



LEARNING TOXICOLOGY
THROUGH OPEN EDUCATIONAL
RESOURCES

CALIDAD AMBIENTAL. MONITOREO DEL AIRE

Camelia DRAGHICI, Ileana MANCIULEA

Transilvania University of Braşov

c.draghici@unitbv.ro, i.manciulea@unitbv.ro



1. INTRODUCCION

El Módulo 6, Tema 4, trata sobre "Monitoreo de la calidad ambiental". Aire, agua, suelo "y contiene las siguientes unidades:

- Unidad 1 - Monitoreo de la calidad del aire;
- Unidad 2 - Control de calidad de las aguas;
- Unidad 3 - Monitoreo de la calidad del suelo;
- Unidad 4 - Agencia Europea del Medio Ambiente.

Este tema presenta los siguientes temas:

- Muestreo y pretratamiento de muestras, requisitos específicos para muestras de aire, aguas y suelos
- Métodos analíticos estándar disponibles para mediciones de contaminantes en muestras de aire, aguas y suelos
- Informando los resultados obtenidos del monitoreo de aire, agua y suelo
- Regulaciones de la Unión Europea relativas a la evaluación de la calidad del aire, el agua y el suelo
- Instituciones europeas involucradas en el monitoreo ambiental

Al final de las cuatro unidades, los estudiantes podrán:

- utilizar la regulación disponible sobre los indicadores de calidad de aire, aguas y suelos
- describir cómo se pueden determinar los compuestos tóxicos presentes en muestras de aire, agua y suelo
- utilizar la información de los estándares europeos disponibles para muestreo y métodos analíticos para la determinación de los parámetros de calidad ambiental
- presentar las instituciones europeas involucradas en el monitoreo ambiental
- seleccionar la información adecuada sobre la calidad ambiental y comentar los resultados relevantes de monitoreo ambiental disponibles en los sitios web de las instituciones europeas

La primera unidad, U1, "Calidad ambiental. Monitoreo del aire" presentará:

- Muestreo y pretratamiento de muestras, requisitos específicos para muestras de aire ambiental/atmosférico;
- Métodos analíticos estándar disponibles para la determinación de contaminantes presentes en el aire atmosférico;
- Regulaciones de la UE sobre la evaluación de la calidad del aire ambiental.

Como resultados de aprendizaje, proponemos que, al final de la Unidad 1, los estudiantes puedan:

- describir cómo se pueden determinar los compuestos tóxicos presentes en el aire atmosférico;
- utilizar la regulación disponible que contiene los límites de concentración aceptados sobre los contaminantes en el aire atmosférico.

2. MUESTREO DEL AIRE

Para este curso/unidad, serán de interés los siguientes tipos de muestras de aire atmosférico, a nivel de inmisiones:

- aire con componentes gaseosos, incluida el material particulado (PM);
- gotas de lluvia, nubes, aerosoles o humo.

Las emisiones gaseosas no son el tema de esta unidad.

El aire es una matriz compleja, con variaciones de composición y heterogeneidad en el mismo lugar. La concentración de contaminantes atmosféricos puede diferir con los cambios en las condiciones meteorológicas, como el viento, la temperatura, la presión, la precipitación y la humedad. Por lo tanto, es importante asegurarse de que la muestra de aire recolectada sea representativa.

Por otro lado, la cantidad de muestra de aire depende de:

- la concentración mínima de contaminantes que se puede detectar/sensibilidad del método analítico
- el tamaño de la muestra puede determinarse mediante ensayos; por ejemplo, se pueden requerir 10 m³ de aire para determinar las concentraciones de contaminantes.

Los instrumentos y dispositivos disponibles para muestrear el aire atmosférico pueden ser de dos categorías, dependiendo del modo de medición:

a. las estaciones automáticas de monitoreo de aire están equipadas con dispositivos de recolección de aire continuo, instrumentos de lectura directa que proporcionan datos en tiempo real sobre el nivel de contaminación;

b. para las muestras que se analizarán en el laboratorio, los instrumentos son contenedores especiales (de vidrio, teflón, acero), bombas y filtros (para la recolección de partículas en suspensión) y sorbentes depositados en tubos, columnas, filtros o cartuchos.

La instalación utilizada para el *muestreo pasivo* está equipada con un absorbente (Figura 1.). La duración del muestreo varía entre varias semanas a varios meses.

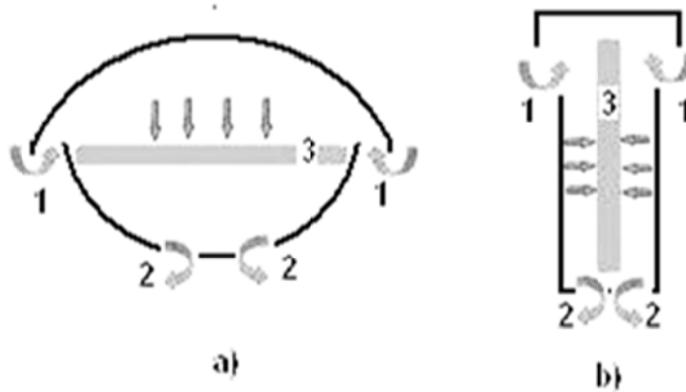


Figura 1. Muestreo de aire pasivo: a) sistema planar; b) sistema axial; 1 - entrada de aire; 2 - salida de aire; 3 - material de sorción.

Para el *muestreo activo del aire*, además del material absorbente, también se utiliza una bomba de succión para la extracción de aire (Figura 2).

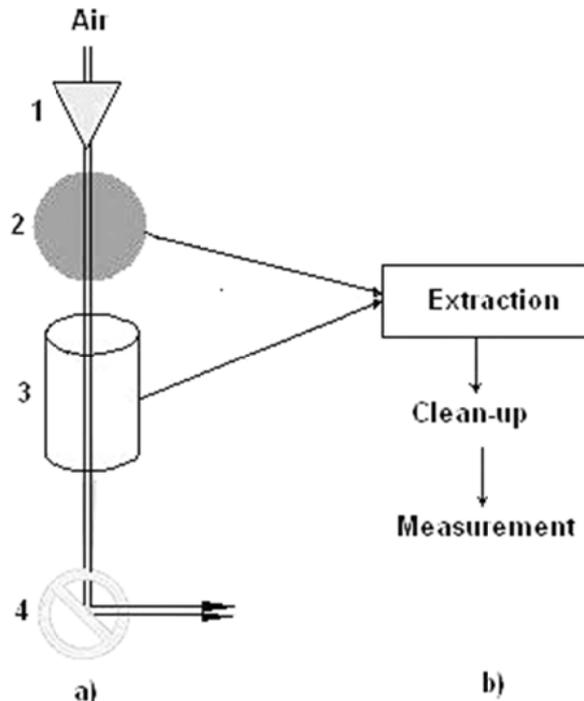


Figura 2. Muestreo de aire activo: a) muestreo: 1 - entrada de muestra; 2 - filtro; 3 - material de sorción; 4 - bomba de aspiración; b) preparación y medidas de la muestra.

En ambos casos, los materiales sorbentes se transfieren al laboratorio para la preparación y medición de muestras.

La recolección de muestras de aire se basa en procesos físicos o químicos. Los procesos físicos involucrados en el muestreo pueden diferir, dependiendo del tipo de compuestos de interés, como:

- Compuestos gaseosos y no volátiles se recolectan en base a: absorción/adsorción; la absorción es seguida por desorción, con solventes o térmicos.
- Los compuestos volátiles se absorben por condensación en los sistemas de enfriamiento.

Los procesos basados en químicos están utilizando sustratos tratados con diferentes reactivos químicos, o están basados en la derivatización. Esto consiste en la transformación química de contaminantes de interés en compuestos con nuevas propiedades, más adecuados para los sistemas de detección. La etapa de transformación química es seguida por procesos físicos, para llevar las muestras a una forma medible/cuantificable.

3. PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AIRE EVALUADOS EN ESTACIONES DE MONITOREO

Para la evaluación de la calidad del aire, que se realiza en las estaciones de control, los siguientes son parámetros de calidad del aire, como la Directiva 2008/50/CE de la UE sobre la evaluación de la calidad del aire ambiente, modificada con la Directiva 2015/1480:

- SO₂, CO, O₃
- Pb
- Benceno
- NO_x (NO, NO₂) como suma de la relación de mezcla de volumen de NO y NO₂ expresada en unidades de concentración de masa de NO₂ (µg/m³);
- PM₁₀ - material particulado que pasa a través de una entrada de tamaño selectivo, con un corte de eficiencia del 50% a un diámetro aerodinámico de 10 µm
- PM_{2.5} - material particulado que pasa a través de una entrada de tamaño selectivo, con un corte de eficiencia del 50% a un diámetro aerodinámico de 2.5 µm.

Según la Directiva 2008/50/CE de la UE (modificada con la Directiva 2015/1480), los parámetros de control de la calidad del aire tienen umbrales de

evaluación diferentes, con valores límite superior e inferior. La Tabla 1 presenta los requisitos para la evaluación específica de cada indicador de calidad del aire, sin los valores umbral aceptados.

Por ejemplo, los óxidos de nitrógeno se evalúan como promedios por hora y anuales, mientras que varios metales pesados adsorbidos, el material particulado y benceno se evalúan solo como promedios anuales.

Tabla 1. Indicadores de calidad del aire y los requisitos de evaluación.

Indicador de calidad del aire	Requisitos de evaluación	
SO ₂	protección de la salud	
NO _x (NO, NO ₂)	valor límite por hora para la protección de la salud humana	valor límite anual para la protección de la salud humana
PM _{2.5} y PM ₁₀	promedio de 24 horas PM ₁₀	promedio anual
Pb (Cd, As y Ni, en PM ₁₀)		promedio anual
Benceno		promedio anual
CO	promedio de ocho horas	

La Tabla 2 presenta los métodos estándar para determinar los parámetros de calidad en las estaciones de monitoreo de aire, también de acuerdo con la Directiva UE arriba mencionada.

Tabla 2. Métodos estándar de contaminantes atmosféricos, de acuerdo con la Directiva UE 2008/50/CE (modificada con la Directiva 2015/1480).

Indicador de calidad del aire	Estándares*	Método analítico
SO ₂	EN 14212:2012	Fluorescencia UV
NO _x (NO, NO ₂)	EN 14211:2012	Quimioluminiscencia
PM _{2.5} y PM ₁₀	EN 12341:2014	Gravimetría
Pb (Cd, As y Ni, en PM ₁₀)	EN 14902: 2005	Espectrometría de adsorción atómica (AAS)
Benceno	EN 14662-3:2005	Cromatografía de gases
CO	EN 14626:2012	Espectroscopia IR
O ₃	EN 14625:2012	Fotometría UV

* EN – Normas europeas

Los estándares son normas europeas y se basan en diferentes métodos analíticos. Por ejemplo, PM₁₀ y PM_{2.5} se determinan gravimétricamente,

metales pesados por espectrometría de absorción atómica y benceno por cromatografía de gases.

Además de los indicadores de calidad del aire muestreados en las estaciones de monitoreo, también se pueden determinar otros compuestos de interés para la calidad del aire, especialmente para el monitoreo basado en la investigación.

Por lo tanto, se pueden determinar diferentes especies de origen inorgánico u orgánico, con un peso molecular pequeño o mediano presente en el aire atmosférico, tales como:

- gases inorgánicos: NO_x, SO₂, SO₃, CO₂, CO, O₃;
- compuestos orgánicos volátiles (COVs) o inorgánicos;
- compuestos orgánicos no volátiles adsorbidos en partículas sólidas, como contaminantes orgánicos persistentes (COPs);
- compuestos solubles en el agua atmosférica, como aniones inorgánicos (NO₃⁻, NO₂⁻, S²⁻, Cl⁻), aniones orgánicos (formiato, acetato) y cationes metálicos.

Además de los métodos analíticos estándar, usados de acuerdo con las regulaciones para ciertos parámetros de calidad del aire, otros métodos analíticos no estándar para cualquier contaminante de interés también están disponibles y aceptados en la práctica del laboratorio. Ambas categorías de métodos analíticos están sujetas a la validación y acreditación de laboratorio, de acuerdo con la ISO/IEC 17025: 2005, con la revisión reciente, ISO/IEC 17025: 2017.

REFERENCIAS

1. Chunlong C.Z., Fundamentals of Environmental Sampling and Analysis, John Wiley & Sons, Hoboken NJ, USA, 2007.
2. Colbeck, I., Draghici, C., Perniu, D., (Eds), Environmental Pollution and Monitoring, in EnvEdu series, ISSN 1584-0506, ISBN 973-27-1169-8, Romanian Academy Press, Bucharest, 2003.
3. Patnaik P., Handbook of Environmental Analysis, 2nd Edition, CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton FL, USA, 2010.
4. <https://www.en-standard.eu/search/?q=air%20quality>
5. <https://www.eurachem.org/index.php/news/newsarts/230-nws-iso17025-2017>
6. <https://www.youtube.com/watch?v=dH1Kf7qtrBw>



**VNiVERSIDAD
DSALAMANCA**

CAMPUS OF INTERNATIONAL EXCELLENCE



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



South-Eastern Finland
University of Applied Sciences

U. PORTO



**Universitatea
TRANSILVANIA
din Braşov**



**UNIVERZITA
KARLOVA**



ИКИТ

<https://toxoeer.com>

Project coordinator: Ana I. Morales
Headquarters office in Salamanca.
Dept. Building, Campus Miguel de Unamuno, 37007.
Contact Phone: +34 663 056 665