



LEARNING TOXICOLOGY
THROUGH OPEN EDUCATIONAL
RESOURCES

CALIDAD AMBIENTAL. MONITOREO DE SUELOS

Camelia DRAGHICI, Ileana MANCIULEA

Transilvania University of Braşov

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



Erasmus+

This work is licensed under a Creative
commons attribution – non commercial 4.0
international license



1. INTRODUCCION

La siguiente presentación es parte del Módulo 6, Tema 4, como información adicional relacionada con la Unidad 3.

Esta unidad/cursó presentará:

- requisitos específicos de muestreo y pretratamiento de muestra para muestras de suelo;
- estándares para muestreo y métodos analíticos disponibles para la determinación de los contaminantes presentes en los suelos.

Al final del curso, los estudiantes podrán:

- describir cómo se pueden determinar los parámetros de calidad/contaminantes presentes en los suelos;
- utilizar la información de los estándares europeos disponibles para muestreo y métodos analíticos para la determinación de parámetros de calidad del suelo.

2. TOMA DE MUESTRAS DE SUELOS

Muestras de interés y representatividad de muestras de suelos

Las siguientes muestras son de interés para el monitoreo de la calidad del suelo: suelo recolectado de diferentes profundidades y sedimentos (a veces también aguas subterráneas). De menor interés para esta unidad son: la basura, las raíces (principalmente utilizadas para estudios relacionados con la toma de contaminantes del suelo, estudios de remediación), los lodos de aguas residuales y los materiales de residuos sólidos depositados en los suelos.

La representatividad de las muestras de suelo debe tenerse en cuenta. La composición del suelo difiere con la profundidad y las variaciones meteorológicas.

Cantidad de Muestra de Suelos

La cantidad de suelo que se recogerá depende del tipo de muestra y de las determinaciones que se llevarán a cabo. Por lo tanto, para una caracterización completa de las propiedades del suelo (tamaño de partícula, textura, composición química) se necesitan entre 200 y 400 g de suelo. Para el análisis de contaminantes del suelo, se requieren 5-100 g de suelo seco. Para el análisis de sedimentos, la cantidad de muestreo se correlaciona con las aguas una, siendo menor que la cantidad de agua.



Herramientas de muestreo de suelos

Para el muestreo del suelo, se utilizan diferentes herramientas, como: cuchillos, cucharas y paletas, sinfines (Figura 1), muestreadores de tubo y dragas, que se utilizan para el muestreo de sedimentos.

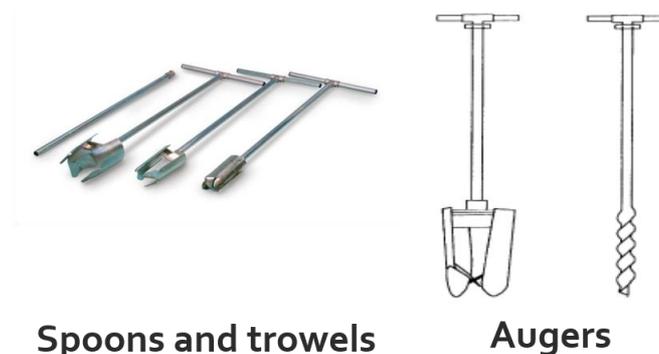


Figura 1. Herramientas utilizadas para el muestreo de suelos:

Estas herramientas se utilizan para eliminar en primer lugar la basura y otros objetos sin interés (cuando corresponda) que la recolección de suelo desde diferentes profundidades. El muestreo del suelo debe mantenerse bajo ciertas precauciones:

1. **No se deben utilizar instrumentos metálicos** (cuchillos, cucharas, paletas, sinfines) cuando se recoge el suelo para el análisis de metales;
2. **Evitar introducir aire** en la muestra de suelo: el aire puede contribuir a la oxidación de algunos compuestos del suelo.

Estándares europeos, de la serie ISO, para muestreo de suelos están disponibles para muestreo de suelos, presentados en la Tabla 1.

Tabla 1. Normas europeas para muestreo de suelos (selección).

Norma ISO	Tema referencia
ISO 10381-2:2002	Técnicas de muestreo
ISO/DIS 18400-104:2016	Muestreo - Parte 104: Estrategias
ISO 18400-105/2017	Embalaje, transporte, almacenamiento y conservación de muestras
ISO 18400-204/2017	Muestreo de gas del suelo

Técnicas de preparación de muestras

Las técnicas de preparación de muestras de suelo para el análisis de contaminantes ya han sido detalladas en el Módulo 6, Tema 3, Unidad 2.1.

Para el análisis de metales pesados, las técnicas de pretratamiento más comúnmente utilizadas son la mineralización y la disolución química (digestión). La Tabla 2 presenta varios estándares europeos, de la serie ISO, de preparación de muestras por disolución/digestión, predominantemente en medios ácidos.

Tabla 2. Normas europeas para el pretratamiento de muestras de suelo para el análisis de metales pesados (selección).

Norma ISO	Tema referencia
ISO 11466/1999	Extracción de microelementos solubles en agua regia
ISO 19730/2008	Extracción de oligoelementos del suelo con solución de nitrato de amonio
ISO 16729:2013	Digestión (microondas) de fracciones solubles de ácido nítrico
ISO 14869-1/2017	Disolución con HF y HClO ₄ (Al, Ba, Cd, Ca, Cr, Co, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Sr, V, Zn)

Para el análisis de compuestos orgánicos semivolátiles (COSVs) y no volátiles (CONVs), las técnicas de pretratamiento se basan en técnicas de extracción:

1. extracción de Soxhlet (automatizada);
2. extracciones con solventes;
3. extracción asistida por microondas.

La Tabla 3 presenta varios estándares europeos, de la serie ISO, del pretratamiento de muestras utilizado para el análisis de compuestos orgánicos semivolátiles (COSVs) y no volátiles (CONVs).

Tabla 3. Normas europeas para el pretratamiento de muestras de suelo para el análisis de compuestos orgánicos (selección).

Norma ISO	Tema referencia
ISO 14507:2003	Pretratamiento de muestras para la determinación de contaminantes orgánicos
ISO 11464/2006	Pretratamiento de muestras de suelo para análisis

fisicoquímicos

3. DETERMINACIÓN DE CONTAMINANTES DE SUELOS

Para la presentación de los parámetros de calidad del suelo se agruparon en dos categorías, de origen inorgánico u orgánico.

Los indicadores inorgánicos de la calidad del suelo son de interés:

- aniones inorgánicos (sulfato, cianuros, sulfuro, perclorato);
- cationes inorgánicos (Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Mn, Ni, Zn);
- otros oligoelementos solubles en aqua regia o ácido nítrico;
- compuestos de la categoría de nutrientes: fósforo, nitrógeno nítrico, nitrógeno amoniacal y nitrógeno soluble total.

Los contaminantes orgánicos presentes en los suelos y de interés para el monitoreo del suelo son:

- compuestos orgánicos volátiles (COVs) tales como éteres, hidrocarburos halogenados, hidrocarburos aromáticos, fenoles y clorofenoles;
- pesticidas;
- sulfonatos de alquilbenceno lineales (LAS);
- hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs);
- bifenilos policlorados (PCBs);
- dioxinas y furanos.

Una selección de métodos estándar europeos, de la serie ISO, disponible para la determinación de los compuestos inorgánicos antes mencionados se da en la Tabla 4. Estos estándares se basan en métodos gravimétricos, titrimétricos, espectrométricos, electroquímicos y cromatográficos.

Tabla 4. Métodos estándar europeos para el análisis de compuestos inorgánicos del suelo (selección).

Indicador de calidad del suelo	Norma	Método analítico
fósforo	ISO 11263/1994	espectrometría
carbonato	ISO 10693/1995	titrimétrico
sulfato soluble en agua y soluble en ácido	ISO 11048/1995	gravimétrico
nitrógeno total	ISO 11261/1995	titrimétrico

conductividad eléctrica	ISO 11265+A1/1998	electroquímicamente
materia seca y contenido de agua	ISO 11465/1998	gravimétrico
Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Mn, Ni, Zn (extracto en aqua regia)	ISO 11047/1999	espectrometría de absorción atómica
azufre total	ISO 15178/2000	combustión seca
nitrógeno nítrico, nitrógeno amoniacal, nitrógeno soluble total	ISO 14255/2005	análisis de flujo segmentado
elementos traza	ISO 22036/2008	plasma de acoplamiento inductivo - espectrometría de emisión atómica
cianuros totales	ISO 11262/2011	titrimétrico
oligoelementos en aqua regia y digestión con ácido nítrico	ISO/TS 17073.2013	espectrometría de absorción atómica
pH	ISO 10390/2015	electroquímicamente
perclorato	ISO/DIS 20295/2016	cromatografía de iones

Para la determinación de los compuestos orgánicos presentados previamente, como parámetros para la calidad del suelo, en la Tabla 5 se ofrece una selección de los métodos europeos de la serie ISO. Su determinación se basa, en particular, en métodos espectrométricos, cromatografía de gases y cromatografía líquida.

Tabla 5. Métodos estándar europeos para el análisis de compuestos orgánicos del suelo (selección).

Indicador de calidad del suelo	Norma	Método analítico
carbono orgánico total (COT)	ISO 14235/2000	espectrofotometría
pesticidas organoclorados y bifenilos policlorados (PCBs)	ISO 10382/2002	cromatografía de gases (GC)
herbicidas	ISO 11264/2005	cromatografía líquida de alta resolución (HPLC)
clorofenoles seleccionados	ISO 14154/2005	cromatografía de gases (GC)
hidrocarburos aromáticos	ISO 18287:2006	cromatografía de gases -

policíclicos (PAHs)		espectrometría de masas (GC-MS)
compuestos organoestannicos	ISO/DIS 23161/2009	cromatografía de gases (GC)
sulfonato de alquilbenceno lineales (LAS)	ISO/TS 13896:2012	cromatografía líquida de alta resolución (HPLC)
bifenilos policlorados (PCBs)	ISO 13876:2013	cromatografía de gases - espectrometría de masas (GC-MS)
dioxinas y furanos y bifenilos policlorados similares a las dioxinas	ISO 13914:2013	cromatografía de gases - espectrometría de masas (GC-MS)
hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs)	ISO 13859:2014	cromatografía de gases (GC) y cromatografía líquida de alta resolución (HPLC)
fenoles y clorofenoles seleccionados	ISO/TS 17182/2014	cromatografía de gases - espectrometría de masas (GC-MS)
hidrocarburos aromáticos volátiles e hidrocarburos halogenados, naftaleno	ISO 15009:2016	cromatografía de gases (GC)
hidrocarburos aromáticos volátiles e hidrocarburos halogenados, éteres	ISO 22155/2016	cromatografía de gases (GC)

Todos estos métodos estándar están sujetos a revisión periódica, proporcionando a los analistas las ediciones más recientes.

Además de los indicadores de suelo antes mencionados, otros contaminantes podrían ser de interés para la calidad del suelo, especialmente para el monitoreo basado en la investigación. También son de origen inorgánico u orgánico, sustancias disueltas o insolubles en la solución del suelo, con pesos moleculares bajos o altos, como los componentes de los ácidos húmicos y flúvicos.

Similar a los análisis de aire y agua realizados en laboratorios, además de los métodos analíticos estándar, utilizados de acuerdo con las regulaciones para ciertos parámetros de calidad del suelo, otros métodos analíticos no estándar para cualquier contaminante de interés también están disponibles y aceptados en la práctica de laboratorio. Ambas categorías de métodos analíticos (estándar y no estándar) están sujetas a la validación del método y la 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. www.en-standard.eu/search/?q=soil%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