



ENCUENTRO REGIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA

Ante un mundo en cambio, hacia una Ingeniería Química responsable.

**4 al 6 de noviembre,
2025**

Contaminantes emergentes, marcos conceptuales y herramientas en el nuevo decreto de calidad de aguas

Ing. Quim., MSc. Gualberto Trelles



Ecotech
laboratorio

Soluciones ConCiencia

Programa

- MARCOS CONCEPTUALES
- GESTIÓN
- CONTAMINANTES PRIORITARIOS
- OTROS TEMAS



Fuente: SAUVÉ, Lucie. 2004.

http://www.mma.es/portal/secciones/formacion_educacion/reflexiones/2004.11sauve.pdf

Marcos Conceptuales

- 1-Enfoque ecosistémico, de calidad (usos) y salud humana
- 2-Enfoque de los límites planetarios
- 3-Conceptos asociados

1-Enfoque ecosistémico,de calidad (usos) y salud humana



- Conservación, protección, prevención del deterioro , daño, afectación de los ecosistemas acuáticos.



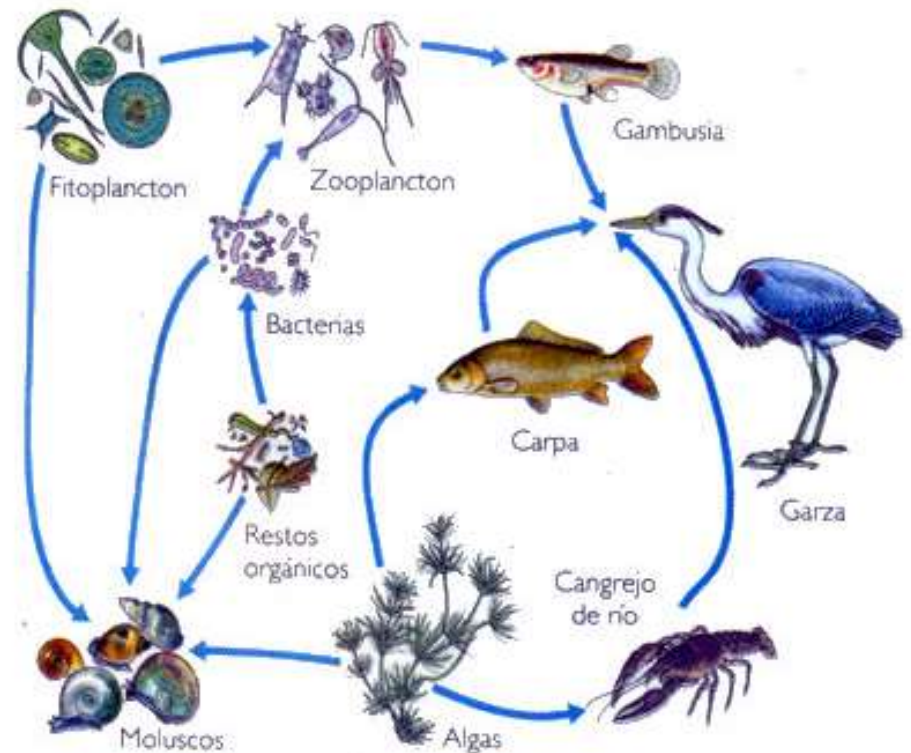
- Acceso al agua de calidad para todos los usos , protegiendo sus usos actuales.



- Protección de la Salud humana

El enfoque de protección de los ecosistemas

- Se basa en mantener la **integridad ecológica** de los cuerpos de agua, considerando sus componentes físicos, químicos y biológicos de manera integrada.
- **Prevención de impactos** antes que la remediación
- Priorización del **manejo sostenible de las cuencas** y la conservación de hábitats naturales.
- Reconoce la interdependencia entre la **calidad del agua, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos** que sostienen la vida humana y ambiental.



El enfoque del uso productivo del agua(calidad)

- La calidad del agua se define como para su **aptitud para el uso** lo que se utiliza como sinónimo de CALIDAD
- Presupone un enfoque **centrado en el lo que el ser humano** considera importante.
- El agua se incorpora al concepto de **gestión o manejo**.



ETAPAS DEL CICLO URBANO DEL AGUA



ETAPAS DEL CICLO AGRICOLA DEL AGUA







60%

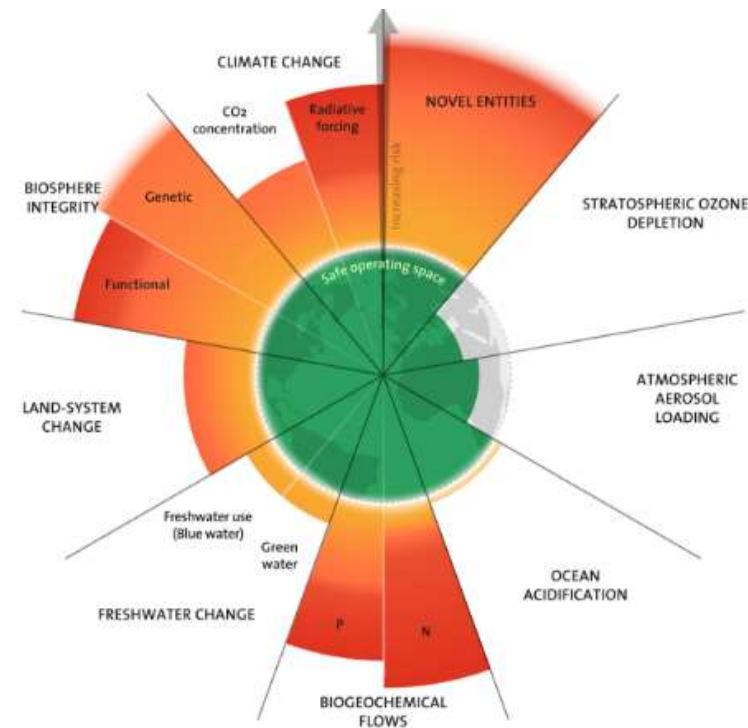
2-Enfoque de los límites planetarios

- El marco de límites planetarios delinea los **sistemas y procesos biofísicos y bioquímicos** que se sabe que regulan el estado del planeta dentro de **rangos** que son históricamente conocidos y científicamente probables para **mantener la estabilidad** del sistema Tierra y **los sistemas de soporte de vida conducentes al bienestar humano y el desarrollo social** experimentados durante el Holoceno.



Los 9 subsistemas identificados. 7 excedidos

- Cambio climático
- Integridad de la biosfera
- Presencia de entidades químicas artificiales (como plásticos y otros contaminantes)
- Capa de ozono estratosférica
- Aerosoles atmosféricos (partículas en la atmósfera)
- Acidificación de los océanos
- Ciclos biogeoquímicos (nitrógeno y fósforo)
- Uso del agua dulce
- Cambio en el uso del suelo



The 2025 update to the Planetary boundaries. Licensed under CC BY-NC-ND 3.0. Credit: "Azote for Stockholm Resilience Centre, based on analysis in Sakschewski and Caesar et al. 2025".

3-Conceptos asociados

ENFOQUE DE USO PRODUCTIVO

- Indicadores fisicoquímicos y ecotoxicológicos
- Huella de agua
- Sostenibilidad del recurso
- P en suelo (P Bray)
- Balance de nutrientes en suelo

ENFOQUE ECOLOGICO

- Cursos lénticos y lóticos
- Caudal ambiental
- Ecotoxicidad:Crónica,Aguda,Efectos subletales
- Indicadores biológicos
- Indicadores fisicoquímicos

Gestión

1-Visión de cuenca

2-Prioridades de gestión y P+L

3-Economía circular del agua

4-Evaluación de riesgo ambiental

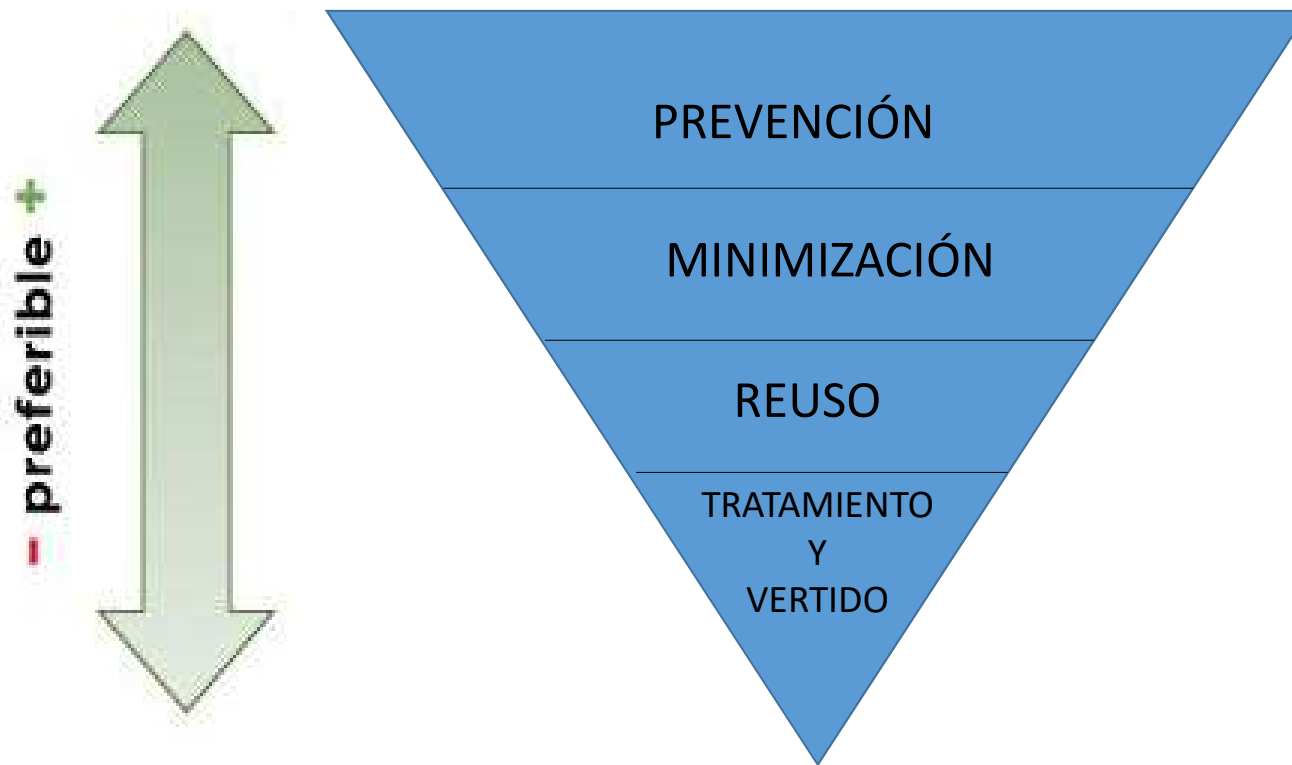
1-Visión de cuenca

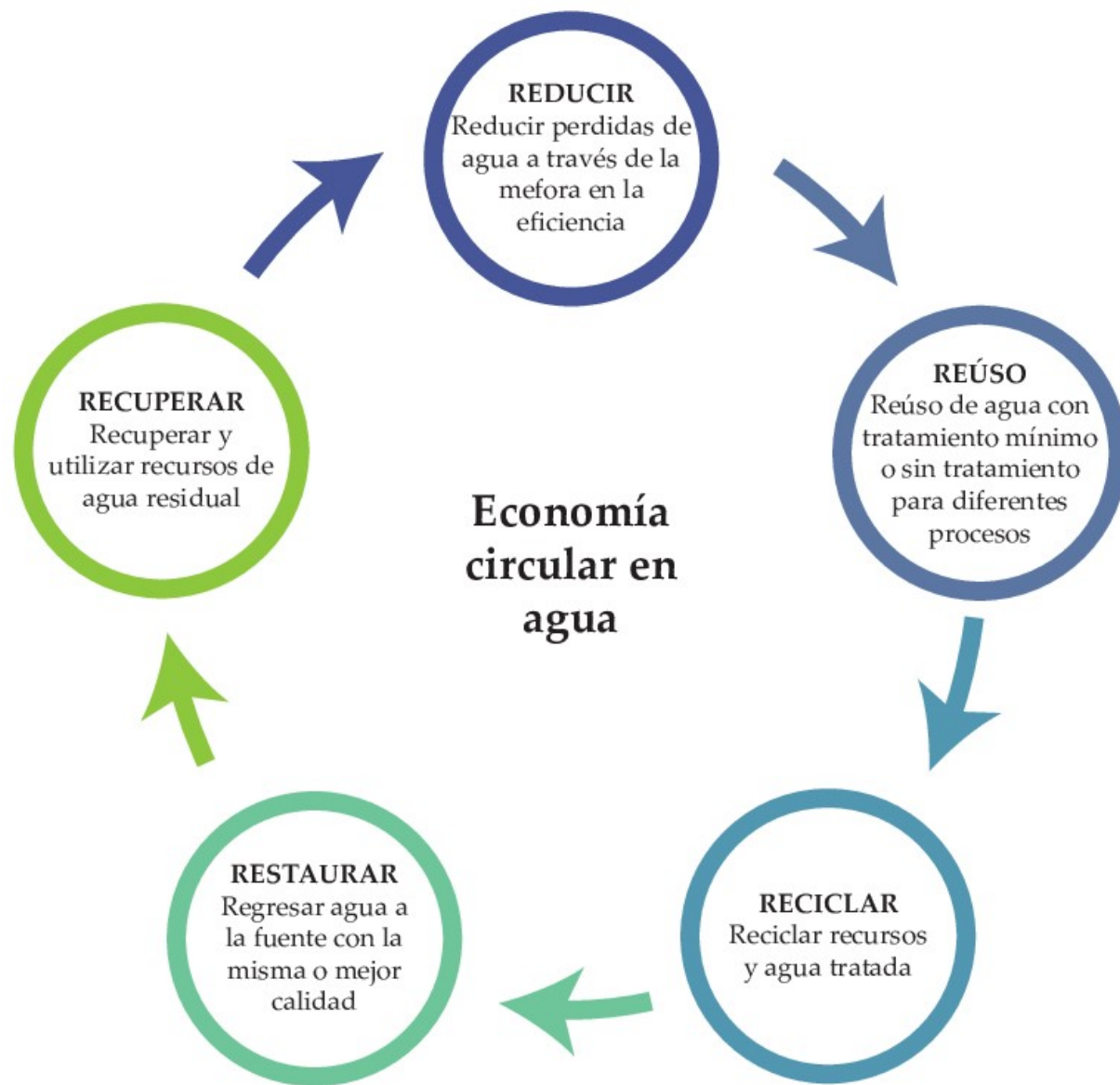
- Ley 18610 de Política Nacional de Aguas establece que la gestión del agua debe ser **democrática, participativa y basada en cuencas**, reconociendo a la comunidad como actor clave.



Cuenca :Area geográfica donde todas las aguas (pluviales, subterráneas, etc.) fluyen hacia un mismo punto de salida, como un río, lago o mar

2-Prioridades de gestión del agua en producción





Evaluación de riesgo ambiental

- Cuando corresponda, para estos contaminantes se usarán metodologías de evaluación de riesgo ambiental (C vs efectos subletales).
- Es un proceso estructurado para estimar la probabilidad de que efectos adversos ecológicos ocurran bajo exposición a sustancias químicas mediante la integración de datos de exposición y datos de efectos biológicos
- **Los efectos subletales** (alteraciones fisiológicas, bioquímicas, comportamentales, de crecimiento, reproducción, etc.) permiten detectar impactos antes de que haya mortalidad franca.
- El reto es hacer una conexión cuantitativa entre la concentración ambiental y el nivel de efecto subletal en especies representativas o centinelas



Contaminantes prioritarios

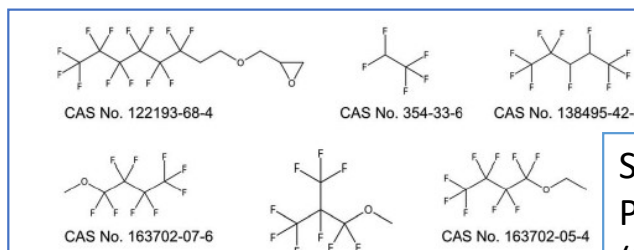
1-Clasificación

2-Contaminantes emergentes

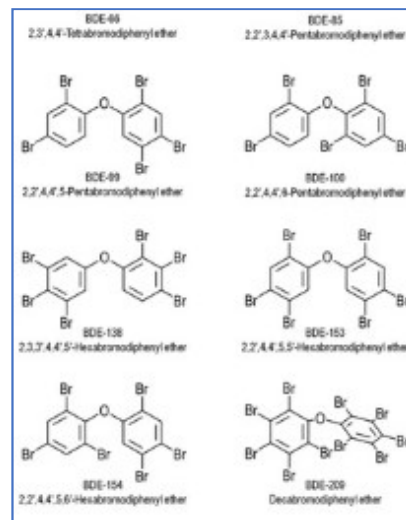
3-Ejemplos

1-Clasificación sustancias tóxicas o contaminantes prioritarios

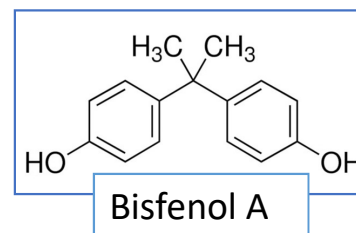
- Bencenos, etenos, etanos, metanos, fenoles clorados.
- Otros (Por ej. Acrilamida, benceno, HTP por long. de cadena, MTBE, PCB, PFAS, Tolueno, Xileno)
- PAH'S
- Plaguicidas
<https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/comunicacion/noticias/listado-plaguicidas-prioritarios-para-gestion-ambiental>
- Emergentes (Por ej. Antibióticos, Bisfenol A, Analgésicos, Psicofármacos, PBDEs (organobromados), Microplásticos)



Substancias
Perfluoroalquiladas
(PFAS)



éteres de difenilo
polibromados (PBDE)

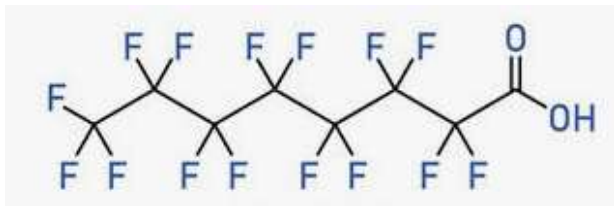


Ejemplos

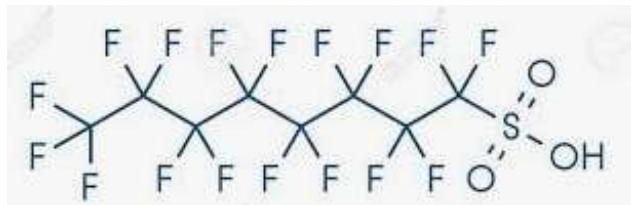
2-Contaminantes emergentes

- Sustancia (o grupo) no controlada o poco monitoreada con presencia creciente en el ambiente (o en agua de consumo/efluentes) con evidencia de efectos adversos potenciales sobre la salud humana o ecosistemas
 - “Emergente” no significa “nuevo químicamente”, sino nuevo en términos de detección, uso, conocimiento del riesgo o ausencia de regulación.
- **Peligrosidad intrínseca**
 - Toxicidad crónica a muy bajas concentraciones (ng–µg/L).
 - **Disrupción endocrina**, neurotoxicidad, carcinogenicidad, genotoxicidad.
 - Generación de **resistencia antimicrobiana** (p. ej., antibióticos).
 - 2. **Potencial de exposición/riesgo**
 - **Persistencia** (P), **bioacumulación** (B) y toxicidad (T) .
 - **Movilidad acuática** alta (PMT/vPvM: persistente–móvil–tóxico) .
 - **Ubiquidad y detección frecuente** en matrices ambientales o biota.
 - **Liberación continua y difusa** (e.g., efluentes urbanos, uso doméstico/industrial extendido).
 - **Baja remoción** en plantas de tratamiento convencionales.

PFAS(Substancias perfluoroalquiladas y polifluoroalquiladas)



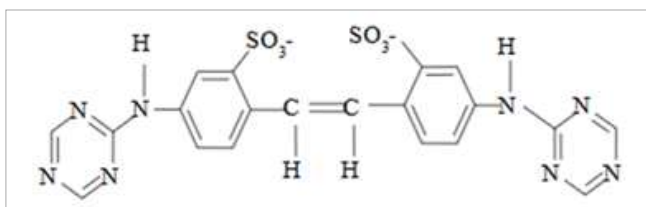
Acido perfluorooctanoico



Sulfonato de prefluorooctano

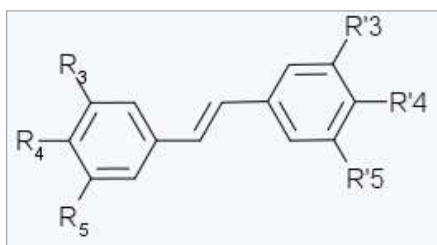
- Se ha utilizado en la polimerización de fluoropolímeros como el teflón, así como en la fabricación de utensilios de cocina antiadherentes, tejidos impermeables, papeles de horno y cajas de pizzas.
- Utilizado como repelente de agua y aceite en textiles, alfombras y papeles impermeables. también como recubrimiento de productos, industria de semiconductores, fotomáscaras y pantallas de cristal líquido y espuma contra incendios

Blanqueadores textiles



triazinilamino-estilbénicos

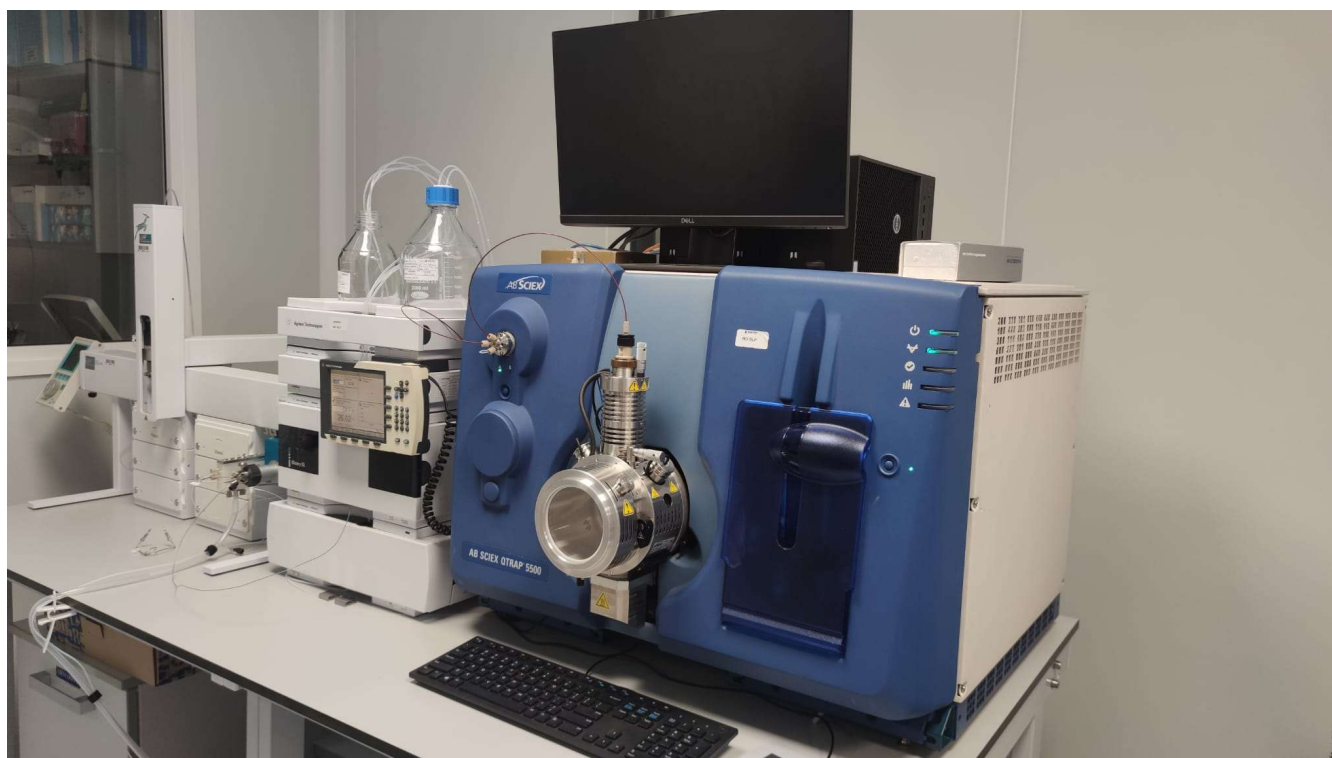
Blanqueador óptico para papel, textiles y otros.



Estilbenos

Tintas y colorantes. Blanqueadores ópticos para textiles y detergentes

Determinación analítica:LC-MS/MS



Microplásticos y nano plásticos

Son partículas compuestas total o parcialmente de polímeros sintéticos capaces de amenazar la calidad del agua y sus ecosistema y la salud humana.

- Impacto en la vida marina
- Riesgos para la salud humana
- Efectos ecológicos a largo plazo
- Interacción con contaminantes químicos

- polietileno (PE)
- polipropileno (PP)
- tereftalato de polietileno (PET)
- cloruro de polivinilo (PVC)
- nailon (PA)
- poliéster



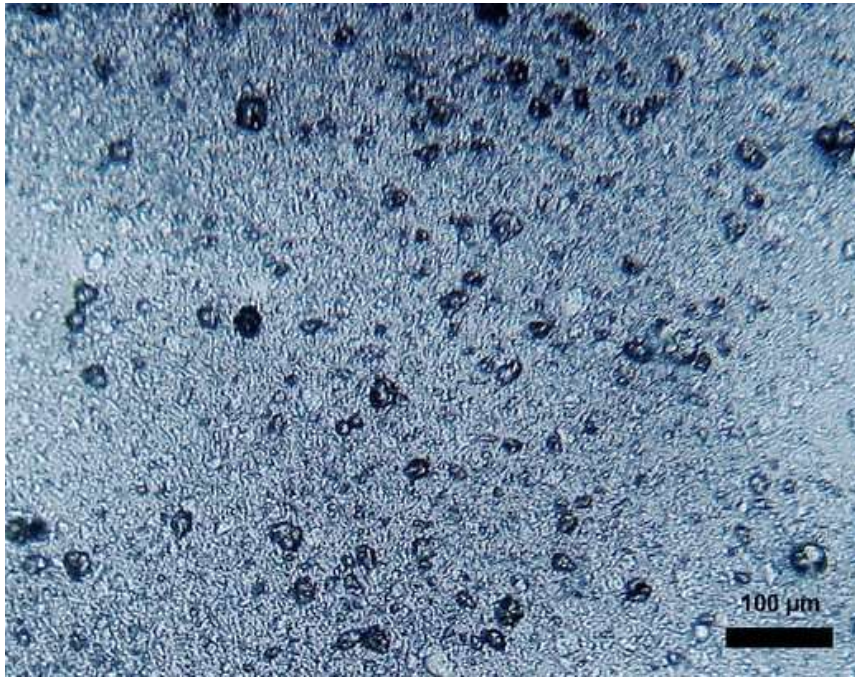
Microplásticos y nano plásticos primarios

Microperlas, pellets y microfibras principalmente

- Suelen tener tamaños inferiores a los 5mm y se fabrican con fines industriales.
- Las microfibras provienen principalmente de tejidos sintéticos, como el elastano (lycra) o el poliéster, muy presentes en nuestra ropa y son el principal microplástico primario encontrado en los océanos



Microplásticos y nanoplásticos secundarios



- Fragmentos: descomposición de productos plásticos más grandes. Son los más comunes
- Film: son plásticos normalmente de bolsas de plástico, papel film y materiales de embalaje.
- El foam es cualquier tipo de plástico con una textura espumosa (espumas expansivas de poliestireno, polietileno o PVC).

Determinación

- **Espectroscopia infrarroja** por transformada de Fourier con accesorio ATR (ATR-FTIR): permite una identificación rápida de aquellas partículas de microplástico de mayor tamaño, comparando el espectro obtenido de la muestra con librerías.
- **Desorción Térmica Directa (TD) – Cromatografía de gases (GC-MS):** esta técnica nos permite separar y analizar los compuestos procedentes de la fragmentación térmica de polímeros presentes en las muestras. Permite una identificación y cuantificación precisa de cantidades muy pequeñas de microplásticos en una variedad de matrices.

Otros temas

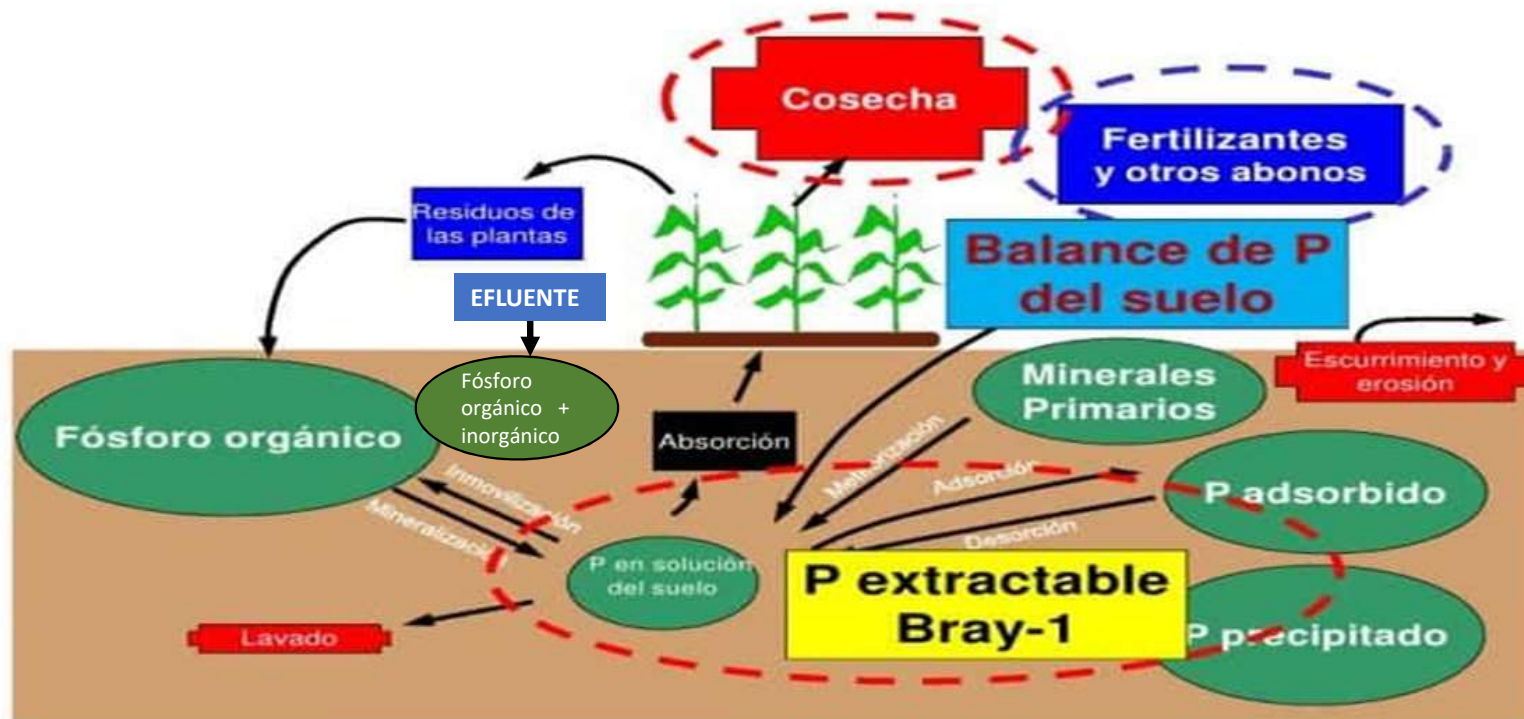
1.Fósforo,agua,suelo

2-Toxicidad aguda

3-Cianotoxinas

4-Huella de agua

1-Fósforo en suelo:P total y P Bray 1



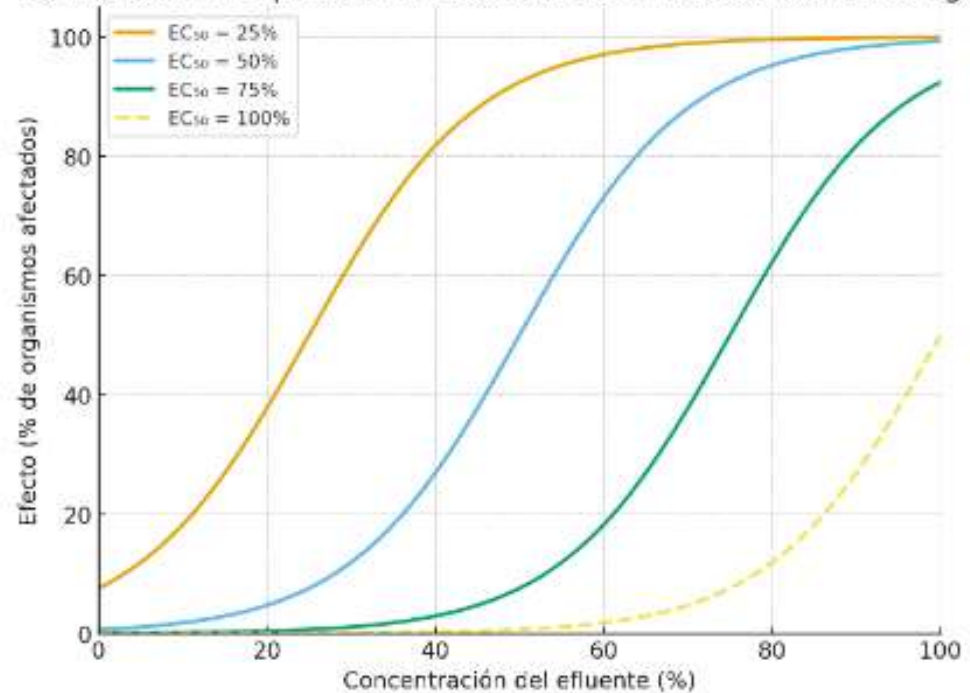
P total: Extracción con HNO₃ concentrado a 180°C horno microondas

P Bray: Extracción con NH_4F a pH 2,6 y 200 agitaciones por minuto (reciprocante)

2-Ecotoxicidad

- Establézcase como valor límite para la toxicidad aguda un valor de LC50 o EC50 mayor o igual al 75%.
- El LC50 o EC50 corresponde a la concentración del efluente, expresada en porcentaje, que dentro del período de tiempo de duración del ensayo, causa un efecto en el 50% de la población expuesta.
- Se expresa como LC50 cuando el efecto es la letalidad y como EC50 cuando se trata de un efecto subletal

Curvas dosis-respuesta características en test de toxicidad aguda



3-CIANOTOXINAS

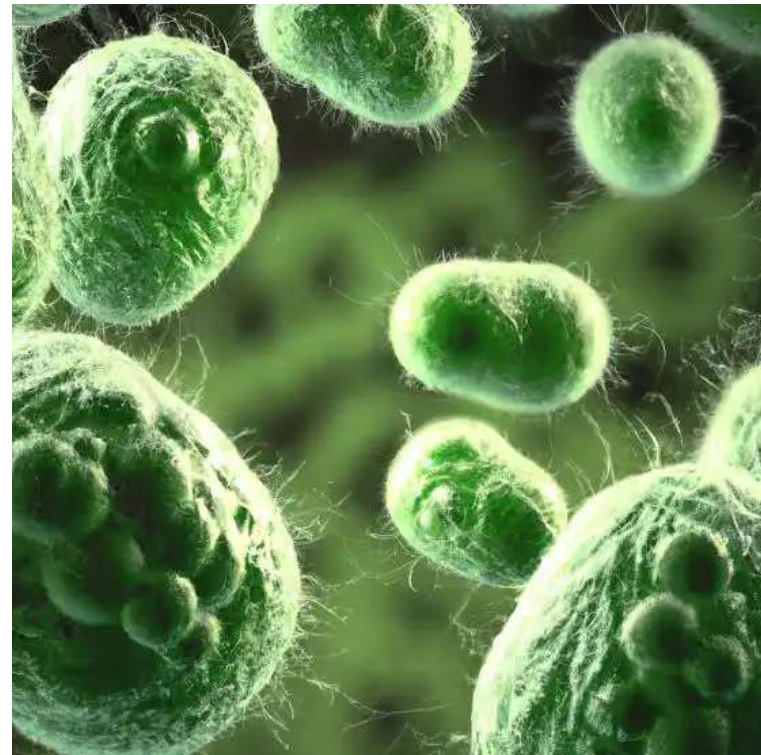
Microcistina LR/RR/YR

Saxitoxina

Cilindroespermósina

Anatoxina-A

Nodularina



4-Huella de agua

- Las metodologías de cálculo más utilizadas para el análisis de la huella hídrica permiten realizar :
- Contabilización del volumen (huella hídrica verde, azul y gris)
- Impacto del uso de agua bajo el concepto de ciclo de vida.
- En el año 2009 se publicó el manual de la Water Footprint Network (WFN) y ISO14046: 2014- Principios, requisitos y guía de la huella hídrica.



Se Necesitan

Idioma adaptado por www.facebook.com/CambiaTuVidaCambiaTuPlaneta



¡¡GRACIAS!!

[Documento técnico completo en LinkedIn Ecotech](#)

<https://n9.cl/j1orb>

