

**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.

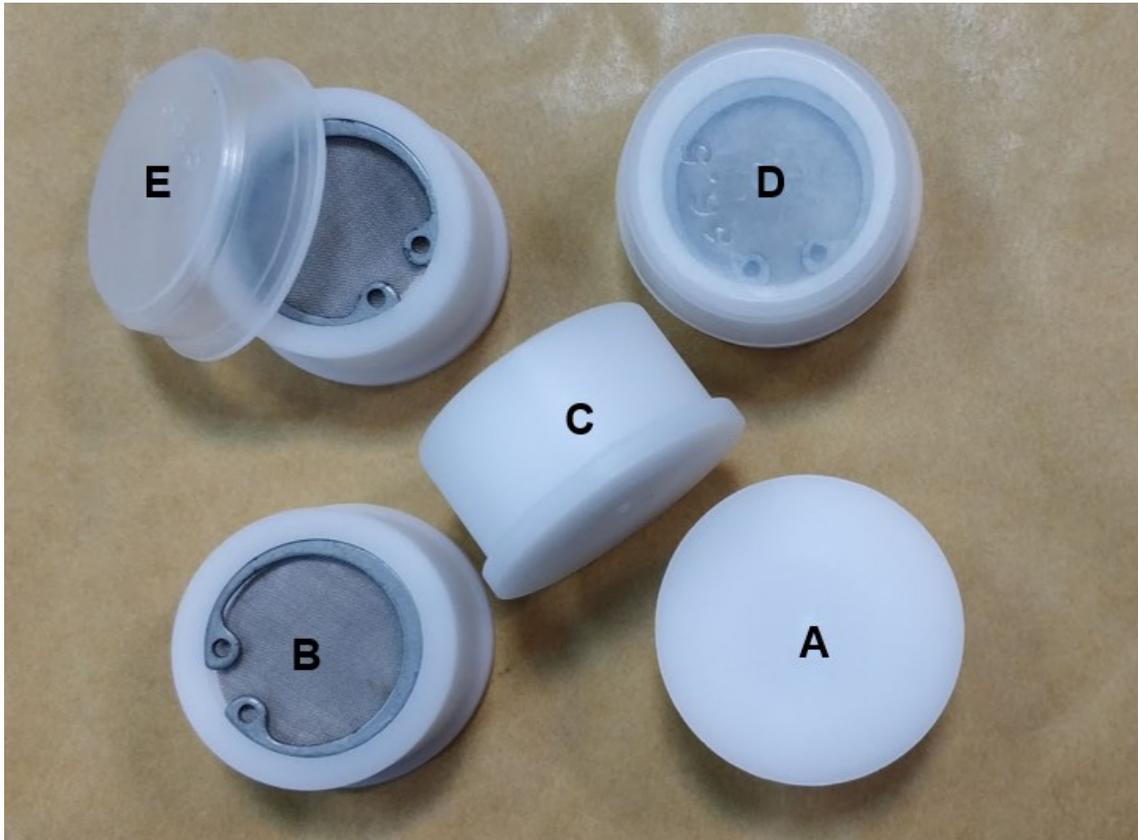


Figura 1: Dosímetro pasivo visto por la parte superior (A), inferior (B) y lateral (C). Los dosímetros se transportan y almacenan cerrados (D) con un tapón de plástico (E) y se exponen abiertos sin tapa (B).

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).

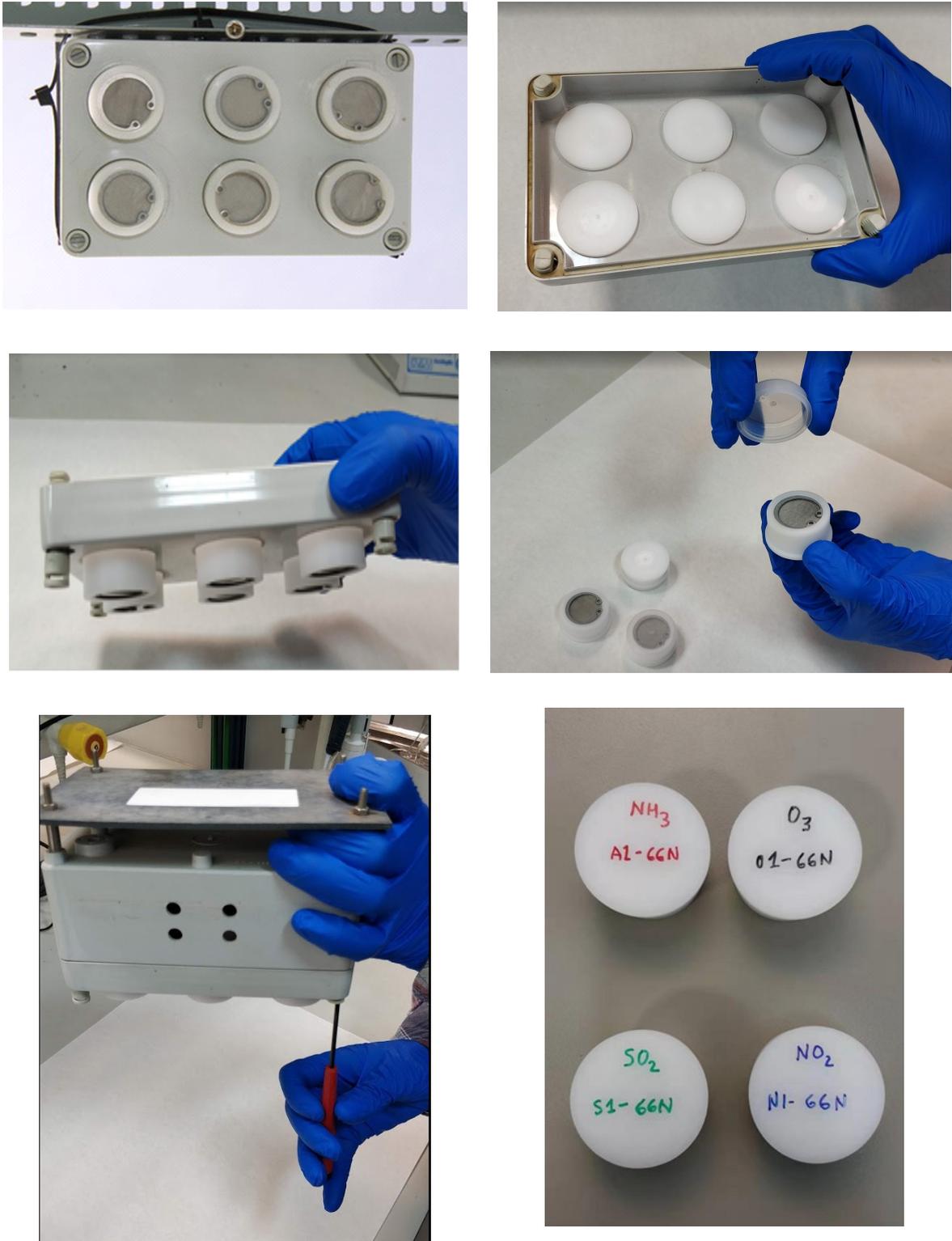


Figura 2: Soporte para dosímetros y cambio de dosímetros

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 O_3 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 O_3 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 NO_2 , SO_2 y NH_3):

Dispositivo: El dispositivo para muestrear NO_2 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 NO_2 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 NO_2 , SO_2 y NH_3):

Dispositivo: El dispositivo para muestrear SO_2 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, $P = 1013 \text{ mbar}$, $T = 25^\circ\text{C}$)