



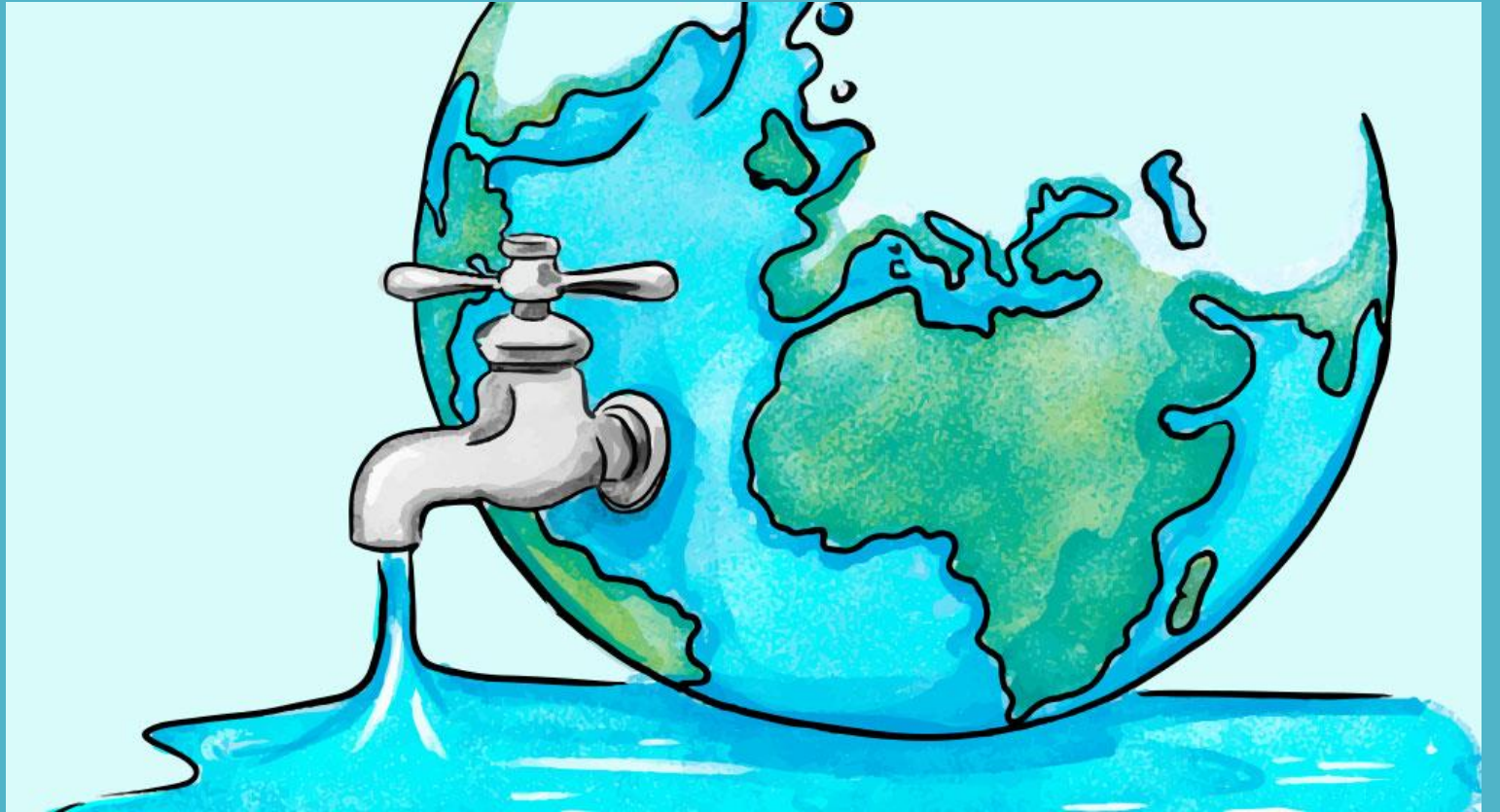
UTN
FRRQ

EL AGUA



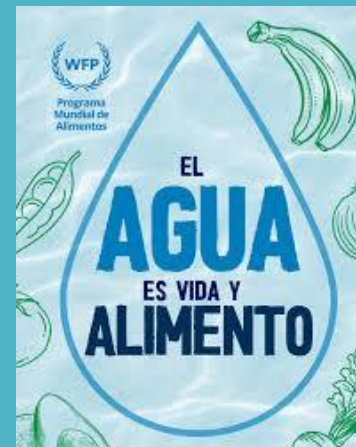
El agua como recurso natural indispensable para la vida y el desarrollo humano.

Se presentarán los principales desafíos respecto de la situación ambiental y la contaminación.



El agua es el pilar de la Economía Circular y el desarrollo sostenible. No es solo un insumo, es un sistema vivo y dinámico.

- Componente vital (50-90% masa biológica).
- Motor de la agricultura (70% captación mundial).
- Elemento clave para la seguridad alimentaria y energética.



¿Por qué es pilar de la economía circular?

El agua constituye un pilar de la economía circular porque es un recurso esencial para el funcionamiento de los sistemas productivos y de los ecosistemas.

La economía circular busca maximizar su eficiencia, promover su reutilización y minimizar su contaminación, contribuyendo así a la sostenibilidad ambiental, la conservación de los recursos naturales y la reducción de la huella hídrica de productos, procesos y organizaciones.



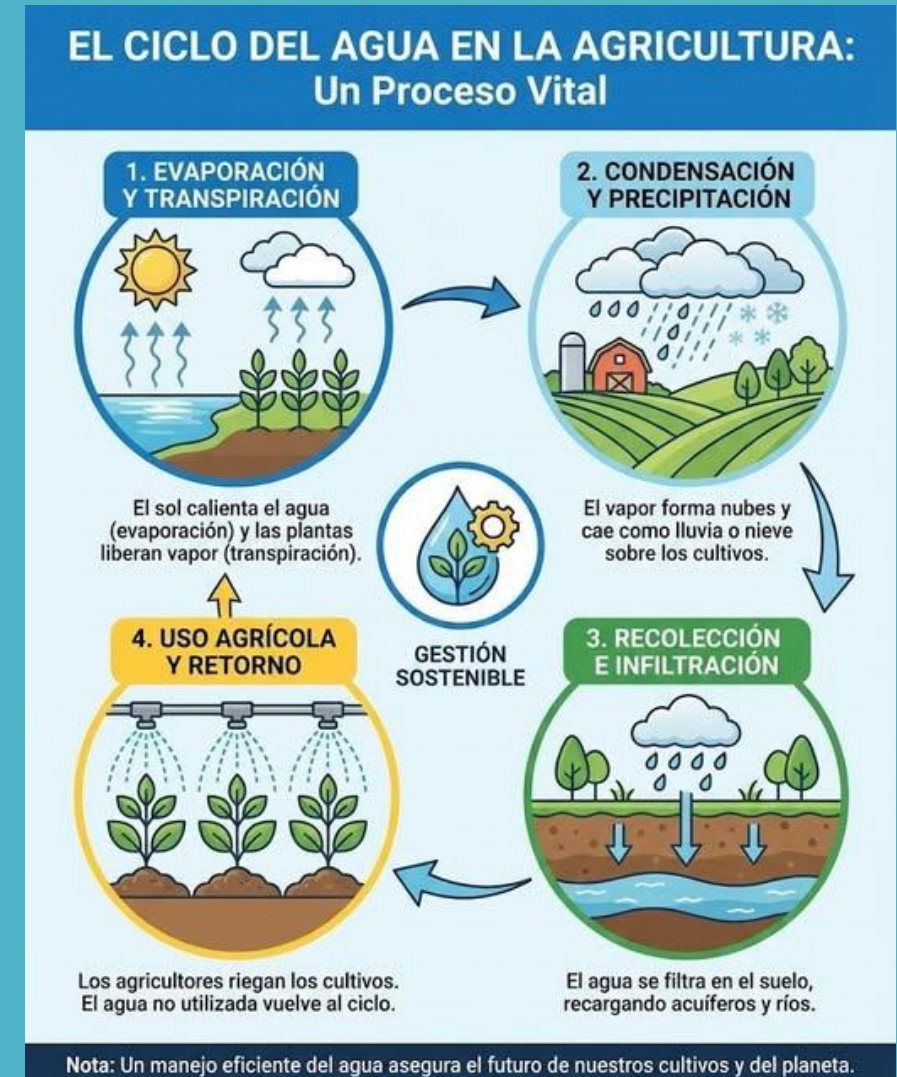
¿Por qué es pilar de la economía circular?, ejemplo: el Agro

El gráfico representa el ciclo hidrológico natural aplicado a la agricultura:

1. Evaporación y transpiración.
2. Condensación y precipitación.
3. Infiltración y recarga de acuíferos.
4. Uso agrícola y retorno al ciclo.

Esto permite explicar que el agua es un recurso **renovable pero limitado**, ya que circula continuamente entre la atmósfera, la superficie terrestre y los acuíferos.

Además, la mención a la **gestión sostenible** es coherente con la gestión ambiental porque resalta la necesidad de utilizar el agua sin comprometer su disponibilidad futura.



Distribución y Escasez del Recurso



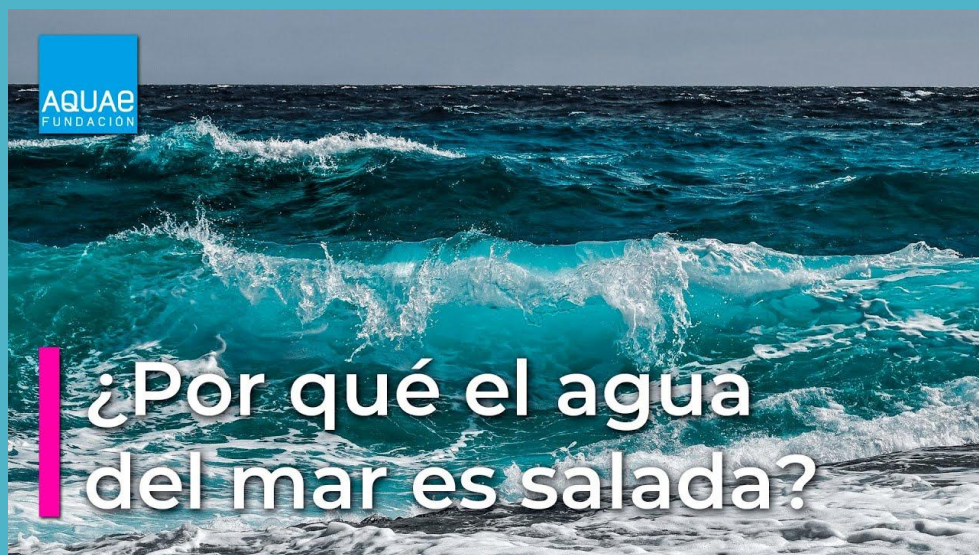
■ 97.50% Agua Salada (Océanos)

■ 2.50% Agua Dulce

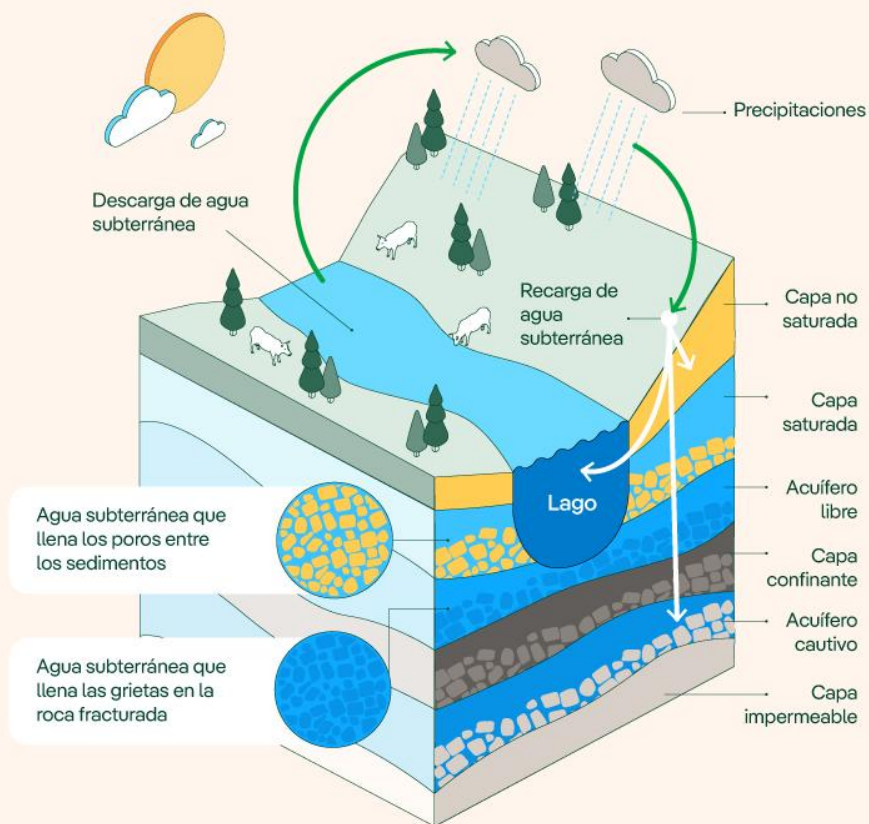
Del 2.5% de agua dulce:

0.26% es agua superficial accesible (Ríos, lagos, lagunas).

30.1% es agua subterránea (Acuíferos).



La formación y distribución de las aguas subterráneas

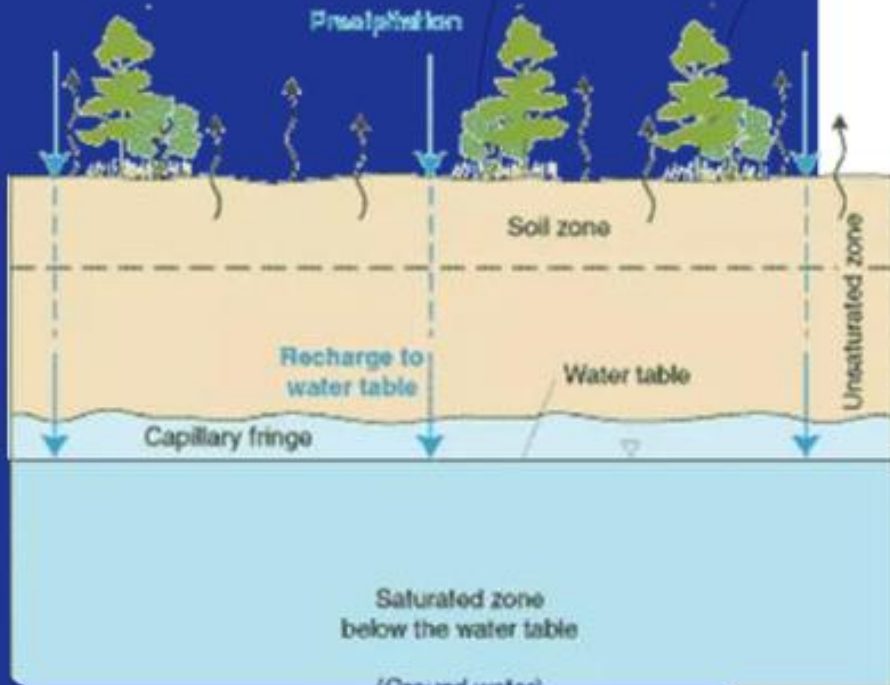


El ciclo del Agua.

El ciclo del agua, también llamado ciclo hidrológico, es un **proceso de circulación constante del agua presente en el planeta**. El ciclo del agua es uno de los ciclos biogeoquímicos, y su proceso se basa en el desplazamiento del agua por acción del calor, producido por el sol, y de otras condiciones ambientales. Cabe mencionar que durante todo el proceso el agua atraviesa por diferentes estados físicos, tales como **líquido, sólido y gaseoso**.



Ciclo del Agua y Presión Humana



Factores de Infiltración

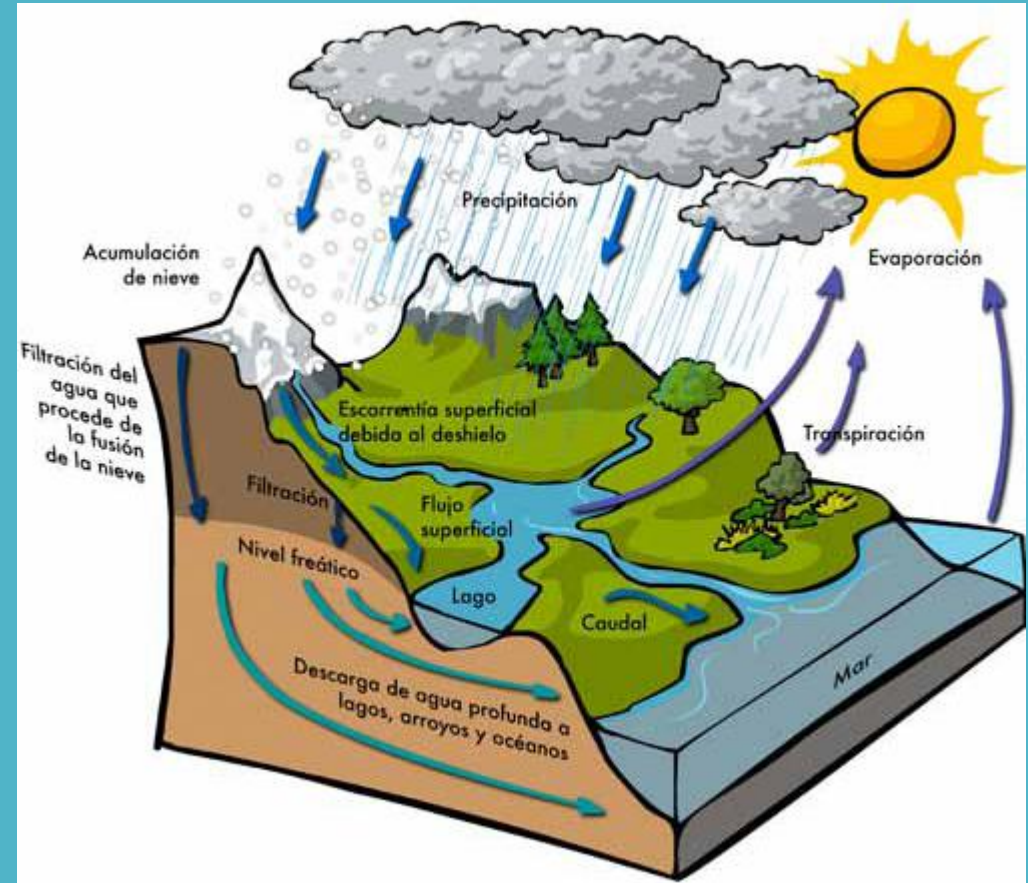
La capacidad de recarga de los acuíferos depende de:

- **Características del suelo:** Arcillosos (hidrófugos) vs. Arenosos (porosos).
- **Cobertura:** La urbanización genera superficies impermeables que aumentan la escorrentía dañina.
- **Uso Racional:** La extracción excesiva puede agotar o salinizar los acuíferos.

Qué es la escorrentía

La escorrentía superficial **sucede cuando el agua no puede penetrar los terrenos**, por lo que se desplaza por la superficie terrestre hasta los ríos, lagos, océanos y mares.

Por otro lado, la escorrentía subterránea ocurre en la capa freática, a nivel del agua subterránea.



**El agua
no es infinita.
Y su cuidado
no es opcional.**



Presión Humana.

Qué se entiende por "presión sobre el agua"?

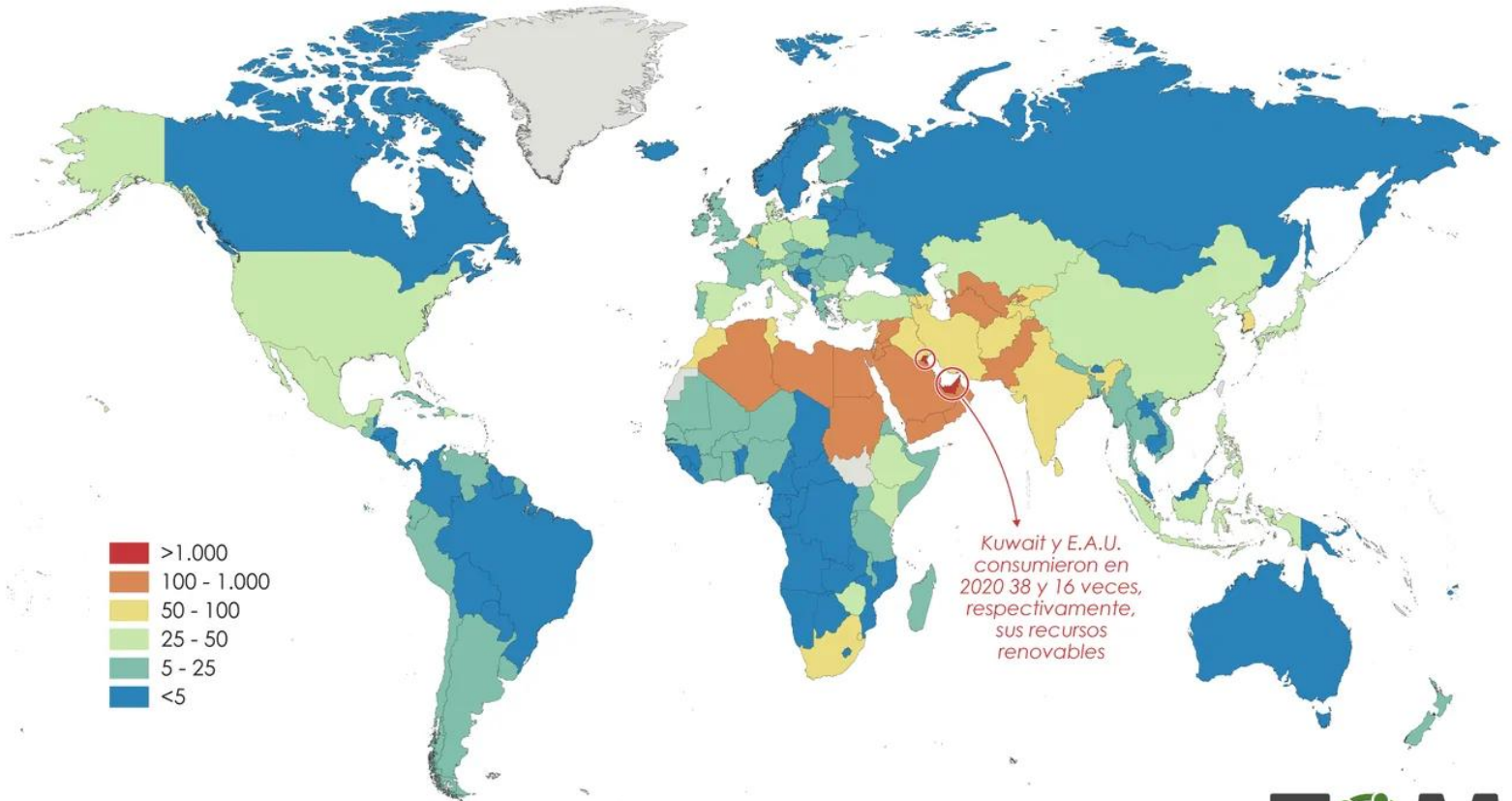
La presión hídrica ocurre cuando la demanda de agua por parte de las actividades humanas se acerca o supera la capacidad natural de reposición de una cuenca, acuífero o sistema hídrico.

No se refiere únicamente a la cantidad de agua extraída, sino también a:

- La contaminación generada.
- La alteración de los ecosistemas acuáticos.
- La reducción de la disponibilidad para otros usuarios.
- El deterioro de la calidad del agua.

El estrés hídrico en el mundo

Extracción de agua dulce como % de los recursos renovables disponibles (2020)



Autor:
Álvaro Merino (2023)
Fuente:
Banco Mundial (2020)

1. Agricultura: el mayor consumidor de agua

A nivel mundial, aproximadamente el **70 % del agua dulce extraída** se destina a la agricultura.

Las principales presiones provienen de:

Consumo de agua para riego

- Cultivos extensivos.
- Producción de frutas y hortalizas.
- Ganadería intensiva.



2. Industria: consumo y contaminación

La industria utiliza aproximadamente el **20 % del agua extraída mundialmente**.

Los sectores con mayor demanda suelen ser:

- Energía.
- Minería.
- Papel y celulosa.
- Industria química.
- Metalurgia.
- Alimentos y bebidas.

Impactos principales

Consumo

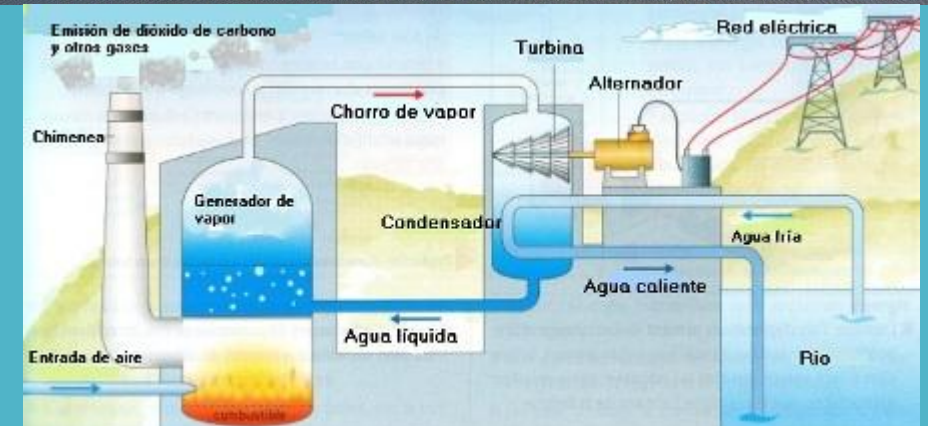
El agua se utiliza para:

Refrigeración.

Lavado.

Procesos químicos.

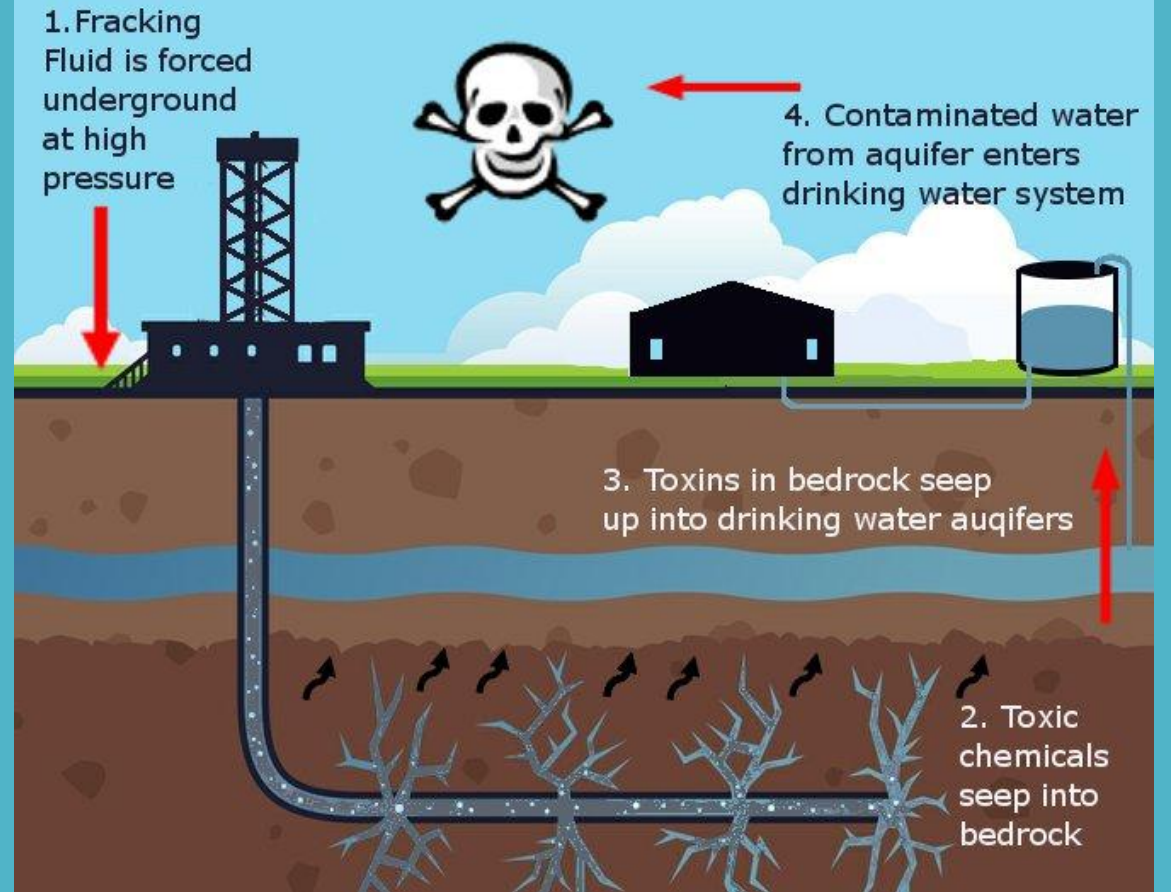
Transporte de materiales.





UTN
FRRQ

How Drinking Water gets Fracked



3. Consumo doméstico y urbano.

Aunque representa una proporción menor (alrededor del 10 %), la población urbana ejerce una presión creciente debido al aumento demográfico.

Fuentes de presión como el consumo domiciliario.

- Saneamiento.
- Lavado.
- Espacios verdes.
- Consumo indirecto asociado a bienes y servicios.

Problemas asociados

Sobreexplotación de acuíferos urbanos.

Descarga de aguas residuales insuficientemente tratadas.

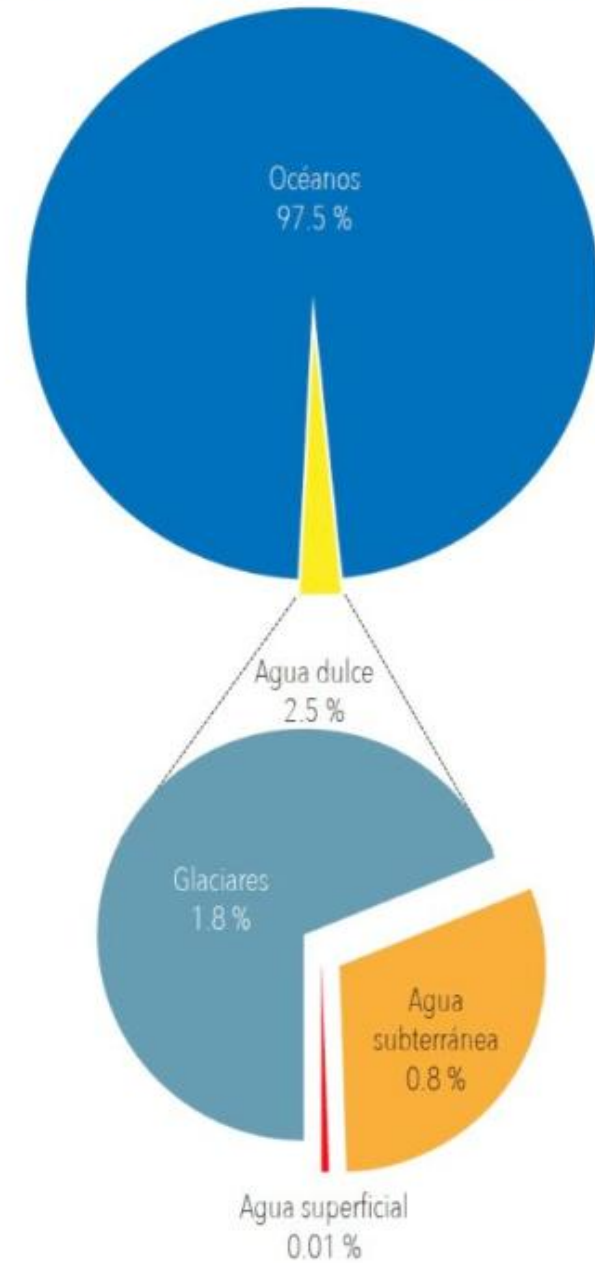
Incremento de la demanda energética para potabilización y tratamiento.





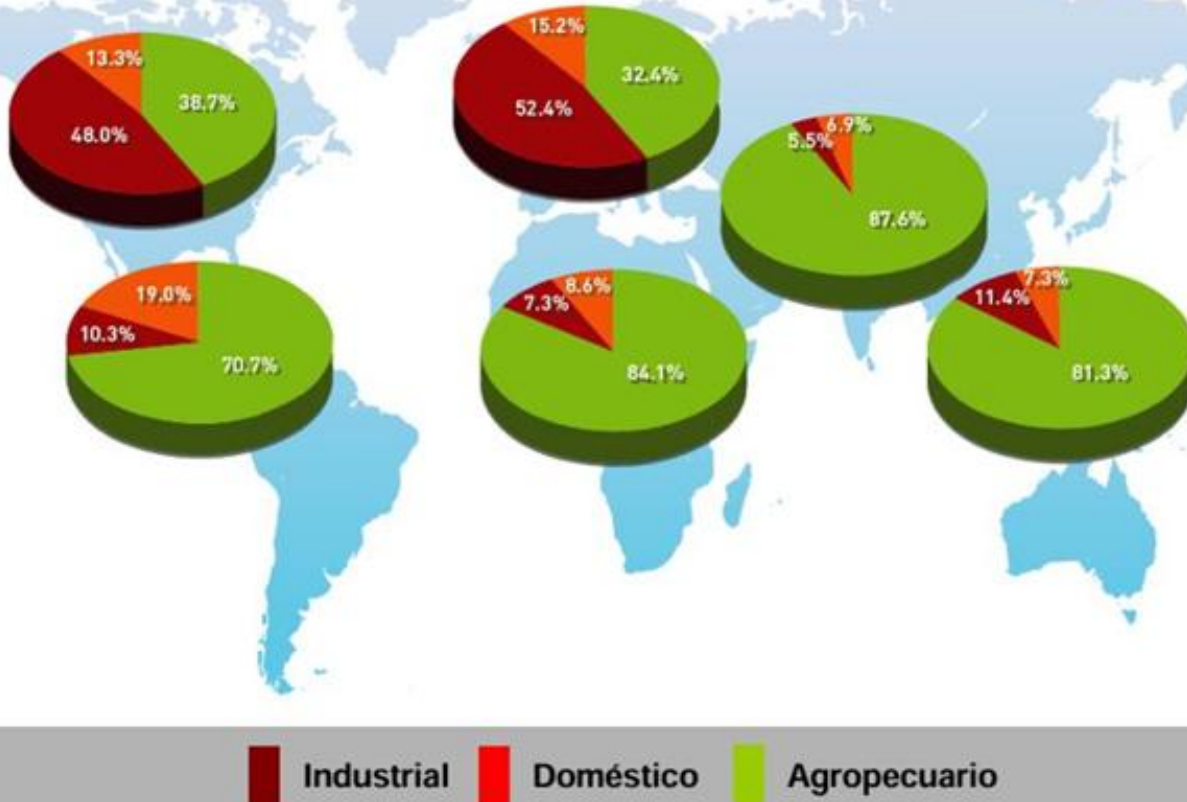
UTN
FRRQ

DISTRIBUCIÓN MUNDIAL DEL AGUA



Fuente: Estadísticas del agua en México, edición 2016

Uso del agua por sectores



Fuente: FAO

Contaminación: Conceptos y Fuentes



Eutroficación

Aumento de fósforo y nitrógeno que genera explosión de algas y putrefacción.



Antrópica

Vertidos industriales, lixiviados de basurales y escurrimiento agrícola (agroquímicos).



Natural

Presencia de arsénico, flúor o degradación orgánica (ácidos húmicos).





UTN
FRRQ

¿Que es la Eutroficación?



La eutrofización es el enriquecimiento excesivo de nutrientes (principalmente **nitrógeno** y **fósforo**) en un ecosistema acuático. Provoca una proliferación descontrolada de algas que bloquea la luz y consume el oxígeno del agua, causando la muerte de peces y otras especies.

Causas

- **Agricultura:** se emplean fertilizantes nitrogenados para abonar los cultivos, filtrándose en la tierra y llegando a hasta los ríos y las aguas subterráneas.
- **Ganadería:** los excrementos de los animales son ricos en nutrientes, sobre todo en nitrógeno. Si los excrementos no son gestionados de buena manera pueden terminar contaminando las aguas cercanas.
- **Residuos urbanos:** principalmente los detergentes con fosfatos.
- **Actividad industrial:** se pueden producir vertidos tanto de productos nitrogenados como fosfatados entre otros muchos tóxicos.
- **Contaminación atmosférica:** las emisiones de óxidos de nitrógeno y azufre reaccionan en la atmósfera produciendo lluvia ácida, llevando nutrientes de este modo a las masas de aguas.
- **Actividad forestal:** los residuos forestales que se dejan en las aguas, se degradan aportándole todo el nitrógeno y el resto de nutrientes que tenía la planta.



UTN
FRRQ



UTN
FRRQ

Consecuencias

El exceso de nutrientes hace que las plantas y otros organismos crezcan en abundancia. Durante su crecimiento y putrefacción, **consumen gran cantidad del oxígeno disuelto y aportan materia orgánica (fango) en abundancia.**

La eutrofización **afecta a la calidad de las aguas** ya que al aumentar la podredumbre y agotarse el oxígeno, las aguas adquieren un olor nauseabundo. El olor de estas aguas puede ocasionar pérdidas económicas (turismo, áreas que pierden valor...), problemas respiratorios y su consumo puede ocasionar problemas sanitarios a las personas de la zona.

También **puede afectar a la producción piscícola de una zona**, ya sea esta extracción o mediante el cultivo. La acuicultura puede producir un mayor aporte de nutrientes a las aguas circundantes por lo que deben ser supervisadas y gestionadas con delicadeza.



Piscicultura:

Se forma a partir de dos vocablos: **piscis** y **cultura**. Si tomamos dichos términos a partir de su significado en latín, la piscicultura es el “cultivo de los peces”.



Qué es la contaminación *Antrópica* del agua?

Se denomina contaminación antrópica a la alteración de la calidad natural del agua causada por actividades humanas que incorporan sustancias, energía o microorganismos en concentraciones capaces de afectar los ecosistemas, la salud humana o los usos productivos del recurso.

La imagen menciona tres fuentes típicas:

1. Vertidos industriales

Son descargas líquidas provenientes de procesos industriales.

Pueden contener:

- Metales pesados (plomo, mercurio, cadmio, cromo).
- Hidrocarburos.
- Solventes.
- Ácidos y álcalis.
- Materia orgánica.
- Sustancias tóxicas específicas del proceso.

Impactos ambientales

- Toxicidad para organismos acuáticos.
- Alteración del pH.
- Disminución del oxígeno disuelto.
- Bioacumulación de contaminantes en peces y otros organismos.

Ejemplo: una planta metalúrgica que descarga efluentes con cromo en un río.



Antrópica

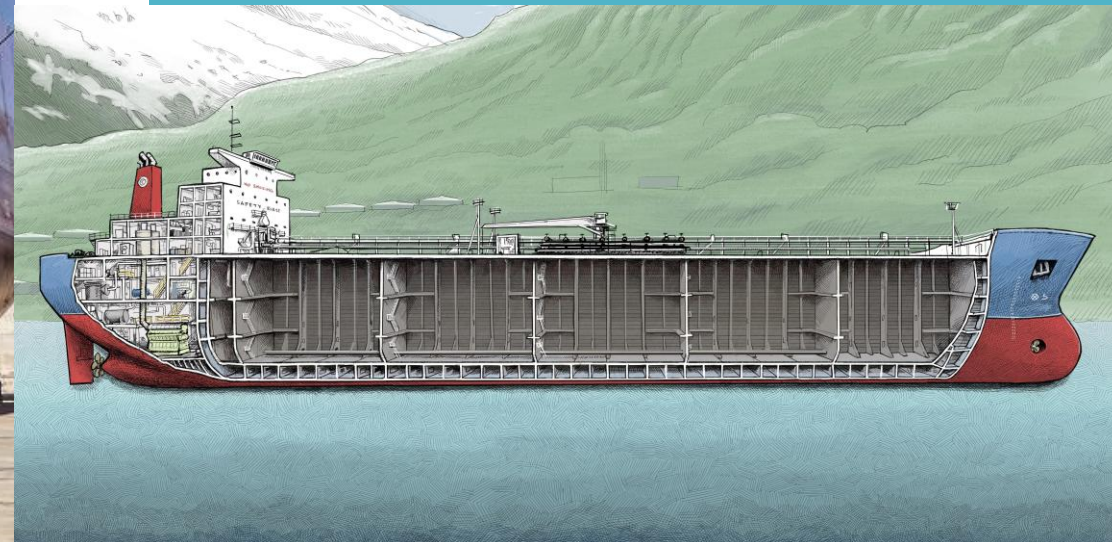
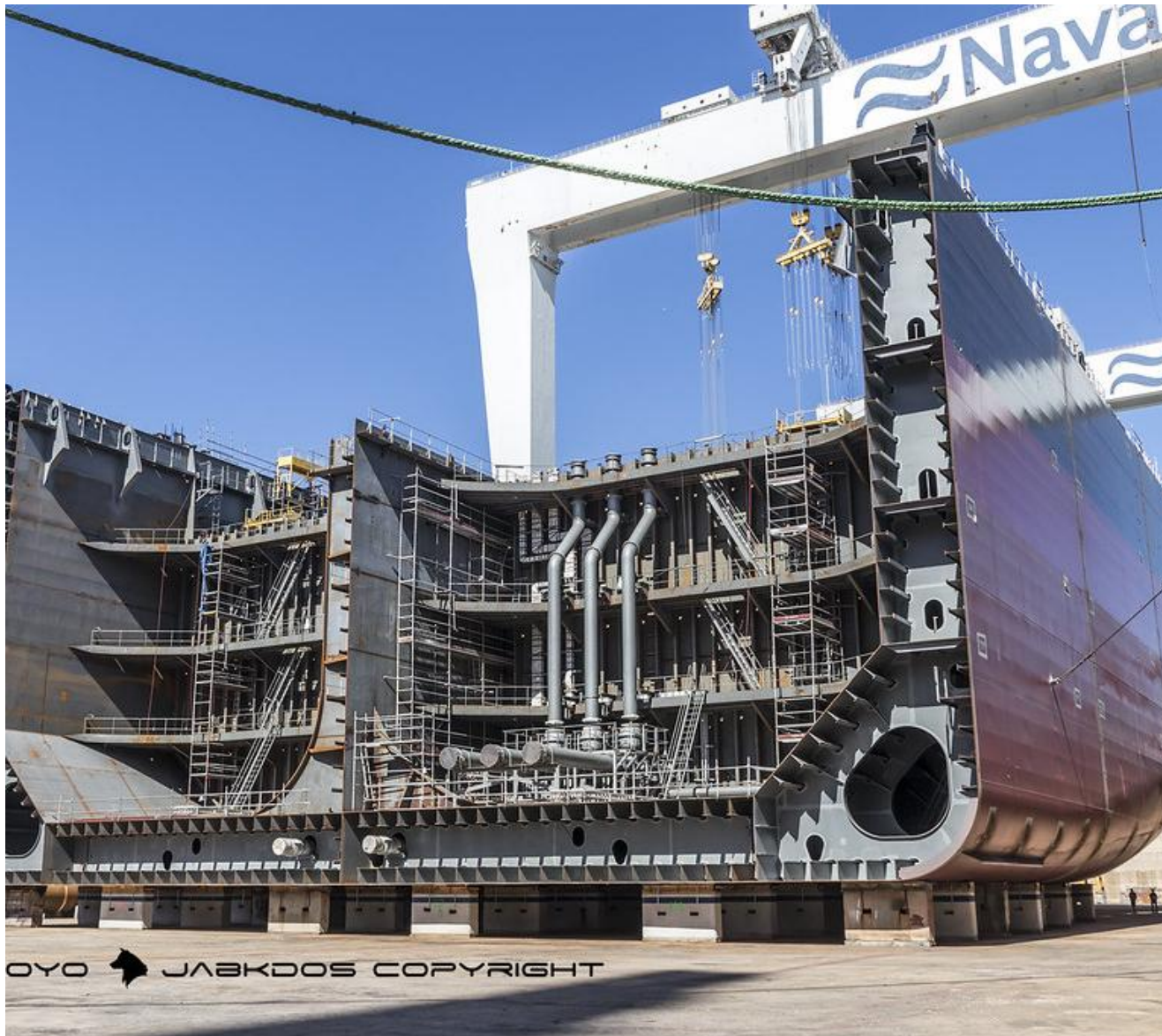
Vertidos industriales, lixiviados de basurales y escurrimiento agrícola (agroquímicos).



UTN
FRRQ



<https://www.youtube.com/watch?v=ofJqBBIAQyQ>





UTN
FRRQ

2. Lixiviados de basurales

Los lixiviados son líquidos que se generan cuando el agua de lluvia atraviesa residuos sólidos urbanos o industriales.

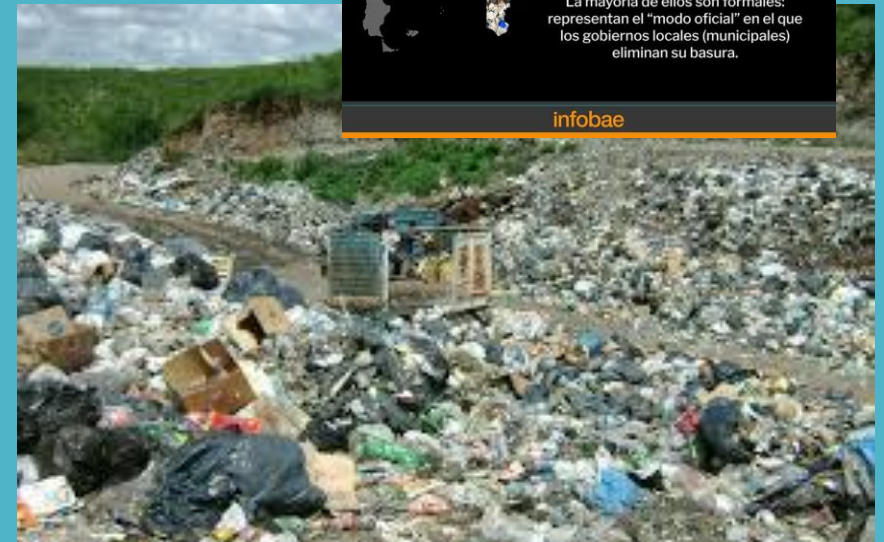
Durante ese proceso arrastran:

- Materia orgánica.
- Metales pesados.
- Compuestos químicos.
- Microorganismos patógenos.
- Nutrientes.

Impactos ambientales

- Contaminación de acuíferos.
- Contaminación de cursos de agua superficiales.
- Riesgos sanitarios para poblaciones cercanas.

Ejemplo: un basural a cielo abierto donde el agua de lluvia infiltra y transporta contaminantes hacia las napas subterráneas.





UTN
FRRQ

3. Escurrimiento agrícola (agroquímicos)

Ocurre cuando las lluvias o el riego arrastran sustancias presentes en los suelos agrícolas. Principalmente:

- Fertilizantes nitrogenados.
- Fosfatos.
- Herbicidas.
- Insecticidas.
- Fungicidas.

Impactos ambientales

Eutrofización

El exceso de nitrógeno y fósforo provoca:

- Crecimiento excesivo de algas.
- Consumo de oxígeno.
- Muerte de peces.
- Alteración del ecosistema acuático.

Toxicidad

Algunos pesticidas pueden afectar:

- Peces.
- Anfibios.
- Invertebrados.
- Aves.





Natural

Presencia de arsénico, flúor o degradación orgánica (ácidos húmicos).

¿Qué es la contaminación natural del agua?

La contaminación natural ocurre cuando ciertas sustancias presentes naturalmente en el suelo, las rocas o la materia orgánica son incorporadas al agua mediante procesos físicos, químicos o biológicos, pudiendo afectar su calidad para determinados usos.

Es importante aclarar que "natural" no significa necesariamente "inofensiva". Algunas sustancias de origen natural pueden generar riesgos para la salud humana y los ecosistemas.



1. Presencia natural de arsénico

El arsénico es uno de los contaminantes naturales más estudiados, especialmente en Argentina.

¿Cómo llega al agua?

Proviene de:

- Minerales presentes en ciertas formaciones geológicas.
- Sedimentos y cenizas volcánicas.
- Disolución natural de rocas que contienen arsénico.

Cuando el agua subterránea circula por estos materiales, puede incorporar arsénico en concentraciones elevadas.

Situación en Argentina

El problema es particularmente importante en regiones de:

- Buenos Aires (algunas zonas).
- Córdoba.
- Santa Fe.
- Santiago del Estero.
- La Pampa.
- Chaco.

Se conoce como: **HACRE (Hidroarsenicismo Crónico Regional Endémico).**

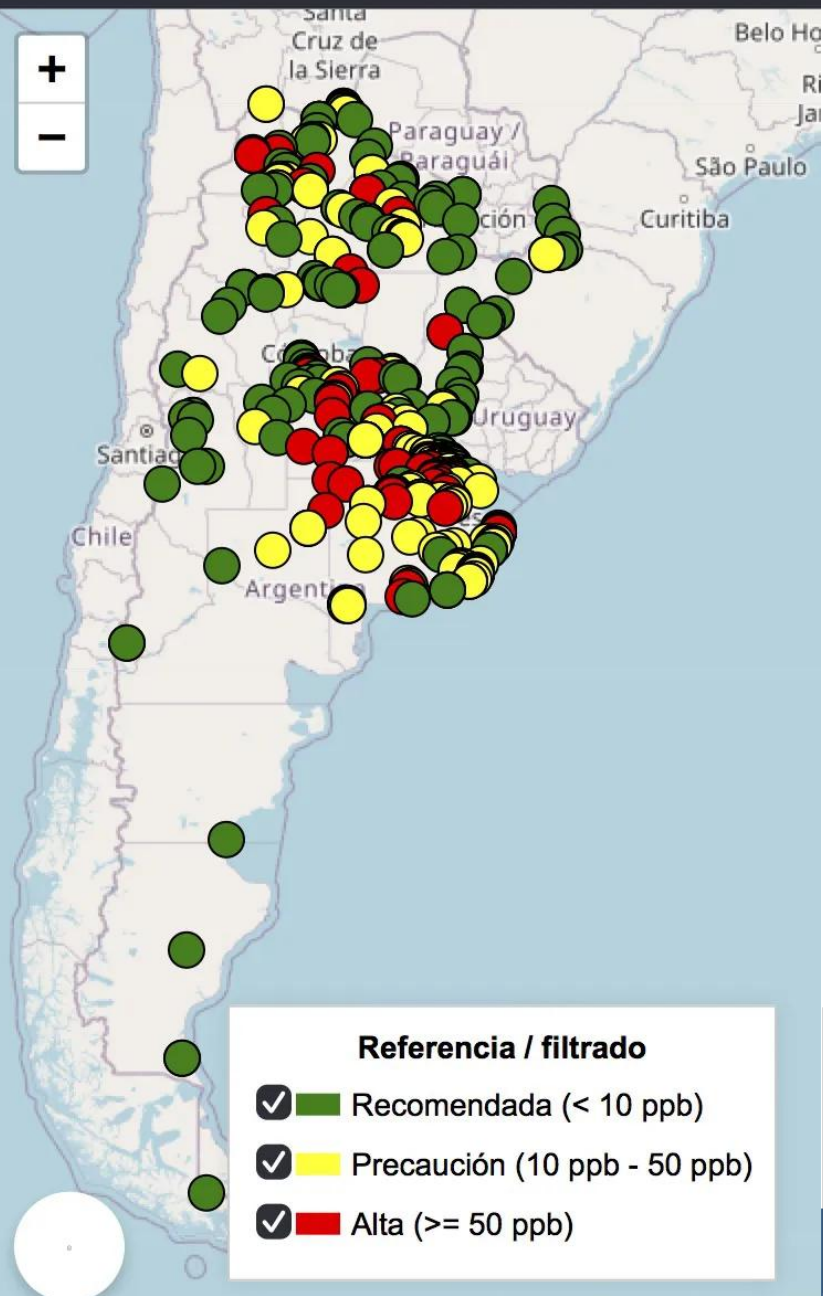
Impactos

- Riesgos para la salud humana.
- Problemas dermatológicos.
- Aumento del riesgo de ciertos tipos de cáncer tras exposiciones prolongadas.



Mapa de Arsénico en Argentina

Resultados recopilados de análisis de arsénico, realizados por el Laboratorio de Ingeniería Química y Medioambiente del Instituto Tecnológico de Buenos Aires.



Zonas más afectadas por la contaminación

El Mapa del Arsénico del ITBA, además de actualizarse con los últimos datos disponibles, ha revelado que las áreas más afectadas por la contaminación son diversas y se extienden principalmente por el Centro, Sur y Norte de Argentina:

- - **Provincia de Buenos Aires:** Las zonas más afectadas son aquellas cercanas al corredor de la Ruta 5, como 9 de Julio, Bragado, Casares, Trenque Lauquen, y áreas cercanas a Mar del Plata. Se estima que el 70% de la provincia enfrenta niveles elevados de arsénico en sus fuentes de agua.
- - **Catamarca:** Esta provincia también registra altos niveles de arsénico en sus acuíferos, especialmente en las zonas rurales, donde la contaminación afecta a una gran parte de la población. Catamarca figura entre las provincias más comprometidas, con un 78,90% de la población expuesta a niveles superiores a los recomendados por la OMS.
- - **Córdoba y Santa Fe:** En el sur de estas provincias también se encuentran altos niveles de arsénico en el agua, afectando principalmente a las zonas rurales.
- - **La Pampa y Mendoza:** Ambas provincias presentan niveles alarmantes de arsénico en sus acuíferos, especialmente en las áreas rurales y en localidades donde la infraestructura de saneamiento es insuficiente.
- - **Tucumán, Santiago del Estero, Salta, Chaco y Formosa:** En el norte del país, las provincias de Tucumán y Santiago del Estero también tienen registros preocupantes, al igual que en Chaco y Formosa, zonas que no cuentan con suficientes recursos para remediar esta situación.

¿Por qué 10 ppb es el valor recomendado?

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda un valor máximo de:

$$10 \mu\text{g/L} = 10 \text{ ppb}$$

para agua destinada al consumo humano.



Arsénico: Impactos sobre la salud y Métodos para descontaminar.

Consenso promovido por la Comisión de Ambiente y Salud de la Academia de Ciencias Médicas de Santa Fe.

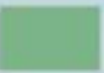
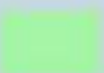
Editores Académicos:

Yolanda Lombardo, Jorge Reinheimer y Rubén D Piacentini

Colaborador Académico:

Rafael Calvo

Calidad Química de las Aguas Subterráneas en la Provincia de Santa Fe

-  Zona con altas concentraciones de Arsénico y Fluor
-  Zona con altas concentraciones de Sales y Arsénico
-  Zona con buena calidad
-  Zona con presencia de Nitratos (baja concentración de sales)
-  Zona con presencia de Hierro, Manganeso y Dureza (baja concentración de sales)





Contaminación Química

Compuestos inorgánicos de origen natural: Arsénico

Hidroarsenicismo Crónico Regional Endémico (HACRE)

ACUIFEROS con altos contenidos de arsénico a nivel mundial



BGS y DPHE, 2001, Smedley y Kinniburgh, 2002 y Lillo, 2003

2. Presencia natural de flúor

El flúor también puede encontrarse naturalmente en acuíferos.

Origen. Proviene de:

- Minerales fluorados presentes en las rocas.
- Procesos geológicos de disolución.

Efectos

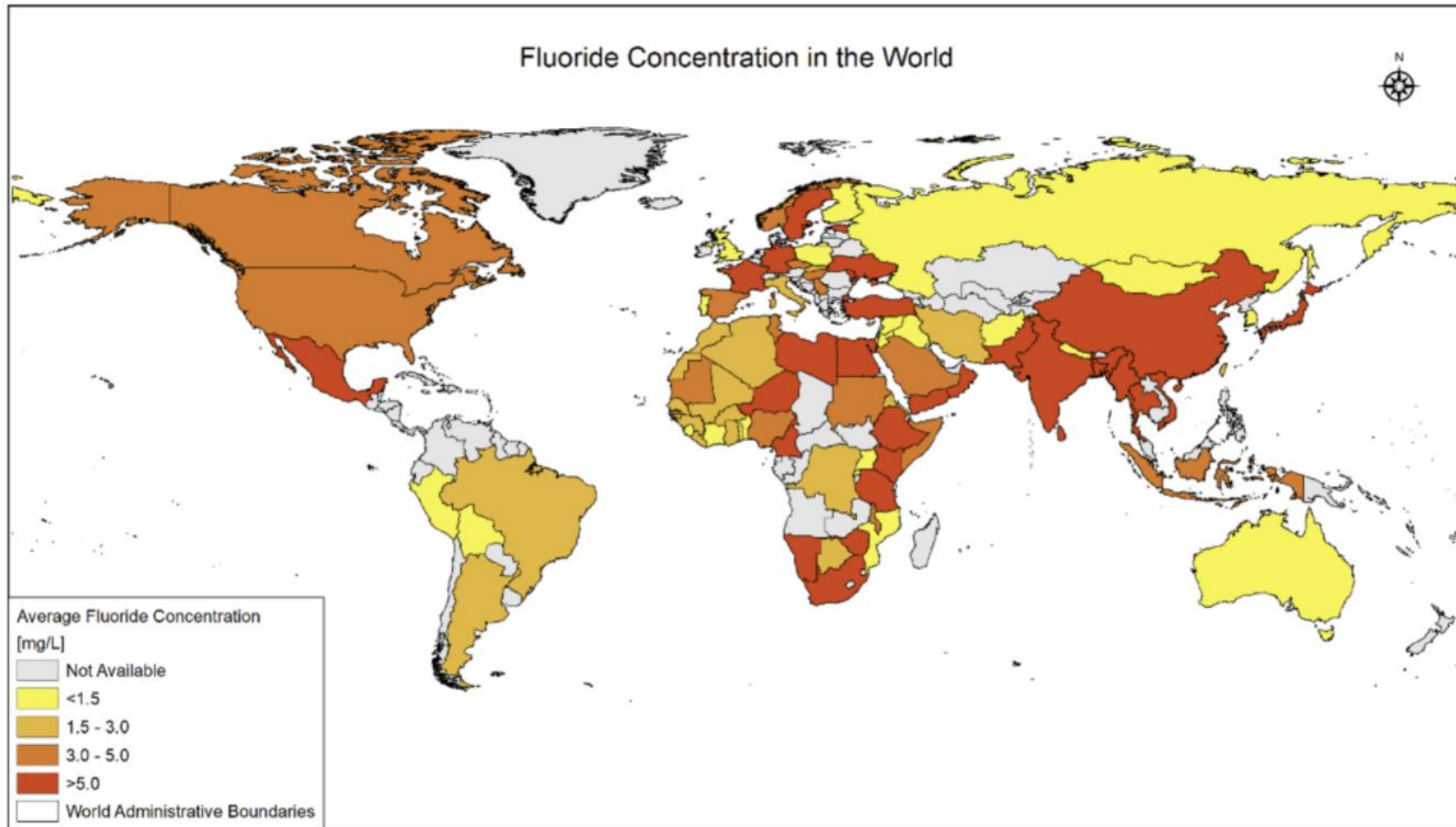
En ***bajas concentraciones*** puede ser beneficioso para la salud dental. Sin embargo, concentraciones elevadas pueden producir:

- Fluorosis dental.
- Fluorosis ósea.





Fluoride Concentration in the World



3. Degradación orgánica natural (ácidos húmicos)

Los ácidos húmicos se generan por la descomposición natural de:

- Hojas.
- Raíces.
- Restos vegetales.
- Materia orgánica del suelo.

Son comunes en:

- Humedales.
- Turberas.
- Bosques.
- Áreas con abundante vegetación.

Efectos sobre el agua

Pueden:

- Dar color marrón o amarillento al agua.
- Modificar el pH.
- Incrementar la materia orgánica disuelta.

No suelen representar una contaminación tóxica, pero pueden afectar algunos usos industriales o de potabilización.





Diferencia entre contaminación natural y antrópica

Contaminación Natural

Origen geológico o biológico natural

Arsénico natural

Flúor natural

Ácidos húmicos

Difícil de eliminar en origen

Contaminación Antrópica

Originada por actividades humanas

Efluentes industriales

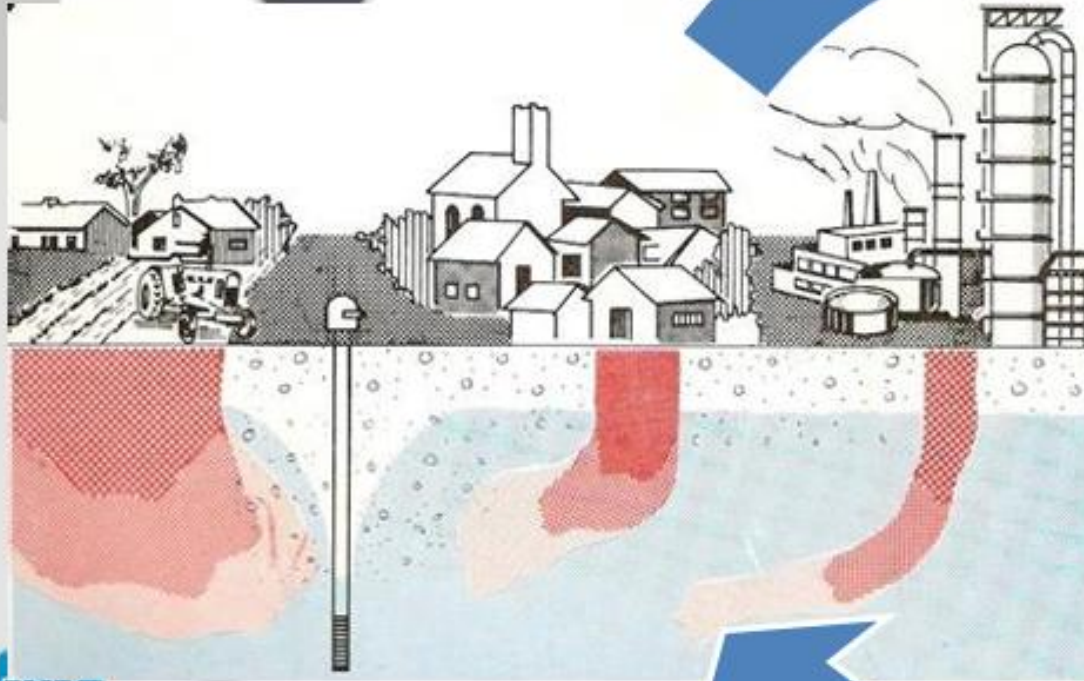
Agroquímicos

Lixiviados de basurales

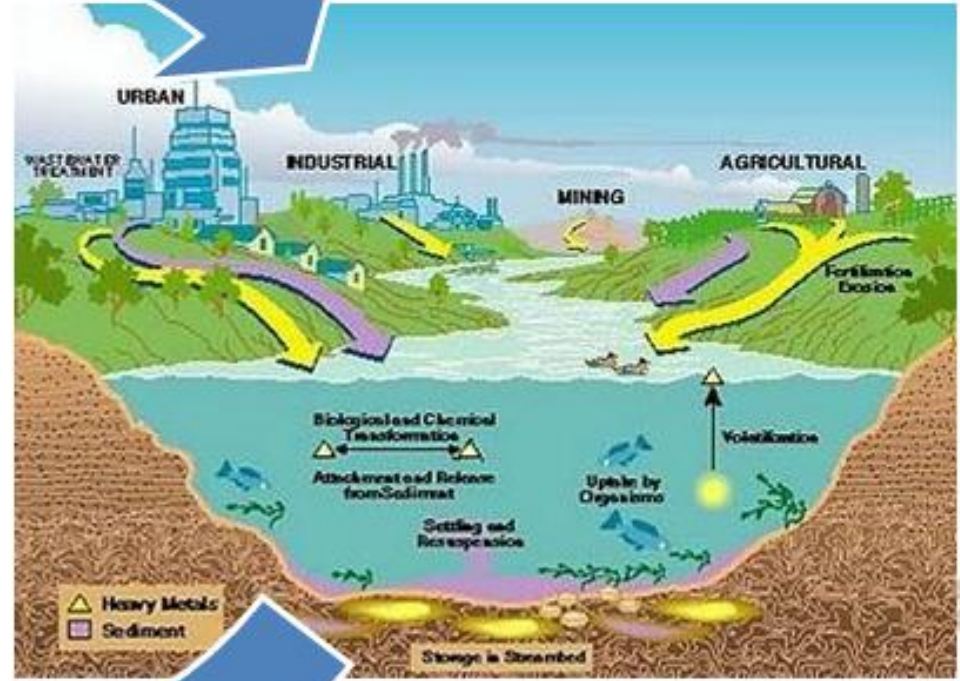
Puede prevenirse mediante gestión ambiental

Fuentes de la contaminación

— AGRÍCOLA – RESIDENCIAL - INDUSTRIAL



Agua subterránea



Agua superficial



ODS 6: Agua Limpia y Saneamiento

Garantizar la disponibilidad y gestión sostenible del agua para todos bajo la **Agenda 2030**

META 6.1

Agua potable universal y equitativa.

META 6.2

Saneamiento e higiene (especial foco en mujeres/niñas).

META 6.3

Mejorar calidad y tratamiento (Reducir vertidos).

6 AGUA LIMPIA
Y SANEAMIENTO





Eficiencia y Gestión Integrada

Eficiencia (6.4)

Uso eficiente en industria y agricultura. Reducción del estrés hídrico mediante innovación.

GIRH (6.5)

Gestión Integrada a todos los niveles, incluyendo la cooperación transfronteriza.

Ecosistemas (6.6)

Protección de humedales, ríos, acuíferos y glaciares (leyes de presupuestos mínimos).

Argentina registra un 50% de implementación en Gestión Integrada (SDG 6.5.1).



Convenio sobre los cursos de agua internacionales y Cuencas Compartidas



Gestión Transfronteriza

El Convenio del Agua de la ONU (Helsinki) promueve:

- Uso equitativo y razonable de cuencas compartidas.
- Prevención de impactos transfronterizos.
- Cooperación técnica y monitoreo conjunto.

Acuífero Guaraní: El primer acuerdo de gestión compartida en América Latina (Ley 26.780).

La presión sobre los recursos hídricos generada por las actividades agrícolas, industriales y domésticas constituye uno de los principales desafíos ambientales actuales. El crecimiento de la demanda de agua, sumado a la contaminación y a los efectos del cambio climático, exige una gestión sostenible basada en la eficiencia, la reutilización y la reducción de impactos.



En este contexto, la economía circular y la evaluación de la huella hídrica, según la ISO 14046, se presentan como herramientas fundamentales para disminuir la presión sobre los ecosistemas acuáticos y garantizar la disponibilidad futura del recurso.

