

COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA DE NACIONES UNIDAS
CONVENIO MARCO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA

PROGRAMA INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN PARA EL SEGUIMIENTO
Y LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LOS BOSQUES

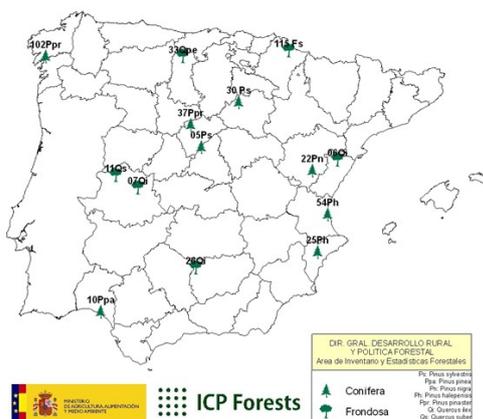
MANUAL RED CE DE NIVEL II

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.



Red de Seguimiento Intensivo y Continuo de los Ecosistemas Forestales
Red Europea de Nivel II



 GOBIERNO DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Área de Inventario y Estadísticas Forestales (AIEF)

MANUAL RED CE DE NIVEL II

PARTE 0	EL NIVEL II EN ESPAÑA
PARTE I	BASE FISICA DE MUESTREO: LA PARCELA
PARTE II	EVALUACION DEL ESTADO SANITARIO DEL ARBOLADO
PARTE III	ESTIMACION DEL CRECIMIENTO Y LA PRODUCCION
PARTE IV	VARIACION DE LA COMPOSICION FLORISTICA EN LAS PARCELAS DE NIVEL II
PARTE V	CALIDAD DEL AIRE: DAÑOS POR OZONO
PARTE VI	CALIDAD DEL AIRE: MEDIDORES PASIVOS DE CONTAMINANTES
PARTE VII	INVENTARIO DE LIQUENES EPIFITOS
PARTE VIII	ESTUDIO DE LOS PROCESOS FENOLÓGICOS
PARTE IX	TOMA DE DATOS METEOROLOGICOS

PARTE X MUESTREO Y ANÁLISIS DE SUELOS

PARTE XI MUESTREO Y ANÁLISIS DE SOLUCIÓN
DEL SUELO

PARTE XII MUESTREO Y ANÁLISIS FOLIAR

PARTE XIII MUESTREO Y ANÁLISIS DEL
DESFRONDE

PARTE XIV MUESTREO Y ANÁLISIS DE
DEPOSICIÓN

PARTE XV LAI

PARTE XVI ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD Y
CONTROL EN LABORATORIOS

COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA DE NACIONES UNIDAS
CONVENIO MARCO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA

PROGRAMA INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN PARA EL SEGUIMIENTO
Y LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LOS BOSQUES

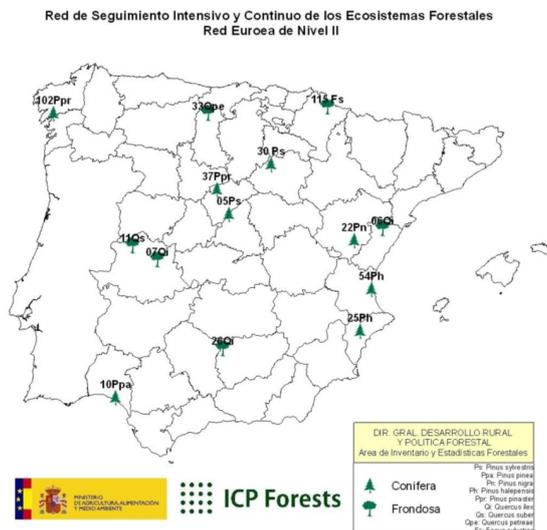
MANUAL RED CE DE NIVEL II

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.

PARTE 0

EL NIVEL II EN ESPAÑA



Área de Inventario y Estadísticas Forestales (AIEF)

INDICE

1	Introducción general.	1
1.1	Objetivos Generales.	2
1.2	Objetivos del manual.	5
2	Parcelas en España.	5
2.1	Antecedentes.	5
2.2	Selección de las localizaciones de las parcelas	6
2.3	Distribución de parcelas por CCAA, especie y tipo de bosque.	7
3	Tipología de muestreos	9
4	Manuales.	10
5	Bibliografía.	10

1 Introducción general.

A principios de la década de los ochenta empezó a acuñarse en el ámbito forestal el término "muerte de los bosques" para identificar un proceso de debilitamiento que parecía advertirse en el arbolado de los bosques europeos. Aunque afortunadamente se ha podido comprobar que el proceso de debilitamiento no es progresivo ni irreversible, en la mayor parte de los casos en que se había detectado continúan apareciendo zonas y especies con daños de etiología desconocida, al mismo tiempo que parásitos considerados hasta ahora como oportunistas proliferan sobre el arbolado comportándose en apariencia como parásitos primarios.

Entre las hipótesis que se plantearon en los años ochenta para explicar estos fenómenos, anomalías climáticas, deficiente gestión forestal y otras, cobró especial relevancia la que atribuía a la contaminación atmosférica el papel de factor desencadenante de los desequilibrios observados en los montes. Como consecuencia en 1979 se firma el **Convenio de Ginebra sobre contaminación atmosférica transfronteriza a larga distancia (CLRTAP)**. Se diseñó entonces un sistema de muestreo para el seguimiento de la evolución de los daños en el tiempo y en el espacio, coherente con la hipótesis de que los contaminantes atmosféricos trasladados a grandes distancias estaban en el origen del problema. El primer paso fue el establecimiento, de forma aleatoria y sistemática, de una Red de puntos de seguimiento del estado sanitario del arbolado en los bosques de países pertenecientes a la UE, que posteriormente se amplió a un número creciente de países europeos. En todos ellos se realiza con periodicidad anual desde 1987 observaciones sobre el estado de salud del arbolado, basándose en parámetros de sencilla determinación.

Esta Red, que ahora se denomina de Nivel I, ha servido para localizar las zonas dañadas y ha permitido seguir su evolución; sin embargo no se ha podido establecer a través de la información recogida el papel que juega la contaminación atmosférica en el deterioro de los montes.

Entretanto, las anomalías climáticas registradas a lo largo de la última década han puesto de nuevo en primer plano la hipótesis de la importancia del clima entre los factores desencadenantes de los episodios de "declive forestal" que continúan produciéndose.

La Conferencia de Ministros celebrada en Estrasburgo en 1990, recoge estas preocupaciones y en su resolución primera (S1) invita a participar a todos los países europeos en un programa de seguimiento de los ecosistemas forestales apoyado en dos Redes de puntos y parcelas permanentes de observación:

- Red de puntos de vigilancia sistemática elemental, Nivel I, ya descrita, y
- Red de parcelas permanentes de vigilancia intensiva, Nivel II. Estas parcelas, que deben representar los principales sistemas forestales, "serán objeto de estimación y medidas más numerosas y precisas, con el fin de caracterizar la masa forestal y su historia, el arbolado y su follaje, la vegetación, el suelo, el clima, la composición química del agua de lluvia al descubierto, bajo el dosel de las copas y de las aguas de drenaje".

El programa de Cooperación Internacional de Bosques (ICP-Forests), en el marco de la Convención de Ginebra, y el Comité Permanente Forestal de la Unión Europea, tomaron la responsabilidad de elaborar la metodología común para todos los estudios que habrían de emprenderse.

En 1994 Bruselas publica el Reglamento 1091/94/CE donde se detallan las medidas y los métodos a emplear en los trabajos correspondientes a la Red de Nivel II que se define como la “Red de parcelas para el seguimiento intensivo y continuo de los ecosistemas forestales”.

1.1 Objetivos Generales.

El Cuerpo Ejecutivo del Convenio Marco de Naciones Unidas sobre Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia (Ginebra, 1979) puso en marcha el ICP-Forests con los siguientes objetivos:

1. Conocer la variación en el tiempo y en el espacio del estado de salud de los bosques y la relación de esta variación con los factores de estrés (incluida la contaminación atmosférica) a escala nacional, regional e internacional.
2. Contribuir a un mejor conocimiento del impacto de los contaminantes atmosféricos y otros agentes nocivos sobre los ecosistemas forestales así como de las relaciones causa-efecto.
3. Proporcionar una perspectiva integrada sobre las interacciones entre los componentes del ecosistema sometidos a las condiciones de estrés (de la contaminación atmosférica y otros).

Cada uno de los objetivos mencionados requiere metodologías e intensidades diferentes para su consecución así como distintas escalas en el espacio y en el tiempo. Esta gradación da lugar a los tres niveles de seguimiento que se proyectaron al inicio del programa, de los que hasta la fecha, sólo se han desarrollado los dos primeros:

- **Nivel I:** (Fig. 1) Estudio a gran escala de una reducida serie de parámetros de fácil medición sobre las condiciones ecológicas de la estación y la vitalidad del arbolado. Los inventarios se complementan de forma progresiva siguiendo las recomendaciones del ICP-Forests y los distintos paneles de expertos. En Europa participan aproximadamente 27 países con unos 5.800 puntos de observación. El número de parcelas instaladas en España es de 620.
- **Nivel II:** (Fig. 2) Las parcelas de seguimiento intensivo y continuo de los ecosistemas forestales están elegidas para mediciones más numerosas y descriptivas del bosque: estratos de vegetación, suelo, clima, evaluación del estado sanitario de todas las partes del árbol. En un porcentaje de estas parcelas se realizan además mediciones complementarias de distintos parámetros para mejor comprensión de las relaciones causa-efecto. Europa cuenta con aproximadamente 600 parcelas de seguimiento intensivo, 14 de las cuales se encuentran instaladas en España.

Figura 1. Mapa Red Europea: defoliación media en puntos forestales. Nivel I. Año 2019. (Fuente: ICP-Forests)

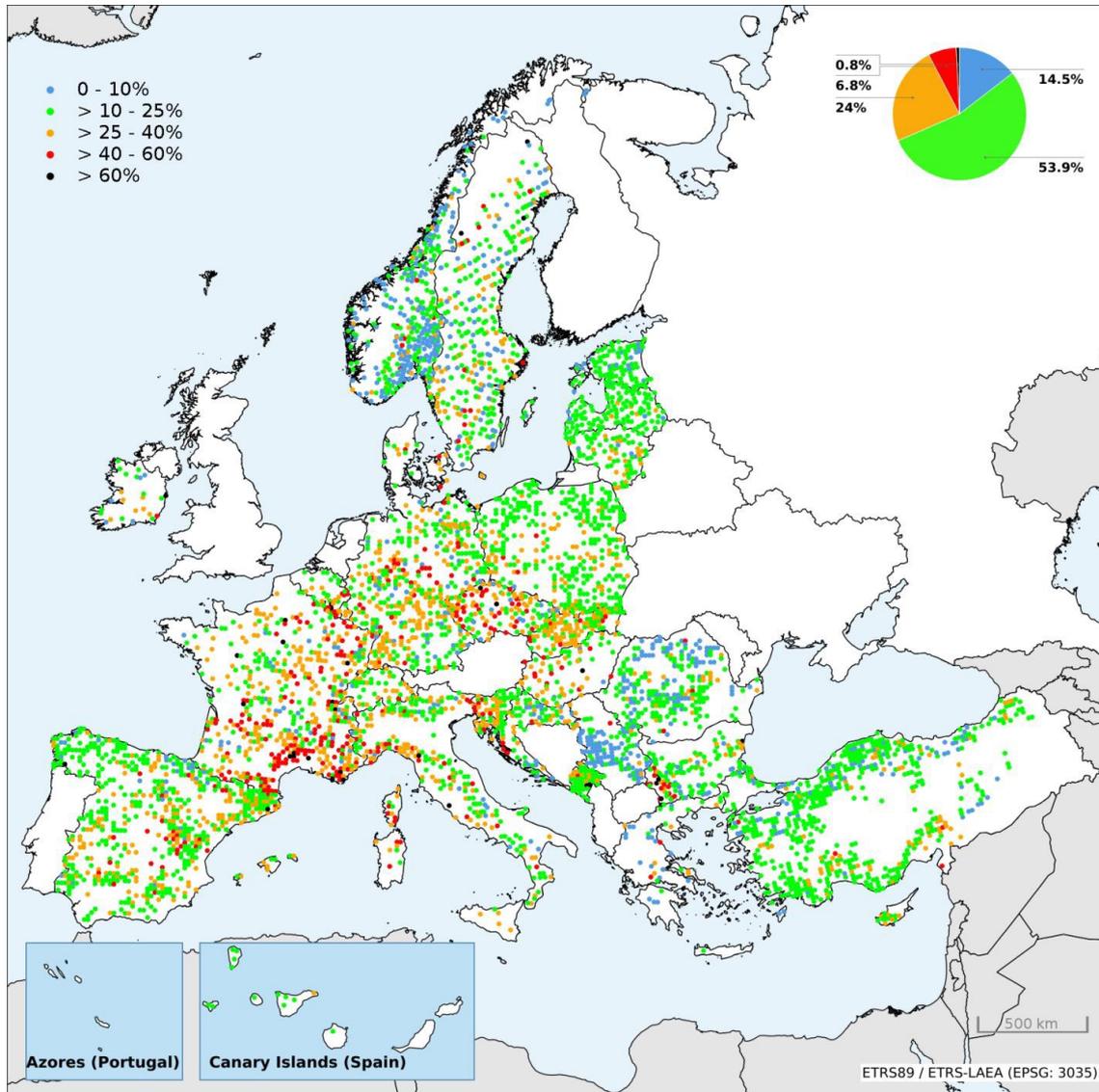
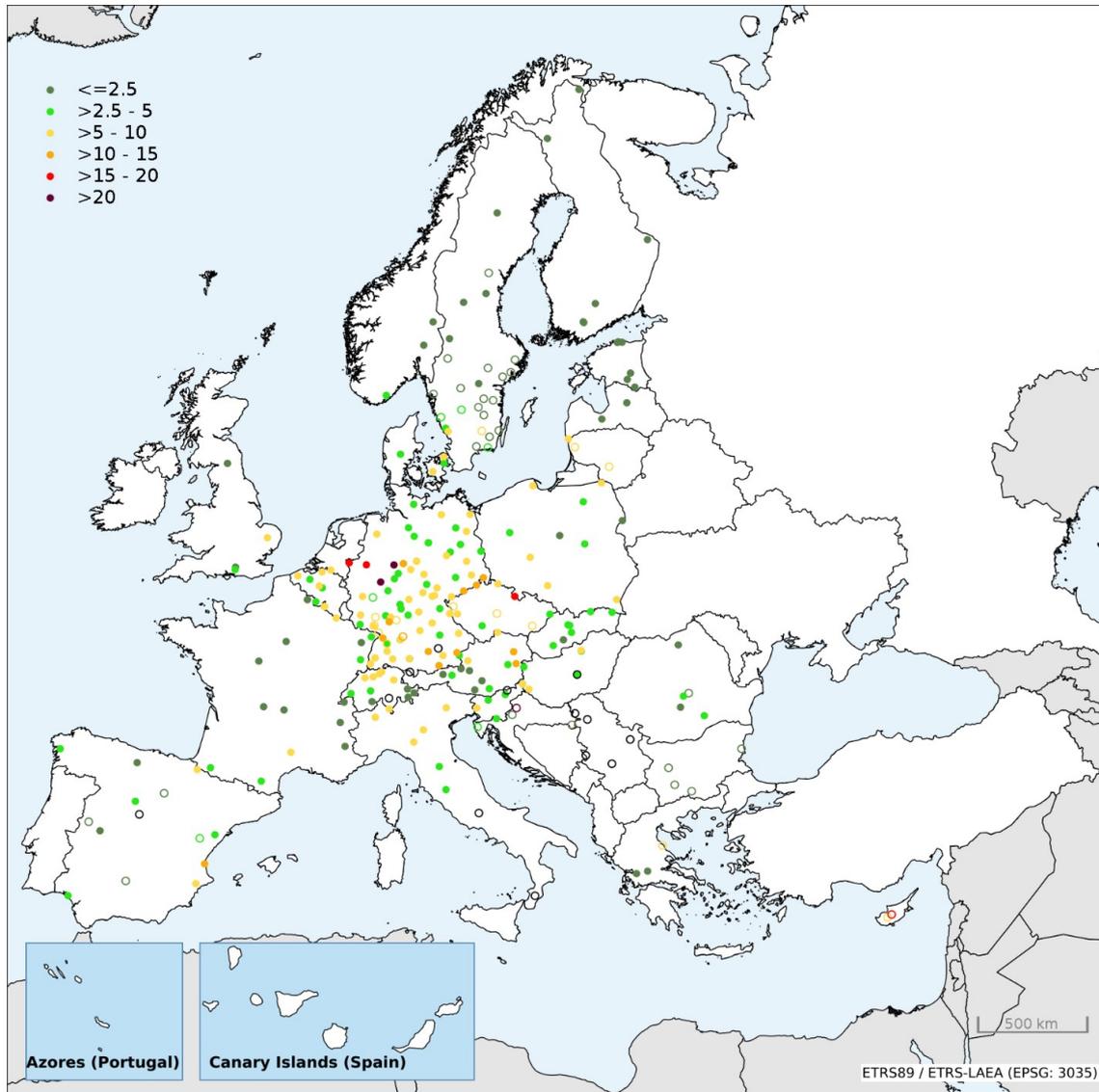


Figura 2. Mapa de deposición total de nitrato-nitrógeno (NO₃—N) en la Red Europea de Nivel II. Año 2018. (Fuente: ICP-Forests)



1.2 Objetivos del Manual.

El presente manual de campo tiene como objetivo:

1. Unificar y homogeneizar los criterios de evaluación de los parámetros obligatorios a nivel europeo, y de aplicación en España.
2. Definir claramente la metodología necesaria para instalar y mantener las parcelas de la Red II en España.
3. Definir las metodologías necesarias para la recogida de muestras en campo y los parámetros a analizar.

En definitiva este manual proporciona las normas necesarias para la correcta realización de la red de seguimiento intensivo y continuo de los ecosistemas forestales en España.

Finalmente, la metodología descrita siempre estará conforme con la última actualización de los manuales de ICP-Forests, que se encuentran disponibles en la página web de ICP-Forests <http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>

2 Parcelas en España.

En la actualidad, siguen operativos en España muestreos en 14 parcelas. A continuación se describen los antecedentes en relación con la instalación de parcelas en España, los criterios que se siguieron en su selección (y que se deber seguirse en el futuro en caso de establecerse sitios de muestreo adicionales), así como la distribución geográfica de parcelas en la actualidad.

2.1 Antecedentes.

Las parcelas de la Red de Nivel II se instalaron en España entre 1993 y 1994. En su inicio, la Red constaba de aproximadamente 54 parcelas, que representaban los principales ecosistemas forestales españoles, 14 de las cuales eran instrumentadas:

- 40 parcelas “Básicas”; corresponden a un área forestal delimitada sobre el terreno. Como instrumental, únicamente disponían de colectores de desfronde como material complementario a las mediciones básicas. Se visitan al menos 3 veces al año, siendo la de verano la visita principal.
- 14 parcelas de Seguimiento intensivo o “Intensivas”: Además de lo anterior, están instrumentadas con diversos dispositivos de medición instalados sobre el terreno. Se visitan durante todo el año en intervalos periódicos de 15/30 días.

En enero de 2009, cuando entra en vigor el proyecto FutMon, en el marco de Life+, la Red de parcelas se adaptó a los nuevos objetivos, lo que supuso una disminución del número de parcelas, centrandose los muestreos en las parcelas instrumentadas, en las que se intensificaron y ampliaron los trabajos, dejando en activo únicamente 14 parcelas (Figura. 3), que se siguen muestreando en la actualidad.

2.2 Selección de las parcelas.

A la hora de seleccionar las parcelas donde van a realizarse los trabajos, deben tenerse en cuenta los siguientes requisitos:

- Representar las situaciones forestales más comunes.
- Representar de un modo ponderado las especies más representativas.
- Representar situaciones que, aunque por extensión o distribución superficial no cumplan los dos primeros casos, muestren un grado de singularidad o una endemividad suficientes para ser incluidas.
- Resumir los principales rasgos del entorno, no siendo un caso sobresaliente por su mejor o peor estado.
- Estar fuera de la influencia antrópica inmediata (carreteras, poblaciones...).
- Titularidad pública del terreno, siempre que sea posible.
- Tener posibilidad de acceso en vehículo todo-terreno que permita el transporte de los equipos de estudio.
- Disponer de datos meteorológicos fiables, con una serie histórica lo mayor posible

El proceso de elección exacto del lugar de ubicación sobre el terreno se realizó entre 1993 y 1994 mediante la colaboración entre la Dirección General de Conservación de la Naturaleza (DGCN), entonces ICONA, el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA) y los Servicios Forestales de las Comunidades Autónomas, definiéndose los requisitos que debía cumplir, como:

- la especie principal que debía estar representada,
- la ubicación aproximada a nivel regional atendiendo a las tres regiones biogeográficas, eurosiberiana, mediterránea y macaronésica, según la compartimentación biogeográfica propuesta por Rivas Martínez.
- su representatividad respecto a las condiciones normales de la masa forestal en ese área, ya que los análisis que se plantean en la parcela abarcan un periodo temporal muy largo
- la existencia de al menos 10 hectáreas de masa continua con las características que buscan representarse,
- la titularidad pública del terreno,
- la posibilidad de acceso durante la mayor parte del año mediante un vehículo todo terreno a las inmediaciones de la parcela,
- un grado de influencia humana no muy alto,
- su cercanía a una estación meteorológica, (en el caso de las parcelas básicas)

- la presencia en el entorno de al menos un punto de seguimiento perteneciente a la Red Europea de Nivel I,
- no tener ninguna peculiaridad especial, en cuanto a la calidad del bosque representado (excesivamente buena o mala) o en el uso y manejo que soportaba, respecto al resto del arbolado existente en el entorno.

La revisión de las localizaciones y la decisión del lugar definitivo corrió a cargo de un equipo formado por:

- los responsables forestales locales designados para el seguimiento de la Red Europea de parcelas de daños del Nivel II,
- técnicos del Servicio de Protección de los Montes contra los Agentes Nocivos (SPCAN) de la Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Ministerio de Medio Ambiente, coordinador a nivel Nacional de los trabajos que han de llevarse a cabo en la Red,
- expertos del Departamento de Uso Sostenible del Medio Natural (INIA), en cuyo laboratorio han de analizarse todas las muestras recogidas,
- la guardería forestal de la zona.

Una vez decidida la localización, se procedió a marcar un vértice de la parcela. Se definieron con brújula las orientaciones hacia las que se iba a extender la superficie objeto de estudio. Finalmente se fotografió el lugar y se realizó un pequeño croquis de acceso y ubicación, quedando consignadas las características generales de la masa, así como el nombre del monte, municipio, provincia, comunidad autónoma, servicio oficial correspondiente y del técnico y guardería forestal que iban a ser responsables de su conservación.

2.3 Distribución actual de parcelas por CCAA, especie y tipo de bosque.

Según estos criterios, el número de parcelas seleccionadas que se mantiene en la actualidad es de 14 parcelas (Fig. 3), las especies representadas, CCAA, y el tipo de bosque de acuerdo con la clasificación europea (Clasificación EUNIS - European Nature Information System), figuran en el cuadro siguiente:

Nº Parcela	CCAA	Provincia	Especie	Tipo bosque EUNIS	
005Ps	Castilla y León	Segovia	<i>Pinus sylvestris</i>	G3.4B31	Pinares de Ps silícicolas oromediterráneos del Sistema Central
006Qi	C. Valenciana	Castellón	<i>Quercus ilex</i>	G2.12411	Encinares de <i>Quercus rotundifolia</i> mesomediterráneos continentales
007Qi	Extremadura	Cáceres	<i>Quercus ilex</i>	G2.12421	Encinares de <i>Quercus rotundifolia</i> luso-extremadurenses mesomediterráneos
010Ppa	Andalucía	Huelva	<i>Pinus pinea</i>	B1.74	Pinares de <i>Pinus pinea</i> sobre dunas estabilizadas del litoral
011Qs	Extremadura	Cáceres	<i>Quercus suber</i>	G2.1124	Alcornocales mesomediterráneos seco-subhúmedos luso-extremadurenses
022Pn	Aragón	Teruel	<i>Pinus nigra</i>	G3.535	Pinares de pino negral del Sistema Ibérico meridional, de óptimo supramediterráneo
025Ph	C. Valenciana	Alicante	<i>Pinus halepensis</i>	G3.74	Pinares de pino carrasco
026Qi	Andalucía	Jaén	<i>Quercus ilex</i>	E7.3	Dehesa
030Ps	Castilla y León	Soria	<i>Pinus sylvestris</i>	G3.4B2	Pinares de pino albar silícicolas supra-oromediterráneos, del Sistema Ibérico y del territorio catalánidico central
033Qpe	Castilla y León	Palencia	<i>Quercus petraea</i>	G1.8623	Robledales acidófilos orocantábricos
037Ppr	Castilla y León	Segovia	<i>Pinus pinaster</i>	G3.7211	Pinares de pino rodeno del Sistema Ibérico septentrional
054Ph	C. Valenciana	Valencia	<i>Pinus halepensis</i>	B1.74	Pinares de <i>Pinus halepensis</i> sobre dunas estabilizadas del litoral
102Ppr	Galicia	La Coruña	<i>Pinus pinaster</i>	G3.714	Pinares de <i>Pinus pinaster</i> galaico-cantábricos
115Fs	Navarra	Navarra	<i>Fagus sylvatica</i>	G1.627	Hayedos acidófilos húmedos del Sistema Ibérico septentrional

**Red de Seguimiento Intensivo y Continuo de los Ecosistemas Forestales
Red Europea de Nivel II**

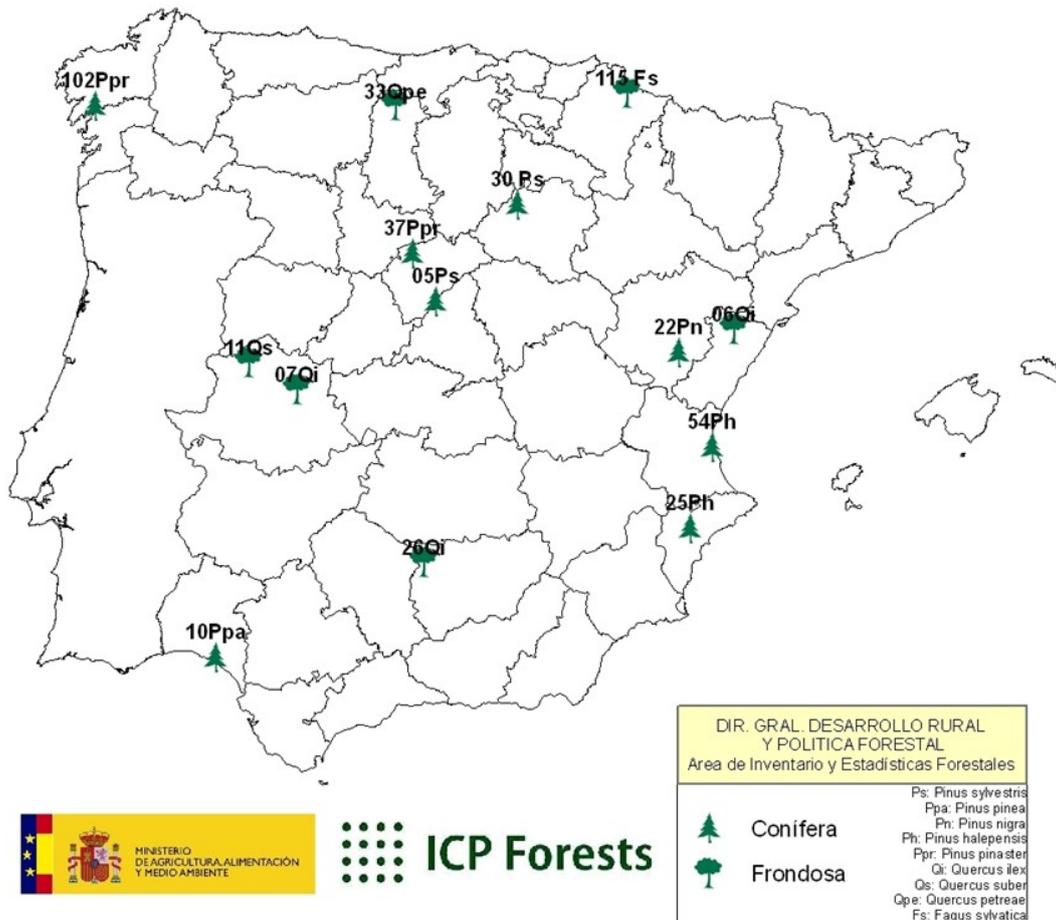


Figura 3. Red Europea de Nivel II en España. (Fuente: AEIF)

3 Tipología de muestreos.

A continuación se detallan los muestreos que se llevan a cabo en la actualidad y la periodicidad mínima de los trabajos:

MUESTREOS	PERIODICIDAD
▪ Evaluación de copas	Anual
▪ Medida de la deposición atmosférica	Mensual
▪ Solución del suelo (solución de agua en el suelo)	Mensual
▪ Seguimiento de las condiciones meteorológicas	Diario (recogida de datos mensual)
▪ Calidad de aire: Dosímetros pasivos	Mensual
▪ Desfronde	Mensual
▪ Fenología	Mensual
▪ Seguimiento de daños por ozono:	
- Medidores pasivos	Mensual
- Observación visual de daños	Anual
▪ Índice de Área Foliar (LAI)	Anual
▪ Crecimientos	Mensual
▪ Toma de muestras edáficas (análisis de suelos)	Cada 10 años
▪ Toma de muestras foliares	Cada 2 años
▪ Muestreos de Biodiversidad:	
- Madera muerta	Cada 3 años
- Inventario de vegetación	Cada 5 años

Los siguientes capítulos del presente Manual contienen la descripción de las parcelas, los criterios para su diseño, así como información sobre su mantenimiento y el desarrollo de las tareas relacionadas con cada uno de los muestreos de forma pormenorizada.

4 Manuales

A continuación se presenta la numeración de los Manuales en España y su correspondencia con los Manuales de ICP-Forests

ESPAÑA	ICP FOREST	MANUAL
PARTE 0		EL NIVEL II EN ESPAÑA
PARTE I	PARTE II	BASE FISICA DE MUESTREO: LA PARCELA
PARTE II	PARTE IV	EVALUACION DEL ESTADO SANITARIO DEL ARBOLADO
PARTE III	PARTE V	ESTIMACION DEL CRECIMIENTO Y LA PRODUCCION
PARTE IV	PARTE VII.1	VARIACION DE LA COMPOSICION FLORISTICA
PARTE V	PARTE VIII	CALIDAD DEL AIRE: DAÑOS POR OZONO
PARTE VI	PARTE XV	SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AIRE: DOSÍMETROS
PARTE VII	PARTE VII.2	INVENTARIO DE LIQUENES EPIFITOS
PARTE VIII	PARTE VI	ESTUDIO DE LOS PROCESOS FENOLÓGICOS
PARTE IX	PARTE IX	TOMA DE DATOS METEOROLOGICOS
PARTE X	PARTE X	MUESTREO Y ANÁLISIS DE SUELOS
PARTE XI	PARTE XI	MUESTREO Y ANÁLISIS DE SOLUCIÓN DEL SUELO
PARTE XII	PARTE XII	MUESTREO Y ANÁLISIS FOLIAR
PARTE XIII	PARTE XIII	MUESTREO Y ANÁLISIS DEL DESFRONDE
PARTE XIV	PARTE XIV	MUESTREO Y ANÁLISIS DE DEPOSICIÓN
PARTE XV	PARTE XVII	INDICE DE ÁREA FOLIAR (LAI)
PARTE XVI	PARTE XVI	ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD Y CONTROL EN LABORATORIOS

5 Bibliografía.

https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/redes-europeas-seguimiento-bosques/red_nivel_II_danos.aspx

<http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>

**COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA DE NACIONES UNIDAS
CONVENIO MARCO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA**

**PROGRAMA INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN PARA EL SEGUIMIENTO
Y LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LOS BOSQUES**

MANUAL RED CE 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.**

PARTE I

BASE FÍSICA DE MUESTREO: LA PARCELA



Área de Inventario y Estadísticas Forestales (AIEF)

INDICE

1	Introducción.....	1
1.1	Ojetivos.....	1
2	Parcela de Nivel II.....	1
2.1	Conceptos.....	1
2.2	Ubicación de la parcela.....	2
2.3	Características y diseño de la parcela.....	2
2.4	Tipos de parcela.....	3
3	Instalación y mantenimiento de la Parcela de Nivel II.....	4
3.1	Equipos de campo y material.....	4
3.1.1	Composición de los equipos.....	4
3.1.2	Material necesario.....	4
3.1.3	Rutina de los trabajos de los equipos.....	6
3.2	Croquis y fotos para el acceso y localización de la parcela.....	8
3.3	Señalización de los límites de la parcela.....	10
3.4	Selección de los árboles de la parcela.....	10
3.5	Señalamiento de los árboles de la parcela.....	12
3.6	Zona “Buffer” o “Tampón”.....	15
3.7	Croquis a realizar en las parcelas.....	16
3.7.1	Croquis de acceso.....	16
3.7.2	Croquis de localización de los árboles.....	16
3.7.3	Croquis de localización de árboles según muestreo.....	17
4	Revisión de la parcela.....	19
5	Posibles opciones en caso de perturbación natural severa.....	19
6	Manual de referencia y Base de datos ICP-Forests.....	21

ANEXOS:

Anexo I. Archivos de remisión de datos de instalación del sistema a ICP-Forests 25

I.1 Archivo ESXXXX.PLT 25

I.2 Archivo ESXXXX.STA 28

I.3 Archivo ESXXXX.TCO 33

I.4 Archivo ESXXXX.LCA 34

1 INTRODUCCIÓN

Buena parte del éxito de un programa de seguimiento reside en su diseño. Este puede llegar a ser bastante complejo si el programa tiene que afrontar múltiples objetivos, como es el caso de los trabajos en las parcelas de la Red II. Además, los trabajos se coordinan por un ente de cooperación internacional (ICP-Forests), donde se deben considerar los puntos de vista y perspectivas de todos los diferentes países participantes, además de integrar trabajos de seguimiento ya en curso, generalmente reacios al cambio.

En concreto, esta Parte I del Manual se centra en la descripción general de las parcelas, así como el establecimiento de croquis y otros documentos que se utilizan para su caracterización. También se aportan directrices básicas para su instalación y mantenimiento.

1.1 Objetivos.

El seguimiento intensivo en la Red de Nivel II se lleva a cabo en los bosques de forma permanente y con parcelas altamente equipadas, para fomentar estudios integradores sobre las relaciones causa-efecto basadas en series de datos a largo plazo, consistentes y armonizados.

Dados estos objetivos, es fundamental la toma de decisiones sobre los modelos de diseño, los temas más importantes a decidir son:

1. El tipo, número y características de las parcelas de seguimiento intensivo.
2. El conjunto de investigaciones necesarias para obtener datos sobre la condición del bosque y sobre los factores de estrés de interés.
3. El conjunto de variables a medir dentro de cada investigación.
4. Los procedimientos de Garantía de Calidad.
5. Las reglas para el envío y reporte de datos.

2 Parcela de Nivel II.

2.1 Conceptos.

Sitio de Nivel II: es un área forestal de condición ecológica homogénea dentro de la cual se instala una parcela de Nivel II. El área no es necesariamente de forma y tamaño definidos, pero debe ser lo suficientemente grande como para acomodar la configuración de una parcela de Nivel II de un tamaño mínimo de 0.25 ha rodeada por una zona de amortiguamiento. La parcela más la zona de amortiguamiento constituyen el sitio de Nivel II.

Parcela de Nivel II: es un área de forma y tamaño definidos (mayoritariamente 0.25 ha) ubicada dentro de un sitio de Nivel II. Deseablemente, todas las mediciones se llevan a cabo dentro de los límites de la parcela. Cuando no es posible (por ejemplo, muestreos de tipo destructivo), algunas mediciones se pueden ubicar fuera de la parcela, pero dentro de los límites del sitio de Nivel II.

Subparcelas de Nivel II: Una subparcela es un área de dimensión y forma definidas dentro de la cual se llevan a cabo las mediciones. Dentro del sitio de Nivel II y para fines específicos (por ejemplo, en caso de rodales densos, para muestreo de deposición, evaluación de la vegetación del suelo...), puede ser necesaria más de una subparcela. Para que sean representativas, las subparcelas deben seleccionarse de acuerdo con un procedimiento estadísticamente sólido.

La zona buffer: es un área que rodea las parcelas de Nivel II, pero ubicada dentro del sitio de Nivel II, debe caracterizarse por tener las mismas condiciones de la parcela en términos de aspectos, pendiente, cubierta del dosel y condición del suelo y se utiliza para toma de muestras destructivas.

2.2 Ubicación de la parcela

A la hora de seleccionar las parcelas, han de tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Aspectos ecológicos y logísticos: La situación de la parcela deben ser lo más homogénea posible en cuanto a la composición de especies arbóreas, tipo de rodales y estado de la masa. Además, deben ser accesibles.
- Aspectos relacionados con la adecuada representación de los diferentes tipos de ecosistemas forestales: En las parcelas de la Red II, deben estar representados los más importantes y representativos ecosistemas forestales de cada país.
- La existencia de series de datos y la importancia de su continuación: siempre que sea posible, se deben seleccionar parcelas que hayan sido monitoreadas durante los últimos años. También debe tenerse en cuenta a la hora de instalar una parcela de Nivel II, la posible existencia de estaciones cercanas con datos de calidad del aire y parámetros meteorológicos lo que supone una gran ventaja.

2.3 Características y diseño de la parcela (ver figura 1)

Las parcelas deben cumplir un mínimo de requisitos:

- Deben ocupar una superficie mínima de 50 x 50 metros (0,25 hectáreas).
- Deben tener los límites inequívocamente identificados y georeferenciados.
- En caso de densidad excesiva pueden establecerse subparcelas en el interior del área de 0,25 ha, los criterios para su establecimiento deben quedar claramente descritos.
- Deben presentar dos de sus lados de la forma más ajustada posible a las curvas de nivel. En el caso de ser el terreno llano, las orientaciones del cuadrado seguirán las líneas N-S y E-O.
- No deben sufrir directamente una alteración antrópica (un camino que la atraviese, por ejemplo).
- La superficie de 0,25 hectáreas debe estar rodeada por una **zona "buffer"** (tampón), de idénticas características a la parcela, con una anchura de al menos 10 metros. En éste área se procederá a la recogida de muestras de carácter

destrutivo (se abrirán las calicatas para análisis del suelo y se elegirán árboles donde poder cortar ramillos para el estudio de los nutrientes foliares y extraer canutillos de crecimiento, entre otras actividades), no debe haber diferencias en el manejo de la parcela, entre la zona buffer y el bosque circundante.

- **Contar con 2 subparcelas** (valladas) para toma de datos, una interior bajo el arbolado y otra exterior a menos de 2 Km para toma de datos a cielo abierto, donde se colocara toda la instrumentación necesaria para la recogida de muestras en campo:
 - **Subparcela Interior:** Instalada en la zona interior próxima a la parcela (zona buffer), bajo cubierta arbórea donde se toman muestras de deposición, solución del suelo, humedad y temperaturas edáficas y desfronde.
 - **Subparcela exterior:** Se encuentra fuera de la parcela de Nivel II. Pero a menos de 2 km, situado a cielo abierto, donde se toman muestras de deposición incidente, concentración de determinados contaminantes mediante dosímetros pasivos, daños por ozono en borde de la masa (sitio de muestreo expuesto a la luz (LESS) y estación meteorológica en continuo.

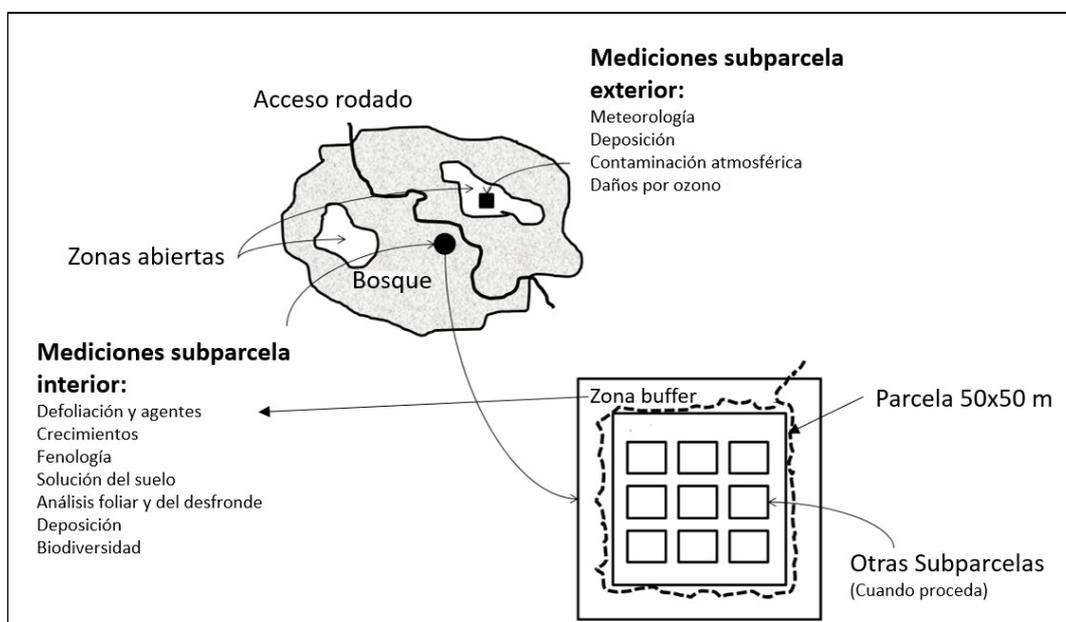


Figura 1: Esquema de localización y organización de los muestreos

2.4 Tipos de parcelas de Nivel II

Existen dos tipos de parcelas:

a) Parcela Básica (estándar)- donde son obligatorias las siguientes revisiones:

- Condición de la copa (anualmente)
- Crecimiento de los árboles (cada 5 años)
- Química foliar (cada 2 años).
- Vegetación del suelo (cada 10 años)
- Deposición (continuamente)
- Fase sólida del suelo (cada 10-20 años)

- Meteorología (al menos en el 10% de las parcelas) (continuamente)
- b) Parcela Núcleo (Core)- donde son obligatorias, además de las anteriores, las siguientes revisiones:
- Desfronde (continuamente)
 - Índice de área foliar (anualmente)
 - Fenología de los árboles (varias veces en un año)
 - Crecimiento (intensivo)
 - Solución de suelo (continuamente)
 - Temperatura y humedad del suelo (continuamente)
 - Calidad del aire (muestreo pasivo y / o activo, continuamente)
 - Daños visibles por ozono (al menos una vez al año, donde sea relevante)
 - Meteorología (continuamente)

3 Instalación y mantenimiento de la Parcela de Nivel II.

El primer paso es identificar el vértice de la parcela, tal y como se ha explicado en el punto 2.2 de la “Parte 0” de este Manual (*El Nivel II en España*). Para la instalación y posterior mantenimiento de la parcela, así como para llevar a cabo los muestreos, se precisan los equipos y materiales que se detallan a continuación, y se siguen los métodos que también se relacionan:

3.1 Equipos de campo y material.

3.1.1 Composición de los equipos

El equipo de instalación y mantenimiento, que será el mismo que realice la toma de datos, debe estar formado por un mínimo de dos personas:

- Un técnico (Ingeniero de Montes o Ingeniero Técnico Forestal) con entrenamiento específico y experiencia en la detección e identificación de plagas y enfermedades forestales y con conocimientos contrastados en seguimiento de daños en los bosques por contaminación atmosférica y
- Un técnico o capataz forestal con conocimientos en dasometría e inventarios forestales.

El técnico experto (jefe de equipo) es el responsable de la toma de datos. Los miembros del equipo deben tener práctica en la utilización y manejo del material de precisión necesario para realizar las evaluaciones, toma de datos generales y toma de muestras de agua, vegetales y edáficas.

3.1.2 Material necesario.

Para realizar el establecimiento de las parcelas y las posteriores revisiones es necesario dotar a cada equipo de un vehículo todo-terreno, además del material necesario para realizar las revisiones. A continuación se expone un listado de equipo mínimo que se complementará con otros más específicos, según los muestreos a realizar (Fig.2):

- Mapa de carreteras actualizado.
- Mapa topográfico Nacional (Escala 1/50000 o 1/25000).

- Mapa forestal de España.
- Fotografía aérea (Escala 1/30000 o más detallado).
- Croquis de acceso a la parcela.
- Fotografías de referencia.
- Juego de fichas de campo.
- Croquis de la parcela y de situación de los árboles en el caso de que sea una revisión.
- Manual de campo con la codificación y explicación de todos los parámetros a evaluar y rellenar en la correspondiente ficha.
- GPS.
- Prismáticos.
- Brújula centesimal.
- Altimetro.
- Hipsómetro.
- Cinta diamétrica (forcípula francesa).
- Relascopio.
- Cinta métrica.
- Juego de jalones, de 1 m cada uno.
- Juego de testigos centrales.
- Juegos de chapas metálicas normalizadas con numeración del 1 al 200 y clavos.
- Martillo y hacha.
- Tijeras con pértiga (para recogida de muestra en altura).
- Bolsas de plástico/ papel y etiquetas, para recogidas de muestras.
- Lupa.
- Estereoscopio.
- Cámara de fotos.
- Porta-ángulos (400°) y escalímetro.
- Pintura para marcar (blanca y roja).
- Bolígrafo y libreta de campo.
- Material de recambio: pilas para todos los aparatos así como memorias y baterías suplementarias para la cámara de fotos.



Figura 2. Algunos de los materiales necesarios.

3.1.3 Rutina de los trabajos de los equipos.

3.1.3.1 Fase previa de formación.

Antes de iniciar los trabajos de campo es necesario participar en Jornadas de Intercalibración, que se realizan antes de iniciar los trabajos de campo, y en las que deben participar todos los miembros de los equipos, con objeto de unificar criterios de muestreo y solventar dudas de metodología, materiales etc. (Fig.3)



Figura 3. Jornadas de intercalibración.

3.1.3.2 Fase previa de gabinete.

Previo al trabajo de campo se debe desarrollar una fase de gabinete que consiste principalmente en:

- Planificación de los trabajos y distribución de zonas geográficas por parcelas para cada equipo de evaluación.
- Preparación de la documentación gráfica (fotos, fichas etc) y cartográfica necesaria para la realización de los trabajos.
- Preparación de aparatos de medición, herramientas necesarias para la revisión o reposición, y material necesario para la toma de muestras.

3.1.3.3 Fase de muestreos y toma de datos en campo.

Los trabajos de campo se llevarán a cabo:

- En un primer momento para instalar la parcela, a lo largo del período vegetativo, cuando se puedan distinguir fácilmente las especies vegetales presentes.
- Anualmente: La revisión anual de todas las parcelas, se realiza preferentemente entre el 15 de julio y el 15 de septiembre, siempre coincidiendo cuando las hojas estén totalmente desarrolladas y antes de la senectud otoñal.
- Mensualmente: Durante todo el año en las parcelas se realiza un seguimiento intensivo, estando programadas 12 visitas anuales, con lo que estas parcelas son visitadas con una periodicidad mensual.

3.1.3.4 Fase de Inspección.

El proceso de inspección de las parcelas de Nivel II se puede realizar en dos niveles:

- Nivel A:

Tiene como objetivo la solución de problemas en tiempo real y se realiza:

1. Al principio de los trabajos de la campaña de verano.
2. Al mismo tiempo que los equipos de campo.
3. Se inspeccionará a todos los equipos de campo.

- Nivel B:

Tiene como objetivo comprobar que los trabajos de campo se han realizado correctamente y corregir, en su caso, los errores cometidos. El hallazgo de estas deficiencias puede conllevar si así lo decide el equipo de inspección, la repetición de dichos trabajos. Se realiza:

1. Durante la campaña.
2. No en coincidencia con los equipos de campo (± 7 días de diferencia).
3. Se inspeccionará a todos los equipos de campo.

3.1.3.5 Fase de Gabinete.

Una vez terminados los trabajos en el campo, los equipos de gabinete deben realizar:

- Procesado de datos.
- Elaboración de resultados.
- Presentación de resultados.

3.2 Croquis y fotos para el acceso y localización de la parcela.

El croquis de acceso a la parcela (Fig.4) es imprescindible para localizar la parcela en cada visita. Ha de reunir las siguientes características:

- Ser lo más claro, sencillo y explícito posible.
- Los símbolos utilizados deben ser los convencionales.
- Apoyarse en un acceso principal (carreteras de cualquier orden, núcleos urbanos, etc.) en el cual ha de existir una referencia clara (punto kilométrico, accidente geográfico, etc.) que indique el comienzo del itinerario a seguir.
- A lo largo del itinerario, han de marcarse visiblemente aquellos puntos que faciliten el acceso a la parcela, midiéndose distancias y rumbos, consignando bifurcaciones y reflejando, además, el tipo de camino por el que se circula.
- En caso de que no existan sendas, o éstas estén poco definidas se miden los rumbos entre marcas, debiendo ser cada una de las marcas visible desde la anterior.
- Además, se completará la documentación con fotografías de parajes, zonas o puntos significativos que sirvan de referencia visual para facilitar el acceso a la parcela a cualquier persona con esta información.
- Posteriormente, en gabinete, la parcela debe situarse con la máxima precisión posible en un plano topográfico a escala 1/25.000 ó 1/50.000.
- Por último, se marcará el recorrido realizado para acceder a la parcela (que previamente se ha plasmado en el croquis) en una fotografía aérea con el mayor detalle de que se disponga.

CROQUIS DE ACCESO Y LOCALIZACIÓN

PARCELA: 34 Qpy

TÉRMINO DE SOLANILLA

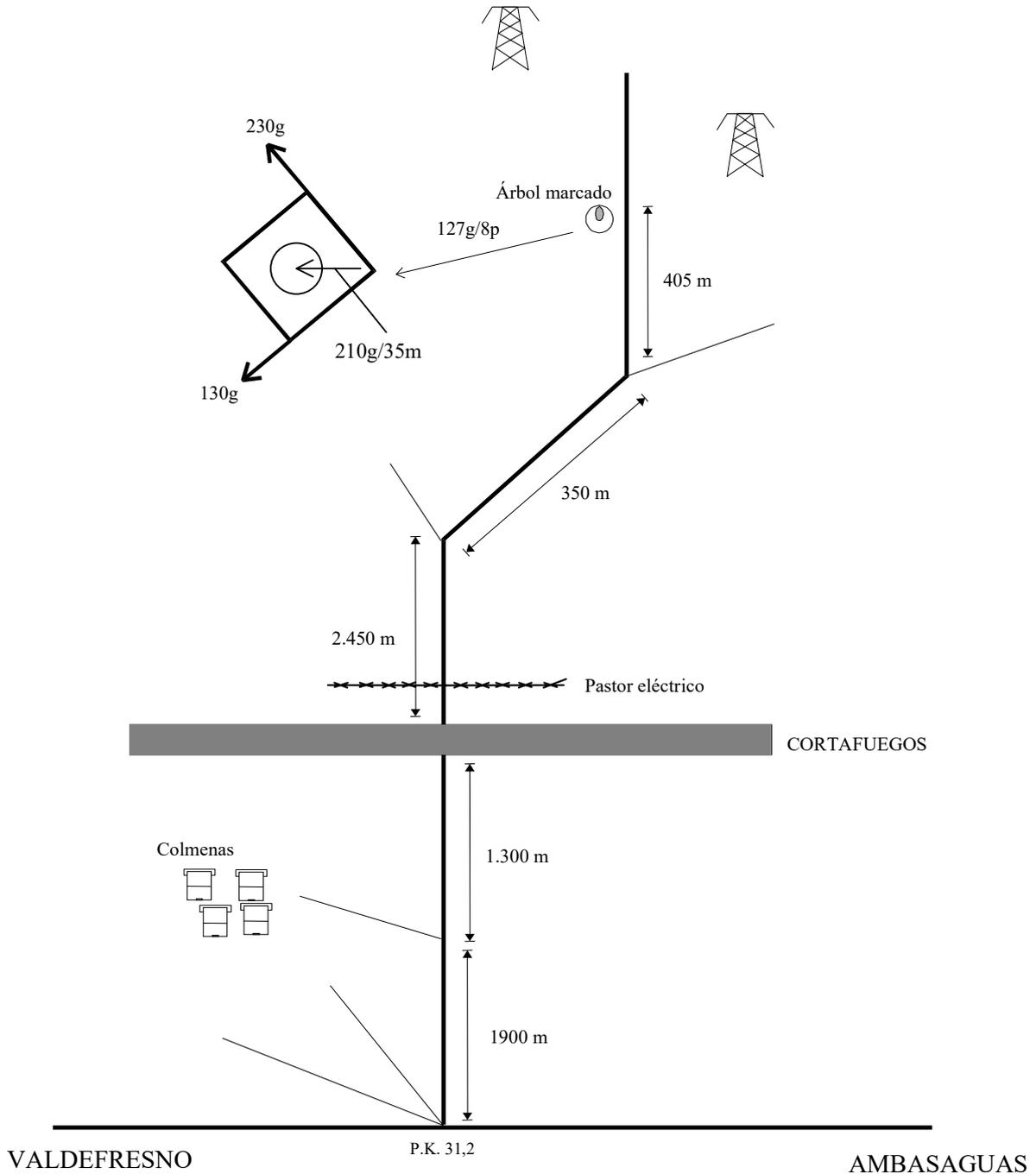


Figura 4. Ejemplo de croquis de acceso a una parcela.

3.3 Señalización de los límites de la parcela.

A partir del 1^{er} vértice señalado se marcan el resto de los vértices del cuadrado de 50 x 50 metros que constituye la parcela, utilizando los rumbos con los que se ha definido la misma. En casos de dehesas con poca densidad de arbolado se podría ampliar el cuadrado para tener una muestra de arbolado suficiente. En cada vértice, el árbol más cercano y exterior queda marcado por dos bandas paralelas de pintura blanca que circundan el tronco a una altura aproximada de 1,3 m (Fig.5). Además, se determinan con GPS las coordenadas de los cuatro vértices de la parcela.



Figura 5. Árbol vértice.



Figura 6. Árbol borde.

Los límites exteriores se señalan marcando con pintura todos los árboles exteriores y más cercanos a los límites de la parcela, mediante una banda de pintura blanca que circunda el tronco a 1,3 m de altura aproximadamente (Fig. 6).

3.4 Selección de los árboles de la parcela.

Aunque en las parcelas de Nivel II existe una especie arbórea principal o representativa, se deberán seleccionar todos los pies de aquellas especies que tengan un diámetro normal mayor o igual a 7 cm y que pertenezcan a cualquiera de las clases sociales establecidas en la figura 7.

El estado social es la medida de la altura de un árbol, en función de la de los árboles colindantes. Se evalúa de acuerdo con las "clases de sociales" (Fig. 7).

La información acerca del estado social es útil como ayuda para interpretar el estado de la copa. Es frecuente que los árboles predominantes se muestren más susceptibles al estrés que los codominantes o dominantes.

Codificación:

- 1: predominantes, (incluyendo los aislados), con la copa claramente por encima del nivel general del conjunto de la masa.
- 2: dominantes, con las copas formando parte, pero sobresaliendo algo sobre el nivel general del conjunto de la masa.
- 3: codominantes, árboles mezclados en el conjunto que reciben algo de luz desde arriba pero más bajos que los de las clases 1 y 2.
- 4: dominados y sumergidos, con las copas por debajo del nivel general del conjunto, no reciben luz desde arriba.

La evaluación de la clase social de un árbol es difícil en algunos casos. Los árboles dominados no deben identificarse con los que se están muriendo, ya que en una masa mixta representan la futura generación de dominantes. La clasificación en las laderas y pendientes, presenta el problema de que incluso los árboles poco desarrollados pueden recibir luz directa desde arriba. En estos casos la clasificación debe basarse en la altura relativa de los pies.

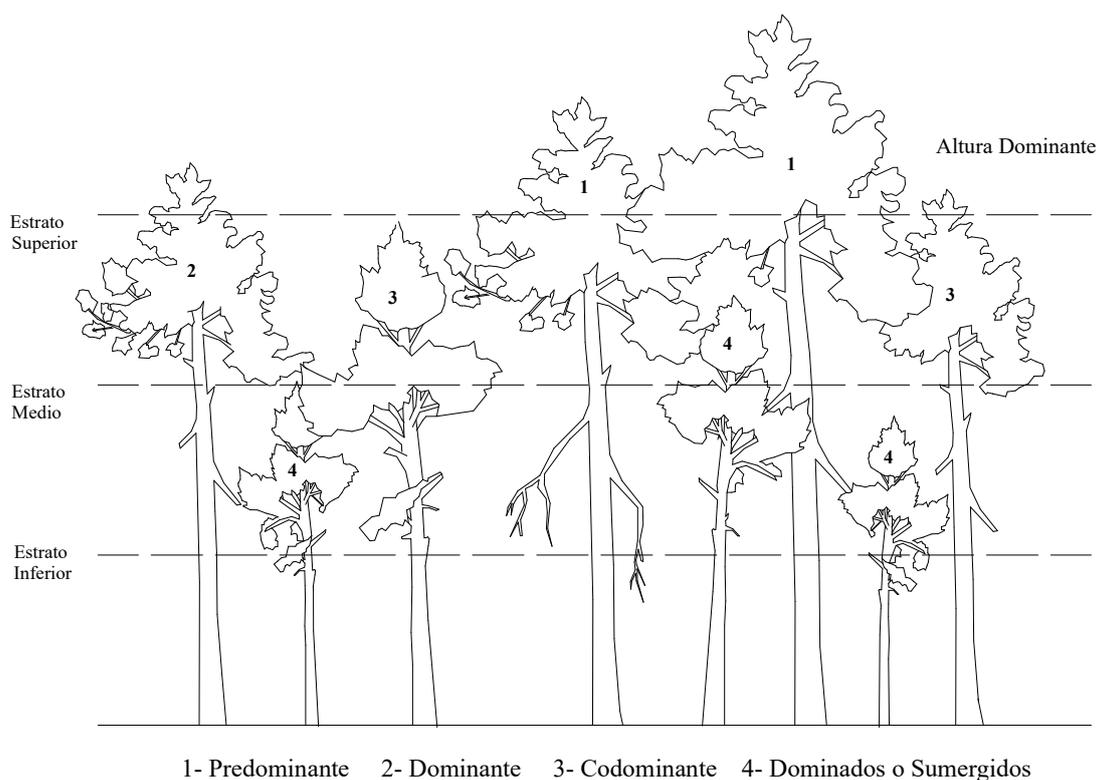


Figura 7. Clases sociales.

Para que se pueda instalar la parcela de Nivel II, deben encontrarse un mínimo de 30 árboles y que tengan una altura mínima de 60 cm.

En el caso que a lo largo de los años se vayan muriendo árboles, si el número de árboles es menor de 25-30, habría que volver e replantar la parcela, estudiando el caso de la parcela en particular.

En masas de monte bajo, maquis y otros tipos de montes en los que las cepas individuales tienen muchos troncos, los árboles pueden ser individualizados como unidades de copa con varios troncos.

La regeneración deberá considerarse como parte de la vegetación del "suelo" (no arbórea) de la parcela y por tanto no se tendrá en cuenta en la evaluación del estado sanitario.

3.5 Señalamiento de los árboles de la parcela.

En las parcelas en pendiente, se empiezan a numerar los árboles por el vértice de cota más alta, si es que lo hubiera, o por el vértice de identificación de la parcela; y en terreno llano por la esquina noroeste (NO). Se señalan y referencian todos los árboles que serán objeto de los diferentes análisis que se realizan en la parcela. El modo general de operar general es el siguiente:

Se selecciona como nº 1, el árbol más cercano a la esquina elegida, y tras medir su diámetro normal (que ha de ser ≥ 7 cm), se coloca en su base una chapa metálica troquelada con el nº 1 y se marca con un punto de pintura blanco a la altura normal (1,30 m).

A continuación se mide, con la espalda apoyada en su tronco, el ángulo centesimal al árbol más cercano (hay que recordar que nos referimos sólo a árboles con diámetro normal ≥ 7 cm y con una altura mínima de 60 cm), y se cuentan los pasos o se mide la distancia entre uno y otro, y se mide el diámetro normal del segundo árbol.

Todos los árboles a partir de éste quedan referenciados por tres valores: su diámetro normal, su distancia y el ángulo desde el árbol anterior. En la base de todos los árboles se coloca de una forma discreta la chapa con el número identificativo correspondiente, orientada siempre que sea posible hacia el próximo árbol que vaya a elegirse (Fig. 8).

Con objeto de no obviar ningún pie, se divide la parcela en bandas imaginarias, de anchura variable según la densidad del arbolado (a mayor densidad, mas bandas de menor anchura), donde se van seleccionando los pies por cercanía siguiendo un movimiento en zig-zag (Fig. 9 y 10). Los árboles que tienen un seguimiento especial de fenología se señalan con un punto amarillo a 1,30 m para que sean fácilmente identificables.



Figura 8. Árboles marcados con punto de pintura blanco a 1,3 metros, chapa numerada y su colocación, árboles con punto amarillo para estudio de fenología y árbol para recogida de muestra foliar marcado con C invertida.

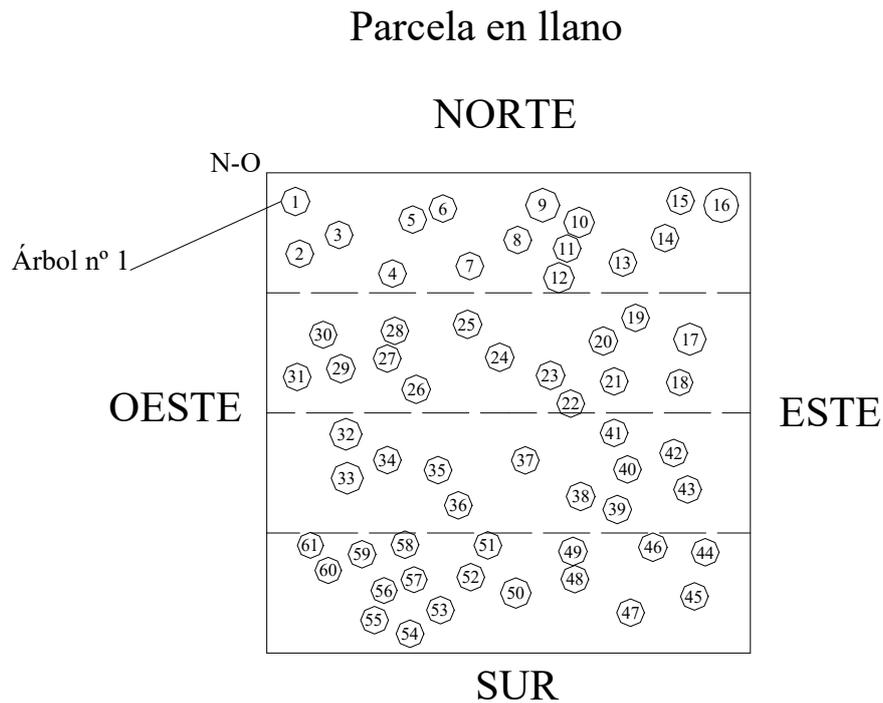


Figura 9. Ejemplo de cómo se marcan los árboles la parcela cuando el terreno es llano.

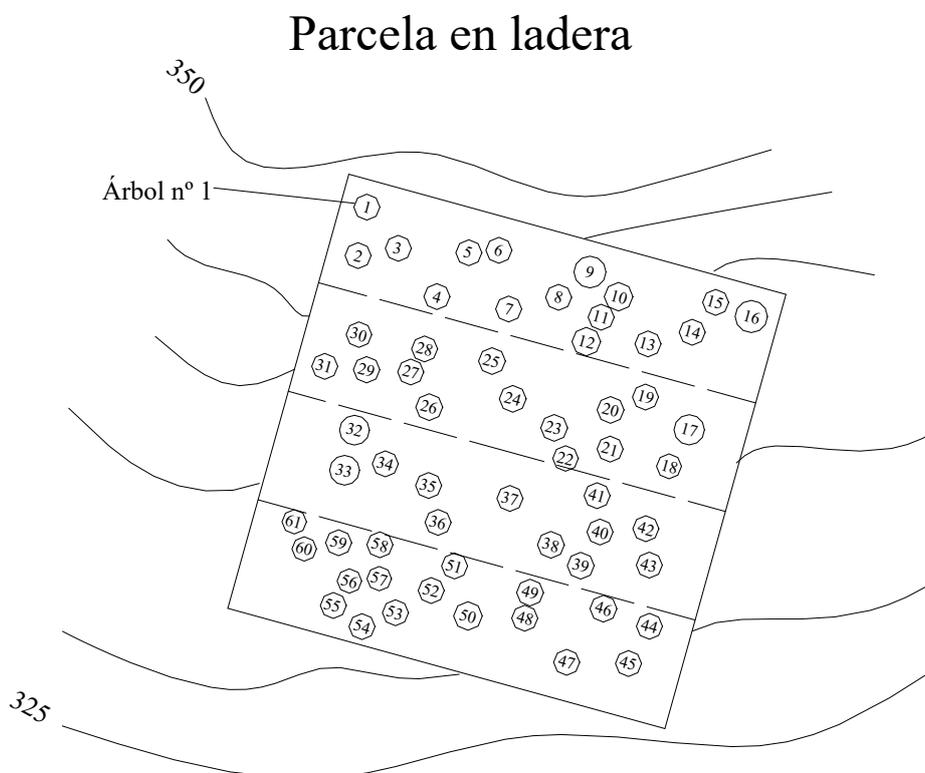


Figura 10. Ejemplo de cómo se marcan los árboles de una parcela en ladera.

Una vez que se han definido los límites de la parcela, y como paso previo al señalamiento de los árboles, se procede a contar el número de pies que hay en la parcela de 50 x 50 metros. En el caso de que ésta contenga más de 200 árboles, se definirá una “subparcela” (Fig. 11) de la siguiente manera:

Se selecciona el centro de la parcela y se escogen y numeran 50 árboles a partir de este centro, en espiral hacia el exterior, siguiendo el sentido de las agujas del reloj y siempre teniendo en cuenta las condiciones descritas anteriormente (diámetro ≥ 7 cm, clases sociales 1 a 3, etc.). El árbol de centro del punto quedará marcado con tres bandas de pintura blanca que circundan el tronco, este árbol tiene que quedar referenciado en la ficha.

Posteriormente con estos datos (rumbos, distancias, etc.) se realizará el croquis de localización de los árboles en la parcela de Nivel II (Fig. 13).

subparcela en Nivel II

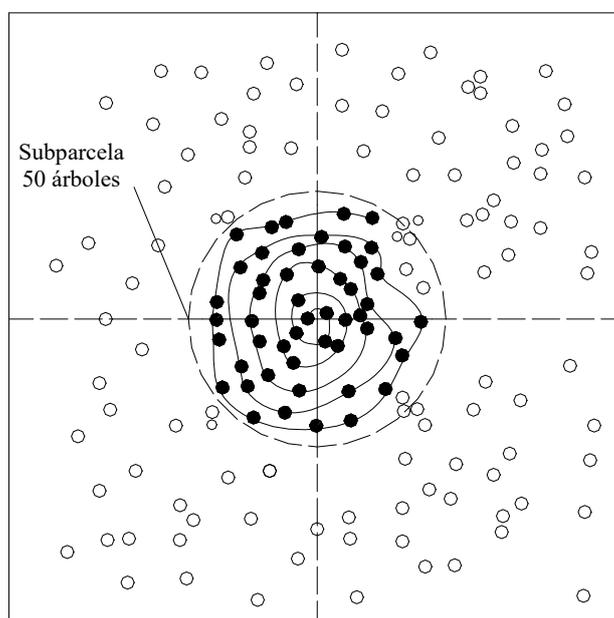


Figura 11. Ejemplo de cómo se seleccionan los árboles de una subparcela, en caso de densidad excesiva (>200 árboles).

3.6 Zona “Buffer” o “Tampón”.

La zona “Buffer” o “Tampón”, es una franja que bordea a la parcela, con una anchura de al menos 10 m, o superior en función de la altura media de la masa arbórea, no quedando referenciada sobre el terreno.

Dentro de esta zona que bordea a la parcela de Nivel II, será donde se realice la recogida de muestras destructivas, como la toma de muestra foliar, la realización de calicatas para toma de muestras de suelo, etc.

Para la toma de muestra foliar se escogen 10 árboles, los llamados “500”, ya que se numeran a partir del número 501, 502... para distinguirlos de los árboles de la parcela y se marcan con una C invertida y un punto a 1,30 m, (la disposición de los árboles de

recogida de muestra foliar viene en la Fig. 12, En caso que uno de los árboles muestra se muera, se selecciona un nuevo árbol de sustitución y al marcarlo se le añadiría una decena, de manera que si se muere el árbol 504, el nuevo árbol seleccionado se marcaría con el número 514.

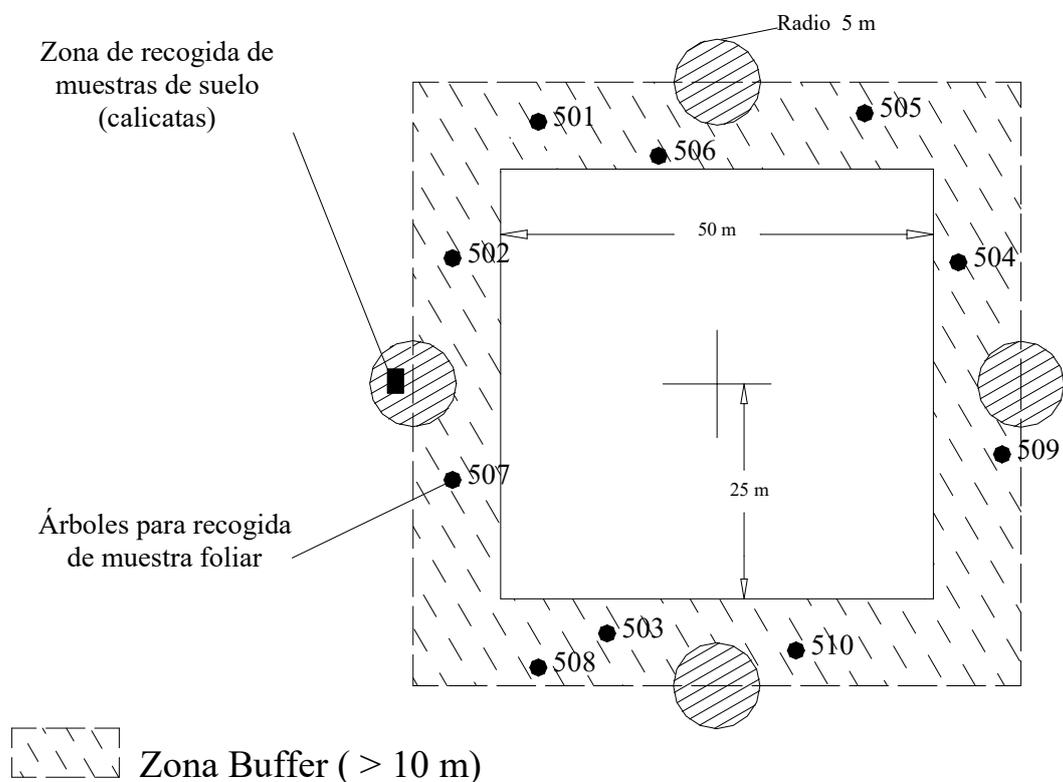


Figura 12. Croquis de una parcela con la zona buffer y localización de calicatas y de los árboles para toma de muestra foliar.

3.7 Croquis a realizar en las parcelas

3.7.1 Croquis de acceso y localización de la parcela

Ver punto 3.2 y Fig. 4

3.7.2 Croquis de localización de los árboles.

La situación de los árboles de la parcela, así como la de los seleccionados en la zona buffer para toma de muestra foliar, queda reflejada en un Croquis de Localización (Fig. 13) que representa la parcela mediante una retícula a escala 1/400. Dentro de la misma se sitúan los árboles, utilizando para ello un GPS o cualquier otro procedimiento de igual precisión.

Este croquis es objeto de constante actualización, consignándose todas las variaciones que se produzcan anualmente (p.e. apeos, desaparición de árboles, etc.)

La simbología que se emplea en la representación de los árboles, además de consignar su número, es la siguiente:

- árboles vivos: círculo verde.
- árboles muertos del año: círculo negro.
- árboles muertos de otros años y aún en pie: círculo gris.
- árboles muertos de otros años y ya desaparecidos: círculo hueco.

3.7.3 Croquis de localización de árboles según muestreo.

La situación de los árboles de la parcela destinados a los diferentes muestreos deben quedar reflejados en otro croquis similar al anterior, indicando el número del árbol y especificado de manera clara y con diferentes simbologías los siguientes árboles:

- árbol central (utilizado para toma de datos de madera muerta)
- árbol tipo
- árboles seleccionados para seguimiento de observaciones fenológicas
- árboles con diáldendro
- árboles para recogida de muestra foliar

Este croquis es objeto de actualización, cuando se produzcan variaciones por apeos, desaparición de árboles, etc.

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN DE LOS ÁRBOLES

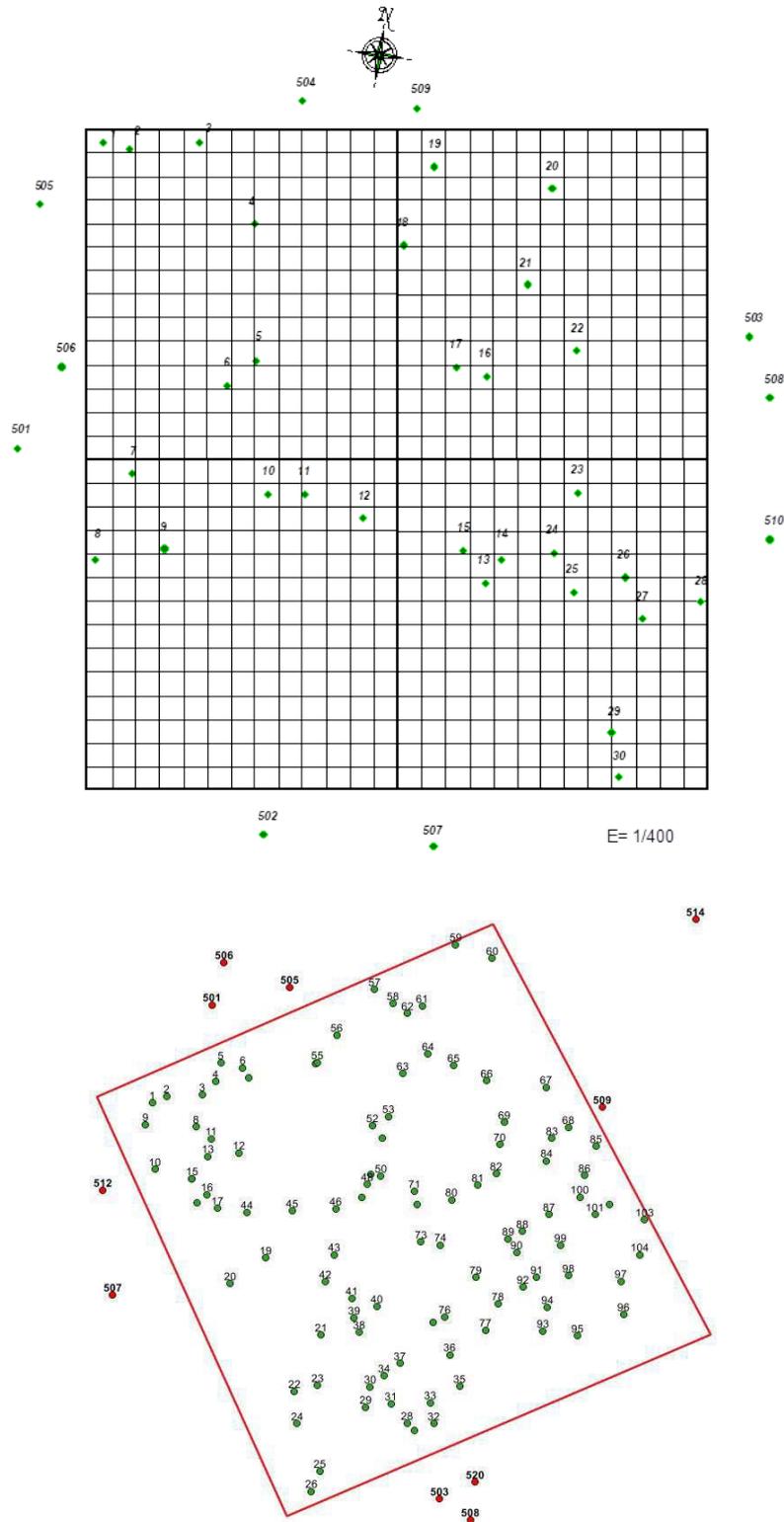


Figura 13. Ejemplos de croquis de localización de los árboles.

4 Revisión de la parcela.

Todas las parcelas de Nivel II son revisadas anualmente. Esta revisión se realiza siempre en los meses de verano debido a que es la época apropiada para realizar la evaluación del estado sanitario del arbolado, como se explica en la Parte II del presente Manual.

Durante estas revisiones, además de rellenarse las correspondientes fichas de todos los estudios que se llevan a cabo en las parcelas de Nivel II, deben de ser chequeados:

- Accesos:

Debe comprobarse: el mapa topográfico, la fotografía aérea, el croquis de la zona y el resto de fotografías existentes, que marcan el itinerario a seguir en las sucesivas revisiones de la parcela. Durante el recorrido se repararán las marcas de referencia y se añadirán algunas si es necesario, reflejando las modificaciones en un croquis nuevo poniendo la fecha del año en que se realizó la modificación.

Si el juego de fotografías de referencia para el acceso a la parcela no existe, deberá realizarse.

- En la parcela:

- Anualmente y como paso previo a la revisión anual de verano, hay que hacer una revisión general del estado sanitario de la parcela, todas las observaciones se incluirán en la memoria detallada de cada parcela
- La permanencia en los pies de las chapas troqueladas y marcas de pintura, reponiéndose o repintándose en su caso.
- El croquis de localización del arbolado y de los árboles con seguimientos específicos.
- La correcta medición de los diámetros, alturas, rumbos, distancias entre árboles, etc.

5 Opciones de ubicación en caso de perturbación natural severa

En caso de perturbaciones graves producidas por tormentas, incendios, ataque de insectos, etc., en los que un sitio de nivel II ya no cumple con el requisito de homogeneidad y los datos recopilados no son representativos del área completa del sitio de la parcela.

Existen diferentes opciones para tratar esta situación:

- reubicar la parcela en un lugar adulto homogéneo cercano,

- seguir midiendo la parcela en el mismo lugar, siempre que los métodos se puedan adaptar para superar las dificultades prácticas,
- hacer ambas cosas (lo cual se recomienda, ya que combina las ventajas de las dos anteriores, pero requiere recursos adicionales)

Para ayudar a los CFN en su elección, en la *Part II- Basic Design Principles for the ICP Forests Monitoring Networks*, en el Anexo IV se resumen los pros y los contras de cualquiera de las opciones.

En caso de que se elija reubicar una parcela, se debe tener cuidado para mantener un registro de la posición exacta del área de la parcela abandonada y de los dispositivos de monitoreo para poder reutilizar la misma ubicación más adelante. La parcela de reemplazo puede ubicarse cerca de la reemplazada o en un contexto diferente, pero en cualquier caso debe identificarse con un código de parcela diferente.

A continuación se incluyen una serie de pros y contras para ayudar en la toma de dicha decisión de mantener bajo monitoreo las parcelas de Nivel II con perturbaciones severas o no hacerlo

- ✓ La sustitución del arbolado maduro por etapas más juveniles perturba los muestreos por cuestiones de edad (la respuesta de rodales juveniles es diferente en crecimientos, sensibilidad a contaminantes, cambio climático), lo que puede introducir sesgos en las observaciones.
- ✓ La continuidad de las series temporales de determinados muestreos es mejor si el punto no se traslada, pero el hecho de que un arbolado joven suceda a uno maduro supone que mediremos cosas distintas aunque en el mismo sitio.
- ✓ Hay que tener en cuenta que continuar con la ubicación tras cortas o perturbaciones supondrá adaptar nuevos procedimientos de muestreo a estadios más juveniles, con mayor densidad y menos diámetro, por ejemplo.
- ✓ Reubicar parcelas nuevas permite la posibilidad de introducir cambios que puedan reflejar mejor fenómenos no bien cubiertos en el muestreo anterior (cambios de especies o composición vegetal, prácticas agrícola o forestales nuevas no cubiertas en el diseño anterior, o permite caracterizar mejor el cambio climático permitiendo la ubicación de parcelas nuevas en zonas de transición, más sensibles a las perturbaciones que en zonas más maduras, por ejemplo).
- ✓ Colocar parcelas nuevas implica también emplear nuevos recursos (vallados, mover instrumentos de medición,...)
- ✓ En caso de elegir una nueva ubicación, presenta también un problema acumulativo que es difícil de reproducir en una parcela nueva (una parcela vallada durante 15 años ha impedido la entrada de fauna silvestre en esa zona durante ese tiempo, su nueva ubicación no conseguirá reproducir este hecho, por ejemplo).

En caso de que se produzca una perturbación grave en una parcela de N II, será necesario reportar un archivo que informe de las variables que describan las operaciones de gestión y las perturbaciones naturales que se hayan producido. Siempre de acuerdo con lo especificado en la *Part II- Basic Design Principles for the ICP Forests Monitoring Networks*.

6 Manual de referencia y Base de datos CP-Forests

El Manual de referencia de ICP-Forests es *Part II- Basic Design Principles for the ICP Forests Monitoring Networks*: <http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>

El código o abreviatura del muestreo en la base de datos de “instalación” es SI (System Installation Level II). Se toman en el momento de la instalación y se remiten anualmente, siempre que sea necesario corregir o actualizar datos debido a mortandad de árboles etc.

Tabla 1 : Archivo PLT

Variables	Unidades	Nivel II
Código país	Código	m
nº parcela	Nº	m
Tamaño parcela	Ha	m
Diseño parcela	Código	m
Fecha instalación	Fecha	m
Estado parcela	Activo/no activo	m
Estado (IFN)	Y/N	o
Latitud	WGS84	m
Longitud	WGS84	m
Clase altitud	Código	m
Altitud	Metros	o
Orientación	Código	m
Pendiente	Grados	m
Parcela reubicada	Número	m

Tabla 1. Listado de parámetros opcionales y obligatorios (o-opcional, m-mandatory) de la descripción general de la parcela (archivo PLT)

Tabla 2 : Archivo STA

Variables	Unidades	Nivel II
Historia de la masa	Código	m
Uso previo del terreno	Código	m
Origen de la masa actual	Código	m
Especies arbóreas principales	Código	m
Tipo de mezcla de especies	Código	m
Altura dominante	metros	m
Tipo de bosque	Código	m
Clase de edad	Código	m
Número de estratos arbóreos	Código	m
Cobertura de los estratos arbóreos	5%	m
Fracción de cabida cubierta	5%	m
Estatus de protección	Grados	m
Vallado	Código	m
Utilización no maderable en la parcela	Código	m

Tipo de gestión	Código	m
Intensidad de gestión en la parcela	Código	m
Método de gestión	Código	m
Propiedad del bosque	Código	m

Tabla 2. Listado de parámetros opcionales y obligatorios (o-opcional, m-mandatory) de la descripción del terreno (archivo STA)

A continuación se adjunta una tabla (Tabla 3) donde viene reflejado para Nivel I y Nivel II un listado de revisiones a realizar, la parte del Manual de ICP-Forests donde se encuentra detallado el método y las frecuencias deseadas para la toma de datos de cada una de ellas.

Revisión	Proporcionar datos sobre:	Métodos descritos en:	Gráficos, objetivo y frecuencia de evaluación/medición/muestreo		
			Level I	Level II	Level II core
Descripción de la parcela	Ubicación, tamaño y estado de la parcela	Part II	Instalación	Instalación	Instalación
Descripción del terreno	Características básicas del terreno	Part II	5 años	5 años	5 años
Operaciones de uso y disturbios naturales	Todas las operaciones notables de uso forestal y los disturbios naturales en la parcela	Part II	-	5 años	5 años
Estado del árbol	Indicadores de la copa, ramas y estado del tronco de los árboles	Part IV	1 año	1 año	1 año
Crecimiento y rendimiento de los árboles	Crecimiento periódico real del rodal y de los árboles individuales	Part V	-	5 años	5 años
Crecimiento y rendimiento de los árboles (inter)	Crecimiento intraanual y anual de los árboles individuales	Part V	-	-	1 año a continuo
Fenología del árbol	Momento de las etapas de desarrollo anual de los árboles forestales (nivel de parcela)	Part VI	-	-	Semanal
Fenología arbórea (intensiva)	Momento de las etapas de desarrollo anual de los árboles forestales (nivel de árbol individual)	Part VI	-	-	continuo
Vegetación del suelo	Riqueza y abundancia de especie	Part VII	proyecto	5 años	5 años
Daños por ozono en plantas	Presencia de daños visibles atribuibles al ozono troposférico	Part VIII	-	-	1 año
Mediciones meteorológicas	Variables meteorológicas básicas (T, Pr, velocidad del viento, humedad y temperatura)	Part IX	-	continuo	continuo
Muestreo y análisis de suelo	Perfil del suelo y concentración química de elementos e iones en la fase sólida del suelo. Información sobre la retención de agua del suelo	Part X	proyecto	10-20 años	10-20 años
Recogida y análisis de solución de suelo	Contenido químico de elementos e iones en la fase líquida del suelo	Part XI	-	-	1-2 semanas
Muestreo y análisis foliar	Concentración química de elementos en el follaje de los árboles	Part XII	proyecto	2 años	2 años
Muestreo y análisis de litterfall	Cantidad, composición y contenido químico de litter	Part XIII	-	-	2-4 semanas
Muestreo y análisis de deposición	Concentración química de elementos e iones en campo abierto, bajo dosel arbóreo y escorrentía por el tronco (stemflow)	Part XIV	-	1-2 semana	1-2 semanas
Calidad del aire	Concentración de SO ₂ , NO _x , O ₃ en el aire	Part XV	-	-	1-2 semanas
Índice de área foliar	Área total de hojas del dosel	Part XVII	-	-	1 año

Tabla 3. Listado de Revisiones y frecuencias que se llevan a cabo en las dos redes y en los diferentes tipos de parcelas

PARTE I

BASE FÍSICA DE MUESTREO: LA PARCELA

ANEXOS

ANEXO I-Estructura de los archivos, descripción de campo y códigos empleados

Existen cuatro archivos que contienen los datos generales sobre el punto y la masa forestal donde se encuentra emplazado, así como información sobre el emplazamiento exacto de los árboles, y las coordenadas de los puntos para medición del Índice de Área Foliar (LAI).

1.1. ARCHIVO PLT (Información general de la parcela) cuando se instala la parcela

- **Número secuencial de la parcela:** número de orden de la parcela
- **Código nacional:** el código identificador de España es el 11 (ver listado de códigos)
- **Número de la parcela:** El código de cada parcela está formado por un número y la abreviatura de la especie que caracteriza la parcela Qi (*Quercus ilex*), Ppa (*Pinus pinea*), Ps (*Pinus sylvestris*), Qpy (*Quercus pyrenaica*), etc.
- **Latitud y Longitud:** Se anotarán seis dígitos completos las coordenadas geográficas de latitud y longitud correspondientes al centro de la parcela de observación, medidos con GPS o restituidas en plano (foto aérea de gran detalle).
Ejemplo:

	+/-	Grados		Minutos		Segundos	
Latitud	+	5	0	2	0	2	7
Longitud	-	0	1	1	5	3	2

La primera casilla se usa para indicar el signo + ó – de la coordenada.

- **Coordenada “X” del centro “real” del punto:** coordenada métrica oeste – este. Dato opcional.
- **Coordenada “Y” del centro “real” del punto:** coordenada métrica sur – norte. Dato opcional.
- **Altitud en metros:** medida con GPS
- **Altitud en clases:** intervalos o clases de 50 metros, del 1 al 51.

Código	Descripción	Valor mínimo	Valor máximo
1	<= 50 m	-20	50
2	51 - 100 m	51	100
3	101 - 150 m	101	150
4	151 - 200 m	151	200
5	201 - 250 m	201	250

Código	Descripción	Valor mínimo	Valor máximo
6	251 - 300 m	251	300
7	301 - 350 m	301	350
8	351 - 400 m	351	400
9	401 - 450 m	401	450
10	451 - 500 m	451	500
11	501 - 550 m	501	550
12	551 - 600 m	551	600
13	601 - 650 m	601	650
14	651 - 700 m	651	700
15	701 - 750 m	701	750
16	751 - 800 m	751	800
17	801 - 850 m	801	850
18	851 - 900 m	851	900
19	901 - 950 m	901	950
20	951 - 1000 m	951	1000
21	1001 - 1050 m	1001	1050
22	1051 - 1100 m	1051	1100
23	1101 - 1150 m	1101	1150
24	1151 - 1200 m	1151	1200
25	1201 - 1250 m	1201	1250
26	1251 - 1300 m	1251	1300
27	1301 - 1350 m	1301	1350
28	1351 - 1400 m	1351	1400
29	1401 - 1450 m	1401	1450
30	1451 - 1500 m	1451	1500
31	1501 - 1550 m	1501	1550
32	1551 - 1600 m	1551	1600
33	1601 - 1650 m	1601	1650
34	1651 - 1700 m	1651	1700
35	1701 - 1750 m	1701	1750

Código	Descripción	Valor mínimo	Valor máximo
36	1751 - 1800 m	1751	1800
37	1801 - 1850 m	1801	1850
38	1851 - 1900 m	1851	1900
39	1901 - 1950 m	1901	1950
40	1951 - 2000 m	1951	2000
41	2001 - 2050 m	2001	2050
42	2051 - 2100 m	2051	2100
43	2101 - 2150 m	2101	2150
44	2151 - 2200 m	2151	2200
45	2201 - 2250 m	2201	2250
46	2251 - 2300 m	2251	2300
47	2301 - 2350 m	2301	2350
48	2351 - 2400 m	2351	2400
49	2401 - 2450 m	2401	2450
50	2451 - 2500 m	2451	2500
51	> 2500 m	2501	4000

- **Diseño de la parcela:** El diseño de la parcela de las parcelas de Nivel II se describe mediante códigos. Se debe agregar un mapa o un esquema como documento que acompaña al informe para describir mejor el diseño de la parcela dentro del sitio, que incluye: escala, ubicación y tamaño de las subparcelas, perímetro de la valla (s), ubicación de los árboles de muestra. El diseño de la parcela a campo abierto se puede describir en un mapa o esquema separado dentro del mismo documento que acompaña al informe.

Código	Descripción
210	Parcela cuadrática de Nivel II
211	Parcela rectangular de Nivel II
220	Parcela poligonal de Nivel II
230	Área fija circular de nivel II (con radio definido)
231	Área fija circular de nivel II (más de un radio para un punto central definido)
232	Nivel II más de un círculo (centros distintos)
299	Otro diseño de parcela de nivel II

- **Orientación (aspecto):**

1: N	4: SE	7: O
2: NE	5: S	8: NO
3: E	6: SO	9: plano (indeterminado)

- **Pendiente:** En grados
- **Fecha de instalación de la parcela:** En formato DDMMAA.
- **Tamaño de la parcela:** Se indicará en hectáreas
- **Parcela reubicada:** En caso de que se instale una nueva parcela para reemplazar otra, se debe incluir el nuevo número.
- **Otras Observaciones:** Texto.

1.2. ARCHIVO STA (Información sobre la descripción del terreno) Cada 5 años

- **Número secuencial del punto:** número de orden de la parcela
- **Código nacional:** el código identificador de España es el 11 (ver listado de códigos)
- **Número de la parcela:** El código de cada parcela está formado por un número y la abreviatura de la especie que caracteriza la parcela Qi (*Quercus ilex*), Ppa (*Pinus pinea*), Ps (*Pinus sylvestris*), Qpy (*Quercus pyrenaica*), etc.
- **Historia de la masa:** La continuidad de la cubierta forestal es importante para una serie de funciones forestales ecológicas, incluida la composición de especies forestales (se debe actualizar cada 5 años), se informa en 5 clases

Código	Descripción
1	Con bosque desde hace más de 300 años
2	Con bosque desde hace más de 100 años
3	Con bosque desde entre 25 – 100 años
4	Con bosque desde los últimos 25 años
9	Se desconoce

- **Uso previo del terreno:** Se refiere al uso que tenía el terreno antes de ser forestal arbolado (Se debe informar solo la primera vez).

Código	Descripción
1	Cultivos
2	Praderas
3	Pastos, incluido sistemas silvo – pascícolas
4	Terrenos drenados
5	Bosque primario
6	Otros
9	Se desconoce

- **Origen de la masa actual:**

Código	Descripción
1	Plantación
2	Semillado
3	Regeneración natural
4	Mezcla
9	Se desconoce

- **Especie arbórea (Ref. Flora europaea):** Código de la especie a la que pertenece el árbol, https://icp-forests.org/documentation/Dictionaryes/d_tree_spec.html
- **Tipo de mezcla de especies:**

Código	Descripción
1	Monocultivo
2	Mezcla formada por árboles de distintas especies
3	Masa formada por bosquetes o grupos de árboles de distintas especies
4	Mezcla por estratos
9	Irregular, ninguna de las anteriores
99	Se desconoce

Monocultivo se refiere a una población arbórea en la que más del 90% consiste en una especie de árbol.

- **Altura dominante en metros:**

La altura dominante se define como altura media de los 100 árboles más gruesos (a 1,30m) por hectárea. Se puede calcular o estimar. El método de determinación se indicará en los formularios de envío de datos.

- **Determinación de la altura dominante:**

Código	Descripción
1	Se han medido todas las alturas y se ha obtenido la altura dominante a partir de ellas.
2	Se han medido las alturas de al menos 10 de los 100 árboles más gruesos por hectárea.
3	Se ha calculado la altura dominante basándose en antiguas mediciones de todos los árboles relevantes.
4	Se ha calculado la altura dominante basándose en antiguas mediciones de al menos 10 de los 100 árboles más gruesos por hectárea.
5	La altura dominante se calcula basándose en tablas adaptadas (para la zona) diámetro normal/altura.
9	Otros métodos (especificar).
99	Desconocido

- **Tipo de bosque:**

Código	Descripción
1. Bosque Boreal	Bosques boreales extensos, pobres en número de especies, dominado por <i>Picea abies</i> y <i>Pinus sylvestris</i> . Los árboles caducifolios incluyendo abedules (<i>Betula</i> spp.), chopos (<i>Populus tremula</i>), serbales (<i>Sorbus aucuparia</i>) y sauces (<i>Salix</i> spp.) tienden a parecer como primeros colonizadores.
2. Hemiboreal y nemoral	Bosques de Coníferas y mixtos (Coníferas y frondosas). Bosques mixtos latitudinales localizados entremedias de las zonas boreal y nemoral (o templada) con características similares a las del tipo 1, pero con algo más de diversidad en especies, incluyendo también árboles caducifolios como <i>Tilia cordata</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Ulmus glabra</i> y <i>Quercus robur</i> . Incluye también bosques puros y mixtos de la zona nemoral dominados por especies nativas de coníferas como <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Pinus nigra</i> , <i>Pinus pinaster</i> , <i>Picea abies</i> , <i>Abies alba</i> .
3. Bosques alpinos	Bosques situados en franjas altitudinales elevadas de las cordilleras del centro y sur de Europa, cubiertos por <i>Picea abies</i> , <i>Abies alba</i> , <i>Pinus</i>

Código	Descripción
	<i>sylvestris</i> , <i>Pinus nigra</i> , <i>Larix decidua</i> , <i>Pinus cembra</i> y <i>Pinus mugo</i> . Incluye también los bosques de montaña dominados por abedul, de la región boreal.
4. Robledales acidófilos y bosques mixtos de robles y abedules	Presencia diseminada asociada con los suelos menos fértiles de la zona forestal nemoral: la composición en cuanto a especies de árboles es pobre y dominada por robles acidófilos (<i>Q. robur</i> , <i>Q. petraea</i>) y abedules (<i>Betula pendula</i>).
5. Bosques caducifolios mesofíticos	Relacionados con los suelos medianamente ricos de la zona forestal nemoral; la composición de los bosques es mixta y formada por un número relativamente grande de frondosas caducifolias: <i>Carpinus betulus</i> , <i>Quercus petraea</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Fraxinus</i> , <i>Acer</i> y <i>Tilia cordata</i> .
6. Hayedos	Bosques de hayas ampliamente distribuidos desde las tierras bajas al piso submontano. Domina el haya europea (<i>Fagus sylvatica</i>) y el haya de los Balcanes (<i>Fagus orientalis</i>), el abedul (<i>Betula pendula</i>) es localmente importante.
7. Hayedos montanos	Cinturón presente en los principales sistemas montañosos europeos, formado por bosques mixtos de frondosas caducifolias y vegetación de coníferas. La composición en especies difiere de la del grupo 6, incluyendo <i>Picea abies</i> , <i>Abies alba</i> , <i>Betula pendula</i> y especies arbóreas mesofíticas caducifolias. También incluye masas dominadas por abetales de montaña.
8. Bosques caducifolios termófilos	Bosques caducifolios y semi-caducifolios principalmente de la región Mediterránea dominados por especies termófilas principalmente del género <i>Quercus</i> ; especies de los géneros <i>Acer</i> , <i>Ostrya</i> , <i>Fraxinus</i> , <i>Carpinus</i> son frecuentes como especies arbóreas secundarias asociadas. También incluye los bosques dominados por <i>Castanea sativa</i> .
9. Bosques perennifolios de frondosas	Bosques perennifolios de frondosas de las regiones Mediterránea y Macaronésica dominado por árboles esclerófilos o lauríferos, principalmente especies del género <i>Quercus</i> .
10. Bosque de coníferas de la región mediterránea, Anatolia y Macaronesia	Variado grupo de bosques de coníferas en las regiones mediterráneas, Anatolia y Macaronésica, desde la costa a las altas montañas. Los suelos secos y con frecuencia pobres en su desarrollo limitan el crecimiento. Incluye varias especies arbóreas endémicas de los géneros <i>Pinus</i> , <i>Abies</i> y <i>Juniperus</i> .
11. Bosques de turbera y pantano	Bosques de tierras encharcadas o pantanosas situados sobre suelos de turba ampliamente distribuidos en la región boreal. Los regímenes hídrico y nutricional determinan las especies arbóreas dominantes: <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Picea abies</i> o <i>Alnus glutinosa</i> .
12. Bosque aluviales, de ribera	Se trata de bosques y galerías aluviales y ribereños ricos en especies caracterizados por diferentes mezclas de especies de los géneros <i>Alnus</i> , <i>Betula</i> , <i>Populus</i> , <i>Salix</i> , <i>Fraxinus</i> y <i>Ulmus</i> .
13. Bosque no ribereño de aliso, abedul o álamo	Bosques pioneros dominados por <i>Alnus</i> , <i>Betula</i> o <i>Populus</i> .
14. Bosques de especies arbóreas introducidas	Bosques dominados por especies arbóreas introducidas. Las especies arbóreas introducidas pueden identificarse a nivel regional (recomendado) o nacional y comprende: <ul style="list-style-type: none"> • especies arbóreas que no son nativas de Europa (p.e. <i>Eucalyptus spp.</i>, <i>Robinia pseudoacacia</i>, <i>Acacia dealbata</i>, <i>Ailanthus altissima</i>, <i>Prunus serotina</i>, <i>Quercus rubra</i>, <i>Fraxinus alba</i>, <i>Picea sitkensis</i>, <i>Pinus contorta</i>, <i>Pinus banksiana</i>, <i>Pseudotsuga menziesii</i>, <i>Tsuga heterophylla</i>); • especies arbóreas nativas de Europa, pero que no se presentan de manera natural dentro de las fronteras de los Estados miembros de

Código	Descripción
	FOREST EUROPE individuales; • especies arbóreas nativas solo de algunas regiones de un país individual miembro de FOREST EUROPE

- **Clase de edad:** clases o intervalos de 20 años, del 1 al 8

1: ≤ 20	4: 61 – 80	7: > 120
2: 21 – 40	5: 81 – 100	8: Masa forestal irregular
3: 41 – 60	6: 101 – 120	

- **Número de estratos arbóreos**

Código	Descripción
1	Un único estrato
2	Dos estratos (cada uno con un mínimo de 10% de cobertura)
3	Multiestratos (cada uno con un mínimo de 10% de cobertura)
9	Irregular
99	Se desconoce

- **Cobertura de los estratos arbóreos**

Se registra en clases del 5%, solo incluyendo aquellos estratos que tienen un mínimo de un 10% de cobertura. La suma de las coberturas de todos los estratos puede ser mayor del 100%.

La cobertura de los estratos arbóreos se estima como la proyección de las ramas y el follaje en la superficie de la parcela.

- **Fracción de cabida cubierta**

La fracción de cabida cubierta se estima como el porcentaje de cubierta del estrato arbóreo de altura mayor a 5 metros (independientemente de cual sea su porcentaje de cobertura e independientemente de si hay sólo un estrato arbóreo o varios) y se detalla en clases del 5%. El valor máximo sería el 100% ya que no se consideran los estratos arbóreos por separado sino de forma conjunta

En masas de un solo estrato la suma de las coberturas de todos los estratos (solo hay uno) = fracción de cabida cubierta.

En masas de más de un estrato, como los estratos se pueden solapar, la suma de las coberturas de los diferentes estratos puede ser mayor que la fracción de cabida cubierta.

Estado de Protección

El estado de protección del bosque es el que viene descrito en la clasificación de la Conferencia Ministerial para la Protección de los Bosques en Europa (MCPFE): FOREST EUROPE/UNECE/FAO 2010

Código	Descripción
1	Clase 1.1: Objetivo principal de Gestión = Biodiversidad "Sin intervención activa"
2	Clase 1.2: Objetivo principal de Gestión = Biodiversidad "Mínima intervención"

Código	Descripción
3	Clase 1.3: Objetivo principal de Gestión = Biodiversidad "Conservación mediante gestión activa"
4	Clase 2: Objetivo principal de Gestión = Protección de paisajes y elementos naturales específicos
5	Clase 3: Objetivo principal de la Gestión: "Funciones de protección"
9	Sin estado de protección
99	Desconocido

- **Vallado**

Código	Descripción
1	Vallado
2	No vallado
3	En parte vallado

- **Aprovechamiento no maderero**

Solo se informará sobre la utilización regular de productos no madereros que puede tener un impacto medible en los ciclos de agua.

Código	Descripción
1	Pastoreo
2	Recolección de leñas
3	Recogida de capa de desfronde
4	Otros
9	Ninguna utilización aparte de la madera
99	Desconocido

- **Tipo de gestión**

Código	Descripción
1	Monte alto
2	Monte bajo sin estándares
3	Monte bajo con estándares
99	No se conoce

- **Intensidad del manejo**

Código	Descripción
1	Sin gestión (no hay indicios)
2	Gestionado (indicios pero de hace más de 10 años)
3	Gestionado (dentro de los últimos 10 años)
99	No se conoce

- **Método de gestión**

Código	Descripción
1	Cortas a hecho (Clearcut system)
2	Cortas a hecho con reserva de pies(Clearcut system with reserves)
3	Cortas selectivas (Selection system)
4	Aclareo sucesivo (Shelterwood system)
9	Desconocido

- **Propiedad del bosque**

La propiedad del bosque se registra según las clases definidas por FAO - Forest Resource Assessment 2010 (FRA 2010, www.fao.org/forestry/fra)

Código	Descripción
1	Propiedad pública
2	Propiedad privada
6	Otros tipos de propiedad
9	Desconocido
21	Propiedad privada: particulares
22	Propiedad privada: Entidades e Instituciones comerciales privadas
23	Propiedad privada: Comunidades locales
24	Propiedad privada: comunidades Indígenas / tribales

- **Estado del punto**

Solamente se consignará en el caso de que haya habido cambios en el estado del punto

Código	Descripción
1	Parcela activa (al menos se ha hecho la revisión en el año actual)
2	Parcela nueva, instalada en el año actual
3	Parcela que ha sido reactivada
9	Parcela no activa

- **Estado con respecto al IFN**

Código	Descripción
1	La parcela es además una parcela del IFN, misma parcela para los dos esquemas de seguimiento
2	La parcela coincide en su localización con una parcela del IFN
9	No hay combinación con el IFN en esta parcela

- **Otras Observaciones:** texto.

1.3. ARCHIVO TCO (coordenadas de los árboles de la parcela)

- **Número secuencial de los árboles:**
- **Código nacional:** el código identificador de España es el 11 (ver listado de códigos)
- **Número de la parcela:** número identificador de cada parcela
- **Fecha de la revisión:** en formato DDMMAA.
- **Número del árbol:** Número asignado al árbol en la instalación de la parcela, debe ser único y estar marcado de forma permanente
- **Especie arbórea (Ref. Flora europaea):** código de la especie a la que pertenece el árbol.
https://icp-forests.org/documentation/Dictionaries/d_tree_spec.html

- **Coordenada “X” del árbol:** coordenada métrica oeste – este.
- **Coordenada “Y” del árbol:** coordenada métrica sur – norte.
- **Árbol dentro de la parcela:** (Y- Si; N - No)
- **Estado del árbol:**

Código	Descripción
1	Árbol vivo en pie
2	Árbol muerto en pie
3	Árbol muerto caído

- **Otras Observaciones:** texto.

1.4. ARCHIVO LCA (coordenadas de puntos de medición LAI)

- **Número secuencial:**
- **Código nacional:** el código identificador de España es el 11 (ver listado de códigos)
- **Número de la parcela:** número identificador de cada parcela
- **Tipo de revisión:** LA (Índice de área Foliar)
- **Punto de medición de LAI:** número del punto de medición en la parcela de datos LAI, en cada parcela hay 16 puntos donde se toman mediciones LAI (del 1 al 16), las numeraciones son únicas y permanentes.
- **Coordenada “X” del punto de medición LAI:** coordenada métrica oeste – este.
- **Coordenada “Y” del punto de medición LAI:** coordenada métrica sur – norte.
- **Otras Observaciones:** texto.

**COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA DE NACIONES UNIDAS
CONVENIO MARCO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA**

**PROGRAMA INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN PARA EL SEGUIMIENTO
Y LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LOS BOSQUES**

MANUAL RED CE 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.**



PARTE II

EVALUACIÓN DEL ESTADO SANITARIO DEL ARBOLADO



Área de Inventario y Estadística Forestal (AIEF)

INDICE

Evaluación del Estado Sanitario del arbolado en las parcelas de la Red Europea de Nivel II.	1
1 Introducción.	1
1.1 Alcances y aplicación.	1
1.2 Objetivos.	1
2 Consideraciones previas.	2
2.1 Frecuencia y época de las evaluaciones.	2
2.2 Árbol de Referencia Local o Árbol Tipo.	2
2.3 Rutina en la evaluación.	3
2.4 Posición para realizar la evaluación.	4
3 Conceptos básicos para la evaluación.	5
3.1 Definición de "Copa evaluable".....	5
3.1.1 Tipos de copa.....	7
3.2 Concepto y valoración de la "Copa Muerta"	11
3.3 Concepto y valoración de la "Defoliación"	12
3.4 Concepto y valoración de la "Decoloración"	16
4 Parámetros a evaluar.	17
4.1 Defoliación.	17
4.2 Especie.....	17
4.3 Mortalidad y eliminaciones.....	17
4.4 Clase social.....	18
4.5 Sombreado de copa	19
4.6 Concepto y valoración de Visibilidad	20
4.7 Estructuras de reproducción: floración y fructificación	22
4.8 Transparencia foliar.....	23
4.9 Forma/ morfología de la copa	27

4.10	Brotos secundarios y epicórmicos	29
4.11	Distancia relativa de copa	30
4.12	Arquitectura de brotes apicales	31
4.13	Clases de edad.....	33
4.14	Método de estimación de la edad.....	33
4.15	Árbol de referencia.....	34
5	Evaluación de Agentes causantes de daños	34
5.1	Descripción de síntomas.....	34
5.1.1	Parte afectada y su especificación.....	35
5.1.2	Síntomas y su especificación.....	35
5.1.3	Localización en la copa.....	36
5.1.4	Edad del daño.....	37
5.2	Agente causante de daño.....	37
5.3	Cuantificación de los síntomas: Extensión.....	37
6	Manual de referencia y Base de datos ICP-Forests.....	37

ANEXOS

Evaluación del Estado Sanitario del arbolado en las parcelas de la Red Europea de Nivel II.

La evaluación visual del estado sanitario del arbolado consiste en el estudio de los síntomas aparentes de decaimiento que pudieran tener los árboles que componen la parcela, y la determinación de las posibles causas. El estudio debe ser llevado a cabo por equipos de técnicos forestales especialmente adiestrados en problemas de sanidad forestal. Las causas que pueden originar anomalías en el desarrollo normal del arbolado, así como el grado en que éstas intervienen en su estado de salud deben ser determinadas durante los seguimientos realizados.

Los parámetros básicos que definen el estado sanitario de cada árbol de la parcela son, entre otros, la pérdida de follaje (defoliación), así como la evaluación e identificación de los agentes causantes daños, tratando de precisar los síntomas que producen en cada una de las partes del árbol: follaje, ramas y tronco.

1. INTRODUCCIÓN:

La 2ª Conferencia Ministerial sobre la Protección de los Bosques en Europa, celebrada en Helsinki en 1993, acordó las Directrices generales para la gestión sostenible de los bosques en Europa. Las directrices subrayan que se debe mantener la salud y la vitalidad del ecosistema forestal. La defoliación de los árboles y la aparición de daños bióticos y abióticos son indicadores importantes de la salud de los bosques, y se consideran dentro del Criterio 2, "Salud y vitalidad de los bosques", uno de los seis criterios adoptados por Forest Europe para proporcionar información para la gestión forestal sostenible en Europa.

La evaluación del estado de la copa ha sido fundamental para el seguimiento de los bosques de ICP desde 1985. Los métodos de evaluación desarrollados a mediados de la década de 1980 para el Nivel I formaron la base de las evaluaciones para las parcelas de Nivel II, proporcionando un conjunto de datos único con largas series en el tiempo.

1.1 Alcance y aplicación

Esta Parte del Manual tiene como objetivo proporcionar una metodología coherente para recopilar datos de alta calidad, armonizados y comparables, sobre el estado de la copa. La armonización de los procedimientos de evaluación es esencial para garantizar la comparabilidad de los datos en toda Europa, lo que a su vez es necesario para permitir estudios transnacionales sobre el estado y las tendencias de la copa y sus relaciones con los factores ambientales.

1.2 Objetivos

- Recopilar datos para contribuir a una mejor comprensión de la vitalidad de los árboles y los ecosistemas forestales y las causas y efectos de los factores de estrés.

- Calidad de datos que permiten análisis estadísticos fiables sobre la variación espacial y temporal del estado de salud de los bosques europeos.
- Proporcionar información sobre el impacto de las causas de daños en el estado de la copa.

La información sobre las causas del daño a un árbol y su influencia en la copa es esencial para el estudio de los mecanismos de causa y efecto. Sin esta información, los datos sobre defoliación y otros parámetros son extremadamente difíciles de interpretar. El seguimiento a largo plazo también puede proporcionar datos de referencia sobre la distribución, ocurrencia y daños de agentes bióticos o factores de daño en Europa. Estos datos también pueden contribuir a otros aspectos relevantes para la política forestal, como la ordenación forestal sostenible.

2. CONSIDERACIONES PREVIAS.

Previo a la realización de la evaluación, y una vez está el equipo de campo en la parcela con toda la información necesaria para localización de los árboles etc., tal y como se ha explicado en la Parte I de este Manual, se han de tener en cuenta las siguientes consideraciones:

2.1 Frecuencia y época de las evaluaciones

La frecuencia de la evaluación del estado sanitario del arbolado es anual. Es decir, todos los años se realiza la evaluación al menos una vez, completándose los formularios y archivos relacionados con el mismo, y que posteriormente se explican.

La época debe ser cuando las hojas o acículas están totalmente desarrolladas, y antes de la senectud del otoño. Por tanto, para la mayoría de las especies el mejor momento para realizar la evaluación es desde mediados a finales del verano (Del 15 de julio al 15 de septiembre).

Siempre que sea posible, las parcelas se visitan anualmente en la misma época, con una diferencia máxima de diez días entre las distintas fechas de evaluación, de esta manera los valores son más comparables. En un inventario ideal las evaluaciones sanitarias de los árboles se deberían realizar siempre a la misma hora y en condiciones climáticas similares cada año. En aquellas zonas donde la sequía es un fenómeno frecuente, conviene extremar la similitud de fechas año tras año y tener en cuenta la posible influencia de la falta o escasez de agua en los valores de defoliación.

Para las parcelas de Nivel II, se recomienda realizar una visita adicional para evaluar los daños, en caso de observarse daños importantes. Esta visita adicional debe realizarse en el momento en que se supone que la principal causa de daño es máxima (por ejemplo, primavera para defoliadores).

2.2 Árbol de Referencia Local o Árbol Tipo

En España se utiliza el denominado “árbol tipo” o “árbol de referencia local” que se define **como el mejor árbol que podía crecer en un sitio particular**, que vegete en las proximidades de la parcela y presente su follaje completo y la coloración normal, teniendo en cuenta factores como la altitud, latitud, edad del árbol, características del

sitio y el estado social. Debe representar la morfología de la copa y la edad de los árboles de la zona y tener la mínima defoliación y decoloración posible (Ver Fig.1).

La evaluación de la defoliación y resto de parámetros de los árboles que componen la parcela se realiza comparando su aspecto con el de los “árboles de referencia local” o “árboles tipo”. Se elegirá un árbol tipo para cada una de las especies arbóreas presentes en la parcela. Cada árbol tipo podría considerarse como el arquetipo local de cada una de las especies arbóreas presentes en la parcela. En ciertos casos la elección de los árboles tipo requiere un ejercicio de abstracción ya que no es posible hallarlos en la realidad local.

Bajo estos supuestos se selecciona el árbol y además se referencia tomando su rumbo y distancia, para que sirva de base en posteriores evaluaciones y comparaciones de evolución del árbol tipo seleccionado. Desde este punto, de máxima y mejor visualización, el jefe de equipo realizará una fotografía.

El Árbol Tipo es obligatoriamente el primer árbol, en el que se evalúa el estado sanitario, ya que es este el árbol que tomamos como referencia, y en el que se fijan los distintos criterios necesarios para todas las evaluaciones que con posterioridad se realizan en el resto de árboles de la parcela. Es objeto de las mismas observaciones sanitarias que los árboles del interior de la parcela y se evalúa con los mismos criterios que el resto de los árboles, rellenando una ficha anualmente.

En caso de no encontrar un árbol modelo claro pueden utilizarse las Fotoguías Europeas existentes si bien, para el uso correcto de éstas, hay que tener en cuenta su edad y localización del arbolado.



Figura 1 – Ejemplo de foto de *árbol tipo*

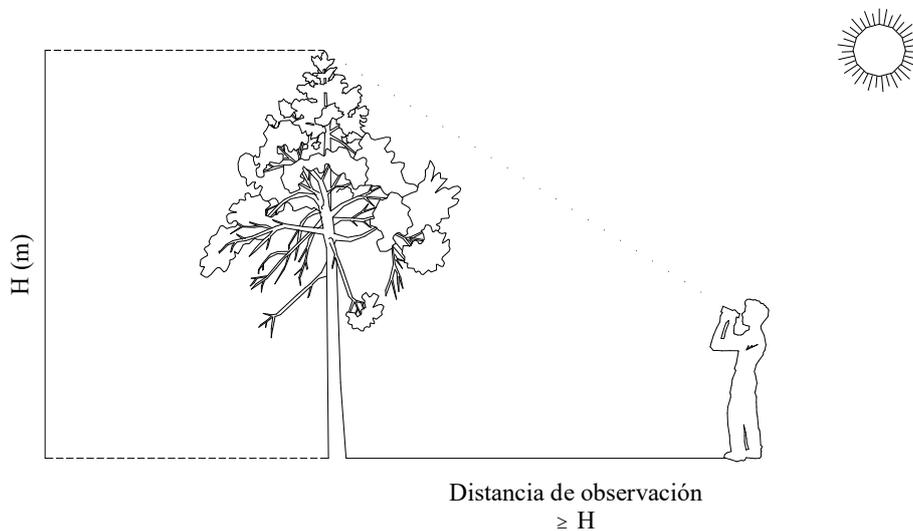
2.3. Rutina de evaluación

En primer lugar, se busca en el entorno el árbol de referencia local (Árbol Tipo) y se completa la ficha de campo correspondiente. Todas las evaluaciones se harán con referencia a estos prototipos.

Para comenzar los trabajos de evaluación uno de los observadores del equipo de campo, equipado con brújula, se sitúa en la esquina más elevada topográficamente (o si no es clara, en el vértice NO de la parcela), con la ficha de campo y el croquis de localización de los árboles, e indicará la posición del árbol a evaluar, comprobando la existencia de la chapa troquelada correspondiente, pasando así de un árbol a otro, hasta completar la evaluación de todos los árboles de la parcela, incluidos los 10 árboles para toma de muestra foliar, denominados "500", situados en la zona tampón, tal y como se explica en la Parte I de este Manual.

2.4 Posición para realizar la evaluación

Los árboles deben ser evaluados desde todas las direcciones posibles, como mínimo desde dos lados y desde una distancia de una a tres veces la altura del árbol, donde la visión de la copa sea lo más completa posible. En masas densas esto puede ser difícil, pero al menos se han de observar partes de la copa desde varias direcciones. El evaluador debe de colocarse con el sol a su espalda. (Ver Fig.2).

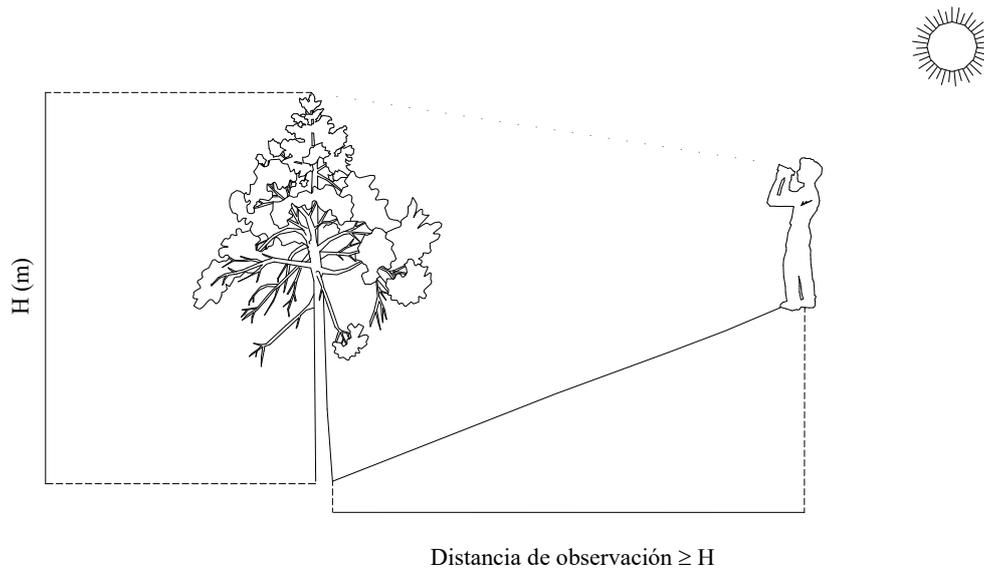


En terreno llano

Figura 2. Posición correcta para la evaluación en terreno llano

En laderas (Ver Fig.3) es preferible realizar el muestreo desde arriba o desde los lados, ya que la defoliación puede quedar subestimada o sobreestimada según el solapamiento de las ramas, etc. Los observadores no deben mirar en dirección al sol mientras realizan el proceso de evaluación.

Una vez observada la copa se procederá a la inspección sanitaria de ramas, fuste y cuello de la raíz aproximándose hasta la base del árbol.



En zona de pendiente o ladera

Figura 3. Posición correcta para la evaluación en pendiente o ladera

3. CONCEPTOS BÁSICOS PARA LA EVALUACIÓN

El objeto de la evaluación del estado sanitario de los árboles en las parcelas de Nivel II es describir su estado de salud aparente en el momento de la observación. Sucesivas evaluaciones permitirán determinar cambios a lo largo del tiempo. Con objeto de hacer posible en el futuro una correlación con las evaluaciones hechas en los puntos del Nivel I, los métodos de estimación son idénticos en los puntos de la Red de Nivel I y en las parcelas de la Red de Nivel II. Se han definido además una serie de parámetros adicionales en el Nivel II, de forma que se pueda describir mejor el estado actual de cada árbol.

Los datos requeridos para cada árbol contienen la evaluación integral del árbol incluyendo las hojas/acículas, ramas, brotes y yemas, el tronco y el cuello de la raíz. Los parámetros descritos en este Manual, se refieren a la evaluación que se hace desde el suelo con la ayuda de prismáticos. Pero para algunos parámetros se requiere una observación de cerca (por ejemplo formas de decoloración de acículas y deformación foliar). Para el diagnóstico final, es necesario a veces un examen aún más cercano, para lo cual se tomaran muestras de las partes afectadas. La descripción de los parámetros que hay que evaluar figuran en cada uno de los formularios diseñados para la toma de los mismos, que después se detallan. En cualquier caso, el equipo de evaluación debe tener en cuenta que es mejor no tener ningún dato que tener datos incorrectos.

3.1 Definición de “Copa evaluable”

La estimación del estado en que se encuentra la copa depende mucho de la definición de la misma. La copa debe ser considerada *tal y como está en el momento de su evaluación, sin tener en cuenta la copa potencial o teórica que pudo haber existido en*

años pasados, siempre teniendo en cuenta la influencia de cualquier árbol presente o ausente actualmente.

Se considera **copa evaluable** del árbol aislado, *la parte de la copa que está formada por el conjunto de ramas vivas y por aquellos ramillos finos que aun estando muertos son todavía portadores de hoja, pero excluye las muertas hace años (que han perdido ya apreciablemente su ramificación secundaria natural)*. Estos ramerones representan la mortalidad histórica y no tienen ninguna influencia sobre el estado actual del árbol, por tanto se excluyen de la evaluación. Sin embargo, la muerte de los brotes y de las ramas y ramillas representa un proceso activo dentro de la copa y por eso se incluyen. El contorno de la copa evaluable en árboles aislados se ve en la Fig. 4:

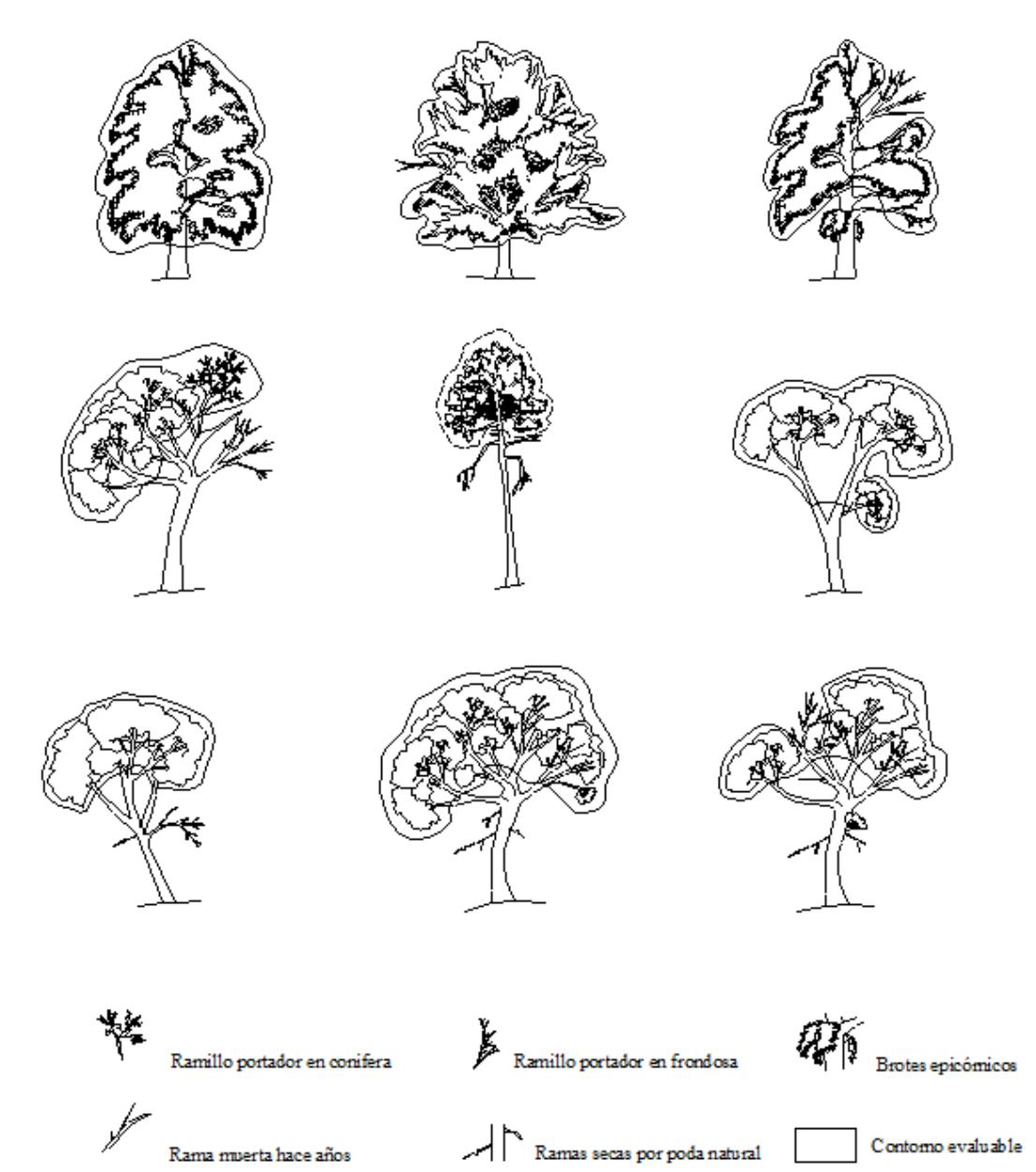


Figura 4 – Contorno de copas evaluables (árboles aislados)

3.1.1 Tipos de copa

Cuando la copa del árbol está influenciada por la competencia, la copa evaluable incluye solo aquellas partes que no están influenciadas por otras copas. Se excluyen de la evaluación las siguientes partes de una copa: Los brotes epicórmicos debajo de la copa y los huecos en la copa donde se supone que nunca existieron ramas

En función de las características de la masa y del arbolado se han considerado los siguientes casos (ver de fig. 5 a fig.10):

- Copas individualizadas: Se considera copa evaluable desde la primera rama inferior viva. No se consideran las ramas inferiores secas, que puedan haber muerto por poda natural. (Fig. 5).
- Copas con tangencia: Se considera copa evaluable desde la tercera rama inferior viva. La parte tangente no debe tenerse en cuenta (Fig. 6).
- Copas trabadas: La copa evaluable no incluye las zonas entrelazadas con copas de otros árboles. (Fig. 7).
- Masas en densidad excesiva: la copa evaluable comprende únicamente el tercio superior de la copa y este valor se aplicará al conjunto del árbol, debido a la dificultad de una correcta observación. (Fig. 8).
- Arbolado joven: la copa evaluable se define como la mitad superior de la copa de aquellos árboles de escasa altura o pies pequeños que forman copa desde el suelo. (Fig. 9).
- En las masas de monte bajo cerrado (y en maquia) se considera la copa como una unidad formada por la unión de las copas de diferentes troncos de la misma cepa (Fig. 10).

Según el tipo de copa que evaluamos, tomamos diferentes partes de la copa para evaluar (tercio superior, mitad superior...), la codificación utilizada se puede consultar en los Anexos.

EVALUACION COPAS INDIVIDUALIZADAS

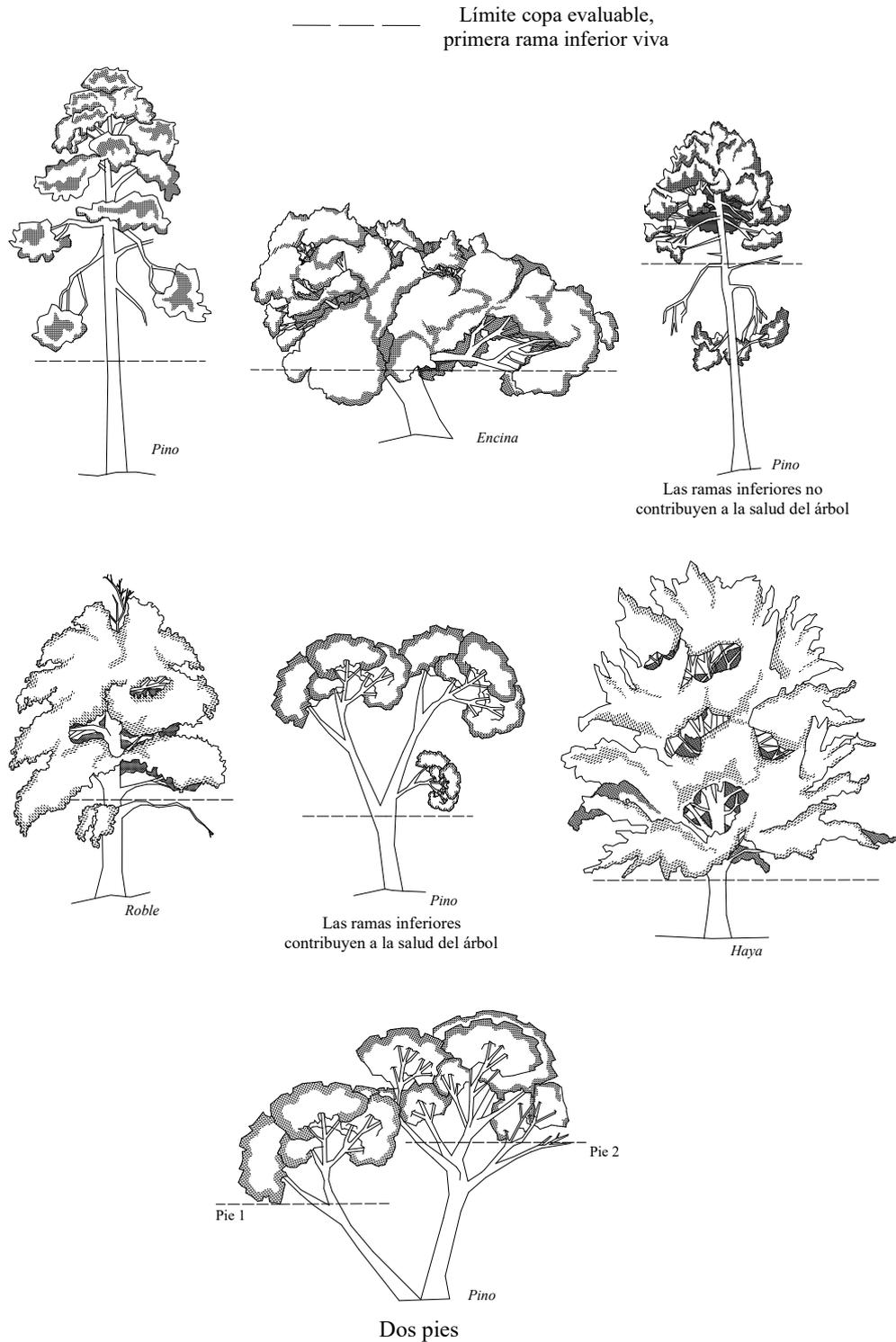


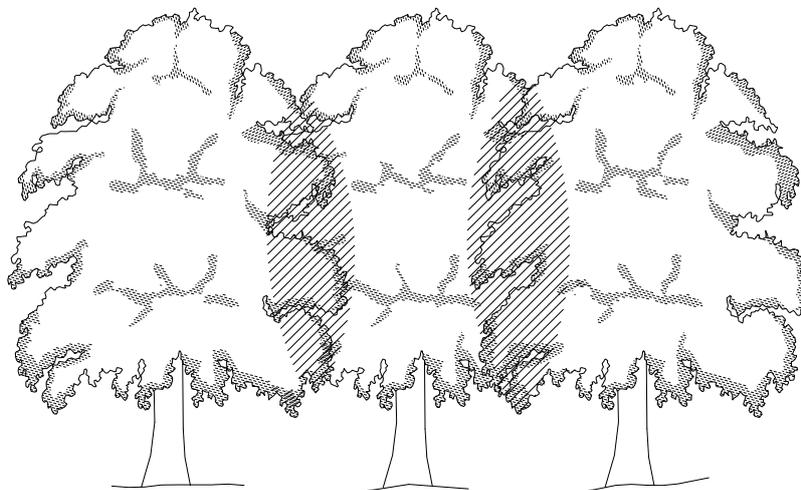
Figura 5. Copas individualizadas



EVALUACIÓN COPAS CON TANGENCIA

----- Copa evaluable desde la 3ª rama inferior viva

Figura 6. Copas con tangencia



Evaluación de copas trabadas



Áreas excluidas de la evaluación de copa

Figura 7. Copas trabadas



Evaluación de copas en masas con densidad excesiva

 Copa evaluable 1/3 superior de la copa

Figura 8. Copas en masas con densidad excesiva.

EVALUACIÓN DE ARBOLADO JOVEN



Pies de escasa altura

 Copa evaluable 1/2 superior



Pies pequeños que forman copa desde el suelo

 Copa evaluable 1/2 superior

Figura 9. Arbolado joven

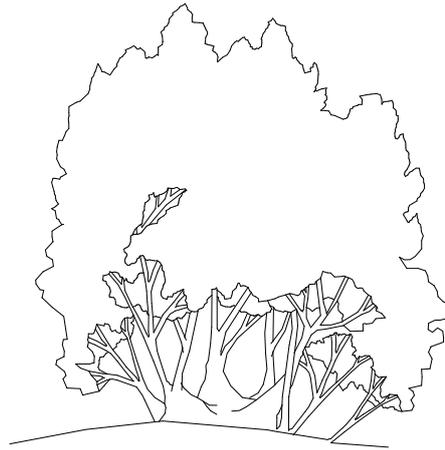


Figura 10. Evaluación de copas en monte bajo.

3.2. Concepto y valoración de “Copa Muerta”

Se considera **copa muerta** las ramas gruesas muertas hace años que han perdido ya sus brotes naturales, estos ramerones representan la mortalidad histórica de las partes de la copa y no suelen tener ninguna influencia sobre el estado actual del árbol. Por tanto se excluyen en la evaluación de la defoliación. (Ver Fig.11).

La copa muerta se estimará en porcentajes del 5%, según la cantidad que represente frente al total teórico de la copa, se anotará en la ficha de campo (en la penúltima columna) mediante códigos de tres cifras, donde la primera cifra es un 9 y las otras dos el porcentaje de copa muerta existente (900, 905, 910.....990, 995), el código 900 significaría que no existe copa muerta y el 995 que el 95% de la copa estaría muerta.



Figura 11 – Modelos de copa muerta

3.3 Concepto y valoración de la “Defoliación”

Definición

La defoliación es un parámetro básico para cuantificar el estado aparente de salud del arbolado. Se define como **defoliación la pérdida de hojas/acículas que sufre un árbol en la parte de su copa evaluable comparándola con la del árbol de referencia ideal, sin ningún daño.**

En las coníferas y frondosas de hoja perenne, la defoliación significa tanto reducción de retención de hojas/acículas como pérdida prematura en comparación con los ciclos normales. En frondosas de hoja caduca la defoliación es pérdida prematura de hoja (Ver Fig. 12).



Figura 12 – Fotografías de coníferas y frondosas con grave defoliación

La defoliación se estimará en porcentajes del 5%, según la cantidad de hoja/acícula perdida por el árbol, en comparación con un árbol cuya copa tuviera idealmente el follaje completo totalmente desarrollado, tomando como modelo o referente el árbol tipo local (mejor en el área) cuyo porcentaje no necesariamente ha de ser del 0% de defoliación, y se anotará en la ficha de campo en la casilla correspondiente. La codificación para hacerlo se puede consultar en los Anexos.

Algunas consideraciones:

Durante la observación el evaluador se puede encontrar con una gran variedad de casos. Con objeto de realizar las observaciones de la forma más objetiva posible se han definido una serie de reglas:

- Un árbol que tenga una defoliación superior al 95% e inferior al 100% y por lo tanto está aún vivo, se anota con el valor 99%, el valor 100% está reservado únicamente para los árboles muertos en pie en el año de su muerte.
- Se anotará en la defoliación el código -1 (sin evaluación) para los árboles cuya defoliación no ha podido ser evaluada por ser árboles caídos o cortados (códigos de mortalidad y eliminaciones RM 11-19 y 41-49), ver Anexo V.A. archivo ESXXX.TRC.
- Si la totalidad de las partes aéreas del árbol muere (por ejemplo en un incendio), el árbol se considera muerto. Se debe tener en cuenta que las yemas durmientes pueden continuar brotando durante una o varias estaciones sobre los troncos, indicando que los tejidos permanecen vivos durante algún tiempo, después de haber sido considerados como muertos. El rebrote de las raíces se excluye de la evaluación hasta que lleguen a cumplir los requerimientos para su inclusión en la misma. Aunque biológicamente es inapropiado, por razones prácticas, el rebrote desde la base del árbol debe ser clasificado como nuevo tronco con nueva copa. Queda excluido de esta regla el pino canario.

Evaluación de copas homogéneas y no homogéneas:

- A. Si el follaje de la copa es homogéneo se atribuirá una clase o porcentaje al conjunto de la copa mediante un golpe de vista, es conveniente evaluar cada árbol desde dos posiciones diferentes apuntando en la ficha de campo la media de estos dos valores (Ver Fig. 13).

EVALUACION DE COPA
HOMOGENEA

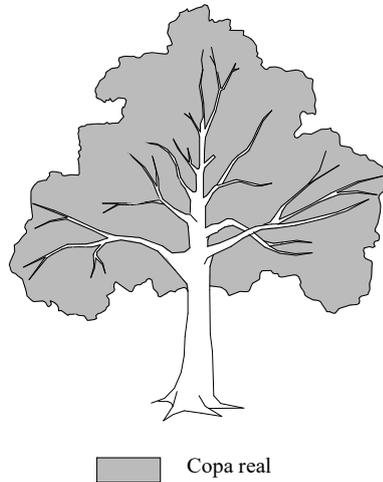


Figura 13. Evaluación de copas homogéneas

- B. Si el follaje de la copa no es homogéneo se dividirá la misma en diferentes partes de tamaño similar y se evaluará cada una de ellas individualmente apuntándose la media de las estimaciones (Ver Fig. 14).

EVALUACION DE COPAS
NO HOMOGENEAS

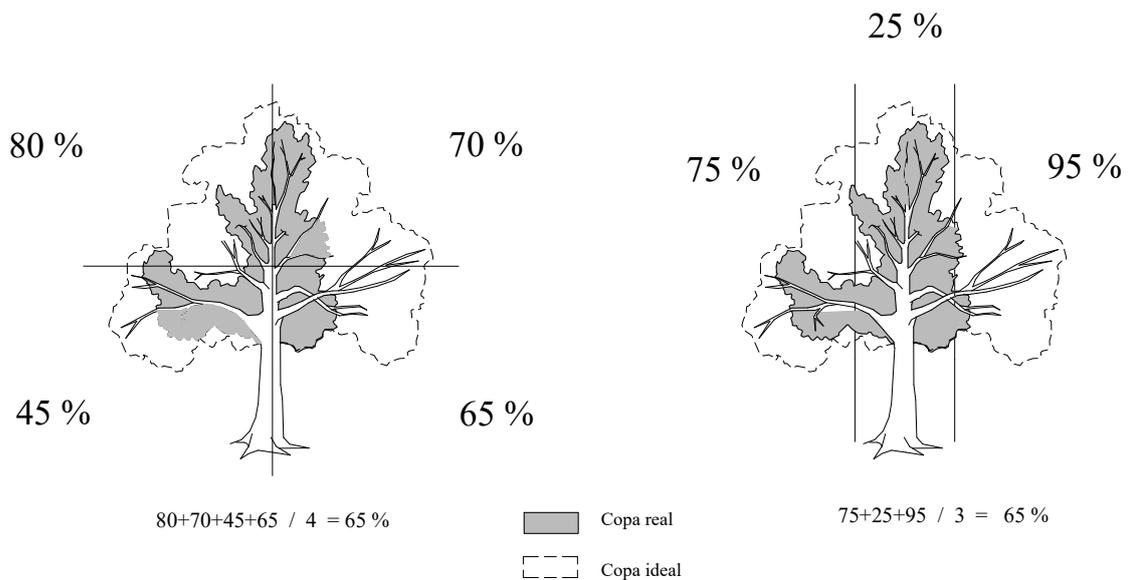


Figura 14. Ejemplo de evaluación de copas no homogéneas.

Como resumen final:

Se considera defoliación (Fig. 15):

- La pérdida prematura de la hoja.
- Aquellos crecimientos que, debiendo portar hojas, carecen de ellas (ramillos portadores).
- Las acículas/hojas secas en la copa que adquieren un color rojizo o marrón.
- Las hojas con microfilia siempre que ésta sea patente.

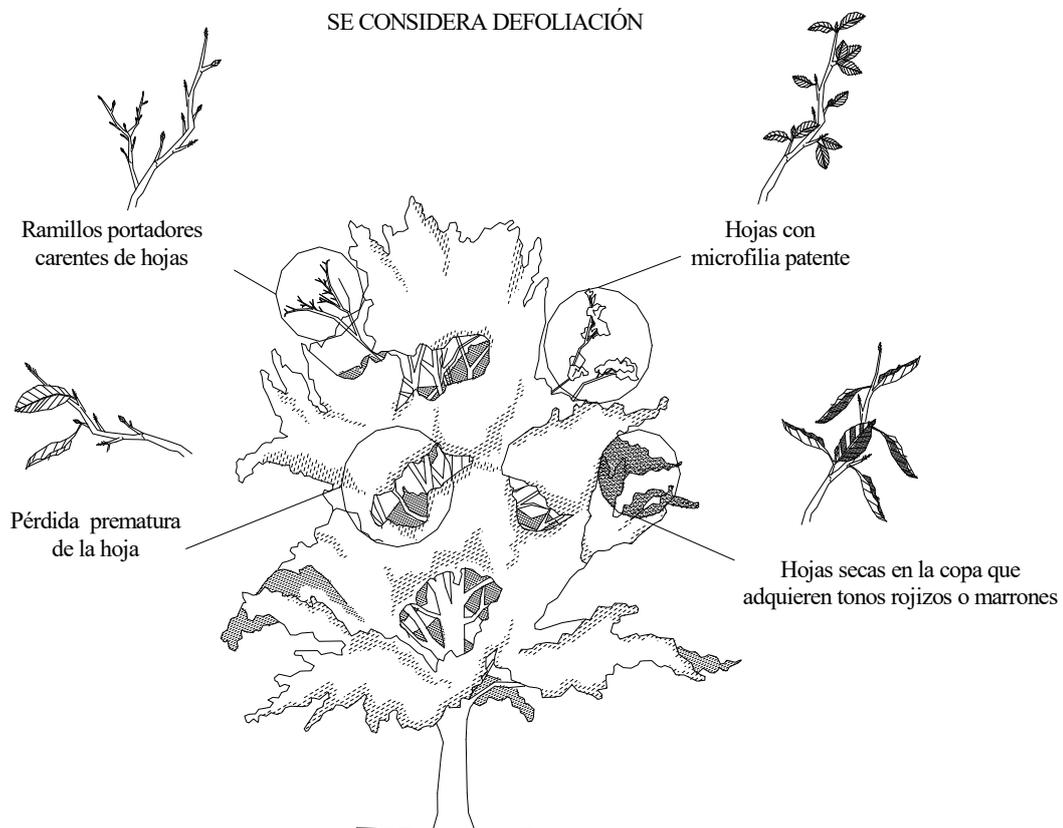


Figura 15 – Modelo de copa con defoliación

No se considera defoliación (Fig. 16):

- La copa muerta.
- Los huecos en la copa que nunca estuvieron cubiertos por ramas.
- Las ramas secas por poda natural.
- Las hojas decoloradas en las que son frecuentes los tonos amarillos.

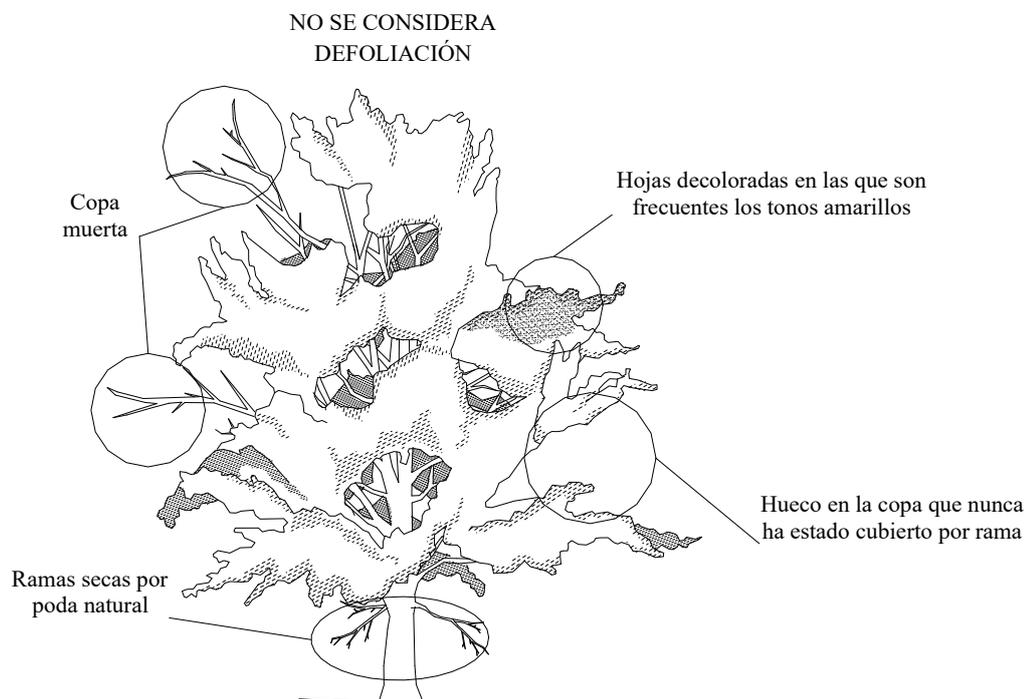


Figura 16 – Modelo de copa sin defoliación

3.4 Concepto y valoración de la “Decoloración”

La **decoloración** se define como la alteración en el cromatismo de las hojas/acículas con referencia al color teóricamente normal de esa especie en esa localización. Se refiere al cambio de coloración otoñal en especies caducifolias y proceso de decoloración no otoñal que sufren muchos árboles (decoloración previa a la caída del alcornoque en primavera, o del pino resinero en verano...), o debidas a causas externas (decoloración por "golpe de calor" o "heladas intempestivas"...).

Las hojas o acículas muertas, se excluyen de la evaluación, al ser consideradas como defoliación. La evaluación de la decoloración de cada uno de los árboles que componen la parcela se realiza a la vez que se evalúa la defoliación y también se

realiza por comparación frente al árbol que se ha tomado como referencia (árbol tipo), se estima asignando a cada árbol, mediante un golpe de vista, una clase según el tono general que presenta la copa. Al evaluar la decoloración hay que tener en cuenta la cantidad de hoja decolorada frente al total del follaje de copa (no evaluaremos como decoloración si ésta es muy intensa pero en una parte de copa poco significativa).

Este parámetro se recogió hasta 2010, actualmente no se recoge.

Se utiliza el criterio aplicado en el Nivel I, que consiste en la evaluación de todos los árboles muestreados, empleando las siguientes clases:

CLASE 0 (defoliación NULA).....	0 – 10%
CLASE 1 (defoliación LIGERA).....	11 – 25%
CLASE 2 (defoliación MODERADA).....	26 – 60%
SUBCLASE 2.1	26 - 40%
SUBCLASE 2.2.....	41 - 60%
CLASE 3 (defoliación GRAVE).....	>60%
CLASE 4 (ÁRBOL SECO).....	100%

La decoloración estimada se anotará en la casilla correspondiente, asignando a cada árbol exclusivamente los **valores 0, 1, 2, 3 ó 4**.

4. PARÁMETROS A EVALUAR

4.1. Defoliación

El concepto y valoración de la defoliación está explicado en el punto 3.3, también puede consultarse los códigos correspondientes en los Anexos.

4.2. Especie

Especie arbórea: código de la especie a la que pertenece el árbol. El código de especie se encuentra en el Anexo II.

4.3. Mortalidad y eliminaciones

Mortalidad: Se refiere a árboles incluidos dentro de la muestra de árboles a evaluar, que han muerto. Un árbol se define como muerto si todos los tejidos conductivos del tronco lo han hecho.

Eliminación: Los árboles pueden tener que ser retirados o eliminados del muestreo por varias razones. Es importante registrar esta información (siempre que sea posible) para poder determinar las causas de los cambios en el número de árboles de evaluación en cada parcela y obtener las tasas de mortalidad anuales.

Si un árbol ha muerto, se debe determinar la causa (si es posible).

Los ejemplares muertos (cortados, desaparecidos o caídos) desaparecen del inventario al año siguiente de consignar su muerte. Consultar los códigos correspondientes a cada situación en el Anexo V.

Los árboles muertos (códigos RM 11-19, y árboles muertos caídos, códigos RM 41-49) deben recibir un código 4 en la descripción del daño (Anexo V.B archivo TRD Parte afectada) en la primera revisión después de su muerte.

4.4. Clase social

La clase social es una medida de la altura de un árbol en relación con los árboles circundantes (Fig. 17). Es una información útil para relacionar el estado de copa y los datos de incremento (ver punto 3.4 de la Parte I Parte física de muestreo: La Parcela).

- 1: Dominante: árboles con una copa que se encuentra por encima del nivel general del dosel
- 2: Codominante: árboles con copas que forman el nivel general del dosel.
- 3: Subdominante: árboles que se extienden hacia el dosel y reciben algo de luz desde arriba, pero menores que 1 o 2
- 4: Suprimido: árboles con copas por debajo del nivel general del dosel, que no reciben luz directa desde arriba
- 5: Muertos/moribundos



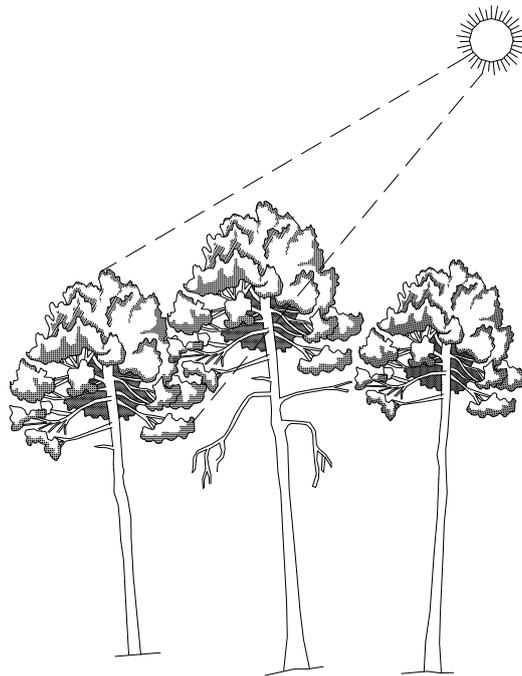
Fig.17 Clases de Kraft (1. dominante, 2. codominante, 3. subdominante, 4. suprimido, 5. muerto)

4.5. Sombreado de copa

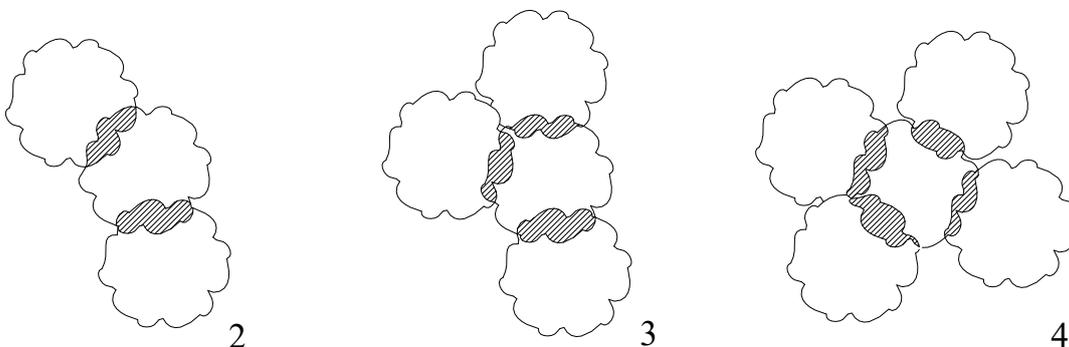
El sombreado de copa es una estimación del grado en que un árbol se ve afectado por los árboles vecinos, por lo tanto se estima la parte de la copa que no recibe directamente insolación (Fig. 18).

Los árboles que crecen en espacios abiertos, normalmente, tienen la copa más abierta y expandida que los que crecen en espesura. Además, la ausencia de la competencia puede cambiar la susceptibilidad del árbol a otros impactos. Un cambio en el grado de sombreado puede tener efectos significativos sobre el estado de la copa. Puede cambiar de un año a otro, por ejemplo por poda o por daños producidos por tormentas. En consecuencia, este parámetro debe ser anotado todos los años.

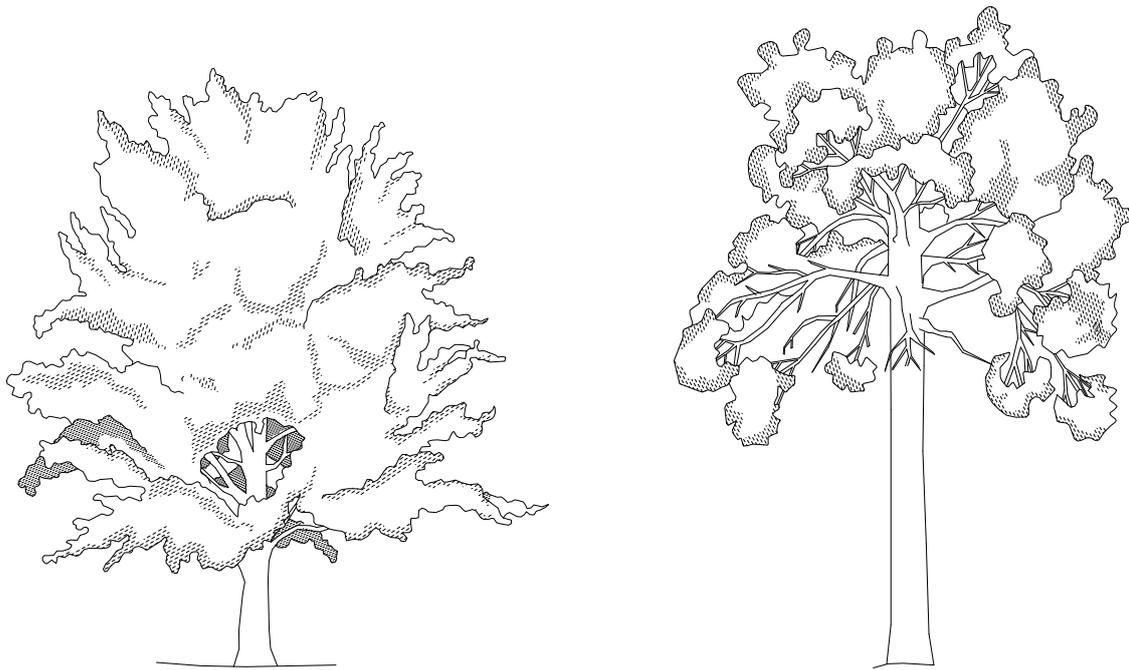
Consultar los códigos correspondientes a cada situación en el Anexo V.A. archivo TRC



1. copa afectada significativamente en uno de sus lados



2. copa afectada significativamente en dos lados
 3. en tres lados
 4. en cuatro lados



5 . copa desarrollada en espacio abierto

(Fig. 18). Claves de sombreado de copa

4.6. Concepto y valoración de “Visibilidad”

La visibilidad de la copa es el grado en que las diferentes partes de la copa evaluable pueden ser vistas desde el suelo (Fig.19).

Aunque la información sobre la visibilidad individual de la copa del árbol resulta muy útil para ayudar a la interpretación de los datos tomados sobre su estado de salud, los árboles cuyas copas tienen una visibilidad pobre no se eliminan de la muestra, ya que su exclusión podría llevar hacia resultados erróneos. Estos árboles aportan además parámetros, como los daños en el tronco o en las ramas, la información que se puede dar de ellos puede ayudar a la interpretación de los datos sobre su estado o sobre la masa en general.

Consultar los códigos correspondientes a cada situación en el Anexo V.A. (archivo TRC)

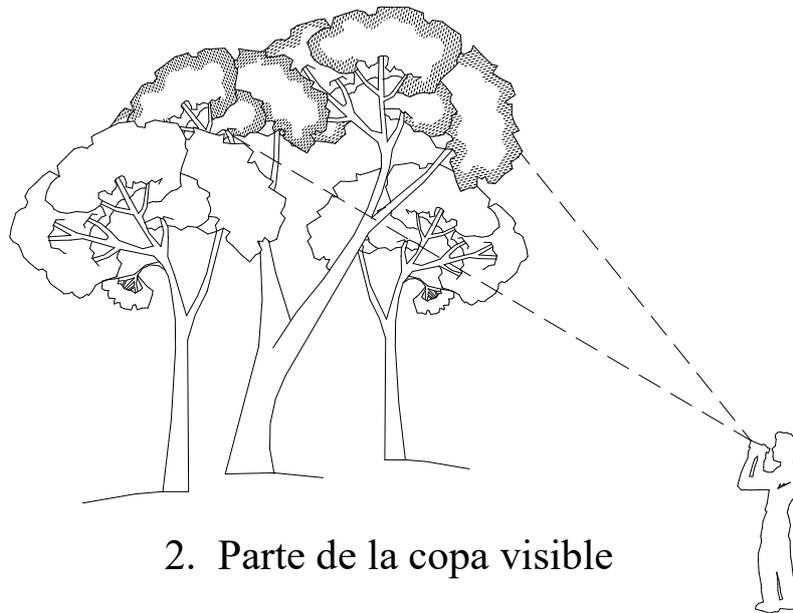
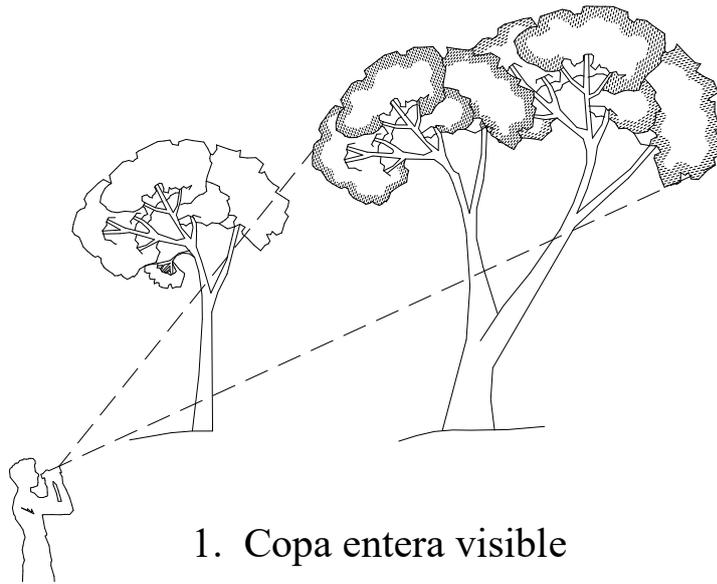




Figura 19. Claves de visibilidad de la copa.

4.7. Estructuras de reproducción “Floración y Fructificación”

Con los parámetros de fructificación y floración se han buscado dos evaluaciones diferentes. La primera trata de evaluar la extensión de la fructificación y/o floración en la parte de la copa definida como evaluable. Esta parte se analiza particularmente por la influencia que puede tener la estructura reproductiva sobre la defoliación. La segunda evaluación se realiza en toda la copa y tiene valor indicador del estrés del árbol. Proporciona datos acerca del estado de la copa, independiente de la defoliación. Ambos datos se reflejan en la ficha.

Consultar los códigos correspondientes en el Anexo V.A (archivo TRC).

Floración:

Este parámetro es definido como la estimación de la floración actual habida en la copa. La floración es importante por dos razones. En primer lugar, porque puede afectar a la estima de la defoliación en la parte evaluable de la copa, en el año de floración y en los posteriores, y en segundo lugar porque la floración en el conjunto de la copa puede ser un parámetro indicador del estado fisiológico de la planta y afecta al balance de carbono del árbol.

Se realizan dos evaluaciones: una en la copa evaluable y otra en toda la copa. Se anotará la ausencia o presencia de flores

En muchas especies las flores se han caído en la época de evaluación. La estimación se basa en los huecos, a lo largo de los brotes, donde antes estaban las flores y en los posibles rastros que puedan quedar en las inserciones de los ramillos, observables a veces con prismáticos.

Algunas especies producen grandes cantidades de tejidos verdes asociados a las flores (*Carpinus betulus* y *Fraxinus excelsior* por ejemplo). Estos tejidos contienen clorofila y contribuyen a la acumulación del carbono en el árbol. Se recomienda incluir tales tejidos en la masa del follaje cuando se hace la evaluación de la defoliación.

Fructificación:

Este parámetro se define como la producción anual de frutos en la copa. Se consideran solamente los frutos del año (en el caso de los pinos, solo se consideran las piñas verdes). La información acerca de la fructificación es útil por el posible efecto de ésta sobre la fisiología de los árboles. Como en el caso de la floración, la fructificación resta energía de otras partes del árbol, e igual que en aquélla, puede afectar también a la futura estructura del árbol. Se evalúa en todas las especies, pero aunque en el caso de *Pinus* y *Picea* conserva frutos bi-trianuales, debe hacerse referencia únicamente a la fructificación del año en curso.

Se realizan dos evaluaciones: una en la copa evaluable y otra en toda la copa. Se anotará la ausencia o presencia de frutos

4.8. Transparencia foliar

Transparencia de la copa: La transparencia foliar se define como la cantidad de luz visible a través de la parte viva de la copa, en comparación con una copa totalmente foliada. Cada especie arbórea tiene un grado normal de transparencia foliar, que depende también de la localidad.

La transparencia foliar se evalúa en grados porcentuales del 5%, en la porción de la copa y ramas normalmente pobladas de hojas, de acuerdo con el diagrama de la Fig. 20. Las ramas muertas por muerte progresiva (dieback) de la copa y aquéllas en que se espera la desaparición de las hojas se excluirán de la evaluación (Fig. 21 - 22). Las copas grandes y uniformes se evalúan como si toda la copa estuviera foliada.

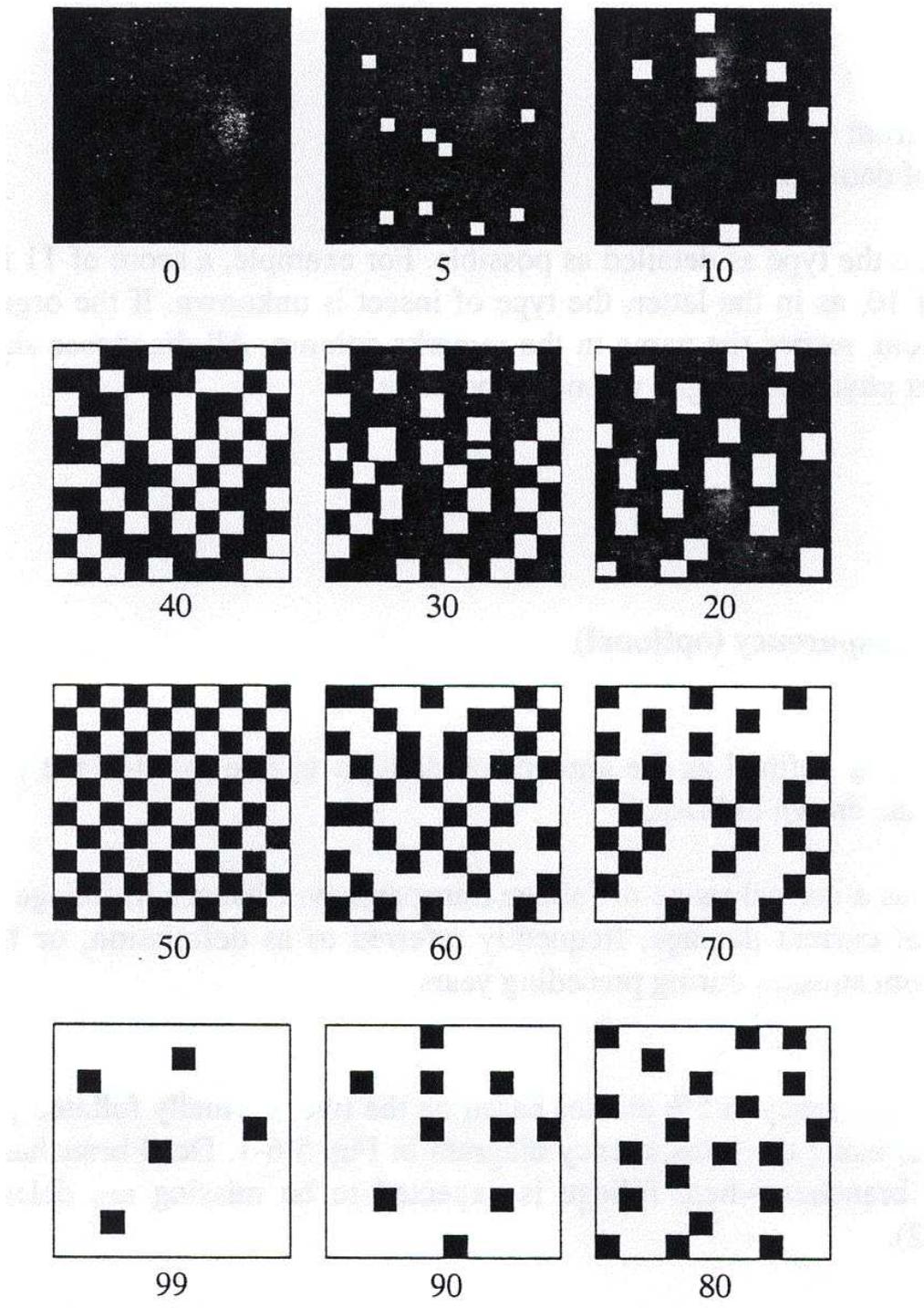
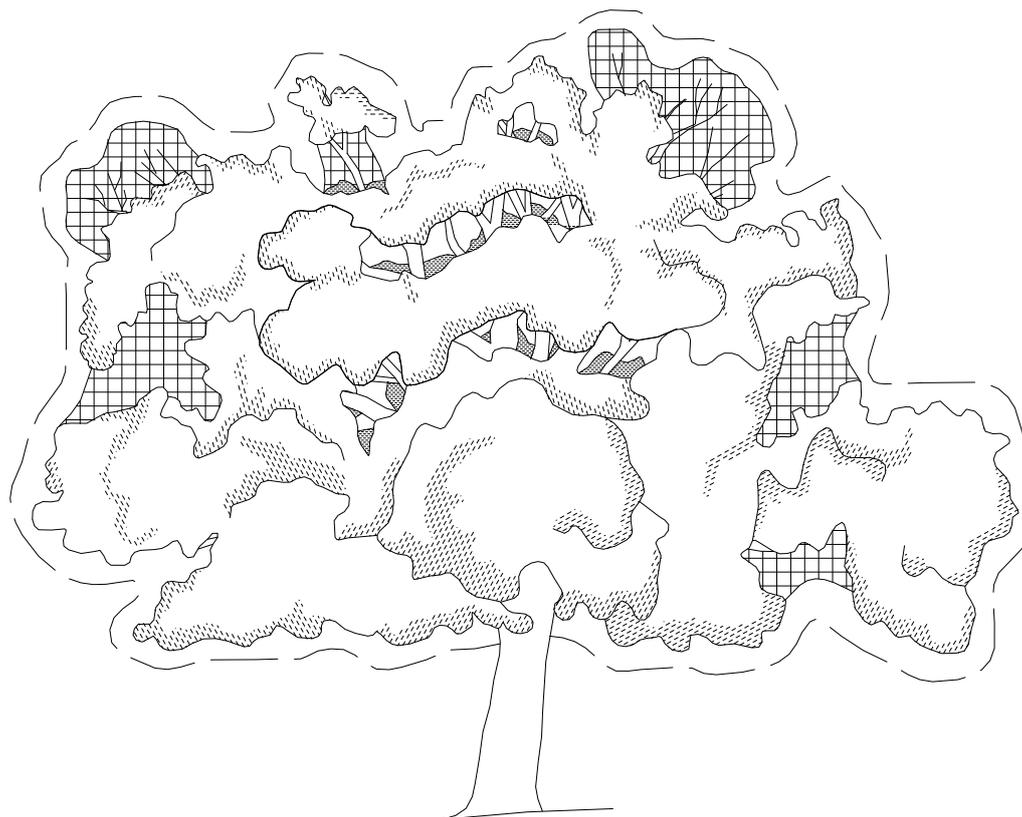
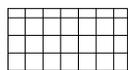


Figura. 20. Guía para la estimación de la transparencia (según Tallent-Halsell 1994).



Transparencia foliar



áreas excluidas de la transparencia foliar

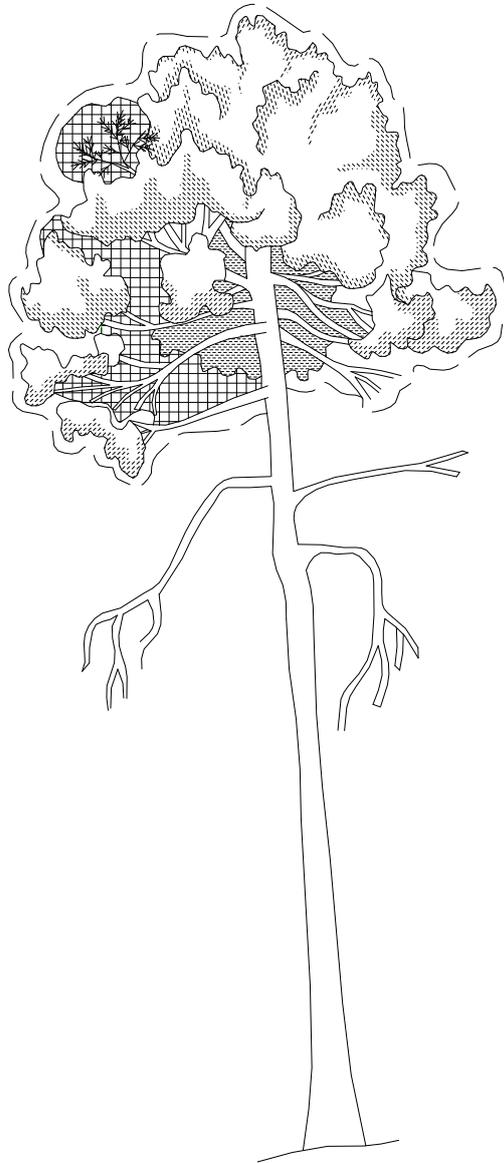
Figura. 21. Ejemplo de contorno de la copa a tener en cuenta en la estimación de la transparencia en encina. Obsérvense las áreas que hay que excluir.

Cuando la defoliación es muy grande sólo las ramas se oponen al paso de la luz. En este caso, los evaluadores deben excluirlas y considerar esas áreas como si la luz penetrase.

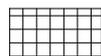
Los árboles viejos y algunos de hoja ancha tienen la copa con las ramas muy pobladas de hojas y espaciadas. Estos espacios entre las ramas no deben ser incluidos en la evaluación de la transparencia. Cuando existan diferencias de transparencia en las distintas partes de la copa, se considerará la media.

La transparencia foliar se debe evaluar a la vez que la defoliación, por dos observadores desde diferentes puntos de observación.

La manera más fácil de evaluar la transparencia foliar es trazar mentalmente el contorno de la copa y luego identificar la zona cubierta de hojas dentro del contorno de la misma. Es entonces, cuando se realiza la comparación con la plantilla.



Transparencia foliar



áreas excluidas de la transparencia foliar

Figura. 22. Ejemplo de contorno de la copa a tener en cuenta en la estimación de la transparencia en pino. Obsérvense las áreas que hay que excluir.

4.9. Forma/morfología de la copa

La copa puede definirse por su aspecto, que está influenciado por la configuración y/o por la disposición de las ramas. La forma de la copa proporciona información complementaria acerca del estado del árbol. En muchos casos la forma de la copa cambia con el tiempo. La evaluación prematura de tales cambios indica con frecuencia la acción de uno o más tipos de estrés. Sin embargo la distinción entre el estrés y los cambios inducidos genéticamente es con frecuencia difícil.

Hasta ahora se ha desarrollado la clasificación de la forma de la copa para varias especies. Se incluye aquí el tipo *Fagus sylvatica* utilizado para frondosas, y el tipo *Pinus sylvestris* (usado para coníferas con la especie del pino piñonero). No obstante, únicamente las dos especies que dan nombre a cada clasificación dan plenas garantías de fiabilidad.

Este dato se recoge en España de manera opcional:

A) *Fagus sylvatica* (Fig. 23)

- 21.: Árboles con crecimiento vigoroso tanto de brotes apicales como laterales.
- 22. Crecimiento reducido de los brotes apicales, los brotes laterales todavía se forman pero a una frecuencia más baja (que consiste principalmente en brotes cortos)
- 23. Crecimiento del brote apical fuertemente reducido, no se forman nuevas ramas laterales. La apariencia del brote es 'como garra'
- 24. Desarrollo de 23, con pérdida de brotes laterales.
- 29. Otros

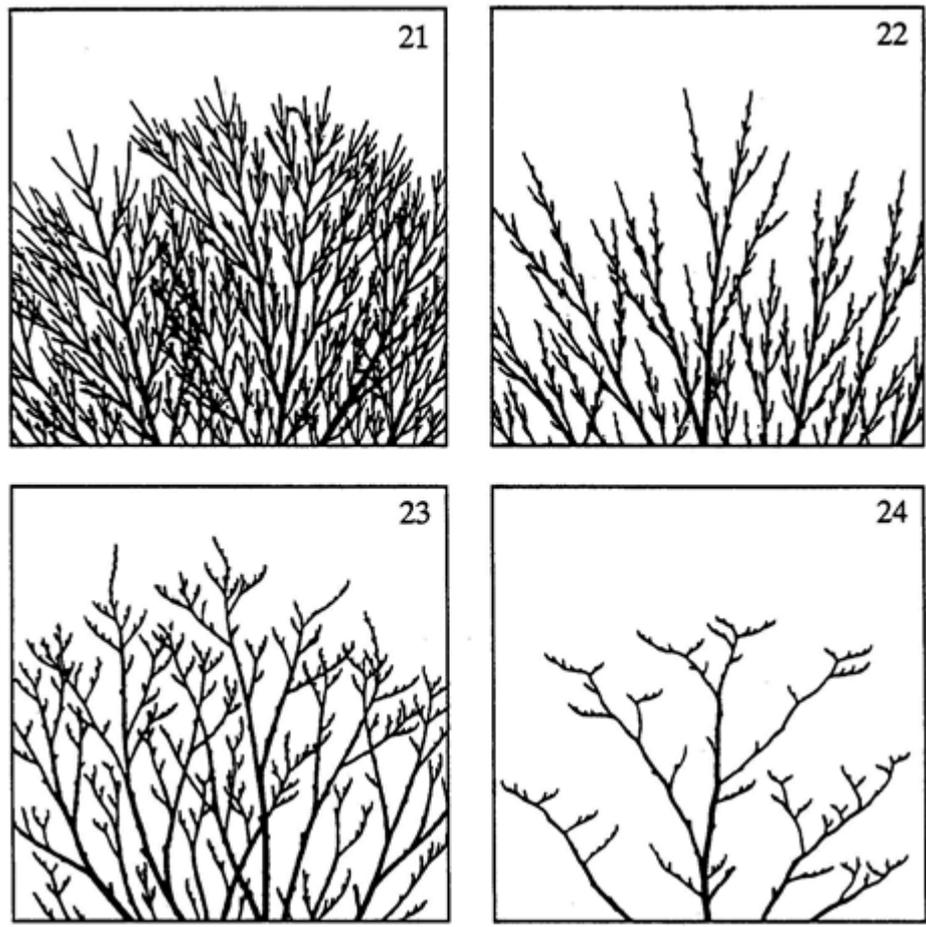


Figura. 23: Forma de copa en *Fagus sylvatica*. 21: Crecimiento vigoroso de los brotes apicales y laterales; 22: Crecimiento reducido de brotes apicales; 23: Desarrollo de "ganchos"; 24: Desintegración de la copa. (ICP Forests Manual).

B) *Pinus sp.* (Fig. 24)

- 31. Dominio apical vigoroso con árboles que crecen fuertemente hacia arriba.
- 32. Dominio apical reducido o nulo con copa que muestra signos de ensanchamiento.
- 33. Como el 32, pero con ramas inferiores perdidas por supresión
- 34. Plataforma en desarrollo, con una dirección de crecimiento dominante que ya no es hacia arriba, pero copa aún con cierta profundidad.
- 35. Plataforma totalmente desarrollada, sin crecimiento vertical.
- 39. Otros (especificar)

Forma de copa

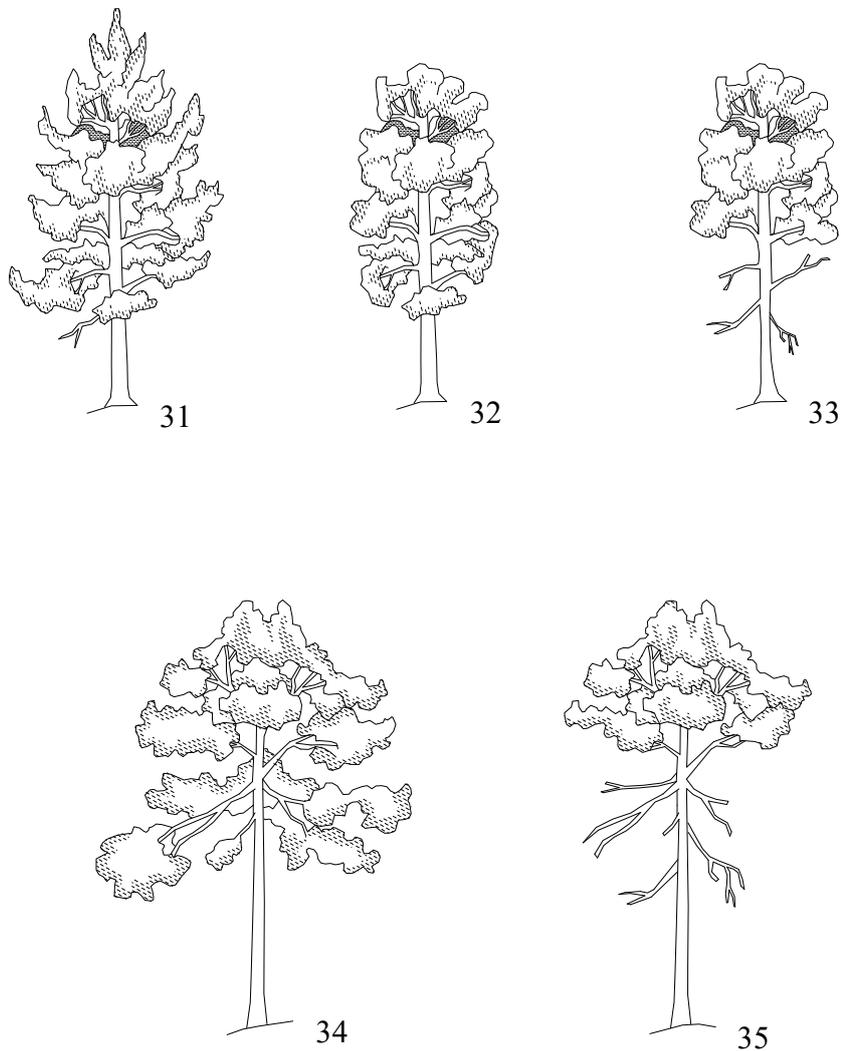


Figura. 24: (Forma de la copa en *Pinus* sp.)

4.10. Brotes secundarios y epicórmicos

Los brotes secundarios y epicórmicos se definen como brotes que se han desarrollado a partir de yemas durmientes en los troncos o ramas.

En algunas especies el desarrollo de los brotes secundarios es normal en la formación de la copa. En otras especies, especialmente en las de hojas planas el desarrollo de brotes epicórmicos en la copa y en tronco pueden reflejar los niveles de incremento de la penetración de la luz a través del follaje de la copa.

El control de la presencia de los brotes revela si el árbol está respondiendo a la pérdida de las hojas, o sea, define la capacidad regenerativa del árbol.

Se hace una evaluación de la frecuencia (tres clases) de todos los brotes epicórmicos y no solamente de los del año en curso.

En la evaluación se consideran tres clases:

- 1: ninguno o escasos.
- 2: media: desarrollo ligero o presencia en partes de la copa o del tronco.
- 3: abundantes: presentes en la mayor parte de la copa y en todo el tronco.

4.11. Distancia relativa de copa

La distancia relativa de copa es la relación entre el diámetro de la copa y la distancia con los árboles circundantes, en cada una de las direcciones principales (CDRD_N).

Se considera que estas direcciones, perpendiculares entre sí, son las paralelas a los límites de la parcela, para mantener un criterio fijo referenciado sobre el terreno (ver Fig. 25).

Para cada árbol, se puntúa la relación del diámetro de su copa con los árboles contiguos siguiendo las dos direcciones principales marcadas de acuerdo con la codificación. Se recomienda comenzar con el árbol más cercano al árbol muestra en el sentido de las agujas del reloj. Los árboles muertos se tendrán en cuenta, siempre que sigan perteneciendo a la muestra

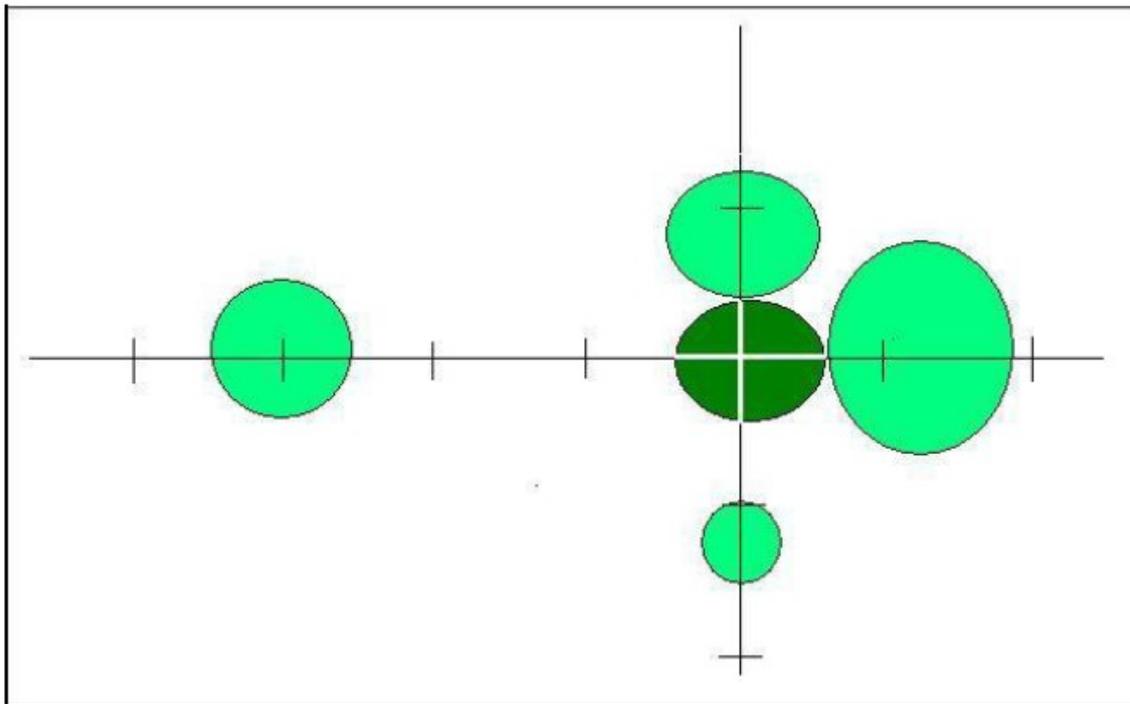


Figura. 25: Distancia relativa de copa

Se utiliza la siguiente codificación:

1. Trabado (las copas se superponen)
2. Cerrado (las copas se tocan)
3. Algo disperso (la separación entre las copas es < de 1/3 del diámetro medio de la copa).
4. Disperso (la separación entre copas es < de 2/3 del diámetro medio de la copa).
5. Distante (la separación entre copas estará entre 2/3 y 1 del diámetro medio de copa)
6. Muy distante (el espacio entre copas > que 1 del diámetro medio de la copa)

Se da un valor para cada uno de los 4 lados de la copa y se hace la media y se remiten los valores promediados.

Cálculo (puntuación 1 + puntuación 2 + puntuación 3 + puntuación 4) / 4 = CDRD_N

Ejemplo [2 + 2 + 6 + 5] / 4 = 3.75

El diámetro de copa es una medida relativa que se utiliza para analizar la estructura de copas de la masa en cuatro direcciones perpendiculares. Se trata de un índice de expansión de la copa, cuanto mayor sea el valor hay más probabilidad de que el árbol prospere mejor, ya que está sometido a una competencia menor (Ver punto 5.2.3 de la parte IV del manual de ICP-Forests)

4.12. Arquitectura de brotes apicales

Se trata de una evaluación que se lleva a cabo solo para las hayas. La arquitectura de brotes apicales se define como la evaluación de los patrones de crecimiento de los ramillos superiores de la copa de *Fagus sylvatica*. Este tipo de medición permite reconocer anomalías de vitalidad a lo largo del tiempo. Desde la distancia, la arquitectura de los brotes apicales del haya permite apreciar, mediante el uso de prismáticos, los patrones de crecimiento.

Solo son adecuadas para la evaluación las ramas más altas de la copa de una haya. Si hay una buena visibilidad de la parte superior de los árboles, se puede evaluar durante el verano. Si solo hay una vista limitada de la parte superior de los árboles (por ejemplo, en rodales densos), se recomienda llevar a cabo la evaluación en el período de latencia.

Fases de la arquitectura de brotes apicales en *Fagus sylvatica*

- 1: **Fase exploratoria:** Los brotes apicales y brotes laterales superiores tienen forma alargada. Desarrollo de brotes planos, longitudinal, y expansivos.
- 2: **Forma intermedia entre 1 y 3:** En copas que representan el código 2, la evaluación detecta tanto brotes en fase exploratoria como brotes en fase de degeneración.
- 3: **Fase de degeneración:** Tan solo el brote apical forma un brote largo. Los brotes de yemas laterales se atrofian. Desarrollo en forma de lanza de brotes principales, -mientras que los brotes laterales apenas tiene dicha forma

4: **Forma intermedia entre 3 y 5.**

5: **Fase de estancamiento:** Brotes largos atrofiados, aspecto de garra debido a las cadenas plurianuales de brotes cortos

6: **Forma intermedia entre 5 y 7.**

7: **Fase de renuncia:** muerte de ramillos de la parte superior de la copa, o incluso de toda la copa.

8: **Fase de regeneración.** Fase con regeneración visible: en una misma rama, se puede observar desde la peor fase a mejor la forma.

1. Fase exploratoria:



3. Fase de degeneración:



4. Forma intermedia entre 3 y 5:



5. Fase de estancamiento:



6. Forma intermedia entre 5 y 7.



Figura 26: Arquitectura de brotes apicales en *Fagus sylvatica*

4.13. Clase de edad

Se refiere a la edad del árbol evaluado, en clases de 20 años, para todos los árboles de la parcela. Se estima de forma indirecta, a través del diámetro y de la historia selvícola de la zona. (Anexo V.A. archivo TRC).

4.14. Método de estimación de la edad

El método utilizado para estimar la edad de los árboles tiene que especificarse conforme a lo indicado en el Anexo V.A. (archivo TRC).

4.15. Árbol de referencia

Existen dos tipos diferentes de árboles de referencia. El árbol de referencia local (utilizado en España) ya explicado en punto 1.2 y el árbol de referencia absoluto.

Se consideran árboles de referencia absolutos a los mejores árboles posibles, con follaje completo, de un genotipo o especie, independientemente de las condiciones del sitio, la edad del árbol, etc.

Consultar los códigos correspondientes a cada situación en el Anexo V.A. (archivo TRC).

5. EVALUACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE AGENTES CAUSANTES DE DAÑOS

Definiciones:

- **Daño:** es una alteración de una parte del árbol que puede tener un efecto adverso sobre la capacidad de cumplir sus funciones.
- **Síntoma:** cualquier estado de un árbol como resultado de la acción de un agente dañino que indica su aparición (por ejemplo, defoliación, decoloración, necrosis)
- **Signo:** evidencia de un factor dañino diferente al expresado por el árbol (por ejemplo, cuerpos fructíferos fúngicos, nidos de orugas)

Dentro del bloque de Agentes con síntomas codificados de la ficha existen 9 apartados (especificación de la parte afectada, síntoma, especificación del síntoma, localización en la copa, antigüedad del daño, agente, nombre del agente, extensión y observaciones) que definen completamente el daño. Estos apartados se consignan mediante uno, dos o tres dígitos según apartados y mediante texto en el caso del apartado “nombre del agente” y “observaciones” Cuando el observador identifique un daño, que afecte a la salud del árbol, cumplimentara todos los apartados de la ficha dentro de cada árbol, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

La evaluación de las causas del daño tiene 3 partes principales:

1. Descripción de los síntomas/signos
2. Determinación del agente causante del daño
3. Cuantificación de los síntomas

5.1. Descripción de los síntomas/signos

La descripción del síntoma consiste en “describir lo que ves” indica qué parte del árbol se ve afectada y el tipo de síntoma que presenta, para ello debemos incluir la **observación de todas las partes del árbol** (no solo la copa evaluable). Sin embargo, esto no significa que deban informarse todos los síntomas observados.

La descripción de los síntomas debe centrarse en factores importantes que pueden influir en el estado del árbol y por lo tanto suponga un aumento en los niveles de

defoliación. Sin embargo, esto no significa que la descripción de los síntomas se limite a los síntomas observados en el follaje, por lo tanto, la descripción de los síntomas debe cubrir todas las partes del árbol: copa total (no solo la copa evaluable), tronco o cuello de la raíz.

La descripción de los síntomas especifica la presencia de síntomas de daño. No se ocupa de la magnitud del daño. Para la cuantificación, consulte el apartado 5.3.

5.1.1 Parte afectada del árbol

En la columna "parte afectada" se distinguen tres categorías principales que son: (a) hojas/aguja, (b) ramas, brotes y yemas (c) tronco y cuello de raíz. A continuación se rellenará la columna "Especificación de la parte afectada" donde se concreta más, por ejemplo si nos referimos a las acículas de año o a las antiguas, el tamaño de la rama, etc., y se consignará mediante los códigos presentados en los Anexos III y V.

Algunos casos concretos que se describen a continuación:

4. **Árboles muertos:** (Defoliación =100%). Los árboles muertos deben quedar reflejados con el código 4. La causa de la muerte deberá consignarse en la columna reservada al agente causante. En el caso que no se conozca la causa de la muerte, es posible agregar otra línea con la descripción del síntoma. La muerte del árbol se registra solo 1 año (el primer año que se observa) y no deberá registrarse en años sucesivos, a no ser que a posteriori se descubra cual fue la causa de la muerte y se quiera dejar registrado.
0. **No hay síntomas en ninguna parte del árbol:** Con objeto de evitar que el observador tenga que poner que no hay síntomas en la copa, que no hay en el tronco, etc., se consignará este código para indicar que no hay síntomas en ninguna parte del árbol.
9. **No se ha hecho evaluación de daños en el árbol:**

Los árboles caídos vivos deben tener la causa del daño reportada en el año en que cayeron (por ejemplo, para árboles arrojados por el viento, use la parte 34 afectada, síntoma 22, causa 431)

5.1.2 Síntomas y su especificación

Los síntomas se agrupan en categorías amplias, como heridas, deformaciones, necrosis, etc. Un código separado (especificación del síntoma) permite una descripción más detallada.

Los nidos de orugas, cuerpos fructíferos de hongos, etc. no se consideran síntomas, sino que se definen como "signos" de insectos, hongos, etc. Su presencia proporciona información valiosa para fines de diagnóstico y debe informarse. Si se observan signos de insectos u hongos, es importante informar también sobre los síntomas de daño observados.

En el citado Anexo III, aparecen los síntomas más importantes que pueden aparecer en árboles. Tanto signos como síntomas deben ser consignados obligatoriamente si se observan en hojas, ramas y tronco.

Además, hay que tener en cuenta:

- a. En el caso de un agente no conocido, se deberá rellenar en campo todos los códigos de síntomas.
- b. En caso de consignar, en la columna síntomas, algún síntoma de la categoría “otros” (síntoma, signo, color, etc.) se debe añadir una nota en observaciones, describiendo lo que se observa.
- c. En el caso de observarse daños por Ozono, se deben seguir las directrices de la parte V de este Manual (Daños por Ozono).
- d. Si se observan síntomas en un árbol y la causa es desconocida, los síntomas y la extensión deben ser sin embargo consignados y en el campo “agente” se deberá poner el código 999.
- e. Para evitar la duplicidad en la evaluación de la defoliación (duplicar datos):
 - Si se observa defoliación y la causa es desconocida (no identificado el agente), la defoliación sólo se debe anotar en la ficha de campo bajo el parámetro “defoliación”.
 - Si se observa defoliación y ésta sí que puede ser parcial o totalmente atribuible a una causa o agente identificado (Ej. Defoliadores), entonces la defoliación se debe anotar en la ficha de campo bajo ambos parámetros “defoliación” y “síntoma”.
- f. Las hojas (o partes de hojas) completamente marrones o necróticas se considerarán como muertas y por tanto como “defoliación”. Sin embargo, cuando se trata de hojas parcialmente marrones o necróticas no se considerará “defoliación” sino que se registrará como “decoloración marrón o rojiza, incluyendo necrosis” (ver cuadro síntomas).
- g. En el caso de observarse varios síntomas en el mismo árbol, pero causados todos ellos por el mismo agente (identificado), sólo se consignará en la ficha y en el archivo el síntoma principal (una línea por árbol).
- h. Los rameros y ramas muertas hace muchos años y sin brotes y las que han muerto por poda natural están excluidas de la evaluación (no consignarlas en el campo “síntomas” como “ramas muertas”, a no ser que se vea algo anormal, demasiadas, etc.).
- i. Si en la especificación de la parte afectada se ha indicado el código 09 (no hay evaluación), en síntoma y su especificación se consignará el código 99.

5.1.3 Localización en la copa

Según el lugar de la copa donde se localicen los síntomas, se codificará conforme a lo indicado en el Anexo V.B. (archivo TRD)

5.1.4 Edad del daño

La antigüedad del daño debe ser codificada conforme a lo indicado en el Anexo V.B. (archivo TRD)

5.2 Agente causante del daño

Debe llegarse a la mayor especificación posible (Anexo IV) y en el caso de observarse más de un agente dañino en el mismo árbol se debe añadir para ello líneas adicionales en la ficha. En estas líneas adicionales sólo se deberán rellenar los campos: parcela de observación, fecha de evaluación y árbol (además de los datos correspondientes al nuevo agente)

En las tablas no aparecen los códigos para el caso de insectos ni hongos. Para eso se ha desarrollado un documento disponible en Internet (en https://icp-forests.org/documentation/Dictionaries/d_cause_sc_name.html) donde se proporcionan códigos para especies de hongos e insectos: cada código consta de 7 letras, por regla general, las 4 primeras letras son las 4 primeras del género y las 3 siguientes son las tres primeras letras del nombre de la especie (Ej. El código de *Lophodermium seditiosum* sería: LOPHSED), pero en el caso de que el nombre del género tenga sólo 3 letras, se añadirían 4 del nombre de la especie (Ej. *Ips typographus* sería IPSTYPO). Esta tabla también proporciona información sobre sinónimos y especies arbóreas en las cuales los agentes dañinos afectan más frecuentemente.

Sin embargo a nivel nacional, puede haber factores importantes que falten y no tengan código. En ese caso a se les deberá asignar un código a esos agentes según las reglas dadas y posteriormente informar al AIEF, quien se encargará de transmitirlos al PCC del ICP Forests con objeto de que se incluya en la tabla.

5.3 Cuantificación de los síntomas: Extensión

La cuantificación de síntomas sólo se realiza en la copa evaluable, mientras que la descripción de síntomas es en toda la copa. Por esta razón, es posible que se indique la presencia de síntomas en el apartado de descripción de síntomas, cuya extensión sea 0% (si esos síntomas no se observan en la copa evaluable)

La extensión del daño Indica el porcentaje (%) de parte afectada por un agente concreto con respecto al total de la parte del árbol que estamos evaluando, según los códigos indicados en el Anexo.

Esto significa que la extensión debe tener en cuenta no solo el porcentaje de hojas afectadas, sino también la 'intensidad' del daño a nivel de la hoja: Hay diferencia para un árbol si el 30% de sus hojas muestran solo algunos pequeños agujeros o si el 30% de sus hojas están totalmente comidas (Anexo V.B. archivo TRD).

6 MANUAL DE REFERENCIA Y BASE DE DATOS ICP-FORESTS

El Manual de referencia de ICP-Forests es *Part IV- Visual Assessment of Crown Condition and Damaging Agents* se puede descargar en el siguiente enlace:

(https://www.icp-forests.org/pdf/manual/2017/ICP_Manual_2017_02_part04.pdf).

El código o abreviatura del muestreo en la base de datos de “copas” es CC. La frecuencia obligatoria de muestreo es anual, los archivos que lo componen son: TRC y TRD. La descripción de estos archivos, y los formatos de remisión de datos vienen ampliamente descritos en: <https://icp-forests.org/documentation/> y en el **Anexo V**

En la tabla que figura a continuación se muestran las diferentes variables que son objeto de evaluación en la en la evaluación del estado sanitario del arbolado, así como el capítulo de referencia del Manual de ICP-Forests, si son parámetros obligatorios u optativos en Nivel II, parámetros que se recogen en las parcelas de España y las unidades correspondientes:

Variable	Capítulo Manual ICP	Nivel II ICP-Forests	Nivel II España	Unidades
Copa evaluable	5.1.2	M	M	Código
Visibilidad de copa	5.2.1	M	M	Código
Clase social	5.2.2	M	M	Código
Distancia relativa de copa	5.2.3	M (obligatorio solo para árboles caducos)	M (obligatorio solo para árboles caducos)	Medida relativa
Sombreado de copa	5.2.4	O	M	Código
Defoliación	5.2.5	M	M	5% clases
Árbol de referencia	5.2.6	M	M	Código
Transparencia foliar	5.2.7	O	M	5% clases
Floración	5.2.8	O	M	Código
Fructificación	5.2.9	M (Fagus y Picea)	M	Código
Arquitectura apical (Fagus spp.)	5.2.10	M	M	Código
Forma de copa (Picea spp, Pinus spp.)	5.2.11	O	M	Código
Mortalidad y eliminaciones	5.2.12	M	M	Código
Clase de edad	5.2.13	M	M	Código
Edad del árbol	5.2.13	M	M	Código
Método de estimación de la edad	5.2.13	M	M	Código
Brotos secundarios /epicórmicos	5.2.14	O	M	Código
Especificación de la parte afectada	5.3.1.1	M	M	Código
Localización en la copa	5.3.1.1	M	M	Código
Especificación del síntoma	5.3.1.2	M	M	Código
Síntoma	5.3.1.2	M	M	Código
Edad del daño	5.3.1.3	M	M	Código
Agente causante	5.3.2	M	M	Código
Nombre científico del agente	5.3.2.1	M	M	Código
Extensión	5.3.3	M	M	% clases

A la hora de realizar la toma de datos de los distintos parámetros evaluables en las parcelas de Nivel II, existen diferentes fichas o formularios En España han sido adoptados los formularios propuestos en el Anexo I.

- **Formulario del Árbol Tipo.**
- **Formulario TRC. Parámetros del estado de copa**
- **Formulario TRD. Parámetros de daños**

Se puede encontrar información adicional sobre archivos y formularios en los Anexos.

**COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA DE NACIONES UNIDAS
CONVENIO MARCO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA**

PROGRAMA INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN PARA EL SEGUIMIENTO
Y LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LOS BOSQUES

MANUAL RED CE 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.

PARTE II

EVALUACIÓN DEL ESTADO SANITARIO DEL ARBOLADO

ANEXOS



Área de Inventario y Estadística Forestal (AIEF)

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

INDICE

ANEXOS

Anexo I. Formularios de campo de copas.....	1
1. Formulario de árbol tipo.....	1
2. Formulario TRC.....	2
3. Formulario TRD.....	3
Anexo II. Listado de especies	4
Anexo III. Cuadro de síntomas	9
Anexo IV. Agentes causantes de daños	11
Anexo V. Archivos de remisión de datos de copas a ICP-Forests	26
V.A Archivo ESXXXX.TRC	27
V.B Archivo ESXXXX.TRD	33

ANEXO I: FORMULARIOS DE CAMPO: COPAS

1. Formulario del Árbol Tipo

Formulario sobre las características del Arbol Tipo																																																																																																	
<p>A. CARACTERISTICAS DE LA PARCELA:</p> <p>País: (1) <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr></table></p> <p>Nº de la Parcela: (2) <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr></table></p> <p>Fecha: (3) <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr></table></p> <p>Latitud (+DDMMSS): (4) <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr></table></p> <p>Longitud (+DDMMSS): (4) <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr></table></p> <p>Altitud: (5) <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr></table></p>																																																																																																	
<p>B. CARACTERISTICAS DEL ARBOL:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 5px;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Identif. (6)</th> <th rowspan="2">Especie (7)</th> <th rowspan="2">Clase Social (8)</th> <th rowspan="2">Copa Somb. (9)</th> <th colspan="2">Defoliación. (10)</th> </tr> <tr> <th>Extensión</th> <th>Tipo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T</td><td>i</td><td>p</td><td>o</td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 5px;"> <thead> <tr> <th colspan="5">Decoloración (11)</th> <th colspan="2">Reproducción(12)</th> </tr> <tr> <th>Extens.</th> <th>Color</th> <th>Tipo</th> <th>Local.</th> <th>Edad</th> <th>Floración</th> <th>Fructifica.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 5px;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tamaño</th> <th colspan="4">Hojas (13)</th> <th rowspan="2">Transp. copa (14)</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Deformación</th> <th colspan="2">Daños</th> </tr> <tr> <td></td> <th>Extensión</th> <th>Tipo</th> <th>Extensión</th> <th>Tipo</th> <td></td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 5px;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Die-b/Brotes (15)</th> <th rowspan="2">Form. Copa (16)</th> <th rowspan="2">Brot epic. (17)</th> <th rowspan="2">Epif. (18)</th> <th colspan="2">Daños en Ramas (19)</th> </tr> <tr> <th>Extens.</th> <th>Tipo</th> <th>Tipo</th> <th>Loc</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Daños en tronco (20)</th> <th rowspan="2">Observaciones.</th> </tr> <tr> <th>Tipo</th> <th>Loc.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>															Identif. (6)	Especie (7)	Clase Social (8)	Copa Somb. (9)	Defoliación. (10)		Extensión	Tipo	T	i	p	o			Decoloración (11)					Reproducción(12)		Extens.	Color	Tipo	Local.	Edad	Floración	Fructifica.								Tamaño	Hojas (13)				Transp. copa (14)	Deformación		Daños			Extensión	Tipo	Extensión	Tipo								Die-b/Brotes (15)		Form. Copa (16)	Brot epic. (17)	Epif. (18)	Daños en Ramas (19)		Extens.	Tipo	Tipo	Loc								Daños en tronco (20)		Observaciones.	Tipo	Loc.			
Identif. (6)	Especie (7)	Clase Social (8)	Copa Somb. (9)	Defoliación. (10)																																																																																													
				Extensión	Tipo																																																																																												
T	i	p	o																																																																																														
Decoloración (11)					Reproducción(12)																																																																																												
Extens.	Color	Tipo	Local.	Edad	Floración	Fructifica.																																																																																											
Tamaño	Hojas (13)				Transp. copa (14)																																																																																												
	Deformación		Daños																																																																																														
	Extensión	Tipo	Extensión	Tipo																																																																																													
Die-b/Brotes (15)		Form. Copa (16)	Brot epic. (17)	Epif. (18)	Daños en Ramas (19)																																																																																												
Extens.	Tipo				Tipo	Loc																																																																																											
Daños en tronco (20)		Observaciones.																																																																																															
Tipo	Loc.																																																																																																
<p>C. DESCRIPCION DE LA LOCALIZACION:</p>																																																																																																	
<p>D. DESCRIPCION DEL ARBOL FOTOGRAFIADO:</p>																																																																																																	
<p>E. DESCRIPCION DE LA COPA DEL ARBOL FOTOGRAFIADO:</p>																																																																																																	
<p>F. OTRAS ANOTACIONES:</p>																																																																																																	

Foto del Árbol Tipo

2. Formulario TRC. Parámetros del estado de copa

		RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO Y CONTINUO DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES										RED DE NIVEL II											
Formulario TRC - Parámetros estado de la copa																							
Parcela			Fecha			Jefe de Equipo:																	
Nº Arb	Si	Mo	Clas.Soc	Cop. Soc	V	De	De	Floración		Fructificación		Copa			Vitalidad del árbol				OBSERVACIONE				
								P. ev	Cop. E	P. ev	Cop. E	Tran	Forr	Br. Ep	CDR	Arq.	Ed.	Est		C.Ev			

Nº Arbol	Número de árbol
Sp	Especie
Mort	Mortalidad
Clas.Soc	Clase social
Cop. Som	Sombreado de copas
Vis	Visibilidad
Def	Defoliación
Dec	Decoloración
P. eval	Copa evaluable
Cop. Ent	Copa entera
Transp	Transparencia
Forma	Forma de la copa
Br. Epic	Brotos epicórmicos
CDRN	Distancia relativa de copa
Arq.Fs	Arquitectura brotes apicales
Edad	Clases de edad
Estim	Métodos de estimación de la edad
C.Eval	Parte evaluable

3. Formulario TRD. Parámetros de daños

		RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO Y CONTINUO DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES							
		RED DE NIVEL II							
Formulario TRD - Parámetros de daños									
Parcela	0	Fecha	00/01/1900	Jefe de Equipo	0				
Nº Arb.	Parte afectada	Sintom.	Especif. sintom.	Localizac. en cog.	Edad del da.	Agen.	Código agen.	Extensi.	Observaciones

ANEXO II: LISTADO DE ESPECIES

Código	Especies	Grupo de especies
0	Desconocido	
1	<i>Acer campestre</i> *	frondosa
2	<i>Acer monspessulanum</i> *	frondosa
3	<i>Acer opalus</i>	frondosa
4	<i>Acer platanoides</i>	frondosa
5	<i>Acer pseudoplatanus</i> *	frondosa
6	<i>Alnus cordata</i> *	frondosa
7	<i>Alnus glutinosa</i> *	frondosa
8	<i>Alnus incana</i>	frondosa
9	<i>Alnus viridis</i>	frondosa
10	<i>Betula pendula</i> *	frondosa
11	<i>Betula pubescens</i> *	frondosa
12	<i>Buxus sempervirens</i>	frondosa
13	<i>Carpinus betulus</i> *	frondosa
14	<i>Carpinus orientalis</i>	frondosa
15	<i>Castanea sativa (C. vesca)</i> *	frondosa
16	<i>Corylus avellana</i> *	frondosa
17	<i>Eucalyptus sp.</i> *	frondosa
18	<i>Fagus moesiaca</i> *	frondosa
19	<i>Fagus orientalis</i>	frondosa
20	<i>Fagus sylvatica</i> *	frondosa
21	<i>Fraxinus angustifolia spp. oxycarpa (F. oxyphylla)</i> *	frondosa
22	<i>Fraxinus excelsior</i> *	frondosa
23	<i>Fraxinus ornus</i> *	frondosa
24	<i>Ilex aquifolium</i>	frondosa
25	<i>Juglans nigra</i>	frondosa
26	<i>Juglans regia</i>	frondosa
27	<i>Malus domestica</i>	frondosa
28	<i>Olea europaea</i> *	frondosa
29	<i>Ostrya carpinifolia</i> *	frondosa
30	<i>Platanus orientalis</i>	frondosa
31	<i>Populus alba</i>	frondosa
32	<i>Populus canescens</i>	frondosa
33	<i>Populus hybridus</i> *	frondosa
34	<i>Populus nigra</i> *	frondosa
35	<i>Populus tremula</i> *	frondosa
36	<i>Prunus avium</i> *	frondosa
37	<i>Prunus dulcis (Amygdalus communis)</i>	frondosa
38	<i>Prunus padus</i>	frondosa
39	<i>Prunus serotina</i>	frondosa
40	<i>Pyrus communis</i>	frondosa
41	<i>Quercus cerris</i> *	frondosa

Código	Especies	Grupo de especies
42	<i>Quercus coccifera</i> (<i>Q. calliprinos</i>)*	frondosa
43	<i>Quercus faginea</i> *	frondosa
44	<i>Quercus frainetto</i> (<i>Q. conferta</i>)*	frondosa
45	<i>Quercus fruticosa</i> (<i>Q. lusitanica</i>)	frondosa
46	<i>Quercus ilex</i> *	frondosa
47	<i>Quercus macrolepis</i> (<i>Q. aegilops</i>)	frondosa
48	<i>Quercus petraea</i> *	frondosa
49	<i>Quercus pubescens</i> *	frondosa
50	<i>Quercus pyrenaica</i> (<i>Q. toza</i>)*	frondosa
51	<i>Quercus robur</i> (<i>Q. pedunculata</i>)*	frondosa
52	<i>Quercus rotundifolia</i> *	frondosa
53	<i>Quercus rubra</i> *	frondosa
54	<i>Quercus suber</i> *	frondosa
55	<i>Quercus trojana</i>	frondosa
56	<i>Robinia pseudoacacia</i> *	frondosa
57	<i>Salix alba</i>	frondosa
58	<i>Salix caprea</i>	frondosa
59	<i>Salix cinerea</i>	frondosa
60	<i>Salix eleagnos</i>	frondosa
61	<i>Salix fragilis</i>	frondosa
62	<i>Salix sp.</i>	frondosa
63	<i>Sorbus aria</i>	frondosa
64	<i>Sorbus aucuparia</i>	frondosa
65	<i>Sorbus domestica</i>	frondosa
66	<i>Sorbus torminalis</i>	frondosa
67	<i>Tamarix africana</i>	frondosa
68	<i>Tilia cordata</i>	frondosa
69	<i>Tilia platyphyllos</i>	frondosa
70	<i>Ulmus glabra</i> (<i>U. scabra</i> , <i>U. scaba</i> , <i>U. montana</i>)	frondosa
71	<i>Ulmus laevis</i> (<i>U. effusa</i>)	frondosa
72	<i>Ulmus minor</i> (<i>U. campestris</i> , <i>U. carpinifolia</i>)	frondosa
73	<i>Arbutus unedo</i>	frondosa
74	<i>Arbutus andrachne</i>	frondosa
75	<i>Ceratonia siliqua</i>	frondosa
76	<i>Cercis siliquastrum</i>	frondosa
77	<i>Erica arborea</i>	frondosa
78	<i>Erica scoparia</i>	frondosa
79	<i>Erica manipuliflora</i>	frondosa
80	<i>Laurus nobilis</i>	frondosa
81	<i>Myrtus communis</i>	frondosa

Código	Especies	Grupo de especies
82	<i>Phillyrea latifolia</i>	frondosa
83	<i>Phillyrea angustifolia</i>	frondosa
84	<i>Pistacia lentiscus</i>	frondosa
85	<i>Pistacia terebinthus</i>	frondosa
86	<i>Rhamnus oleoides</i>	frondosa
87	<i>Rhamnus alaternus</i>	frondosa
88	<i>Betula tortuosa</i>	frondosa
90	<i>Crataegus monogyna</i>	frondosa
91	<i>Ilex canariensis</i>	frondosa
92	<i>Laurus canariensis</i>	frondosa
93	<i>Myrica faya</i>	frondosa
94	Robles de la Anatolia central	frondosa
98	<i>Quercus petraea_o_robur</i>	frondosa
99	Otras frondosas	frondosa
100	<i>Abies alba</i> *	conífera
101	<i>Abies borisii-regis</i> *	conífera
102	<i>Abies cephalonica</i> *	conífera
103	<i>Abies grandis</i>	conífera
104	<i>Abies nordmanniana</i> *	conífera
105	<i>Abies pinsapo</i>	conífera
106	<i>Abies procera</i>	conífera
107	<i>Cedrus atlantica</i>	conífera
108	<i>Cedrus deodara</i>	conífera
109	<i>Cupressus lusitanica</i>	conífera
110	<i>Cupressus sempervirens</i>	conífera
111	<i>Juniperus communis</i>	conífera
112	<i>Juniperus oxycedrus</i> *	conífera
113	<i>Juniperus phoenicea</i>	conífera
114	<i>Juniperus sabina</i>	conífera
115	<i>Juniperus thurifera</i> *	conífera
116	<i>Larix decidua</i> *	conífera
117	<i>Larix kaempferi (L.leptolepis)</i>	conífera
118	<i>Picea abies (P. excelsa)</i> *	conífera
119	<i>Picea omorika</i>	conífera
120	<i>Picea sitchensis</i> *	conífera
121	<i>Pinus brutia</i> *	conífera
122	<i>Pinus canariensis</i>	conífera
123	<i>Pinus cembra</i> *	conífera

Código	Especies	Grupo de especies
124	<i>Pinus contorta*</i>	conífera
125	<i>Pinus halepensis*</i>	conífera
126	<i>Pinus heldreichii</i>	conífera
127	<i>Pinus leucodermis</i>	conífera
128	<i>Pinus mugo (P. montana)*</i>	conífera
129	<i>Pinus nigra*</i>	conífera
130	<i>Pinus pinaster*</i>	conífera
131	<i>Pinus pinea*</i>	conífera
132	<i>Pinus radiata (P. insignis)*</i>	conífera
133	<i>Pinus strobus</i>	conífera
134	<i>Pinus sylvestris*</i>	conífera
135	<i>Pinus uncinata*</i>	conífera
136	<i>Pseudotsuga menziesii*</i>	conífera
137	<i>Taxus baccata</i>	conífera
138	<i>Thuja sp.</i>	conífera
139	<i>Tsuga sp.</i>	conífera
140	<i>Chamaecyparis lawsonia</i>	conífera
141	<i>Cedrus brevifolia</i>	conífera
142	<i>Abies cilicica</i>	conífera
143	<i>Cedrus libani</i>	conífera
144	<i>Juniperus excelsa</i>	conífera
145	<i>Juniperus foetidissima</i>	conífera
146	<i>Picea orientalis</i>	conífera
147	<i>Abies amabilis</i>	conífera
199	Otras coníferas	conífera
201	<i>Quercus hartwissiana</i>	frondosa
202	<i>Quercus vulcanica</i>	frondosa
203	<i>Quercus infectoria</i>	frondosa
204	<i>Quercus macranthera</i>	frondosa
205	<i>Quercus libani</i>	frondosa
206	<i>Quercus brantii</i>	frondosa
207	<i>Quercus ithaburensis</i>	frondosa
208	<i>Quercus aucheri</i>	frondosa
209	<i>Quercus pontica</i>	frondosa
210	<i>Tilia sp.</i>	frondosa
211	<i>Populus sp.</i>	frondosa
212	<i>Betula sp.</i>	frondosa
213	<i>Ulmus sp.</i>	frondosa
214	<i>Betula x hybrida</i>	frondosa
215	<i>Acer sp.</i>	frondosa
216	<i>Alnus sp.</i>	frondosa

Código	Especies	Grupo de especies
217	<i>Crataegus sp.</i>	frondosa
218	<i>Larix sp.</i>	conífera
219	<i>Abies sp.</i>	conífera
220	<i>Malus sylvestris</i>	frondosa
221	<i>Aesculus hippocastanum</i>	frondosa
222	<i>Acer negundo</i>	frondosa
223	<i>Acer obtusatum</i>	frondosa
224	<i>Acer saccharinum</i>	frondosa
225	<i>Acer tataricum</i>	frondosa
226	<i>Fraxinus americana</i>	frondosa
227	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	frondosa
228	<i>Laburnum alpinum</i>	frondosa
229	<i>Laburnum anagyroides</i>	frondosa
230	<i>Populus balsamifera</i>	frondosa
231	<i>Populus deltoides</i>	frondosa
232	<i>Prunus cerasifera</i>	frondosa
233	<i>Prunus domestica</i>	frondosa
234	<i>Prunus laurocerasus</i>	frondosa
235	<i>Prunus mahaleb</i>	frondosa
236	<i>Prunus spinosa</i>	frondosa
237	<i>Quercus palustris</i>	frondosa
238	<i>Quercus pedunculiflora</i>	frondosa
239	<i>Salix purpurea</i>	frondosa
240	<i>Salix triandra</i>	frondosa
241	<i>Salix viminalis</i>	frondosa
242	<i>Ailanthus altissima</i>	frondosa
243	<i>Broussonetia papyrifera</i>	frondosa
244	<i>Carya ovata</i>	frondosa
245	<i>Corylus colurna</i>	frondosa
246	<i>Crataegus laevigata</i>	frondosa
247	<i>Liriodendron tulipifera</i>	frondosa
248	<i>Mespilus germanica</i>	frondosa
249	<i>Paulownia tomentosa</i>	frondosa
250	<i>Petteria ramentacea</i>	frondosa
251	<i>Phillyrea media</i>	frondosa
252	<i>Platanus xacerifolia</i>	frondosa
253	<i>Pyrus pyraeaster</i>	frondosa
254	<i>Sorbus austriaca</i>	frondosa
255	<i>Tilia tomentosa</i>	frondosa
888	Todas las especies	

Siempre conforme a las actualizaciones de ICP-Forests:

https://icp-forests.org/documentation/Dictionaries/d_tree_spec.html

ANEXO III: CUADRO DE SÍNTOMAS

Parte afectada	Especificación de la parte afectada	Síntoma/ signo	Especificación del síntoma	
Hojas / acículas	Acículas del año	Parcial o totalmente comidas/perdidas	01	Agujeros o parcialmente comidas/perdidas 31 Muecas (margen hojas/acículas afectado) 32 Totalmente comidas/perdidas 33 Esqueletizadas 34 Minadas 35 Caída prematura 36
			02	Completa 37 Punteado, moteado 38
			03	Marginal 39 Bandeado 40
			04	Intervial 41 Puntas/apical 42
			05	Parcial 43 A lo largo de los nervios 44
			06	--
			07	--
	Acículas antiguas	Deformaciones	08	rizadas 45 torcidas 46 enrolladas 47 Peciolos torcidos 48 plegadas 49 agallas 50 marchitamiento 51 otras deformaciones (especificar en OBS) 52
			09	ESPECIFICAR #
			10	Cobertura negra 53 Nidos 54 Adultos, larvas, ninfas, capullos, puestas 55
			11	Cobertura negra en hojas 53 Cobertura blanca en hojas 56 Cuerpos de fructificación 57
			12	ESPECIFICAR #
			13	ESPECIFICAR #
			14	ESPECIFICAR #
	Acículas de todas las edades	Otros síntomas	09	ESPECIFICAR #
			10	Cobertura negra 53 Nidos 54 Adultos, larvas, ninfas, capullos, puestas 55
			11	Cobertura negra en hojas 53 Cobertura blanca en hojas 56 Cuerpos de fructificación 57
			12	ESPECIFICAR #
			13	ESPECIFICAR #
			14	ESPECIFICAR #
			15	ESPECIFICAR #
Frondosas (incl. especies perennifolias)	Signos de insectos	10	Cobertura negra 53 Nidos 54 Adultos, larvas, ninfas, capullos, puestas 55	
		11	Cobertura negra en hojas 53 Cobertura blanca en hojas 56 Cuerpos de fructificación 57	
		12	ESPECIFICAR #	
		13	ESPECIFICAR #	
		14	ESPECIFICAR #	
		15	ESPECIFICAR #	
		16	ESPECIFICAR #	
Ramas / brotes, yemas y frutos	Brotos del año	Comidos/ perdidos	01	Rotura 13 Muerto/moribundo 14 Aborto 15 Necrosis (partes necróticas) 16
			02	descortezamientos 58 grietas, fendas 59 otras heridas 60
			03	Flujo de resina (coníferas) 18 Exudaciones (frondosas) 19 Descomposición/Pudriciones 20
			04	agallas 50 marchitamiento 51 Otras deformaciones (especificar en OBS) 52 dobladuras, caedizas, curvadas 61 Cancros 62 Tumores 63 Escobas de bruja 64
			05	ESPECIFICAR #
			06	Cobertura negra 53 Nidos 54 adultos, larvas, capullos, puestas 55 Perforaciones, serrín 65 Punteados o coberturas blancas 66
			07	Cuerpos de fructificación 57
	diámetro < 2 cm (ramillos)	Heridas (descortezamientos, fendas, etc)	17	descortezamientos 58 grietas, fendas 59 otras heridas 60
			18	Flujo de resina (coníferas) 18 Exudaciones (frondosas) 19 Descomposición/Pudriciones 20
			19	agallas 50 marchitamiento 51 Otras deformaciones (especificar en OBS) 52 dobladuras, caedizas, curvadas 61 Cancros 62 Tumores 63 Escobas de bruja 64
			20	ESPECIFICAR #
			21	Cobertura negra 53 Nidos 54 adultos, larvas, capullos, puestas 55 Perforaciones, serrín 65 Punteados o coberturas blancas 66
			22	Cuerpos de fructificación 57
			23	ESPECIFICAR #
	diámetro 2 - < 10 cm	Flujo de resina (coníferas)	18	Flujo de resina (coníferas) 18 Exudaciones (frondosas) 19 Descomposición/Pudriciones 20
			19	agallas 50 marchitamiento 51 Otras deformaciones (especificar en OBS) 52 dobladuras, caedizas, curvadas 61 Cancros 62 Tumores 63 Escobas de bruja 64
			20	ESPECIFICAR #
			21	Cobertura negra 53 Nidos 54 adultos, larvas, capullos, puestas 55 Perforaciones, serrín 65 Punteados o coberturas blancas 66
			22	Cuerpos de fructificación 57
			23	ESPECIFICAR #
			24	ESPECIFICAR #
diámetro >= 10 cm	Deformaciones	08	agallas 50 marchitamiento 51 Otras deformaciones (especificar en OBS) 52 dobladuras, caedizas, curvadas 61 Cancros 62 Tumores 63 Escobas de bruja 64	
		09	ESPECIFICAR #	
		10	Cobertura negra 53 Nidos 54 adultos, larvas, capullos, puestas 55 Perforaciones, serrín 65 Punteados o coberturas blancas 66	
		11	Cuerpos de fructificación 57	
		12	ESPECIFICAR #	
		13	ESPECIFICAR #	
		14	ESPECIFICAR #	
tamaño variable	Signos de insectos	10	Cobertura negra 53 Nidos 54 adultos, larvas, capullos, puestas 55 Perforaciones, serrín 65 Punteados o coberturas blancas 66	
		11	Cuerpos de fructificación 57	
		12	ESPECIFICAR #	
		13	ESPECIFICAR #	
		14	ESPECIFICAR #	
		15	ESPECIFICAR #	
		16	ESPECIFICAR #	
guía terminal	Otros síntomas	09	ESPECIFICAR #	
		10	Cobertura negra 53 Nidos 54 adultos, larvas, capullos, puestas 55 Perforaciones, serrín 65 Punteados o coberturas blancas 66	
		11	Cuerpos de fructificación 57	
		12	ESPECIFICAR #	
		13	ESPECIFICAR #	
		14	ESPECIFICAR #	
		15	ESPECIFICAR #	
yemas	Signos de hongos	11	Cuerpos de fructificación 57	
		12	ESPECIFICAR #	
		13	ESPECIFICAR #	
		14	ESPECIFICAR #	
		15	ESPECIFICAR #	
		16	ESPECIFICAR #	
		17	ESPECIFICAR #	
Frutos del año	Otros signos	12	ESPECIFICAR #	
		13	ESPECIFICAR #	
		14	ESPECIFICAR #	
		15	ESPECIFICAR #	
		16	ESPECIFICAR #	
		17	ESPECIFICAR #	
		18	ESPECIFICAR #	
Tronco / cuello de la raíz	Guía terminal	Muerto/moribundo	14	Muerto/moribundo 14
			15	ESPECIFICAR #
			16	ESPECIFICAR #
			17	ESPECIFICAR #
			18	ESPECIFICAR #
			19	ESPECIFICAR #
			20	ESPECIFICAR #
	Tronco dentro de la copa	Heridas (descortezamientos, fendas, etc)	17	Descortezado 58 Grietas (heladas...) 59 Otras heridas 60
			18	Flujos de resina (coníferas) 18 Exudaciones (frondosas) 19 Pudriciones 20
			19	agallas 50 marchitamiento 51 Otras deformaciones (especificar en OBS) 52 dobladuras, caedizas, curvadas 61 Cancros 62 Tumores 63 Escobas de bruja 64
			20	ESPECIFICAR #
			21	Cobertura negra 53 Nidos 54 adultos, larvas, capullos, puestas 55 Perforaciones, serrín 65 Punteados o coberturas blancas 66
			22	Cuerpos de fructificación 57
			23	ESPECIFICAR #
	Tronco entre copa y cuello de la raíz	Deformaciones	08	Cancros 62 Tumores 63 Cicatrices longitudinales (cicatrices heladura,...) 68 otras deformaciones (especificar en OBS) 52
			09	ESPECIFICAR #
			10	Cobertura negra 53 Nidos 54 adultos, larvas, capullos, puestas 55 Perforaciones, serrín 65 Punteados o coberturas blancas 66
			11	Cuerpos de fructificación 57
			12	ESPECIFICAR #
			13	ESPECIFICAR #
			14	ESPECIFICAR #
Raíces (expuestas) & cuello de la raíz	Inclinado	21	Inclinado 21 Caído (con raíces) 22 Rotura 13 Necrosis (partes necróticas) 16	
		22	Caído (con raíces) 22 Rotura 13 Necrosis (partes necróticas) 16	
		23	agallas 50 marchitamiento 51 Otras deformaciones (especificar en OBS) 52 dobladuras, caedizas, curvadas 61 Cancros 62 Tumores 63 Escobas de bruja 64	
		24	ESPECIFICAR #	
		25	Cobertura negra 53 Nidos 54 adultos, larvas, capullos, puestas 55 Perforaciones, serrín 65 Punteados o coberturas blancas 66	
		26	Cuerpos de fructificación 57	
		27	ESPECIFICAR #	
Tronco completo	Signos de insectos	10	Nidos 54 adultos, larvas, capullos, puestas 55 Galerías 69 Perforaciones, serrín 65 Punteados o coberturas blancas 66	
		11	Cuerpos de fructificación 57 Ampollas amarillo - anaranjadas 67 Micelios 70 Rizomorfos 71	
		12	ESPECIFICAR #	
		13	ESPECIFICAR #	
		14	ESPECIFICAR #	
		15	ESPECIFICAR #	
		16	ESPECIFICAR #	
4	Árbol muerto			
0	Sin síntomas en ninguna parte del árbol.			
9	No evaluado			

ANEXO IV: AGENTES CAUSANTES DE DAÑOS

Siempre conforme a las actualizaciones de ICP-Forests:

https://icp-forests.org/documentation/Dictionary/d_cause.html

Grupo de agentes	Código
Caza y ganado	100
Insectos	200
Hongos	300
Agentes abióticos	400
Acción directa del hombre	500
Fuego	600
Contaminantes atmosféricos	700
Otros	800
Investigados pero no identificados	999

Grupo de agente	Código	Clase	Código	Tipo	Código
Caza y ganado	100	Cérvidos	110	Corzo	111
				Ciervo	112
				Reno	113
				Alce	114
				Otros cérvidos	119
		Súidos (cerdos)	120	Jabalí	121
				Otros súidos	129
				Roedores	130
		Liebre	132		
		Ardilla, etc.	133		
		Ratón de campo	134		
		Castor	135		
		Otros roedores	139		
		Aves	140	Tetraonidae	141
				Corvidae	142
				Picidae	143
				Fringillidae	144
				Otras Aves	149
		Animales domésticos	150	Ganado (reses)	151
				Cabras	152
Ovejas	153				
Cerdos (domésticos)	154				
Otros animales domésticos	159				
Otros vertebrados	190	Oso	191		
		Cabra salvaje	192		
		Otros vertebrados	199		

CONIFERAS							
Grupo agente	Cód	Clase	Cód	Principales especies	Cód	Género afectado	Síntomas
I N S E C T O S	200	Defoliadores	210	<i>Acantholyda hieroglyphica</i>	ACANHIE	<i>Pinus</i>	Refugio de sedas con excrementos sobre acículas y acículas antiguas comidas alrededor.
				<i>Brachonyx pineti</i>	BRACPIN	<i>Pinus</i>	Punteaduras con orificio central en acículas y orificios en vainas.
				<i>Brachyderes suturalis</i>	BRACSUT	<i>Pinus</i>	Acículas comidas en forma de sierra gruesa.
				<i>Diprion pini</i>	DIPRPIN	<i>Pinus</i>	Defoliaciones en verano. Falsas orugas, verdosas con cabeza marrón-anarajada. Puestas en margen de acículas y pupas en el suelo.
				<i>Gelechia senticetella</i>	GELESEN	<i>Juniperus, Cupressus</i>	Hilillos de seda en ramillos secos.
				<i>Lymantria dispar</i>	LYMADIS	<i>Larix, Picea, Pinus</i>	Acículas comidas; orugas con pelo largo, color variable de amarillo a negro con una doble fila característica de puntos azules y rojos.
				<i>Lymantria monacha</i>	LYMAMON	<i>Pinus</i>	Huevos puestos en resquebrajaduras de la corteza. Orugas recién nacidas gregarias en tronco. Defoliaciones en verano.
				<i>Bupalus piniarius</i>	BUPAPIN	<i>Pinus</i>	
				<i>Choristoneura murinana</i>	CHORMUR	<i>Abies</i>	
				<i>Cephalcia abietis</i>	CEPHABI	<i>Picea</i>	
				<i>Cephalcia lariciphila</i>	CEPHLAR	<i>Larix</i>	
				<i>Dendrolimus pini</i>	DENDPIN	<i>Pinus</i>	
				<i>Neodiprion sertifer</i>	NEODSER	<i>Pinus</i>	Defoliaciones en primavera. Falsas orugas, verdosas de cabeza negra, gregarias sobre acículas. Puesta en pequeñas placas romboidales en margen de acículas
				<i>Pachyrhinus sp.</i>		<i>Pinus</i>	Acículas comidas en forma de sierra fina. Puesta en 3 acículas unidas.
<i>Thaumetopoea pinivora</i>	THAUPIN	<i>Pinus</i>	Colonias de orugas en nidos sedosos ligeros. Defoliaciones en verano. Procesiones antes de pupación.				
<i>Thaumetopoea pityocampa</i>	THAUPIT	<i>Pinus</i>	Colonias de orugas en nidos sedosos densos. Defoliaciones en invierno. Procesiones antes de				

CONIFERAS							
Grupo agente	Cód	Clase	Cód	Principales especies	Cód	Géner o afectado	Síntomas
							pupación.
		Perforadores de tronco, ramas y ramillos (incl. minadores de brotes)	220	<i>Dioryctria sylvestrella</i>	DIORSYL	<i>Pinus</i>	Perforación con grumo de resina en tronco con restos de serrín y excrementos rojizos.
				<i>Hylobius abietis</i>	HYLOABI	<i>Pinus</i>	Mordeduras superficiales en ramillas finas y pinos jóvenes.
				<i>Ips acuminatus</i>	IPSACUM	<i>Pinus</i>	Sistema de galerías subcorticales en forma de estrella. Daños en corro. Muerte de pies en verano.
				<i>Ips sexdentatus</i>	IPSSEXD	<i>Pinus</i>	Sistema de galerías subcorticales en forma de estrella. Daños en corro. Muerte de pies en verano. Adulto más grande que <i>Ips acuminatus</i> .
				<i>Ips typographus</i>	IPSTYPO	<i>Picea</i>	Escolítido perforador que causa la muerte de píceas, peligroso, daña la masa entera.
				<i>Magdalis memnonia</i>	MAFDMEM	<i>Pinus</i>	Picaduras en yemas y ramillos jóvenes. Brotes jóvenes secos y huecos.
				<i>Orthotomicus erosus</i>	ORTHERO	<i>Pinus</i>	Galerías en forma de estrella alargada. Adultos de tamaño muy pequeño.
				<i>Phaenops cyanea</i>	PHAECYA	<i>Pinus</i>	Daños de las larvas en la parte del tronco con corteza gruesa, galerías de las larvas más mayores con serrín, el imago es azul oscuro con reflejos verdes.
				<i>Pissodes castaneus</i>	PISSCAS	<i>Pinus</i>	
				<i>Pityogenes chalcographus</i>	PITYCHA	<i>Picea, Larix, Abies, Pseudotsuga</i>	
				<i>Pityokteines curvidens</i>	PITYCUR	<i>Abies</i>	
				<i>Petrova resinella= Retinia resinella</i>	PETRRES	<i>Pinus</i>	Grumo grueso de resina grande con interior hueco y excrementos, en ramas finas y/o yemas.
				<i>Semanotus laurasi</i>	SEMALAU	<i>Juniperus</i>	Galerías y cámaras de pupación en ramas y ramillos. Fogonazos rojizos en la copa.
		<i>Tomicus destruens</i>	TOMIDES	<i>Pinus</i>	Ramillos terminales secos y huecos. Grumo de resina en tronco con orificio de entrada. Galería subcortical en forma de raspa de pescado. Muerte de pies en primavera.		
		<i>Tomicus minor</i>	TOMIMIN	<i>Pinus</i>	Ramillos terminales secos y huecos. Grumo de resina en tronco con orificio de entrada.		

CONIFERAS							
Grupo agente	Cód	Clase	Cód	Principales especies	Cód	Género o afectado	Síntomas
							Galería subcortical en forma de V abierta. Muerte de pies de otoño a primavera.
				<i>Tomicus piniperda</i>	TOMIPIN	<i>Pinus</i>	Ramillos terminales secos y huecos. Grumo de resina en tronco con orificio de entrada. Galería subcortical en forma de raspa de pescado. Muerte de pies en primavera.
		Perforadores de yemas	230	<i>Rhyacionia buoliana</i>	RHYABUO	<i>Pinus</i>	Yemas y brotes jóvenes huecos (brotes en forma de bayoneta), con grumos de resina.
				<i>Rhyacionia duplana</i>	RHYADUP	<i>Pinus</i>	Yemas y brotes jóvenes huecos (brotes en forma de bayoneta), sin grumos de resina.
		Perforadores de frutos	240	<i>Dioryctria mendacella</i>	DIORMEN	<i>Pinus</i>	Perforaciones en la piña, irregulares y con resina. Presencia de galerías con excrementos e hilos de seda.
				<i>Pissodes validirostris</i>	PISSVAL	<i>Pinus</i>	Perforaciones circulares limpias en la piña. Puestas cubiertas con un tapón oscuro en las escamas de la piña.
		Chupadores	250	<i>Haematoloma dorsatum</i>	HAEMDOR	<i>Pinus, Juniperus</i>	Puesta en forma de salivazo sobre gramíneas. Acículas enrojecidas.
				<i>Leucaspis pini</i>	LEUCPIN	<i>Pinus</i>	Adultos con cuerpos elípticos blancos (emulando escamas blancas pegadas a las acículas).
				<i>Matsucoccus feytaudi</i>	MATSFY	<i>Pinus</i>	Fracturación y escamación en troncos. Adultos con cuerpos elípticos sésiles bajo corteza.
		Minadores	260	<i>Epinotia subsequana</i>	EPINSUB	<i>Abies</i>	Acícula ahuecada y marrón en parte de su longitud, con orificio.
		Formadores de agallas	270				
		Otros insectos	290				

FRONDOSAS							
Grupo agente	Cód	Clase	Cód	Principales especies	Cód	Género afectado	Síntomas
I N S E C T O S	200	Defoliadores (incl. esqueletizadores, enrolladores, etc)	210	<i>Calospilos pantaria</i> = <i>Abraxas pantaria</i>	CALOPAN	<i>Fraxinus</i>	Ataque sobre hojas en verano. Orugas descolgándose de la copa con hilos de seda.
				<i>Agelastica alni</i>	AGELALN	<i>Alnus</i>	Hojas esqueletizadas y comidas de forma irregular. Puesta en hoja de huevos amarillentos.
				<i>Altica quercetorum</i>	ALTIQUE	<i>Quercus</i>	Aspecto marrón de las hojas debido a la esqueletización.
				<i>Epirrita autumnata</i>	EPIRAUT	<i>Betula</i>	Hojas comidas.
				<i>Galerucela linneola</i>	GALELIN	<i>Populus, Salix</i>	Esqueletizado en hojas con la nerviación intacta y daños en yemas. Puestas en envés de hojas.
				<i>Gonipterus scutellatus</i>	GONISCU	<i>Eucalyptus</i>	Hojas comidas en forma de aserrado estrecho y profundo (festoneado).
				<i>Leucoma salicis</i>	LEUCSAL	<i>Populus, Salix, Betula</i>	Puestas blanquecinas en troncos y ramas.
				<i>Lymantria dispar</i>	LYMADIS	<i>Quercus</i>	Ataque a hojas del año y anteriores en casos extremos. Puestas en plastones amarillos en zonas protegidas de tronco y ramas gruesas. Orugas muy peludas.
				<i>Archips xylosteana</i>	ARCHXYL	<i>Quercus</i>	Ataca la punta de los brotes del año. Hace nidos con hojas jóvenes atadas por medio de hilillos de seda. Oruga grisácea.
				<i>Lymantria monacha</i>	LYMAMON	<i>Quercus, Fagus, Betula u.a.</i>	
				<i>Melolontha hippocastani</i>	MELOHIP	<i>Quercus u.a.</i>	
				<i>Operophtera brumata</i>	OPERBRU	<i>Quercus</i>	
				<i>Operophtera fagata</i>	OPERFAG	<i>Fagus</i>	
				<i>Thaumetopoea processionea</i>	THAUPRO	<i>Quercus</i>	
<i>Chrysomela populi</i>	CHRYPOP	<i>Populus, Salix</i>	Hojas comidas desde los bordes y/o en agujeros. Puesta en hoja de huevos anaranjados. Larva típica.				
<i>Tortrix viridana</i>	TORTVIR	<i>Quercus</i>	Ataque a extremo de brotes del año. Refugio en hojas jóvenes unidas por sedas. Oruga verdosa,				

FRONDOSAS							
Grupo agente	Cód	Clase	Cód	Principales especies	Cód	Género afectado	Síntomas
							descolgadas con hilos de seda.
				<i>Xanthogaleruca luteola</i>	XANTLUT	<i>Ulmus</i>	Aspecto marrón de las hojas debido a la esqueletización.
				<i>Catocala nymphagoga</i>	CATONYM	<i>Quercus</i>	Ataque a hojas del año. Orugas imitan ramillas.
				<i>Euproctis chrysorrhoea</i>	EUPRCHR	<i>Ulmus, Populus, Fraxinus, Quercus</i>	Colonias en refugios de seda irregulares durante invierno. Orugas gregarias en 1 ^{os} estadios y solitarias después. Hojas esqueletizadas o comidas.
				<i>Malacosoma neustria</i>	MALANEU	<i>Quercus, Fagus, Betula, Populus</i>	Ataque a hojas del año. Puestas en espiral sobre los ramillos. Orugas gregarias en 1 ^{os} estadios con tenues refugios de seda.
				<i>Rhynchaenus fagi</i>	RHYNFAG	<i>Fagus</i>	Hojas agujereadas como perdigonada, mina partiendo del nervio central ensanchada hacia el borde de la hoja.
		Perforados de tronco, ramas y ramillos (incl. minadores de brotes)	220	<i>Agrilus grandiceps</i>	AGRIGRA	<i>Quercus</i>	Muerte de ramillas finas por anillamiento (galerías). Agujeros circulares de salida.
				<i>Cerambyx sp.</i>	CERASSPP	<i>Quercus</i>	Grandes orificios elípticos en la base del tronco y ramas gruesas por los que aflora serrín fino. Galerías de gran tamaño.
				<i>Coroebus florentinus</i>	COROFLO	<i>Quercus</i>	Muerte de ramas medianas y finas por anillamiento (galería). Formando fogonazos rojizos en la copa.
				<i>Agrilus pannonicus</i>	AGRIPAN	<i>Quercus</i>	
				<i>Agrilus viridis</i>	AGRIVIR	<i>Fagus</i>	
				<i>Crematogaster scutellaris</i>	CREMSCU	<i>Quercus</i>	Pequeños orificios numerosos en corcho. Hormigas.
				<i>Cryptorrhynchus lapathi</i>	CRYPLAP	<i>Populus, Salix</i>	Orificios circulares en tronco por los que afloran virutas finas. Daños superficiales de anillamiento.
				<i>Melanophila picta</i>	MELAPIC	<i>Populus</i>	Corteza desprendida y orificios elípticos con un compacto detrito de color marrón oscuro en la base del tronco.
		<i>Paranthrene tabaniformis</i>	PARATAB	<i>Populus, Salix</i>	Orificios circulares en tronco por los que aflora serrín con restos		

FRONDOSAS							
Grupo agente	Cód	Clase	Cód	Principales especies	Cód	Género afectado	Síntomas
							redondeados. Exuvios de crisálidas en el orificio. Afecta a plantas jóvenes 10-15 cm diámetro.
				<i>Phoracantha semipunctata</i>	PHORSEM	<i>Eucalyptus</i>	Orificios elípticos en tronco. Galerías subcorticales anchas y aplanadas.
				<i>Platypus cylindrus</i>	PLATCYL	<i>Quercus</i>	Orificios circulares en tronco por los que aflora serrín, que se amontona en la base del tronco
				<i>Sesia apiformis</i>	SESIAPI	<i>Populus, Salix</i>	Orificios circulares en base del tronco y capullos de crisálidas formados por serrín. Afecta a árboles de más de 10 - 15 cm.
				<i>Coroebus undatus</i>	COROUND	<i>Quercus</i>	Galerías subcorticales irregulares impresas en cara interna del corcho y tronco (culebra del corcho). Exudaciones de savia.
				<i>Saperda carcharias</i>	SAPECAR	<i>Populus, Salix</i>	Orificios ovalados en tronco por los que afloran virutas gruesas. Galerías subcorticales verticales.
				<i>Scolytus sp.</i>	SCOLSPP	<i>Ulmus</i>	Galería subcortical materna vertical (en tronco y ramas gruesas) y numerosas galerías larvarias perpendiculares.
		Perforadores de yemas	230				
		Perforadores de frutos	240	<i>Curculio glandium</i>	CURCGLA	<i>Quercus</i>	Perforaciones circulares en bellotas.
		Chupadores	250	<i>Ctenaritaina eucalypti</i>	CTENEUC	<i>Eucalyptus</i>	Pequeños pulgones sobre brotes jóvenes, curvamiento de brotes y melaza.
				<i>Kermes sp.</i>	KERMSPP	<i>Quercus</i>	Cuerpos esféricos cubiertos por capa cerosa brillante negra rojiza, situados en la inserción de los peciolos de las hojas, yemas o axilas de las ramas.
		Minadores	260	<i>Rhynchaenus fagi</i>	RHYNFAG	<i>Fagus</i>	Hojas agujereadas como perdigonada, mina partiendo del nervio central ensanchada hacia el borde de la hoja.
		Formadores de agallas	270	<i>Andricus quercustozae=Cynips tozae</i>	ANDRQUE	<i>Quercus</i>	Agallas esféricas grandes de color pardo-castaño, con corona de pinchos en la parte superior, sobre ramillas finas.

FRONDOSAS							
Grupo agente	Cód	Clase	Cód	Principales especies	Cód	Género afectado	Síntomas
				<i>Dryomyia lischtensteini</i>	DRYOLIC	<i>Quercus</i>	Abultamientos semiesféricos o irregulares pequeños en envés de hoja.
				<i>Mikiola fagi</i>	MIKIFAG	<i>Fagus</i>	Agallas cónicas en el haz de hoja.
				<i>Eriophyes ilicis</i>	ERIOILI	<i>Quercus</i>	Areas con pelosidad muy desarrollada de color marrón rojizo en el envés.
		Otros insectos	290				

CONIFERAS							
Agente	Cód	Clase	Cód	Principales especies	Código	Género afectado	Síntomas
HONGOS	300	Hongos de acículas/royas de acículas	301	<i>Lophodermium pinastri</i>	LOPHPIN	<i>Pinus</i>	Cuerpos de fructificación alargados negros brillantes por encima de la superficie de la acícula.
				<i>Cyclaneusma minus</i>	CYCLMIN	<i>Pinus (Sylvestris, radiata)</i>	Formación de bandas transversales pardo rojizas y cuerpos de fructificación elípticos color crema o del mismo color que la acícula
				<i>Phaeocryptopus gaeumannii</i>	PHAEGAE	<i>Pseudotsuga</i>	
				<i>Rhabdocline pseudotsugae</i>	RHABPSE	<i>Pseudotsuga</i>	
				<i>Mycosphaerella laricina</i>	MYCOLAR	<i>Larix</i>	
				<i>Cyclaneusma niveus</i>	CYCLNIV	<i>Pinus</i>	Cuerpos fructíferos de color claro. Cuando se desprenden dejan orificios en las acículas.
				<i>Thyriopsis halepensis</i>	THYRHAL	<i>Pinus</i>	Acículas con cuerpos de fructificación negros circulares y el centro de color marrón
				<i>Dothistroma septospora</i>	DOTHSEP	<i>Pinus (radiata, nigra, halepensis)</i>	Es la llamada "banda roja" en acículas
		<i>Chrysomyxa abietis</i>	CHRYABI	<i>Picea</i>	Manchas amarillas a marrón anaranjado en acículas que caen prematuramente		
		Royas de tronco y brotes	302	<i>Melampsora pinitorqua</i>	MELAPIN	<i>Pinus</i>	Curvatura de los brotes en forma de "C" o de "S". Necesita para completar su ciclo huéspedes del género Populus y Pinus
				<i>Cronartium ribicola</i>	CRONRIB	<i>Pinus strobus</i>	
				<i>Coleosporium spp</i>	COLESPP	<i>Pinus</i>	Roya vesicular de las acículas. Vesículas anaranjadas cuando están llenas y blancas cuando están vacías.
				<i>Cronartium flaccidum</i>	CRONFLA	<i>Pinus</i>	Roya vesicular de corteza. Anillamiento de las ramas o tronco con abundantes exudaciones de resina. Vesículas anaranjadas cuando están llenas y blancas cuando están vacías.
				<i>Gymnosporangium sp.</i>	GYMNSPP	<i>Pinus</i>	Ramas y hojas deformadas con cuerpos de

						fructificación anaranjados
Dieback y hongos que forman canchros	309	<i>Brunchorstia pinea</i>	BRUNPIN	<i>Pinus</i>	Muerte de ramas y ramillos con cuerpos de fructificación negros en la corteza que al madurar exudan zarcillos de color rosa con conidios.	
		<i>Cenangium ferruginosum</i>	CENAFER	<i>Pinus</i>	Muerte de ramas y ramillos con cuerpos de fructificación negros en corteza.	
Tizón	303	<i>Sphaeropsis sapinea</i>	SHAESAP	<i>Pinus</i>	Brotes periféricos curvados con deformaciones, resinosis y cuerpos de fructificación negros	
		<i>Sirococcus conigenus</i>	SIROCON	<i>Pinus (halepensis)</i>	Muerte de brotes y acículas, colgantes, de color marrón rojizo	
Hongos de pudrición y de pudrición de raíces	304	<i>Phellinus pini</i>	PHELPIN	<i>Pinus</i>	Cuerpos de fructificación planos "casco de caballo", leñosos, de color pardo	
		<i>Armillaria mellea</i>	ARMIMEL	<i>Pinus</i>	Fieltro blanquecino al descortezar las raíces y el cuello, avanza hacia arriba. Forma setas de color miel con columnilla y formando grupos	
		<i>Heterobasidium annosum</i>	HETEANN	<i>Abies, Pinus</i>	Fieltro blanquecino menos consistente que el de <i>Armillaria</i> al descortezar las raíces y el cuello. Las setas son de color pardo y borde blanco y están pegadas a la superficie del cuello de la raíz	
Otros hongos	390					

FRONDOSAS							
Agente	Cód	Clase	Cód	Principales especies	Código	Género afectado	Síntomas
HONGOS	300	manchas en hojas	305	<i>marssonina brunea</i>	MARSBRU	<i>Populus, Salix</i>	Manchas pequeñas circulares, con bordes marrones y el centro gris blanquecino.
				<i>Rhytisma spp</i>	RHYTISMA	<i>Salix, Acer</i>	Manchas negras costrosas y grandes de forma irregular
				<i>Taphrina aurea</i>	TAPHAUR	<i>Populus</i>	Abultamientos o abolladuras de color amarillento
				<i>Mycosphaerella maculiformis</i>	MYCOMAC	<i>Castanea</i>	Roya del castaño. Puntos pardo rojizos distribuidos por toda la hoja
				<i>Septoria populi</i>	SEPTPOP	<i>Populus</i>	Manchas de color gris limitadas por un margen necrótico
				<i>Harknessia eucalypti</i>	HARKEUC	<i>Eucalyptus</i>	Manchas pardo rojizas de forma irregular
				<i>Mycosphaerella eucalypti</i>	MYCOEUC	<i>Eucalyptus</i>	Manchas rojizas de forma preferentemente esférica
		Antracnosis	306	<i>Discula nervisequa</i>	DISCNER	<i>Quercus, Juglans</i>	Afecta a las nervaduras
		Oidio	307	<i>Uncinula salicis</i>	UNCISAL	<i>Populus, Salix, Ulmus</i>	polvillo blanquecino grisáceo sobre hojas y/o ramillos (oidio)
				<i>Microsphaera alphitoides</i>	MICRALP	<i>Quercus</i>	polvillo blanco en las hojas (oidio)
		Marchitez	308	<i>Ceratocystis ulmi</i>	CERAULM	<i>Ulmus</i>	Marchitez de brotes y acículas, al realizar un corte transversal de las ramillas se observa un anillo necrótico que corresponde al colapso de vasos
				<i>Ceratocystis fagacearum</i>	CERAFAG	<i>Quercus</i>	
				<i>Venturia populina</i>	VENTPOP	<i>Populus</i>	Hojas curvadas por el peciolo de color atabacado
		Roya	302	<i>Mellampsora allii - populina</i>	MELAALL	<i>Populus</i>	Puntos amarillos anaranjados en el envés de la hoja
				<i>Melampsoridium betulinum</i>	MELABET	<i>Betula</i>	Pequeñas manchas que se multiplican rápidamente en hojas que caen prematuramente
		Tizón	303	<i>Botryosphaeria stevensii</i>	BOTRSTE	<i>Quercus</i>	Brotes secos y curvados y corteza necrosada con fendas longitudinales donde aparecen los cuerpos de fructificación (dieback)

FRONDOSAS								
Agente	Cód	Clase	Cód	Principales especies	Código	Género afectado	Síntomas	
				<i>Biscogniauxia mediterranea</i>	BISCMED	<i>Quercus</i>	La corteza se abre y muestra placas en ramas y tronco	
				<i>Fusicoccum quercus</i>	FUSIQUE	<i>Quercus</i>		
				<i>Chondroplea populea</i>	CHONPOP	<i>Populus</i>	Cuerpos de fructificación negros en la corteza de ramas y ramillos	
		Cancro	309	<i>Cryphonectria parasítica</i>	CRYP PAR	<i>Castanea</i>	Fieltro amarillento en forma de abanico bajo las resquebrajaduras de la corteza	
					<i>Pezicula cinnamomea</i>	PEZICIN	<i>Quercus</i>	
					<i>Stereum rugosum</i>	STERRUG	<i>Quercus</i> , <i>Fagus</i>	
					<i>Cytospora chrysosperma</i>	CYTOCHR	<i>Populus</i>	Cuerpos de fructificación anaranjados en la corteza
					<i>Nectria spp.</i>	NECTSPP	<i>Quercus</i>	Cuerpos de fructificación de color rojo en las resquebrajaduras de la corteza
		Hongos de pudrición y de pudrición de raíces	304	<i>Ungulina fomentaria</i> = <i>Fomes fomentarius</i>	UNGLFOM	<i>Fagus</i>	Cuerpos de fructificación planos "casco de caballo", parte superior con zona concentrica lisa de color pardo grisáceo	
					<i>Ganoderma applanatum</i>	GANOAPP	<i>Fagus</i>	Cuerpos de fructificación planos "casco de caballo", parte superior cubierta por polvillo de color marrón rojizo
					<i>Fomitopsis pinicola</i> = <i>Ungulina marginata</i>	FOMIPIN	<i>Fagus</i>	Cuerpos de fructificación planos "casco de caballo", parte inferior amarillenta y parte superior pardo rojiza con borde amarillento.
					<i>Amillaria mellea</i>	ARMIMEL	<i>muchas especies arbóreas</i>	
					<i>Phytophthora spec.</i>	PHYTSPP	<i>Alnus</i> , <i>Castanea</i> , <i>Quercus</i> , <i>Betula</i> , <i>Fagus</i>	Puntos negros con márgenes dentados bajo la corteza y exudaciones negruzcas
		Deformaciones	310	<i>Taphrina kruchii</i>	TAPHKRU	<i>Quercus</i>	Escoba de bruja, proliferación de muchos ramillos con hojas pequeñas y cloróticas	
		Otros hongos	390					

CONIFERAS / FRONDOSAS							
Agente	Cód	Clase	Cód	Tipo	Cód	Agente específico	Cód
ABIÓTICOS	400	Factores químicos	410	Desórdenes nutricionales / Deficiencia de nutrientes	411	Deficiencia Cu	41101
						Deficiencia Fe	41102
						Deficiencia Mg	41103
						Deficiencia Mn	41104
						Deficiencia K	41105
						Deficiencia N	41106
						Deficiencia B	41107
						Toxicidad Mn	41108
						Otros	41109
		Sal marina + surfactants	412				
		Factores físicos	420	Avalancha	421		
				Sequía	422		
				Inundaciones/aumento del nivel freático	423		
				Heladas	424	Heladas invernales	42401
						Heladas tardías	42402
				Granizo	425		
				Calor/Golpe de calor	426		
				Rayo	427		
				Deslizamientos de tierra o lodo	429		
				Nieve / Hielo	430		
				Viento / Tornado	431		
				Daño invernal - desecación invernal	432		
				Suelo somero o poco profundo	433		
				caída de piedras	434		
				Otros factores abióticos	490		

Agente	Cód	Causa	Cód	Causa	Cód	
Acción directa del hombre	500	Objetos empotrados	510			
		Técnicas de repoblación inadecuadas	520			
		Cambios de uso del suelo	530			
		Daños por operaciones selvícolas o aprovechamientos	540	Cortas		541
				Podas		542
				Resinación		543
				Descorche		544
				Operaciones selvícolas en pies próximos y otras operaciones selvícolas		545
		Daños mecánicos / vehículos	550			
		Construcción de caminos	560			
		Compactación del suelo	570			
		Uso impropio de productos químicos	580	Pesticidas		581
Sales contra hielo				582		
Otras acciones directas del hombre	590					

Agente	Código
Fuego	600

Agente	Código	Clase	Código
Contaminantes atmosféricos	700	SO ₂	701
		H ₂ S	702
		O ₃	703
		PAN	704
		F	705
		HF	706
		Otros	790

Agente	Cód	Clase	Cód	Especie/Tipo	Cód	Genero afectado	Síntomas
Otros	800	Plantas parásitas/Epífitas/Trepadoras	810	<i>Viscum album</i>	81001	<i>Pinus</i>	
				<i>Arceuthobium oxycedri</i>	81002	<i>Juniperus</i>	
				<i>Hedera helix</i>	81003	Todas las especies	
				<i>Lonicera sp</i>	81004	Todas las especies	
				<i>Clematis spp.</i>	81005	Todas las especies	
				<i>Clematis vitalba</i>	81006		
				<i>Loranthus europaeus</i>	81007		
				<i>Humulus lupulus</i>	81008		
				<i>Vitis vinifera ssp sylvestris</i>	81009		
				<i>Smilax aspera</i>	81010		
				<i>Rosa spp</i>	81011		
				Otras especies	81012		
	Bacterias	820		<i>Bacillus vuilemini</i>	82001	<i>Pinus halepensis</i>	Engrosamiento de distintos tamaños en ramillos y ramas
				<i>Brenneria quercinea</i>	82002	<i>Quercus</i>	Flujos de savia en el fruto - melaza
	Virus	830					
	Nematodos	840		<i>Bursaphelenchus xylophilus</i>	84001	<i>Pinus</i>	Enrojecimiento de copas y muerte rápida del árbol
	Competencia	850		Falta de iluminación	85001		
				Interacciones físicas	85002		
				Competencia en general (espesura)	85003		
				Otros	85004		
	Mutaciones somáticas	860					
Acaros	870		<i>Eriophyes ilicis</i>	87001	<i>Quercus</i>	Areas con abundante pelosidad marrón rojiza en el envés de la hoja	
Otros (causa conocida pero no incluida en la lista)	890						

ANEXO V: ARCHIVOS DE REMISIÓN DE DATOS DE COPAS

Existen dos archivos que contienen los datos de evaluación del estado de las copas correspondientes a la revisión anual (verano) de las parcelas de Nivel II y que anualmente se remiten al Centro Coordinador del ICP-Forests:

- ESXXXX.TRC Fichero de información sobre el estado de vitalidad de los árboles (parámetros básicos del estado de la copa)
- ESXXXX.TRD Fichero de información sobre el estado sanitario de los árboles (parámetros relacionados con agentes dañinos)

Siendo XXXX los 4 dígitos del año en el cual se efectuó la revisión

Estos ficheros se remiten al Centro Coordinador del ICP-Forests en formato ASCII, pudiendo leerse con un procesador de textos sencillo como "Word Pad". La estructura de los archivos es la siguiente:

ARCHIVO TRC (anual)		ARCHIVO TRD (anual)	
	Parámetro		Parámetro
	Nº secuencial Código de la parcela Fecha de evaluación Código identificativo del equipo Nº del árbol Especie del árbol Mortalidad y eliminaciones Defoliación Clase social Sombreado de copa Visibilidad Copa evaluable Fructificación copa evaluable Fructificación en toda la copa Floración copa evaluable Floración toda la copa Transparencia Forma de copa Brotos epicormicos Distancia relativa de copa Arquitectura de brotes apicales Edad del árbol Método de evaluación de la edad Árbol de referencia Otras Observaciones		Nº secuencial Código de la parcela Fecha de evaluación Nº del árbol Parte afectada Síntoma del daño Especificación del síntoma Localización del daño en la copa Edad del daño Causa del daño Nombre científico del agente causante del daño Extensión Otras Observaciones

ATENCIÓN:

Cada archivo tiene que comenzar con una línea explicativa. Esta línea comienza con un signo de exclamación invertido y enumera todos los parámetros remitidos dentro del respectivo archivo separados por comas

La estructura de los ficheros conforme se presenta desde España al Programa ICP-Forests cambia periódicamente. Las últimas versiones actualizadas de estos ficheros deberán consultarse en la siguiente página:

<https://icp-forests.org/documentation/Surveys/>

V.A Archivo ESXXXX.TRC

1. **Número secuencial:**
2. **Código de la parcela:** El código de cada parcela está formado por un número y la abreviatura de la especie que caracteriza la parcela Qi (*Quercus ilex*), Ppa (*Pinus pinea*), Ps (*Pinus sylvestris*), Qpy (*Quercus pyrenaica*), etc.
3. **Fecha de evaluación:** Se indicarán en el siguiente orden: día, mes y año, utilizando para cada uno de ellos dos dígitos. Ejemplo: Día Mes Año 120819
4. **Código identificativo del equipo:** código de 5 dígitos que identifica a un solo equipo y que no cambia en el tiempo (vinculado a una persona o personas concretas)
5. **Número del árbol:** Número asignado al árbol en la instalación de la parcela, debe ser único y estar marcado de forma permanente.
6. **Especie arbórea (Ref. Flora europaea):** código de la especie a la que pertenece el árbol (ver Anexo II)
7. **Mortalidad y eliminaciones:** Árboles incluidos dentro de la muestra, que han muerto

Código	Descripción	Categoría
0	Árbol vivo y medible (nuevo)	Árbol vivo
1	Árbol vivo, en inventario actual y pasados	Árbol vivo
2	Nuevo árbol vivo (enterrado)	Árbol vivo
3	Árbol vivo (presente pero no evaluado en inventario anterior)	Árbol vivo
4	Árbol vivo pero no más en la muestra por fuertes perturbaciones (ej: daño por fuertes tormentas)	Árbol vivo
7	No hay información sobre este árbol con su omisión en la entrega (ej: árbol olvidado durante el trabajo de campo)	Árbol vivo
8	Árbol vivo, pero debido a la selección de pies alternante no incluido en la actual muestra	Árbol vivo
11	Utilización planeada. Ej.: cortas	El árbol ha sido cortado y retirado, sólo se ha dejado el tocón
12	Uso por razones biológicas. Ej.: daños por insectos	El árbol ha sido cortado y retirado, sólo se ha dejado el tocón
13	Usos por razones abióticas. Ej.: vendavales	El árbol ha sido cortado y retirado, sólo se ha dejado el tocón
14	Cortados, razón desconocida	El árbol ha sido cortado y retirado, sólo se ha dejado el tocón

Código	Descripción	Categoría
18	Desconocido el motivo de la desaparición	El árbol ha sido cortado y retirado, sólo se ha dejado el tocón
19	Motivos de la desaparición no determinados/ observados	El árbol ha sido cortado y retirado, sólo se ha dejado el tocón
21	Árbol torcido o colgantes	Árbol vivo y en pie, pero sus parámetros fitosanitarios no se evalúan más
22	Fuerte rotura en la copa (>50% de la copa) o guía rota	Árbol vivo y en pie, pero sus parámetros fitosanitarios no se evalúan más
23	El árbol ya no está en las clases Kraft 1, 2 o 3 (no aplicable para el primer inventario de una parcela)	Árbol vivo y en pie, pero sus parámetros fitosanitarios no se evalúan más
24	Rotura del ápice del árbol (brote)	Árbol vivo y en pie, pero sus parámetros fitosanitarios no se evalúan más
25	Árbol fuera de la muestra de alto crecimiento	Árbol vivo y en pie, pero sus parámetros fitosanitarios no se evalúan más
29	Otras razones (especificar)	Árbol vivo y en pie, pero sus parámetros fitosanitarios no se evalúan más
31	Razones bióticas. Ej.: ataque de escolítidos	Árbol muerto en pie
32	Razones abióticas. Ej: sequía	Árbol muerto en pie
33	Rotura de copa	Árbol muerto en pie
34	Rotura del tallo por debajo de la base del árbol y por encima de 1.3 m	Árbol muerto en pie
38	Causa de muerte desconocida	Árbol muerto en pie
39	Causa no determinada/ observada	Árbol muerto en pie
41	Razones abióticas (ej: tormenta)	Árboles caídos (vivos o muertos)
42	Razones bióticas (ej: castores)	Árboles caídos (vivos o muertos)
48	Causa desconocida	Árboles caídos (vivos o muertos)
49	Causa no determinada/ observada	Árboles caídos (vivos o muertos)

8. Defoliación: en porcentajes del 5% de la siguiente manera:

Code	Description
0	0%
5	>0-5%
10	>5-10%
15	>10-15%
20	>15-20%
25	>20-25%

30	>25-30%
35	>30-35%
40	>35-40%
45	>40-45%
50	>45-50%
55	>50-55%
60	>55-60%
65	>60-65%
70	>65-70%
75	>70-75%
80	>75-80%
85	>80-85%
90	>85-90%
95	>90-95%
99	>95 y todavía vivo
100	100% (muerto en pie)
-1	No evaluado

Estos porcentajes a efectos estadísticos, se agrupan en las siguientes clases de defoliación:

0-10%	CLASE 0 (defoliación NULA)
>10%-25%	CLASE 1 (defoliación LIGERA)
>25%-60%	CLASE 2 (defoliación MODERADA)
> 60%	CLASE 3 (defoliación GRAVE)
100%	CLASE 4 (ÁRBOL SECO/MUERTO)

9. Clase social:

Código	Clase social
1	Dominante
2	Subdominante
3	Codominante
4	Suprimido
5	Muerto/moribundo

10. Sombreado de copa

Código	Sombreado de copa
1	Copa afectada en 1 lado
2	Copa afectada en 2 lados
3	Copa afectada en 3 lados
4	Copa afectada en 4 lados
5	Copa desarrollada en espacio abierto (no afecta ningún lado)

6	Árbol dominado
---	----------------

11. Visibilidad

Código	Visibilidad
1	Copa entera visible
2	parte de la copa es visible
3	Copa visible a contraluz o desde abajo
4	Copa no visible

12. Copa evaluable

Código	Copa evaluable
1	Tercio superior de la copa
2	Mitad superior de la copa
3	La zona más ancha marca el límite inferior
4	Parte sin síntomas de competencia
5	Copa entera
9	Otros

13. Fructificación copa evaluable

Código	Fructificación
1.1	Ausente - No hay signos, ni siquiera con observación concienzuda de la copa
1.2	Escasa - No se ven los frutos en un primer vistazo, sino al mirar concienzudamente.
2	Común - La fructificación es claramente visible
3	Abundante - La fructificación domina la apariencia del árbol.

14. Fructificación en toda la copa: Misma codificación evaluando sobre toda la copa

15. Floración copa evaluable:

Código	Floración
1	Ausente
2	Normal
3	Abundante

16. Floración toda la copa: Misma codificación evaluando sobre toda la copa

17. Transparencia: en porcentajes del 5%

18. Forma de copa:

Código	Especie	Forma de copa
21	Fagus sylvatica	Árboles con crecimiento vigoroso
22	Fagus sylvatica	Crecimiento reducido de los brotes apicales
23	Fagus sylvatica	Crecimiento del brote apical fuertemente reducido (garra)
24	Fagus sylvatica	Desarrollo de 23, con pérdida de brotes laterales
29	Fagus sylvatica	Otros
31	Pinus sp	Árboles con crecimiento vigoroso
32	Pinus sp	Dominio apical reducido o nulo
33	Pinus sp	Ramas inferiores perdidas por supresión
34	Pinus sp	Plataforma en desarrollo, con una dirección de crecimiento dominante que ya no es hacia arriba
35	Pinus sp	Plataforma totalmente desarrollada, sin crecimiento vertical
39	Pinus sp	Otro: especificar

19. Brotes epicormicos

Código	Brotes epicormicos
1	Ninguno
2	Medio
3	Abundante

20. Distancia relativa de copa:

Código	Distancia relativa de copa
1	Trabado
2	Cerrado
3	separación entre las copas es < de 1/3 del diámetro medio de la copa
4	separación entre copas es < de 2/3 del diámetro medio de la copa
5	Distante
6	Muy distante

21. Arquitectura de brotes apicales: Para *Fagus sylvatica*

Código	Arquitectura de brotes apicales
1	Fase exploratoria
2	Forma intermedia 1/3
3	Fase de degeneración
4	Formulario intermedio 3/5

5	Fase de estancamiento
6	Formulario intermedio 5/7
7	Fase de renuncia
8	Fase de regeneración

22. Edad del árbol: En clases de 20 años

Código	Edad del árbol
1	<20
2	21-40
3	41-60
4	61-80
5	81-100
6	101-120
7	121-140
8	141-160
9	>160

23. Método de estimación de la edad

Código	Método estimación de edad
1	Mediante fechas contrastadas del establecimiento de la masa
2	Tocones de árbol
3	Determinación de la edad de las ramitas más bajas
4	Mediante perforación de los árboles y extracción de un cilindro de madera
5	Evaluación (imposible en la mayoría de los casos)
6	Estimación sin ninguna información exacta.

24. Árbol de referencia:

Código	Brotos epicormicos
1	Árbol de referencia local
2	Árbol de referencia absoluto
3	Combinación de árbol de referencia local y absoluto
4	Ninguno

25. Otras Observaciones

V.B Archivo ESXXXX.TRD

1. **Número secuencial:**
2. **Código de la parcela:** El código de cada parcela está formado por un número y la abreviatura de la especie que caracteriza la parcela Qi (Quercus ilex), Ppa (Pinus pinea), Ps (Pinus sylvestris), Qpy (Quercus pyrenaica), etc.).
3. **Fecha de evaluación:** en formato DDMMAA (Ej.: 070802 - 7 de agosto de 2002 -, etc.)
4. **Número del árbol:** Número asignado al árbol en la instalación de la parcela, debe ser único y estar marcado de forma permanente.
5. **Parte afectada, especificación y su localización:** Hojas, ramas o tronco. En el caso de hojas: acículas del año, antiguas, todas las edades, frondosas. (**Anexo III:** Cuadro de Síntomas)

Parte afectada	Especificación de la parte afectada	Código	Localización en la copa	Código
Hojas / acículas	Acículas del año	11	Parte superior copa	1
	Acículas antiguas	12	Parte inferior copa	2
	Acículas de todas las edades	13	Manchas	3
	Frondosas (incluidas especies perennifolias)	14	Toda la copa	4
	Brotes del año	21		
Ramas / brotes y yemas	diámetro < 2 cm. (ramillos)	22	Parte superior copa	1
	diámetro 2 - < 10 cm.	23	Parte inferior copa	2
			Manchas	3
	diámetro >= 10 cm.	24	Toda la copa	4
	tamaño variable	25		
	guía principal	26		
	yemas	27		
	frutos del año	28		
Tronco / cuello de la raíz	Tronco parte superior de la copa	30		
	Tronco dentro de la copa	31		
	Tronco	32		
	Raíces (expuestas) y cuello de la raíz	33		
	Tronco completo	34		
*Árbol muerto		4		
Sin síntomas en ninguna parte del árbol		0		

No evaluado		9		
-------------	--	---	--	--

* Los árboles muertos deben recibir un código 4. La causa de la muerte deberá consignarse en la columna reservada al agente causante. En el caso que no se conozca la causa de la muerte, es posible agregar otra línea con la descripción del síntoma. La muerte del árbol se registra solo 1 año (el primer año que se observa) y no deberá registrarse en años sucesivos, a no ser que a posteriori se descubra cual fue la causa de la muerte y se quiera dejar registrado.

6. **Síntoma del daño:** como hojas parcial o totalmente comidas, decoloraciones, deformaciones etc., o necrosis de ramas etc., o heridas en tronco, etc.
7. **Especificación del síntoma:** concreta si son agujeros, muecas, etc. (**Anexo III:** Cuadro de Síntomas)

Parte afectada	Síntoma/signo	Código	Especificación del síntoma	Código
Hojas / acículas	Parcial o totalmente comidas/perdidas	01	agujeros o parcialmente comidas/perdidas	31
			Muecas (margen hojas/acículas afectado)	32
			Totalmente comidas/perdidas	33
			Esqueletizadas	34
			Minadas	35
			Caída prematura	36
	Decoloración verde claro a amarillo	02	Completa	37
			Punteado, moteado	38
	Decoloración rojo a marrón (incl. necrosis)	03	Marginal	39
			Bandeado	40
	Bronceado	04	Internervial	41
			Puntas/apical	42
	Otro color	05	Parcial	43
			A lo largo de los nervios	44
	Microfilia (hojas pequeñas)	06		--
	Otro tamaño anormal	07		--
	Deformaciones	08	rizadas	45
			inclinadas	46
			enrolladas	47
			flexionadas por el peciolo	48
			plegadas	49
			agallas	50
			marchitamiento	51
	otras deformaciones	52		
Otros síntomas	09			
Signos de insectos	10	Cobertura negra en hojas	53	
		Nidos	54	
		Adultos, larvas, ninfas, capullos, puestas	55	
Signos de hongos	11	Cobertura blanca en hojas	56	
		Cuerpos de fructificación	57	
Otros signos	12			

Ramas / brotes y yemas	Comidos/ perdidos	01		
	Rotura	13		
	Muerto/moribundo	14		--
	Aborto	15		
	Necrosis (partes necróticas)	16		
	Heridas (descortezamientos, grietas, etc.)	17	descortezamientos	58
			grietas	59
			otras heridas	60
	Flujo de resina (coníferas)	18		
	Exudaciones (frondosas)	19		--
	Pudriciones	20		
	Deformaciones	08	Marchitamiento	51
			dobladas, caedizas, curvadas	61
			Cancros	62
			Tumores	63
			Escobas de bruja	64
			Otras deformaciones	52
Otros síntomas	09			
Signos de insectos	10	Perforaciones, serrín	65	
		Nidos	54	
		Punteados o coberturas blancas	66	
		capullos, puestas	55	
Signos de hongos	11	Cuerpos de fructificación	57	
Otros signos	12			
Tronco / cuello de la raíz	Heridas (descortezamientos, grietas, etc)	17	descortezamientos	58
			Grietas (grietas de heladura, ...)	59
			Otras heridas	60
	Flujos de resina (coníferas)	18		
	Exudaciones (frondosas)	19		--
	Pudriciones	20		
	Deformaciones	08	Cancros	62
			Tumores	63
			Fendas longitudinales (grietas por heladura,...)	68
			Otras deformaciones	52
	Inclinado	21		
	Caído (con raíces)	22		
	Rotura	13		--
	Necrosis	16		
	Otros síntomas	09		
Signos de insectos	10	Perforaciones, serrín	65	
		Punteados o coberturas blancas	66	
		capullos, puestas	55	
Signos de hongos	11	Cuerpos de fructificación	57	
		Ampollas amarillo - anaranjadas	67	
Otros signos	12			

¡ATENCIÓN! Si en especificación de la parte afectada se ha consignado el valor 09 (no hay evaluación), tanto en “síntoma” como en “especificación del síntoma” se consignará el valor 99.

8. Localización del daño en la copa

Código	Localización en la copa
1	Parte superior de la copa
2	Parte inferior de la copa
3	Manchas
4	Toda la copa
9	Ninguna evaluación

9. Edad del daño

Código	Edad del daño
1	Reciente (no observado en la evaluación anterior)
2	Antiguo (observado anteriormente)
3	Ambos
9	Ninguna evaluación (sin evaluación de daños, cuando se haya consignado el valor 09 en especificación de la parte afectada).

10. Agentes causantes del daño (ver en Anexo IV)

11. Nombre científico del agente causante del daño: Especificar el nombre de la causa, con un código que consta de siete letras, las cuatro primeras corresponden a las cuatro letras iniciales del género y las tres siguientes a las tres letras iniciales de la especie; ejemplo: *Lophodermium seditiosum* – LOPHSED. Ver los códigos para los principales agentes dañinos en Europa en la siguiente dirección que se actualiza periódicamente por los expertos:

https://icp-forests.org/documentation/Dictionaries/d_cause_sc_name.html

12. Extensión del daño:

Código	Extensión del daño
0	0%
1	1–10%
2	11-20%
3	21-40%
4	41-60%

5	61-80%
6	81-99%
7	100%

13. Otras Observaciones: Texto

**COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA DE NACIONES UNIDAS
CONVENIO MARCO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA**

PROGRAMA INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN PARA EL SEGUIMIENTO
Y LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LOS BOSQUES

MANUAL RED CE 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.



PARTE III

ESTIMACIÓN DEL CRECIMIENTO Y LA PRODUCCIÓN



Área de Inventario y Estadística Forestal (AIEF)

INDICE

1	Introducción.....	1
1.1	Alcance y aplicación.....	1
1.2	Objetivos.....	1
2	Diseño y localización del muestreo.....	2
2.1.	Parcelas de muestreo.....	2
2.2.	Arboles de muestreo.....	2
2.3	Equipo y material.....	3
3	Mediciones y parámetros.....	3
3.1	Seguimiento periódico de los crecimientos.....	3
3.2	Seguimiento de los crecimientos en continuo.....	4
4	Control y aseguramiento de la calidad.....	5
4.1	Tipo de errores.....	6
4.2	Procedimientos de control y aseguramiento de la calidad.....	6
4.3	Límites de plausibilidad.....	7
5	Procesado de datos.....	8
5.1	Mediciones periódicas.....	8
5.2	Mediciones en continuo.....	8
6	Manual de referencia y Base de datos ICP-Forests.....	8

ANEXOS

Anexo I.	Propuesta de estadillos.....	13
Anexo II.	Directrices para las mediciones.....	15
Anexo III.	Estructura de archivos, descripción de campo y códigos empleados.....	21

1 INTRODUCCIÓN

Este Manual se centra en la evaluación del crecimiento y la producción dentro de las parcelas de Nivel II. El crecimiento de los árboles es un parámetro ecológico básico de los bosques, y por tanto tiene una importancia alta como indicador del estado de los mismos.

El crecimiento se define como el incremento periódico de los árboles, incluyendo este concepto el incremento de diámetro, área basimétrica, altura y volumen. Todos estos parámetros se pueden relacionar con factores tanto internos como externos de la masa, sirviendo como parámetros representativos sobre la reacción de los árboles y las masas a los cambios en la parcela de las condiciones ambientales. Como las mediciones se llevan a cabo en parcelas fijas, se puede realizar el cálculo de estimaciones relacionadas con el área.

El crecimiento del árbol se evalúa mediante la medición periódica del incremento de todos los pies de la parcela, y la evaluación continua y permanente del diámetro de algunos pies seleccionados en la parcela. Además, la evaluación de la estructura de la masa aporta información para la interpretación de los resultados de otros muestreos como vegetación, defoliación, deposición...etc.

1.1 Alcance y aplicación

Esta parte del Manual pretende establecer una metodología consistente para la toma de datos de alta calidad, armonizados y comparables, en las parcelas de Nivel II. Los datos de crecimiento obtenidos no son susceptibles de ser extrapolados a superficies mayores. En este sentido, las parcelas se deberían entender como sitios permanentes de monitoreo, y no como parcelas de inventario forestal.

El estudio del crecimiento, mediante mediciones periódicas no destructivas, es necesario en las parcelas de Nivel II. Es obligatorio realizar un inventario completo que incluye el crecimiento y la regeneración cada 5 años en cada parcela. El crecimiento individual de los árboles se evaluará utilizando bandas de circunferencia o dendrómetros.

1.2 Objetivos

El objetivo principal del seguimiento del crecimiento en las parcelas de Nivel II es proporcionar una evaluación adicional sobre el estado de salud del árbol y de la masa. Estas evaluaciones, junto con otras llevadas a cabo en Nivel I, formarán las bases para análisis integrales de los distintos tipos de bosques existentes en la UE.

Las mediciones repetidas no destructivas en árboles idénticos reducen los errores estadísticos. Esto se puede lograr mediante el uso de dendrómetros. Aunque los métodos destructivos son más precisos y brindan posibilidades para reconstruir el desarrollo de incrementos pasados, su uso está restringido a una muestra pequeña de árboles.

El crecimiento es un fenómeno anual impulsado por la estacionalidad climática. Se propone un intervalo mínimo de cinco años de mediciones de crecimiento en todos los árboles de la parcela de Nivel II.

2 DISEÑO Y LOCALIZACIÓN DEL MUESTREO

El seguimiento del incremento del arbolado se puede realizar aplicando cuatro procedimientos:

- Mediciones periódicas de todos los árboles en las parcelas o subparcelas;
- Aplicación de bandas de diámetro permanente de lectura manual para información sobre el crecimiento anual.
- Aplicación de bandas de medición continua (dendrómetros) para información en intervalos cortos.
- Muestreo de discos o núcleos incrementales para establecer patrones de crecimiento retrospectivo

2.1 Parcelas de muestreo

A la hora de establecer las parcelas, es importante prever la continuidad de estas, al menos durante 15 años, para tener tiempo de recopilar series históricas útiles. En el momento de la instalación de la parcela, se deben enviar las coordenadas de los árboles individuales para todos los árboles de la clase dominante, codominante y subdominante.

El tamaño de la parcela de Nivel II debe ser de un mínimo de 50x50m (0.25ha), tal y como se establece en la Parte I de este Manual. También es sabido que las parcelas constan de una parcela interior donde se sitúan los dispositivos de seguimiento, y una zona buffer. A efectos de medición de crecimientos, es recomendable que esta zona buffer tenga una anchura mínima equivalente a la altura media de los pies dominantes en la parcela y su entorno.

Sólo en el caso en que el estado de la masa haga imposible la evaluación periódica del conjunto de los pies, (eg: masas muy densas...), se puede considerar una subparcela, siempre que tenga el tamaño suficiente para proporcionar estimaciones fiables del incremento de la masa durante los periodos de evaluación y se debe informar de la posición y el tamaño exacto de cualquier subparcela.

En caso de cortas, se debe aprovechar al máximo cualquier árbol eliminado para realizar mediciones adicionales (por ejemplo, análisis de tronco, evaluación de biomasa, etc.).

2.2 Árboles de muestreo

Los árboles seleccionados para el muestreo van a depender del tipo de seguimiento seleccionado, en el caso de que los árboles de seguimiento se encuentren fuera de la parcela principal, la ubicación de estos también debe reportarse en la base de datos, y quedarse registrados como tal.

2.2.1 Seguimiento periódico

Se trata de la medición periódica de todos los árboles que forman parte de la parcela. (Ver Parte I punto 3.4 selección de los árboles de la parcela) Se medirán los diámetros a la altura del pecho (1,30m). El Manual de referencia de ICP-Forests recomienda una frecuencia para este tipo de medición de 5 años para obtener una evaluación de crecimiento confiable y estimaciones de cambio de incrementos, se requieren un

mínimo de cuatro inventarios de crecimiento a 5 años en parcelas / subparcelas idénticas (= 3 periodos de incremento).

En las parcelas españolas de la Red Nivel II los datos de crecimiento con seguimiento periódico se toman anualmente, en todos los árboles de la parcela, en los 10 árboles destinados a la toma de muestra foliar que se encuentran en la zona buffer, y en el árbol de referencia.

2.2.2 Seguimiento continuo

Se trata de la medición continua de la circunferencia de una submuestra de árboles preseleccionados, mediante bandas de circunferencia (dendrómetros de cinta), con estas mediciones se pretende caracterizar el comportamiento de crecimiento en relación con factores ambientales. Preferentemente, se intentará hacer coincidir los árboles de la submuestra con los que se evalúan fenológicamente (ver Parte VIII de este Manual, Estudio de procesos fenológicos). El Manual de referencia de ICP-Forests da libertad para definir los intervalos de medición que van desde semanal hasta un mínimo anual. En las parcelas españolas de la Red II estos datos se toman mensualmente en 15 árboles.

2.3 Equipo y material

Los métodos utilizados para determinar el diámetro y la altura de los árboles deben registrarse y enviarse junto con los datos de medición. Los materiales utilizados para la toma de datos dendrométricos, son, entre otros, los siguientes:

- Dendrómetros: Para medición en continuo, dendrómetros de cinta con lecturas manuales periódicas.
- Forcípulas, cinta métrica o cinta de diámetro: Para medición de diámetro
- Hipsómetros: Para medición de alturas
- Calibrador de corteza con precisión de 0.1 cm

3 MEDICIONES Y PARÁMETROS.

Como ha quedado expuesto hasta ahora, en España la evaluación de los crecimientos se realiza de dos formas:

1. El seguimiento periódico de los crecimientos: Mediante medición anual de todos los árboles de parcela del diámetro y altura, y en una submuestra de los mismos se mide también, espesor de corteza, alto y ancho de copa.....

2. El seguimiento de los crecimientos en continuo: Mediante la medición del diámetro con periodicidad mensual de los dendrómetros instalados en 15 árboles en cada parcela.

3.1 Seguimiento periódico de los crecimientos.

Se lleva a cabo con periodicidad anual, y está establecida de la siguiente forma:

- **Diámetro normal y altura del fuste** en todos los árboles de la parcela, así como en los destinados a la muestra foliar que se ubican en la zona tampón aneja, y en el árbol tipo.

- **Altura y anchura de la copa / espesor de corteza** en una submuestra definida, en el interior de la parcela de Nivel II, se realiza en los árboles número 1, 10, 20, 30, etc. También se incluyen en las mediciones los árboles destinados a la recogida de muestra foliar, y el árbol de referencia (árbol tipo).

Las mediciones se llevarán a cabo en época estival.

Debe marcarse en el tronco la altura a la que se mide el diámetro normal, y quedar registradas las coordenadas espaciales de todos los árboles (cepas en el caso de montes bajos) de la submuestra, para así permitir tanto la futura localización de los árboles, como la evaluación adecuada de otros factores que tienen una influencia significativa en los crecimientos.

Se recomienda llevar a cabo una evaluación del crecimiento de la parcela previamente a la realización de cualquier operación selvícola, especialmente cuando se trate de claras, ya que su medición a posteriori puede inducir a errores en la estimación de crecimientos, incrementando dichos valores considerablemente.

Debe documentarse las bajas del arbolado, ya sea por mortalidad natural o talas. El procedimiento es el mismo que el descrito en la Parte II y III del presente Manual. Se propone en el Anexo formulario para la toma de datos de crecimientos en las mediciones periódicas. Además, también se pueden encontrar directrices detalladas sobre cómo llevar a cabo las mediciones.

3.2 Seguimiento de los crecimientos en continuo

Se lleva a cabo con periodicidad mensual, en una submuestra de 15 árboles.

Este tipo de mediciones se basan en la lectura manual de los cambios en la circunferencia mediante cintas diamétricas o dendrómetros fijos. No se recomienda otro tipo de medición de tipo mensual o anual, porque los errores de medición serían mayores que el incremento estimado.

Así, en cada parcela de la Red de Nivel II en España hay instalados 5 dendrómetros o cintas diamétricas desde 1999, ampliadas a 15 en 2010, de las cuales, como norma general, 5 se encuentran en la subparcela interior vallada, y 10 en el interior de la parcela arbolada 50x50, haciéndolos coincidir preferiblemente con árboles donde se evalúa la fenología. Debido a los fenómenos de movimiento/parada de savia en el interior del tronco en primavera/invierno, el crecimiento no experimenta un incremento continuo entre enero (mínimo del año) y diciembre (máximo del año), sino que tiene además un movimiento de oscilación más acusada en el momento del inicio de la actividad vegetativa que ha querido evaluarse.

Es importante que se remitan los métodos utilizados para la determinación de dbh y altura del árbol. Con respecto al diámetro hay códigos en la base de datos para describir la herramienta de medición, con respecto a la altura del árbol, debe indicarse si el valor fue medido, estimado o modelado.

Los tipos de dendrómetros utilizados son:

1. Cinta diamétrica D1_Datasheet
2. Dendrómetro EMS DB20 (más duraderas al ser de acero inoxidable)



Figura 1: Tipos de dendrómeto

Las mediciones se llevan a cabo mensualmente. En caso de ser necesario, se tensarán las cintas para mejorar el ajuste, y en todo caso se sustituirán en caso de estar dañadas.

En los Anexos, se propone un formulario para la toma de datos de crecimientos en las mediciones en continuo correspondientes a los 12 meses.

4 CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

En el caso de las mediciones de crecimiento, el control de calidad es especialmente importante ya que los valores brutos tomados se usarán para calcular valores adicionales (volúmenes...). Es importante diferenciar los tipos de errores que se pueden producir, y si estos se producen de forma sistemática sobre un mismo valor, o de forma aleatoria. Los errores de muestreo se producen cuando se realizan sobre

una parte de la muestra (subparcelas). Los errores de observación surgen cuando las mediciones o las observaciones se desvían del valor verdadero. Por último, si la estimación del área de la parcela es errónea, todas las estimaciones basadas en superficie lo serán.

4.1 Tipos de errores

Se pueden distinguir las siguientes causas de errores de medición y evaluación:

- **Errores sistemáticos:**
 - sesgo del instrumento (bandas o calibradores de diámetro defectuosos o dispositivos de medición de altura);
 - despreciar la influencia de la temperatura en el dispositivo de medición
 - inexactitud de la medición (incluidos los errores de redondeo).
- **Errores aleatorios:**
 - Definición ambigua de las variables de evaluación (por ejemplo, la definición normalmente difícil de la base de la copa del árbol)
 - entrenamiento insuficiente (por ejemplo, un observador apunta a las ramas externas y no a la copa del árbol para la medida de la altura)
 - inexactitud de la medición (por ejemplo, si la unidad de escala es de un grado usando un clinómetro)
 - condiciones de medición (tallos irregulares, sotobosque denso, copa grande de forma redonda o árboles inclinados para medir la altura de los árboles);
 - errores de escritura / mecanografía, errores de audición

4.2 Procedimientos de control y aseguramiento de la calidad

Los procedimientos de control son necesarios aplicarlos antes, durante y después de la toma de datos:

Planificación:

- Revisión crítica de los parámetros que se van a medir (precisión deseada, costes...)
- Definición clara de los mismos
- Elección adecuada de la instrumentación y los métodos de medición
- Selección de equipos de campo cualificados
- Diseño de muestreo objetivo
- Establecimiento de una superficie de muestreo suficiente

Antes:

- Selección de equipos de campo con la formación adecuada
- Calibración de los instrumentos

Durante:

- Los datos fijos que no se van a tomar porque ya se hizo en evaluaciones previas se llevarán desde gabinete (ej. georreferencias para ayudar a localizar los árboles); para mediciones repetitivas de dimensiones del árboles, los valores de otros años no deberían estar disponibles, pero puede ser útil tenerlos disponibles en los grabadores de datos portátiles para detectar valores imposibles, o llevar a cabo una segunda medición.
- Minimización de las circunstancias de variación de la evaluación, por ejemplo:
 - Dejar marcada la altura dbh (1,3)
 - Documentar la posición desde la que se toman las alturas
 - Establecer las condiciones climáticas bajo las cuales no se deberían tomar mediciones
- Controles independientes (5-10% de los datos, o un número adecuado para las mediciones repetitivas)
- Ejercicios de entrenamiento periódicos
- Mediciones repetidas
- Calibración continua de los equipos

Después

- Aplicación de test de plausibilidad y estándares definidos para valores máximos y mínimos
- Comprobaciones de plausibilidad adecuadas en el análisis de datos (combinaciones de valores posibles. ratios entre alturas y diámetros)
- Asignar, por cada parámetro a evaluar, una columna adicional para recoger posibles correcciones, o información derivada de la comprobación de datos.

4.3 Límites de plausibilidad.

En la Tabla 1 se presenta una propuesta de verificación de la plausibilidad de los datos en los países participantes. Se pueden utilizar adaptaciones a los valores específicos de las especies de árboles o países para desarrollar procedimientos de verificación de datos más potentes.

Tabla 1: Límites de plausibilidad para las variables de crecimiento forestal.

Variable	Unit	Minimo	Maximo	
Especies	Lista			No se permiten cambios
Dbh	cm	5,0*	200,0	
Altura	m	1,5	50,0	
Altura de la base de copa	m	0	40,0	Menos que altura
Ancho de copa	m	0,1	20,0	
Espesor de corteza	cm	0,1	9,9	
Ancho del anillo del árbol	cm	0,0	3,0	"0" para anillos ausentes

Ancho de madera temprano / tardío	cm	0,0	3,0	
Relación h/dbh (altura en m y dbh en cm)		0,25	3,0	
Volumen (solo árbol)	m ³	0,001	40,0	
Cambio en dbh en 5 años	cm	-0,0	20,0	
Cambio en dbh en un año	cm	-0,0	6,0	

* 3 cm en caso de monte bajo

5 PROCESADO DE DATOS

Antes de introducir los datos en las Bases de datos, estos deben ser procesados

5.1 Mediciones periódicas.

La toma de datos estival nos aportará datos de diámetros y alturas de todos los árboles de la parcela. Los datos de existencias (m³ VCC) se pueden obtener aplicando ecuaciones de cubicación. En caso de no disponer de ecuaciones específicas para la masa donde se encuentra la parcela, se pueden aplicar ecuaciones extraídas del IFN (Ejemplo, tablas 401-403 IFN3). Otros parámetros dasométricos de la parcela que se pueden obtener con estos datos son, entre otros, área basimétrica por ha, diámetro cuadrático medio, altura dominante....

5.2 Mediciones en continuo

Para cada una de las cintas instaladas y año de observación, se puede obtener el crecimiento medio, mediante diferencia entre los valores máximos y mínimos anuales –expresado en datos absolutos y en porcentaje sobre el diámetro mínimo- junto con la oscilación o diferencia entre el diámetro en enero y diciembre de cada año, en idénticos términos; y que no tiene necesariamente que coincidir, debido a movimientos de expansión y contracción del tronco ligados al flujo o parón de la savia.

6 MANUAL DE REFERENCIA DE ICP FORESTS

El Manual de referencia de ICP-Forests es Part V-Tree Growth (<http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>).

El código o abreviatura del muestreo en la base de datos “crecimientos” es GR (*Assessment of Growth and Increment*). La frecuencia obligatoria de muestreo que indica es 5 años para mediciones periódicas, obligatoria en todos los árboles, si bien en España se hace todos los años. Las mediciones en continuo (dendrómetros) son opcionales:

Tabla 2: Listado de parámetros de variables opcionales y obligatorios (O – optional, M – mandatory).

Variables	Nivel II		Unidades	Resolución	Precisión
	ICP	España			
Nivel Parcela					
Tamaño de la parcela crecimiento	m	✓	ha	0,0001 ha	90% @ ± 0,002 ha
Diseño de la parcela crecimiento	o	✓			
Nº de árboles evaluados	m	✓	n/ha	1	90% @ ± 10
Nivel de árbol					
Especie	m	✓			99% ± 0.
Diámetro (medición periódica)	m	✓	cm	0,1 cm	90% @ ± 1,0%
Diámetro (medida permanente)	m	✓	cm	0,01 cm	95% @ ± 0,5%
Incremento (medición continuo)	o	-	cm	0,01 cm	90% @ ± 1%
Grosor de corteza	o	✓ *	cm	0,1 cm	90% @ ± 10,0%
Altura (coníferas)	m *	✓	m	0,1 m	90% @ ± 2%
Altura (frondosas)	m *	✓	m	0,1 m	90% @ ± 5%
Alto de copa	m **	✓ *	m	0,1 m	90% @ ± 10%
Ancho de copa	o	✓ *	m	0,1 m	90% @ ± 10%
Muestreo dendroecológico	o	-	cm	0.001 cm	90% @ ± 5%
Ancho de madera anual temprana / tardía	o	-	cm	0.001 cm	90% @ ± 10%
Incremento anual de altura	o	✓	m	0,1 m	90% @ ± 5%
Volumen	o	✓	m ³	0,001 m ³	95% @ ± 10%

* Al menos en una submuestra

** De todos los árboles con medición de altura

**COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA DE NACIONES UNIDAS
CONVENIO MARCO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA**

PROGRAMA INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN PARA EL SEGUIMIENTO
Y LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LOS BOSQUES

MANUAL RED CE 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.

PARTE III

ESTIMACIÓN DEL CRECIMIENTO Y LA PRODUCCIÓN

ANEXOS



Área de Inventario y Estadística Forestal (AIEF)

ANEXO I: PROPUESTA DE ESTADILLOS

1. TOMA DE DATOS DE CRECIMIENTOS: Mediciones periódicas

Para facilitar la comprensión de la ficha, y relacionarla con el siguiente Anexo, "Directrices para las mediciones de campo", se ha codificado de tal forma que se agrupan con una letra mayúscula los parámetros que tratan de un tema común (ejemplo: A. las Características de la Parcela y B. las mediciones periódicas en los árboles). A su vez los distintos parámetros están codificados con un número entre paréntesis, ejemplo: Parcela (1). Por tanto, es fácil localizar cada uno de ellos en el texto, y así buscar las explicaciones oportunas.



**RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO Y CONTINUO DE
ECOSISTEMAS
FORESTALES - RED DE NIVEL II**

TOMA DE DATOS DE CRECIMIENTOS: Mediciones periódicas

PARCELA (1)		SUP. PARCELA (ha) (5)	
FECHA (2)		Nº ARBOLES (6)	
COORDENA DE LATITUD (3)		SUP. SUBPARCELA (ha) (7)	
COORDENADA DE LONGITUD (4)			

Nº ARBOL (8)	ESP ECI E (9)	MORTALIDAD AD (10)	FUSTE					COPA		Nº OBSER	
			DIAMETRO (cm) (11)	CORTEZA (cm) (12)	ORIENTACION (13)	ALTURA (m) (14)	VOLUMEN (m3) (15)	ANCHURA (m) (16)			ALTURA(m) (17)
								A1	A2		
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											

ALTURAS MEDIDAS CON ...

Observaciones:

2. TOMA DE DATOS DE CRECIMIENTOS: DIALDENDROS-CINTAS MÉTRICAS



RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO Y CONTINUO DE ECOSISTEMAS

TOMA DE DATOS DE CRECIMIENTOS: DIALDENDROS-CINTAS MÉTRICAS

PARCELA

Jefe de Equipo

Nº ARBOL	FECHA												
	INTERIOR/ EXTERIOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													

Incidencias/Observaciones:

ANEXO II: DIRECTRICES PARA LAS MEDICIONES EN CAMPO

A. Características de la Parcela.

(1) Código de la parcela: El código de cada parcela está formado por un número y la abreviatura de la especie que caracteriza la parcela Qi (*Quercus ilex*), Ppa (*Pinus pinea*), Ps (*Pinus sylvestris*), Qpy (*Quercus pyrenaica*), etc.

(2) Fecha: Se indicarán en el siguiente orden: día, mes y año, utilizando para cada uno de ellos dos dígitos. Ejemplo: Día Mes Año 12 08 99

(3 y 4) Coordenadas de Latitud y Longitud: Se anotarán seis dígitos completos las coordenadas geográficas de latitud y longitud correspondientes al centro de la parcela de observación, medidos con GPS o restituidas en plano (foto aérea de gran detalle). Ejemplo:

	+/-	Grados		Minutos		Segundos	
Latitud	+	5	0	2	0	2	7
Longitud	-	0	1	1	5	3	2

La primera casilla se usa para indicar el signo + ó – de la coordenada.

(5) Superficie de la parcela: Se mide en m². La dimensión mínima es de 2500 m² (0,25 ha) que resulta de marcar sobre el terreno una parcela de 50 x 50 m.

(6) Número de árboles: Número de árboles en la parcela.

(7) Superficie Subparcela: En el caso de haber definido una subparcela, se indicará la superficie de la subparcela en hectáreas.

B. Mediciones periódicas a nivel árbol.

(8) Número de árbol: Número del árbol que se va a medir.

(9) Especie: Ver códigos en la Parte II de este Manual (Evaluación del estado sanitario,) Anexo II

(10) Mortalidad: Ver códigos en la Parte II de este Manual (Evaluación del Estado Sanitario del arbolado), Anexo V

Datos del Fuste y de la Copa: El diámetro normal y otros parámetros físicos no deben ser medidos durante las fases de posible variación de estos parámetros.

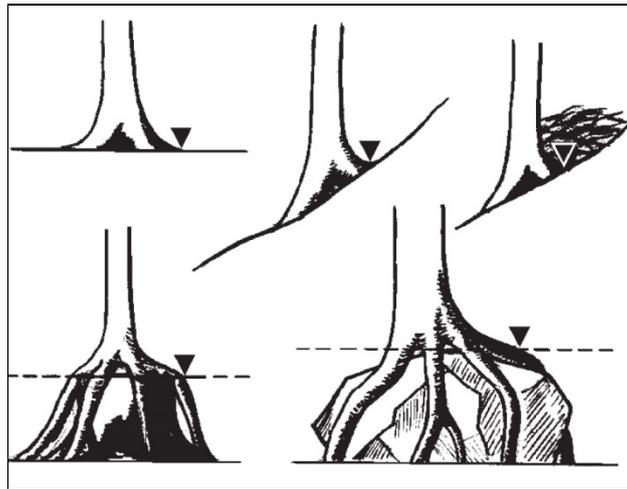
(11) Diámetro a la altura del pecho o diámetro normal: Las mediciones se harán usando una cinta diamétrica o instrumento de similar exactitud, redondeando hacia arriba en intervalos de 0,1 cm.

El punto o puntos de medida estarán claramente marcados en el árbol, consistiendo el marcaje en un punto situado a 1,3 m de la base, realizado con pintura blanca, que debe remarcarse periódicamente para evitar su desaparición.

En el caso de tratarse de varios brotes que formen una única cepa (monte bajo), se realizará la medición en los más relevantes, obteniéndose la media de las estimaciones (es preciso referenciar con una marca de pintura los brotes elegidos).

Si se trata de árboles bifurcados a una altura menor de 1,30 m, se procederá en el mismo sentido que anteriormente, siempre que existan varios fustes viables que formen una copa conjunta.

Los diámetros se han de medir perpendicularmente al eje longitudinal del tronco (p.e. en ángulo, en el caso de árboles inclinados). Si existiera una irregularidad justo a 1,3 m, las mediciones del diámetro se tomarán en puntos por encima y por debajo de la irregularidad (que se marcarán con pintura) y los valores obtenidos se promediarán.



En los árboles con raíces superficiales formando contrafuertes sobre el nivel del terreno, los diámetros se medirán a 1,3 m sobre el nivel del terreno en el lado superior del árbol. Los líquenes y residuos sueltos se deben eliminar previamente a las mediciones.

(12) Espesor de corteza: Se define el espesor de corteza como el grosor medio de la corteza en cm, medido desde la superficie de la corteza hasta la madera usando un calibre manual a 1,3 m de altura y al menos realizando dos mediciones perpendiculares al eje del fuste. Se utiliza un calibre de corteza con precisión de 0.1 cm, se pueden completar las mediciones con árboles caídos o extraídos recientemente de la parcela o los alrededores.

(13) Orientación: Ver códigos en la Parte I de este Manual (Base física de muestreo: La Parcela) Anexo I Archivo PLT.

(14) Altura del árbol: La altura del árbol se define como la distancia vertical existente entre el punto más alto de la copa viva y la superficie del terreno. Se diferencia de la longitud del árbol, la cual se define como la longitud desde el nivel del terreno hasta el ápice del árbol (Fig. 1).

Donde sea posible, las mediciones se deben aproximar a 0,1 m, redondeando hacia arriba; aunque se reconoce que este nivel de exactitud es difícil que pueda alcanzarse, se intentará lograr en la medida de lo posible. Se ha de registrar la posición (p.e. rumbo y distancia desde el árbol) desde la cual se realiza la medición con objeto de permitir que las mediciones futuras se hagan exactamente desde la misma posición.

Una opción alternativa puede ser marcar permanentemente en el terreno las posiciones desde las que se realizan las medidas. Aunque es un hecho reconocido que las condiciones de visibilidad pueden cambiar tras varios años (crecimiento de la

vegetación no inventariable, desarrollo de las copas, etc) esto sería una forma de limitar los errores de medición.

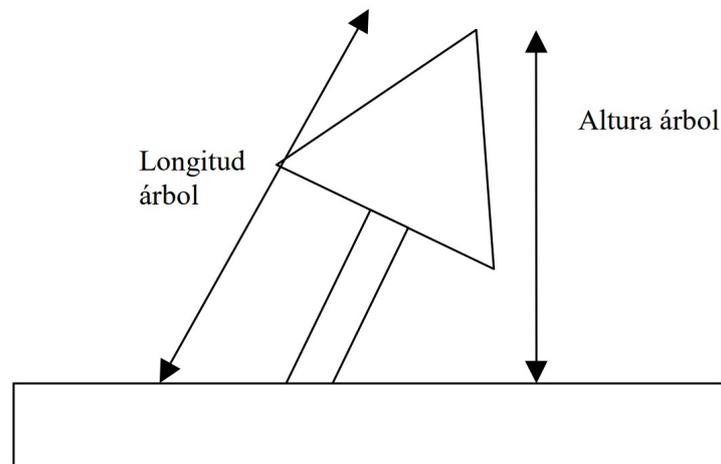


Figura 1. Diferencia entre altura y longitud del árbol.

En algunos casos (p.e. dieback, muerte de los brotes), se define el ápice del árbol como el brote vivo más alto de la copa. Aunque no sea fácil ver el ápice del árbol cuando se miden caducifolios durante el invierno, se debe evitar el incluir en la medición a aquellas ramas secas muertas que se encuentran en el ápice y que tienen tendencia a romperse antes de la llegada de la primavera.

En el caso de árboles inclinados, se deben realizar las mediciones de la altura perpendicularmente al nivel del terreno. Cuando el árbol se encuentra en una ladera (> 6% de pendiente), se aconseja tomar las mediciones de la altura situándose a la misma altitud a la que se encuentra la base del árbol o por encima de ella.

(15) Volumen: Basándonos en el/los diámetro/s medidos y alturas, se puede estimar el volumen del árbol bien usando valores modulares locales conocidos o bien a través de tablas para la estimación de volúmenes. El volumen del árbol se expresará en metros cúbicos (m³) con aproximación de tres decimales.

(16) Anchura de la Copa: La anchura de copa se define como la media de entre dos o más mediciones de la proyección de copa tomadas perpendicularmente la una a la otra y excluyendo ramas epicórmicas. Al menos se deben medir cuatro radios (Fig. 2), requiriéndose ocho o más radios para poder dibujar con precisión los mapas de copas dentro de los rodales.

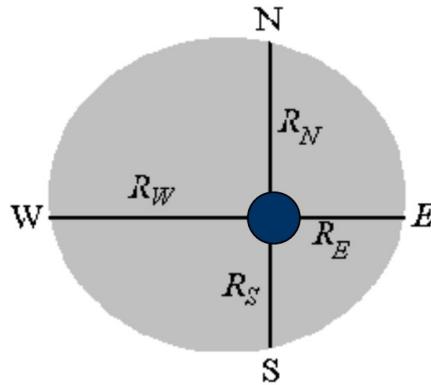


Figura 2. Medición de la anchura de la copa.

Cuando se miden 4 radios, estos deben estar orientados al Norte, Sur, este y Oeste. Cada uno de estos radios debe ser medido a partir del tronco, añadiéndose la parte correspondiente al radio del tronco. Otro procedimiento más sencillo es medir siguiendo las dos direcciones principales de la parcela, porque el evaluador tiene todo el rato a la vista los límites que las marcan pintados en los troncos.

Las aproximaciones en las mediciones se deben hacer a 0,5 m y se debe anotar la media para el árbol. En monte bajo, la copa de todas las cepas formadas por copas de los brotes individuales se consideran como una única copa. La anchura de copa se mide por tanto para el conjunto.

(17) Altura de la Copa: La altura de copa se define como la distancia vertical existente entre la base de la copa y el punto más alto y vivo de esta (Fig.3). La base de la copa se define como la base obvia de la misma. Por ejemplo, la base del volumen significativo de follaje (o de brotes, si las mediciones se toman en invierno) que se encuentre más abajo, y no el punto donde las ramas que soportan el follaje se unen al tronco; las ramas epicórmicas no se incluyen. Cuando este dato sea variable debe tomarse la media. Si la copa no es continua, se considera que la parte más baja es aquella rama inferior de al menos 3 cm de diámetro que se encuentra a 2 m como máximo de la parte principal de la copa.

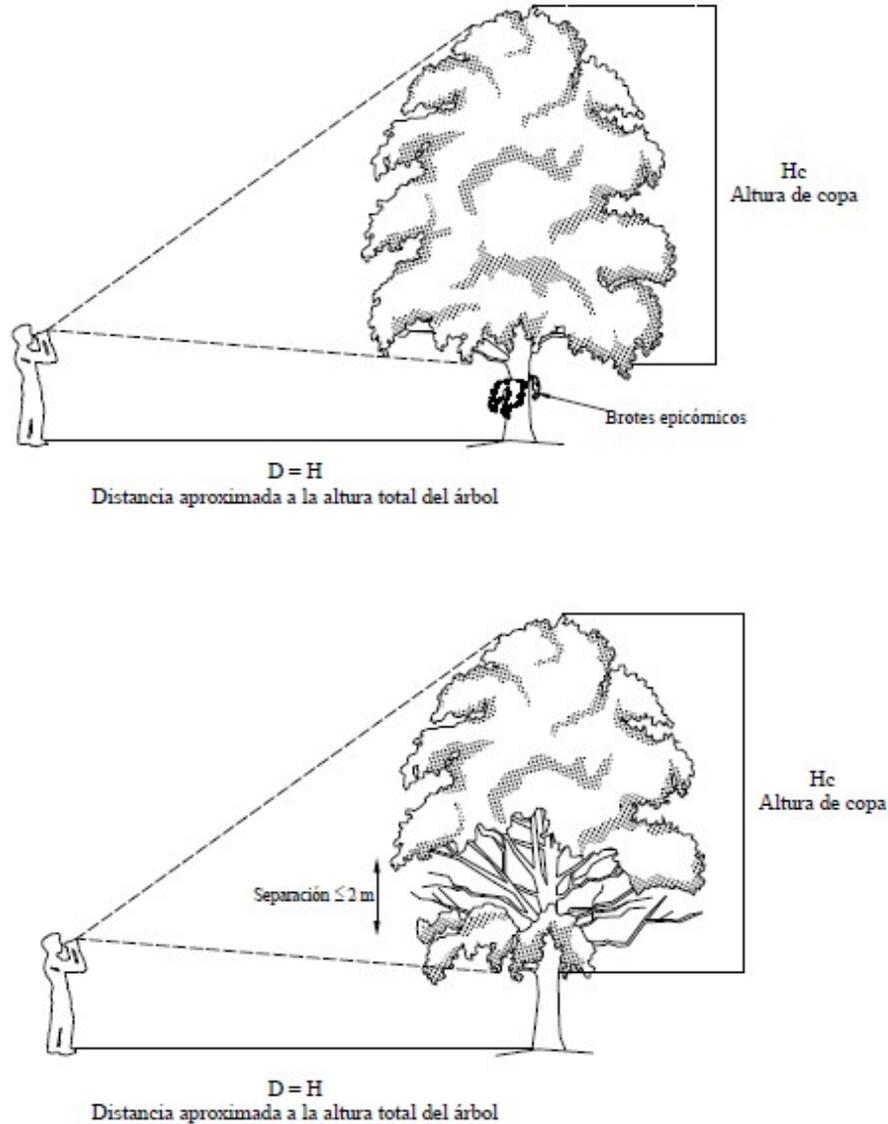


Figura 3. Medición de la altura de la copa.

Se aconseja que la medición de la altura de copa se lleve a cabo en la misma posición y al mismo tiempo que la de la altura total del árbol. Se debe asimismo asegurar que las evaluaciones consecutivas se llevan a cabo desde el mismo lugar.

En monte bajo (Fig.4), la copa de todas las cepas formadas por copas de los brotes individuales se consideran como una única copa. La altura de copa se mide por tanto para el conjunto.

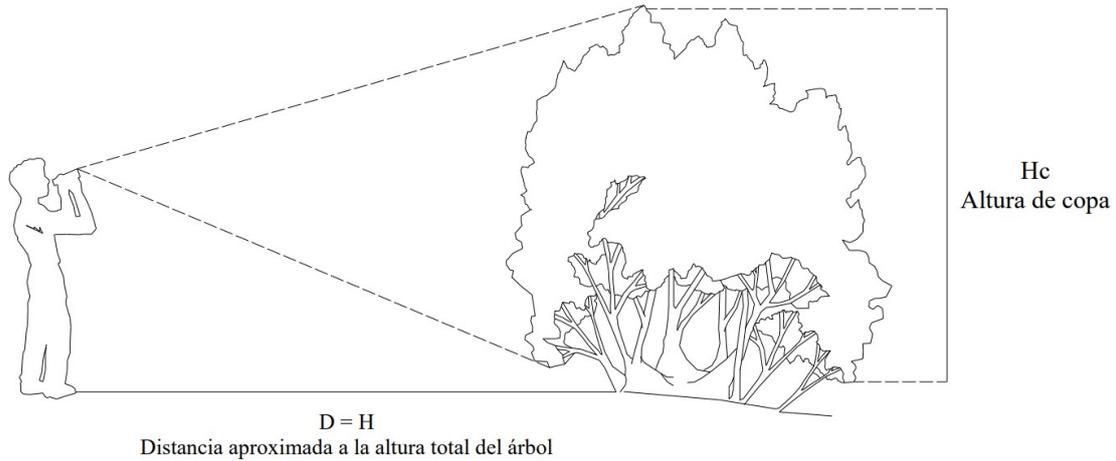


Figura 4. Medición de la altura de la copa en monte bajo.

(18) Número de observación: Se anotará el número de la observación correspondiente, que se explicará en detalle en el apartado de observaciones.

Para mayor información, se pueden consultar la Parte V del Manual de Crecimientos de ICP-Forests: <http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>

ANEXO III: ESTRUCTURA DE LOS ARCHIVOS, DESCRIPCIÓN DE CAMPO Y CÓDIGOS EMPLEADOS

Existen varios archivos que contienen datos generales sobre la parcela, información sobre los incrementos relativa a las mediciones periódicas en España (anuales) a nivel árbol, datos sobre crecimientos, a nivel parcela, y por último información sobre las mediciones continuas, todo siempre conforme al Manual de ICP-Forest, en el esiguiente enlace: <https://icp-forests.org/documentation/Surveys/GR/index.html>

PLI: Datos de la parcela (anual).

- **Código del país:** El código identificador de España en el 11.
- **Número de la parcela:** Ver Anexo II.
- **ID de la parcela de crecimiento:** Por lo general, la subparcela de crecimiento permanece igual durante todos los años y, en estos casos, el ID de la parcela de crecimiento debe ser "1" cada año. En caso de desplazamiento necesitará un nuevo código de identificación.
- **Fecha de revisión:** En formato DDMMAA.
- **Latitud y Longitud:** Ver Anexo II.
- **Superficie de la parcela:** El tamaño total de la parcela o subparcela en ha, con una precisión de 1m².
- **Medición del total de los pies:**(Sí/No)
- **Nº de árboles medidos en la parcela de crecimiento:** Número de todos los árboles en pie: árboles vivos y recién muertos.
- **Observaciones:** Texto.

IPM: Información sobre incrementos, mediciones periódicas a nivel árbol (anual).

- **Código de la parcela:** Idem anterior.
- **ID de la parcela de crecimiento:** Idem anterior.
- **Número del árbol:** Numero asignado al árbol en la instalación de la parcela, debe ser único y estar marcado de forma permanente.
- **Código de especie:** Código de la especie a la que pertenece el árbol, ver Parte II, Anexo II, o https://icp-forests.org/documentation/Dictionaries/d_tree_spec.html
- **Diámetro (cm):** Ver el número 11, del Anexo II del presente manual.
- **Calidad de la medición del diámetro:** Hace referencia a si se toma con aparatos, o es estimada:

Código	Descripción
0	Sin datos, por lo que no hay información en cuanto a los procedimientos de comprobación
1	Datos brutos, sin ninguna comprobación sobre su calidad después de la medición
2	Datos comprobados y correctos
3	Datos para los que se ha comprobado que están fuera del rango de credibilidad, pero no corregidos
4	Datos para los que se ha comprobado que son inconsistentes con otras medidas del mismo muestreo, pero no corregidos
5	Datos para los que se ha comprobado que son inconsistentes la misma medición de otros muestreos (incrementos negativos....), pero no corregidos
6	Datos para los que se ha comprobado que están fuera del rango de credibilidad, corregidos
7	Datos para los que se ha comprobado que son inconsistentes la misma medición de otros muestreos (incrementos negativos....), corregidos
8	Datos para los que se ha comprobado que son inconsistentes la misma medición de otros muestreos (incrementos negativos....), pero no corregidos
9	Datos no medidos, sino estimados

- **Espesor de la Corteza (cm):** Grosor de la corteza a 1,3 m (en cm). Precisión un decimal. Estos datos se rellenan solo para los árboles seleccionados (1, 10, 20...).
- **Calidad de la medición de la corteza:** Ver código de medición de calidad del diámetro.
- **Altura (m):** redondeado a un decimal.
- **Calidad de la medición de la altura:** Ver código de medición de calidad del diámetro (son los mismos códigos).
- **Volumen (m3):** Dato basado en las mediciones de diámetro y altura, se puede calcular utilizando ecuaciones basadas en factores locales, o tablas de volumen. Precisión de tres decimales.
- **Calidad de medición del volumen:** Ver código de medición de calidad del diámetro.

- **Altura hasta la base de copa (m):** Redondeada a un decimal. Ver número 17, del Anexo II del presente manual.
- **Calidad de la medición de la altura de copa:** Ver código de medición de calidad del diámetro (son los mismos códigos).
- **Anchura de copa:** Media de al menos cuatro mediciones diametrales, redondeada a un decimal. Ver número 16, del Anexo II del presente manual.
- **Calidad de la medición de la anchura de copa:** Ver código de medición de calidad del diámetro (son los mismos códigos).
- **Mortalidad y eliminaciones:** Ver Parte II, Anexo V, archivo TRC. La mortalidad se refiere a los árboles de la muestra que han muerto. Se considera que un árbol ha muerto si sus tejidos conductores en tronco y ramas lo han hecho. Los árboles pueden quedar excluidos de la muestra por múltiples motivos. Es importante registrar la información de los motivos y el momento en que un árbol da de baja.
- **Observaciones:** Texto

INV: Datos de crecimientos a nivel parcela, y eliminaciones (anual)

- **Código de país:** El código identificador de España en el 11
- **Código de la parcela:** Idem anterior
- **ID de la parcela de crecimiento:** Idem anterior.
- **Latitud y longitud:** Idem anterior
- **Código de altitud:** Ver Parte I, Anexo I Archivo PLT
- **Fecha del muestro:** En formato DDMMAA
- **Código de especies:** Idem anterior
- **Nº de árboles que permanecen:** Se cuentan todos los árboles / brotes a partir de 5/3 cm (DAP).
- **Nº de árboles muertos:** Número de árboles muertos desde el anterior inventario.
- **Nº de árboles retirados:** Número de árboles retirado desde el anterior inventario.
- **Volumen que permanece (real) (m³/ha.):** El volumen actual por ha de la parcela se calcula como el volumen total de todos los árboles vivos de la parcela expandido a una ha, redondeando a un decimal.
- **Volumen muerto (m³/ha):** El volumen muerto por ha de la parcela desde el último inventario se calcula como el volumen total de todos los árboles muertos en la parcela desde el último inventario expandido a una ha, redondeando a un decimal

- **Volumen extraído (desde el último inventario) (m³/ha):** El volumen extraído por ha de la parcela desde el último inventario se calcula como el volumen total de todos los árboles extraídos de la parcela desde el último inventario expandido a una ha, redondeando a un decimal
- **Diámetro medio cuadrático (cm):** Se calcula a partir de la media aritmética del área basal de todos los árboles (o especies específicas) o directamente de la raíz cuadrada del diámetro cuadrático medio.
- **Altura del diámetro medio cuadrático (m):** Altura correspondiente al árbol con diámetro cuadrático medio, según curva altura diámetro $h=f(d)$ de la parcela.
- **Altura dominante (m):** Según criterio de Assman, altura correspondiente a la media de los 100 árboles más gruesos de la parcela
- **Número de árboles utilizados para el cálculo de la altura dominante**
- **Altura máxima relativa (m)**
- **Porcentaje de altura máxima relativa (%)**

IRP: Medición con dendrómetros (mensual, 15 árboles). Opcional

- **Código del país:** El código identificador de España en el 11
- **Código de la parcela:** Idem anterior
- **ID de la parcela de crecimiento:** Idem anterior
- **Número del árbol:** Numero asignado al árbol en la instalación de la parcela, debe ser único y estar marcado de forma permanente
- **Fecha del muestreo:** En formato DDMMAA
- **Diámetro (cm)**
- **Hora:** En formato HHMMSS
- **Medición o valor medio:** Especificar si se trata un medición directa individual, o un promedio

Código	Descripción
1	Medición
2	Valor promedio

- **Tipo de dendrómetro**

Código	Descripción
1.1	Dendrómetro puntual

Código	Descripción
1.2	Dendrómetro de circunferencia
2.0	Medida de la banda de circunferencia permanente

- **Cambios y ajustes en el sensor** (Sí/No)
- **Observaciones:** Texto

**COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA DE NACIONES UNIDAS
CONVENIO MARCO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA**

**PROGRAMA INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN PARA EL SEGUIMIENTO
Y LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LOS BOSQUES**

MANUAL RED CE 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.

PARTE V EVALUACIÓN DE DAÑOS POR OZONO



Área de Inventario y Estadística Forestal (AIEF)

INDICE

1	Introducción.....	1
1.1	Alcance y aplicación de las evaluaciones.....	1
1.2	Objetivo.....	1
2	Localización de las medidas y muestreos.....	2
2.1	Diseño del muestreo.....	2
	2.1.1 Para la subparcela interior.....	2
	2.1.2 Para la subparcela exterior.....	3
2.2	Equipo de muestreo.....	3
2.3	Frecuencia de muestreo.....	3
2.4	Toma de fotografías de muestras sintomáticas.....	4
3	Mediciones.....	5
3.1	Variables medidas y unidades.....	5
	3.1.1 identificación de síntomas.....	5
	3.1.2 Evaluación y puntuación.....	7
3.2	Garantía y control de calidad.....	9
	3.2.1 Límites de plausibilidad.....	9
	3.2.2 Cobertura de datos.....	9
	3.2.3 Objetivos de calidad y límites tolerables.....	10
	3.2.4 Límites de calidad de datos.....	10
4	Manual de referencia y Base de datos ICP-Forests.....	11

ANEXOS

Anexo I: Procedimiento para establecimiento de un LESS en las parcelas de Nivel II

Anexo II: Gráfico para la evaluación de moteado clorótico

Anexo III: Formularios de campo

Anexo IV: Estructura de los archivos, descripción de campo y códigos empleados

Anexo V: Listado de especies presentes por parcela para seguimiento de Ozono

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

1 INTRODUCCIÓN.

La base esencial para evaluar los daños visibles inducidos por el ozono (O_3) es que muchas especies de plantas responden a los niveles ambientales de este contaminante con síntomas foliares visibles que pueden diagnosticarse en el campo.

El desarrollo del daño inducido por el ozono es específico de cada especie, y su aparición depende de otros factores bióticos y ambientales. Debido a la naturaleza compleja del diagnóstico de estos daños y las limitaciones de inversión en su seguimiento, los resultados de la evaluación de árboles y vegetación deben considerarse como semicuantitativos.

La contaminación por ozono, a diferencia de la contaminación por fluoruro o dióxido de azufre, no deja residuos elementales que puedan ser detectados por técnicas analíticas. Por lo tanto, los daños visibles inducidos por el ozono en las acículas y en las hojas (como resultado del estrés oxidativo, que lleva a una cascada de efectos fisiológicos y morfológicos adversos) son la única evidencia fácilmente detectable en el campo.

Muchos experimentos se han centrado en explicar el mecanismo del desarrollo de los daños reproduciéndolos en estudios experimentales, en lugar de identificar y caracterizar los síntomas observados en el campo a escala regional. Las evidencias que tenemos en la actualidad sugieren que el ozono se presenta en concentraciones que causan daño foliar visible en una amplia gama de plantas sensibles. Aunque los daños visibles por ozono no incluyen todas las formas posibles de daño a los árboles y a la vegetación natural (por ejemplo, cambios fisiológicos pre-visibles, reducción del crecimiento, etc.), la observación de síntomas típicos de ozono en el campo – la llamada bio-indicación pasiva-, se ha revelado como una herramienta valiosa para evaluar el impacto de la exposición a concentraciones ambientales de ozono en especies sensibles.

1.1 Alcance y aplicación de las evaluaciones

Muchas especies de plantas responden a niveles ambientales elevados de ozono troposférico (O_3) con síntomas foliares característicos y específicos. Estos síntomas se pueden diagnosticar solo después de un entrenamiento adecuado. Esta parte del Manual tiene como objetivo proporcionar una metodología consistente para recopilar datos de alta calidad, armonizados y comparables sobre daños visibles inducidos por el ozono en la vegetación natural en las parcelas intensivas de Nivel II del programa de seguimiento del ICP-Forests. La armonización de los procedimientos es esencial para asegurar la comparabilidad de los datos espaciales y temporales.

1.2 Objetivo

El objetivo principal de evaluar los daños visibles de ozono en las parcelas de Nivel II, es evaluar el efecto del ozono troposférico en los sitios donde se realizan medidas de concentraciones de ozono y así contribuir a estimar los riesgos de este contaminante para los ecosistemas forestales en Europa y su distribución.

2 LOCALIZACIÓN DE LAS MEDIDAS Y MUESTREOS

La evaluación de los daños visibles de ozono se llevará a cabo en todas las parcelas de Nivel II. Se realizarán evaluaciones tanto en la subparcela interior como en la exterior.

La evaluación de daños se realizará:

En la subparcela interior: En la especie arbórea principal de las parcelas del seguimiento intensivo realizando una evaluación visual en las hojas de la parte superior de la copa expuesta al sol, cada dos años (coincidiendo con la recogida de muestra foliar para su análisis).

En la subparcela exterior: Dado que la mayoría de las parcelas de monitoreo intensivo están situadas en bosques cerrados (sombreados), y los daños visibles de ozono se limitan generalmente a la parte superior de la copa expuesta a la luz solar, se debe instalar un sitio de muestreo expuesto a la luz en la proximidad de la parcela exterior donde están situados los dosímetros pasivos. Así, se realizan dos tipos de seguimientos diferentes anuales en las proximidades de la subparcela exterior:

- Seguimiento cuantitativo (LESS): Se lleva a cabo según lo establecido en el Anexo I del presente manual y en un lugar cercano a los dosímetros pasivos. Se seleccionan rectángulos de aproximadamente 2 X 1 m para evaluar en su área interior la presencia y ausencia de daños visibles compatibles por ozono. Este sitio sirve para el seguimiento de los daños visibles por ozono en un número amplio de especies leñosas, incluyendo la especie arbórea principal de la parcela, por lo que debe quedar marcado y registradas sus coordenadas para futuras evaluaciones.
- Seguimiento cualitativo (LESS-plus): Para una evaluación cualitativa, dentro de un radio de 500 m desde la ubicación de los dosímetros pasivos, se revisa si existen daños visibles por ozono en plantas leñosas y herbáceas.

2.1 Diseño del muestreo

2.1.1 Diseño del muestreo para la subparcela interior

El procedimiento incluye la selección de las principales especies de árboles para la evaluación de los síntomas en cada parcela de seguimiento intensivo. La evaluación de los síntomas del ozono comprenderá:

- La evaluación de los daños visibles de ozono en la especie arbórea principal se realizará en las hojas de las mismas ramas donde se llevar a cabo el análisis foliar (Manual Parte XII Muestreo y Análisis Foliar).
- Las muestras para daños visibles se recolectan cada dos años, coincidiendo con el muestreo foliar, de la parte superior de la copa de los árboles expuesta al sol.
- Para las especies de hoja caducas, los daños visibles se evaluarán en las hojas del año actual (C) y para las especies de hoja perenne (incl. coníferas y *Quercus ilex*), se evaluarán las hojas del año actual (C) y del año anterior (C+1).

2.1.2 Diseño del muestreo para la subparcela exterior

Con el fin de obtener una estimación de la frecuencia promedio de los daños visibles en la parcela, se establece un Sitio de Muestreo Expuesto a Luz (LESS) cerca de la estación meteorológica o de los colectores de deposición, donde están instalados los dosímetros de ozono. El objetivo de la evaluación dentro del LESS es proporcionar estimaciones de daños visibles por ozono en la vegetación leñosa del margen del bosque expuesto a la luz que esté más cerca de los dosímetros, revisando rectángulos de 2x1m en un itinerario situado en el margen del bosque expuesto a la luz, de longitud variable y que casi siempre será de más de 100 m por lo que habrá que hacer normalmente 33 rectángulos. Complementariamente, y dentro de un radio máximo de 500 m (78.5 ha), se revisarán las plantas leñosas y herbáceas para ver si existen daños compatibles con el ozono (LESS-plus)

El esquema de muestreo sugerido se describe en el Anexo I. En el caso de España, en todas las parcelas se revisan los 33 rectángulos del borde expuesto a la luz seleccionado y se rellena un formulario cuyo modelo figura en el Anexo III.

2.2 Equipo de muestreo

Equipo mínimo requerido para la evaluación de daños visibles por ozono en el campo es el siguiente:

- Una lente de mano 10x para un examen más detallado de los daños visibles por ozono en las hojas de las plantas
- Los mapas respectivos de la parcela y una brújula para determinar la ubicación exacta (coordenadas), la exposición y la elevación del LESS (itinerarios para la localización y revisión de síntomas en los rectángulos de la zona LESS)
- Imágenes de referencia para ayudar en la identificación de síntomas de especies sensibles conocidas.
- Una cámara digital para tomar fotos.
- Bolsas de plástico para recogida de muestras frescas
- Estadillos de campo
- Listado de especies leñosas sintomáticas y asintomáticas (para observación en los rectángulos)
- Listado de especies sintomáticas leñosas y herbáceas (para la evaluación LESS plus, dentro de un radio de 500 m desde el dispositivo de medición de ozono)

2.3 Frecuencia de muestreo

La identificación y cuantificación de los daños visibles por ozono para las especies de coníferas y de hoja ancha dentro de la parcela interior de seguimiento intensivo se llevará a cabo cada dos años durante los periodos recomendados para el análisis químico foliar. De lo contrario, debe tenerse en cuenta la fenología regional de la especie principal presente dentro de la parcela de seguimiento intensivo:

- Para las especies de árboles de hoja perenne: invierno (octubre – febrero)
- Para las especies de árboles de hoja caduca: verano (julio – principios de septiembre)

En la parcela exterior, la identificación de los daños visibles por ozono en árboles, arbustos y enredaderas dentro de los rectángulos seleccionados, y la identificación en leñosas y herbáceas dentro de un radio de 500 m desde el dispositivo de medición de ozono, se realizará anualmente coincidiendo con la revisión de verano, antes de que comience la decoloración natural de las hojas.

2.4 Toma de fotografías de muestras sintomáticas

Los síntomas deben ser documentados con imágenes. Las fotos son necesarias para la validación de los daños visibles por ozono observados en el campo por los equipos de evaluación. Esta colección sirve además de documentación nacional.

Durante cada período de evaluación anual y por especie sintomática, se deben tomar fotos digitales de dos hojas con síntomas de ozono (o con síntomas similares al ozono, si aún no están confirmados) y de dos no sintomáticas. Para cada hoja sintomática, se deben tomar imágenes de toda la planta y de las caras superior e inferior de las hojas.

Se recomiendan las siguientes pautas para garantizar la calidad y la uniformidad de las fotos:

- Las imágenes deben tomarse en hojas expuestas al sol o con una cámara equipada con un flash.
- La imagen digital debe tener una resolución mínima de 1500 píxeles por pulgada y almacenarse en formato JPG o TIFF sin que se apliquen correcciones de imagen.
- La muestra de hojas debe cubrir al menos 3/4 del área de la imagen final para permitir la identificación adecuada de los síntomas.
- Además, se recomienda hacer un zoom en las características típicas y específicas de los síntomas del ozono de la especie, como el efecto de sombreado, las venas de las hojas no sintomáticas, el efecto de la edad (rama / planta completa), etc. Cada archivo de imagen debe estar etiquetado con el siguiente código específico para la gestión y el almacenamiento de datos a largo plazo: XXPPN.NNN.NNNDDMMYYSS.jpg
 - X- Código del país (2 dígitos)
 - P- Número de parcela (3 a 4 dígitos)
 - N- Código de especie arbórea (3 veces 3 dígitos según Flora Europaea)
 - Fecha de toma de la imagen (DDMMYY)
 - S- Número de secuencia (01, 02, 03,...) para identificar las foto dentro de cada día.

Las imágenes deben representar a cada especie sintomática listada en el formulario de datos final.

Una vez realizadas las fotos y antes de su remisión a ICP-Forests, las fotografías deben remitirse a expertos nacionales que confirmen que los daños son compatibles con ozono. En caso de dudas y/o interés especial, se debe contactar con el Panel de Expertos sobre Calidad del Aire del ICP-Forests para obtener apoyo e investigaciones adicionales (ver Capítulo 3.2).

3 MEDICIONES

3.1 Variables medidas y unidades

En la parcela interior, se miden las siguientes variables:

- Hojas o acículas sintomáticas en clases de frecuencia (% de hojas sintomáticas para cada una de las ramas muestreadas por parcela)

Para las mediciones en las inmediaciones de la subparcela exterior se miden las siguientes variables:

- LESS: Revisión de las especies leñosas sintomáticas y asintomáticas de cada rectángulo (Ver punto 1 del Anexo V). También se registran los rectángulos "vacíos", como una brecha, un rastro de arrastre, una roca, etc., donde no crecen especies leñosas
- LESS+: Revisión de especies sintomáticas leñosas y herbáceas dentro de un radio de 500 m desde el dispositivo de medición de ozono (Ver punto 2 del Anexo V).

3.1.1 Identificación de síntomas

Se deben seguir las siguientes recomendaciones para evaluar los daños visibles por ozono.

3.1.1.1 Identificación de síntomas para especies de hoja ancha

Los síntomas visibles de ozono se pueden identificar y distinguir de los síntomas causados por otros factores bióticos/abióticos mediante los siguientes criterios:

- 1) Los síntomas visibles generalmente se expresan como pequeñas manchas de color rojo púrpura, amarillo o negro (descritas como puntos) o, a veces, como un cambio general de color, enrojecimiento o bronceado.
- 2) Buscar los daños visibles de ozono en hojas completamente desarrolladas y expuestas a la luz.
- 3) Los síntomas son más intensos en las hojas de mediana edad y mayores que en las más jóvenes. Las hojas más viejas son las primeras que desarrollan síntomas seguidos de una senescencia acelerada (efecto de la edad).
- 4) Las porciones sombreadas de dos hojas superpuestas no deberían mostrar daños visibles (efecto de sombra).
- 5) Los daños visibles de ozono normalmente no atraviesan el tejido de la hoja (como excepción, véase el punto 6). Ambos, el punteado y la decoloración, ocurren solo entre

las venas y no afectan las venas.

6) Hacia el final de la temporada de crecimiento, los síntomas foliares pueden evolucionar hacia el amarilleamiento de las hojas o la senescencia prematura, seguido de una pérdida prematura de las hojas. Las hojas gravemente afectadas pueden desarrollar una necrosis que puede alcanzar a su superficie inferior hacia el final de la temporada de crecimiento.

7) Las plantas que crecen en sitios más húmedos tienen más probabilidades de desarrollar daños visibles por ozono en comparación con las plantas que crecen en sitios más secos (toman más O₃).

Los daños por ozono se deben examinar tal y como se describe a continuación, utilizando una lente de mano:

- ¿Hay punteaduras?
- ¿Hay enrojecimiento y/o incluso decoloración?
- ¿Los síntomas, como se describió anteriormente, se presentan solo en la superficie superior de la hoja (una excepción puede ser al final de la temporada cuando el daño visible se vuelve más grave y necrótico)?
- ¿El síntoma se expresa solo entre las venas y está ausente en las venas primarias y secundarias (usar una lente de mano y ver la hoja a contraluz)?
- ¿Los síntomas están distribuidos uniformemente?
- ¿Están los síntomas más desarrollados en las hojas (o folíolos en las hojas compuestas) más viejas? Es decir, hay un "efecto de la edad".

Si se responden afirmativamente a las preguntas anteriores, el síntoma puede considerarse como un daño visible por ozono.

3.1.1.2 Identificación de síntomas en coníferas

Los daños visibles por ozono en las especies de coníferas se manifiestan normalmente en ramas bien iluminadas de la parte superior de la copa, y principalmente en la cara superior de las acículas. Para su identificación hay que seguir los siguientes criterios:

1) El moteado clorótico es el síntoma más común inducido por el ozono en acículas de coníferas. Es el resultado de la exposición crónica a este contaminante y se puede describir como áreas amarillas o verdes claras, con bordes difusos (no marcados) con las zonas verdes no afectadas. No todas las acículas de un fascículo foliar tienen por qué verse afectadas de manera uniforme.

2) El moteado clorótico con frecuencia aparece solo en acículas mayores de 1 año (acículas de segundo año y mayores). Es decir, el síntoma observado parece aumentar al aumentar la edad de la acícula (efecto de la edad).

3) El moteado clorótico es más evidente en áreas de acículas expuestas a la luz en comparación con las sombreadas (efecto de sombra).

4) Es más fácil observar el moteado si varias acículas se mantienen cerca una de la

otra, formando una superficie plana de acículas.

Los daños visibles por ozono se deben examinar cómo se describe a continuación, utilizando una lente de mano:

- ¿El moteado clorótico está presente en las acículas del año en curso +1 y más intensamente en las acículas del año en curso + n?
- ¿Es el color del moteado amarillo o verde claro?
- ¿Es la forma de las áreas moteadas regular con bordes difusos?
- ¿El moteado se distribuye uniformemente a lo largo de toda la acícula y es más intenso en la superficie abaxial o en el lado de las acículas más expuesto a la luz?

Si se responde afirmativamente a las preguntas anteriores, el síntoma puede considerarse un daño visible por ozono. Se debe prestar especial atención a los síntomas que pueden causar confusión, como los síntomas causados por los ácaros y los insectos chupadores. El uso de una lente de mano ayuda a detectar sus restos más fácilmente.

3.1.2 Evaluación y puntuación.

Árboles de la parcela interior.

Esta evaluación se lleva a cabo cada 2 años, coincidiendo con la toma de muestras foliar (Ver Parte XII del Manual), ya que se lleva a cabo en los mismos árboles. Se evalúan un mínimo de 5 ramas por árbol y 5 árboles por parcela. La evaluación será diferente para las especies de hoja ancha y de coníferas. Se seguirán los siguientes protocolos:

Especies de árboles de hoja ancha (especies de árboles principales y otras)

Una vez que se recolectan las ramas todas las hojas de cada rama se examinan en las mejores condiciones de iluminación posibles y se clasifican para determinar la presencia de lesiones visibles causadas por el ozono (Sí/No). De acuerdo con el sistema de la Tabla 1, el porcentaje de hojas sintomáticas por rama se estima y se asigna a una clase.

Puntuación	Clase de frecuencia (%)	Definición
0	Sin daños	Ninguna de las hojas presenta síntomas de ozono
1	1 - 5 %	1 – 5% de las hojas por rama presentan síntomas de ozono
2	6 - 50 %	6 – 50% de las hojas por rama presentan síntomas de ozono
3	51 - 100 %	51 – 100% de las hojas por rama presentan síntomas de ozono

Tabla 1: Puntuación y definición del porcentaje de hojas sintomáticas en ramas con aproximadamente 30 hojas

Especies de árboles de coníferas (especies de árboles principales y otras)

Una vez que se recolectan las ramas, se identifican las diferentes clases de edad de las agujas. Solo se evaluarán las acículas del año actual (C) y las agujas del año actual + 1 año (C+1). Las acículas deben colocarse una cerca de la otra (haciendo una superficie plana con al menos 30 acículas, si están disponibles) y examinarse a plena luz solar. Para cada clase de edad de las acículas se anotará el porcentaje de la superficie total afectada por moteado clorótico. Para ayudar en esta evaluación, se puede utilizar una simulación de daños visibles generada por ordenador (Anexo II). Los porcentajes resultantes por rama y edad de las acículas se transforman luego en clases, de acuerdo con la Tabla 2.

Puntuación	Clase de frecuencia (%)	Definición
0	Sin daños	Sin síntomas de ozono
1	1 - 5 %	1 – 5% de la superficie está afectada
2	6 - 50 %	6 – 50% de la superficie está afectada
3	51 - 100 %	51 – 100% de la superficie está afectada

Tabla 2: Puntuación y definición para los daños visibles para los diferentes años de acículas de las ramas muestreadas en especies de coníferas

Especies leñosas dentro del LESS (inmediaciones subparcela exterior)

Para la evaluación de síntomas en árboles, arbustos y enredaderas dentro del LESS, se debe aplicar el procedimiento descrito en el Anexo I. Los siguientes datos son necesarios para cada rectángulo seleccionado (unidad de muestreo espacial):

- El nombre científico y el código de las especies relevantes con la indicación de si muestran síntomas o no. Pueden darse casos especiales de rectángulos "vacíos", en los que no haya vegetación.

Al realizar la evaluación, se aplican las siguientes pautas:

- La evaluación se realizará en árboles, arbustos y enredaderas
- La nomenclatura de las plantas debe hacer referencia a los códigos de especies de Flora Europaea (Tutin et al. 1968-1980, 1993; ver ANEXO V) <https://icp-forests.org/documentation/Surveys/OZ/LSS.html>; download "d_especies_list" in DESCRIPTION column, POSITION 7, FIELD "species")
- Las imágenes de cada especie dañada deben recogerse de acuerdo con la sección 2.4.
- Se deben registrar las condiciones de humedad del suelo dentro del LESS, de acuerdo con la Tabla 3. Si las condiciones varían notablemente en el sitio, se debe escribir una nota en las hojas de resultados y marcarlo en el mapa

Código	Definición
1	Mojado o húmedo (por ejemplo, zonas ribereñas y áreas húmedas o mojadas a lo largo de un arroyo, prado o tierra del fondo)
2	Moderadamente seco (por ejemplo, pastizales o prados, y pendientes orientadas al norte o al este)
3	Muy seco (por ejemplo, bordes rocosos expuestos)

Tabla 3: Código y definición para las condiciones de humedad del suelo en el LESS.

Especies leñosas y herbáceas dentro del LESS-plus

Para lograr una lista más completa de especies sintomáticas alrededor del punto de medida de ozono, además del muestreo dentro del LESS, se pueden evaluar los márgenes del bosque dentro de un radio de 500 m y registrar en esa zona las especies sintomáticas (de forma cualitativa). Se deben aportar fotos de las especies sintomáticas encontradas, así como el nombre y código de las especies.

La nomenclatura de las plantas debe hacer referencia a los códigos de especies de Flora Europaea (Tutin et al. 1968-1980, 1993; ver ANEXO V)

3.2 Garantía y control de calidad

El estándar para la evaluación de los daños visibles por ozono se basa en fotos de referencia proporcionados por el Panel de Expertos sobre Calidad del Aire del ICP-Forests (<http://icp-forests.net/page/expert-panel-on-air-quality>). Las imágenes muestran daños específicos de ozono tanto en especies de coníferas como de hoja ancha, incluyendo descripciones diagnósticas de estos daños para varias especies, daños que se pueden confundir con los del ozono e información relacionada con la fenología de estos daños.

Además de las fotos de referencia, en la web se encuentra disponible una *Herramienta en Línea para la Validación de Síntomas* (OSVALD - Ozone Symptom VALidation Database, <http://appmeteo.fmach.it/osvald/index.php> consultar la sección del Panel de Expertos sobre Calidad del Aire Ambiental en la página web del ICP-Forests). Cuando la identificación de los daños visibles presente dudas, se pueden subir imágenes digitales de esos síntomas desconocidos o dudosos, similares al ozono. Las imágenes serán evaluadas por un equipo de expertos independientes del Panel de Expertos y se entregará un informe.

El Panel de Expertos sobre Calidad del Aire Ambiental organiza frecuentes *Cursos de Intercalibración* sobre la Evaluación de Daños Visibles por Ozono. Al menos una persona por país involucrado en la evaluación de los síntomas del ozono debe participar en el curso de entrenamiento.

3.2.1 Límites de plausibilidad

Para la variable (puntuación de las ramas) dentro de la parcela interior, el valor debe estar entre 0 y 3. Para las variables (nombres de especies y códigos) medidos en la parcela exterior, no se pueden establecer límites de plausibilidad.

3.2.2 Cobertura de datos

Los requisitos de cobertura de los datos para la evaluación de los daños visibles por

ozono se evaluarán considerando el número de ramas (evaluación en la parcela interior) o rectángulos (parcela exterior, evaluación LESS) que se han examinado; esto es, se comparan los datos que envían a la base de datos con los esperados. Los requisitos de cobertura de los datos para la evaluación de los daños por ozono se proporcionan en la Tabla 4.

Variable	Unidad	Cobertura datos
Muestreo parcela interior: Hojas o acículas sintomáticas por rama y punto	Puntuación por rama	Al menos un 80% de las ramas requeridas son evaluadas
Muestreo parcela exterior: No. de rectángulos evaluados por LESS	Nombre de especies y código	Al menos un 80% del número esperado de rectángulos según el tamaño muestral ajustado

Tabla 4: Cobertura de los datos para la evaluación de daños visibles por ozono

Nota: para la definición de tamaño muestral ajustado ver Anexo I, Tabla A-1.

3.2.3 Objetivos de calidad de los datos y límites tolerables

La calidad de los datos se mejorará mediante ejercicios de intercalibración. Por lo general, se realizarán dos tipos de ejercicios: ejercicios en interiores, que consisten en evaluar correctamente (Sí o No) los daños visibles por ozono a partir de imágenes y de material fresco, y ejercicios en el exterior en los que se aplica la metodología LESS. Los objetivos de calidad de los datos para ambos tipos de ejercicios se describen en la Tabla 5.

Tipo de ejercicio	Variable	Objetivos de calidad de los datos
Ejercicio fotográfico	Puntuación (sintomática o no) de varias plantas	≥ 70% coincidencia con el control
Ejercicio de material fresco	Puntuación (sintomática o no) de varias plantas	≥ 70% coincidencia con el control
Muestreo LESS	Número de rectángulos que incluyen plantas sintomáticas	Control ± 2 rectángulos
Muestreo LESS	Número de especies sintomáticas por LESS	Control ± 2 especies

Tabla 5: Objetivos de calidad de los datos (OCD) para expertos individuales en la evaluación de daños visibles por ozono

3.2.4 Límites de calidad de los datos.

Los datos para los daños visibles por ozono se consideran de calidad suficiente cuando se cumplen los criterios de la Tabla 6:

Tipo de ejercicio	Variable	Límites de calidad de los datos
Ejercicio fotográfico	Puntuación (sintomática o no) de diversas plantas	≥ 70% de los expertos individuales cumplen los OCD
Ejercicio con material fresco	Puntuación (sintomática o no) de diversas plantas	≥ 70% de los expertos individuales cumplen los OCD
Muestreo LESS	Número de rectángulos que incluyen	≥ 70% de los expertos

Tipo de ejercicio	Variable	Límites de calidad de los datos
	plantas sintomáticas	individuales cumplen los OCD
Muestreo LESS	Número de especies sintomáticas por LESS	≥ 70% de los expertos individuales cumplen los OCD

Tabla 6: Límites de calidad de los datos para la evaluación de daños visibles por ozono

4 MANUAL DE REFERENCIA Y BASE DE DATOS ICP FORESTS

El Manual de referencia de ICP-Forests es Part VIII-*Assessment of Ozone Injury* (<http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>).

El código o abreviatura del muestreo en la base de datos “crecimientos” es OZ (*Assessment of Ozone Injury*). Los archivos incluidos son:

Archivo	Variable	Nivel II ICP-Forest	Nivel II España	Frecuencia	Unidades
	En la Parcela (50 x 50 m)				
PLL	*Humedad del suelo	M	√	Bianual	clases
LTF	*% de hojas o acículas del año sintomáticas	M	√		Puntuación por rama
LTF	*% de hojas o acículas del año anterior sintomáticas	M	√		Puntuación por rama
	Fuera de la parcela				
LSS	Especies sintomáticas por cuadrante (a lo largo del LESS)	M	√	Anual	Nombre de especies y Código
LSS	Especies no sintomáticas por rectángulo (a lo largo del LESS)	M	√		Nombre de especies y Código
OTS	Lista de especies sintomáticas. fuera de los cuadrantes seleccionados (LESS – Plus)	O	√		Nombre de especies y Código

Tabla 7: Lista de referencia de variables a medir para la evaluación daños visibles por ozono en parcelas de Nivel II

**COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA DE NACIONES UNIDAS
CONVENIO MARCO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA**

PROGRAMA INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN PARA EL SEGUIMIENTO
Y LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LOS BOSQUES

MANUAL RED CE 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.

PARTE V

EVALUACIÓN DE DAÑOS POR OZONO

ANEXOS



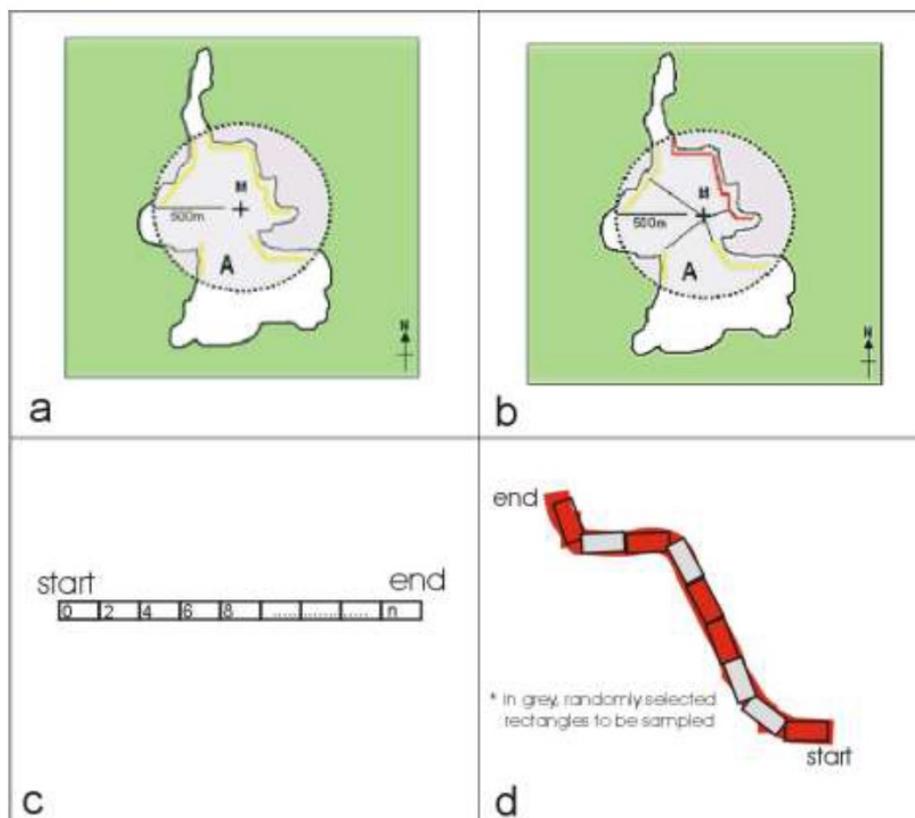
Área de Inventario y Estadística Forestal (AIEF)

Anexo I - Procedimiento para el establecimiento de un LESS en las parcelas de Nivel II

Para el establecimiento del LESS, se aplicará el siguiente procedimiento:

1. Identificar un área (A) (500 m de radio) centrada alrededor de la parcela exterior de Nivel II (torre meteorológica y/o dispositivos de deposición) donde se instalan los dosímetros pasivos de O₃ (M) (Fig. A-1a).
2. Identificar todos los márgenes del bosque expuestos a la luz dentro de A (Fig. A-1a).
3. De éstos, elegir el margen del bosque más cercano a M (Fig. A-1b).
4. Determinar el punto de inicio y medir la longitud del margen del bosque seleccionado e identificando virtualmente un área de 1 m de ancho a lo largo de este margen. Con esto se tiene un transecto de x m de largo y 1 m de ancho (Fig. A-1b).
5. Calcular la cantidad de rectángulos de 2 x 1 m no superpuestos que se ajustan al área del margen del bosque seleccionado dividiendo el transecto de x m de largo por 2. El borde de 2 m del rectángulo se dispondrá en paralelo al margen del bosque. El número total de rectángulos no superpuestos será nuestra población objetivo.
6. Seleccionar los cuadrados de muestreo al azar.

Figura A-1: Establecimiento del LESS y proceso de selección de rectángulos no superpuestos dentro de un borde de bosque expuesto a la luz.



7. Para cada uno de los rectángulos elegidos al azar, establecer una secuencia numérica (secuencia del rectángulo) y determinar la distancia en metros a lo largo del margen del bosque desde el comienzo de cada rectángulo hasta el punto de inicio previamente establecido. Ahora ya se puede instalar LESS (Fig. A-1d).

Casos particulares

Si no hay ningún margen en el bosque, la evaluación no se puede realizar. El sitio debe ser descartado para la evaluación de daños visibles por ozono.

Si hay márgenes de bosque solo más allá del radio de 500 m, el sitio también debe ser descartado.

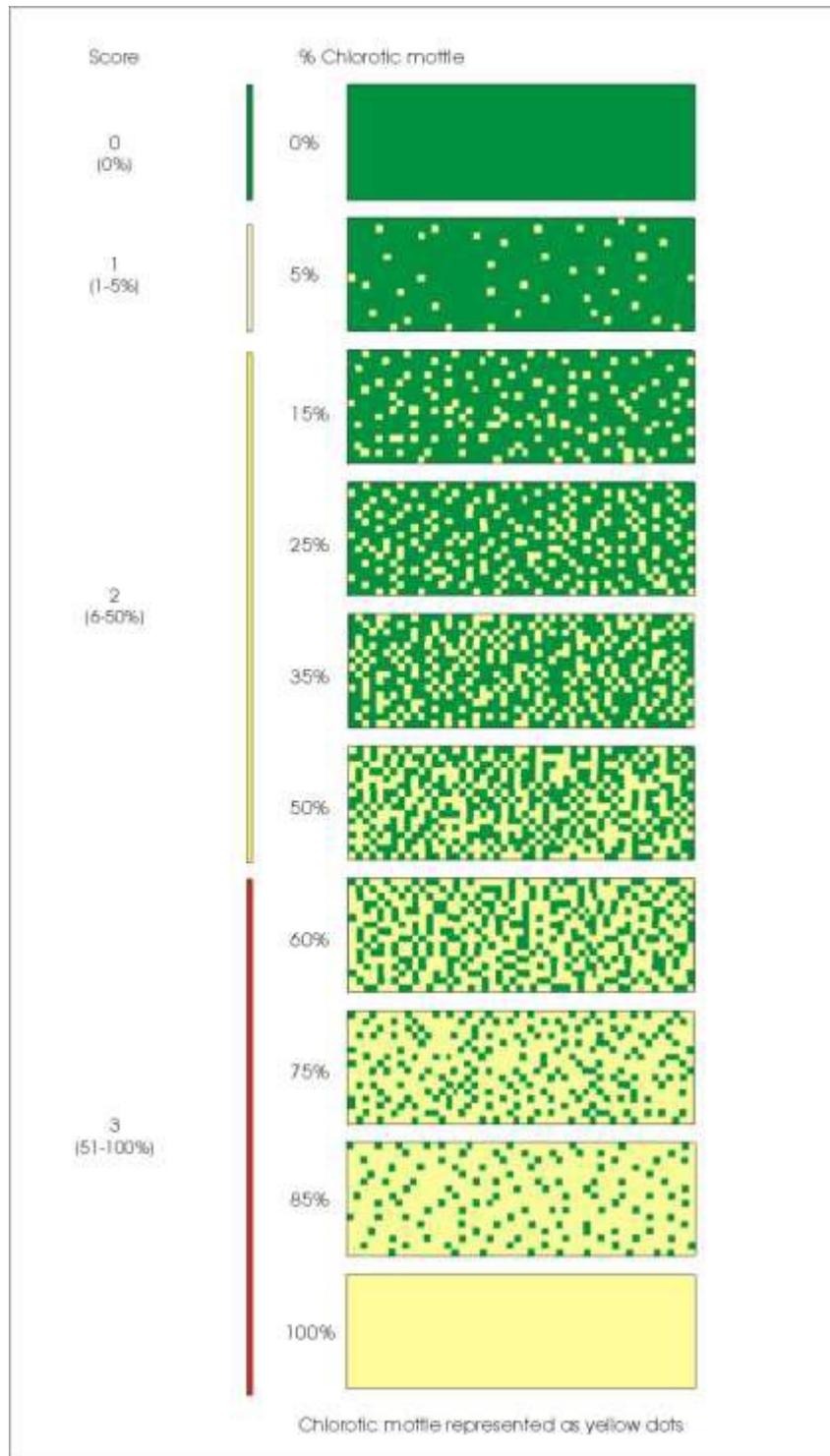
Marcaje del LESS

No hay necesidad de marcar permanentemente el LESS si solo se va a llevar a cabo un muestreo. Para muestreos repetidos dentro de la misma estación, el LESS debe ser marcado.

Tabla A-1: Tamaño muestral ajustado (número de rectángulos a evaluar) para diferentes longitudes del margen de bosque con un nivel de precisión del 10%

Longitud del margen del bosque [m]	Rectángulos de 2x1 m posibles sin superposición [n]	Tamaño muestral ajustado, 10% error [n]
30	15	13
35	18	15
40	20	17
45	23	18
50	25	20
60	30	23
70	35	26
80	40	28
90	45	31
100	50	33
150	75	33
200	100	33
250	125	33
300	150	33
350	175	33
400	200	33
450	225	33
500	250	33
600	300	33
700	350	33
800	400	33
900	450	33
1000	500	33
2000	1000	33

Anexo II - Gráfico para la evaluación de moteado clorótico (V. Calatayud, 2000)



Anexo IV: Estructura de los archivos, descripción de campo y códigos empleados

Abreviatura formulario	Contenido
PLL	Información del punto para el muestreo de daños visibles por ozono
LTF	Información sobre síntomas y muestreo de daños visibles por ozono en la parcela interior (IM)
LSS	Datos de síntomas en la parcela exterior (LESS)
OTS	Datos de síntomas en la parcela exterior (LESS-plus)
OZP	Nombres de los archivos en la documentación fotográfica

PLL: Información del punto para el muestreo de daños visibles por ozono

- **Código de país** El código identificador de España en el 11
- **Código de la parcela:** El código de cada parcela está formado por un número y la abreviatura de la especie que caracteriza la parcela Qi (*Quercus ilex*), Ppa (*Pinus pinea*), Ps (*Pinus sylvestris*), Qpy (*Quercus pyrenaica*), etc.
- **Tipo de muestreo:** Parcela interior (LTF), parcela exterior LESS (LSS) y parcela exterior LESS-plus (OTS)
- **Latitud y Longitud:** Se anotarán seis dígitos completos las coordenadas geográficas de latitud y longitud correspondientes al centro de la parcela de observación, medidos con GPS o restituidas en plano (foto aérea de gran detalle). Ejemplo:

	+/-	Grados		Minutos		Segundos	
Latitud	+	5	0	2	0	2	7
Longitud	-	0	1	1	5	3	2

La primera casilla se usa para indicar el signo + ó – de la coordenada.

- **Altitud:** Ver Parte I, Archivo PLT
- **Número de rectángulos:** Número total de rectángulos (cuadrantes) establecido.
- **Humedad del suelo**
 1. Mojado o húmedo (zonas ribereñas y áreas húmedas o húmedas a lo largo de un arroyo, prado o tierra de fondo)
 2. Moderadamente seco (praderas o praderas, o laderas orientadas al norte o al este)
 3. Muy seco (bordes rocosos expuestos)

- **Observaciones**

Pudiera ser que se lleve a cabo el muestreo LESS-plus, pero no se rellene el formulario OTS ya que no se hayan encontrado especies sintomáticas. En tal caso, en los registros correspondientes a Tipo de muestreo OTS, en observaciones se debe indicar que no se han encontrado especies sintomáticas.

LTF: Información sobre síntomas y muestreo de daños visibles por ozono en las principales especies arbóreas (árboles foliares)

- **Código del país:** El código identificador de España en el 11
- **Código de la parcela:** Ídem anterior
- **Código del árbol:** Código coincidente con la toma de muestras foliar. El número de estos árboles comenzará con una letra (F = Follaje), seguido de un número secuencial de 3 dígitos que comienza con el "5". Ejemplo: F501, F502, F503...
- **Código de especie:** Ver listado de especies en Parte II, Anexo II
- **Nombre científico de la especie arbórea**
- **Número de muestra:** Se recogen 5 muestras por árbol (Ver Muestreo y análisis Foliar parte XII)
- **Fecha del muestro:** En formato DDMMAA
- **Fecha del análisis:** En formato DDMMAA
- **% de hojas o acículas del año sintomáticas**

Puntuación	Clase de frecuencia (%)	Definición
0	0	Ninguna lesión, ninguna de las hojas lesionadas
1	1% -5%	En frondosas de hoja ancha, 1% -5% de las hojas muestran síntomas de ozono. En coníferas, 1% -5% de la superficie de la aguja está afectada
2	6% -50%	En frondosas de hoja ancha, 6% -50% de las hojas muestran síntomas de ozono. En las coníferas, el 6% -50% de la superficie de la aguja está afectada.
3	51% -100%	En frondosas de hoja ancha, 51-100% de las hojas muestran síntomas de ozono. En las coníferas, el 51-100% de la superficie de la aguja está afectada.

- **% de hojas o acículas sintomáticas del año anterior:** igual que el apartado anterior)
- **Validado**

Código	Definición
N	Enviado a centro de validación, que confirmó que los síntomas no se produjeron por ozono.
NR	No revisado. El material no se envió al centro para su validación.
Y	Enviado al centro de validación, que confirmó que los síntomas fueron producidos por el ozono

- **Tipo de validación:** Método de validación utilizado

Código	Definición
L	Hojas
LM	Hojas y microscopio
LMP	Hojas, microscopio y fotos
LP	Hojas y fotos
M	Microscopio
MP	Microscopio y fotos
P	Fotos

- **Observaciones**

LSS: Datos de síntomas en la parcela exterior (LESS)

- **Código del país:** El código identificador de España en el 11
- **Código de la parcela:** Ídem anterior
- **Nº Rectángulos:** Numera los diferentes rectángulos (cuadrantes) progresivamente. Si un rectángulo no tiene ninguna planta o no contiene plantas leñosas se enviará el número del *rectángulo*, así como el *país*, la *parcela* y la *fecha*, y los otros campos estarán vacíos, pero en el campo del *código de la especie* se pondrá "000.000.000" y para el campo *nombre de la especie* se pondrá el "Empty".
- **Fecha del muestro:** En formato DDMMAA
- **Nombre científico de la especie**
- **Código de especie de vegetación del suelo:** ver el listado de especies en: <https://icp-forests.org/documentation/Surveys/OZ/LSS.html> (seleccionar "Survey: OZ", "Form: LSS". "COLUMN_NAME: code_flora_species"; el código de cada especie está en la lista de especies del "dictionary: d_species_list"). P. ej.: 129.013.999.
- **Síntomas (SI/NO)**
- **Recolección de hojas (SI/NO)**

- **Recolección de semillas** (SI/NO)
- **Validado:** (igual que en el formulario LTF anterior)
- **Tipo de validación:** (igual que en el formulario LTF anterior)
- **Observaciones**

OTS: Otras especies sintomáticas. Datos de síntomas en la parcela exterior (LESS-plus)

- **Código del país:** El código identificador de España en el 11
- **Código de la parcela:** Ídem anterior
- **Fecha del muestro:** En formato DDMMAA
- **Nombre científico de la especie**
- **Código de especie de vegetación del suelo:** ver el listado de especies en: <https://icp-forests.org/documentation/Surveys/OZ/LSS.html> (seleccionar "Survey: OZ", "Form: LSS". "COLUMN_NAME: code_flora_species"; el código de cada especie está en la lista de especies del "dictionary: d_species_list"). P. ej.: 129.013.999.
- **Caduca/ Perenne:** A (Anual), N (No leñosa), P (Perenne), W (Leñosa)
- **Validado:** (igual que en el formulario LTF anterior)
- **Tipo de validación:** (Igual que en el formulario LTF anterior)
- **Observaciones**

OZP: Nombres de los archivos en la documentación fotográfica

- **Código del país:** El código identificador de España en el 11
- **Código de la parcela:** Ídem anterior
- **Fecha de la foto:** En formato DDMMAA
- **Hora de la foto:** En formato HHMMSS
- **Nº de Rectángulo:** Número del rectángulo ("quadrate" en inglés) del LESS en el que estaba la planta de la que se ha tomado la foto. En caso de que la foto no corresponda a una planta del muestreo LSS, se reporta como '-9'
- **Código del archivo fotográfico** (ver apartado 2.4)
- **Árbol foliar:** S/N. La foto se ha realizado o no (S/N) en una muestra de las ramas de los árboles para análisis foliar en las cuales también se observan los daños por ozono (planta incluida en el formulario LTF)

- **LESS:** S/N. La foto corresponde o no (S/N) a una planta que estaba en un rectángulo muestreado en el LESS (planta incluida en el formulario LSS)
- **Otras especies:** S/N. La foto corresponde o no (S/N) a una planta fuera del LESS pero dentro de un radio de 500 m (planta incluida en el formulario OTS)
- **Observaciones**

Anexo V: Listado de especies presentes por parcela para seguimiento de Ozono

1. Especies encontradas en el área LESS

En las zonas pobladas de vegetación más próximas a la torre meteorológica dentro de un radio de 500 m. Este listado constituye una referencia de las especies leñosas que se pueden encontrar en el área LESS en cada parcela, pero pueden presentarse más especies que habrían de ser tenidas en cuenta.

Parcela	Especies
005Ps	<i>Cytisus sp</i>
	<i>Juniperus communis</i>
	<i>Pinus sylvestris</i>
006Qi	<i>Euphorbia characias</i>
	<i>Hedera helix</i>
	<i>Hieracium sp</i>
	<i>Juniperus oxycedrus</i>
	<i>Lavandula stoechas</i>
	<i>Lonicera implexa</i>
	<i>Ononis pusilla</i>
	<i>Phillyrea latifolia</i>
	<i>Pinus halepensis</i>
	<i>Quercus coccifera</i>
	<i>Quercus ilex</i>
	<i>Rhamnus alaternus</i>
	<i>Rosa elliptica</i>
	<i>Rosmarinus officinalis</i>
	<i>Rubia peregrina</i>
	<i>Rubus ulmifolius</i>
	<i>Sedum acre</i>
<i>Sedum album</i>	
<i>Sedum sediforme</i>	
<i>Teucrium chamaedrys</i>	
<i>Thymus vulgaris</i>	
<i>Ulex parviflorus</i>	
007Qi	<i>Bromus scoparius</i>
	<i>Cistus ladanifer</i>
	<i>Lavandula stoechas</i>
	<i>Quercus ilex</i>
010Ppa	<i>Chamaerops humilis</i>
	<i>Cistus clusii</i>
	<i>Cistus ladanifer</i>
	<i>Cistus salvifolius</i>
	<i>Halimium lasianthum</i>
	<i>Lavandula stoechas</i>
	<i>Pinus pinea</i>
	<i>Rosmarinus officinalis</i>
<i>Ulex sp.</i>	
011Qs	<i>Cistus ladanifer</i>
	<i>Daphne gnidium</i>
	<i>Lavandula stoechas</i>
	<i>Quercus suber</i>

Parcela	Especies
022Pn	<i>Genista scorpius</i>
	<i>Helianthemum marifolium</i>
	<i>Juniperus communis</i>
	<i>Juniperus phoenicea</i>
	<i>Lavandula stoechas</i>
	<i>Pinus nigra</i>
	<i>Potentilla cinerea</i>
	<i>Quercus ilex</i>
	<i>Rubia peregrina</i>
	<i>Thymus vulgaris</i>
025Ph	<i>Anthyllis cytisoides</i>
	<i>Bupleurum fruticosum</i>
	<i>Cistus albidus</i>
	<i>Cistus clusii</i>
	<i>Fumana ericoides</i>
	<i>Helianthemum apenninum</i>
	<i>Helianthemum marifolium</i>
	<i>Juniperus oxycedrus</i>
	<i>Lithodora fruticosa</i>
	<i>Ononis minutissima</i>
	<i>Pinus halepensis</i>
	<i>Quercus coccifera</i>
	<i>Rhamnus lycioides</i>
	<i>Rosmarinus officinalis</i>
	<i>Sedum sediforme</i>
<i>Teucrium pseudochamaepitys</i>	
<i>Thymus vulgaris</i>	
<i>Ulex parviflorus</i>	
026Qi	<i>Pinus pinea</i>
	<i>Quercus ilex</i>
	<i>Rosmarinus officinalis</i>
	<i>Thymus mastichina</i>
030Ps	<i>Calluna vulgaris</i>
	<i>Cistus ladanifer</i>
	<i>Erica vagans</i>
	<i>Ononis minutissima</i>
	<i>Pinus sylvestris</i>
	<i>Potentilla montana</i>
	<i>Quercus pyrenaica</i>
<i>Rosa sp.</i>	
033Qpe	<i>Crataegus monogyna</i>
	<i>Deschampsia flexuosa</i>
	<i>Galium odoratum</i>
	<i>Genista florida</i>
	<i>Lithodora diffusa</i>
	<i>Prunus spinosa</i>
	<i>Quercus pyrenaica</i>
	<i>Rosa sp.</i>
<i>Teucrium scordium</i>	
037Ppr	<i>Fumana ericoides</i>
	<i>Globularia alypum</i>
	<i>Helichrysum italicum</i>
	<i>Lavandula stoechas</i>
	<i>Pinus pinaster</i>
<i>Thymus mastichina</i>	
054Ph	<i>Artemisia glutinosa</i>

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

Parcela	Especies
	<i>Asparagus acutifolius</i>
	<i>Cistus salvifolius</i>
	<i>Coronilla juncea</i>
	<i>Helianthemum lavandulifolium</i>
	<i>Helichrysum stoechas</i>
	<i>Lonicera implexa</i>
	<i>Malcolmia littorea</i>
	<i>Myrtus communis</i>
	<i>Phillyrea angustifolia</i>
	<i>Pinus halepensis</i>
	<i>Pistacia lentiscus</i>
	<i>Quercus coccifera</i>
	<i>Rhamnus alaternus</i>
	<i>Rhamnus lycioides</i>
	<i>Rosmarinus officinalis</i>
	<i>Rubia peregrina</i>
<i>Sedum sediforme</i>	
<i>Smilax aspera</i>	
102Ppr	<i>Calluna vulgaris</i>
	<i>Castanea sativa</i>
	<i>Erica cinerea</i>
	<i>Frangula alnus</i>
	<i>Pinus pinaster</i>
	<i>Quercus robur</i>
	<i>Rubus ulmifolius</i>
	<i>Salix atrocinerea</i>
<i>Ulex gallii</i>	
115Fs	<i>Acer campestre</i>
	<i>Calluna vulgaris</i>
	<i>Corylus avellana</i>
	<i>Crataegus monogyna</i>
	<i>Fagus sylvatica</i>
	<i>Hedera helix</i>
	<i>Ilex aquifolium</i>
	<i>Prunus spinosa</i>
	<i>Quercus petraea</i>
	<i>Rhamnus catharticus</i>
	<i>Rosa sp.</i>
	<i>Rubus sp.</i>
	<i>Sorbus aucuparia</i>
<i>Ulex gallii</i>	

2. Especies sensibles encontradas en el área LESS-PLUS

Como referencia, en la siguiente tabla se listan las especies sensibles encontradas dentro del área de 500 m que presentaron síntomas de ozono en alguno de los años de muestreo.

Parcela	Especies
33Qpe	<i>Fraxinus excelsior</i>
115Fs	<i>Acer pseudoplatanus</i>
	<i>Fraxinus excelsior</i>

**COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA DE NACIONES UNIDAS
CONVENIO MARCO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA**

PROGRAMA INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN PARA EL SEGUIMIENTO
Y LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LOS BOSQUES

MANUAL RED CE 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.

PARTE VI

SEGUIMIENTO CALIDAD DEL AIRE



GOBIERNO
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Área de Inventario y Estadística Forestal (AIEF)

INDICE

1	Introducción.....	1
	1.1.-Alcance y aplicación	1
	1.2.-Objetivos	2
2	Ubicación de las mediciones y el muestreo.....	2
	2.1.-Diseño del muestreo	2
	2.2.-Equipo de muestreo	2
	2.3.- Manipulación y exposición de los dosímetros	2
	2.4.-Frecuencia de muestreo y período de muestreo	5
	2.5.-Transporte y almacenamiento de muestras	5
3	Mediciones.....	5
	3.1 Variables medidas y unidades	5
	3.2 Garantía y control de calidad.....	5
4	Manual de referencia y Base de datos ICP-Forests	7

ANEXOS

Anexo I: Ficha de muestreo

Anexo II: Estructura de los archivos, descripción de campo y códigos empleados

Anexo III: Especificaciones técnicas de los dosímetros

Anexo IV: Factor de conversión $\mu\text{g m}^{-3}$ y ppb en O_3

1 INTRODUCCIÓN.

En las parcelas de seguimiento intensivo es importante evaluar la calidad del aire por dos razones principales:

- En primer lugar, los contaminantes del aire pueden causar efectos adversos en los árboles y ecosistemas forestales a través de efectos directos y,
- En segundo lugar, el conocimiento de las concentraciones de contaminantes en la atmósfera mejorará las estimaciones de la deposición seca en las parcelas forestales. Las medidas de deposición atmosférica se refieren a deposición húmeda, y para poder estimar de manera fiable la deposición seca, que es especialmente significativa en el ámbito mediterráneo, es importante también disponer de medidas de concentraciones en el aire a nivel de parcela.

Los contaminantes atmosféricos de interés para la vegetación, por tener potencialmente efectos directos, son el **ozono (O₃)**, el dióxido de **nitrógeno (NO₂)**, el dióxido de **azufre (SO₂)** y el **amoníaco (NH₃)**. Entre ellos, el ozono es especialmente relevante debido a su fitotoxicidad a concentraciones ambientales, y a su presencia generalizada en Europa y en especial en el área mediterránea.

La calidad del aire ambiental en las parcelas puede estimarse mediante modelización, o mediante la interpolación de datos de calidad del aire de sitios cercanos. Sin embargo, para la mayoría de las parcelas de Nivel II, las estaciones de calidad del aire que podrían proporcionar los datos necesarios no existen o no son representativas. La capacidad de modelizar las concentraciones de contaminantes para estas parcelas es por otra parte compleja, y en general lleva asociada un alto grado de incertidumbre.

Las medidas de la calidad del aire en tiempo real con monitores en continuo proporcionan una información con una alta resolución temporal. Sin embargo, tales mediciones son costosas y, debido a los requisitos de infraestructura necesarios, son difíciles de instalar en las parcelas de Nivel II.

En sitios remotos, donde la ausencia de electricidad dificulta el establecimiento de monitores en continuo, el muestreo mediante dosimetría pasiva constituye el método alternativo más utilizado. Para realizar las medidas con dosimetría pasiva se emplean dispositivos de muestreo que contienen, cada uno de ellos, un filtro impregnado con un compuesto químico sensible a un tipo de contaminante. Los contaminantes reaccionan con estos compuestos específicos produciendo otros compuestos cuyo análisis permite determinar las concentraciones de contaminantes en el aire.

Con esta técnica se pueden medir la concentración de aire ambiente en los bosques a un costo relativamente bajo. La desventaja del monitoreo pasivo es la baja resolución temporal, ya que típicamente aporta promedios de una semana a un mes.

1.1.-Alcance y aplicación

Esta parte del Manual tiene como objetivo proporcionar una metodología sólida para recopilar datos de alta calidad, armonizados y comparables sobre las concentraciones de contaminantes en las parcelas de Nivel II, con especial énfasis en la dosimetría pasiva. La armonización de los procedimientos es esencial para garantizar la comparabilidad de los datos.

1.2.-Objetivos

El principal objetivo de medir las concentraciones de ozono troposférico, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y amoníaco en las parcelas de Nivel II es contribuir a una mejor comprensión y cuantificación de los procesos de inmisión en los ecosistemas forestales.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Cuantificación de las emisiones anuales de ozono, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y amoníaco.
- Detección de tendencias temporales de ozono troposférico, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y amoníaco en cada parcela.
- Detección de tendencias espaciales de ozono troposférico, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y amoníaco.

2.- UBICACIÓN DE LAS MEDICIONES Y EL MUESTREO

El seguimiento de la calidad del aire ambiental debe llevarse a cabo en las parcelas de Nivel II donde haya datos de meteorología y deposición disponibles.

2.1.- Diseño de muestreo

2.1.1.- Ubicación del sitio de muestreo

Las concentraciones de contaminación del aire deben medirse en las inmediaciones del bosque. Los dosímetros o monitores deben instalarse en la parcela exterior, donde estén instalados los colectores para deposición húmeda y el instrumental meteorológico.

2.1.2.- Altura de muestreo

Los dosímetros pasivos deben instalarse sobre el nivel del suelo en la parcela exterior (donde se corta la vegetación del suelo). El dosímetro se suele colocar en la torre meteorológica, mediante sistemas de sujeción, a una altura de 2 m sobre el suelo.

2.1.3.- Número de réplicas

Es necesario instalar al menos dos réplicas de manera simultánea en cada lugar.

2.2.- Equipo de muestreo

Los países son libres de seleccionar el tipo de dispositivo de dosimetría pasiva que se utiliza. En España se utilizan los modelos proporcionados por el CEAM con carcasa protectora, que se describen en el punto 2.3 y cuyas especificaciones técnicas se detallan en el Anexo III.

2.3.-Manipulación y exposición de los dosímetros

Los dosímetros a exponer en cada parcela se suministran en el interior de bolsitas autocierre. Durante el transporte y hasta su exposición, los dosímetros estarán siempre tapados con un tapón de plástico (Ver Fig 1) y dentro de las bolsitas autocierre para evitar así la entrada del aire. Para comenzar la exposición de los dosímetros, éstos se extraen de las bolsas de autocierre y se quita la tapa. De este modo se permite al aire ser transportado por difusión molecular a través del tubo hacia el filtro impregnado con un producto que reaccionará con el contaminante. Los dosímetros se han de manejar con guantes de látex o similares (sin polvo) que eviten una posible contaminación por las manos.

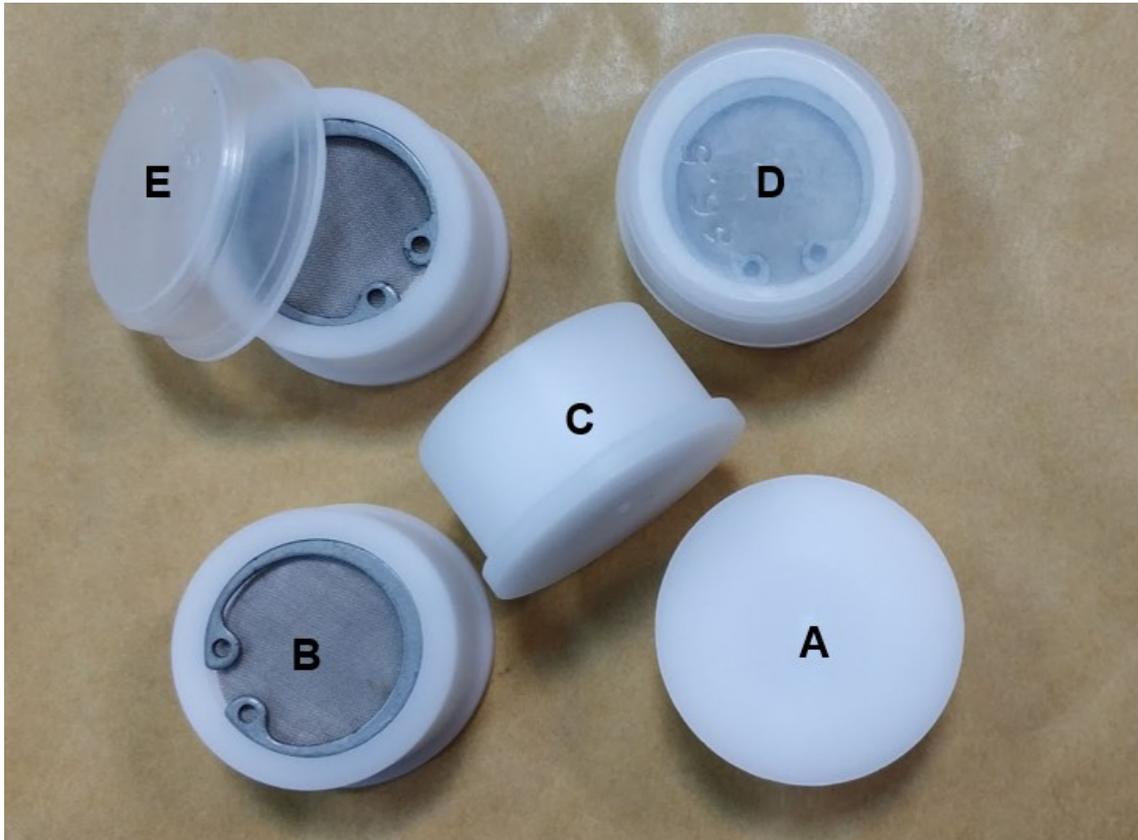


Figura 1: Dosímetro pasivo visto por la parte superior (A), inferior (B) y lateral (C). Los dosímetros se transportan y almacenan cerrados (D) con un tapón de plástico (E) y se exponen abiertos sin tapa (B).

Los dosímetros de los diferentes tipos de contaminantes (por duplicado o por triplicado) se colocan en un soporte en forma de caja. Los dosímetros de NO₂ están rotulados en color azul, los de SO₂ en verde, los de NH₃ en rojo y los de O₃ en negro. Con la ayuda de un destornillador se abre la caja y los dosímetros se colocan en los agujeros a medida de la caja, quedando la parte con la rejilla metálica expuesta al exterior. Posteriormente se cierra la caja y los dosímetros quedan expuestos (Figura 2).

Una vez finalizado el periodo de muestreo, actualmente de un mes, se recogen los dosímetros expuestos. Se vuelve a abrir el soporte en forma de caja y se extraen los dosímetros expuestos, cubriéndolos inmediatamente con las tapas de plástico y guardándolos en bolsitas para su transporte. Si procede, se colocarán dentro de la caja nuevos dosímetros para su exposición.

Por otra parte, en la ficha de campo que se adjunta en cada muestreo para cada una de las parcelas, se apuntará el nombre de la parcela, el técnico que realiza el cambio

de los dosímetros, el día, la fecha y la hora en la que comienza el muestro (al colocar los dosímetros) y en la que finaliza (al retirarlos), así como los números identificativos de cada uno de los dosímetros expuestos (Anexo I).

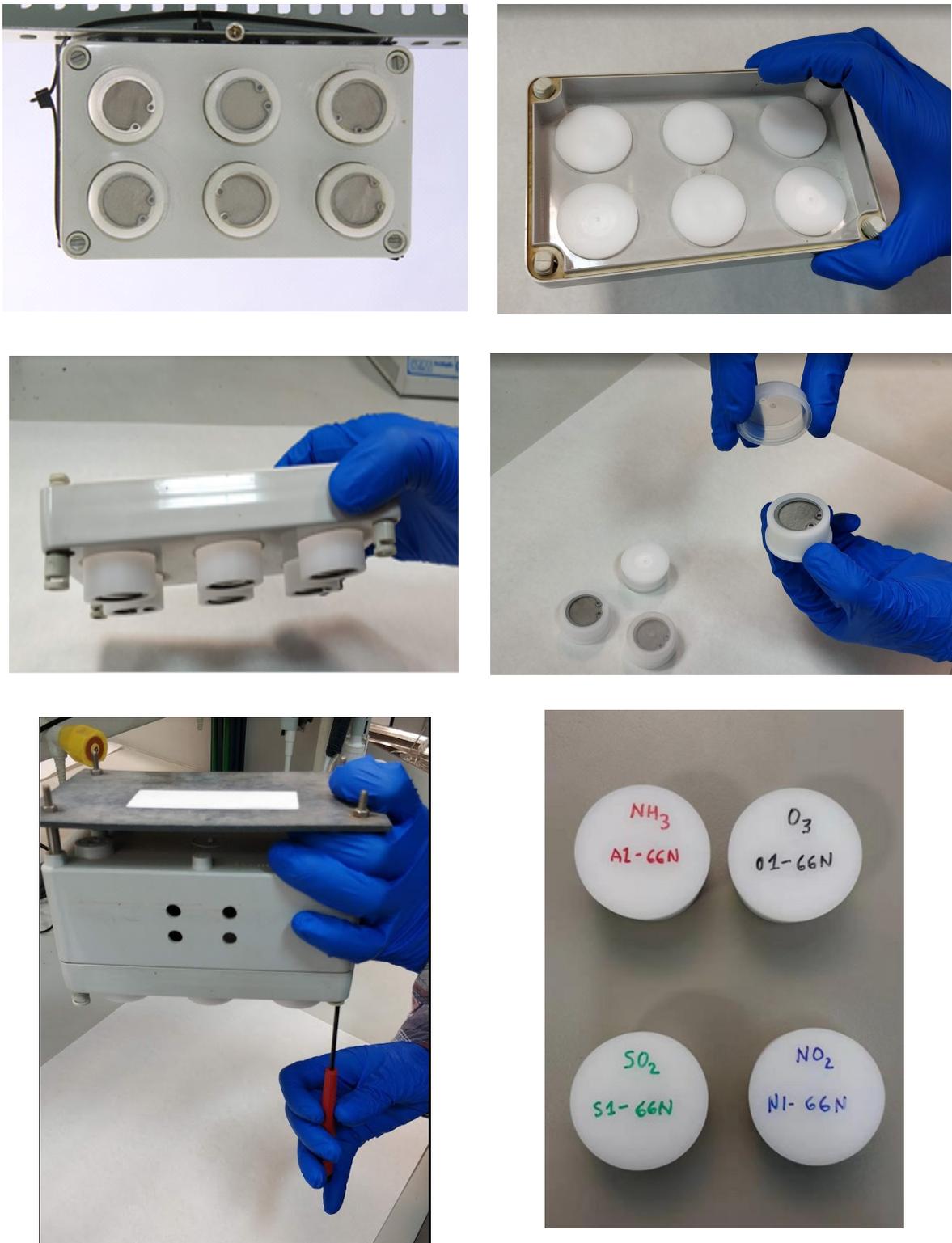


Figura 2: Soporte para dosímetros y cambio de dosímetros

2.4.- Frecuencia de muestreo y período de muestreo

La frecuencia de muestreo es mensual, preferiblemente en coordinación con la recolección de muestras de deposición, y para condiciones mediterráneas debe cubrir los 12 meses del año. Si es posible, una frecuencia bisemanal es preferible para los dosímetros de ozono.

2.5.- Transporte y almacenamiento de muestras

El transporte y el almacenamiento de los dosímetros pasivos antes y después de ser expuestos en el campo pueden influir en el análisis químico y afectar a los resultados. Por lo tanto, es importante seguir estrictamente las pautas del fabricante del dosímetro pasivo para minimizar los posibles efectos perturbadores (p. ej. cambios en la temperatura). Es recomendable transportar los dosímetros siempre en una neverita de campo en la que no haya cambios bruscos de temperatura.

Al finalizar el período de muestreo los dosímetros se recogen y se tapan individualmente con los tapones de plástico y los de cada parcela se guardan juntos en las bolsa autocierre suministradas. Los dosímetros recogidos serán guardados en el despacho o laboratorio en un congelador hasta su posterior envío al laboratorio responsable del análisis. Este envío se realizará en no más de cuatro días.

De forma complementaria y para control de calidad, en cada paquete que reciban los técnicos responsables del cambio de los dosímetros en el campo habrá una bolsita con dos dosímetros cerrados etiquetados como "Blanco". Estos dosímetros deben llevarse junto con los otros en los viajes (alternando rutas en cada muestreo, si hay varias), conservarse en el despacho o laboratorio durante el periodo de muestreo y ser enviados junto con los que han sido expuestos en un determinado muestreo al laboratorio de análisis. En ningún momento los "Blancos" se sacarán de las bolsitas ni se abrirán los tapones.

3.- MEDICIONES

3.1.- Variables analizadas

Los contaminantes cuyas concentraciones se miden actualmente mediante dosímetros pasivos en las parcelas de la Red II en España son NO₂, SO₂, NH₃ y O₃ (expresados en µg/m³). Se recomienda que todos los dosímetros, o al menos todos los dosímetros que midan la misma variable, se analicen en el mismo laboratorio.

3.2.- Garantía y control de calidad

Los países son libres de elegir la fabricación y la metodología de los dosímetros pasivos, siempre que se cumplan los criterios de garantía de calidad.

Son necesarias pruebas periódicas de comparación entre los diferentes dosímetros utilizados y los métodos de referencia para determinar si existen diferencias significativas en la precisión en condiciones ambientales variables (temperatura, velocidad del viento y concentraciones de contaminantes).

La calidad de los datos se puede verificar de la siguiente manera:

- Se verifica la plausibilidad de las medidas llevadas a cabo con los dosímetros pasivos comparando con rangos de concentración conocidos y la variabilidad de la misma región.
- Se verifica la integridad (porcentaje de datos validos) de los datos enviados.
- Se comparan los resultados de las réplicas en los dosímetros, que se exponen por duplicado (o por triplicado).
- Los resultados de los dosímetros pasivos se comparan con los de los monitores en continuo.

Los blancos de campo se incluyen en todo el proceso de transporte y almacenamiento y se analizan, con la finalidad de detectar factores perturbadores durante la preparación, el transporte, la manipulación y el almacenamiento.

3.2.1.- Límites de plausibilidad

Los límites generales de plausibilidad se detallan en la Tabla 1.

Contaminante (unidad)	Límite inferior	Límite superior
O ₃ (µg m ⁻³)	5	200
NH ₃ (µg m ⁻³)	0.1	40
NO ₂ (µg m ⁻³)	0.2	40
SO ₂ (µg m ⁻³)	0.2	40

Tabla 1: Límites superiores e inferiores de plausibilidad

3.2.2.- Integridad de los datos

Los requisitos de integridad de datos y periodo de medida para los dosímetros pasivos se proporcionan en la Tabla 2.

Contaminante	Integridad de los datos para el periodo de medida
O ₃	80% abril-septiembre
NH ₃	80% de todo el año
NO ₂	80% de todo el año
SO ₂	80% de todo el año

Tabla 2: Integridad de los datos para el periodo de medida con dosímetros pasivos

3.2.3.- Objetivos de calidad de datos o límites tolerables

Los objetivos de calidad de los datos (DQO) y los límites tolerables se proporcionan en la Tabla 3.

Contaminante	Tipo de medida	Objetivos Calidad Datos
Todos los contaminantes	Medias de campo	Datos completos ≥ 80%
Todos los	Dosímetros pasivos	Datos dentro de ± 30% del

contaminantes	expuestos junto a monitores en continuo	valor de referencia*
Todos los contaminantes	Test de intercomparación para dosímetros pasivos	Datos dentro de $\pm 30\%$ del valor de referencia*
Todos los contaminantes	Coeficiente de variación entre réplicas	$\leq 10\%$

*para valores $>3 \mu\text{g m}^{-3}$; valor de referencia = valor del monitor en continuo junto al que se exponen los dosímetros.

Tabla 3: Objetivos de Calidad de Datos para dosímetros pasivos

3.2.4 Límites de calidad de datos

Los límites de calidad de los datos (DQL) se proporcionan en la Tabla 4.

Contaminante	Tipo de medida	Límite de Calidad Datos
Todos los contaminantes	Medias de campo	Datos completos $\geq 80\%$ en al menos 80% de las parcelas por país
Todos los contaminantes	Dosímetros pasivos expuestos junto a monitores en continuo	75% de los datos en $\pm 30\%$ del valor de referencia*
Todos los contaminantes	Test de intercomparación para dosímetros pasivos	75% de los datos en $\pm 30\%$ del valor de referencia*
Ozono, NO ₂ , SO ₂	Coeficiente de variación entre réplicas	$\leq 10\%$ en al menos 80% de las parcelas por país
NH ₃	Coeficiente de variación entre réplicas	$\leq 20\%$ en al menos 80% de las parcelas por país

*para valores $>3 \mu\text{g m}^{-3}$; valor de referencia = valor del monitor en continuo junto al que se exponen los dosímetros.

Tabla 4: Límite de calidad de datos

4.- MANUAL DE REFERENCIA Y BASE DE DATOS ICP-FORESTS

El Manual de referencia de ICP-Forests es Part XV- Monitoring of Air Quality (<http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>)

El código o abreviatura del muestreo en la base de datos "calidad del aire" es AQ (*Air Quality*). La estructura de los archivos de la base de datos, la descripción de cada uno de los campos de la misma y los códigos empleados en su cumplimentación pueden encontrarse en el Anexo II del presente documento.

ARCHIVO	Variable	Unidades	Nivel II ICP-Forests	Nivel II España	Valor	DQO (Tabla 3)	DQL (Tabla 4)
AQP	O ₃	µg m ⁻³	m	√	Concentración media	±30%	75%
AQP	NH ₃	µg m ⁻³	o	√	Concentración media	±30% ***	75%
AQP	NO ₂	µg m ⁻³	o	√	Concentración media	±30% ***	75%
AQP	SO ₂	µg m ⁻³	o	√	Concentración media	±30% ***	75%
AQA	O ₃	µg m ⁻³	o		Datos horarios	-	-
AQA	NH ₃	µg m ⁻³	o		Datos horarios	-	-
AQA	NO ₂	µg m ⁻³	o		Datos horarios	-	-
AQA	SO ₂	µg m ⁻³	o		Datos horarios	-	-

m: Mandatory (obligatorio); o: Opcional

*** Para valores > 3 µg m⁻³

**COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA DE NACIONES UNIDAS
CONVENIO MARCO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA**

PROGRAMA INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN PARA EL SEGUIMIENTO
Y LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LOS BOSQUES

MANUAL RED CE 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.

PARTE VI

SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AIRE

ANEXOS



Área de Inventario y Estadística Forestal (AIEF)

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

ANEXO I: Ficha de muestreo

DOSIMETROS PASIVOS DE NO₂, SO₂, NH₃ Y O₃

PUNTO DE MUESTREO							
MUESTREADORES							
INICIO DE MUESTREO				FINAL DE MUESTREO			
Fecha de INICIO de muestreo: _____ / _____ / 2021				Fecha de FINAL de muestreo: _____ / _____ / 2021			
Hora de INICIO de muestreo: _____ : _____				Fecha de FINAL de muestreo: _____ : _____			
Dosímetros		Blanco		Dosímetros		Blanco	
NO₂		NO₂		NO₂		NO₂	
SO₂		SO₂		SO₂		SO₂	
NH₃		NH₃		NH₃		NH₃	
O₃		O₃		O₃		O₃	
OBSERVACIONES:							

ANEXO II: Estructura de los archivos, descripción de campo y códigos empleados

Los datos que en la actualidad está remitiendo España fruto de los muestreos en las parcelas de Red II están estructurados en los siguientes archivos:

Archivo	Descripción del contenido
PPS	Descripción de la parcela en relación con los dosímetros pasivos
AQP	Mediciones procedentes de dosímetros pasivos
AQB	Valores del blanco

En caso de realizar la medida de contaminantes mediante medidores en continuo existen otros archivos de envío de datos a ICP-Forests. A continuación, se describe el contenido de los campos de cada uno de ellos. Más información en <https://icp-forests.org/documentation/Surveys/AQ/index.html>

Archivo PPS: Descripción de la parcela en relación con los dosímetros pasivos

- **Código nacional:** El código identificador de España es el 11
- **Número de la parcela:** El código de cada parcela está formado por un número y la abreviatura de la especie que caracteriza la parcela Qi (*Quercus ilex*), Ppa (*Pinus pinea*), Ps (*Pinus sylvestris*), Qpy (*Quercus pyrenaica*), etc.
- **Latitud y Longitud:** Se anotarán seis dígitos completos las coordenadas geográficas de latitud y longitud correspondientes al centro de la parcela de observación, medidos con GPS o restituidas en plano (foto aérea de gran detalle). Ejemplo:

	+/-	Grados		Minutos		Segundos	
Latitud	+	5	0	2	0	2	7
Longitud	-	0	1	1	5	3	2

La primera casilla se usa para indicar el signo + ó – de la coordenada.

- **Código de Altitud (m):** Ver Parte I, Anexo I
- **Compuesto:**

Compuesto	Descripción	Observaciones
O ₃	O ₃ in µg/m ³	Hasta 2016 en ppb
NH ₃	NH ₃ in µg NH ₃ /m ³	
NO ₂	NO ₂ in µg NO ₂ /m ³	
SO ₂	SO ₂ in µg SO ₂ /m ³	

- **ID Muestra:** N° de secuencia de la muestra. Si un contaminante se mide en diferentes dosímetros (replicas) en una misma parcela, estos deberán identificarse de forma secuencial (1, 2, 3...)
- **Fabricante:** En España es 1

Código	Descripción
1	CEAM con carcasa protectora
2	CEAM sin carcasa protectora
3	Gradko con carcasa protectora
4	Gradko con carcasa protectora
5	Gradko combinado SO ₂ /NO ₂ con carcasa protectora
6	Gradko combinado SO ₂ /NO ₂ con carcasa protectora
7	IVL con carcasa protectora
8	IVL sin carcasa protectora
9	Ogawa con carcasa protectora
10	Ogawa sin carcasa protectora
11	Passam con carcasa protectora
12	Passam sin carcasa protectora
13	Otros con carcasa protectora (especificar en observaciones)
14	Otros sin carcasa protectora (especificar en observaciones)

- **Altitud (m):** Ver Parte I, Anexo I
- **Altitud más baja en un radio de 2,5 km:** Sólo para mediciones de ozono
- **Altitud más baja en un radio de 5 km:** Sólo para mediciones de ozono
- **Altura del muestreo:** Estandarizada a 2 metros
- **Observaciones**

Archivo AQP: Mediciones procedentes de dosímetros pasivos

- **Código nacional:** Idem anterior
- **Número de la parcela:** Idem anterior
- **ID Muestra:** Idem anterior
- **Fecha de comienzo del muestreo:** Fecha de inicio del periodo de medición (fecha de colocación). Formato DDMMAA
- **Fecha de fin del muestreo:** Fecha de fin del periodo de medición (fecha de recogida). Formato DDMMAA
- **Compuesto:** Idem anterior
- **Valor del compuesto:** Si los valores medidos están por debajo del límite de cuantificación, use el código "-1", y aportar el resultado en el campo de observaciones. Si no existen datos la celda irá en blanco.
- **Otras observaciones**

Archivo AQB: Valores de los blancos

- **Código nacional:** Idem anterior
- **Número de la parcela:** Idem anterior
- **ID Muestra:** Idem anterior
 - **Fecha de comienzo del muestreo:** Fecha de inicio del período de exposición de los muestreadores (blanco de viaje) formato DDMMAA
- **Fecha de fin del muestreo:** Fecha de finalización del período de exposición de los muestreadores (blanco de viaje) Formato DDMMAA
- **Compuesto:** Idem anterior
- **Valor del compuesto:** Si los valores medidos están por debajo del límite de cuantificación, use el código "-1", y aportar el resultado en el campo de observaciones. Si no existen datos la celda irá en blanco.
- **Otras observaciones**

ANEXO III: Especificaciones técnicas de los dosímetros

Dosímetro de Ozono

Consiste, en los dispositivos (dosímetro y carcasa expositora):

Dispositivo: El dispositivo para muestrear O₃ consistirá en un pequeño aro de polipropileno (10 mm de altura, 20 mm de diámetro interno y 25 mm de diámetro externo), cerrado por un lado con un tapón de polietileno, sobre el que se coloca un filtro de fibra de vidrio de 25 mm de diámetro impregnado con una solución de nitrito. El O₃ se captará en forma de nitrito que posteriormente se determina por cromatografía iónica. Una malla de acero inoxidable (0,08 mm de diámetro de malla, 0,125 mm de medida de malla y 38,5% de porosidad), se coloca en el otro extremo del tapón de polietileno, y una membrana de teflón se deja sobre la malla, quedando cerrado el tapón de polietileno mediante un aro situado sobre la malla de acero galvanizado que encaja en una ranura de la pared. El aro ha de poseer una apertura de 20 mm de diámetro, por la cual entrará el aire atmosférico por difusión molecular. Para el transporte antes y después de su exposición la superficie en donde se encuentra la membrana de Teflón se deberá cubrir con una tapa.

Dosímetro de Dióxido de Nitrógeno

Consiste, en los dispositivos (dosímetro y carcasa expositora, la carcasa es común para el dispositivo de NO₂, SO₂ y NH₃):

Dispositivo: El dispositivo para muestrear NO₂ consistirá en un pequeño aro de polipropileno (10 mm de altura, 20 mm de diámetro interno y 25 mm de diámetro externo), cerrado por un lado con un tapón de polietileno, sobre el que se coloca un filtro de fibra de vidrio de 25 mm de diámetro impregnado con una solución de Trietanolamina. El NO₂ se captará en forma de nitrito que posteriormente se determina por espectrofometría. Una malla de acero inoxidable (0,08 mm de diámetro de malla, 0,125 mm de medida de malla y 38,5% de porosidad), se coloca en el otro extremo del tapón de polietileno, y una membrana de teflón se deja sobre la malla, quedando cerrado el tapón de polietileno mediante un aro situado sobre la malla de acero galvanizado que encaja en una ranura de la pared. El aro ha de poseer una apertura de 20 mm de diámetro, por la cual entrará el aire atmosférico por difusión molecular. Para el transporte antes y después de su exposición la superficie en donde se encuentra la membrana de Teflón se deberá cubrir con una tapa.

Dosímetro Dióxido de Azufre

Consiste en los dispositivos (dosímetro y carcasa expositora, la carcasa es común para el dispositivo de NO₂, SO₂ y NH₃):

Dispositivo: El dispositivo para muestrear SO₂ consistirá en un pequeño aro de polipropileno (10 mm de altura, 20 mm de diámetro interno y 25 mm de diámetro externo), cerrado por un lado con un tapón de polietileno, sobre el que se coloca un filtro de fibra de vidrio de 25 mm de diámetro impregnado con una disolución de sosa en metanol y el análisis del dióxido de azufre recogido por el absorbente, se analizará

como sulfato por cromatografía iónica. Una malla de acero inoxidable (0,08 mm de diámetro de malla, 0,125 mm de medida de malla y 38,5% de porosidad), se coloca en el otro extremo del tapón de polietileno, y una membrana de teflón se deja sobre la malla, quedando cerrado el tapón de polietileno mediante una aro situado sobre la malla de acero galvanizado que encaja en una ranura de la pared. El aro poseerá una apertura de 20 mm de diámetro, por la cual entrará el aire atmosférico por difusión molecular. Para el transporte antes y después de su exposición, la superficie en donde se encuentra la membrana de Teflón se cubrirá con una tapa de polipropileno que se sujeta con una cinta de Parafilm.

Dosímetro de Amoniaco

Consiste en los dispositivos (dosímetro y carcasa expositora, la carcasa es común para el dispositivo de NO₂, SO₂ y NH₃):

Dispositivo: El dispositivo para muestrear NH₃ consistirá en un pequeño aro de polipropileno (10 mm de altura, 20 mm de diámetro interno y 25 mm de diámetro externo), cerrado por un lado con un tapón de polietileno, sobre el que se coloca un filtro de fibra de vidrio de 25 mm de diámetro impregnado con una disolución de ácido cítrico recogido por el absorbente, se analizará como citrato amónico por espectrofotometría por el método de azul-indofenol. Una malla de acero inoxidable (0,08 mm de diámetro de malla, 0,125 mm de medida de malla y 38,5% de porosidad), se coloca en el otro extremo del tapón de polietileno, y una membrana de teflón (se deja sobre la malla, quedando cerrado el tapón de polietileno mediante una aro situado sobre la malla de acero galvanizado que encaja en una ranura de la pared. El aro poseerá una apertura de 20 mm de diámetro, por la cual entrará el aire atmosférico por difusión molecular. Para el transporte antes y después de su exposición, la superficie en donde se encuentra la membrana de Teflón se cubrirá con una tapa de polipropileno que se sujeta con una cinta de Parafilm.

ANEXO IV: Factor de conversión entre $\mu\text{g m}^{-3}$ y ppb de ozono

$1 \mu\text{g m}^{-3} = 0.50937 \text{ ppb}$ (para condiciones estándar, $P = 1013 \text{ mbar}$, $T = 25^\circ\text{C}$)

**COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA DE NACIONES UNIDAS
CONVENIO MARCO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA**

PROGRAMA INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN PARA EL SEGUIMIENTO
Y LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LOS BOSQUES

MANUAL RED CE 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.

PARTE VIII

ESTUDIO DE PROCESOS FENOLÓGICOS



Área de Inventario y Estadística Forestal (AIEF)

INDICE

1	Introducción.	1
1.1	Alcance y Aplicación.....	1
1.2	Objetivos.	1
2	Observación y registro a nivel parcela (Extensiva).....	2
2.1	Observaciones.....	2
2.2	Evaluación.	2
3	Observación a nivel del árbol (Intensiva).....	4
3.1	Objetivos	4
3.2	Criterios para la selección de árboles.	5
3.3	Observación de las copas.....	6
3.4	Frecuencia de las observaciones.....	7
3.5	Método de evaluación.....	7
	3.5.1 Aparición de hojas/acículas.....	8
	3.5.2 Crecimiento secundario.....	10
	3.5.3 Floración.....	10
	3.5.4 Fructificación.....	10
	3.5.5 Cambio de color en la hoja/acícula.....	11
	3.5.6 Caída de hojas/acículas	11
	3.5.7 Número de metidas.....	11
3.6	Aparición de daños.	11
4	Aseguramiento y contro de calidad).....	11
5	Manual y Base de datos de ICP-Forests.....	12

ANEXOS:

Anexo I: Formularios de campo

Anexo II: Estructura de los archivos, descripción de campo y códigos empleados

1.- INTRODUCCIÓN

La fenología se puede definir como el estudio de los eventos o acontecimientos que se producen de forma cíclica en la vegetación. El conocimiento de la fecha, duración e intensidad de estos acontecimientos proporciona información valiosa acerca de los posibles efectos de las fluctuaciones y cambios climáticos, así como sobre otros impactos ambientales como la contaminación atmosférica. Tales cambios no sólo afectan al estado del árbol, sino también a los procesos ecológicos a nivel de la masa y el paisaje.

1.1 Alcance y aplicación

Esta Parte del Manual tiene como objetivo proporcionar una metodología consistente para recopilar datos fenológicos de alta calidad, armonizados y comparables en las parcelas de Nivel II de la CEPE / ONU seleccionadas. La armonización de los procedimientos es esencial para garantizar la comparabilidad de los datos.

El seguimiento de la fenología forestal en Nivel II consiste en la observación y registro sistemático de:

- Los fenómenos emergentes bióticos y abióticos.
- El desarrollo de las fases anuales de la vegetación.

1.2 Objetivos

El objetivo principal de las observaciones fenológicas en las parcelas de Nivel II es proporcionar información complementaria y suplementaria sobre el estado y desarrollo del estado del arbolado durante el año. El valor de los datos fenológicos se refuerza cuando se evalúan en combinación con los parámetros derivados de otros muestreos; especialmente con los datos meteorológicos, de deposición atmosférica, de solución del suelo, de estado de las copas y de crecimiento.

Los datos obtenidos contribuirán esencialmente a estimar el efecto del cambio climático en los ecosistemas forestales, ya que permitirán:

- determinar el curso de las etapas de desarrollo anual de los árboles forestales en las parcelas de seguimiento intensivo y su dependencia de las condiciones locales (por ejemplo, meteorológicas y del lugar), incluidos los eventos dañinos.
- documentar y explicar los posibles cambios en el momento de estas etapas (tiempo de inicio, duración del período y magnitud) en relación con los factores ambientales como la contaminación atmosférica y el cambio climático.
- utilizar este conocimiento para interpretar los cambios observados en el estado de la masa arbórea (por ejemplo, estado de la copa, crecimiento, estado nutricional).

Se intenta alcanzar estos objetivos llevando a cabo las observaciones a dos niveles:

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

- Extensivo, a nivel parcela.
- Intensivo, a nivel árbol.

La frecuencia de las observaciones fenológicas en España es mensual, en fechas coincidentes con la visita a las parcelas para recogida de muestras de deposición. Es conveniente que el operador sea el mismo en las visitas sucesivas a cada parcela para conseguir un mejor conocimiento y evaluación de los pequeños cambios producidos. También se requiere que sea un técnico con sólidos conocimientos sobre daños habituales de la especie forestal que es objeto de observación. Para realizar las evaluaciones fenológicas, es necesario utilizar prismáticos.

Por último, mencionar que este Manual presenta algunas peculiaridades y diferencias con respecto al Manual de ICP-Forests, que se irán detallando a lo largo del documento.

2.- OBSERVACIÓN Y REGISTRO A NIVEL PARCELA (EXTENSIVO).

2.1.- Observaciones

El primer nivel de evaluación se efectúa sobre toda la superficie de cada parcela del Nivel II, primero se rellena el formulario a nivel parcela (Ver Anexo I) con objeto de conocer el estado sanitario general de la parcela, para después profundizar de manera intensiva a nivel árbol. La frecuencia de los muestreos es mensual coincidiendo con la recogida de muestras de deposición, aunque en ICP-Forests recomiendan una frecuencia cada dos semanas durante el periodo de crecimiento. Es importante anotar la hora en la que se efectúan las observaciones, puesto que la dirección e intensidad de la luz influye en el significado de algunos aspectos observados.

Las observaciones que es preciso registrar son:

- fenómenos fenológicos más obvios, cambio de color y caída de hojas-acículas...
- Daños bióticos (plagas y/o enfermedades).
- Daños abióticos (de heladas, viento, granizo, etc.)

2.2.- Evaluación

El observador hará un examen general del dosel del bosque, que consta de todas las copas de los árboles incluidas. La observación no debe realizarse desde uno un lugar, sino que debe mirar a su alrededor, preferiblemente desde diferentes posiciones en la parcela.

En el formulario se rellenará un formulario a nivel parcela donde se anotará a nivel general los siguientes **eventos**:

- Aparición de hoja / acícula.
- Cambio de color hoja / acícula.
- Caída de hoja / acícula.
- Crecimiento secundario

- Floración.
 - Intensidad
- Fructificación.
 - Intensidad

El estado de la fase se clasifica estimando porcentajes **aplicando la clave siguiente para cada uno de los eventos**. Para las fases fenológicas en general:

- 1: No existe (<1%)
- 2: Poco frecuente (menos del 33%).
- 3: Común (33 al 66%).
- 4: Abundante (del 66 al 99%).
- 5: Completo (>99%)

En el caso particular de la **floración y fructificación**, se consignará por un lado si está ausente o presente (1 o 2), y en otra casilla la intensidad de la fase:

- Para la floración y fructificación
 - 1.-Ausente
 - 2.-Presente
- Para la intensidad:
 - (-) En caso que sea Ausente
 - (1) Ligera
 - (2) Moderada
 - (3) Abundante

En cuanto a los **daños observados en la masa**, se pueden observar:

- Daños en la copa.
- Otros daños

Para los daños se sigue la misma codificación que la Parte II del Manual, Evaluación del estado sanitario del arbolado. Los datos que se tomarán serán:

- Parte afectada
- Síntoma (sólo síntoma, sin especificación)
- Agente causante
- Nombre del agente
- Extensión del daño

Por último, en formato texto, se tomarán datos de:

- Árboles de la parcela con alguna característica fenológica o daño de interés
- Cambios apreciables en el matorral y en las herbáceas
- Observaciones generales

- Características climatológicas en el momento que se realiza la evaluación: donde se anotan datos como viento, temperatura, humedad del suelo y si el cielo está despejado...

Como ha quedado dicho con anterioridad, toda la información se recogerá en el formulario correspondiente que figura en el Anexo I del presente Manual.

Toda esta información, que en España se recoge de manera más exhaustiva, posteriormente se adapta a las recomendaciones exigidas en el manual ICP para remitir a la base de datos de ICP-Forests, en los formatos especificados en el Anexo I.

3.- OBSERVACIÓN A NIVEL DEL ÁRBOL (INTENSIVA).

Constituye un segundo nivel de observación, dirigido a cada uno de los árboles seleccionados de la parcela. Se llevará a cabo, al menos, en las parcelas de Nivel II en las que se mantiene un seguimiento meteorológico continuo.

3.1.- Objetivos.

Se pretende con este tipo de observación:

- Obtener información, a escala europea, del estado y de las variaciones fenológicas producidas en diferentes especies, y de su dependencia de las condiciones locales (meteorológicas y de estación).
- Comparar las fechas de las fases fenológicas entre especies en determinadas condiciones locales.
- Documentar y explicar los cambios en las fechas producidos por las modificaciones observadas en las condiciones locales de las parcelas de Nivel II.
- Dado que este seguimiento requiere mucho tiempo y personal bien entrenado, debe reducirse al número de parcelas que realmente pueden ser atendidas de continuo. Aunque todas las especies arbóreas son de interés, es prioritaria la información de la especie principal de la parcela.

Las fases objeto de seguimiento son:

- En las coníferas:

- Aparición de acícula.
- Floración.
- Fructificación.

-En las frondosas:

- Despliegue de las hojas.
- Floración.
- Fructificación.
- Coloración de otoño.

- Caída de las hojas.

Para el estudio de las diferentes fases fenológicas nos podemos apoyar en las observaciones del contenido de los colectores que nos pueden servir de ayuda.

3.2.- Criterios para la selección de árboles a evaluar

La evaluación se realiza sobre una muestra representativa de la especie forestal de la parcela. Se seleccionan un mínimo de 10 árboles por especie principal. En España se seleccionan 20 árboles dentro de la parcela, en los que se evalúa el estado de las copas, de forma que:

- Sean preferentes los árboles en los que se realizan mediciones opcionales de crecimiento en continuo (en España preferentemente son los árboles nº 1, 10, 20, 30, 40...), siempre que la visibilidad de la copa sea óptima. Así pues, pueden coincidir con árboles con cintas dendrométricas instaladas. Ver Parte III de este Manual (Estimación del crecimiento y la producción)
- Se eligen el resto de los árboles, hasta un número de 20, de acuerdo con las siguientes prioridades:
 - Árboles de la clase social 1 o 2. Ver Parte I de este Manual (Base física de Muestreo: La Parcela) punto 3.4 Selección de los árboles de la parcela.
 - Árboles que ofrezcan una buena visibilidad de la mayor parte posible de la copa.
 - No se incluirán los árboles seleccionados para el análisis foliar

Los árboles seleccionados, como se observa en la Fig.1, quedarán marcados con una marca de pintura amarilla para ser más fácilmente identificables, conservando el número identificativo original.



Figura 1: Marcaje de los árboles para observación de fenología

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

3.3.- Observación de las copas.

Es preferible observar la parte superior de la copa, o, si esto no es posible, la zona intermedia (Ver fig.2). La zona observada debe ser siempre la misma, excluyendo las ramas aisladas debajo de la copa. Los formularios se rellenan utilizando para su identificación los siguientes códigos:

- **Copa observada:**
 - 1: Visible parte superior de la copa.
 - 2: Visible parte media de la copa.
 - 3: Parte superior y media visible
 - 4: Visible entera

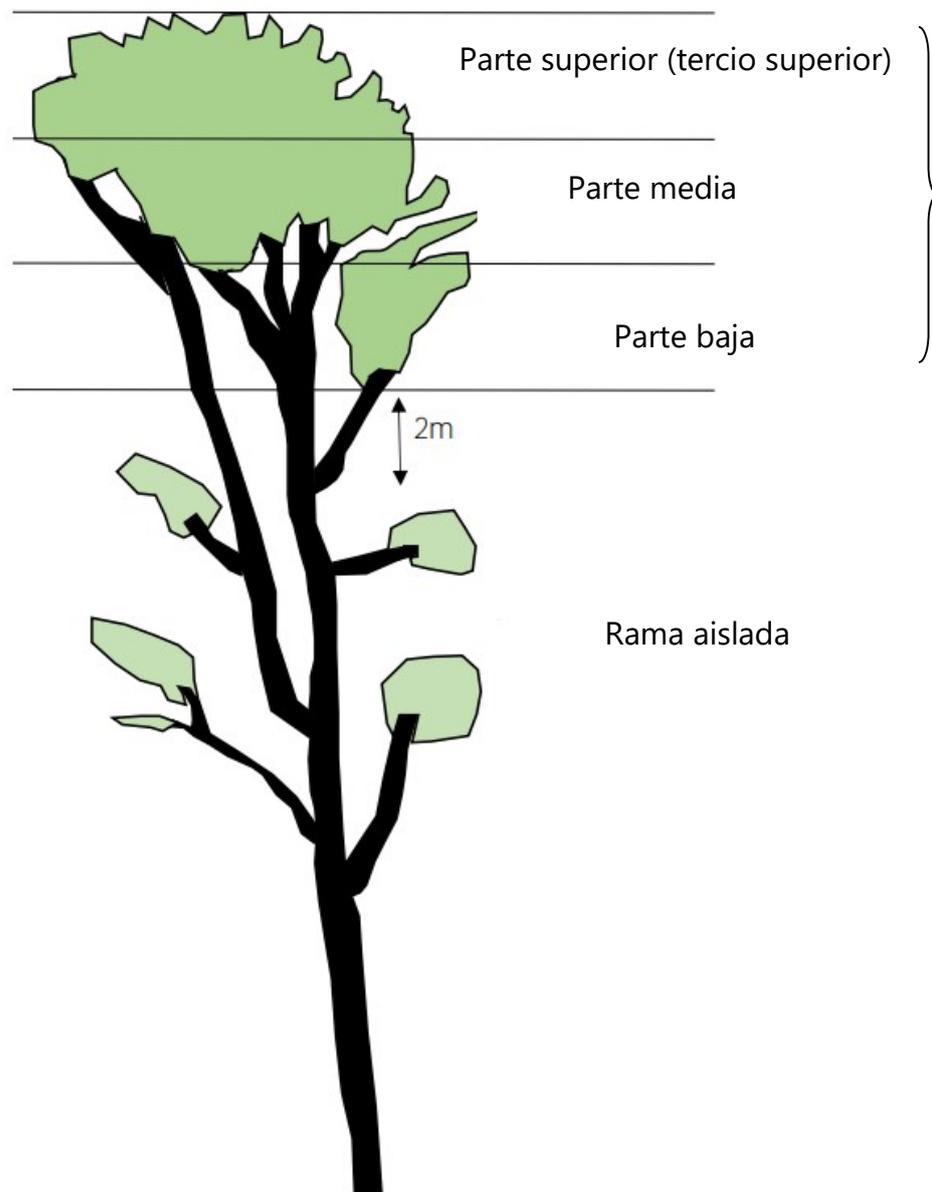


Figura 2: Definición de las partes evaluables de la copa

- **Orientación de la parte observada de la copa:** La copa puede ser observada desde las siguientes observaciones:

- | | |
|-------------|-------------|
| 1: Norte | 5: Sur |
| 2: Nordeste | 6: Sudoeste |
| 3: Este | 7: Oeste |
| 4: Sudeste | 8: Noroeste |

A pesar de que la observación del árbol se realiza básicamente desde una orientación, conviene proceder a observaciones complementarias de toda la copa.

- **Dirección vertical desde donde se realizan las observaciones:** Según la pendiente de la parcela, la observación se puede hacer:

- 1: Desde abajo
- 2: Al mismo nivel de la copa
- 3: Desde arriba

Esta información se recoge al inicio de las observaciones y, al ser siempre el mismo el punto de observación, no se recoge en los formularios mensuales.

3.4.- Frecuencia de las observaciones.

Cada mes, coincidiendo con la recogida de muestras de deposición, meteorología, etc. Aunque en ICP-Forests recomiendan una frecuencia semanal durante las fases críticas.

3.5.- Método de evaluación.

La evaluación se realiza a nivel árbol, pero de la misma manera que en el punto 2.2.

Evento: Las fases fenológicas que interesa seguir, según consta en el formulario (Ver Anexo I), son las siguientes:

- Aparición de hoja/ acícula.
- Crecimiento secundario.
- Floración.
 - Intensidad de la floración
- Fructificación.
 - Intensidad de la fructificación
- Cambio de color hoja/acícula.
- Caída de hoja/acícula.
- Nº de metidas.

En ICP- Forests se ha añadido como opcional la evaluación de la fructificación aunque este dato ya se venía recogiendo en España por considerarse un dato de importancia.

Código del evento: Los códigos para evaluar las fases descritas, son los mismos utilizados a nivel parcela (Ver apartado 2.2):

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

- 1.-Ausente (< 1%)
- 2.-Presente y poco abundante (1 al 33%)
- 3.-Común (33 al 66%)
- 4.-Abundante (66 al 99%)
- 5.-Completo (>99%)

- Para la floración y fructificación (Intensidad)

- 1.-Ausente
- 2.-Presente

- Para la intensidad:

- (-) En caso que sea Ausente
- (1) Ligera
- (2) Moderada
- (3) Abundante

3.5.1.- Aparición de hojas/acículas.

La fecha de aparición de las acículas se identifica con el comienzo de la separación visible de las acículas en la parte baja del crecimiento. (Ver ejemplos en Figuras 3 y 4). La fecha de aparición de las hojas se identifica con el comienzo de su despliegue. En especies caducifolias, durante el periodo de desnudez invernal, la aparición de hoja se refiere con el código "1". En especies perennifolias este valor corresponde a defoliaciones totales.

Figura 3: Ejemplos de diferentes fases en la aparición de acículas del género *Pinus*.





Figura 4: Ejemplos de diferentes fases en la aparición de hojas. Géneros *Fagus* y *Quercus*





3.5.2.- Crecimiento secundario y renuevos

Este fenómeno se produce en algunas especies a comienzo de verano, al final del mismo, o principios del otoño, y es inducido por factores ambientales. Los renuevos son apariciones de hojas o acículas después de granizo, heladas tardías, fuertes vientos, insectos,...

3.5.3.- Floración

La fecha de apertura de las flores masculinas (caracterizadas por el polen) se toma como referencia de floración. (Ver Figura 5).



Figura 5: Floración en *Pinus* y *Quercus*

3.5.4.- Fructificación

Se considera que se produce fructificación cuando el fruto se ha formado y esto ocurre cuando:

- *Quercus*: la bellota está madura y se desprende naturalmente de la cúpula. Suele coincidir con su coloración marrón.
- *Fagus*: la cápsula se abre y disemina los hayucos
- *Pinos*: la piña madura se abre y disemina los piñones

3.5.5.- Cambio de color hoja/acícula

Se refiere al cambio de coloración otoñal en especies caducifolias y proceso de decoloración no otoñal que sufren muchos árboles (decoloración previa a la caída del alcornoque en primavera, o del pino resinero en verano...), o debidas a causas externas (decoloración por "golpe de calor" o "heladas intempestivas"...). En el apartado de "Observaciones" (reverso de la hoja) deben señalarse las posibles causas.

3.5.6.- Caída de hojas/acículas.

Las hojas acículas completamente secas que permanecen en el árbol se consideran caídas, pertenecen al tanto por ciento de hojas/acículas ya en el suelo.

3.5.7.- Número de metidas.

Información reservada a especies perennifolias. Se admiten uno, o dos números si quedan suficientes acículas/hojas de la última metida, pero se observa que en ese momento se están perdiendo.

3.6.- Aparición de daños

En los 20 árboles seleccionados, se lleva a cabo el seguimiento de la aparición de daños en la zona de la copa observada. Es importante un seguimiento exhaustivo de los daños producidos, tanto bióticos como abióticos. En el formulario (ver Anexo I), los daños se codifican conforme a la Parte II del Manual, Evaluación del estado sanitario del arbolado.

- Parte afectada
- Síntoma (sólo síntoma, sin especificación)
- Agente causante
- Nombre del agente
- Extensión del daño

Aunque en ICP-Forests los daños en el caso de floración, se consignan únicamente en observaciones, en España se recogen conforme a la Parte II del Manual (Evaluación del estado sanitario del arbolado), también se recogen los daños en el caso de fructificación. Toda la información se recogerá en el formulario que figura en el Anexo I del presente Manual.

4.-ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD

En fenología, el control de calidad de las estimaciones es especialmente importante, sobre todo en las evaluaciones de árbol individual, para las que sería deseable un entrenamiento específico, así como actividades de intercalibración entre los equipos. Se deberían realizar evaluaciones de control, al menos una vez al año, por un equipo de control independiente y en el 10% de las parcelas

En cuanto a los límites de plausibilidad, cualquier número fuera de la puntuación definida, no es válido

En cuanto a la completitud de los datos, para la clasificación de los eventos y fenómenos fenológicos (salvo floración, fructificación y daños), se requiere que, tanto

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

para nivel árbol como nivel parcela, la fecha de comienzo y fin del evento esté identificada. Esto supone que se deben marcar al menos los códigos 2 y 5 del estado de la fase.

Respeto a los objetivos de calidad de los datos, o límites de tolerancia, se puede consultar la tabla del siguiente apartado. Por último, y dado que los árboles de muestra se eligen de una manera no aleatoria, los resultados no se pueden considerar representativos de la parcela completa, o para un enfoque estadístico de la especie en la región. No obstante, las series históricas de las observaciones fenológicas sobre los mismos aspectos en los mismos árboles a lo largo de los años pueden aportar mucha información sobre la caracterización del desarrollo recurrente de las masas.

5.-MANUAL DE ICP-FORESTS

El Manual de referencia de ICP-Forests es Part VI-Fenological Observations (<http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>). El código o abreviatura del muestreo en la base de datos "PH" (*Phenological Observations*).

La estructura de los archivos de la base de datos, la descripción de cada uno de los campos de la misma y los códigos empleados en su cumplimentación pueden encontrarse en el Anexo II del presente documento. Los parámetros exigidos por ICP y los que en estos momentos se están midiendo en Espala son:

Archivo	Variabes	Nivel II	Nivel II España	Unidades	Resolución	Precisión
	Nivel Parcela					
PHE	Fecha de observación	m*	√	ddmmaa	completo	90%
PHE	Código evento	m*+	√	8 clases	completo	90%
PHE	Puntuación del evento (excepto floración, fructificación y daños)	m*	√	5 clases	(+/- 1 clase)	80%
PHE	Puntuación del evento (floración, fructificación y daños)	m*	√	4/2 clases	(+/- 1 clase)	80%
	Nivel árbol					
PLP	Parte de la copa observada (vertical)	o	√	5 clases	completo	90%
PLP	Lado de la copa observado (orientación) (lateral)	o	√	8 clases	completo	90%
PLP	Dirección de observación	o	√	3 clases	completo	90%
PHI	Método de observación	o	√	3 clases	completo	90%
PHI	Fecha observación	o	√	ddmmaa	completo	90%

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Archivo	Variables	Nivel II	Nivel II España	Unidades	Resolución	Precisión
PHI	Código evento	o	√	8 clases	completo	90%
PHI	Puntuación del evento (aparición de la hoja, decoloración otoñal...)	o	√	5 clases	completo	50%
PHI	Puntuación del evento (floración, fructificación y daños)	o	√	4/2 clases	completo	80%

o: opcional; m: obligatorio (parcelas de Nivel II core)

DQO es el objetivo de calidad de datos (precisión mínima aceptable) para mediciones, también referido a MQO (objetivo de calidad de medición)

* solo obligatorio cuando no se realiza una evaluación a nivel de árbol

(+) son obligatorios solo la aparición de la hoja, la coloración otoñal y la evaluación de daños.

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

**COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA DE NACIONES UNIDAS
CONVENIO MARCO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA**

PROGRAMA INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN PARA EL SEGUIMIENTO
Y LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LOS BOSQUES

MANUAL RED CE 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.

PARTE VIII

ESTUDIO DE PROCESOS FENOLÓGICOS

ANEXOS



ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

ANEXO I. Formularios de campo
Nivel Parcela



RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO Y CONTINUO DE ECO SISTEMAS

Estudio de fenología y daños
Nivel parcela

PARCELA	<input type="text"/>	PROVINCIA	<input type="text"/>
FECHA	<input type="text"/>	HORA COMIENZO	<input type="text"/>
FECHA ANTERIOR VISITA	<input type="text"/>	HORA FINAL	<input type="text"/>

	Nº	Obs. Nº
Aparición hoja	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Cambio de color	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Caida hoja	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Crecimiento secundario	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Floración	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Intensidad	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Fructificación	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Intensidad	<input type="text"/>	<input type="text"/>

	Parte afectada	Síntoma	Causa	Posible identificación	Extensión	Obs. Nº
Daños en la copa	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Otros daños	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Arboles de la parcela con alguna característica fenológica o daño de interés

Arbol nº	Descripción
<input type="text"/>	<input type="text"/>

Observaciones

	Características fenológicas	Daños más visibles. Reseñar cuando se seca	Ob.
Matorral	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Herbáceas	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Observación Nº	Descripción
<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>

Características climatológicas:

El evaluador

Fdo:

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

ANEXO II: Estructura de los archivos, descripción de campo y códigos empleados

La descripción de los archivos que componen la base, y sus correspondientes registros¹, son los siguientes:

PHE: Fenómenos fenológicos a Nivel parcela (extensivo)

- **Código de la parcela:** El código de cada parcela está formado por un número y la abreviatura de la especie que caracteriza la parcela Qi (*Quercus ilex*), Ppa (*Pinus pinea*), Ps (*Pinus sylvestris*), Qpy (*Quercus pyrenaica*), etc.
- **Especie del árbol:** Código de la especie a la que pertenece el árbol. Ver Parte II del Manual, Anexo II
- **Evento fenológico:**

CÓDIGO EVENTO	DESCRIPCIÓN
1	Aparición hoja
2	Cambios de color
3	Caída de hoja / aguja
4	Daño de hoja
5	Otro daño
6	Crecimiento secundario
7	floración
8	Fructificación

- **Fecha de la observación:** En formato DDMMAA
- **Puntuación del evento:**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	PUNTUACIÓN	FLORACIÓN	FRUCTIFIC	DAÑO	OTRO
1.0	Ausente	<1%	0	0	0	1
2.0	Poco frecuentes o leves	1 - 33%	0	0	0	1
3.0	Común o moderado	> 33 - 66%	0	0	0	1
4.0	Abundante o severo	> 66% - 99%	0	0	0	1
5.0	Completo o total	> 99%	0	0	0	1
6.0	Floración / Fructificación / Daño ausente		1	1	1	0
7.0	Floración / Fructificación / Daño presente		1	1	1	0
7.1	Floración / Fructificación /		1	1	0	0

Para más información sobre la descripción de cada campo, consultar: <https://icp-forests.org/documentation/Surveys/PH/index.html>

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

	escasa (opcional)					
7.2	Floración Fructificación / moderada (opcional)		1	1	0	0
7.3	Floración / Fructificación / abundante (opcional)		1	1	0	0

- **Otras observaciones:** En este apartado se consignará el tipo de daño

PLP: Arboles seleccionados para el seguimiento fenológico intensivo

- **Código de la parcela:** Idem anterior
- **Especie del árbol:** Idem anterior
- **Fecha en que se iniciaron los muestreos en España:** En formato DDMMAA
- **Número de árbol:** Número asignado al árbol en la instalación de la parcela, debe ser único y estar marcado de forma permanente
- **Copa observada:** Parte visible del árbol
 - 1: visible parte superior de la copa,
 - 2: visible la mitad de la copa
 - 3: visible la parte superior y media de la copa
 - 4: visible copa entera.
 - 5 copa total incluyendo ramas aisladas
- **Orientación.** Visible desde :

1: N	4: SE	7: O
2: NE	5: S	8: NO
3: E	6: SO	9: plano (indeterminado)
- **Vertical desde:** Dirección vertical desde donde se realizan las observaciones:
 - 1: Desde abajo,
 - 2: A nivel de copa,
 - 3: Desde arriba
- **Otras observaciones:** Texto.

PHI: Fenómenos fenológicos a Nivel árbol (intensivo)

- **Código de la parcela:** Idem anterior
- **Número del árbol:** Idem anterior
- **Evento fenológico:** Idem anterior (PHE)
- **Fecha de la observación:** Idem anterior
- **Puntuación del evento:** Idem anterior (PHE)
- **Método utilizado para hacer la observación:**
 - 1: Observación de campo
 - 2: Cámara
 - 3: Ambos
- **Otras observaciones:** En este apartado se consignará el tipo de daño

**COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA DE NACIONES UNIDAS
CONVENIO MARCO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA**

PROGRAMA INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN PARA EL SEGUIMIENTO
Y LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LOS BOSQUES

MANUAL RED CE 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.

PARTE IX

TOMA DE DATOS METEOROLÓGICOS



**GOBIERNO
DE ESPAÑA**

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Área de Inventario y Estadística Forestal (AIEF)

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

INDICE

1	Introducción	1
	1.1.- Alcance y aplicación	2
	1.2.- Objetivos	2
2	Localización de los dispositivos de medición: Diseño del muestreo	2
	2.1.- Dispositivos de medición a campo abierto (estación meteorológica).....	3
	2.2.- Localización de los dispositivos de medición dentro de la masa (hobos y pluviómetros)	4
3	Características técnicas de los equipos de medición	4
	3.1.- Recomendaciones técnicas generales.....	4
	3.2.- Elementos de la estación meteorológica	4
	3.2.1.- Antena	4
	3.2.2.- Sensores de dirección y velocidad del viento.....	5
	3.2.3.- Piranómetro termoeléctrico	6
	3.2.4.- Sensores humedad relativa y temperatura del aire	6
	3.2.5.- Pluviómetro automático.....	7
	3.2.6.- Panel solar.....	8
	3.2.7.- Estación de medida	8
	3.2.8.- Ejemplo de configuración de una estación	9
	3.3.- Elementos de las estaciones de humedad y temperatura del suelo	9
4	Mediciones	11
	4.1.- Temperatura y humedad relativa del aire.....	11
	4.2.- Velocidad y dirección del viento.....	11
	4.3.- Radiación global	11
	4.4.- Precipitación.....	12
	4.5.- Humedad y temperatura del suelo	12
5	Extracción de los datos	13
	5.1.- Estación meteorológica.....	13
	5.2.- Sondas de humedad y temperatura del suelo.....	16
6	Control y aseguramiento de la calidad	17
	6.1.- Control de calidad en campo	17
	6.2.- Límites de plausibilidad.....	17
	6.3.- Completitud de datos	18
7	Manejo de datos	18

8 Manual de Referencia y Base de datos de ICP-Forests..... 20

ANEXOS

Anexo I: Estructura de los archivos, descripción de campo y códigos empleados

1.- INTRODUCCIÓN.

Las variables meteorológicas afectan la composición, estructura, crecimiento, salud y dinámica de los ecosistemas forestales. La medición de datos meteorológicos en parcelas de seguimiento forestal es esencial para la interpretación de los efectos del cambio climático. La magnitud y los cambios en el tiempo de las variables meteorológicas deben evaluarse con la mayor precisión posible para poder utilizar los datos meteorológicos como factores explicativos de las muchas otras observaciones realizadas en las parcelas del Nivel II.

Los datos meteorológicos permiten conocer la naturaleza y cuantía de factores externos que son entradas fundamentales de materia y energía en el ecosistema (radiación, precipitación, etc.), así como las características ambientales de carácter climático (temperatura, humedad, iluminación, velocidad del viento,...) derivados, que son factores determinantes del funcionamiento y evolución de los ecosistemas.

A partir de los datos meteorológicos se elaboran diferentes parámetros significativos para explicar los procesos de utilización de la energía y de los materiales (agua, nutrientes) por los ecosistemas, y, por tanto, son de gran interés para el Seguimiento Intensivo y Continuo de los Ecosistemas.

Las condiciones meteorológicas proyectan su influencia directa sobre el desarrollo de plagas y enfermedades, sobre la disponibilidad y circulación del agua y sobre todos los procesos ecofisiológicos que tienen lugar en la cubierta vegetal y sobre el suelo. Su influencia se transmite a todos los procesos edáficos: disponibilidad y movilidad de nutrientes, absorción por las raíces, descomposición de los restos de biomasa desprendidos, etc.

Por otra parte los valores extremos de las variables meteorológicas permiten definir factores de estrés que contribuyen o son causa principal de los daños producidos en las masas forestales. La imposibilidad de aislar sus efectos de otros factores como la contaminación, hace necesario su incorporación al estudio de Nivel II. Los factores de estrés meteorológicos incluyen el estrés por sequía, temperatura (frío, helada, calor), radiación (bajo nivel de radiación global respecto a la potencial) y mecánicas (tormentas, nevadas, vendavales,...).

Además, parámetros como la humedad y temperatura del suelo son fundamentales dentro del ciclo hidrológico ya que influyen en la capacidad de retención del agua del suelo, y son imprescindibles para estudiar el balance hidrológico en las parcelas de seguimiento intensivo. Dichos parámetros se determinan a diferentes profundidades, evaluándose también su variación en el tiempo.

En el complejo suelo-planta-atmósfera, el suelo y la atmósfera son los medios físicos en los que las plantas y animales crecen y se desarrollan. Las condiciones especiales que se presentan en las capas de aire próximas al suelo son de importancia primordial para las plantas. Las variables meteorológicas comprenden los más decisivos parámetros que afectan a la estructura crecimiento, estado y estabilidad de la masa forestal.

Los elementos del clima actúan sobre las plantas, no de forma aislada sino conjuntamente. Los de mayor importancia desde este punto de vista son: luz, calor y humedad. La información de las estaciones meteorológicas nacionales es, en la mayoría de los casos, insuficiente para evaluar con exactitud las condiciones meteorológicas de las áreas forestales con poca homogeneidad en la superficie subyacente, y características muy variables de topografía y de relieve.

1.1.- Alcance y aplicación

Esta parte del manual tiene como objetivo proporcionar una metodología coherente para recoger mediciones meteorológicas armonizadas y comparables de alta calidad para las parcelas intensivas de Nivel II. La armonización de los procedimientos es esencial para garantizar la comparabilidad de los datos. La tabla del punto 7 ofrece una visión general de variables, unidades y formas de agregación de los datos.

1.2.- Objetivos

Los principales objetivos del seguimiento meteorológico son:

1. Recopilar datos para describir las condiciones meteorológicas y los cambios en las parcelas de Nivel II;
2. investigar las condiciones meteorológicas y contribuir a la explicación y la relación con el estado del ecosistema;
3. Identificar e investigar los índices de estrés para los árboles de la parcela, así como las condiciones climáticas extremas y los eventos (por ejemplo, heladas, calor, sequía, tormentas, inundaciones);
4. construir series cronológicas largas que cumplan con los requisitos de un análisis adicional (estadísticas y modelos) de las respuestas del ecosistema en condiciones ambientales reales y cambiantes (por ejemplo, cálculos del balance hídrico, disponibilidad de agua, crecimiento, ciclo de nutrientes), así como evaluaciones integradas en varios aspectos de las parcelas de Nivel II (por ejemplo, evaluación del estado de copa, deposición, incremento).

Además del cumplimiento de los objetivos mencionados anteriormente, los datos meteorológicos se utilizan para calcular los índices de estrés y los cálculos del balance hídrico.

2.- LOCALIZACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN: DISEÑO DEL MUESTREO.

Un sistema de seguimiento meteorológico adecuado incluye la elección de los dispositivos adecuados, la correcta instalación de los mismos, así como llevar a cabo un uso adecuado, prácticas de mantenimiento y calibrado y la revisión frecuente de los datos.

La localización de los dispositivos instalados en las subparcelas de Nivel II, en España, se puede ver en la tabla 1.

Localización de dispositivos		
Dispositivo	Localización	
	Subparcela exterior	Subparcela interior
Torre	X	
Sensores de dirección y velocidad del viento	X	
Piranómetro termoeléctrico	X	
Sensores humedad relativa y temperatura del aire	X	
Pluviómetro	X	X
Panel solar	X	
Sensores humedad y temperatura del suelo		X

Tabla 1: Localización de los dispositivos en las subparcelas

2.1.-Dispositivos de medición a campo abierto: subparcela exterior (estación meteorológica)

Seleccionar la ubicación adecuada para la estación meteorológica es tan importante como elegir los sensores para una aplicación determinada. Por tanto, debe darse prioridad al estudio de la ubicación de estos aparatos. Todas las mediciones meteorológicas están influenciadas por el tipo de superficie y sus irregularidades, la humedad del suelo, la topografía local y los obstáculos cercanos.

Todas las variables meteorológicas obligatorias deben medirse en torres o en campos abiertos para caracterizar las condiciones climáticas que afectan directamente al dosel.

Se podría usar información procedente de estaciones meteorológicas cercanas a las parcelas, si se considera que son representativas del sitio. Para una óptima representación de las condiciones meteorológicas de las zonas boscosas, y para evitar errores asociados a la gran variabilidad espacial de este tipo de datos, se deben seguir los siguientes criterios:

- Se debe instalar la estación meteorológica dentro del área forestal sometida a estudio.
- La zona donde se instale la estación debe estar despejada de obstáculos como árboles, o pendientes pronunciadas. Preferiblemente, el seguimiento meteorológico en las parcelas de Nivel II se localizará en zonas de campo abierto, o claros de bosque cercanos a la parcela (subparcela exterior, ver Parte I de este Manual).
- Las medidas deben ser recogidas por encima del dosel de la masa circundante o en zona descubierta y próxima a la parcela (no debiendo exceder una distancia de 2 Km)
- La altitud, orientación y pendiente debe ser la misma que la de la parcela (interior) de seguimiento.

Los dispositivos de medición deberán estar ubicados en una torre o mástil de como mínimo 10 m de altura. Se recomienda que la zona deforestada donde se ubica la estación (subparcela exterior) tenga un radio igual o mayor que el doble de la altura de la masa circundante.

2.2.-Localización de los dispositivos de medición dentro de la masa (hobbos y pluviómetros)

Las variables meteorológicas relevantes dentro del bosque son la humedad del suelo para conocer la disponibilidad de agua para las plantas, la temperatura del suelo y la precipitación mediante pluviómetros, por lo que las estaciones de humedad y temperatura del suelo se ubican en la subparcela interior bajo cubierta.

3.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN METEOROLÓGICA.

3.1.-Recomendaciones técnicas generales

El equipo y los sensores deben estar en concordancia con la Organización Meteorológica Mundial (W.M.O.) y a ser posible compatible con las redes del servicio Meteorológico Nacional. Las estaciones son casi continuas en la adquisición de datos, y el almacenamiento de variables no será de más de una hora.

3.2.- Elementos de la estación meteorológica.

1. Antena
2. Sensores de : Dirección y Velocidad del viento
3. Radiación
4. Humedad relativa y Temperatura del aire
5. Pluviómetro automático
6. Panel solar
7. Estación de medida:
 - a. Módulo de distribución y protectores
 - b. Módulo de alimentación
 - c. Caja con sistema de adquisición de datos

3.2.1 Antena de 14.5 m.: El modelo utilizado en las parcelas de Nivel II es Televés 180 de base arriostrable. El mantenimiento es mínimo pero conviene no dejar que la base se inunde o se destensen los vientos, en el caso de observar alguna anomalía conviene avisar inmediatamente. (Ver Figura 1).



Figura 1. Detalle de la antena y sensores meteorológicos.

3.2.2.- Sensores de dirección y velocidad del viento: Se encuentran situados en la parte superior de la antena, pueden ser combinados en un solo cuerpo giratorio o cumplir su misión de forma separada. Los rangos y precisiones de los sensores son los siguientes:

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Rangos: 0 - 50m/s velocidad; 0 - 360° dirección

Precisión: ± 0.5 m/s velocidad; $\pm 5^\circ$ dirección



Figura 2. Sensores de dirección y velocidad de viento.

3.2.3.- Piranómetro termoelectrico (radiación): La medida de la intensidad de radiación se realiza por medio de piranómetros termoelectrico (Ver Figura 3); estos miden la radiación global, la incidente y la reflejada en un ángulo de 180°. Es de Clase 1 según OMM. Incluye nivel de burbuja para colocarlo horizontalmente. En su instalación debe orientarse al sur para evitar que la propia antena le dé sombra.



Figura 3. Piranómetro termoelectrico.

3.2.4.- Sensores humedad relativa y temperatura del aire. Los sensores a utilizar vienen de forma combinada dentro de un protector de radiación directa y difusa del sol por medio de un dispositivo de apantallamiento múltiple. Los sensores se sitúan dentro de una carcasa con ventilación natural para protegerlo de la luz. Los rangos y precisiones de los sensores son los siguientes

Temperatura:

Rango: -10 a +60°C

Precisión: $\pm 0.6^\circ\text{C}$

Humedad Relativa:

Rango: 0 - 100%

Precisión: $\pm 4\%$ (10 - 90% R.H.)



Figura 4. Sensor de Humedad relativa y Temperatura del aire.

3.2.5.- Pluviómetro automático: Es un pluviómetro de cazoletas basculantes destinados a la medida del volumen de precipitación, la intensidad y la duración del aguacero. (Ver Figura 5). En su instalación se debe tener en cuenta la perturbación que puede producir la antena en la recepción de la lluvia; se instala sobre un pie independiente de la antena y suficientemente alejado de esta, aunque conectado a la estación. La lluvia caída se mide en mm.

Resolución: 0.1 mm.

Precisión: 2% hasta 25 mm/h; 3% hasta 50 mm/h.

Superficie colectora: 200 cm².



Figura 5. Pluviómetro automático.

3.2.6.- Panel solar: Su misión es cargar el módulo de alimentación de la estación y sus características vienen determinadas en función del consumo de la estación y la situación geográfica (latitud y longitud).

3.2.7.- Estación de medida: Consta de tres módulos (Ver Figura 6):

3.2.7.1.- Módulo de distribución y protecciones.

Todos los cables de los sensores se conectan al módulo de distribución, siguiendo el esquema de la estación meteorológica, en ella se conecta también la toma de tierra de la estación.

3.2.7.2.- Módulo de alimentación.

Las estaciones se pueden alimentar con pilas alcalinas no recargables, pilas alcalinas recargables, baterías externas o red eléctricas. En nuestras estaciones se ha optado por instalar paneles solares conectados a baterías o a pilas alcalinas recargables. Se necesita un regulador de carga conectado entre el panel solar y el módulo de alimentación para conseguir un mayor rendimiento energético.

3.2.7.3.- Caja con Sistema de adquisición de datos (Data logger)

Es el aparato que lleva a cabo la adquisición, tratamiento y almacenamiento de los datos de los distintos sensores sobre soporte magnético. La unidad va muestreando todas las señales de modo secuencias, midiendo sus valores instantáneos y calculando los máximos, mínimos, medios, acumulables, etc., periódicamente a intervalos de tiempo programables.

Los datos están protegidos de la pérdida de carga por una batería de litio. La recuperación de datos se puede hacer de múltiples formas: mediante cartuchos de memoria externa, ordenador portátil a través de internase RS232, vía radio, internet, etc.

Los periodos de almacenaje, muestreo y calentamiento definen la forma de funcionamiento.

- Período de almacenaje: cada cuanto tiempo se almacena en la base de datos.
- Período de muestreo: Cada cuanto tiempo se realiza una lectura del parámetro. Con estas lecturas (valores instantáneos) se realizan los cálculos.
- Período de calentamiento: tiempo que tardan los sensores en estabilizarse desde el momento en que reciben la alimentación.



Figura 6. Estación de medida.

3.2.8 - Ejemplo de configuración de una estación:

CANALES DE ENTRADA:

CANAL	PARAMETRO	UNIDAD	RANGO	RESOLUCION
1	Vel. Viento	m/s	0 a 50	0.1
2	Dir. Viento	°Sexag	0 a 360	1
3	Temp. Aire	°C	-50 a 50	0.1
4	Hum. Relativa	%	0 a 100	1
5	Radiación gloval	W/m2	0 a 1500	1
6	Lluvia	mm	1	0.1
7	Batería Externa	V	0 15	0.1

Tabla 2: Estación: canales de entrada

3.3 - Elementos de las estaciones de humedad y temperatura del suelo

- 1.-Data logger
- 2.-Sensores humedad
- 3.-Sensores temperatura

La unidad de almacenamiento y proceso de datos (datta logger) proporciona energía a los sensores para su funcionamiento, a la vez que almacena datos hasta el momento de la extracción, que se realiza mensualmente en los viajes de recogida de datos



Figura 7: Unidad de almacenamiento y proceso de datos para extracción de datos de humedad y temperatura del suelo

La medición de la humedad del suelo proporciona información sobre la posible aparición de episodios de sequía específicos para las especies arbóreas.

Los sensores de humedad del suelo miden la constante dieléctrica del medio en función del cambio de voltaje del sensor embebido en el mismo.

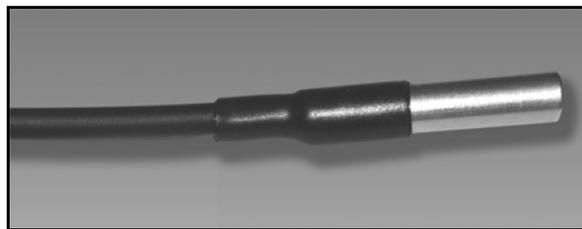


Figura 8: Sensor de humedad del suelo



Figura 9: Sensor de temperatura

La humedad se mide en % porque expresa el volumen de agua por volumen de tierra que hay en un terreno, y la temperatura en °C.

4.-MEDICIONES

Variables meteorológicas como temperatura del aire, humedad relativa, precipitación, velocidad y dirección del viento y radiación global son de obligada medición, ya que son esenciales para el cálculo de la deposición de contaminantes atmosféricos en las parcelas, así como su desviación por percolación al sistema radical. Generalmente, es suficiente la resolución diaria en los datos meteorológicos, por lo que las diferentes variables se suelen agrupar en medias diarias (00:00-24:00) (media aritmética del día completo). Pero, debido a que algunos modelos requieren datos por hora, también se recomienda enviar medias por hora. A continuación se detallan algunos aspectos concretos de las principales variables meteorológicas:

4.1.-Temperatura y humedad relativa del aire

Los sensores de humedad y temperatura del aire deberán estar protegidos de la radiación por una carcasa convenientemente ventilada, para garantizar la precisión de las mediciones ambientales. La altura ideal de montaje de los sensores es de 2 metros en la torre, orientación norte. Las mediciones se tratan con medias (aritméticas de un periodo), así como valores mínimos (del periodo) o máximos (del periodo). La humedad relativa se mide en % y la temperatura en °C.

4.2.-Velocidad y dirección del viento

Las observaciones relacionadas con el viento son las más sensibles a los posibles obstáculos y topografía local. Por ello, los sensores de viento deberán estar instalados por encima del campo abierto, si es posible a una altura de 10 m sobre el suelo, en lo alto de la torre. Por encima de campo abierto significa que la distancia entre los sensores y el obstáculo o árbol más cercano debería ser al menos dos veces la altura de dicho árbol o árbol, con objeto de evitar las probables turbulencias de aire generadas por el árbol u obstáculo. La dirección del viento se mide en grados sexagesimales y la velocidad en m/seg. Para la velocidad del viento se requieren valores medios. La dirección del viento se debe informar como el viento predominante por unidad de tiempo. Se informa como el sector medido más frecuente (tabla 10).

4.3.-Radiación global

Se define radiación global como la radiación solar directa sumada a la radiación difusa del cielo en una superficie plana horizontal, comprendida en el ratio espectral de 0.3 a 3.0 μm . Se mide con los piranómetros, éstos estarán instalados en la torre, y el montaje de los sensores debe evitar sombras, superficies reflectantes y otras fuentes de radiación artificial. La orientación sur es la perfecta para evitar este tipo de interferencias. A diferencia de otras variables, la altura de instalación del sensor no es crucial para la precisión de las mediciones. Sin embargo, se recomienda la altura de dos metros para su correcto mantenimiento, calibración y limpieza. Se considerará la energía diaria (00:00-24:00) de la radiación como el valor medio de 24 horas y el máximo del día, ambos en W/m^2

4.4.-Precipitación

La precipitación es una variable que se mide también como parte de los muestreos de deposición (Ver Parte XIV, Muestreo de deposición), pero con una frecuencia de varias semanas. Es recomendable hacer un seguimiento de la variable precipitación en periodos más cortos de tiempo, para por ejemplo poder estimar la evapotranspiración, o la interceptación de la precipitación por parte de la cubierta arbórea. Los pluviómetros estarán instalados a una altura de 1 metro sobre el nivel del suelo. La precipitación se cuantifica como la suma de un periodo en mm.

La precipitación se puede medir tanto en campo abierto, como bajo cubierta. La diferencia entre ambas proporcionará una estimación de la precipitación interceptada por la cubierta arbórea. En este último caso, se pueden llegar a usar los mismos dispositivos que para el muestreo de deposición.

Hay dos clases de dispositivos para medir la precipitación en campo abierto: el pluviómetro de cubeta flotante o basculante (automático) y el pluviómetro de pesaje (manual), ambos miden la precipitación líquida total y la tasa de precipitación. El pluviómetro automático o basculante es un instrumento de uso común y es un instrumento relativamente preciso y confiable. Los errores de medición pueden ocurrir bajo fuertes lluvias porque la precipitación se pierde durante la acción de volcado. El medidor de lluvia manual tiene la ventaja de que todas las formas de precipitación se pesan y registran tan pronto como caen en el medidor, pero es mucho más sensible a los vientos fuertes.

4.5.-Humedad y temperatura del suelo

Las mediciones de la temperatura del suelo proporcionan información sobre las características térmicas del suelo, como la profundidad de penetración de helada, y los periodos de tiempo en los que el suelo permanece congelado. Se recomienda medir la temperatura al menos en dos profundidades, en intervalos de 0-20, 20-40 y 40-80 cm y hacerla coincidir con las mediciones de humedad. Además, se debe procurar localizar los sensores el suelo típico sin modificar dentro de la parcela. Debido a la gran variación espacial de las características del suelo, las mediciones deberían tener varias réplicas (al menos 2) en cada capa. Los sensores se deberán instalar en pleno contacto con la matriz del suelo.

Las mediciones de humedad del suelo proporcionan información muy valiosa sobre la incidencia de los periodos de sequía sobre las especies arbóreas. Se recomiendan al menos tres réplicas por capa, separadas a una distancia suficiente entre ellas. Deberían ubicarse, a las mismas profundidades que las definidas para la temperatura del suelo, siendo los lugares óptimos las zonas próximas a los sistemas radicales, o los horizontes edáficos más representativos. Si se lleva a cabo toma de muestras de solución del suelo mediante lisímetros (ver Parte XI del Manual), las profundidades de medición se harán a su vez coincidir (0-20, 20-40 y 40-80 cm y cuando el espesor del suelo del bosque (capa OF + OH) es superior a 5 cm, también se debe medir la humedad de la capa orgánica).

En cuanto a la humedad del suelo, es recomendable usar dos métodos complementarios: Tensiómetros para medir el potencial matricial del suelo (kPa), y TDR (*Time Domain Reflectometry*) para medir el volumen de agua. Si no se pueden hacer los dos, es preferible priorizar este último, ya que si se conoce la capacidad de

retención de agua del suelo, el potencial matricial se podría calcular. Para cada profundidad de cada réplica, los datos se promediarán.

En España tenemos 5 parcelas con sensores de humedad y temperatura, aunque únicamente la parcela 115 es completa y cumple todas las especificaciones requeridas en los manuales, en las 4 parcelas restantes tenemos instalado un sensor de humedad y T^a a 40 cm.

Para más información se puede consultar *Part IX-Meteorological measurements* ([https://www.icp-forests.org/pdf/manual/2016/ICP Manual 2016 01 part09.pdf](https://www.icp-forests.org/pdf/manual/2016/ICP%20Manual%202016%2001%20part09.pdf)) y el Anexo 1: Medición de variables meteorológica.

Sensor :	Altura de muestreo (m)
velocidad del viento	10 m
dirección del viento	10 m
temperatura del aire	2 m
humedad relativa del aire	2 m
radiación global	2 m (según convenga)
Radiación UV-b	2 m
precipitación	1 m (cerca del suelo)
precipitación del Stand	misma definición que en el Manual Parte XIV sobre deposición
temperatura del suelo	campo abierto: en 2 profundidades de -5, -10, -20, -50, -100, -150 cm stand plot: en intervalos de profundidad 0 – -20 cm, -20 – -40 cm, -40 – -80 cm
humedad del suelo	stand plot: en intervalos de profundidad 0 – -20 cm, -20 – -40 cm, -40 – -80 cm
presión atmosférica	2 m

Tabla 3: Requisitos de altura recomendados para la instalación de los sensores meteorológicos (ver Anexo 1 del Manual de ICP-Forests)

5.- EXTRACCIÓN DE LOS DATOS.

5.1.-Estación meteorológica

Se realiza una vez al mes aunque es necesario un chequeo de la estación cada vez que se visite la parcela. Para la extracción de los datos es necesario un ordenador portátil y el cable de comunicación entre ordenador y estación. La marca GEONICA, dependiendo de la antigüedad de la estación, suministra los programas de bajada de datos. Dependiendo de cuál sea, los pasos a seguir son:

5.1.1.- Programa teletxt

- 1.- Conecte el ordenador al meteodata.
- 2.- Entre en el directorio teletx y de a Teletrans.

- 3.- Pedir datos instantáneos teniendo en cuenta el número de estación.
- 4.- Pedir datos medios.
- 5.- Comprobar que están todos los archivos en la carpeta data. Los datos se guardan diariamente en archivos con la siguiente nomenclatura:
EEAAMMDD.ASC y EEAAMMDD.DAT.
EE: N° estación
AA: Año
MM: mes
DD: día

5.1.2.- Programa Teletrans

- 1.- Conecte el ordenador al meteodata.
- 2.- Entre en el directorio y de a autoexec
- 3.- Pedir datos instantáneos teniendo en cuenta el número de estación
- 4.- Pedir datos medios
- 5.- Comprobar que están todos los archivos en la carpeta database. Para ello se ejecuta la aplicación datagraph y se ven las lecturas diarias. Los datos se archivan en Access con el nombre de Meteostation.
- 6 Exportar los datos (aplicación del datagraph) de modo completo a otra base de datos y guardar.

5.1.3.-Ejemplo de la tabla de datos de una estación

La estación registra un valor cada 10 min (puede configurarse con otros intervalos, pero se ha elegido este para ser compatibles con las estaciones AEMET). En ese intervalo de 10 min hace una lectura cada 2 s, es decir, toma 300 observaciones de las que da min/max/med.

Fecha	Hora	V viento med	V viento max	V viento s	D viento med	D viento max	D viento s	T med	T max	T min	HR %	Rad med	Rad max	Lluvia (decmm)	Bat Ext
01/07/2002	00.00	20	43	9	77	68	26	94	95	94	91	0	0	0	130
01/07/2002	00.10	32	62	11	78	56	25	92	95	90	91	0	0	0	130
01/07/2002	00.20	25	51	10	95	109	32	88	91	86	95	0	0	0	130
01/07/2002	00.30	30	66	10	83	69	22	85	87	82	95	0	0	0	130
01/07/2002	00.40	36	66	11	80	85	24	81	83	80	97	0	0	0	130
01/07/2002	00.50	31	70	12	89	66	68	83	84	83	91	0	0	0	130
01/07/2002	01.00	37	85	13	66	47	25	83	84	82	91	0	0	0	129
01/07/2002	01.10	27	62	9	77	118	23	82	84	80	93	0	0	0	130
01/07/2002	01.20	22	51	9	85	105	24	78	80	77	95	0	0	0	130
01/07/2002	01.30	27	58	10	80	79	24	75	77	75	96	0	0	0	130
01/07/2002	01.40	28	55	10	100	93	31	77	79	76	93	0	0	0	130
01/07/2002	01.50	31	66	11	94	94	28	78	79	78	91	0	0	0	130
01/07/2002	02.00	27	55	9	105	94	30	79	80	79	89	0	0	0	130
01/07/2002	02.10	31	51	9	98	74	28	79	80	79	88	0	0	0	130
01/07/2002	02.20	26	55	9	99	98	28	79	80	78	88	0	0	0	130
01/07/2002	02.30	23	47	8	102	96	23	79	80	79	85	0	0	0	130
01/07/2002	02.40	21	40	7	104	108	18	80	81	80	82	0	0	0	130
01/07/2002	02.50	16	25	3	100	89	12	80	81	80	79	0	0	0	129
01/07/2002	03.00	15	36	5	102	115	19	80	82	79	77	0	0	0	129
01/07/2002	03.10	11	21	4	133	113	14	78	81	75	77	0	0	0	129
01/07/2002	03.20	5	21	5	165	147	27	74	76	74	77	0	0	0	129
01/07/2002	03.30	8	17	3	151	184	17	77	79	76	76	0	0	0	129
01/07/2002	03.40	0	10	1	161	155	18	77	79	76	77	0	0	0	130
01/07/2002	03.50	1	17	3	253	242	61	76	77	75	79	0	0	0	129

Tabla 4: Ejemplo de la tabla de datos de una estación

5.1.4.-Posibles problemas en la extracción de los datos.

Problema	Que hacer
Display apagado	Comprobar si le llega energía a del Panel solar (problema del panel) Comprobar todo el cableado desde el panel al meteodata Probar a conectar con la estación (puede ser solo problema del display)
El display no nos da los distintos parámetros al tocarlos	Comprobar si los datos instantaneos salen correctamente en el ordenador. (fallo en display)
Hay signos raros en el display	Intentar conectar con la estación para sacarle los datos antes de reconfigurar la estación
Los datos de un sensor no son correctos	Comprobar el cableado de ese sensor
El ordenador no conecta con la estación	Comprobar el nº estación Comprobar el puerto de conexión Comprobar si el cable es el correcto, si está seco (problemas con la lluvia)
No se han volcado todos los datos	Pedir "Recuperación de datos" en el programa y pedirles los días que falten

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Problema	Que hacer
Hay agua dentro del meteo data o problemas de corrosión en cables	Buscar la entrada de agua y tajarla

Tabla 5: Problemas de extracción de datos y posibles causas

5.2.-Sondas de humedad y temperatura del suelo

En la actualidad en la parcelas de Red II se lleva a cabo con el programa HOBOWARE, de descarga gratuita. Los pasos a seguir son los siguientes:

- Abra el programa
- Conecte el PC a la estación
- Espere a que el PC detecte el equipo
- Descargue los datos sin parar el equipo para que las mediciones se hagan siempre a la misma hora y dar series homogéneas
- Extraiga y guarde los datos
- Compruebe las baterías

5.2.1.-Ejemplo de tabla de extracción de datos (datos brutos)

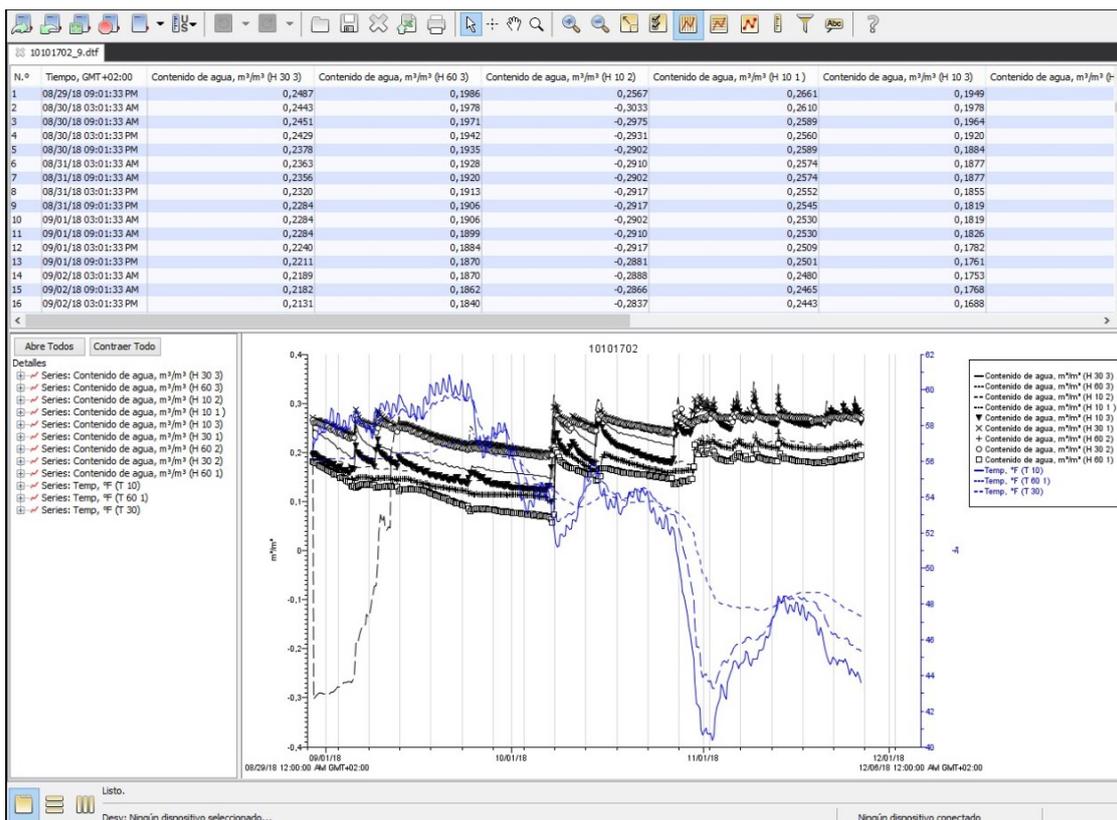


Tabla 6: Ejemplos de tablas de extracción de datos

6.-CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Es importante revisar la consistencia de los datos extraídos de las estaciones en cada periodo de observación, para calcular variables derivadas, para verificar los valores, rellenar huecos o decidir valores de reemplazo para errores evidentes, etc

6.1.-Control de calidad en campo

Es necesario garantizar el funcionamiento continuo de la instrumentación de forma fiable de cara a una producción de datos precisa, incluso en condiciones meteorológicas desfavorables. Es recomendable llevar un registro sobre el comportamiento de los aparatos. Estos deberían llevar asociados instrucciones claras sobre los procedimientos y periodos de tanto de calibración como de mantenimiento, en campo y en gabinete. La vida útil de los componentes debería ser conocida, para así poder llevar a cabo los recambios de forma eficiente y programada.

Los componentes electrónicos (cables, conectores...) se deberían revisar una o dos veces al año de forma general, mediante simulaciones electrónicas de señales de alarma de los sensores, de acuerdo con sus especificaciones. Las estaciones meteorológicas se revisarán con frecuencia, y los sensores se calibrarán a intervalos regulares. Se llevarán a cabo inspecciones oculares continuas para comprobar que los sensores están reflejando las condiciones climáticas reales (por ejemplo, comparando los valores con dispositivos manuales). Además, se verificará el suministro de energía, y la correcta operatividad tanto del data logger como de los sensores. Un listado de chequeo normalizado, con todos los aspectos a comprobar, optimizará las labores de seguimiento.

6.2.-Límites de plausibilidad

Se deberá comprobar que todos los parámetros medidos están dentro de los límites de plausibilidad:

Variable	Valores diarios	
	Límite inferior	Límite superior
Precipitación	0 mm	150 mm
Temperatura del aire	-50°C	+50°C
Humedad del aire	10%	100%
Radiación global	0 W/m ²	550 W/m ²
Velocidad del viento	0 m/s	40 m/s
Dirección del viento	0 °	360 °
Humedad del suelo: Potencial matricial	10 kPa	-150 kPa
Humedad del suelo: Contenido de agua	0 %	100 %
Temperatura del suelo	-20°C	+30°C
Precipitación bajo cubierta	0 mm	150 mm
Presión atmosférica	500 hPa	1 080 hPa

Tabla 7: Límites de plausibilidad

6.3.-Complejidad de datos

Comúnmente, las mediciones meteorológicas se llevan a cabo de una forma casi continua, y luego los datos se agregan en valores diarios (mediante medias o sumas). Dependiendo de las características del parámetro, los requerimientos de completitud son mayores o menores: Parámetros con mayor fluctuación durante el día requieren de una mayor completitud que otros

La precipitación diaria se podrá calcular únicamente si se mide el día completo (completitud 100%). Si hay certeza de que no ha habido precipitación durante un determinado periodo de tiempo (por ejemplo, mediante la comparación con otros dispositivos de medición cercanos), esos huecos se rellenarán con 0. Para la gran mayoría del resto de los parámetros, la completitud se establece en 95%, y será tolerable para calcular valores diarios. Esto significa que los huecos aislados no podrán ser superiores a una hora. Como excepción, estarían los parámetros que se miden en el suelo, donde una completitud del 50% es tolerable para el cálculo de medias diarias

Variable	Grado mínimo de completitud diaria
Precipitación	100%
Temperatura del aire	95%
Humedad del aire	95%
Radiación global	100% en periodo de luz solar
Velocidad del viento	Max=100%, media= 95%
Dirección del viento	95%
Humedad del suelo: Potencial matricial	50%
Humedad del suelo: Contenido de agua	50%
Temperatura del suelo	95%
Precipitación bajo cubierta	100%

Tabla 8: Grado mínimo de completitud de los datos, para cálculo de valores diarios

7.- MANEJO DE DATOS

Los datos enviados se agregan de forma obligatoria a diario (00:00 a 24:00) y, opcionalmente, además los valores por hora (por ejemplo, 00:00 a 01:00, 01:00 a 02:00...) (suma o promedio / media, min y max., respectivamente). Mientras que los datos diarios deben presentarse validados y rellenos, es aceptable el envío de datos por hora. En la Tabla 9 se ofrece una descripción general de la agregación y las unidades para el envío de datos diarios. Para los datos por hora, es suficiente enviar los valores medios y de suma, respectivamente.

	Variable	Unidades	Medio	Suma	Min.	Max.	Observaciones
PR	Precipitación	(mm)		x			Precipitación total (incluyendo nieve, etc.)
A (AT)	Temperatura del aire	(°C)	x		x	x	
RH	Humedad relativa del aire	(%)	x		x	x	
WS	Velocidad del viento	(m/s)	x			x	
WD	Dirección del viento	(°)	x				Dirección predominante del viento (0 = Norte, 270 = Oeste) (ver tabla 10)
SR	Radiación Global	(W/m ²)	x				
UR	Radiación UV-b	(W/m ²)	x				
TF	Throughfall	(mm)		x			suma de valores diarios
SF	Stemflow	(mm)		x			para ser recalculado de litros a mm
ST	Temperatura del suelo	(°C)	x		x	x	
MP	Potencial matricial del suelo	(kPa)	x		x	x	
WC	Contenido de agua del suelo	(Vol %)	x		x	x	
AP	Presión atmosférica	(hPa)	x		x	x	

Tabla 9: Definición de variables, unidades y agregación para el envío de datos diarios.

Valor	Sector	Valor	Sector
30	15° - 44°	210	195° - 224°
60	45° - 74°	240	225° - 254°
90	75° - 104°	270	255° - 284°
120	105° - 134°	300	285° - 314°
150	135° - 164°	330	315° - 344°
180	165° - 194°	360	345° - 14°

Tabla 10: Dirección del viento: se informa como el sector medido más frecuente

8.- MANUAL DE REFERENCIA Y BASE DE DATOS DE ICP-FORESTS

El Manual de referencia de ICP-Forests es *Part IX-Meteorological measurements* (<https://storage.ning.com/topology/rest/1.0/file/get/8952278491?profile=original>).

El código o abreviatura del muestreo en la base de datos “crecimientos” es MM (*Meteorological Measurements*). La toma de datos de los dispositivos se lleva a cabo de manera mensual, y la introducción de los datos en la base es con periodicidad diario

Variable	Red II ICP-Forests “core”	Red II España	Unidad	DQO	Resolución de la medición
Precipitación (PR)	m	√	mm	La mayor de 5 % o 0.1 mm *	0.3 mm
Temperatura del aire (A/AT)	m	√	°C	0.2 °C *	0.1 °C
Humedad relativa del aire (RH)	m	√	%	3 % *	
Radiación global (SR)	m	√	W/m ²	0.4 MJ/m ² or 5 W/m ² for ≤ 8 MJ/m ² or ≤ 93 W/m ² ; 5% for > 8 MJ/m ² or > 93 W/m ² *	10 W/m ²
Velocidad del viento (WS)	m	√	m/s	0.5 m/s for ≤ 5 m/s, 10% for > 5 m/s *	0.1 m/s
Dirección del viento (WD)	m	√	Grados angulares	5.0 ° *	1.0 °
Humedad del suelo: Potencial matricial (MP)	m		kPa	± 0.5 kPa	
Humedad del suelo: Contenido de agua (WC)	m	√	Vol %	± 3 %	
Temperatura del suelo (ST)	m	√	°C	0,2 °C	0.1 °C
Precipitación por	m		mm	Misma definición	0.3 mm

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Variable	Red II ICP-Forests "core"	Red II España	Unidad	DQO	Resolución de la medición
trascolación o escurrimiento del tronco				que en la Part XIV Manual de Deposición	
UV-b-radiación	o		W/m ²	Sin especificación	
Presión atmosférica	o		hPa	0.3 hPa *	0.1 hPa

Tabla 11 Variables, obligatoriedad, unidades, DQO y Resolución

DQO = Objetivo de calidad de datos (precisión mínima aceptable) para las mediciones

* Según WMO 2008 No. 8

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

**COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA DE NACIONES UNIDAS
CONVENIO MARCO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA**

PROGRAMA INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN PARA EL SEGUIMIENTO
Y LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LOS BOSQUES

MANUAL RED CE 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.

PARTE IX

TOMA DE DATOS METEOROLÓGICOS

ANEXOS



Área de Inventario y Estadística Forestal (AIEF)

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Anexo I: Estructura de los archivos, descripción de campo y códigos empleados

Los formatos de la base1 de datos que se rellenan en España son:

PLM: Datos de los dispositivos de medición

- **Código del país:** El código asignado para España es el 11
- **Código de la parcela:** El código de cada parcela está formado por un número y la abreviatura de la especie que caracteriza la parcela Qi (*Quercus ilex*), Ppa (*Pinus pinea*), Ps (*Pinus sylvestris*), Qpy (*Quercus pyrenaica*), etc.
- **Código del instrumento de medición:** Los instrumentos de la parcela reciben un número único que no debe cambiar con el tiempo. Los códigos utilizados en España son:

Código	Variable
01	WS: Velocidad del viento
02	WD: Dirección del viento
03	SR: Radiación global
04	AT: Temperatura del aire
05	RH: Humedad relativa del aire
06	PR: Precipitación
11 - 19	WC: Contenido de agua en el suelo (diferentes profundidades)
21 -23	ST: Temperatura del suelo (diferentes profundidades)

- **Localización del instrumento:** Detalla la localización en la que se encuentra el aparato:
 F: Campo abierto
 S: Bajo cubierta
 O: Otros
 W: Estación meteorológica
- **Latitud y Longitud:** Se anotarán seis dígitos completos las coordenadas geográficas de latitud y longitud correspondientes al centro de la parcela de

¹ Para más información sobre la descripción de cada campo, consultar: <https://icp-forests.org/documentation/>

observación, medidos con GPS o restituidas en plano (foto aérea de gran detalle). Ejemplo:

	+/-	Grados		Minutos		Segundos	
Latitud	+	5	0	2	0	2	7
Longitud	-	0	1	1	5	3	2

- **Altitud:** En clases de 50 m. Ver Parte I, Archivo PLT
- **Variable:** Se escribirá el código de la variable medida con el instrumento de medición:

Código	Descripción	Unidad	Obligatorio Nivel II	Obligatorio Nivel II Core
AP	Presión atmosférica	hPa		
A (AT)	Temperatura del aire	°C	X	X
BR	Radiación biológicamente relevante	μEinstein		
MP	Humedad del suelo: Potencial matricial	KPa		X
NR	Radiación neta			
PR	Precipitación	mm	X	X
RH	Humedad relativa del aire	%	X	X
SF	Stemflow	mm		
SR	Radiación global	W/m²		
ST	Temperatura del suelo	°C		X
TF	Trascolación	mm		
UR	Radiación UV b	W / m ²		
WC	Contenido de agua en el suelo	mm		X
WD	Dirección del viento	angular degree	X	X
WS	Velocidad del viento	m/s	X	X

Nota: Están en negrita las variables que se toman en España

- **Altura del dispositivo (Vertical position):** Posición vertical en metros, + altura sobre el suelo y – profundidad bajo el mismo
- **Tipo de grabado de datos (instrument):** En la Red de Nivel II estatal, a todos los dispositivos les corresponde un código 50 (grabado digital contenido en data logger)

Código	Descripción
10	Lectura manual y grabación en papel.
20	Grabación mecánica (lectura manual y grabación en papel)
30	Grabación directa en papel
40	Grabación digital (en situación independiente)
50	Grabación digital (datalogger integrado)

- **Intervalo de medición (scanning):** Intervalo de escaneo: Cada cuantos segundos el dispositivo toma el dato
- **Intervalo de almacenaje (minutos):** Intervalo entre dos momentos consecutivos de almacenamiento de datos: Cada cuantos minutos almacena el dato
- **SW_pit:** ID del punto donde se toman las mediciones de humedad y temperatura del
- **Fecha de comienzo anual de seguimiento:** Si el dispositivo funciona con normalidad, suele coincidir con el 1 de enero (DDMMYY).
- **Fecha de comienzo anual de seguimiento:** Si el dispositivo funciona con normalidad, suele coincidir con el 31 de diciembre (DDMMYY).
- **Días de medición:** Número de días (de medición) en el período de monitoreo. Si el dispositivo funciona con normalidad, debería ser 365.
- **Descripción del dispositivo:** Texto explicativo sobre la naturaleza del dispositivo
- **Observaciones**

MEM: Mediciones meteorológicas

- **Código de la parcela:** Idem anterior
- **Código del instrumento de medición:** Idem anterior
- **Variable:** Idem anterior
- **Fecha de la observación:** Formato DDMMAA
- **Valores medios diarios:** Suma para precipitación, y medias para el resto (ver tabla 9 y 10)

- **Valor mínimo diario** de la variable (ver tabla 9)
- **Valor máximo diaria** de la variable (ver tabla 9)
- **Compleitud de las mediciones:** Se trata de un indicador que informa sobre la cobertura de la toma y almacenamiento de datos, en %(100% completitud total).²
- **Origen del dato:** Según los códigos 1 (dato medido con instrumentos descritos en el formulario PLM), 2³ (datos tomados de estaciones meteorológicas cercanas), 3 (dato procedente de un modelo con el objeto de rellenar huecos), 4 (datos modelizados), 9 (sin datos).
- **Estado (*status*):** (1) Dato bruto, sin calibrar, 2 (Dato validado, sin calibrar), 3 (Dato validado, calibrado), 9 sin datos.
- **Otras observaciones**

² Ejemplo: Un día completo tiene 144 observaciones (una cada 10 min). Si hay 72 datos, la completitud es del 50%.

³ Si se produce algún hueco en la toma de datos, está permitido rellenarlo con datos de estaciones meteorológicas cercanas (AEMET...)

COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA DE NACIONES UNIDAS
CONVENIO MARCO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA

PROGRAMA INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN PARA EL SEGUIMIENTO
Y LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LOS BOSQUES

MANUAL RED CE 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.

PARTE XI

MUESTREO DE SOLUCIÓN DEL SUELO



GOBIERNO
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Área de Inventario y Estadística Forestal (AIEF)

INDICE

1.-Introducción.....	1
1.1.-Alcance y aplicación	1
1.2.-Objetivos.....	1
2 Técnicas y diseño del muestreo	2
2.1.- Tipologías de lisímetros	2
2.2.- Profundidades de muestreo.	3
2.3.- Número de réplicas.....	4
2.4.- Localización del muestreo.....	4
3.-Toma de muestras	4
3.1.- Frecuencia del muestreo.....	4
3.2.- Codificación, recolección y almacenamiento de muestras.	5
4.-Mediciones	6
4.1.-Mediciones y unidades	6
4.2.-Recepción en laboratorio, control inicial y almacenamiento	6
4.3.-Garantía y control de calidad	6
5.-Manual de referencia y Base de datos ICP-Forests	7

Anexos:

Anexo I: Estructura de los archivos, descripción de campo y códigos empleados

1.- Introducción

Además de los efectos directos de los factores de estrés en la cubierta arbórea, el estado de los bosques también está influenciado por el “efecto suelo”, vía sistema radical. La solución del suelo es la componente acuosa del mismo a saturación o capacidad de campo, y expresa el contenido en nutrientes o posibles contaminantes que puede absorber el ecosistema por vía radical.

Así, la química de la solución del suelo es un indicador muy valioso para el seguimiento de los efectos de la contaminación atmosférica sobre los bosques. La composición química de la solución del suelo se rige por una serie de procesos biogeoquímicos, que están influenciados por la deposición atmosférica en el suelo, las interacciones entre la fase sólida, líquida y gaseosa de mismo, así como los procesos biológicos del suelo y sus reacciones químicas de equilibrio.

El seguimiento de la composición de la fase líquida del suelo proporciona una información continua y a tiempo real sobre la disponibilidad de nutrientes, así como la posible inhibición de la absorción de nutrientes causada por los efectos de algunos elementos tóxicos en las raíces de las plantas.

Además, el seguimiento continuo de la solución del suelo proporciona un conocimiento directo de las relaciones entre el estado de la masa forestal y los factores de estrés medioambiental, concretamente la contaminación atmosférica, y los fenómenos climáticos a corto plazo, así como facilita la predicción de tendencias futuras.

1.1.-Alcance y utilidad del Manual

Esta Parte del Manual pretende proporcionar una metodología consistente para un muestreo de calidad y estandarizado de manera que los resultados del análisis de las muestras se puedan intercomparar con el de otras parcelas de la Red II.

1.2.-Objetivos de los muestreos

El muestreo armonizado, y el análisis posterior de la solución del suelo persiguen los siguientes objetivos:

- Determinar y seguir las tendencias a largo plazo de la química de la solución del suelo, como respuesta a los factores naturales y antropogénicos
- Determinar las dinámicas de entrada y salida de los elementos de los ecosistemas forestales, en relación con la deposición, y las prácticas de gestión forestal.
- Cuantificar la variabilidad espacio temporal de los parámetros de la solución del suelo para cada tipo de bosque.

2.-Técnicas y diseño del muestreo

La muestra de solución del suelo puede recogerse con métodos no destructivos, son los más utilizados e implica la instalación de un colector en el suelo (lisímetros de tensión) o semi-destructivos cuya instalación puede causar cambios importantes en la hidrología suelo (lisímetro de gravedad o de tensión "0"). Las técnicas de muestreo difieren considerablemente respecto a la fracción de solución de suelo muestreada.

Se deben llevar a cabo en parcelas donde también se realice muestreo de desfronde, así como mediciones de humedad y temperatura del suelo.

2.1.-Tipologías de lisímetros

Existen diferentes tipos de lisímetros (aparato para la extracción de agua del suelo). En España, varias parcelas de Nivel II, 5 en la actualidad, están dotadas con lisímetros de tensión y en una de ellas, además, hay un lisímetro de gravedad (ver Fig. 1 y 2).

Los lisímetros de tensión (método no destructivo), extraen el agua del suelo mediante un sistema de vacío, que se compone de una bomba de vacío, placa solar y programador para definir los tiempos de succión del sistema. El aparato está conformado por un extremo de cerámica porosa, un tubo para la extracción de solución de suelo y unos colectores para recogida de muestra a diferentes profundidades.

En España el sistema de vacío se realiza mediante bombas de succión programables, donde los tiempos de succión del sistema serán diferentes según la época del año, la presión de la bomba no debe ser superior a 0,5 - 0,6 atmósferas. La unidad de muestreo de los lisímetros de tensión constan de:

- Un armario metálico de protección frente a la intemperie
- Cuatro botellas para recoger muestras
- Cuatro lisímetros cuya cápsula porosa está a 60 m de profundidad (cada 2 lisímetros se recogen en una sola botella)
- Cuatro lisímetros cuya cápsula porosa está a 20 m de profundidad (cada 2 lisímetros se recogen en una sola botella)
- Bomba de succión para crear el vacío con programador para definir los tiempos de succión
- Placa solar

Es importante tener mucho cuidado durante la instalación de los lisímetros para minimizar las perturbaciones en el perfil del suelo.

Los recipientes de recolección utilizados en la lisimetría de tensión deben ubicarse cerca de la superficie del suelo en recipientes oscuros y secos. Los contenedores deben estar aislados para evitar que las muestras se congelen o se calienten demasiado.

Los lisímetros requieren de un mantenimiento periódico, que incluye la limpieza de la cápsula cerámica mediante máquina de ultrasonidos, con objeto de restaurar la

porosidad de la cápsula cerámica de succión, ya que puede verse alterada por la entrada de limos o elementos de granulometría menor.

El lisímetro de gravedad o de tensión "0" (método semidestructivo), consiste en una zanja a una profundidad determinada, donde están colocados captadores para recoger el agua de drenaje por gravedad.



Figura 1: Lisímetros de tensión para extracción de agua del suelo y bomba de vacío



Figura 2: Lisímetros de gravedad para extracción de agua del suelo

Durante la instalación de los lisímetros de gravedad el perfil del suelo se corta. Esto significa que la química de la solución del suelo puede verse alterada hasta que las raíces crezcan de nuevo.

En el momento de la instalación, deben registrarse todas las circunstancias, que pueden influir en la composición de la solución del suelo y documentar el diseño de muestreo mediante un Informe de acompañamiento de Datos (DAR), que incluye los materiales utilizados (cuerpos porosos, tubos...), dimensiones de los equipos (longitud y diámetro del tubo, volumen de los recipientes), etc.

2.2.-Profundidad de muestreo

Es obligatorio tomar muestras de la solución del suelo a profundidades de intervalo fijas. Deben usarse las mismas designaciones de horizonte que en la descripción del perfil (ver parte X del Manual de ICP-Forests de suelos). El centro de referencia para la determinación de la profundidad es el centro (punto medio) de la zona de muestreo

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

del colector, del tipo que sea. En la siguiente tabla figuran las recomendaciones que da el Manual de referencia de ICP Forests en relación con las profundidades de muestreo:

Capa	Suelo		Solución de suelo	
	Propiedades del suelo	Sonda de humedad	Tensión cero	Lisímetro
OFH (suelo del bosque)	OL, OF, OH	> 5 cm grueso	-	-
(M05, M51, M01, H01)	0-5/5-10 0-10	0-20 cm	0-5 cm	0-20 cm
(M12, H12)	10-20	0-20 cm	-	
(M24, H24)	20-40	20-40 cm	20-40 cm	20-40 cm
(M48, H48)	40-80	40-80 cm	40-80 cm	40-80 cm

Tabla 1: Profundidad de las mediciones de solución del suelo con otras evaluaciones del suelo.

2.3.-Número de réplicas

El Manual de referencia de ICP Forests recomienda tener instaladas al menos tres réplicas de muestreo por cada profundidad. El volumen de la muestra se deberá también anotar siempre.

Si por razones financieras o para obtener volumen suficiente de muestra para poder realizar los análisis químicos se realiza agrupación de muestras, esto debe hacerse en el laboratorio ponderando el volumen.

En España se instalan 4 lisímetros por profundidad pero se mezclan de 2 en 2, principalmente porque es muy difícil obtener volumen suficiente para poder realizar la analítica

2.4.-Localización muestreo

Los lisímetros se instalarán de forma sistemática o aleatoria en la parcela, con el objeto de obtener una muestra representativa, si bien pueden encontrarse limitaciones como por ejemplo la presencia de rocas o raíces. Es aconsejable dejar al menos un metro de distancia de la base de los árboles.

Los lisímetros están instalados en la subparcela interior vallada, donde se encuentran los colectores de deposición y los dispositivos para la medición de los datos de humedad y temperatura del suelo.

3.-Toma de muestras

3.1.-Frecuencia del muestreo

El Manual de Referencia de ICP- Forests establece como ideal la recogida de muestras cada dos semanas. Sin embargo, la obtención de muestra en climas mediterráneos se ve dificultada por la irregularidad de las precipitaciones, lo que

disminuye los periodos en que el suelo se encuentra saturado. Las bajas temperaturas pueden también inmovilizar el agua contenida en el suelo impidiendo su extracción, así como las condiciones edáficas particulares (granulometría, existencia de planos de drenaje,...), por lo que la obtención de las muestras empleadas para análisis es mucho más errática que en otro tipo de muestreos.

El Manual de Referencia de ICP- Forests establece un mes como el plazo máximo de recogida de muestra almacenada, incluso aunque no haya volumen suficiente. Se recomienda, además, sincronizar los muestreos con los deposición, desfronde y toma de datos de la humedad del suelo.

El uso de conservantes está permitido aunque debe evitarse en la medida de lo posible porque puede interferir con los análisis químicos. Si se aplican conservantes u otros aditivos, debe quedar registrado.

3.2.-Codificación, recolección y almacenamiento de muestras

Es necesario medir el volumen de la muestra de los lisímetros y recogerlo en botellas numeradas, de tal manera que se puede trazar con la entrada y registro de muestras en laboratorio, como se verá a continuación.

El código del colector debe ser único y permanecer a lo largo de los años para garantizar la coherencia de los datos. Si un lisímetro necesita cambiarse pero es de las mismas características y permanece en el mismo lugar, se conserva la misma numeración para permitir el análisis de tendencias temporales, pero si se cambia de ubicación debe cambiarse su código identificativo por uno nuevo.

En España, la solución del suelo se recoge en 4 sitios por parcela y a dos profundidades, 20 y 60 cm. Dado que en el caso de los lisímetros de tensión no es raro que se obtengan volúmenes insuficientes como para poder hacer una analítica completa, cada muestra se obtiene de sumar los volúmenes correspondientes a dos lisímetros situados a la misma profundidad, registrándose en la siguiente tabla:

Código del colector	Profundidad	Nº bote muestra	Volumen (ml)	Observaciones
1+2	20			Lisímetro tensión
1+2	60			Lisímetro tensión
3+4	20			Lisímetro tensión
3+4	60			Lisímetro tensión
1	20			Lisímetro gravedad
1	60			Lisímetro gravedad
2	20			Lisímetro gravedad
2	60			Lisímetro gravedad

Tabla 2: Tabla de Registro de recogida en campo de muestras solución de suelo

Las muestras deben ser almacenadas en una nevera o sitio refrigerado (no más de 5°C). Mantener las muestras refrigeradas y en lugar resguardado de la luz es la mejor manera de asegurarse de minimizar la actividad biológica de la muestra, que pudiera contaminarla. El envío al laboratorio debe realizarse lo antes posible.

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

4.-Mediciones

4.1.-Mediciones y unidades

Existe una lista con parámetros obligatorios y opcionales (ver tabla 4), pero en la práctica la analítica de los cationes y aniones presentes requieren cantidades significativas de muestras para calcular los equilibrios iónicos, las concentraciones de Zn y Cu también son importantes para los estudios de ciclos de nutrientes, y también es recomendable medir el Al disponible al menos durante un año para conocer la distribución entre el Al lábil y no lábil en la solución del suelo.

En caso de que el volumen de muestra obtenido sea inadecuado para la determinación de todos los datos obligatorios, es necesario una clasificación de prioridad de parámetros para analizar. Por lo tanto, cada país debe elaborar una lista de determinaciones de prioridad nacional.

Los laboratorios son libres de seleccionar los métodos analíticos siempre y cuando se realicen de acuerdo con las directrices del Manual de ICP-Forests Parte XI del Manual de Solución de Suelo de ICP-Forests, página 13 (Tabla 4: Métodos de análisis de solución de suelo recomendados).

4.2.-Recepción en laboratorio, control inicial y almacenamiento

Tras la recepción en laboratorio debe comprobarse que se incluyen los formularios, que los números de las botellas coinciden con los de los formularios, que las botellas estén bien cerradas y sin fugas, verificar el Ph y conductividad para detectar indicios de contaminación, etc. Las muestras deben recibir un pretratamiento y analizarse lo antes posible

4.3.-Garantía y control de calidad

Para el control de calidad en campo deben obtenerse muestras representativas y documentar la ubicación de los lisímetros, distancia al colector de desfronde y a las sondas de humedad y temperatura, etc., en el formulario de informe de acompañamiento de datos (DAR).

La calidad de los datos analíticos se controla de forma anual mediante ejercicios de intercomparación entre laboratorios organizados por ICP Forests, que también se explican con detalle en la Parte XVI del Manual sobre laboratorios QA / QC. Cada país debe desarrollar sus propios rangos admisibles.

Parámetro	Unidades	Rangos admisibles	
		Límite inferior	Límite superior
Conductividad	$\mu\text{S/cm } 25^{\circ}\text{C}$	10	500
PH	-	3,5	8,5
Alcalinidad	$\mu\text{molc/L}$	< LOQ (0)	7000
Na	mg/l	< LOQ (0.2)	22
K	mg/l	< LOQ (0.05)	8,5

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Parámetro	Unidades	Rangos admisibles	
		Límite inferior	Límite superior
Ca	mg/l	< LOQ (0.123)	75
Mg	mg/l	< LOQ (0.05)	15
Al total	mg/l	< LOQ (0.02)	15
Al labile	mg/l	< LOQ (0)	9
Fe	mg/l	< *LOQ (0)	1.2
Mn	mg/l	< LOQ (0)	1.9
P total	mg/l	< LOQ (0)	0.6
NO ₃ -N	mg/l	< LOQ (0)	15
NH ₄ -N	mg/l	< LOQ (0)	3.0
SO ₄ -S	mg/l	< LOQ (0.2)	25
Cl	mg/l	< LOQ (0.16)	40
Zn	µg/l	< LOQ (0.03)	680
Cu	µg/l	< LOQ (0)	130
Cr	µg/l	< LOQ (0)	10
Ni	µg/l	< LOQ (0.26)	45
Pb	µg/l	< LOQ (0)	100
Cd	µg/l	< LOQ (0)	8,5
Si	mg/l	< LOQ (0.02)	10

Tabla 3: Tabla de rangos admisibles, calculados a partir de todo el conjunto de datos de solución de suelo europeo.

*LOQ: Límite de cuantificación

Es fundamental conocer el volumen de muestra recogido, ya que existe una relación inversa entre las concentraciones de iones y los volúmenes de muestra. Por lo tanto, también es interesante observar la relación entre la cantidad de precipitación y las concentraciones de iones. Los períodos secos prolongados pueden estimular la descomposición de la materia orgánica, lo que puede conducir a concentraciones elevadas de ciertos iones.

5.-Manual y Base de datos de ICP-Forests

El Manual de referencia de ICP-Forests es Part XI-Soil Solution Collection and Analysis. El código o abreviatura del muestreo en la base de datos "SS" (*Analysis of Soil Solution*) y la descripción de los archivos que componen la base, y sus correspondientes registros¹, son los siguientes:

¹ Para más información sobre la descripción de cada campo, consultar: <https://icp-forests.org/documentation/>

	Nivel II ICP-Forests	Nivel II España	Unidades
Volumen de muestra por lisímetro	M	√	ml
PH	M	√	pH unit
Conductividad	M	√	µS/cm
Na, K, Mg y Ca,	M	√	mg / l
NH4-N	M	√	mg N/L
SO4-S	M	√	mg S/L
NO3-N	M	√	mg N/L
Cl	M	√	mg/L
Alcalinidad	M (Si pH >5)	√	µmolc/L
Total N	M		mg / l
DOC	M		mg / l
Al total	M (Si pH >5)		mg/L
Al labile	O		mg / l
Fe	M (Si pH >5)		mg / l
Mn	M (Si pH >5)		mg / l
P total	O		mg / l
Zn	O		µg/L
Cu	O		µg/L
Cr	O		µg/L
Ni	O		µg/L
Pb	O		µg/L
Cd	O		µg/L
Si	O		µg/L

Tabla 4: Listado de parámetros de variables opcionales y obligatorios (O – optional, M – mandatory), parámetros recogidos en España y unidades

**COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA DE NACIONES UNIDAS
CONVENIO MARCO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA**

PROGRAMA INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN PARA EL SEGUIMIENTO
Y LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LOS BOSQUES

MANUAL RED CE 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.

PARTE XI MUESTREO DE SOLUCIÓN DEL SUELO

ANEXO



Área de Inventario y Estadística Forestal (AIEF)

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Anexo I: Estructura de los archivos, descripción de campo y códigos empleados

PSS: Información de la parcela

- **País:** El código identificador de España es el 11
- **Parcela:** El código de cada parcela está formado por un número y la abreviatura de la especie que caracteriza la parcela Qi (*Quercus ilex*), Ppa (*Pinus pinea*), Ps (*Pinus sylvestris*), Qpy (*Quercus pyrenaica*), etc.
- **Latitud y Longitud:** Se anotarán seis dígitos completos las coordenadas geográficas de latitud y longitud correspondientes al centro de la parcela de observación, medidos con GPS o restituidas en plano (foto aérea de gran detalle). Ejemplo:

	+/-	Grados		Minutos		Segundos	
Latitud	+	5	0	2	0	2	7
Longitud	-	0	1	1	5	3	2

La primera casilla se usa para indicar el signo + ó – de la coordenada.

- **Altitud:** Intervalos o clases de 50 metros, del 1 al 51. Ver Parte I, Archivo PLT
- **Identificación del dispositivo:** Codificación de los diferentes colectores de agua en el suelo de la parcela (1, 2...), dependiendo del tipo de lisímetro, de su ubicación y profundidad (en España 1 y 2 porque se muestrea a dos profundidades en caso de lisímetro de tensión, y en el caso de lisímetro de gravedad también se realiza a dos profundidades y se utiliza 3 y 4)
- **Tipo de lisímetro:** Codificación del tipo de lisímetro:

Código	Descripción
1	Lisímetro de tensión
2	Lisímetro tensión 0 (gravedad)
3	Centrifugación
4	Extracción por saturación
9	Otros

- **Capa del suelo:** H (orgánica, saturada de agua, higromórfica), M (Mineral), O (Orgánica)

Código	Descripción
--------	-------------

Código	Descripción
H	orgánica, saturada de agua, higromórfica
M	Mineral
O	Orgánica

- **Profundidad:** Profundidades a las que muestrean los diferentes dispositivos en metros debajo de la superficie (m)
- **Número de muestreadores instalados:** En caso de que cada lisímetro produzca una muestra, que se analizará por separado, el número será "1". En caso de agrupar las muestras en el campo, se debe registrar el número total de muestreadores instalados.
- **Fecha de comienzo del primer periodo de muestreo anual:** Ejemplo: 28/12/2018
- **Fecha final del último periodo del muestreo anual :** Ejemplo 22/12/2019
- **Nº de periodos al año:** Ejemplo: 12 si es mensual
- **Observaciones**

SSM: Mediciones obligatorias

- **Parcela:** Idem anterior
- **Identificación del dispositivo:** Idem anterior
- **Identificación de la muestra para análisis:** Identificación de la muestra que se va analizar, y a la que corresponden los resultados, (en nuestro caso se analiza una muestra por profundidad y por tipo de lisímetro)
- **Fecha de Inicio:** Ejemplo: 28/12/2018
- **Fecha final:** Ejemplo 22/12/2019
- **Nº de periodos al año:** Ejemplo: 12 si es mensual
- **Volumen de la muestra (ml):** En caso de que se analicen lisímetros individuales, esto corresponde al volumen de muestra por lisímetro. Si las muestras se agrupan para el análisis, se debe informar el volumen de la muestra agrupada dividido por el número de lisímetros.
- **pH**
- **Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)**

- **K** (mg/l)
- **Ca** (mg/l)
- **Mg** (mg/l)
- **N_NO3** (mg N/l)
- **S_SO4** (mg S/l)
- **Alcalinidad** ($\mu\text{molc} / \text{l}$)
- **Al (mg/l)**: (obligatorio si Ph <5)
- **DOC (mg/l)**: Carbono orgánico disuelto (DOC)
- **Na** (mg/l)
- **N_NH4** (mg N/l)
- **Cl** (mg/l)
- **N_total** (mg N/l)
- **Fe** (mg/l) (obligatorio si Ph <5)
- **Mn** (mg/l) (obligatorio si Ph <5)
- **Observaciones**

SSO: Mediciones opcionales

Este archivo solo se remite si se realizan parámetros opcionales (<https://icp-forests.org/documentation/Surveys/SS/SSO.html>)

SS- LQA: Información de control de calidad/ control de laboratorio

- **País:** Ídem anterior
- **Nº de Parcela:** Ídem anterior
- **Fecha de comienzo del muestreo:** Formato (DDMMYY)
- **Fecha de fin del muestreo:** Formato (DDMMYY)
- **Parámetro:** Código de parámetro (K, Ca, Mg...) figura en el documentador: https://icp-forests.org/documentation/Dictionaries/d_parameter_ss.html

Código	Descripción	UNIT
Al	Aluminio	mg/l

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Código	Descripción	UNIT
Alkalin	Alcalinidad	µmolc/l
Al_labile	Aluminio disponible	mg/l
Ca	Calcio	mg/l
Cd	Cadmio	µg/l
Cl	Cloro	mg/l
Cond	Conductividad	µS/cm
Cr	Cromo	µg/l
Cu	Cobre	µg/l
DOC	Carbono orgánico disuelto	mg/l
Fe	Hierro	mg/l
K	Potasio	mg/l
Mg	Magnesio	mg/l
Mn	Manganeso	mg/l
Na	Sodio	mg/l
Ni	Niquel	µg/l
N_NH4	Amonio - N	mg/l
N_NO3	Nitrato-N	mg/l
N_total	Total Nitrógeno	mg/l
P	Total Fosforo	mg/l
Pb	Plomo	µg/l
pH	pH	
P_PO4	Fosfato	mg/l
Si	Silicio	mg/l
S_SO4	Sulfato-S	mg/l
Zn	Zinc	

- **Preparación de muestra:** Método de preparación de la muestra

Código	Descripción
MB01	Sin filtración

Código	Descripción
MB02	Filtración con filtro de membrana 0,45 µm
MB03	Filtración con filtro de membrana 0,45 µm y prefiltrado con filtro de fibra de vidrio
MB04	Filtración con papel de filtro
MB99	Otro método de filtración

- **Determinación:** Método de determinación de la concentración del parámetro

A continuación figuran únicamente los más utilizados en España, para más información:

https://icp-forests.org/documentation/Dictionaries/d_determination_dp_ss.html

Código	Descripción	Categoría
DB10	ICP-MS	Absorción atómica o espectroscopía de emisión
DC01	Cromatografía iónica con supresión de eluyente.	Métodos cromatográficos
DF02	Electrodo de pH (electrodo de baja fuerza iónica)	Métodos electroquímicos
DF04	Valoración potenciométrica, método Gran para alcalinidad	Métodos electroquímicos
DF09	Medición Conductométrica (25 ° C)	Métodos electroquímicos

- **Límite de cuantificación:** Para cada parámetro, el laboratorio debe evaluar el límite de cuantificación (en unidad de parámetro) y utilizar un cuadro de control durante el año.
- **Gráfico de media de control:** la media del gráfico de control
- **Desviación estándar:** Coeficiente de variación
- **Identificación del laboratorio:** Código identificativo para cada laboratorio
- **Otras observaciones**

**COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA DE NACIONES UNIDAS
CONVENIO MARCO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA**

PROGRAMA INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN PARA EL SEGUIMIENTO
Y LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LOS BOSQUES

MANUAL RED CE 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.

PARTE XII MUESTREO FOLIAR



GOBIERNO
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Área de Inventario y Estadística Forestal (AIEF)

INDICE

1	Introducción	1
	1.1.- Alcance y aplicación	1
	1.2.- Objetivos	1
2	Localización de mediciones y toma de muestras	1
	2.1.- Diseño del muestreo de campo	1
	2.2.- Frecuencia y época del muestreo	3
	2.3.- Selección de muestras, recogida, transporte y almacenamiento	3
	2.4.- Parcelas cortadas o destruidas	5
3	Control y aseguramiento de la calidad	5
	3.1.- Control de calidad en campo	5
	3.2.- Control de calidad en laboratorio	5
	3.2.1.- Límites de plausibilidad	5
	3.2.2.- Completitud de datos	5
	3.2.3.- Límites tolerables	5
	3.2.4.- Límites de calidad de datos	6
4	Manual y Base de datos de ICP-Forests	6

ANEXOS

Anexo I: Propuesta de estadillos de toma de muestra foliar

Anexo II: Estructura de archivos, descripción de campo y códigos empleados

Anexo III: Límites de plausibilidad para diferentes especies

1.- Introducción

El estado nutricional de los árboles es frecuentemente indicativo de los procesos a nivel ecosistema. Un suministro deficitario de nutrientes puede ser la causa directa de decaimientos, o un factor que incremente los efectos adversos de la contaminación atmosférica. Unas condiciones químicas poco favorables en la zona radical pueden provocar también desequilibrios en el suministro de nutrientes, y por la tanto en la nutrición del árbol. Por todo ello, el muestreo y análisis foliar es esencial. Se debe llevar a cabo en intervalos regulares, de cara a establecer relaciones potenciales entre los cambios en el estado de la masa y el estado nutricional. El intervalo de muestreo y análisis foliar debe ser lo suficientemente frecuente para detectar tendencias en la nutrición mineral de los árboles, sin influencias de las fluctuaciones interanuales en las concentraciones de elementos.

1.1.-Alcance y aplicación

El objetivo de esta parte del Manual es proporcionar procedimientos armonizados y estandarizados para el muestreo y análisis de hojas y acículas en las parcelas de la Red de Nivel II en España. La armonización es necesaria para permitir estudios de las tendencias espacio-temporales del estado nutricional, y del impacto de la contaminación atmosférica en los árboles.

1.2.-Objetivos

El objetivo del análisis foliar es la evaluación del estado nutricional de los árboles y el impacto de los contaminantes atmosféricos en las parcelas, la identificación de tendencias temporales y patrones geográficos. Objetivos más específicos son:

- Cuantificación de las concentraciones medias de N, S, P, Ca, Mg, K y C¹, además de otros nutrientes y metales pesados
- Identificación de tendencias temporales de concentraciones medias de nutrientes y metales pesados en las parcelas

2.- Localización de mediciones y toma de muestras

2.1.-Diseño de la muestra: Selección de árboles, ubicación y número de réplicas

La selección de árboles para la toma de muestra foliar (ver figura 1), árboles “500” de acuerdo con la nomenclatura empleada, se hará en la zona *buffer* o tampón de la parcela (fuera de los límites de ésta), al tomarse muestras de carácter destructivo. Se seleccionarán dos series de 5 árboles cada una (serie de muestra o M y serie de reserva o R, numerados del 501 al 505 la primera y del 506 al 510 la segunda) en las proximidades de los sitios en los que se han tomado muestras de suelo, pero de forma

¹ Estos parámetros se consideran como obligatorios en el Manual de ICP-Forests

que sus raíces no se vean afectadas por los movimientos de tierra efectuados al cavar la calicata.

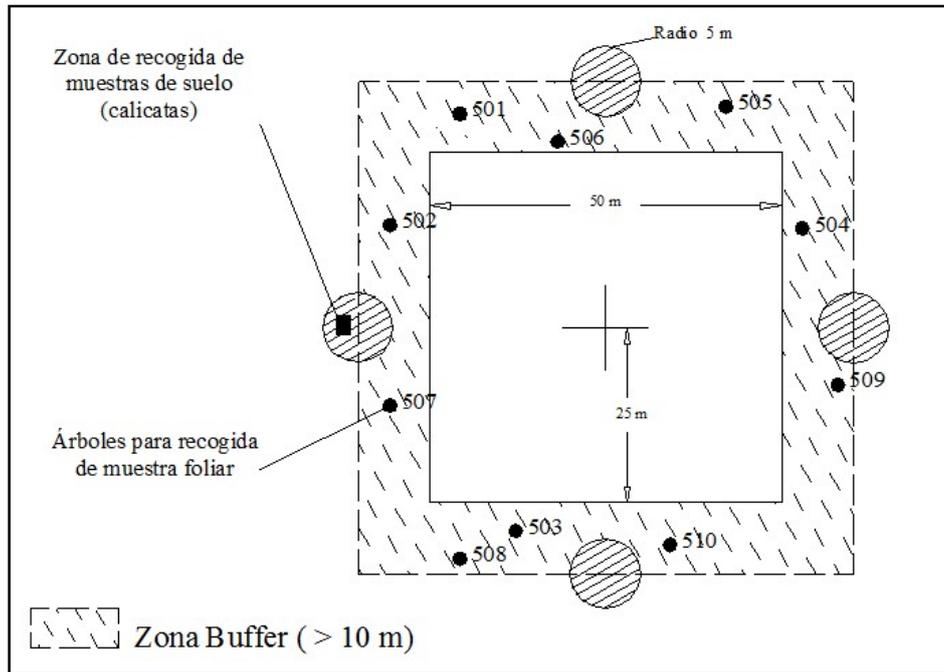


Figura 1: Diseño de parcela y ubicación de los árboles para toma de muestra foliar

Los árboles seleccionados deberán cumplir, en la medida de lo posible, las siguientes condiciones:

- Ser árboles diferentes de los utilizados para la evaluación de copa, a fin de evitar daños debidos a los sucesivos muestreos.
- Ser árboles representativos de las condiciones ecológicas medias de la parcela.
- En caso de parcelas con varias especies presentes, se elegirán las especies más comunes o representativas.
- Ser árboles de los estratos dominante o codominante en rodales de espesura cerrada, o árboles de altura $H_m \pm 20\%$ (H_m) en rodales de espesura abierta, siendo H_m la altura media de la parcela.
- Ser árboles con un estado de defoliación, en el momento de seleccionarlos, próximo a la media de la parcela ($\pm 5\%$) y con un estado fitosanitario equiparable al del resto de la estación.

En caso de escasez de hojas, muerte, corta o deterioro de la copa de un árbol de la serie M se sustituirá por otro de la serie R o de reserva. En ese caso de muerte de algún árbol muestra, se sustituye por otro y se numeraría añadiendo una decena al árbol desaparecido (ejemplo: 505 - 515) para indicar la sustitución.

2.2.-Frecuencia y época del muestreo

La toma de muestra foliar se llevará a cabo con periodicidad bianual, repitiéndose siempre sobre los mismos árboles. Preferiblemente, la toma de muestras se llevará a cabo en años impares, para armonizar y facilitar comparaciones entre los diferentes países.

La toma de muestra deberá hacerse en la época del año en que la concentración de elementos totales sea lo más estable posible, para las **frondosas caducifolias**, se realiza en verano, cuando tienen las hojas completamente desarrolladas y antes del amarilleamiento otoñal, y para las **coníferas y frondosas perennifolias**, se realiza en invierno, cuando los árboles están en parada vegetativa y en ausencia de heladas.

2.3.-Selección de muestra, recogida, transporte y almacenamiento

En cada parcela, se toman muestras de al menos 5 árboles de las especies principales de la parcela, de cada árbol se apearán ramillos preferiblemente en todas las orientaciones de la copa, (mínimo tres direcciones) cumpliendo en la medida de lo posible las siguientes condiciones:

- Estar situada en el tercio superior de la copa.
- Siempre que sea posible, estar bien iluminada.
- Reunir las características medias del follaje para esa orientación (crecimiento, color, defoliación,...)
- Poder caer libremente al suelo.

Dependiendo de la altura de los árboles, la toma de muestra podrá hacerse mediante pértigas extensibles, o recurriendo a escaladores especializados. En el caso de frondosas perennifolias o coníferas se tomarán, además de muestras de crecimiento del año n, muestras de los crecimientos anteriores (n-1, n-2).

Las muestras foliares se toman encima de un plástico para que no se contaminen con el suelo al caer cortadas con la pértiga. Se tomaran muestras en diferentes orientaciones. Sobre el plástico se separan los crecimientos (en pinos y encinas) con las tijeras, y se introduce cada crecimiento o clase de edad de un árbol en una bolsa de plástico etiquetada, describiendo número de árbol, especie y año del crecimiento (Anexo 1).

Needle sets

- 0: current (C-needles)
- 1: current+1 (C+1-needles)
- 2: current+2 (C+2 needles)
- 3: current+3 (C+3-needles)
- 4: current+4 (C+4-needles)
- etc.

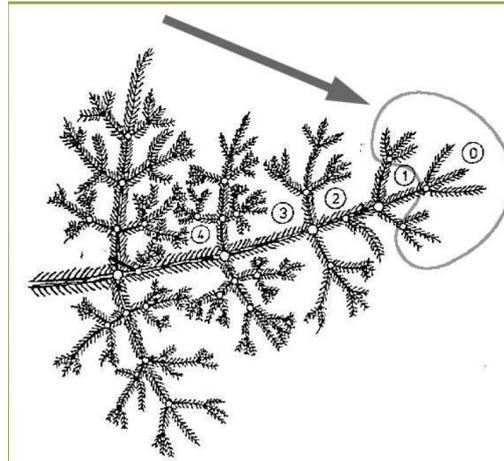


Figura 2: Diferentes clases de edad (medidas o crecimientos) en coníferas y frondosas perennifolias

Las bolsas se agujerean ligeramente para que evacúen la humedad que se forma con la transpiración (o los restos de la transpiración). Todas las muestras de la parcela se empaquetan en otra bolsa más grande y se mandan al laboratorio a la mayor brevedad. En caso de pinos y encinas, una vez que se cortan las ramas se separan las hojas del año (se mezclan las diferentes orientaciones en una bolsa), las del año anterior igual y en otra bolsa el resto de acículas, de manera que el número máximo de bolsas que se pueden recoger por parcela es de 15 (5 árboles X 3 muestras de las diferentes clases de edad), y el mínimo de 5 cuando solo hay hojas del año en curso.

En el caso de que se muestree más de una especie por parcela, el procedimiento anterior se repite para cada especie (es decir, las diferentes especies no se mezclan en ningún punto).

Es necesario recoger muestra en cantidad suficiente para poder analizar en el laboratorio. La cantidad mínima necesaria debe ser:

- 10-20 gramos de acículas u hojas frescas (resultando en 5-10 gramos de material seco) por cada clase de edad muestreada, para el análisis obligatorio.
- 20-30 gramos de acículas u hojas frescas para análisis obligatorios y opcionales.

Cada país puede decidir muestrear una mayor cantidad de material foliar, de acuerdo con sus necesidades y sus propios métodos analíticos, o bien para conservar muestras para futuros análisis. Se recomienda almacenar muestras secas y molidas para su uso futuro.

Las muestras deben remitirse al laboratorio lo más pronto posible y deben estar debidamente etiquetadas, si no pueden enviarse inmediatamente deben secarse, para lo cual es necesario mantener las bolsas abiertas y ventiladas. El almacenamiento se realizará en lugar oscuro y fresco, tanto en el transporte como durante el almacenamiento en laboratorio antes del pretratamiento.

2.4.-Parcelas cortadas o destruidas

En caso particular de que una parcela alcance la edad del corte final, o la parcela se destruya por tormentas, plagas, etc., La parcela puede trasladarse a una nueva ubicación, o permanecer en la misma ubicación en un puesto regenerado.

Si se traslada a una nueva ubicación, se aplican las mismas reglas que el establecimiento de una nueva parcela (ver Manual Parte II, Ferretti et al. 2020).

Si el seguimiento continúa en la misma ubicación, el muestreo foliar debe adaptarse a la nueva situación. Se recomienda esperar hasta que las especies dominantes alcancen la altura promedio de 1.3 metros. En caso de que el muestreo se realice en la fase de plántulas, se recomienda esperar hasta que las plántulas alcancen la altura promedio de 50 cm. (ver punto 4.1.2.2 de la parte XII del manual de ICP-Forests)

3.-Control y aseguramiento de la calidad

La descripción métodos analíticos se puede consultar en la Parte XVI del Manual Laboratorios (determinación de peso seco, pretratamiento y análisis de concentración química).

3.1.- Control de calidad en campo

Los trabajos se deben realizar conforme al manual de referencia, la calidad de los datos se controla de forma anual mediante ejercicios de intercalibración. Debe haber buena comunicación entre los equipos de campo, y estos deben anotar cualquier incidencia y observación para que quede registrada. Cuando sea posible se deben realizar parcelas de forma conjunta varios equipos.

3.2.- Control de calidad en laboratorio

La calidad de los datos analíticos está controlada por la organización regular de Cursos de intercalibración entre laboratorios, coordinado por ICP-Forests que se explican con detalle en la Parte XVI del Manual sobre laboratorios QA / QC.

3.2.1- Límites de plausibilidad

Los límites de plausibilidad (percentil 5-95) para diferentes especies de árboles según las encuestas de Nivel II son los que figura en el Anexo II.

3.2.2- Completitud de datos

En el punto 4 figuran los parámetros obligatorios y opcionales, si un país decide reportar parámetros opcionales, estos deben cumplir también con los requisitos de calidad de datos exigidos en los parámetros obligatorios.

3.2.3.- Límites tolerables

Ver Parte XVI del Manual sobre laboratorios QA / QC. En la tabla 1 que figura a continuación, donde se encuentran los límites tolerables entre laboratorios para concentraciones altas y bajas de follaje de los parámetros obligatorios y opcionales:

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Parámetro	Ud	Conc. Rango inferior	Límite tolerable inferior	Conc. Rango Superior	Límite tolerable superior	max. accpt. LOQ
As	ng/g	< 50	30%	> 50	20%	50
B	µg/g	< 5.0	30%	> 5.0	20%	1
Cd	ng/g		30%		30%	50
Ca	mg/g	< 3.0	15%	> 3.0	10%	0.5
C	g/100g		5%		5%	10
Cr	µg/g	< 1	35%	> 1	25%	1
Co	µg/g	< 0.1	35%	> 0.1	25%	0.1
Cu	µg/g		20%		20%	1
Fe	µg/g	< 20	30%	> 20	20%	5
Pb	µg/g	< 0.50	40%	> 0.50	30%	0.50
Mg	mg/g	< 0.50	15%	> 0.50	10%	0.3
Mn	µg/g	< 20	20%	> 20	15%	5
Hg	ng/g	< 50	30%	> 50	20%	20
Ni	µg/g	< 1	30%	> 1	20%	1
N	mg/g	< 5.0	15%	> 5.0	10%	2
P	mg/g	< 0.50	15%	> 0.50	10%	0.3
K	mg/g	< 1.0	15%	> 1.0	10%	0.5
S	mg/g	< 0.50	20%	> 0.50	15%	0.3
Zn	µg/g	< 20	20%	> 20	15%	5

Tabla 1. Límites tolerables para concentraciones altas y bajas y límite máximo aceptado de cuantificación de los parámetros foliares obligatorios (en negrita) y opcionales

3.2.4.- Límites de calidad de datos.

Los laboratorios nacionales deben participar en la prueba de intercalibración de ICP-Forests o ring test. Las comparaciones entre laboratorios químicos foliares deben incluir al menos cuatro muestras. Cuando 50% o más de estas muestras están dentro de los límites tolerables, el laboratorio está cualificado para analizar el parámetro correspondiente. Los resultados de los análisis químicos se evalúan y deben estar dentro de los límites que figuran en la Tabla anterior. Todo el procesado de los ring test se explica con mayor detalle en la Parte XV del Manual (Laboratorios).

4.-Manual y Base de datos de ICP-Forests

El Manual de referencia de ICP-Forests es Part XII-*Sampling and Analysis of Needles and Leaves*. El código o abreviatura del muestreo en la base de datos "FO" (*Sampling and Analysis of Needles and Leaves*), y la descripción de los archivos que componen la base, y sus correspondientes registros², son los siguientes:

² Para más información sobre la descripción de cada campo, consultar:

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Archivo	Variable	Nivel II ICP-Forests	Nivel II España	Frecuencia	Unidades
Mediciones de biomasa					
FOM	Masa seca (105°C) 100 hojas o 1000 acículas	M	√	Mensual	g
Análisis químico					
FOM	C	M	√	Mensual	g/100g
	N	M	√	Mensual	mg/g
	S	M	√	Mensual	mg/g
	P	M	√	Mensual	mg/g
	Ca	M	√	Mensual	mg/g
	Mg	M	√	Mensual	mg/g
	K	M	√	Mensual	mg/g
	Zn	O	√	Mensual	µg/g
	Mn	O	√	Mensual	µg/g
	Fe	O	√	Mensual	µg/g
	Cu	O	√	Mensual	µg/g
	Pb	O		Mensual	µg/g
	Cd	O		Mensual	ng/g
	B	O		Mensual	µg/g
		*Ar	O		Mensual
	Co	O		Mensual	µg/g
	Cr	O		Mensual	µg/g
	Hg	O		Mensual	ng/g
	Ni	O		Mensual	µg/g

* En caso de que se analice el arsénico, se recomienda usar una temperatura de secado más baja (y mayor tiempo de secado) para evitar posibles pérdidas de As debido a una temperatura demasiado alta.

Tabla 2. Listado de parámetros de variables opcionales y obligatorios (O – optional, M – mandatory)

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

**COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA DE NACIONES UNIDAS
CONVENIO MARCO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA**

PROGRAMA INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN PARA EL SEGUIMIENTO
Y LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LOS BOSQUES

MANUAL RED CE 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.

PARTE XII MUESTREO FOLIAR ANEXOS



Área de Inventario y Estadística Forestal (AIEF)

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Anexo I: Propuesta de estadillos

Etiqueta para bolsa:

Código punto	
N° Árbol	
Especie	
Año ramillo	
Orientaciones	
Fecha	

Registro toma de muestras:

PARCELA
FECHA
FECHA ANTERIOR VISITA

PROVINCIA
HORA COMIENZO
HORA FINAL

Se ha utilizado escalera para el muestreo:

Identificación del árbol			Año de emergencia de las hojas o acículas muestreadas	Orientación	% de acículas/hojas sintomáticas	Observación n°
Especie	Árbol n°	Serie				

Observación N°(*)	Descripción de las observaciones

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Anexo II: Estructura de archivos, descripción de campo y códigos empleados

Existen cuatro archivos que contienen datos generales sobre la parcela, información de los árboles de los que se toma muestra, el muestreo y análisis de las hojas y acículas e información de control de calidad. Todo siempre conforme el enlace:

<https://icp-forests.org/documentation/Surveys/FO/index.html>

PLF: Información de la parcela

- **Código de país** El código identificador de España en el 11
- **Nº de Parcela:** El código de cada parcela está formado por un número y la abreviatura de la especie que caracteriza la parcela Qi (*Quercus ilex*), Ppa (*Pinus pinea*), Ps (*Pinus sylvestris*), Qpy (*Quercus pyrenaica*), etc.
- **Fecha del muestreo:** Formato (DDMMYY)
- **Latitud y Longitud:** Se anotarán seis dígitos completos las coordenadas geográficas de latitud y longitud correspondientes al centro de la parcela de observación, medidos con GPS o restituidas en plano (foto aérea de gran detalle). Ejemplo:

	+/-	Grados		Minutos		Segundos	
Latitud	+	5	0	2	0	2	7
Longitud	-	0	1	1	5	3	2

- **Altitud:** Ver Parte I, Archivo PLT
- **Observaciones:**

FOT: Identificación de los árboles de los que se toma la muestra

- **Nº de Parcela:** Idem anterior
- **Identificación de la muestra:** En el caso que sean solo hojas del año se juntan en una muestra única (1), si hay de dos años se juntan todos los árboles en 2 muestras y en caso de más de dos años se juntan en tres muestras).
- **Número identificativo del árbol muestra:** Ejemplo F501
- **Especie del árbol.** Ver en la Parte II (Evaluación del estado sanitario), Anexo II ó (https://icp-forests.org/documentation/Dictionaries/d_tree_spec.html)
- **Tipo de hoja:** Año en el que se ha producido el crecimiento:

Código	DESCRIPTION
0	Hojas/acículas del año actual
1	Hojas/acículas del año anterior
2	Hojas /acículas de 2 o más años
3	Combinación tipo 1 y 2

- **Clase de edad:** Especificar el número de clases de edad, por ejemplo, si solo están presentes las hojas / agujas actuales "1", si hay hojas actuales y del año anterior "2" y si hay de más años "3"
- **Otras observaciones**

FOM: Muestreo y análisis de hojas y acículas

- **Nº de Parcela:** Idem anterior
- **Identificación de la muestra:** Idem anterior
- **Fecha de comienzo del análisis:** La fecha de comienzo en la primera fecha de análisis en la que el laboratorio analizó datos de la parcela correspondiente
- **Fecha de fin de análisis:** Ultima fecha de análisis en laboratorio
- **Peso seco de hojas (g):** Peso seco de 100 hojas del año
- **Peso seco de acículas (g):** Peso seco de 1000 acículas
- **N (mg/g)**
- **S (mg/g)**
- **P (mg/g)**
- **Ca (mg/g)**
- **Mg (mg/g)**
- **K (mg/g)**
- **C (g/100g)**
- **Zn (µg/g)**
- **Mn (µg/g)**
- **Fe (µg/g)**

- **Cu (µg/g)**
- Pb (µg/g) (*)
- Cd (ng/g) (*)
- B (µg/g) (*)
- Arsénico (ng/g) (*)
- Cr (µg/g) (*)
- Co (µg/g) (*)
- Hg (ng/g) (*)
- Ni (µg/g) (*)

(*) A partir de Pb no se está analizando en la actualidad en las parcelas de Nivel II

LQA: Información de control de calidad / control de laboratorio

- **País:** Ídem anterior
- **Nº de Parcela:** Ídem anterior
- **Fecha de comienzo del análisis:** Formato (DDMMYY)
- **Fecha de fin del análisis:** Formato (DDMMYY)
- **Parámetro:** Código de parámetro (N, S, P...)

Código	Descripción	UNIDADES
As	Arsénico	ng/g
B	Boro	µg/g
C	Carbono	g/100g
Ca	Calcio	mg/g
Cd	Cadmio	ng/g
Co	Cobalto	µg/g
Cr	Cromo	µg/g
Cu	Cobre	µg/g

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Código	Descripción	UNIDADES
Fe	Hierro	mg/g
Hg	Mercurio	µg/g
K	Potasio	mg/g
Mg	Magnesio	mg/g
Mn	Manganeso	mg/g
N	Nitrógeno	mg/g
Ni	Niquel	µg/g
P	Fosforo	mg/g
Pb	Plomo	µg/g
S	Azufre	mg/g
Zn	Zinc	µg/g

- **Pretratamiento:** Método de pretratamiento (el método figura en el documentador:

https://icp-forests.org/documentation/Dictionaries/d_pretreatment_fo_gb_lf.html

En el caso de España: para N y C no hay pretratamiento (PZ98) y para el resto de los parámetros se realiza digestión a presión por microondas HNO₃ (PD01)

Código	Descripción	Categoría
PA06	Extracción con NO ₃ H diluido	Métodos de extracción
PA99	Otros métodos de extracción	Métodos de extracción
PB02	Digestión abierta con SO ₄ H ₂ / H ₂ O ₂	Métodos de digestion (Sistema abierto)
PB03	Digestión abierta con NO ₃ H	Métodos de digestion (Sistema abierto)
PB04	Digestión abierta con NO ₃ H/ SO ₄ H ₂	Métodos de digestion (Sistema abierto)
PB05	Digestión abierta con NO ₃ H / H ₂ O ₂	Métodos de digestion (Sistema abierto)
PB06	Digestión abierta con NO ₃ H /	Métodos de digestion

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Código	Descripción	Categoría
	CLO4H	(Sistema abierto)
PB07	Kjeldahl H2SO4 con catalizador de Se o Cu	Métodos de digestión (Sistema abierto)
PB08	Kjeldahl H2SO4 modificado con catalizador de Ti / Cu	Métodos de digestión (Sistema abierto)
PB99	Otros métodos de digestión (sistema abierto)	Métodos de digestión (Sistema abierto)
PC01	Digestión a presión HNO3	Métodos de digestión a presión
PC02	Digestión a presión HNO3/H2O2	Métodos de digestión a presión
PC03	Digestión a presión HNO3 / HF (digestión total)	Métodos de digestión a presión
PC99	Otro método de digestión a presión	Métodos de digestión a presión
PD01	Digestión a presión por microondas HNO3	Métodos de digestión a presión por microondas
PD02	Digestión a presión por microondas HNO3/H2O2	Métodos de digestión a presión por microondas
PD03	Digestión a presión por microondas HNO3/H2O2/HCL	Métodos de digestión a presión por microondas
PD04	Digestión a presión por microondas HNO3/CLO4H	Métodos de digestión a presión por microondas
PD05	Digestión a presión de microondas HNO3 / HF (digestión total)	Métodos de digestión a presión por microondas
PD99	Otro método de digestión por presión de microondas	Métodos de digestión a presión por microondas
PE01	Cenizas de oxígeno (Schöniger)	Métodos de digestión con cenizas secas
PE99	Otros métodos de cenizas secas	Métodos de digestión con cenizas secas
PZ01	Material fundido en formato tableta para métodos XRF	Otros métodos
PZ02	Material prensado (pellet) para métodos XRF	Otros métodos

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Código	Descripción	Categoría
PZ98	Sin Pretratamiento	Otros métodos
PZ99	Método de pretratamiento no incluido en esta lista	Otros métodos

- **Método de determinación:** el método figura en el documentador: https://icp-forests.org/documentation/Dictionaries/d_determination_fo_gb_lf.html

En el caso de España se utiliza el (DA02), es un analizador de elementos: microanalizador elemental para C, N o S para sólidos (muestra <100 mg) con un paso de molienda adicional

Código	Descripción	Categoría
DA01	Analizadores macroelementos para C, N o S para sólidos (Muestra > 100mg)	Analizador de elementos
DA02	Microanalizadores elementales para C, N o S para sólidos (muestra <100 mg) con un paso de molienda adicional	Analizador de elementos
DA05	Analizador de Hg	Analizador de elementos
DA99	Otros métodos de analizadores de elementos	Analizador de elementos
DB01	AAS -Técnica de llama (C ₂ H ₂ / Aire)	Absorción atómica o espectroscopía de emisión
DB02	AAS -Técnica de llama (C ₂ H ₂ / N ₂ O)	Absorción atómica o espectroscopía de emisión
DB03	AAS-Técnica de vapor frío	Absorción atómica o espectroscopía de emisión
DB04	AAS-técnica de hidruro	Absorción atómica o espectroscopía de emisión
DB05	AAS-sin llama (técnica	Absorción atómica o

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Código	Descripción	Categoría
	electrotérmica)	espectroscopía de emisión
DB06	AES- Técnica de llama (fotometría de llama)	Absorción atómica o espectroscopía de emisión
DB07	AFS-técnica de hidruro	Atomic Absorption or Emission Spectroscopy
DB08	ICP-AES sin nebulización ultrasónica	Absorción atómica o espectroscopía de emisión
DB09	ICP-AES con nebulización ultrasónica	Absorción atómica o espectroscopía de emisión
DB10	ICP-MS	Absorción atómica o espectroscopía de emisión
DB99	Otros métodos de absorción atómica o espectroscopía de emisiones	Absorción atómica o espectroscopía de emisión
DD01	Rayos X – Energía dispersiva	Técnicas físicas
DD02	Rayos X – Longitud de onda dispersiva	Técnicas físicas
DD99	Otras técnicas físicas	Técnicas físicas
DE01	Técnicas de espectrofotometría UV-VIS	UV-VIS Spectrophotometry techniques
DE03	Técnicas de espectrofotometría UV-VIS de flujo continuo	UV-VIS Spectrophotometry techniques
DE05	Técnicas de inyección de flujo con espectrofotometría UV-VIS	UV-VIS Spectrophotometry techniques
DE99	Otras técnicas de espectrofotometría UV-VIS	UV-VIS Spectrophotometry techniques
DF03	Electrodos selectivos de iones	Métodos electroquímicos

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Código	Descripción	Categoría
	(excepto electrodos de pH)	
DF08	Otra valoración potenciométrica	Métodos electroquímicos
DF99	Otros métodos electroquímicos	Métodos electroquímicos
DZ02	Determinación de N (después de la digestión de Kjeldahl)	Otros métodos
DZ99	El método de detección no está en esta lista.	Otros métodos

- **Límite de cuantificación:** Para cada parámetro, el laboratorio debe evaluar el límite de cuantificación (en unidad de parámetro) y utilizar un cuadro de control durante el año.
- **Gráfico de media de control:** la media del gráfico de control
- **Desviación estándar**
- **Identificación del laboratorio:** Código identificativo para cada laboratorio
- **Otras observaciones**

Anexo III: Límites de plausibilidad para diferentes especies

Rangos plausibles de las concentraciones de elementos en el follaje de diferentes especies de árboles calculadas a partir de los conjuntos de datos de Nivel II (valores orientativos en gris)

Especie	Nº de parcelas	Tipo de hoja	límite	N mg/g	S mg/g	P mg/g	Ca mg/g	Mg mg/g	K mg/g	C g/100g	Zn µg/g	Mn µg/g	Fe µg/g	Cu µg/g	Pb µg/g	Cd ng/g	B µg/g
<i>Fagus sylvatica</i>	1	0	Mín	20,41	1,26	0,89	3,44	0,65	4,81	45	17,00	127,20	62,00	5,67		50,30	9,09
		0	Máx	29,22	2,12	1,86	14,77	2,50	11,14	55	54,21	2902,00	177,90	12,18	6,79	461,50	40,04
<i>Quercus ilex</i>	3	0	Mín	11,95	0,81	0,69	4,00	0,76	3,42	45	12,70	277,65	73,10	4,00			21,7
		0	Máx	17,24	1,41	1,22	10,32	2,62	8,46	55	41,00	5384,50	716,90	7			
<i>Quercus petraea</i>	1	0	Mín	19,75	1,24	0,90	4,12	1,06	5,86	45	11,00	905,00	60,40	5,39		24,00	5,50
		0	Máx	29,84	2,01	1,85	10,46	2,26	11,26	55	25,00	4208,60	149,20	11,64			
<i>Pinus halepensis</i>	2	0	Mín	9,22	0,92	0,80	2,12	1,84	3,20	47	23,00	32,00	230,00				
		0	Máx	14,28	1,68	1,79	8,04	2,89	8,67	57							
<i>Pinus nigra</i>	1	0	Mín	8,42	0,51	0,81	0,97	0,56	3,88	47	18,80	60,00	29,25	1,81	0,56	399,00	8,90
		0	Máx	21,18	1,44	1,57	4,42	2,08	8,30	57	67,70	1072,40	131,00	18,08			
		1	Mín	7,97	0,44	0,75	1,17	0,35	3,89	47	19,00	109,00	69,00	1,80	0,87	380,00	8,70
		1	Máx	23,49	1,93	1,71	6,90	2,06	7,34	57	70	1000					
<i>Pinus pinaster</i>	2	0	Mín	6,85	0,61	0,55	0,80	1,01	3,26	47	15,60	41,40	22,90	1,697			15,00
		0	Máx	13,71	1,29	1,24	3,80	2,47	7,14	57	39,00	825,00	578,90	5,03			
		1	Mín	6,25	0,55	0,40	1,09	0,94	2,40	47	12,30	35,40	23,30	1,13			20,00
		1	Máx	13,27	1,44	1,38	6,02	2,88	6,86	57	36,80	794,10	110,80	4,68			
<i>Pinus pinea</i>	1	0	Mín	7,51	0,65	0,58	1,53	1,80	3,25	47	6,00	89,00	44,00	4,30			28,50
		0	Máx		11,30	1,65	1,20	4,40	3,00	6,7	57,00						
<i>Pinus sylvestris</i>	2	0	Mín	11,40	0,75	1,11	1,61	0,64	3,77	47	32,00	172,05	18,25	2,280		50,00	9,17
		0	Máx	20,41	1,56	2,06	4,61	1,31	7,27	57	77,55	912,00	138,95	7,70	3,94	446,60	30,49
		1	Mín	10,94	0,77	1,00	2,57	0,50	3,51	47	31,50	222,05	28,00	1,96	0,14	60,00	7,38
		1	Máx	19,38	1,61	1,88	6,71	1,12	6,52	57	96,00	1331,95	170,50	6,88	5,59	507,20	33,90

**COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA DE NACIONES UNIDAS
CONVENIO MARCO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA**

PROGRAMA INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN PARA EL SEGUIMIENTO
Y LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LOS BOSQUES

MANUAL RED CE 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.

PARTE XIII

MUESTREO DE DESFRONDE



GOBIERNO
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Área de Inventario y Estadística Forestal (AIEF)

INDICE

1	Introducción	1
	1.1.- Alcance y aplicación	1
	1.2.- Objetivos	1
2	Requisitos del muestreo y sistemas de campo	1
	2.1.- Diseño del muestreo de campo	2
	2.1.1.- Número de réplicas	2
	2.1.2.- Esquema de muestreo.....	2
	2.1.3.- Caso de corta o destrucción de la parcela	2
	2.2.- Equipo de muestreo	2
	2.3.- Frecuencia del muestreo	3
	2.4.- Recolección de muestras, transporte y almacenamiento	3
	2.5.- Clasificación de desfronde en laboratorio	4
3	Garantía de calidad y control de calidad	4
	3.1.- Límites de plausibilidad	4
	3.2.- Completitud de datos	5
	3.3.- Manejo de datos, procedimientos de presentación y formularios	5
4	Manual de referencia y Base de datos ICP-Forests	5

Anexos:

Anexo I: Estructura de los archivos, descripción de campo y códigos empleados

1.- Introducción

Se define como desfronde o litterfall, la fracción de follaje, ramillas finas, flores, frutos, líquenes,... que caen del arbolado al suelo. Se trata de un parámetro clave en los ciclos biogeoquímicos de los ecosistemas forestales, al enlazar la cubierta arbórea con el suelo y los movimientos de agua, y es uno de los parámetros necesarios para cuantificar el retorno anual de elementos y materia orgánica al suelo. La descomposición del desfronde es la vía principal de flujo de nutrientes, determina el aporte de materia orgánica al suelo y juega un importante papel en la productividad forestal y el contenido nutricional del suelo, así como incide considerablemente en la capacidad de fijación de carbono atmosférico.

Factores naturales y antropogénicos, tales como el cambio climático, influyen en la producción de desfronde y su evolución estacional. Los cambios causados en el desfronde responden a perturbaciones causadas por agentes bióticos, tales como las plagas, así como a otros factores como la sequía, heladas, viento o contaminación atmosférica.

La producción de desfronde es un parámetro cuantitativo de la vitalidad del arbolado y aporta información adicional a la obtenida visualmente, así como constituye un importante factor de diagnóstico fenológico del mismo.

1.1.-Alcance y aplicación

Esta Parte del Manual está dedicada a proporcionar información metodológica suficiente para llevar a cabo, con la suficiente precisión y calidad, los muestreos de desfronde en la Red II

1.2.-Objetivos del muestreo

Los principales objetivos del muestreo y posterior análisis del desfronde son la cuantificación de la producción del mismo, y su composición química a lo largo del tiempo. Esto incluye:

- Cuantificación de la cantidad de desfronde en cada parcela, en kg/ha
- Posibilidad de análisis de la variación estacional de los componentes del desfronde por parcela, y comparación con otras especies de otras parcelas
- Medición exacta de la composición química del desfronde, expresada en concentraciones de los diferentes elementos.

2.- Requisitos del muestreo y sistemas de campo

El sistema de monitoreo de desfronde se realiza en todas las parcelas. Se recomienda realizar el muestreo con suficiente nivel de detalle como para diferenciar la fracción de foliar, ramillas y otras

2.1.-Diseño del muestreo

2.1.1.-Número de réplicas

Se recomienda tomar el máximo número muestras de desfronde de colectores bajo dosel arbóreo y si es necesario aumentarlo en el caso de árboles de hoja caduca. En España hay instalados 4 colectores de recogida de muestra de desfronde en cada parcela.

2.1.2.-Esquema de muestreo

Como el desfronde es un parámetro de dosel, y no de árbol, los colectores deben distribuirse por toda el área de la subparcela interior, de forma que represente la mayor parte posible de la masa, no solo las especies arbóreas dominantes. La ubicación de los colectores debe ser fija, para posteriores toma de muestras.

2.1.3.-Caso de corta o destrucción de la parcela

En caso que la parcela alcance la edad de corta o se destruya por tormentas, plagas, etc., la parcela puede:

- Trasladarse a otra ubicación: aplicando las mismas reglas de establecimiento de una nueva parcela (ver la Parte II sobre Principios básicos del Manual de referencia de ICP-Forests).
- Permanecer en la misma ubicación: Si el seguimiento continúa en la misma ubicación (regenerado artificial o natural), se recomienda esperar a que las especies dominantes alcancen una altura promedio de 1,3 m.

2.2.-Equipo de muestreo

Los países son libres de seleccionar el tipo de colectores, pero el Manual de referencia de ICP- Forests sugiere lo siguiente.

- Que no se instalen los colectores demasiado cerca del suelo, para garantizar un drenaje de agua adecuado.
- El área de apertura de los colectores debe ser horizontal, con una altura máxima entre 1.0 y 1.3 m.
- Las bolsas de recogida de desfronde deben estar compuestas de material inerte para no interactuar con la muestra, el tamaño de malla de las bolsas debe ser lo suficientemente grande como para permitir un fácil drenaje del agua. Las bolsas deben tener la suficiente capacidad para recoger todo el material de desfronde que caiga durante el periodo de tiempo de muestreo.
- Las bolsas deben ir unidas a un marco de material duradero
- El área de captura debe ser conocida (mínimo 0.18 m², pero preferiblemente más de 0.25 m²).

- El área de muestreo total debe ser lo suficientemente grande como para poder determinar la cantidad y calidad de desfronde.
- En caso necesario habrá que recortar la vegetación alta del suelo justo debajo del colector de desfronde, para evitar interferencias con las bolsas.

En el caso de España, se han elegido colectores normalizados de 0,25 m² de superficie (Ver foto 1). En la parte inferior del dispositivo se coloca una bolsa numerada, hecha con una pieza de 50x100 cm de tul, con una embocadura en la que se introduce una cuerda de sujeción al bastidor. En cada subparcela interior, bajo el dosel arbóreo, hay instalados 4 colectores por parcela, numerados del 1 al 4, lo que suma un total de 1 m² de muestreo.



Foto 1: Vista de colector de desfronde

2.3.-Frecuencia del muestreo

Se recomienda la recogida de la muestra con periodicidad quincenal o mensual, para evitar la descomposición de la material vegetal. En España se recoge la muestra mensualmente.

2.4.- Recolección de muestras, transporte y almacenamiento

Las bolsas de recolección deben etiquetarse cuidadosamente anotando la fecha de recogida, el número de parcela, el código del colector, el número de la bolsa que se recoge y el de la bolsa nueva que se deja en la parcela, además de cualquier observación (ver tabla 1). Se recomienda llevar una hoja de registro al campo que debe enviarse junto con las bolsas al laboratorio de análisis lo antes posible, si han de almacenarse temporalmente, será a una temperatura aproximada de 4°C, nunca congeladas, hasta su remisión al laboratorio.

Nº parcela:		Fecha recogida de muestra	
Código del colector	Bolsa anterior	Bolsa actual	Observaciones
1	AAAA	XXXX	
2	BBBB	YYYY	
3	CCCC	ZZZZ	

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

4	DDDD	WWWW	
---	------	------	--

Tabla 1: Tabla de Registro de recogida en campo de colectores de desfronde

Las bolsas de recogida se encuentran numeradas, de tal manera que se puede trazar con la entrada y registro de muestras en laboratorio. Entre viaje y viaje es necesario lavar las bolsas de muestra de desfronde para su posterior reutilización.

2.5.- Clasificación de desfronde en laboratorio

En el laboratorio se juntan las muestras de todos los colectores de la parcela y se separan en tres fracciones (siempre que haya material suficiente): hojas, ramillos y otros restos vegetales (flores, frutos, etc.) el hecho de que todo el material se haya reunido en la fracción de *otros restos vegetales* se debe a la poca cantidad de material que se recoge de flores, frutos, etc. Se recoge el peso de seco de cada fracción, pero la analítica se realiza únicamente en la fracción de las hojas.

Las diversas fracciones deben secarse por separado en estufa a una temperatura máxima de 70 ° C hasta que se logre un peso constante.

3.-Garantía y control de calidad

Todos los países que participen en la analítica de Litter deben participar regularmente en las intercomparaciones de laboratorio, las pautas para los procedimientos de QA / QC en el laboratorio se dan en la Parte XVI del Manual sobre laboratorio QA / QC.

3.1.-Límites de plausibilidad

Los límites admisibles de concentraciones de elementos establecidos en la hojarasca foliar para diferentes especies, se reflejan en la tabla 2 del presente manual y en la tabla 2 del Manual de referencia de ICP-Forests en la *Part XIII- Sampling and Analysis of Litterfall*.

Se anticipa que estos límites se revisarán con frecuencia a medida que un número creciente de resultados de desfronde esté disponible en la base de datos central, y se establezca el rango completo en la composición química de las diferentes fracciones.

Especie	Lim	C	N	S	P	Ca	Mg	K	Zn	Mn	Fe	Cu
Foliar (11)		g/100g	mg/g	mg/g	mg/g	mg/g	mg/g	mg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
<i>Fagus sylvatica</i>	min	46	7,6	0,6	0,2	2,5	0,4	0,9	15	900	90	3
	max	58	25	2,1	2	18	5	8	65	3400	500	18
<i>Pinus sylvestris</i>	min	45	1,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	10	100	10	2
	max	58	50	3,8	3,5	15	3,8	10	200	2500	400	25
<i>Quercus petraea</i>	min	35	5	0,3	0,2	2	0,2	0,2	8	250	50	3
	max	58	37	5	6	40	10	10	50	4000	300	15

Tabla 2. Límites de plausibilidad de concentraciones de elementos en la fracción de hojarasca foliar para diferentes especies

Nota: Para ver otras especies o diferentes fracciones (flores, semillas o ramillos) consultar la tabla 3 a-d del Manual de referencia de ICP-Forests *Part XIII- Sampling and Analysis of Litterfall*.

3.2.-Complejidad de los datos

En la tabla 3 se describen las variables químicas que son optativas y obligatorias. Si un país decide informar sobre variables opcionales debe cumplir con los requisitos de calidad de datos descritos en la metodología

3.3.- Manejo de datos, procedimientos de presentación y formularios

La información de calidad de los laboratorios tiene que ser enviado junto con los formularios de envío de datos, mediante el formulario LF.LQA

4.-Manual de Referencia y Base de datos de ICP-Forests

El Manual de referencia de ICP-Forests es *Part XIII- Sampling and Analysis of Litterfall*.

El código o abreviatura del muestreo en la base de datos “LF” (*Sampling and Analysis of Litterfall*), y la descripción de los archivos que componen la base, y sus correspondientes registros¹, son los siguientes:

La química de litterfall es opcional en las parcelas estándar de Nivel II, pero obligatoria en las parcelas centrales de Nivel II

Tabla 3. Listado de parámetros de variables opcionales y obligatorios (O –optional, M – mandatory)

Archivo	Variable	Nivel II (CORE)	Nivel II España	Frecuencia	Unidades
		ICP-Forests			
Mediciones de biomasa					
LFM	Peso seco total por m ²	M	√	Mensual	Kg/m ²
	Peso seco hojas por m ²	M	√	Mensual	Kg/m ²
	Peso seco otros por m ²	M	√	Mensual	Kg/m ²
	Masa seca 100 hojas o 1000 acículas	O	√	Mensual	g
	Superficie 100 hojas o 1000 acículas	O		Mensual	M ²
Análisis químico (*)					
LFM	C	M	√	Mensual	g/100g
	N	M	√	Mensual	mg/g
	S	M	√	Mensual	mg/g
	P	M	√	Mensual	mg/g
	Ca	M	√	Mensual	mg/g

¹ Para más información sobre la descripción de cada campo, consultar: <https://icp-forests.org/documentation/>

Mg	M	v	Mensual	mg/g
K	M	v	Mensual	mg/g
Zn	O	v	Mensual	µg/g
Mn	O	v	Mensual	µg/g
Fe	O	v	Mensual	µg/g
Cu	O	v	Mensual	µg/g
Pb	O			µg/g
B	O			µg/g
Cd	O			ng/g
As	O			ng/g
Cr	O			µg/g
Co	O			µg/g
Hg	O			ng/g
Ni	O			µg/g

* Únicamente en la fracción foliar

**COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA DE NACIONES UNIDAS
CONVENIO MARCO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA**

PROGRAMA INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN PARA EL SEGUIMIENTO
Y LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LOS BOSQUES

MANUAL RED CE 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.

PARTE XIII

MUESTREO DE DESFRONDE

ANEXOS



Área de Inventario y Estadística Forestal (AIEF)

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Anexo I: Estructura de los archivos, descripción de campo y códigos empleados

LFP: Información de la parcela

- **Código de país** El código identificador de España en el 11
- **Nº de Parcela:** El código de cada parcela está formado por un número y la abreviatura de la especie que caracteriza la parcela Qi (*Quercus ilex*), Ppa (*Pinus pinea*), Ps (*Pinus sylvestris*), Qpy (*Quercus pyrenaica*), etc.
- **Latitud y Longitud:** Se anotarán seis dígitos completos las coordenadas geográficas de latitud y longitud correspondientes al centro de la parcela de observación, medidos con GPS o restituidas en plano (foto aérea de gran detalle). Ejemplo:

	+/-	Grados		Minutos		Segundos	
Latitud	+	5	0	2	0	2	7
Longitud	-	0	1	1	5	3	2

- **Altitud:** Ver Parte I, Archivo PLT
- **Nº de colectores** de desfronde en la parcela
- **Superficie de recolección total** (m2)
- **Fecha de comienzo del muestreo:** Fecha de inicio del muestreo en el año .Formato (DDMMYY)
- **Fecha de fin del muestreo:** Fecha final del muestreo en el año. Formato (DDMMYY)
- **Observaciones:**

LFM: Resultado de los análisis (Las variables en negrita son las que se recogen en España)

- **Nº de Parcela:** Ídem anterior
- **Fecha de comienzo del periodo de recogida :** Formato (DDMMYY)
- **Fecha de finalización del periodo de recogida:** Formato (DDMMYY)
- **Fecha de comienzo del análisis:** Formato (DDMMYY)
- **Fecha de fin del análisis:** Formato (DDMMYY)
- **Código del colector:** En caso se analizarse la muestra de los colectores por separado, estos se deben identificar. En nuestro caso se da un dato por parcela y mes (por no haber suficiente material). Hasta ahora se da la media

del conjunto de colectores por parcela y se codifica con -9, a partir de 2020 indican que en este caso no se ponga ninguna codificación.

- **Periodos agrupados** (sí, no). Se refiere a si se agrupan las muestras de diferentes periodos de muestro. Si no se recoge en una visita suficiente muestra para analizar, se mezclan con otros periodos y se anota en observaciones.
- **Especie del árbol.** Código de la especie dominante o codominante. Ver en la Parte II (Evaluación del estado sanitario) Anexo II ó (https://icp-forests.org/documentation/Dictionaries/d_tree_spec.html)
- **Código de muestra:** Hace referencia a la fracción de la hojarasca. Hojas (11), ramillos (16) u otros (19)
 - 10.0 Biomasa total de desfronde (Todas las especies)
 - 11.0 Foliar desfronde**
 - 11.1 Foliar desfronde de las principales especies arbóreas
 - 11.2 Foliar desfronde de otras especies arbóreas
 - 12.0 No foliar desfronde (Todas las especies)
 - 13.0 Floración total (incluidos amentos)
 - 13.1 Floración de las principales especies arbóreas
 - 13.2 Otra floración
 - 14.0 Total de frutos / semillas (todas las especies)
 - 14.1 Fructificación / semillas (especies principales + conos verdes)
 - 14.2 Cápsulas de frutos (especies principales + conos vacíos) (haya)
 - 14.3 Resto de fructificación
 - 14.4 Fructificación / semillas + conos verdes (otras especies)
 - 14.5 Cápsulas de fruta + conos vacíos (otras especies)
 - 15.0 Escamas de brotes
 - 16.0 Ramitas / ramas (<2cm)**
 - 17.0 Ramitas finas (<1mm)
 - 19.0 Otra biomasa (liquen, musgo, etc.)**

Nota: Están en negrita las fracciones que separamos nosotros

- **Peso seco de la muestra** analizada (secado al horno a temperaturas inferiores a 70 grados centígrados). Peso seco 70 (kg / m²)
- Peso seco de la muestra calculada a 105 grados centígrados
- **Masa seca 100 hojas o 1000 acículas** (material seco a 105 ° C) (g)
- Superficie: Área de 100 hojas o de 1000 agujas (m²): Se trata de un método aproximativo y opcional para el cálculo del LAI sin emplear fotografía hemisférica. En España no se utiliza porque se reporta el LAI como muestreo independiente con cámara hemisférica.
- **N (mg/g)**

- **S (mg/g)**
- **P (mg/g)**
- **Ca (mg/g)**
- **Mg (mg/g)**
- **K (mg/g)**
- **C (g/100g)**
- **Zn (µg/g)**
- **Mn (µg/g)**
- **Fe (µg/g)**
- **Cu (µg/g)**
- **Pb (µg/g)**
- **Cd (ng/g)**
- **B (µg/g)**
- **Arsenic (ng/g)**
- **Cr (µg/g)**
- **Co (µg/g)**
- **Hg (ng/g)**
- **Ni (µg/g)**
- **Observaciones:** En ocasiones se consigna cuando se juntan muestras de diferentes periodos

LQA: Información de control de calidad / control de laboratorio

- **País:** Ídem anterior
- **Nº de Parcela:** Ídem anterior
- **Fecha de comienzo del periodo muestreo:** Formato (DDMMYY)
- **Fecha de fin del periodo muestreo:** Formato (DDMMYY)
- **Parámetro:** Código de parámetro (N, S, P...)

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES
As	Arsénico	ng/g
B	Boro	µg/g
C	Carbono	g/100g
Ca	Calcio	mg/g
Cd	Cadmio	ng/g
Co	Cobalto	µg/g

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Cr	Cromo	µg/g
Cu	Cobre	µg/g
Fe	Hierro	µg/g
Hg	Mercurio	ng/g
K	Potasio	mg/g
Mg	Magnesio	mg/g
Mn	Manganesio	µg/g
N	Nitrogeno	mg/g
Na	Sodio	mg/g
Ni	Niquel	µg/g
P	Fosforo	mg/g
Pb	Plomo	µg/g
S	Azufre	mg/g
Zn	Zinc	µg/g

- **Pretratamiento:** Método de pretratamiento (el método figura en el documentador:

https://icp-forests.org/documentation/Dictionaries/d_pretreatment_fo_gb_lf.html

En el caso de España: para N y C no hay pretratamiento (PZ98) y para el resto de los parámetros se realiza digestión a presión por microondas HNO₃ (PD01)

Código	Descripción	Categoría
PA06	Extracción con NO ₃ H diluido	Métodos de extracción
PA99	Otros métodos de extracción	Métodos de extracción
PB02	Digestión abierta con SO ₄ H ₂ / H ₂ O ₂	Métodos de digestion (Sistema abierto)
PB03	Digestión abierta con NO ₃ H	Métodos de digestion (Sistema abierto)
PB04	Digestión abierta con NO ₃ H/ SO ₄ H ₂	Métodos de digestion (Sistema abierto)
PB05	Digestión abierta con NO ₃ H / H ₂ O ₂	Métodos de digestion (Sistema abierto)
PB06	Digestión abierta con NO ₃ H / CLO ₄ H	Métodos de digestion (Sistema abierto)
PB07	Kjeldahl H ₂ SO ₄ con catalizador de Se o Cu	Métodos de digestion (Sistema abierto)
PB08	Kjeldahl H ₂ SO ₄ modificado con catalizador de Ti / Cu	Métodos de digestion (Sistema abierto)

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Código	Descripción	Categoría
PB99	Otros métodos de digestión (sistema abierto)	Métodos de digestión (Sistema abierto)
PC01	Digestión a presión HNO3	Métodos de digestión a presión
PC02	Digestión a presión HNO3/H2O2	Métodos de digestión a presión
PC03	Digestión a presión HNO3 / HF (digestión total)	Métodos de digestión a presión
PC99	Otro método de digestión a presión	Métodos de digestión a presión
PD01	Digestión a presión por microondas HNO3	Métodos de digestión a presión por microondas
PD02	Digestión a presión por microondas HNO3/H2O2	Métodos de digestión a presión por microondas
PD03	Digestión a presión por microondas HNO3/H2O2/HCL	Métodos de digestión a presión por microondas
PD04	Digestión a presión por microondas HNO3/CLO4H	Métodos de digestión a presión por microondas
PD05	Digestión a presión de microondas HNO3 / HF (digestión total)	Métodos de digestión a presión por microondas
PD99	Otro método de digestión por presión de microondas	Métodos de digestión a presión por microondas
PE01	Cenizas de oxígeno (Schöniger)	Métodos de digestión con cenizas secas
PE99	Otros métodos de cenizas secas	Métodos de digestión con cenizas secas
PZ01	Material fundido en formato tableta para métodos XRF	Otros métodos
PZ02	Material prensado (pellet) para métodos XRF	Otros métodos
PZ98	Sin Pretratamiento	Otros métodos
PZ99	Método de pretratamiento no incluido en esta lista	Otros métodos

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

- **Determinación:** Método de determinación (el método figura en el documentador

Código	Descripción	Categoría
DA01	Analizadores macroelementos para C, N o S para sólidos (Muestra > 100mg)	Analizador de elementos
DA02	Microanalizadores elementales para C, N o S para sólidos (muestra <100 mg) con un paso de molienda adicional	Analizador de elementos
DA05	Analizador de Hg	Analizador de elementos
DA99	Otros métodos de analizadores de elementos Otros métodos de analizadores de elementos	Analizador de elementos
DB01	AAS -Técnica de llama (C ₂ H ₂ / Aire)	Absorción atómica o espectroscopía de emisión
DB02	AAS -Técnica de llama (C ₂ H ₂ / N ₂ O)	Absorción atómica o espectroscopía de emisión
DB03	AAS-Técnica de vapor frío	Absorción atómica o espectroscopía de emisión
DB04	AAS-técnica de hidruro	Absorción atómica o espectroscopía de emisión
DB05	AAS-sin llama (técnica electrotérmica)	Absorción atómica o espectroscopía de emisión
DB06	AES- Técnica de llama (fotometría de llama)	Absorción atómica o espectroscopía de emisión
DB07	AFS-técnica de hidruro	Atomic Absorption or Emission

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Código	Descripción	Categoría
		Spectroscopy
DB08	ICP-AES sin nebulización ultrasónica	Absorción atómica o espectroscopía de emisión
DB09	ICP-AES con nebulización ultrasónica	Absorción atómica o espectroscopía de emisión
DB10	ICP-MS	Absorción atómica o espectroscopía de emisión
DB99	Otros métodos de absorción atómica o espectroscopía de emisiones	Absorción atómica o espectroscopía de emisión
DD01	Rayos X – Energía dispersiva	Técnicas físicas
DD02	Rayos X – Longitud de onda dispersiva	Técnicas físicas
DD99	Otras técnicas físicas	Técnicas físicas
DE01	Técnicas de espectrofotometría UV-VIS	UV-VIS Spectrophotometry techniques
DE03	Técnicas de espectrofotometría UV-VIS de flujo continuo	UV-VIS Spectrophotometry techniques
DE05	Técnicas de inyección de flujo con espectrofotometría UV-VIS	UV-VIS Spectrophotometry techniques
DE99	Otras técnicas de espectrofotometría UV-VIS	UV-VIS Spectrophotometry techniques
DF03	Electrodos selectivos de iones (excepto electrodos de pH)	Métodos electroquímicos
DF08	Otra valoración potenciométrica	Métodos electroquímicos
DF99	Otros métodos electroquímicos	Métodos electroquímicos
DZ02	Determinación de N (después de la	Otros métodos

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Código	Descripción	Categoría
	digestión de Kjeldahl)	
DZ99	El método de detección no está en esta lista.	Otros métodos

- **Límite de cuantificación:** Para cada parámetro, el laboratorio debe evaluar el límite de cuantificación (en unidad de parámetro) y utilizar un cuadro de control durante el año.
Luego, debe evaluar y enviarse la media del gráfico de control y la desviación estándar relativa en [%] (= valor absoluto del coeficiente de variación en% = $(stdev / mean) * 100$).
- **Gráfico de media de control:** la media del gráfico de control
- **Desviación estándar**
- **Identificación del laboratorio:** Código identificativo para cada laboratorio
- **Otras observaciones**

**COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA DE NACIONES UNIDAS
CONVENIO MARCO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA**

PROGRAMA INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN PARA EL SEGUIMIENTO
Y LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LOS BOSQUES

MANUAL RED CE 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.

PARTE XIV MUESTREO DE DEPOSICIÓN



GOBIERNO
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Área de Inventario y Estadística Forestal (AIEF)

INDICE

1	Introducción	1
	1.1.- Alcance y aplicación	1
	1.2.- Objetivos	2
2	Diseño del muestreo y toma de muestras	2
	2.1.- Definición de los diferentes tipos de deposición	2
	2.2.- Diseño del muestreo	4
	2.2.1.- Información sobre las parcelas	4
	2.2.2.- Localización de los colectores de deposición	4
	2.2.3.- Características técnicas de los colectores	5
	2.2.4.- Frecuencia de los muestreos	6
3	Toma de muestras	6
	3.1.- Procedimiento general	6
	3.2.- Previa a la toma de muestra	7
	3.3.- Recogida de muestra	7
	3.4.- Agrupación de muestras del mismo periodo	7
	3.5.- Transporte de muestras	8
	3.6.- Recepción y almacenamiento en laboratorio	8
4	Mediciones	9
	4.1.- Selección variables	9
	4.2.- Análisis laboratorio	9
	4.3.- Procedimientos analíticos	10
5	Garantía y control de calidad	10
	5.1.- Calidad campo	10
	5.2.- Calidad laboratorio	11
	5.2.1.- Límites de plausibilidad	11
	5.2.2.- Completitud de datos	11
6	Manual de referencia y Base de datos ICP-Forests	12

Anexos:

Anexo I: Estructura de los archivos, descripción de campo y códigos empleados

1.- Introducción

El ciclo de nutrientes y la acidez del suelo son factores importantes que influyen en la distribución de los bosques, su crecimiento y su estado fitosanitario. Durante la década de los 80 se determinó que la deposición de contaminantes era uno de los factores que podían desestabilizar los ecosistemas forestales; los estudios realizados se focalizaron en los efectos de la acidez de la deposición atmosférica sobre la funcionalidad de las hojas, el intercambio iónico entre la deposición y la superficie foliar y el aporte externo de nutrientes sobre el suelo, especialmente el nitrógeno.

La preocupación por el evidente deterioro que manifestaban muy diferentes ecosistemas y formaciones forestales, junto con su amplia distribución geográfica en toda Europa, así como el incremento de la actividad industrial y urbana a lo largo de todo el siglo XX hicieron pensar en la contaminación atmosférica como uno de los factores desencadenantes o al menos coadyuvantes en la profusión de daños observados sobre el arbolado (defoliaciones o pérdida exagerada de hojas, decoloraciones respecto a la coloración normal que venía presentando el arbolado, envejecimiento del arbolado,... en un conjunto de síntomas que recibió el nombre de “muerte de los bosques”), que no obedecían a una causa clara de daños o atribuible a uno de los agentes considerados “clásicos” hasta el momento, tal como una plaga o enfermedad forestal.

Esta preocupación dio lugar a la Convención Internacional sobre Transporte de la Contaminación Atmosférica a Larga Distancia (LRTAP), a través de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (UNECE), que desarrolló, entre otros programas de cooperación internacional, el Programa Internacional de Cooperación sobre Bosques, ICP-Forests (1985), que estableció una metodología común para estudiar y evaluar los daños en la superficie forestal de los 41 países signatarios entre los que se encontraba España.

Entre las metodologías de evaluación desarrolladas se encuentra la determinación de la deposición atmosférica en las áreas forestales, mediante la determinación analítica de una serie de parámetros, regulados por los Reglamentos Comunitarios 3528/86 de Protección de los Bosques de la Comunidad contra la Contaminación Atmosférica y 1091/94 de aplicación del Reglamento 3528/86, plasmados en su vertiente ejecutiva y actual en el Manual (*Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on Forests, Part XIV-Sampling and Analysis of Deposition*).

1.1.- Alcance y aplicación

El objetivo de esta parte del Manual es proporcionar procedimientos para la medición de iones y concentraciones de elementos en el agua que se recoge bajo dosel arbóreo, a cielo abierto, o por escurrimiento, con el objetivo de armonizar las estimaciones de deposición dentro de los bosques. La armonización es necesaria para permitir estudios transnacionales sobre el estado y las tendencias de la atmósfera.

1.2.-Objetivos

El objetivo de los muestreos de deposición en las parcelas de Nivel II es estimar la deposición atmosférica (concentraciones, cantidad de deposición, flujos) y cargas de suelo, y contribuir a la comprensión y cuantificación de la deposición en los ecosistemas forestales. Los objetivos específicos son los siguientes:

- Cuantificación de la deposición anual de acidez, todas las formas de nitrógeno con una precisión de $\pm 30\%$ (nivel de significación del 95%)
- Detección de una tendencia temporal de la deposición por parcela. Detectar un cambio de $+ -30\%$ (3% por año) dentro de 10 años (nivel de significación del 95%)

2.-Diseño del muestreo y toma de muestras

2.1.-Definición de los diferentes tipos de deposición

La deposición atmosférica es un conjunto de procesos que conducen al depósito de materiales ajenos (a través de hidrometeoros, aerosoles o movimiento de gases) sobre la superficie descubierta del suelo o sobre la superficie exterior de árboles y plantas (troncos, ramas y hojas).

La cantidad de materiales recibidos por unidad de superficie en un periodo de tiempo determinado se denomina tasa de deposición. La deposición depende de la concentración de contaminantes en una estación y momento determinados, lo que a su vez depende de la situación y actividad de las fuentes de emisión (grandes núcleos urbanos, centrales térmicas o industrias) así como de las condiciones atmosféricas, que determinan no sólo el movimiento de los contaminantes sino la reactividad entre los mismos. Asimismo en la deposición se consideran tres componentes:

- Deposición seca: Los gases y aerosoles pasan directamente de la atmósfera a la superficie del suelo, del agua o de la vegetación. La tasa de deposición seca es función de la concentración de contaminantes en la atmósfera, la naturaleza físico-química de la sustancia que se deposita, la capacidad de la superficie receptora de capturar o absorber gases y partículas y de la capacidad de transporte turbulento de la capa límite. Es el tipo de deposición más abundante en las zonas próximas a los focos de emisión.
- Deposición húmeda: Es aquella que es arrastrada por la lluvia o por la nieve. En ella, el arrastre por precipitación va precedido de un proceso de lavado en virtud del cual las sustancias contaminantes se unen a las nubes o gotas de precipitación. Es el tipo de deposición más abundante en las zonas alejadas de los focos de emisión.
- Deposición por nubes, niebla y oculta: la vegetación intercepta directamente el agua y los contaminantes de las nubes, de la niebla, el rocío y la escarcha.

Además, tanto en la deposición seca como en la húmeda se diferencian dos componentes en función de si dependen o no de las características de la superficie receptora. Son independientes de la misma el arrastre por precipitación de lluvia o nieve en la deposición húmeda y el polvo en la deposición seca; mientras que dependen de la superficie receptora la deposición oculta y recogida en nieblas en la deposición húmeda y los gases adsorbidos y absorbidos y el polvo acumulado en la deposición seca.

Los procesos físico-químicos que se desarrollan en la superficie de la cubierta vegetal son además enormemente complejos. En la superficie de las copas se produce la acumulación de polvo y la absorción y adsorción de gases de la deposición seca, la entrada de deposición húmeda y el lavado por la lluvia de la deposición seca acumulada durante los periodos sin precipitación. Se produce además una concentración de los elementos disueltos o en suspensión por efecto de evaporación del agua interceptada y tiene lugar también un flujo de doble sentido entre el interior y el exterior de la vegetación que origina el intercambio de sustancias a través de los poros de las hojas con adsorción de fuera hacia adentro y lixiviación de dentro hacia fuera. La complejidad de estos procesos dificulta la determinación del origen de los contaminantes y la cuantificación de las fracciones que entran por diferentes vías y en distintas formas.

Para desarrollar un programa de seguimiento de los efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud de los bosques, es necesario disponer de una estimación de la cantidad de contaminantes que entran periódicamente por unidad de superficie. La enorme dificultad en gestionar áreas forestales de considerable extensión, junto con la necesidad de disponer de datos de forma casi continua, así como la necesidad de desarrollar sistemas de medición lo más económicos posible, que permitan el seguimiento de la deposición durante periodos de tiempo largos, representativos de los ecosistemas, han llevado al desarrollo del método de trascolación, que permiten la estimación de la deposición total midiendo el volumen de precipitación a través de tres vías de entrada al ecosistema junto con la concentración de iones en esos flujos, de forma que se pueda:

- Calcular la deposición húmeda
- Estimar la deposición seca
- Caracterizar los procesos de interacción que tienen lugar en las copas

Como vías de entrada al ecosistema se tomarán:

- Precipitación bajo dosel arbóreo (denominada *trascolación o throughfall*) en la que se recoge el agua que llega al suelo tras atravesar el follaje de la masa forestal, tras mojar la superficie de las copas e interactuar con ellas, arrastrando parte de la deposición seca previamente depositada
- Precipitación en campo abierto (denominada *precipitación incidente o bulk deposition*) que llega al suelo sin atravesar el dosel arbóreo y que se correspondería con la anteriormente denominada deposición húmeda.

- Escurrimiento a través de los troncos, de parte de la *precipitación de trascolación*, que en la práctica resulta ser de escasa entidad, sólo de cierta importancia en especies de corteza lisa tal como las hayas.

2.2.-Diseño del muestreo

2.2.1.-Información sobre las parcelas

Las parcelas en las que se lleva a cabo muestreos de deposición deben estar descritas al detalle. Gran parte de la información está incluida en los archivos descriptivos de la parcela (ver Manual Parte I), y otro tipo de información necesita ser recopilada *ex profeso* para los muestreos de deposición, como por ejemplo exposición a pequeñas fuentes locales o regionales de emisión, o bien uso de la tierra en zonas cercanas a la masa forestal. Para el entendimiento e interpretación de los resultados de deposición, información sobre aspectos como estructura del dosel arbóreo, altura de los árboles, índice de área foliar, densidad y evolución de la masa, vitalidad, agentes dañinos, parámetros meteorológicos...son de gran valor.

2.2.2.-Localización de los colectores de deposición

Las mediciones bajo cubierta se deberían llevar a cabo de tal manera que los resultados sean lo más representativos posibles de la zona donde está ubicada la parcela, para lo que es aconsejable utilizar un número suficiente de colectores, ubicados dentro de la parcela de tal manera que provean de la mayor cobertura espacial posible. Se debe evitar cualquier tipo de obstáculo alrededor del colector, de tal manera que la distancia a cualquier hipotético obstáculo deberá ser dos veces la altura del colector.

En el Manual de Referencia de ICP-Forests¹ recomienda densidades de un colector cada 75-125 m², dependiendo de las características de la masa forestal.

En cuanto a la distribución espacial de los mismos, la red de colectores debería ser suficientemente representativa de la parcela completa, no sólo de la subparcela. La distribución no necesariamente será sistemática ni aleatoria. Se pueden usar ambas, o incluso una combinación de las dos: dividiendo el área en cuadrículas, y eligiendo posteriormente de manera aleatoria en punto dentro de cada cuadrícula (Ver figura 1)

¹ https://www.icp-forests.org/pdf/manual/2016/ICP_Manual_2016_01_part14.pdf

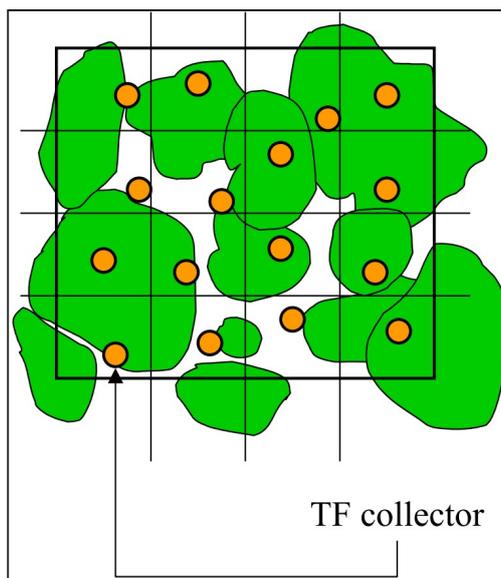


Figura 1: Distribución espacial de los colectores de deposición

En España, se encuentran instalados en la actualidad 4 colectores en la parcela exterior (deposición en campo abierto), y 6 en la interior (precipitación bajo dosel arbóreo). En aquellas parcelas donde es frecuente la **precipitación en forma de nieve**, hay instalados también acumuladores de nieve, uno en la subparcela exterior y otro en la subparcela interior.

2.2.3.-Características técnicas de los colectores

El Manual de Referencia de ICP-Forests aporta información muy detallada sobre los colectores y los elementos que los componen. Los acumuladores normalizados instalados en las parcelas de Nivel II en España están formados por la unión de dos botellas de 2000 cc cada una, con uno de los fondos abiertos, y los tapones perforados con diámetro normalizado, unidos mediante una junta de goma y un filtro inerte. Los equipos que realizan la recogida de muestra deberán llevar acumuladores de repuesto por si es necesaria la reposición de material para ir sustituyéndolo y mantenerlo siempre operativo.

Los dispositivos para recogida de agua están situados a aproximadamente 1, 30 m y los de nieve a 1 m del suelo y la superficie de recogida de muestra de agua es de 100 cm².



Figura 2: Dispositivos de acumulación de deposición y nieve

Los colectores deben que llevar un dispositivo anti pájaros, que puede consistir en un anillo metálico para que los pájaros no se posen en las botellas y de esta manera evitar que los excrementos contaminen las muestras.

2.2.4.-Frecuencia de los muestreos

De forma ideal, las muestras de deposición deberían recogerse tras periodos lo más cortos posibles, para minimizar las alteraciones de la muestra debidas a evaporación, crecimiento de microorganismos...El Manual de Referencia de ICP-Forests recomienda recolecciones semanales, y si no es posible analizar las muestras con esa frecuencia, sugiere acumularlas en muestras compuestas que representen un periodo de tiempo de un mes, como máximo. Si la recogida semanal no es posible, se llevará a cabo en periodos de dos, tres semanas, como máximo un mes, dependiendo del clima y accesibilidad a la parcela. La frecuencia de vaciado de los colectores será la misma para la precipitación a cielo abierto y bajo cubierta.

3.- Toma de muestras

3.1.-Procedimiento general

Es una precaución general no tocar nunca la superficie del equipo que entra en contacto directo con la solución de muestra para evitar la contaminación de las muestras y equipos, también pueden usarse guantes desechables de polietileno sin talco. Todos los incidentes y las observaciones realizadas durante el muestreo y el manejo de la muestra deben registrarse en los formularios que acompañan a las muestras que se remiten al laboratorio.

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

3.2.-Previo a la toma de muestra

Los acumuladores que se instalan en campo para recogida de muestra y los botes donde se recoge la muestra para su análisis en laboratorio, deben ser lavados con agua desionizada; para evitar la contaminación de futuros análisis.

De manera opcional, debido a la cantidad de tiempo que los acumuladores se encuentran en campo y principalmente por causa de las altas temperaturas, podría ser necesario tener que añadir en los acumuladores, un conservante eficaz, no volátil, que no interfiera con el análisis, para que la muestra no se descomponga. El laboratorio será el responsable de decidir si es necesario añadirlo y validar el conservante a utilizar (ejemplo: Timol) y en ese caso sería necesario anotar su presencia en el campo de observaciones.

3.3.-Recogida de muestra

Al laboratorio se remite una parte alícuota de la muestra, por lo que el volumen recogido en cada colector debe determinarse en el campo utilizando una probeta. Por lo tanto, se toma el volumen de cada colector, y se recoge una parte de la muestra en botellas numeradas para su análisis en laboratorio, de tal manera que se puede trazar con la entrada y registro de muestras.

En el caso de las muestras de nieve se recogen de la misma manera, pesando el cubo con la muestra de nieve y restando el peso del cubo vacío. Se recoge una parte alícuota de la muestra en un bote numerado, para su remisión al laboratorio

En la recogida de muestra, se deben tomar todas las precauciones para evitar contaminación y anotar las incidencias en el campo de observaciones. Los datos quedan registrados en la tabla 1.

Las muestras una vez recogidas en campo se guardan en nevera portátil hasta su traslado al laboratorio, que se hará lo antes posible.

3.4.- Agrupación de muestras del mismo período de muestreo

La agrupación o mezcla de muestras se llevar a cabo en el laboratorio porque hay más precisión en la medida.

Cuando la agrupación se realiza en campo, puede ocurrir que alguno de los colectores esté contaminado y al agruparlo contaminemos toda la muestra, para evitar este problema se puede remitir al laboratorio una parte alícuota de cada uno de los acumuladores (anotando el volumen de cada uno de ellos), en el laboratorio se procede a analizar el Ph y conductividad de cada colector y en caso de que en alguna de las muestras se vean valores significativamente diferentes al resto, se analiza por separado, si los resultados obtenidos confirman que la muestra está contaminada, no se incluirá con el resto de las submuestras para evitar que modifiquen el valor real.

Una vez que en laboratorio ha comprobado la ausencia de contaminación, las muestras se mezclan de modo proporcional al volumen de muestra inicial, para obtener una muestra ponderada que será la muestra a analizar.

3.5.-Transporte de muestras

La remisión de muestras al laboratorio debe de ir acompañado del formulario de campo que figura en la tabla 1. Si la distancia de transporte es larga, se recomienda utilizar correo urgente o un servicio de mensajería que puede garantizar la entrega dentro de las 24 horas.

Código del colector	Nº acumulador anterior	Nº acumulador actual	Nº de bote muestra	Volumen (ml)	Observaciones
1					
2					
3					
4					
5					
6					

Muestras de nieve:

Nº de bote muestra	Peso total	Peso cubo	Observaciones
1			
2			
3			

Tabla 1: Tabla de Registro de recogida en campo de muestras de deposición, se utilizará tanto para la parcela interior como la exterior

3.6.-Recepción y almacenamiento en laboratorio

A su entrada en el laboratorio, las muestras se registrarán rellenando el siguiente estadillo:

Parcela	Laboratorio	Fecha de entrega	Tipo	Muestras (Nº bote)	Registro	Fecha prevista análisis
			COLECTOR BAJO CUBIERTA	1	Fecha- Parcela- Interior	Inmediato; pH+ COND+ ANIONES+ AMONIO) A lo largo del año: CATIONES
				2		
				3		
				4		
				5		
				6		
			CIELO ABIERTO	1	Fecha- Parcela-	
				2		

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Parcela	Laboratorio	Fecha de entrega	Tipo	Muestras (N° bote)	Registro	Fecha prevista análisis
				3	Exterior	
				4		
			NIEVE	1		
				2		

Tabla 2: Estadillo de recepción de muestras en laboratorio

El código del campo de la tabla anterior “Muestras” coincide con el de “N° de bote muestra” de la tabla 1, por lo que se consigue así la trazabilidad entre campo y laboratorio.

En cuanto al almacenamiento de muestras en laboratorio para su posterior análisis, éstas deben mantenerse en un refrigerador (0-4 °C) antes del pretratamiento, ya que esto ralentizará la degradación de la muestra química y biológica. El período de almacenamiento debe ser lo más corto posible, esto es especialmente importante para ciertos parámetros como el carbono orgánico.

4. Mediciones

4.1.-Selección de variables

Los parámetros obligatorios son aquellos que se consideran esenciales para las actividades del Programa de ICP-Forests. En la tabla 5 se detallan los parámetros obligatorios y opcionales.

Los países y laboratorios participantes son libres de seleccionar los métodos analíticos siempre que se realice de acuerdo con las directrices (ver tabla 3).

4.2.-Análisis de laboratorio

Las procedimientos de pretratamiento y análisis se llevarán a cabo conforme a las especificaciones del Manual de ICP-Forests *Part XIV-Sampling and Analysis of Deposition*² y *Part XVI- Quality Assurance and Control in Laboratories*³. En la fecha de revisión del presente Manual, el proceso de laboratorio se está llevando a cabo de la siguiente manera:

Al realizar la recepción de las muestras, los primeros análisis que se realizan en el laboratorio son el PH y la conductividad de cada muestra y una vez que se ha comprobado la ausencia de contaminación, se procede a realizar la agrupación de muestras (ver punto 3.4) para obtener una muestra ponderada que será la muestra a analizar. La muestra se filtra con filtro de membrana 0,45 µm y se divide en tres submuestras, cada una de las cuales se acondicionan de diferente manera para realizar las determinaciones analíticas requeridas.

² https://www.icp-forests.org/pdf/manual/2016/ICP_Manual_2016_01_part14.pdf

³ https://www.icp-forests.org/pdf/manual/2016/ICP_Manual_2016_01_part16.pdf

4.3.- Procedimientos analíticos recomendados

Los países y laboratorios participantes son libres de seleccionar los métodos analíticos, siempre que estos sean métodos estandarizados.

Los procedimientos analíticos utilizados figuran en la tabla 3

En la actualidad en la Red II se están llevando a cabo los análisis de los parámetros pH, Conductividad ($\mu\text{S/cm}$), K (mg/l), Ca (mg/l), Mg (mg/l), Na (mg/l), N_NH4 (mg N/l), Cl (mg/l), N_NO3 (mg N/l), S_SO4 (mg S/l) y Alcalinidad ($\mu\text{eq/l}$).

Parámetro	BBDD ICP-Forests
pH	Potenciómetro
Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)	Conductometrico medido (25 °C);
K (mg/l)	ICP-MS; Absorción atómica o Espectroscopía de emisión
Ca (mg/l)	
Mg (mg/l)	
Na (mg/l)	
N_NH4 (mg N/l)	Cromatografía iónica con supresión electrolítica.
Cl (mg/l)	Métodos de cromatografía iónica: Cromatografía iónica con supresión electrolítica.
N_NO3 (mg N/l)	
S_SO4 (mg S/l)	
Alcalinidad ($\mu\text{eq/l}$)	Métodos electroquímicos: Valoración potenciométrica,

Tabla 3: Procedimientos analíticos en laboratorio

5.- Garantía y control de calidad

Es necesario que los participantes mantengan un nivel de garantía de calidad, tanto en el campo como en el laboratorio. Este nivel debería permitir la producción de datos a nivel europeo con errores analíticos conocidos que permitan un uso más óptimo para todo tipo de cálculos a nivel europeo.

5.1.-Calidad en campo

Para evitar la contaminación de la muestra durante todo el proceso de recogida de muestras, es necesario lavar los acumuladores y los botes de toma de muestra, con agua desionizada, para ello se necesita un lavavajillas unido a una columna de producción de agua desionizada DAFA junto con un detergente especial de baja mineralización. Una vez lavados pasan a mesa de secado y son posteriormente guardados en bolsas de plástico de un solo uso para mantener el conjunto inerte.

Al manipular los acumuladores se debe realizar con cuidado para no tocar la parte interior del acumulador que pueda estar en contacto con la muestra, siendo preferible la utilización de guantes.

Es necesario disponer de juegos de repuesto de todas las piezas del dispositivo de recolección, para proceder a su sustitución en campo en caso de que se encuentre dañado, lo hayan robado, o se haya visto afectado por actos de vandalismo

5.2.-Calidad en laboratorio

Ver Part XVI- *Quality Assurance and Control in Laboratories*

5.2.1.- Límites de plausibilidad

Los límites de plausibilidad para las muestras de deposición se dan en la Tabla 4.

Parámetro	Unidad	Límite Inferior	Límite superior
Cantidad de muestra	mm	0	1845
Alcalinidad	µeq/l	-50	10000
Conductivity	µS/cm	1	10000
K	mg/l	0,002	250
Ca	mg/l	0,001	275
Mg	mg/l	0,0025	100
Na	mg/l	0,003	500
NH4 –N	mg N/l	0,002	175
Cl	mg/l	0,002	800
NO3-N	mg N/l	0,002	175
SO4-S	mg S/l	0,01	500
Ph		2,5	9,4
N (total)	mg N/l	0,003	350
Al	mg/l	0,01	8
Mn	mg/l	0	15,5
Fe	mg/l	0	25
PO4-P	mg/l	0,0017	1000
Cu	µg/l	0,06	850
Zn	µg/l	0,005	4500
Hg	µg/l	0,02	100
Pb	µg/l	0,012	200
Co	µg/l	0,008	100
Mo	µg/l	0,008	100
S (total)	mg/l	0,17	500
N (organic)	mg N/l)	0,0003	100

Tabla 4: Límites de plausibilidad

5.2.2.-Compleitud de datos

En el punto 6 figuran los parámetros obligatorios y opcionales, si un país decide reportar parámetros opcionales, estos deben cumplir también con los requisitos de calidad de datos exigidos en los parámetros obligatorios.

6.- Manual de referencia y Base de datos ICP-Forests

El Manual de referencia de ICP-Forests es Part XIV-Sampling and analysis of deposition. El código o abreviatura del muestreo en la base de datos “DP” (*Analysis of Deposition*) y la descripción de los archivos que componen la base, y sus correspondientes registros⁴, son los siguientes:

	Nivel II ICP-Forests	Nivel II España	Frecuencia	Unidades
Muestras recogidas bajo dosel arbóreo, a cielo abierto y por escorrentía				
Cantidad de precipitación (1)	M	√	Mensual	mm
PH y conductividad a 25° C	M	√	Mensual	pH unit/ (μ S / cm)
Na, K, Mg, Ca, N_NH4	M	√	Mensual	mg / l
Al, Mn, Fe, y otros metales pesados,	O		Mensual	mg / l
Cu, Zn, Hg, Pb, Cd, Co, Ni, Cr	O			μ g / l
Cl, N_NO3 , S_SO4	M	√	Mensual	mg / l
Ptotal, PO4 3- (2), NO2	O			mg / l
Alcalinidad (3)	M	√	Mensual	μ eq / l
DOC, Ntotal (4)	M	√	Mensual	mg / l
Stotal, HCO3 (5), Norg, Ctotal	O			mg / l
Muestras de Nieve				
PH y conductividad	O	√	Mensual	pH unit/ (μ S / cm)
Na, K, Mg, Ca, NH4	O	√	Mensual	mg / l
Cl, NO3, NO2, SO4, Ptotal	O	√	Mensual	mg / l
Alcalinidad	O	√	Mensual	μ eq / l
P Al, Mn, Fe, y otros metales pesados,	O		Mensual	mg / l
Cu, Zn, Hg, Pb, Cd, Co, Cr, Ni	O			μ g / l

Tabla 5. Listado de parámetros de variables opcionales y obligatorios (O – optional, M – mandatory)

- (1) Es esencial y debe medirse con la máxima precisión
- (2) El fosfato indica contaminación por excrementos de ave. Sin embargo, Ptotal es un parámetro más estable de medida para este propósito.
- (3) Alcalinidad obligatorio para muestras individuales si pH > 5
- (4) N total no es obligatorio a cielo abierto pero es altamente recomendable, los datos de DOC y Ntotal se incorporan desde abril de 2020
- (5) HCO3 Puede ser obtenido por cálculo o por medición directa

⁴ Para más información sobre la descripción de cada campo, consultar: <https://icp-forests.org/documentation/>

**COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA DE NACIONES UNIDAS
CONVENIO MARCO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA**

PROGRAMA INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN PARA EL SEGUIMIENTO
Y LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LOS BOSQUES

MANUAL RED CE 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.

PARTE XIV

MUESTREO Y ANÁLISIS DE DEPOSICIÓN

ANEXOS



Área de Inventario y Estadística Forestal (AIEF)

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Anexo I: Estructura de los archivos, descripción de campo y códigos empleados

PLD: Información de la parcela

- **Código de país** El código identificador de España en el 11
- **Nº de Parcela:** El código de cada parcela está formado por un número y la abreviatura de la especie que caracteriza la parcela Qi (*Quercus ilex*), Ppa (*Pinus pinea*), Ps (*Pinus sylvestris*), Qpy (*Quercus pyrenaica*), etc.
- **Tipo de muestreo**

Código	Descripción
1	Bajo cubierta (Throughfall)
2	A cielo abierto (Bulk deposition)
3	Deposición húmeda
4	Escorrentía cortical (Stemflow)
5	Niebla
6	Niebla congelada
9	Otros (nieve)

- **Tipo del colector:** Para identificar el tipo y ubicación del conjunto de colectores empleados en el análisis:

0001 para deposición bajo cubierta y a cielo abierto

0001 para nieve bajo cubierta

0002 para nieve a cielo abierto (porque el código 9 de nieve no discrimina entre zona arbolada y rasa)

- **Latitud y Longitud:** Se anotarán seis dígitos completos las coordenadas geográficas de latitud y longitud correspondientes al centro de la parcela de observación, medidos con GPS o restituidas en plano (foto aérea de gran detalle). Ejemplo:

	+/-	Grados		Minutos		Segundos	
Latitud	+	5	0	2	0	2	7
Longitud	-	0	1	1	5	3	2

- **Altitud:** Ver Parte I, Archivo PLT
- **Fecha de comienzo del periodo de seguimiento (año):** Formato (DDMMYY)
- **Fecha de fin del periodo de seguimiento (año):** Formato (DDMMYY)

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

- **Nº de periodos al año** (12 si es mensual)
- **Modelo de colector** (1: Nacional; 2: Armonizado)
- **Altura del colector** (m): Altura de la superficie colectora sobre el nivel del suelo
- **Superficie de recolección por colector** (m²): Área de la superficie de recolección para una muestra
- **Nº de colectores de cada tipo**: Indica el número de acumuladores individuales
- **Observaciones**

DEM: Mediciones

- **Parcela**: Ídem anterior
- **Fecha de comienzo del muestreo (mensual)**: Formato (DDMMYY)
- **Fecha de fin del muestreo (mensual)**: Formato (DDMMYY)
- **Nº de periodos al año** (del 1 al 12 si es mensual)
- **Tipo de muestreo**: Idem anterior
- **Tipo del colector**: Idem anterior
- **Código de identificación de la muestra**: Identificación de la muestra en la cual se integran, generalmente, muestras recogidas en colectores del mismo tipo: 0001, 0002, 0003... (para deposición bajo cubierta y a cielo abierto)

Para el muestreo 9, tipo de colector 001 (colector de nieve bajo cubierta) se numera con 0021, 0022, 0023...

Para el muestreo 9, tipo de colector 002 (colector de nieve a cielo abierto) se numera con 0031, 0032, 0033...

De esta manera se asigna un código identificativo (ID) a cada muestra que se analiza en el laboratorio.

La combinación del código de identificación de la muestra junto con el código de la parcela, tipo de colector, fecha de inicio y periodo debe dar un código de identificación único para cada muestra analizada.

- **Características de la muestra: Descripción de la muestra**
 - 1: Normal
 - 2: Contaminación (sospechada o confirmada, ya sea realizado análisis o no)

3: Muestra destruida

4: Muestreo no realizado

5: Desbordamiento, la precipitación derivada del volumen de muestra dada en 'cantidad' es un valor mínimo

6: Desbordamiento, precipitación estimada en "Observaciones"

7: Muestreo normal, pero muy poco volumen para cualquier análisis (incluida la precipitación cero)

8: Muestreo normal, pero ALGUNOS análisis no se han realizado (por ejemplo, debido a un volumen demasiado pequeño)

9: Muestra agrupada en el laboratorio para análisis con el siguiente período de muestra (por ejemplo, debido a un volumen demasiado pequeño)

- **Cantidad de muestra** (mm): Cantidad del total de la muestra recolectada
- **pH**
- **Conductividad** ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
- **K** (mg/l)
- **Ca** (mg/l)
- **Mg** (mg/l)
- **Na** (mg/l)
- **N_NH4** (mg N/l)
- **Cl** (mg/l)
- **N_NO3** (mg N/l)
- **S_SO4** (mg S/l)
- **Alcalinidad** ($\mu\text{eq}/\text{l}$): obligatorio para muestras individuales si $\text{pH} > 5$
- **N_total**; (mg N/l)
- **DOC** (mg/l)
- **Observaciones**

LQA: Información de control de calidad / control de laboratorio

- **País:** Ídem anterior
- **Nº de Parcela:** Ídem anterior
- **Fecha de comienzo del periodo de seguimiento (año):** Formato (DDMMYY)
- **Fecha de fin del periodo de seguimiento:** Formato (DDMMYY)**Parámetro:** Código de parámetro (N, S, P...) figura en el documentador: https://icp-forests.org/documentation/Dictionary/d_parameter_dp.html

Código	Descripción	UNIT
Al	Aluminio	mg/l
Alkalin	Alcalinidad	µeq/l
Ca	Calcio	mg/l
Cd	Cadmio	µg/l
Cl	Cloro	mg/l
Co	Cobalto	µg/l
Cond	Conductividad	µS/cm
C total	Carbono total	mg/l
Cu	Cobre	µg/l
DOC	Carbono orgánico disuelto	mg/l
Fe	Hierro	mg/l
Hg	Mercurio	mg/l
K	Potasio	mg/l
Mg	Magnesio	mg/l
Mn	Manganeso	mg/l
Mo	Molibdeno	µg/l
Na	Sodio	mg/l
Ni	Niquel	µg/l

 ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

 DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
 MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Código	Descripción	UNIT
N_NH4	Amonio – N	mg/l
N_NO3	Nitrato-N	mg/l
N_total	Total Nitrógeno	mg/l
Pb	Plomo	µg/l
pH	pH	
P_PO4	Fosfato	mg/l
S_SO4	Sulfato-S	mg/l
S_total	Azufre total	mg/l
Zn	Zinc	µg/l

- **Preparación de muestra:** Método de preparación de la muestra: En el caso de España: MB02 - Filtración con filtro de membrana de 0,45 µm

Código	Descripción
MB01	Sin filtración
MB02	Filtrado con membrane 0,45 µm
MB03	Filtrado con membrana 0,45 µm y prefiltrado con filtro de fibra de vidrio
MB04	Filtración con filtros de papel (Schwarzband)
MB99	Otro tipo de método de filtrado

- **Determinación:** Método de determinación de la concentración del parámetro

Consultar en:

(https://icp-forests.org/documentation/Dictionaries/d_determination_dp_ss.html)

En España los métodos más utilizados son:

Código	Descripción	Categoría
DB10	ICP-MS	Atomic Absorption or Emission Spectroscopy

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Código	Descripción	Categoría
DC01	Ion chromatography with eluent suppression	Ionchromatographic methods
DF02	pH-Electrode (Low ionic strength electrode)	Electrochemical methods
DF04	Potentiometric titration, Gran method for alkalinity	Electrochemical methods
DF09	Conductometric Measurement (25 °C)	Electrochemical methods

- **Límite de cuantificación:** Para cada parámetro, el laboratorio debe evaluar el límite de cuantificación (en unidad de parámetro) y utilizar un cuadro de control durante el año.
- **Gráfico de media de control:** la media del gráfico de control
- **Desviación estándar**
- **Identificación del laboratorio:** Código identificativo para cada laboratorio
- **Otras observaciones**

**COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA DE NACIONES UNIDAS
CONVENIO MARCO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA**

**PROGRAMA INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN PARA EL SEGUIMIENTO
Y LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LOS BOSQUES**

MANUAL RED CE 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.

PARTE XV MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE AREA FOLIAR



Área de Inventario y Estadística Forestal (AIEF)

INDICE

1	Introducción.....	1
1.1	Alcance y aplicación.....	1
1.2	Objetivo.....	1
2	Métodos de medidas indirectas para LAI.....	1
2.1	Fotografía Hemisférica:Conceptos básicos.....	2
2.2	Localización y diseño del muestreo.....	2
2.3	Equipo de muestreo.....	3
2.4	Toma de fotografías.....	4
3	Mediciones y cálculos.....	5
3.1	Procesado de las fotografías y cálculo de LAI.....	5
3.2	Variables medidas y unidades.....	6
3.3	Garantía y control de calidad.....	8
4	Manual de referencia y Base de datos ICP-Forests.....	8

ANEXOS

Anexo I	– Especificaciones de lentes hemisféricas.....	11
Anexo II.	Valores específicos disponibles de γ y α para algunas especies de coníferas.....	12
Anexo III.	Estructura de archivos, descripción de campo y códigos empleados.....	14

1 Introducción.

Las hojas representan la mayor proporción de superficie del bosque y también la principal superficie para el intercambio fisiológico con la atmósfera. Procesos como la fotosíntesis, captación de carbono y su asimilación, transpiración o la emisión de compuestos orgánicos volátiles son casi exclusivamente desarrollados en la superficie foliar. La necesidad de conocer, cuantificar y simular estas interacciones mediante modelos ha llevado a una creciente demanda de información fiable sobre la superficie foliar y el área que ocupan en las copas de los árboles. El presente Manual establece unas directrices básicas para las mediciones del LAI (Índice de Área Foliar, *Leaf Area Index*) en el marco de las parcelas de la Red II en España.

Se han desarrollado muchos métodos para medir el LAI (contacto directo, ópticos, por sensores remotos...), este Manual se centra en la medición por fotografía hemisférica, que es el que se está utilizando en las parcelas de la Red II.

1.1 Alcance y aplicación

El Índice de Área Foliar es un parámetro adimensional que se define como el área total de la superficie superior de las hojas por área de unidad de terreno que se encuentre directamente debajo de la planta. El LAI permite estimar la capacidad fotosintética de la vegetación y ayuda a entender la relación entre acumulación de biomasa y rendimiento bajo condiciones ambientales imperantes en una región determinada.

Una dificultad añadida con respecto a este parámetro es que varía a lo largo del ciclo anual de las masas forestales. Por ello, es importante conocer al menos el "LAI máximo", y así evaluar el desarrollo anual del follaje conforme al mismo. Por ello, la medición se efectúa anualmente en época de máxima foliación (verano) en todas las parcelas, y adicionalmente en invierno en aquellas pobladas por frondosas caducifolias.

Los países son libres de seleccionar los métodos descritos en el Manual de ICP-Forests (*Part XVII Canopy Leaf Area*), pero deben seguir la metodología descrita y enviar las variables específicas del método tal y como se describe en el subcapítulo.

1.2 Objetivo

El objetivo principal de este Manual es dar la información necesaria para llevar a cabo este tipo de muestreo de forma correcta. Estas pautas están previstas para estandarizar las mediciones y evaluaciones de LAI de una manera que permita que todos los Centros Focales Nacionales participantes proporcionen valores LAI comparables basados en una variedad de métodos que se utilizan actualmente.

2 Métodos de medidas indirectas para LAI

La fotografía hemisférica es un método indirecto para medir el LAI. Los métodos ópticos indirectos persiguen cuantificar la penetración de la luz a través de la cubierta arbórea, para así estimar la cantidad de superficie foliar mediante la relación observada entre la cantidad de luz por encima y por debajo de la cubierta.

En parcelas gravemente perturbadas y no homogéneas, el cierre del dosel es una variable objetivo adicional. El cierre del dosel se define como la proporción del hemisferio del cielo oscurecido por la vegetación cuando se ve desde un solo punto, y se distingue claramente de la cubierta del dosel que es la proyección vertical de las copas de los árboles. El cierre del dosel se mide directamente con métodos ópticos que generalmente emplean un ángulo de visión de 45 °. Representa el complemento de la fracción gap medida:

Canopy closure = 100% - gap fraction

Las mediciones deben realizarse preferentemente en el mes de máxima foliación a lo largo de una cuadrícula de 10m x 10m de puntos marcados que cubren toda la parcela para caracterizar las diferencias en la estructura del dosel del área completa de la parcela no homogénea.

2.1 Fotografía Hemisférica: Conceptos básicos

La fotografía hemisférica (también llamada de ojo de pez) estima la radiación solar potencial en un punto y caracteriza la cubierta vegetal mediante el uso de fotografías orientadas hacia la cubierta, tomadas con lentes de gran angular (180 grados). De esta manera, las fotografías contienen la información angular más completa con la más alta resolución.

La toma de fotografías se debe llevar a cabo en unas condiciones que eviten la luz directa (al amanecer, al anochecer o en condiciones de cielo cubierto), para evita reflejos cuando los haces de luz penetran en la vegetación. Es necesario conocer la orientación exacta de la cámara para el análisis del sistema de coordenadas hemisférico. Para ello, se utilizan trípodes nivelados mediante nivel de burbuja en dos ejes (OX-OY).

El adecuado registro de las fotografías permitirá la alineación de las fotografías conforme el sistema hemisférico de coordenadas utilizado para el análisis posterior, de cara a su centrado, ajuste de tamaño (coincidencia de los bordes y horizonte de la fotografía con el sistema de coordenadas) y rotación (ajuste azimutal con las puntos de la brújula).

La clarificación de las fotografías supone determinar qué píxeles de la imagen representan cielo visible y cielo no visible. El cálculo final utiliza algoritmos para calcular los huecos de cielo visible, así como la geometría de la cubierta y los índices de radiación, incluido el índice de área foliar (LAI).

2.2 Localización y diseño del muestreo

Las fotografías se tomarán conforme a una malla de 10x10 m que cubrirá una superficie de 0,25 ha (parcela de Red II 50x50 m). En total, se trata de 16 ubicaciones fijas en cada parcela siguiendo una cuadrícula preestablecida.

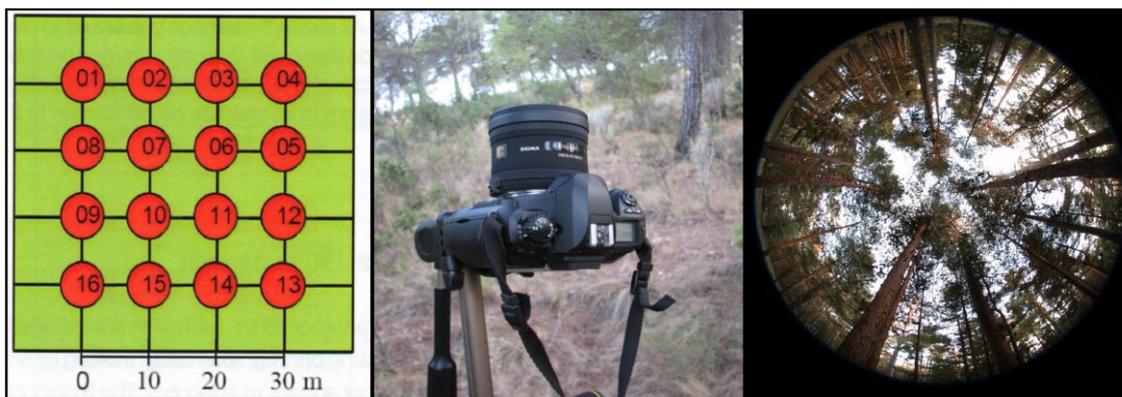


Figura 1: Cuadrícula de observación. Cámara hemisférica. Fotografía de salida

Cada punto de medición está referenciado mediante rumbo y distancia, debe ser marcado de forma permanente. Se define la altura estándar de la cámara (posición de la lente) en 1,3 m. Al localizar el punto de medición, se deben evitar arbustos, o dispositivos de medición de otros muestreos instalados en la parcela (colectores de deposición, desfronde...) que puedan alterar el haz de luz.

El punto de medición se define conforme a coordenadas X-Y. El origen del sistema de coordenadas es el punto sur-oeste, coincidente con el 16 en la figura anterior, de tal manera que los ejes del sistema apuntan a las direcciones norte y este respectivamente.

La época de toma de las fotografías en época de máxima foliación (verano) en todas las parcelas, y adicionalmente en invierno en aquellas pobladas por frondosas caducifolias, para especies de hoja caduca después de que todas las hojas hayan caído.

2.3 Equipo de muestreo

Cámaras y lentes

La cámara debe contar con lentes digitales con al menos 12,3 Mpix (píxeles efectivos), y un sensor de imagen que permita un rango ASA/ISO de 10.000 o más. La cámara deberá contar con sistemas de control remoto o temporizado. Debido a que las lentes de ojo de pez deben permitir un ángulo de visión de 180°, se recomiendan las lentes Sigma 4.5 mm F2.8 para la mayor parte de las cámaras, o lentes Sigma 8 mm para cámaras de fotograma completo.

Accesorios

Será necesario un trípode con nivel, o bien incorporar el nivel a la cámara de forma accesorio. Es necesario medir la altura de la lente con respecto al suelo (1,3 m) con un metro, y adecuar la orientación del dispositivo con brújula o GPS para orientar la parte de arriba de la imagen al norte. En pendientes mayores de 10° es necesario medir la misma con un clinómetro o un dispositivo alternativo.

Registro de los parámetros combinados cámara-lente

Las coordenadas del pixel respecto al centro óptico y el radio de la imagen para una combinación cámara lente dada debe ser registrada como referencia permanente. Ver el Manual de ICP-Forests Parte XVII Muestreo Leaf Area Measurements (LAI). Las

especificaciones de la lente hemisférica vienen reflejadas en el Anexo I. En nuestro caso concreto, se corresponde con el Sigma 4.5 mm.

Software y equipamiento adicional

El sistema de análisis de foto hemisférica incluye una serie de elementos que son necesarios para la determinación del LAI. En nuestro caso estamos utilizando programa Hemisphere 212. Ver el Manual de ICP-Forests Parte XVII Muestreo LAI

HemiView	WinScanopy	Can-Eye	DHP	Hemisfer
- soporte de cámara autonivelante - trípode - control remoto - HemiView Software (solo análisis en blanco y negro)	- soporte de cámara autonivelante con buscador de norte digital - trípode - control remoto - bloqueador solar (opcional) - WinScanopy Software	- gratis - solo software	- Gratis - solo software	-solo software
http://www.delta-t.co.uk	http://www.regent.qc.ca	https://www6.paca.inra.fr/can-eye	Sylvain Leblanc	http://www.wsl.ch/dienstleistungen/produkte/software/hemisfer/

Tabla 1: Preferencias de equipamientos

2.4 Toma de fotografías

En las fotografías tomadas, tiene que indicarse la dirección norte magnética, si esto no ocurre, el norte tiene que estar siempre alineado con la parte superior de la imagen.

Como aspectos adicionales a los ya comentados en relación con la toma de fotografías, se mencionan los siguientes:

- Todos los filtros del software de la cámara deben estar apagados (e.g. sombreados de foto....)
- Para cámaras no-DSLR, la “instalación de ojo de pez” significa que el zoom está fijo en el ángulo más ancho y enfocado al infinito.
- En general, la configuración ISO debería ser 200, pero justo antes del amanecer, o después del atardecer podría ser ISO 400, así como en días ventosos, con la cubierta vegetal en ligero movimiento ISO 800, o incluso mayor si se estima adecuado.
- La cámara deberá estar equipada con un sistema de activación remoto o temporizador para dar tiempo al operador a retirarse del ángulo de visión.

Las condiciones idóneas para la toma de fotografías son con el cielo uniformemente cubierto o bien en momentos del día sin luz solar directa (alba u ocaso) para que no incida ningún rayo de sol en el objetivo y lo queme. Del mismo modo se ha de evitar cualquier tipo de precipitación que origine gotas sobre la lente, la niebla, nieve acumulada en los árboles así como viento fuerte que provoque el movimiento de ramillos desvirtuando el área de hojas (acículas) y ramas.

De cada uno de los 16 puntos se toman 6 fotografías con diferentes aperturas de diafragma y exposiciones, con el objeto de elegir la mejor fotografía, las fotos deben ser correlativas para facilitar el manejo (según las indicaciones de nuestro programa la

apertura de diafragma sería 8 o entre 4,5 - 5 y el retardo de exposición -2, -2,7). En caso de presentarse algún problema se deben repetir todas las fotografías de nuevo.

3 Mediciones y cálculos

3.1 Procesado de las fotografías y cálculo de LAI

El procesado de imágenes se debe llevar a cabo conforme a las instrucciones del software que se utilice. El LAI se estima siguiendo el método elipsoidal de Norman and Campbell (1989), usando con campo de visión de 120°. No se harán mejoras en las fotografías con software de procesamiento de imágenes.

La clasificación de la imagen en píxeles de “cielo” y “no cielo” es la que se usa con más frecuencia mediante umbrales simples binarios.

Programa informático usado en España es el Hemisphere 212 del WSL (Suiza). Para su utilización hay que:

- calibrar el programa en los datos de inicio con el tipo de objetivo (Sigma 4,5), marcando la opción de resultados completos.
- calibrar el modelo de entrada con la fecha y hora de toma de fotografía, junto con la declinación magnética corregida al momento de la observación.
- calibrar los anillos de máscara de entrada a 1 para asegurar que se toma todo el perímetro a medir, sin que entren espacios negros o se corte la foto. Seleccionar un sector de medición único.
- En el caso de terrenos con pendiente mayor que 10°, las imágenes se deberían corregir con el software para lograr la heterogeneidad de la radiación penetrante.

El programa informático empleado obtiene para cada fotografía el valor PAI, el porcentaje de huecos de la fotografía (o gap fraction) y el parámetro omega, a través de los que puede calcularse el valor LAI mediante una fórmula

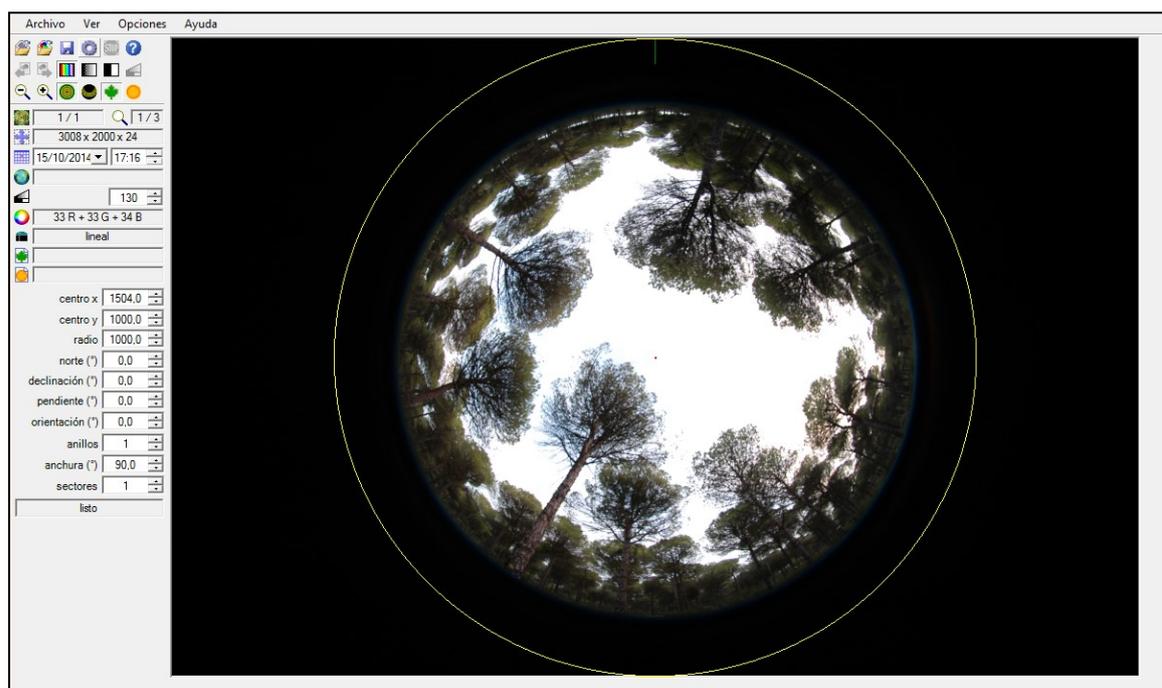


Figura 2: Procesado de imágenes hemisféricas con software Hemisfer

3.2 Variables medidas y unidades

El valor resultante después de aplicar el método Norman & Campbell (1989) es el “índice del área de la planta efectivo” (PAI eff), y es la medición bruta resultante antes de las correcciones por solapamientos y partes leñosas. De cara a validar el cálculo del PAIeff, el entorno del software aplicado debería ofrecer la posibilidad de estimar la media de las fracciones “hueco” de las 16 fotografías antes de calcular el LAI (Ryu et al. 2010). El PAIeff de cada punto de la medición de la malla se vuelca en la base de datos. Dado que medición de fracciones “hueco” muy pequeñas es poco fiable, el valor medio de PAI eff sólo se tendrá en cuenta si está por debajo de 6, si no se introducirá como -1. De la misma manera, los valores de cada punto de la malla se conservarán para eventuales evaluaciones posteriores.

El LAImax se calcula a partir del PAIeff mediante a las correcciones por solapamiento y partes leñosas. El coeficiente de solapamiento omega se puede determinar directamente mediante el software apropiado (e.g. Hemisfer) o mediante dispositivos externos (e.g. TRAC,.....). Se necesita a su vez una corrección adicional para las coníferas, mediante el coeficiente γ (ratio acícula/brote). Se pueden consultar valores específicos de γ para las principales especies en el Anexo II.

La contribución de la parte leñosa (sólo puede medirse en frondosas en el invierno) se evalúa mediante la medición del SAI (Stem Area Index) en invierno, o bien de valores específicos por especie, basados en muestreos destructivos de biomasa, que se particularizan mediante mediciones de diámetro en el conjunto de la parcela.

LAImax se calcula como:

$$LAI_{max} = PAI_{eff} \times \gamma / \Omega - SAI$$

Siendo $\gamma=1$ para el caso de las frondosas. Si el SAI de las coníferas no procede de mediciones propias (solo tenemos valores para *P sylvestris* de 0,14 para el resto se

toma el valor de 0,05), se aplicarán valores propios de la especie para el “ratio total leñoso de la planta. α equivale a SAI / LAI, so LAI_{max} se calcularía en este caso como sigue:

$$LAI_{max} = PAI_{eff} \times \gamma / \Omega \times (1 - \alpha)$$

El cálculo del SAI es análogo al del LAI, pero sin correcciones para la parte leñosa, y con $\gamma=1$.

En resumen, estos son los parámetros que intervienen:

- GAP fraction. Obtenido del programa (Hemisfer), variable Canopy openness (%)
- Coeficiente α (si se aplica). Relación SAI/LAI. Tenemos mediciones propias en las parcelas 33 Qpe y 115 Fs ya que realizamos fotos en invierno y verano, el resto, al ser perennifolias, sólo se fotografían en verano, no hay época de árbol desnudo que permita comparar.
- Stem Area Index (SAI). Contribución de las partes leñosas al cálculo final del parámetro. Se obtiene en frondosas de las fotos de invierno y en coníferas mediante valores modulares tabulados.
- Coeficiente γ . Ratio acícula/brote. Según manual, si no se dispone de mediciones directas puede estimarse mediante tabulación. Coníferas boreales 1,4; Coníferas templadas 1,8; Frondosas perennifolias 1,5; Caducifolias 1,0
- Coeficiente Ω . Coeficiente de aglutinamiento. Se ha tomado el caso de distribución agrupada, tabulado $\Omega < 1$; se ha tomado 0,80

VARIABLE	UNIDADES	DQO
LAI Max + software usado	m ² /m ²	± 1
PAI_eff + software usado	m ² /m ²	± 1
Campo de visión, si se reduce debido a la pendiente	°	± 1
Gap fracción verano	%	± 10%
α		± 0.1
γ		± 0.1
Ω		± 0.1
SAI + dispositivo óptico usado	m ² /m ²	± 1
SAI_eff (= PAI_eff en invierno)	m ² /m ²	± 1
Campo de visión, si se reduce debido a la pendiente	°	± 1
Gap fracción invierno	%	± 10%
Condiciones del cielo	Estándar Nublado Cielo claro	

Condiciones del sol	Sol debajo del horizonte Sol sobre el horizonte	
Fecha de medición	DDMMYY	± 0

Tabla 2: Variables a informar en caso de que se aplique fotografía hemisférica

3.3 Garantía y control de calidad

La calidad se garantiza mediante la entrega de las fotografías de medición de cada parcela.

Cada foto está numerada y nombrada de acuerdo con el siguiente formato: XXPPPPNNNNDDDDDDTTTTTTS.jpg donde conforme al manual de ICP -Forests:

XX - código de país (2 dígitos)

PPPP - número de parcela

NNNN – N° del punto de medición LAI

DDDDDD: fecha de producción de la imagen (YYMMDD)

TTTTTT - tiempo de producción de imágenes (HHMMSS)

S - Número secuencial en caso de que se haga más de una foto al mismo tiempo (01, 02, 03,...)

Para obtener valores confiables para LAI, deben definirse los valores (latitud y longitud, altitud, exposición y pendiente) y documentarse ya que son necesarios para evaluaciones posteriores. Los parámetros se envían al centro de datos utilizando los formularios de datos específicos.

4 Manual de referencia y Base de datos ICP Forests

El Manual de referencia de ICP-Forests es Part XVII-Leaf Area Measurements ([https://www.icp-forests.org/pdf/manual/2016/ICP Manual 2016 01 part17.pdf](https://www.icp-forests.org/pdf/manual/2016/ICP%20Manual%202016%2001%20part17.pdf)).

El código o abreviatura del muestreo en la base de datos “crecimientos” es LA (Leaf Area Measurements).

El listado de parámetros opcionales (o) y obligatorios (m) son los siguientes:

Variable	Nivel II ICP-Forests	Unidades	DQO	Resolución
Fecha de medición	m**	DD.MM.YYYY	± 0	1d
Método utilizado	m**	Código ***	± 0	0
LAI Max	m**	m ² /m ²	± 1	0,1 m ² /m ²
Canopy closure	m*	%	± 10	1 %
Método específico parámetros	m**	Ver subcapítulo	Ver subcapítulo	Ver subcapítulo

* Se recomienda al menos una medición LAI cada 5 o 10 años y después de los cambios en la estructura del dosel.

** Periodicidad anual

COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA DE NACIONES UNIDAS
CONVENIO MARCO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA

PROGRAMA INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN PARA EL SEGUIMIENTO
Y LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LOS BOSQUES

MANUAL RED CE 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.

PARTE XV MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR

ANEXOS



Área de Inventario y Estadística Forestal (AIEF)

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Anexo I – Especificaciones de lentes hemisféricas

Lens name	a	b	c	d	E	f
Sigma 4.5mm	0	0.69513	0.03835	-0.048128	0	0
Sigma 8mm	0	0.75276	-0.073937	0	0	0
Nikon FC-E8	0	0.681	-0.028253	0	0	0
Nikon FC-E9	0	0.6427	0.0346	-0.024491	0	0
Nikkor 8mm	0	0.9192	-0.1792	-0.000443	0	0
Nikkor OP 10mm	0	1.0168	-0.0573	-0.117603	0	0
Soligor Fish Eye	0	0.677923	-0.029481	-0.022084	0.041495	-0.016644
Raynox DCR-CF185	0	0.5982	0.024459	0	0	0

Anexo II – Valores específicos disponibles de γ y α para algunas especies de coníferas

<i>Species</i>	γ	α	Reference
<i>Abies alba</i>	2.3		Cescatti & Zorer 2003
<i>Abies amabilis</i>	2.2		Stenberg et al. 1998
<i>Abies balsamea</i>	1.7		Chen et al. 2006
<i>Casuarina glauca</i>	1.4		Niinemets et al. 2006
<i>Picea abies</i>	1.6		Stenberg et al. 1995
<i>Picea abies (irrigated and fertilized)</i>	1.2		Stenberg et al. 1995
<i>Picea abies</i>	1.3		Palmroth et al. 2002
<i>Picea abies (irrigated and fertilized)</i>	1.4		Palmroth et al. 2002
<i>Picea abies</i>	1.33	0.17	Tagesson 2006
<i>Picea banksiana (young)</i>	1.6	0.04	Chen et al. 1997, Chen 1996
<i>Picea banksiana (old)</i>	1.8	0.225	Chen et al. 1997, Chen 1996
<i>Picea banksiana (young)</i>			Chen et al. 2006
<i>Picea banksiana (88 years old)</i>	1.4		Chen et al. 2006
<i>Picea mariana</i>	2		Chen et al. 1997
<i>Picea mariana</i>			Chen et al. 2006
<i>Picea mariana</i>		0.145	Chen 1996
<i>Picea pungens</i>	1.4		Therezien et al. 2007
<i>Picea sitchensis</i>		0.23	Chen 1996
<i>Pinus contorta</i>	2.2		Oker-Blom et al. 1991
<i>Pinus echinata</i>	1.3		Therezien et al. 2007
<i>Pinus palustris</i>	1.6		Niinemets et al. 2006
<i>Pinus palustris</i>	1.6		Therezien et al. 2007
<i>Pinus palustris (current year shoots)</i>	2.3		Therezien et al. 2007
<i>Pinus patula</i>			Niinemets et al. 2006
<i>Pinus pinaster</i>	1.4		Guyon et al. 2003
<i>Pinus ponderosa</i>		0.29	Law et al. 2001
<i>Pinus radiata</i>	2.7		Niinemets et al. 2006
<i>Pinus resinosa</i>	2.1	0.07	Law et al. 2001
<i>Pinus strobus</i>	1.4		Therezien et al. 2007
<i>Pinus strobus</i>	1.9		Chen et al. 2006
<i>Pinus sylvestris</i>	1.8		Oker-Blom &

			Smolander 1988
<i>Pinus sylvestris</i>	1.7		Smolander et al. 1994
<i>Pinus sylvestris</i>	1.6		Stenberg et al. 2001
<i>Pinus sylvestris</i>	1.75		Gower et al. 1999
<i>Pinus sylvestris</i>	1.7	0.14	Tagesson 2006
<i>Pinus sylvestris</i>		0.15	Jonckheere et al. 2005
<i>Pinus taeda (sun shoots)</i>	1.6		Therezien et al. 2007
<i>Pinus taeda (shade shoots)</i>	1.1		Therezien et al. 2007
<i>Pinus thumbergiana</i>	1.3		Therezien et al. 2007
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	1.65	0.15	Chen et al. 2006
<i>Tsuga canadensis</i>	0.9		Therezien et al. 2007

En España se están utilizando los siguientes valores γ para las diferentes especies:

P.sylvestris: 1,70
 Q. ilex: 1,00
 P.pinea: 1,52
 Q. suber: 1,00
 P. nigra: 1,52
 P. halepensis: 1,52
 Q.petraea: 1,00
 P.pinaster: 1,39
 F.sylvatica: 1,00

Anexo III – Estructura de los archivos, descripción de campo y códigos empleados

Existen cuatro archivos que contienen datos referentes a las características generales y mediciones del área foliar, fotos etc., todo siempre conforme el enlace <https://icp-forests.org/documentation/Surveys/LA/index.html>

PLA: Información de la parcela

- Código de país El código identificador de España en el 11
- Código de la Parcela: El código de cada parcela está formado por un número y la abreviatura de la especie que caracteriza la parcela Qi (*Quercus ilex*), Ppa (*Pinus pinea*), Ps (*Pinus sylvestris*), Qpy (*Quercus pyrenaica*), etc.
- Tipo de muestreo: determina si se trata de una medición de verano (LAI) (01) o invierno (02) (SAI)
- Latitud y Longitud: Se anotarán seis dígitos completos las coordenadas geográficas de latitud y longitud correspondientes al centro de la parcela de observación, medidos con GPS o restituidas en plano (foto aérea de gran detalle). Ejemplo:

	+/-	Grados		Minutos		Segundos	
Latitud	+	5	0	2	0	2	7
Longitud	-	0	1	1	5	3	2

La primera casilla se usa para indicar el signo + ó – de la coordenada.

- Altitud: Ver Parte I, Archivo PLT
- Pendiente (grado)
- Grado de exposición: 360 grados (Norte = 0)
- Fecha de la medición LAI: En formato DDMMYY
- Fecha de máxima foliación y PAI: Si solo se puede especificar un mes determinado, inserte el día 15 del mes (por ejemplo, 150712 indica que se espera una foliación máxima en julio). Si no se puede calcular LAImax (p. Ej., debido a la falta de corrección de agrupamiento o por falta de SAI), solo envíe PAI
- Método de determinación: Digital camera – Hemisfer. Se corresponde con el código 35.

Código	Descripción
10	Determinación directa (Litterfall)
21	Analizador de dosel - Li-COR 2000/2200

Código	Descripción
22	Analizador de dosel - TRAC
23	Analizador de dosel – otro (se describirá en detalle en el campo de observaciones)
30	Cámara digital
41	Ceptómetro SunScan
51	LIDAR
61	Biomasa
99	Otro (se describirá en detalle en el campo de observaciones)

- LAI_max: LAI representativo de la parcela en la fecha de máxima foliación, es decir, punto medio de LAI_max_sobre todos los puntos o suma de LAI_max_especies sobre todas las especies. (m²/m²)
- PAI_eff: Es el índice de área de planta efectiva en la fecha de medición LAI (m²/m²) (el resultado bruto de la medición sin correcciones)
- SAI_Plot: Índice del área del tallo a partir de mediciones en la etapa sin hojas en invierno (si se usa en el cálculo LAImax), es decir la media del punto SAI en todos los puntos (m²/m²)
- Fecha de medición SAI (puede ser hasta cinco años ya que no se espera que SAI cambie tan dinámicamente como LAI).
- GAP fraction %: Fracción de hueco medida - valor representativo de la parcela
- Código de Software utilizado para la evaluación de fotografías hemisféricas:

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
10	GLA
20	Hemisfer
30	HemiView
40	WinScanopy
50	otro

- Método utilizado para derivar omega: Fotografía hemisférica o TRAC

10	hemi photos
20	trac

- alfa (fracción (0-1)): Proporción de la parte leñosa al área de planta total utilizada en el cálculo de LAImax
- gamma (fracción (0-1)): Proporción de área de acícula al brote utilizada en la corrección de agrupamiento. Igual a 1 en el caso de especies de árboles de hoja ancha
- omega_plot (fracción (0-1)): Coeficiente de agrupamiento utilizado en la corrección de agrupamiento
- Anillos: Número de anillos para el cálculo de PAleff
- Mean_element_width (cm): Ancho medio del elemento en cm utilizado para TRAC
- Observaciones

LAM – Mediciones hemisféricas

- Código del país: El código identificador de España en el 11
- Código de la parcela: Ídem anterior
- Tipo de muestreo (determina si se trata de una medición de verano (LAI) (01) o invierno (02) (SAI)
- Identificación del punto de medición: cada uno de los 16 puntos tienen asignados un código formado por cuatro dígitos, que van del 0001 al 0016.
- Campo de visión (°): Campo de visión utilizado para el análisis. puede ser inferior a 180 ° en el caso de mediciones en una pendiente
- Fecha de medición (DDMMYY)
- Hora: Hora de observación en campo (HHMMSS)
- LAI_Max_point (m²/m²): LAI de este punto en la fecha de máxima foliación
- SAI_point (m²/m²): EFS de este punto en la etapa sin hojas en invierno
- Fecha SAI (DDMMYY)
- Punto GAP fraction %: Fracción de hueco medida en cada punto
- Punto Omega: Coeficiente de agrupamiento utilizado en la corrección de agrupamiento (a nivel punto)
- Condiciones del cielo: 10 (nublado estándar, cielo homogéneo), 11 (nublado, más del 50% del cielo cubierto por nubes), 12 (claro, despejado menos del 50% del cielo cubierto por nubes)
- Condiciones de Sol: Posición del sol. Sobre el horizonte (20), debajo del horizonte (21)
- Otras observaciones

LAP – Documentación fotográfica para fotos hemisféricas

- Código del país: El código identificador de España en el 11
- Código de la parcela: Ídem anterior
- Tipo de muestreo (determina si se trata de una medición de verano (LAI) (01) o invierno (02) (SAI)
- Identificación del punto de medición: cada uno de los 16 puntos tienen asignados un código formado por cuatro dígitos, que van del 0001 al 0016.
- Fecha de medición (DDMMYY)
- Hora: (HHMMSS)
- Nombre del archivo de imagen: El nombre del archivo de imagen a cargar debe seguir la codificación a continuación.

LA - XXPPPPNNNNDDDDDDTTTTTTSS.jpg

- **X:** código de país de 2 dígitos
 - **P:** código de parcela de 3 a 4 dígitos
 - **N:** número de punto de medición
 - **D:** fecha de producción de la imagen (DDMMYY)
 - **T:** tiempo de producción de imagen (HHMMSS)
 - **S:** número de secuencia (01, 02, 03...) Para indicar qué foto en un tiempo respectivo.
- Tipo de cámara: Marca y modelo de cámara
 - Tipo de lentes: Marca y modelo de lente
 - Exposición: configuración de la exposición
 - Apertura: Ajuste de apertura utilizado
 - Observaciones