



Muestreo pasivo para la vigilancia de PFAS en el agua

Por Juan Bustamante y Fabiana Imagawa
Traducido y adaptado del EnviroMail 13 Europe



Figura 1: Imagen ilustrativa de un agua contaminada.

Los laboratorios ALS en Praga han ampliado la cartera de métodos de control de PFAS en el medio acuático mediante el análisis de muestreadores pasivos DGT.

Las sustancias perfluoroalquiladas y polifluoroalquiladas (PFAS) son sustancias químicas sintéticas con enlaces C-F fuertes. Debido a su gran estabilidad térmica, sus propiedades hidrófobas y oleófobas y su elevada actividad superficial, se utilizan ampliamente en productos industriales. Debido a su persistencia, potencial de bioacumulación y potencial de transporte a gran distancia, los PFOS, PFOA y otros PFAS están siendo objeto de seguimiento en los sistemas acuáticos para ayudar a identificar las fuentes de contaminación y evaluar las tendencias

temporales. Para estos proyectos, puede utilizarse la tecnología DGT («Diffusive Gradients in Thin Layers») porque proporciona concentraciones medias ponderadas en el tiempo fiables que son ideales para la vigilancia a escala de cuencas hidrográficas y la identificación de fuentes.

Los laboratorios ALS tienen una amplia y prolongada experiencia en el análisis de PFAS, principalmente en muestras de agua y suelo, y poseen una amplia cartera de métodos (véanse EnviroMails_Europe Nº 01, 02 y 10).

Muestreo Pasivo

El muestreo pasivo se basa en la difusión molecular no asistida de los analitos

a través de una superficie difusiva hacia un adsorbente. A diferencia del muestreo activo (por bombeo), los muestreadores pasivos no necesitan electricidad, no tienen piezas móviles y son fáciles de usar (no necesitan bomba ni calibración). Tras el muestreo, los analitos adsorbidos se desorben del adsorbente y se cuantifican mediante diversas técnicas analíticas. El dispositivo de muestreo pasivo acumula cantidades de compuestos objetivo que reflejan las concentraciones medias ponderadas en el tiempo durante el periodo de despliegue. Dependiendo del procedimiento de preparación de muestras del laboratorio, el muestreo SPOT permite analizar concentraciones totales disueltas (compuestos libres + unidos coloidalmente que pueden pasar a través del filtro) o concentraciones

totales (compuestos disueltos + coloidales + partículas). Contrariamente al muestreo puntual, el muestreo PASIVO permite medir únicamente la concentración de compuestos libremente disueltos.

Muestreadores DGT

Los muestreadores DGT constan de tres componentes principales: una capa de hidrogel, una capa de gel difusivo y una membrana de filtro (véase la figura 2). La capa de hidrogel actúa como fase de unión de los analitos objetivo, mientras que la capa de gel difusivo facilita la difusión controlada de los analitos hacia la capa de unión. A continuación, los analitos quedan inmovilizados en el hidrogel, lo que permite su conservación durante la recuperación de la muestra.

Muestreo y análisis de muestras

Los muestreadores DGT son adecuados para todo tipo de matrices acuáticas (agua dulce, agua de mar o aguas residuales).

Los tomamuestras DGT se despliegan en aguas corrientes o en movimiento unidos a un dispositivo de despliegue mediante un sedal. Tras retirarlos del entorno de despliegue y enjuagarlos con agua ultrapura, los muestreadores DGT se transportan al laboratorio en bolsas de plástico con humedad controlada. En el laboratorio, los muestreadores expuestos se sacan de las bolsas, se desmontan y el gel aglutinante se separa de las demás partes. La capa aglutinante se extrae 24 horas completamente sumergida en metanol que contiene 0,5% de NH₄OH. El extracto se concentra con nitrógeno, se filtra y se analiza mediante UHPLC-MS/MS (cromatografía líquida de ultra alta resolución acoplada

a espectrometría de masas en tándem). La identificación y cuantificación de los PFAS objetivo se basa en un método de calibración con patrón interno. El método está validado e incluye 14 compuestos de PFAS cuyos coeficientes de difusión (D) están especificados por el fabricante (cuadro 2).

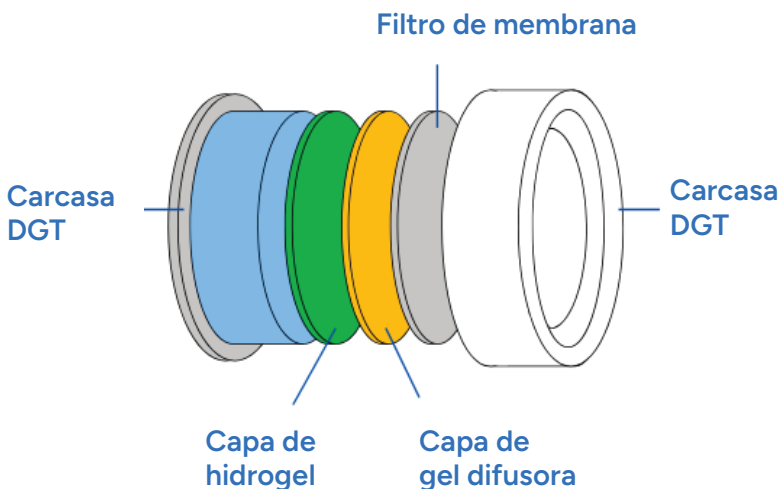


Figura 2: Esquema del muestreador DGT.

SOLUCIONES TÉCNICAS

MUESTRO PASIVO

- Difusión/Permeación
- Conc. ponderada en tiempo.
- Compuestos libremente disueltos
- Muestreo a largo plazo
- Biomonitorización

MUESTRO ACTIVO/PUNTUAL

- Concentración puntual
- Compuestos libremente disueltos (incl. partículas)
- Muestreo a corto plazo
- Cumplimiento de regulaciones

CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO	
Tipo:	LSNW-AP
Filtro membrana:	Membrana PES (grosor: 0.14 mm)
Gel de difusión:	0,8 mm gel difusivo de agarose

Tabla 1: Parameters of DGT samplers used for PFAS

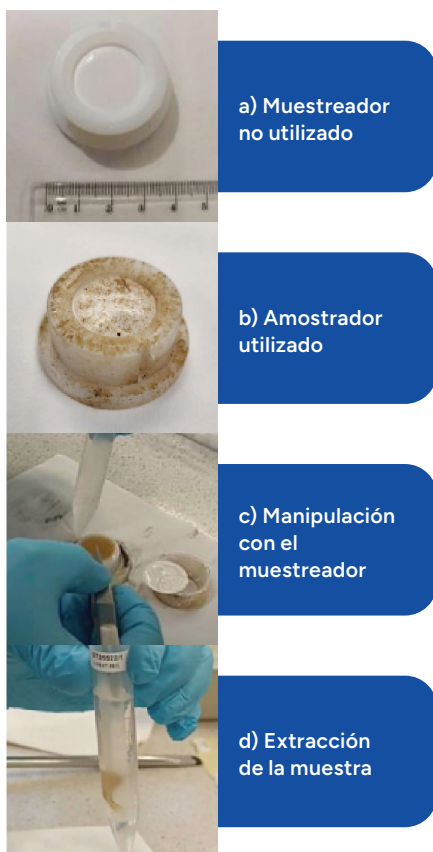


Figura 3: El muestreador LSNW-AP para la toma de muestras de agua con PFAS y su extracción en laboratorio

Analito	D (E ⁻⁶ cm ² /sec) (25 °C)	LOR (ng/L, 25 °C)*	
		7 días	21 días
6:2 FTS	4,96	2,00	0,66
HFPO-DA	5	0,99	0,33
PFBA	6,46	1,53	0,51
PFBS	6,22	0,80	0,26
PFDA	3,46	4,29	1,43
PFHpA	5,87	0,89	0,89
PFHpS	5,62	0,93	0,31
PFHxA	5,33	0,93	0,31
PFHxS	5,04	1,03	0,34
PFNA	4,12	15,62	5,21
PFOA	4,75	10,42	3,47
PFOS	4,55	1,15	0,38
PFPeA	6,06	0,82	0,27
PFPeS	5,87	0,89	0,30

Tabla 2: La lista de analitos objetivo de PFAS, coeficientes de difusión (D) y límites de reporte (LOR) validados para los DGT.

Los límites de notificación dependen del tiempo de despliegue. En general, lo óptimo es un despliegue de 3 a 21 días. Es necesario registrar la temperatura del agua durante el periodo de despliegue para calcular con precisión los resultados; lo ideal es obtener la temperatura media a partir de un registro de temperatura integrado (registrador de datos).

Conclusiones

El muestreo pasivo, en particular con muestreadores DGT, proporciona un enfoque valioso para comprender la dinámica de la calidad del agua a lo largo del tiempo. Al superar muchas de las limitaciones del muestreo puntual convencional, los muestreadores

DGT contribuyen a una evaluación más completa y precisa de la calidad del agua, apoyando las decisiones de gestión medioambiental sostenible. La investigación continua y la integración de los métodos de muestreo pasivo en los programas de vigilancia desempeñarán sin duda un papel vital en la protección de los ecosistemas acuáticos.



Literatura citada

1. EnviroMail 1 Europe - PFAS Testing In Waters: The Scope of Analyses and Current State of Legislation - May 2023
2. EnviroMail 2 Europe - Sampling Recommendations For PFAS to Maximize Data Quality - May 2023
3. EnviroMail 10 Europe - Forever PFAS Chemicals In Soils - Nov 2023
4. <https://www.dgtresearch.com/organic-analytes>
5. Development and Applications of Novel DGT Passive Samplers for Measuring 12 Per- and Polyfluoroalkyl Substances in Natural Waters and Wastewaters; Zhou Fang, et al.; Environmental Science & Technology 2021 55 (14), 9548-9556.
6. Passive Sampling in Regulatory Chemical Monitoring of Nonpolar Organic Compounds in the Aquatic Environment; Kees Booij, et al.; Environmental Science & Technology 2016, 50, 1, 3-17 (Critical Review).

Análisis ambientales ALS en Latinoamérica

ARGENTINA Buenos Aires

Casella Piñero 354, Avellaneda
+54 11 4265 2000

BRASIL São Paulo

Rua Galatéia, 1824, Carandirú
+54 11 4082 4300

CHILE Santiago

Av. Hermanos Carrera Pinto 159, Colina
+56 22 654 6106

COLÔMBIA Barranquilla

Carrera 41, Calle 73B N° 72
+57 31 7515 3270

EQUADOR Quito

De los Eucaliptos E 3-23 y Los Cipreses
+593 22 80 88 77

MÉXICO Monterrey

Loma de los Pinos 5505-D
Col. La Estanzuela Vieja
+52 81 8317 9150

PERU Lima

Avenida Guillermo Dansey 1801
Cercado de Lima
+51 488 9500

REPÚBLICA DOMINICANA Santo Domingo

Av. Isabel Aguiar corner Calle I
Zona Industrial de Herrera
Santo Domingo Oeste
+1 809 638-9447

Para obtener más información sobre estos y otros diversos parámetros analizados en nuestras unidades ambientales, comuníquese con Fabiana Imagawa - Gerente Técnica de ALS Ambiental para América Latina.

[✉ fabiana.imagawa@alsglobal.com](mailto:fabiana.imagawa@alsglobal.com)

ALS ofrece una amplia gama de servicios de pruebas especializados que cubren cada etapa del ciclo de vida de su proyecto. Visita alsglobal.com para más información sobre nuestros servicios y especialidades.

ALS right solutions. right partner. © Copyright 2025 ALS Limited. All rights reserved.

alsglobal.com