

**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 períodos 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-ambient-air>). 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



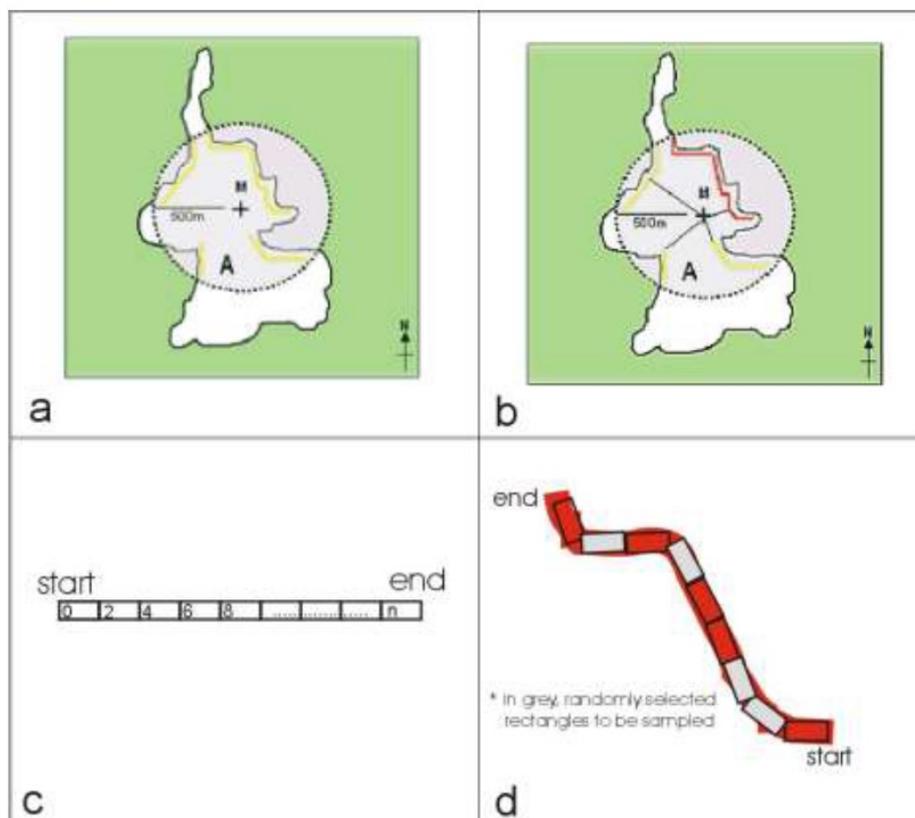
Área de Inventario y Estadística Forestal (AIEF)

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.

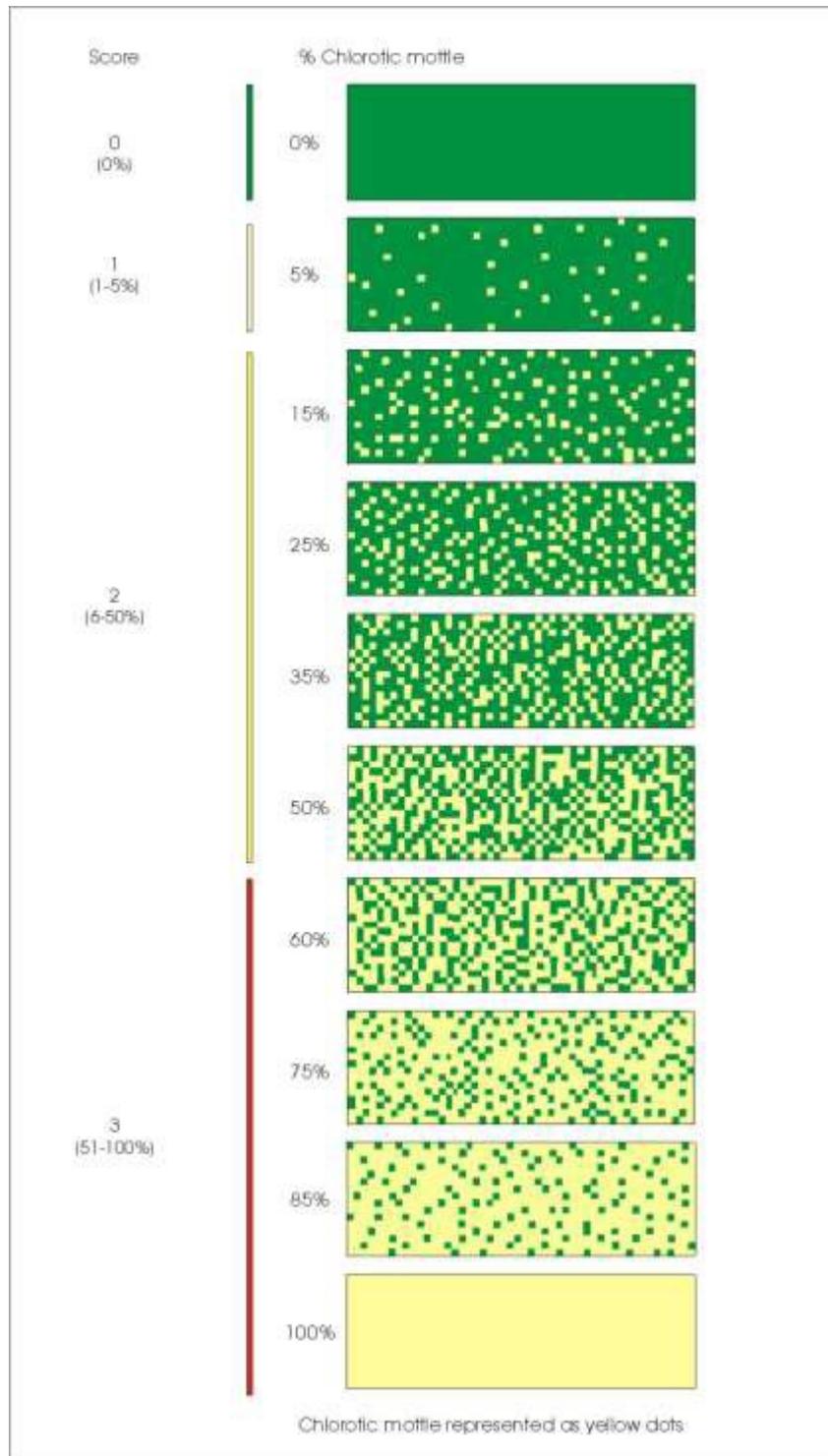
Marcaje del LESS

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 pseudo-chamaepitys</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>