ALBERDI, I.; CAÑELLAS, I.; HERNÁNDEZ, L.; AGUIRRE, A.; RUANO, A.; MORENO-FERNÁNDEZ, D.; GONZÁLEZ, A.I.; TORRES, M.B.; MONTES, F.; 2022. Drivers and spread of non-native pests in forests: The case of in Spanish plantations. 510 82022) 120104.

GONZÁLEZ, A.I.; TORRES, B.; 2020. Las redes de seguimiento de daños en España en el marco del programa ICP-Forests. nº142, 27-33.

MANZANO, M.J.; SANJURJO, D.; GONZÁLEZ, A.I.; TORRES, B; 2020. Aproximación al análisis de resultados de las evaluaciones de la Red de Seguimiento de Daños en Bosques, Red de Nivel I. nº78, 38-42.

SUÁREZ HERRERA, S.; CAÑELLAS, I.; ALBERDI, I.; HERNÁNDEZ, L.; MORENO-FERNÁNDEZ, D.; OLIVEIRA, N.; ROLDÁN ZAMARRÓN, A.; MONTES, F.; ADAME, P.; 2023. Seguimiento del estado de los bosques españoles peninsulares: análisis de los daños causados por *Viscum album* subsp. *austriacum*. nº155, 22-27.

<https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/redes-europeas-seguimiento-bosques.html>

<http://icp-forests.net>