

An aerial photograph showing a volcanic eruption in the ocean. A large plume of dark ash and steam rises from the water's surface. In the foreground, a long, orange oil boom stretches across the water. A white research ship with two masts is visible in the upper left. The text "Los impactos en la hidrosfera" is overlaid in large, bold, black letters.

Los impactos en la hidrosfera

12 14:43

El agua un bien necesario

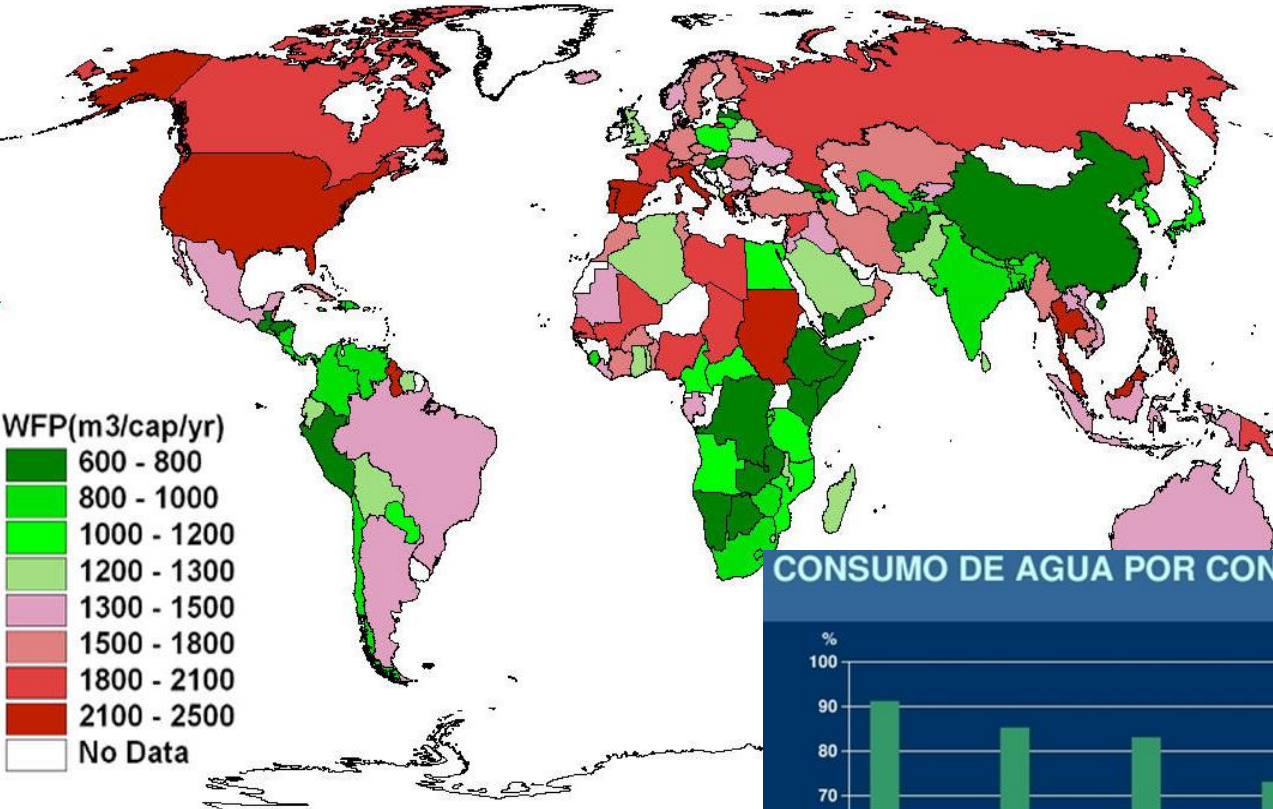
La vida en el planeta depende del agua, pero el aumento de población hace que peligre este recurso por la pérdida de calidad.

El ciclo natural del agua tiene una gran capacidad de purificación. Pero esta misma facilidad de regeneración del agua, y su aparente abundancia, hace que sea el vertedero habitual en el que arrojamos los residuos producidos por nuestras actividades.

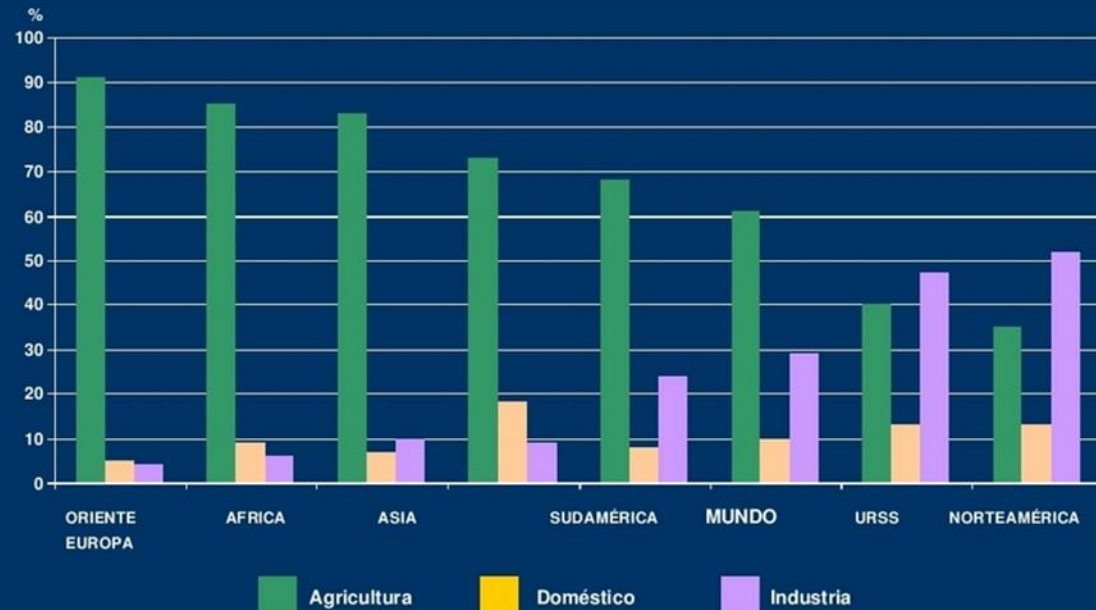


Esto obliga a la humanidad al tratamiento del agua contaminada, a la creación de infraestructuras para garantizar el abastecimiento y otras soluciones con fuerte impacto ambiental

Consumo de agua en el mundo

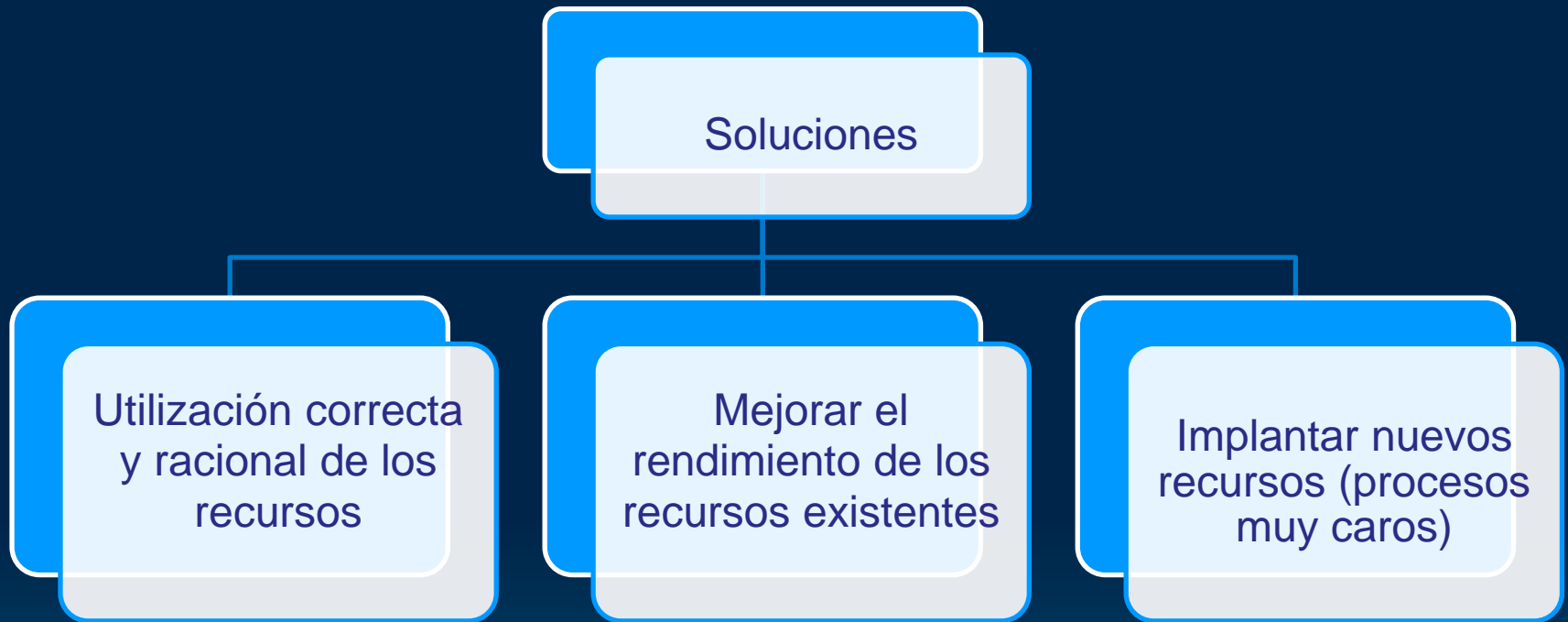


CONSUMO DE AGUA POR CONTINENTES Y SECTORES



Fuente: FAO. Datos referidos a 1998. Elaboración propia
Departamento de Urbanismo y Ordenación del Territorio (DUyOT). Rafael Córdoba Hernández

Las soluciones a la escasez de agua pasan por:



Origen de la contaminación del agua

Según la OMS (Organización Mundial de la Salud).

Se considera que el **agua** está **contaminada** cuando su composición o estado natural se ven modificados, de tal modo que el agua pierde sus condiciones aptas para los usos a los que estaba destinada.

Según la Ley de Aguas:

La contaminación del agua es la acción y el efecto de introducir materias o formas de energía o inducir condiciones en el agua que de una modo directo o indirecto impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica.

- El 72% de las aguas superficiales del mundo están contaminadas por vertidos urbanos e industriales.
- La mitad de las enfermedades infecciosas se transmiten por las aguas insalubres que, a veces, son las únicas disponibles.
- El agua contaminada mata a 25 mill. de personas al año en el mundo.

Contaminación del agua

Natural

Puntual

Difusa

Antrópica

Puntual

Difusa



Contaminación natural del agua

Se debe a la presencia en el agua de distintas sustancias sin que intervenga la acción humana:

- Partículas sólidas, gases arrastrados por la lluvia
- Polen, hojas, residuos vegetales y animales

Todos estos residuos pueden ser eliminados a través de procesos químicos y biológicos que forman parte de la capacidad de autodepuración del agua



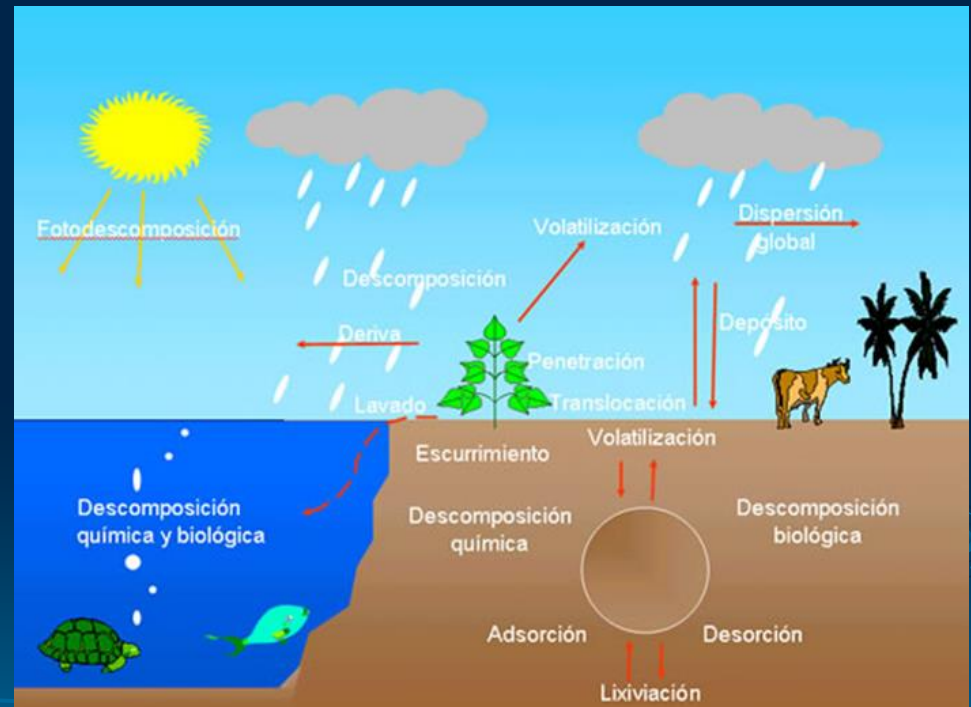
Contaminación artificial de origen urbano

- Aguas procedentes de los domicilios (productos de limpieza, jabones, grasas, restos de cocina ...)
- Aguas negras procedentes de la defecación (1,2 a 1,5 litros por persona y día).
- Agua procedentes de la vía pública, de riego, de limpieza, de lluvia...
- La composición es variada, presenta gran cantidad de organismos patógenos, materia orgánica, nutrientes, detergentes, materias flotantes, residuos de la contaminación atmosférica...



Contaminación artificial de origen agrícola

- Fertilizantes inorgánicos, abonos, plaguicidas, sales disueltas.
- Contaminan tanto aguas superficiales como aguas subterráneas que surten a las poblaciones.



Plaguicidas y su transporte

Contaminación artificial de origen ganadero

- Estiércol y purines que contienen microorganismos patógenos, sólidos en suspensión, materia orgánica, nitrógeno y fósforo.

Cuando estos contaminantes se usan como abonos, pueden llegar a las aguas subterráneas de forma dispersa o puntual si se vierten directamente en un terreno



Contaminación artificial de origen industrial

Es la que mayor impacto produce por la variedad de materiales y fuentes de energía que aporta al agua.

Son especialmente contaminantes:

- Industrias de refinado de petróleo: Contiene residuos tóxicos diversos, cianuro, grasas, fenoles.. álcalis..
- Industria metalúrgica: Vertidos tóxicos diversos y agua caliente.
- Industria del papel, del curtido y textiles: residuos orgánicos, detergentes..
- Industrias químicas y farmacéuticas: metales pesados y material químico y biológico peligroso
- Industrias energéticas: radiactividad, cambios de T^a



Sector industrial	Substancias contaminantes principales
Construcción	Sólidos en suspensión, metales, pH.
Minería	Sólidos en suspensión, metales pesados, materia orgánica, pH, cianuros.
Energía	Calor, hidrocarburos y productos químicos.
Textil y piel	Cromo, taninos, tensoactivos, sulfuros, colorantes, grasas, disolventes orgánicos, ácidos acético y fórmico, sólidos en suspensión.
Automoción	Aceites lubricantes, pinturas y aguas residuales.
Navales	Petróleo, productos químicos, disolventes y pigmentos.
Siderurgia	Cascarillas, aceites, metales disueltos, emulsiones, sosas y ácidos.
Química inorgánica	Hg, P, fluoruros, cianuros, amoníaco, nitritos, ácido sulfhídrico, F, Mn, Mo, Pb, Ag, Se, Zn, etc. y los compuestos de todos ellos.
Química orgánica	Organohalogenados, organosilícicos, compuestos cancerígenos y otros que afectan al balance de oxígeno.
Fertilizantes	Nitratos y fosfatos.
Pasta y papel	Sólidos en suspensión y otros que afectan al balance de oxígeno.
Plaguicidas	Organohalogenados, organofosforados, compuestos cancerígenos, biocidas, etc.
Fibras químicas	Aceites minerales y otros que afectan al balance de oxígeno.
Pinturas, barnices y tintas	Compuestos organoestámicos, compuestos de Zn, Cr, Se, Mo, Ti, Sn, Ba, Co, etc.

Contaminación artificial de origen industrial

El grado de contaminación depende del tipo de industria y de los procesos de fabricación empleados.

Además hay que tener en cuenta que hay fuentes de contaminación secundarias, como la atmósfera, que puede estar previamente contaminada y pasar sus contaminantes al agua.

En general, la contaminación de origen antrópico supera la capacidad de autodepuración de los sistemas hídricos, haciendo necesaria la implantación de medidas preventivas y correctoras.



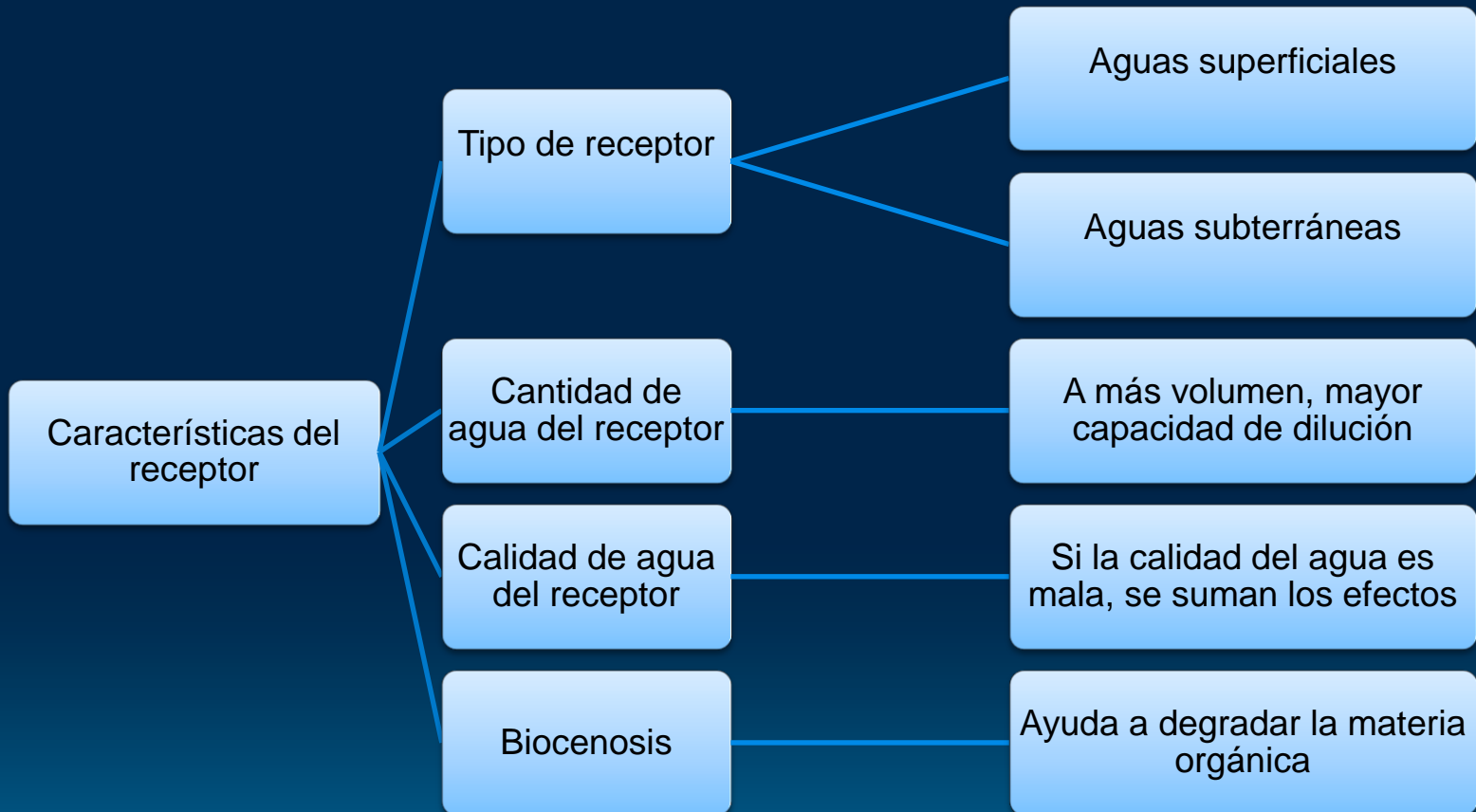
Origen	Tipo	Contaminantes	Efectos
Urbana	Aguas domésticas (cocina, blancas de baño)	Sales, Jabones, detergentes Sólidos en suspensión Grasas	Eutrofización
	Aguas negras	Materia orgánica	Eutrofización Microorganismos patógenos
	Limpieza y riego (abonos)	Sólidos en suspensión Detergentes Materia orgánica	Eutrofización Eutrofización
Agrícola	Pesticidas y plaguicidas	Sustancias tóxicas (Metales pesados, compuestos organoclorados)	Bioacumulación, envenenamiento
	Abonos	N, P, S	Eutrofización
Ganadera	Purines (excrementos del ganado)	Materia orgánica	Eutrofización Microorganismos patógenos
Industria y minería	Siderurgia Petroquímica Energética Textil Papelería Minería	Materia orgánica Metales pesados Incremento del pH Incremento de T ^a Radiactividad Aceites, grasas	Eutrofización Bioacumulación, envenenamiento Acidificación Disminución O ₂ disuelto, variación de ciclos reproductivos y de crecimiento Mutaciones

Factores y nivel de contaminación

Factores que pueden agravar o disminuir los efectos de la contaminación:

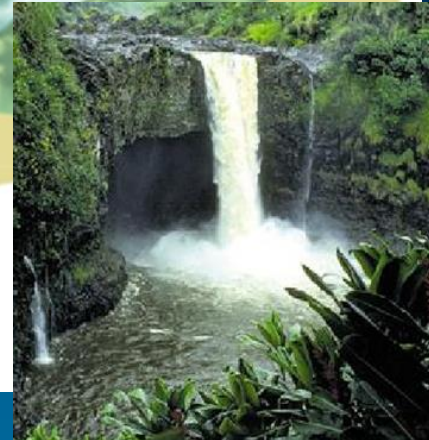


Características del receptor



Localización del receptor

Las características climáticas (lluvias, insolación, ...) y las características geomorfológicas (pendiente, relieve, tipo de rocas...) influyen en la capacidad del receptor para depurar los contaminantes.



Usos previos del agua

- Cantidad de vertidos previos al momento de la contaminación
- Cantidad de procesos de depuración previos al momento de la contaminación

Cuanto mayor hayan sido los dos procesos anteriores, mas grave será la contaminación



Contaminantes del agua

Químicos: Sustancias de dos tipos:

1. Biodegradables: cuando pueden ser eliminadas por los microorganismos u otros seres.

P.ej. las sales minerales que son captadas por los seres autótrofos para la fotosíntesis, o las moléculas orgánicas que son respiradas por bacterias u otros seres.

2. No biodegradables: ningún ser vivo tiene enzimas que los eliminen y por tanto se acumulan.

Son los metales pesados como el plomo o el mercurio y también ciertas moléculas orgánicas de síntesis compleja como pesticidas, detergentes, etc.

Contaminantes del agua

Físicos:

Pueden ser:

1. Radiactivos mutagénicos, normalmente antrópicos.
2. Térmicos, debido a refrigeraciones industriales, que provocan disminución de la concentración de oxígeno en las aguas, alteración de los ciclos vitales y de la migración de muchos organismos.
3. Partículas gruesas que pueden enturbiar dificultando la fotosíntesis la autodepuración y la potabilización.



Radiactividad (posibles escapes) y calentamiento del agua usada como refrigerante



Turbidez, aumento de partículas

Contaminantes del agua

Biológicos:

Debida a microorganismos que producen enfermedades; algunos con gran capacidad de supervivencia como hongos (enfermedad “pie de atleta”), protozoos (enfermedad “paludismo”) o algas (envenenamiento al comer mejillones que han filtrado estas algas), otros con poca supervivencia como las bacterias (enfermedad “cólera”).



Alteraciones biológicas del agua	Contaminación que indican
Bacterias coliformes	Desechos fecales
Virus	Desechos fecales y restos orgánicos
Animales, plantas, microorganismos diversos	Eutrofización

Contaminantes físicos del agua

Alteraciones físicas	Características y contaminación que indica
Color	El agua no contaminada suele tener ligeros colores rojizos, pardos, amarillentos o verdosos. debido, principalmente, a los compuestos húmicos, férricos o los pigmentos verdes de las algas que contienen..
Olor y sabor	Compuestos químicos presentes en el agua como los fenoles, diversos hidrocarburos, cloro, materias orgánicas en descomposición o esencias liberadas por diferentes algas u hongos pueden dar olores y sabores muy fuertes al agua, aunque estén en muy pequeñas concentraciones. Las sales o los minerales dan sabores salados o metálicos, en ocasiones sin ningún olor.
Temperatura	Aumenta la velocidad de las reacciones del metabolismo, acelerando la putrefacción. Las centrales nucleares, térmicas y otras industrias contribuyen a la contaminación térmica de las aguas, a veces de forma importante.

Alteraciones físicas	Características y contaminación que indica
Materiales en suspensión	Partículas como arcillas, limo y otras, aunque no lleguen a estar disueltas, son arrastradas por el agua de dos maneras: en disoluciones coloidales; o en suspensión que sólo dura mientras el movimiento del agua las arrastra.
Radiactividad	Las aguas naturales tienen unos valores de radiactividad, debidos sobre todo a isótopos del K. Algunas actividades humanas pueden contaminar el agua con isótopos radiactivos.
Espumas	Los detergentes producen espumas y añaden fosfato al agua (eutrofización). Disminuyen mucho el poder autodepurador de los ríos al dificultar la actividad bacteriana. También interfieren en los procesos de floculación y sedimentación en las estaciones depuradoras.
Conductividad	El agua pura tiene una conductividad eléctrica muy baja. El agua natural tiene iones en disolución y su conductividad es mayor y proporcional a la cantidad y características de esos electrolitos. Por esto se usan los valores de conductividad como índice aproximado de concentración de solutos.

Contaminantes químicos

Alteraciones químicas	Contaminación que indica
pH	<p>Las aguas naturales pueden tener pH ácidos por el CO_2 disuelto desde la atmósfera o proveniente de los seres vivos; por ácido sulfúrico procedente de algunos minerales, por ácidos húmicos disueltos del mantillo del suelo.</p> <p>Las aguas contaminadas con vertidos mineros o industriales pueden tener pH muy ácido. El pH tiene una gran influencia en los procesos químicos que tienen lugar en el agua, actuación de los floculantes, tratamientos de depuración, etc.</p>
Oxígeno disuelto OD	<p>Las aguas superficiales limpias suelen estar saturadas de oxígeno, lo que es fundamental para la vida. Si el nivel de oxígeno disuelto es bajo indica contaminación con materia orgánica.</p>

Contaminantes químicos II

Alteraciones químicas	Contaminación que indica
Materia orgánica biodegradable: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)	DBO ₅ es la cantidad de oxígeno disuelto requerido por los microorganismos para la oxidación aerobia de la materia orgánica biodegradable presente en el agua. Se mide a los cinco días. Su valor da idea de la calidad del agua desde el punto de vista de la materia orgánica presente.
Materiales oxidables: Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Es la cantidad de oxígeno que se necesita para oxidar los materiales contenidos en el agua con un oxidante químico (normalmente dicromato potásico en medio ácido). No diferencia entre materia biodegradable y el resto y no suministra información sobre la velocidad de degradación en condiciones naturales.
Nitrógeno total	Varios compuestos de nitrógeno son nutrientes esenciales. Su presencia en las aguas en exceso es causa de eutrofización. El nitrógeno se presenta en muy diferentes formas químicas en las aguas naturales y contaminadas. El contenido en nitratos y nitritos se da por separado.
Fósforo total	El fósforo, como el nitrógenos, es nutriente esencial para la vida. Su exceso en el agua provoca eutrofización.

Contaminantes químicos (III)

<p><u>Aniones:</u> cloruros nitratos nitritos fosfatos sulfuros cianuros fluoruros</p>	<p>indican salinidad indican contaminación agrícola indican actividad bacteriológica indican detergentes y fertilizantes indican acción bacteriológica anaerobia (aguas negras, etc.) indican contaminación de origen industrial en algunos casos se añaden al agua para la prevención de las caries, aunque es una práctica muy discutida.</p>
<p><u>Cationes:</u> sodio calcio y Mg amonio metales pesados</p>	<p>indica salinidad están relacionados con la dureza del agua contaminación con fertilizantes y heces de efectos muy nocivos; se bioacumulan en la cadena trófica.</p>
<p>Compuestos orgánicos</p>	<p>Los aceites y grasas procedentes de restos de alimentos o de procesos industriales (automóviles, lubricantes, etc.) son difíciles de metabolizar por las bacterias y flotan formando películas en el agua que dañan a los seres vivos. Los fenoles pueden estar en el agua como resultado de contaminación industrial .</p>

Parámetros de calidad del agua

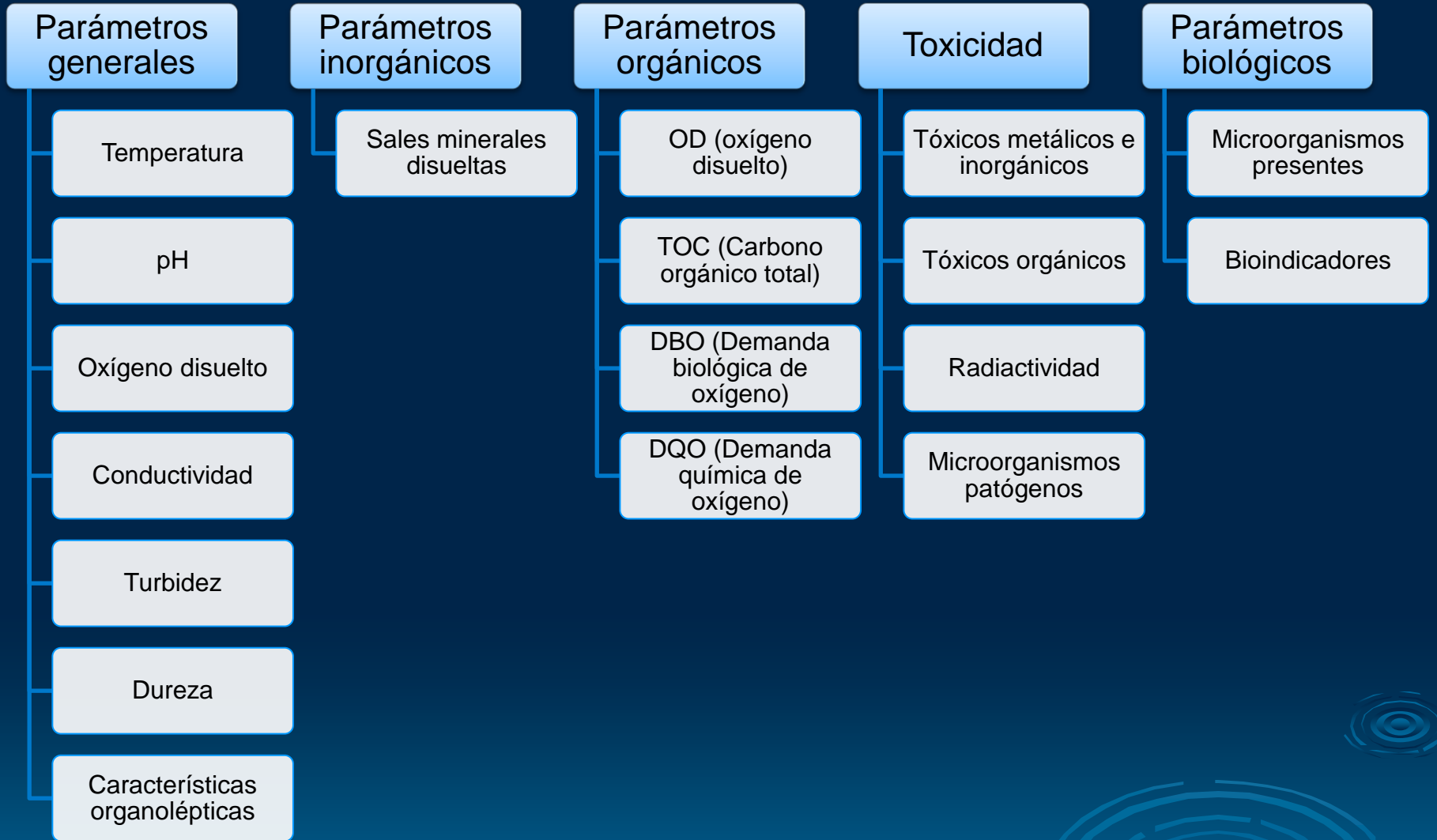
En función del destino, se establecen las condiciones de olor, sabor, etc, que debe tener dicho agua

Para medir esta calidad se establecen una serie de parámetros o índices que nos permiten cuantificar la variación de las características naturales (características que tiene el agua antes de ser utilizada), teniendo en cuenta su uso.

Los parámetros indicadores más importantes son:

1. Parámetros generales
2. Parámetros inorgánicos
3. Parámetros orgánicos
4. Parámetros Biológicos
5. Toxicidad





Parámetros generales: Temperatura

Puede variar entre unos límites.

- Afecta a parámetros o características tales como la solubilidad de gases y sales, la cinética de las reacciones químicas y bioquímicas, desplazamientos de los equilibrios químicos, tensión superficial, desarrollo de organismos presentes en el agua,...
- La influencia más interesante va a ser la disminución de la solubilidad del oxígeno al aumentar la temperatura y la aceleración de los procesos de putrefacción.

Parámetros generales: pH

- El pH de un agua es de vital importancia para el desarrollo de la vida acuática (tiene influencia sobre determinados procesos químicos y biológicos), la naturaleza de las especies iónicas que se encuentran en su seno, el potencial redox del agua, el poder desinfectante del cloro, etc.
- Por lo general las aguas naturales tienen un cierto carácter básico, unos valores de pH comprendidos entre 6,5-8,5, los océanos tienen un valor medio de 8.

Parámetros generales: Oxígeno disuelto

1. En su mayor parte procede de la solubilización del oxígeno atmosférico.
2. Puede variar el contenido en función de la temperatura o la presencia de materia orgánica.
3. Su disminución provoca la muerte de muchas especies.



CONDUCTIVIDAD.

La conductividad del agua da una buena apreciación de la concentración de los iones de disolución y una conductividad elevada se traduce en una salinidad elevada o en valores anómalos de pH.

TURBIDEZ Y SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN.

- La turbidez de un agua es provocada por la materia insoluble, en suspensión o dispersión coloidal.
- La mayoría de las aguas residuales industriales tienen valores elevados de turbidez.
- Unida a la turbidez está parte de la cantidad de materia sólida presente en el agua.

DUREZA DEL AGUA

La dureza es también un parámetro relacionado con los anteriores. Mide la presencia de cationes Ca^{+2} y Mg^{+2} , y en menor cantidad Fe^{+2} y Mn^{+2} y otros alcalinotérreos.

Se diferencian:

1. **Dureza total:** es la suma total de las concentraciones de sales de Ca y Mg
2. **Dureza temporal:** Es la que corresponde a los hidrogenocarbonatos de calcio y magnesio, desaparece por ebullición pues precipitan los carbonatos.
3. **Dureza permanente:** es la que existe después de la ebullición del agua, es la diferencia entre las dos anteriores.

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS: COLOR, OLOR Y SABOR.

- **Color:** hay que distinguir lo que se llama color aparente, el que presenta el agua bruta y el verdadero, que es el que presenta cuando se le ha separado la materia en suspensión.
- **Olor y sabor:** el olor y sabor están en general íntimamente relacionados. Existen solamente cuatro sabores fundamentales: ácido, salado, amargo y dulce, los olores pueden ser mucho más específicos.
- Las medidas de olores y sabores son estimativas, mediante procesos de dilución.



Parámetros inorgánicos

Indican las cantidades de sales minerales disueltas de forma natural en el agua a su paso por distintos tipos de suelos y rocas.

Estas cantidades naturales pueden verse muy afectadas por procesos humanos como:

1. Industria minera
2. Papeleras, textiles
3. Industria alimentaria
4. Industria química

Parámetros orgánicos

Indican la cantidad de materia orgánica en el agua, pero sin indicar el origen de la misma:

Los parámetros más utilizados son:

1. OD (oxígeno disuelto)
2. TOC (Carbono orgánico total)
3. DBO (Demanda biológica de oxígeno)
4. DQO (Demanda química de oxígeno)

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en 5 días (unas 3/4 partes de la DBO total):

- Es el parámetro que se maneja para tener una medida de la materia orgánica biodegradable.
- Se define como la cantidad de oxígeno necesaria para la descomposición biológica aeróbica de la materia orgánica biodegradable de un agua.
- Se calcula midiendo la disminución en la concentración de oxígeno disuelto del agua después de incubar una muestra durante 5 días a 20°C.

Unos valores elevados de DBO5 indican una alta concentración de materia orgánica biodegradables:

- Aguas muy puras: $DBO_5 < 3$ ppm O_2
- Pureza intermedia: DBO_5 3-5 ppm O_2
- Agua contaminada: $DBO_5 > 8$ ppm O_2
- Residuales urbanas: DBO_5 100-400 ppm O_2
- Industria alimentaria o semejante: DBO_5 hasta 10000 ppm O_2

Demanda Química de Oxígeno (DQO):

- Se expresa como la cantidad de oxígeno equivalente necesaria para la oxidación química de la materia orgánica oxidable de un agua.
- Sus unidades, por lo tanto, son las mismas que la DBO, es decir, mg O₂/l.
- Entre las ventajas sobre la medida de DBO, cabe destacar el tiempo considerablemente inferior del análisis (3 h).
- Mide la cantidad de materia orgánica total susceptible de oxidación química (bio y no biodegradable).
- En esta medida se sustituyen los microorganismos por un poderoso agente químico como el dicromato o el permanganato de potasio en medio ácido.



Carbono orgánico total (COT):

- Consiste en medir la cantidad de dióxido de carbono producido por calcinación de una micro-muestra.
- Según que el agua haya sido filtrada previamente o no, se obtendrá el carbono disuelto o el carbono total.
- La medida de COT está menos sujeta a interferencias que la medida de la DQO, particularmente en presencia de materia nitrogenadas, siendo además una técnica más rápida y reproducible.
- Se mide en mg C/l.

Toxicidad

El término toxicidad se refiere al daño que puede producir en los seres vivos la presencia de determinados contaminantes en un agua, en concentraciones que den positivos los denominados test de toxicidad.

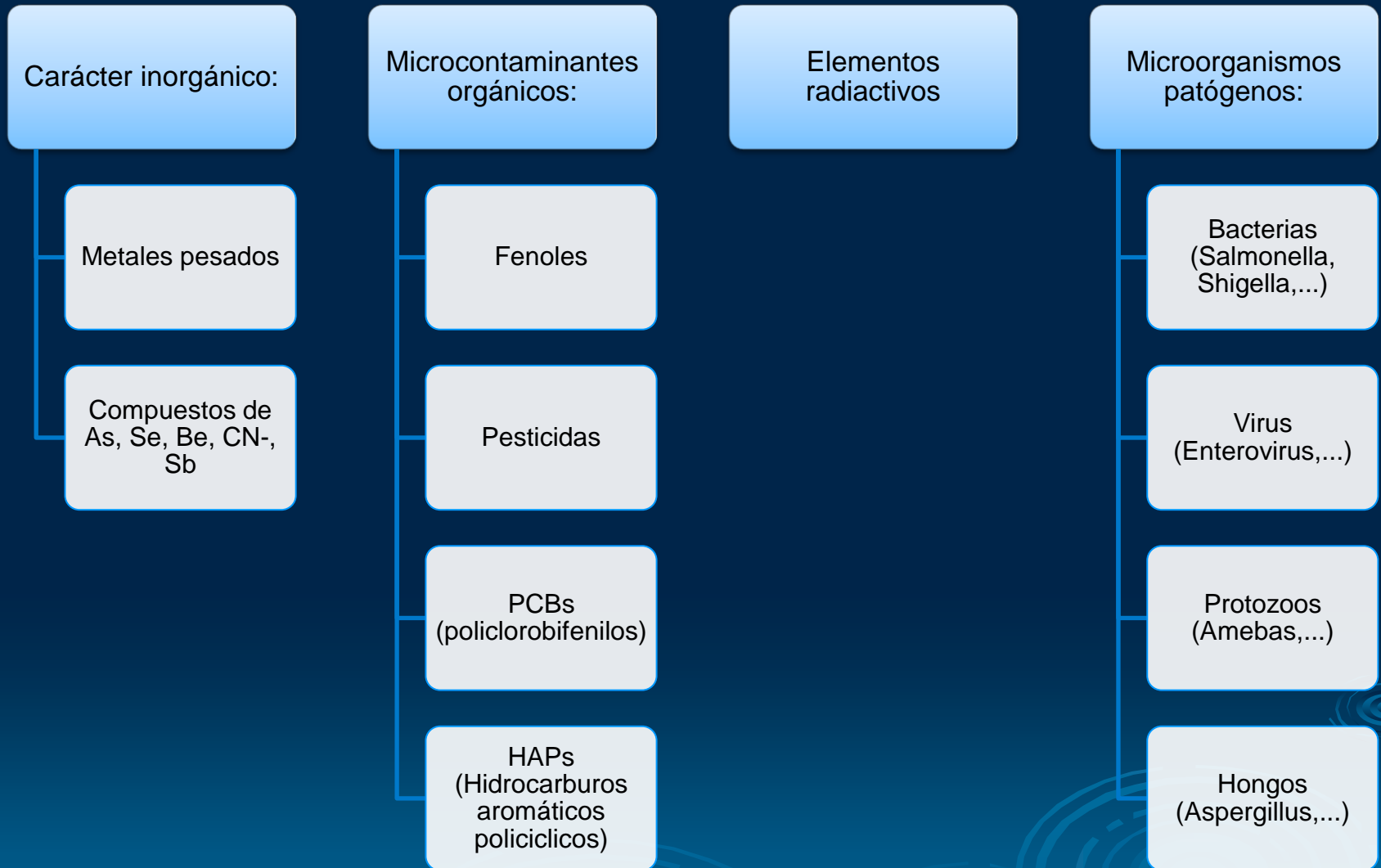
La toxicidad de un vertido puede manifestarse:

1. De forma directa: en función de la dosis de especies tóxicas y su tiempo de acción
2. De forma indirecta como resultado de la acumulación en los seres vivos (bioacumulación).

La evaluación de este parámetro se puede realizar por medida de la mortalidad de diferentes especies.

Otros resultados de toxicidad se refieren al carácter cancerígeno, mutagénico o teratogénico (capacidad de producir malformaciones) de los contaminantes.

Compuestos tóxicos más abundantes:



Radiactividad.

- Todas las aguas naturales presentan una determinada radiactividad natural, como consecuencia de la presencia de isótopos radiactivos naturales de los elementos, en especial del ^{40}K y ^{87}Rb .
- Actualmente y como consecuencia de las actividades nucleares de origen industrial (civil o militar) y farmacológico, hay un incremento de la radiactividad de las aguas que puede llegar a ser muy perjudicial. Entre los isótopos más frecuentes debe señalarse la existencia de ^{226}Ra , ^{230}Th , ^{90}Sr ,...
- No se efectúa la medida de cada uno de los isótopos radiactivos, sino que se determina la radiación α global y la radiación β global, midiéndola en Bq/l.



Características microbiológicas.

- Los microorganismos más importantes que podemos encontrar en las aguas son bacterias, virus, hongos, protozoos y distintos tipos de algas.
- La contaminación de tipo bacteriológico es debida fundamentalmente a los desechos humanos y animales (heces, orina y sangre) y son de origen de muchas enfermedades (fiebres tifoideas, disentería, cólera, polio, hepatitis infecciosa,...).
- Desde el punto de vista histórico, la prevención de las enfermedades originadas por las aguas constituyó la razón fundamental del control de la contaminación.



EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Hay que diferenciar los efectos de la contaminación en tres niveles:

➤ AGUAS SUPERFICIALES

- **RÍOS:** Debido a su dinámica poseen capacidad de autodepuración, no obstante pueden aparecer problemas de restricción de agua, alteraciones de la biocenosis, apariencia y olor desagradables.
- **LAGOS:** Al ser masas estáticas los efectos de la contaminación son más severos y persistentes.

➤ AGUAS SUBTERRANÉAS

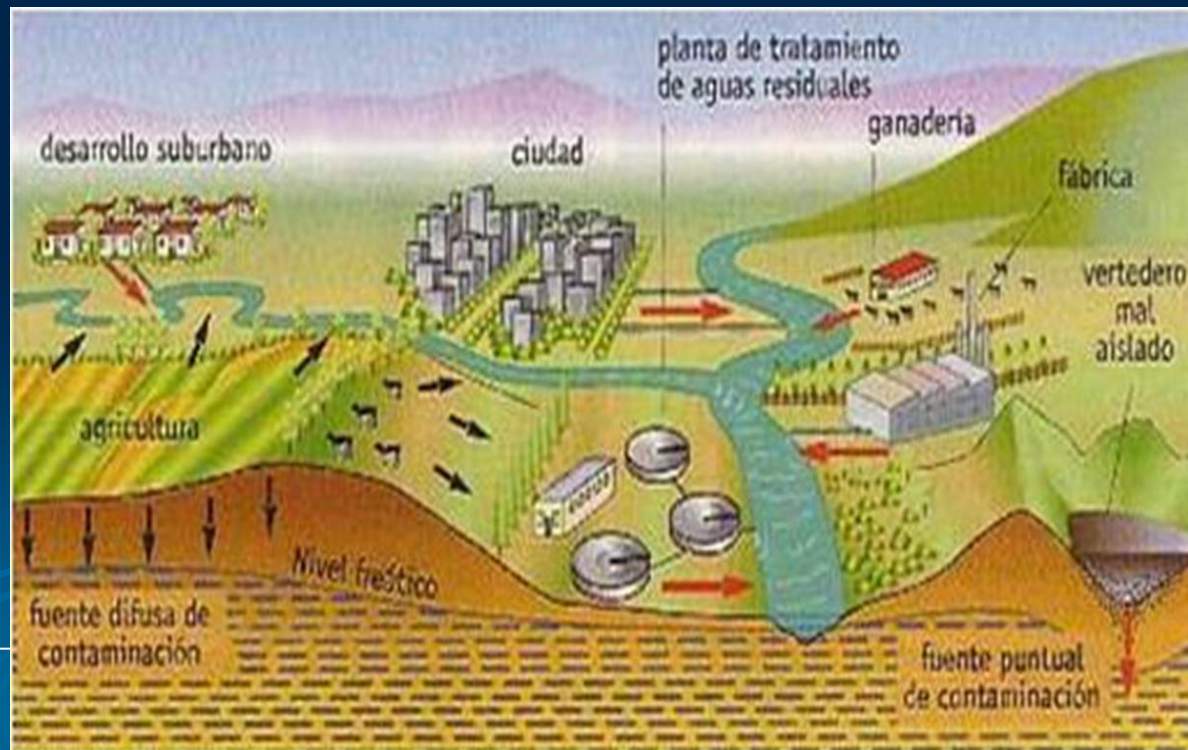
➤ AGUAS OCEÁNICAS

Contaminación de las aguas superficiales

Los ríos, debido a su capacidad erosiva arrastran una gran cantidad de materiales a los que hay que añadir los procedentes de las distintas actividades humanas

Los ríos tienen una cierta capacidad de autodepuración, pero en muchas ocasiones no pueden con todos estos productos y sus efectos son:

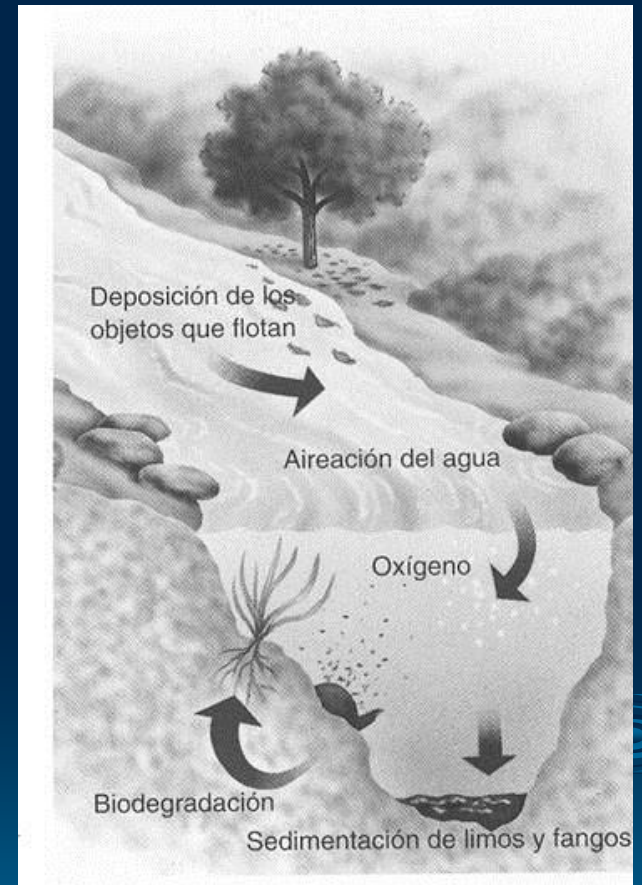
1. Restricciones en el uso del agua
2. Alteraciones en la flora y fauna
3. Apariencia y olores desagradables

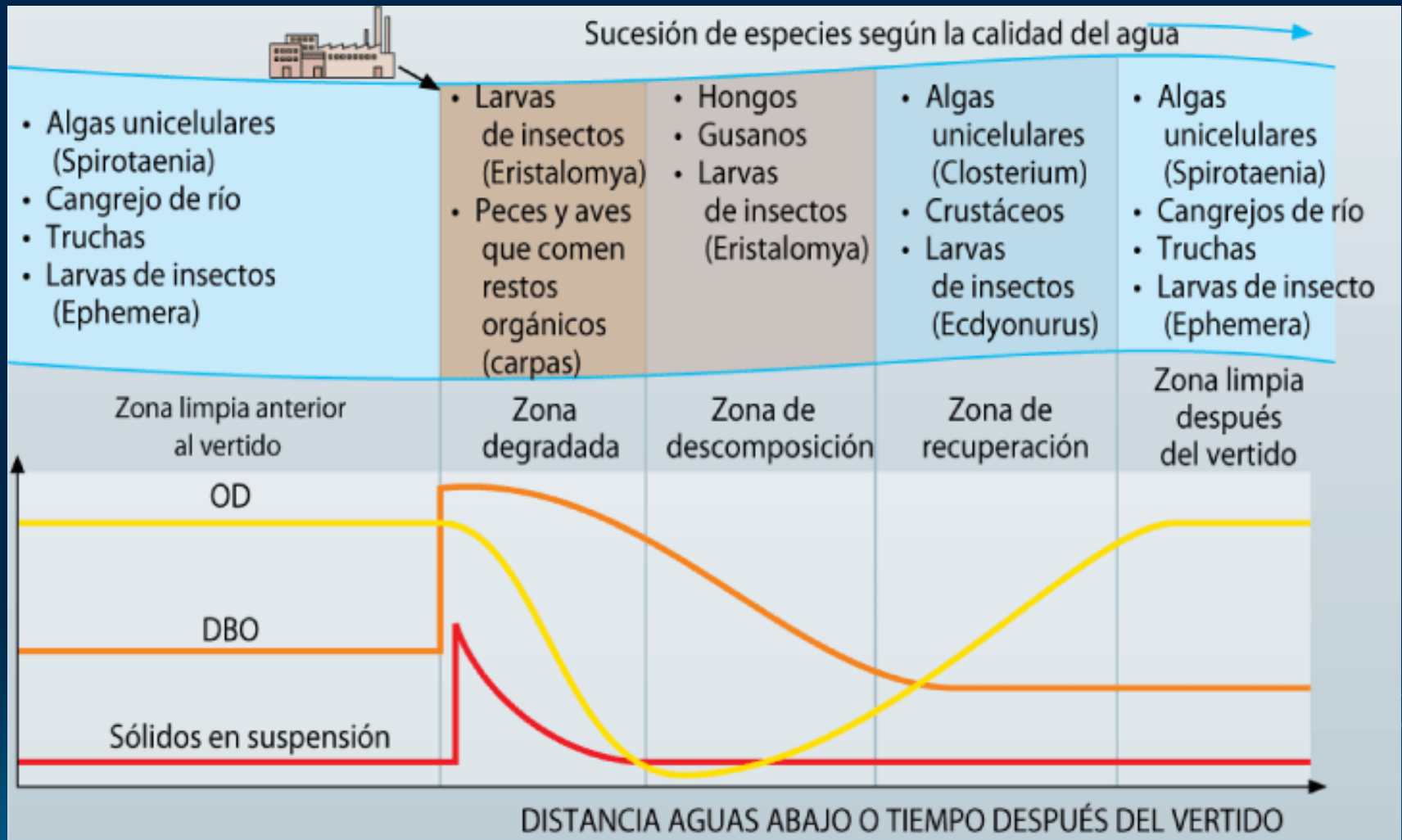


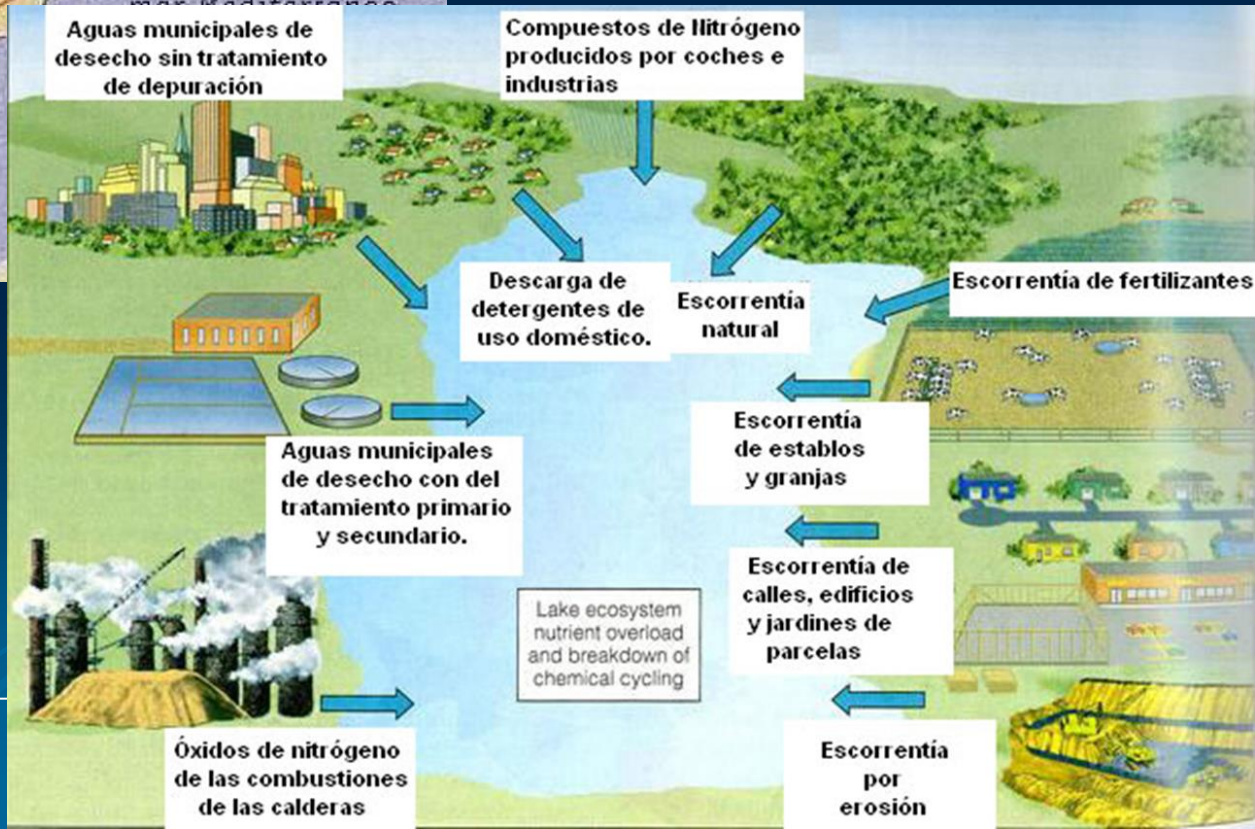
El proceso de autodepuración depende del tipo y cantidad de Materia Orgánica (MO) que tenga, de la cantidad de oxígeno disuelto y del tipo de microorganismos que lo habiten.

Se pueden distinguir tres zonas en un río en función de los indicadores biológicos que encontremos y que a su vez dependen de las características fisico-químicas del agua:

1. Zona oligosaprobica: Rio sin contaminar
2. Zona mesosaprobica: Mas contaminada
3. Zona polisaprobica: Muy contaminada







Contaminación de lagos

En los lagos el proceso de contaminación es mas grave por que la dinámica del lago no permite la dilución de los contaminantes.

Al ser aguas estáticas los contaminantes se acumulan y almacenan, alterando el equilibrio de la zona, provocando desaparición de unas especies y proliferación de otras

El ejemplo más claro es el de la eutrofización



Eutrofización

Un río, un lago o un embalse sufren eutrofización cuando sus aguas se enriquecen en nutrientes.

Podría parecer a primera vista que es bueno que las aguas estén bien repletas de nutrientes, porque así podrían vivir más fácil los seres vivos. Pero la situación no es tan sencilla.

El problema está en que si hay exceso de nutrientes crecen en abundancia las plantas y otros organismos. Más tarde, cuando mueren, se pudren y llenan el agua de malos olores y le dan un aspecto nauseabundo, disminuyendo drásticamente su calidad.

El proceso de putrefacción consume una gran cantidad del oxígeno disuelto y las aguas dejan de ser aptas para la mayor parte de los seres vivos. El resultado final es un ecosistema casi destruido.

Nutrientes que eutrofizan las aguas

- Los nutrientes que más influyen en este proceso son los fosfatos (factor limitante en lagos de agua dulce) y los nitratos (factor limitante en los mares)
- En los últimos 20 o 30 años las concentraciones de nitrógeno y fósforo en muchos mares y lagos casi se han duplicado. La mayor parte les llega por los ríos.
- En el caso del nitrógeno, una elevada proporción (alrededor del 30%) llega a través de la contaminación atmosférica. El nitrógeno es más móvil que el fósforo y puede ser lavado a través del suelo o saltar al aire por evaporación del amoníaco o por desnitrificación.
- El fósforo es absorbido con más facilidad por las partículas del suelo y es arrastrado por la erosión erosionadas o disuelto por las aguas de escorrentía superficiales.

Fuentes de eutrofización



Eutrofización natural

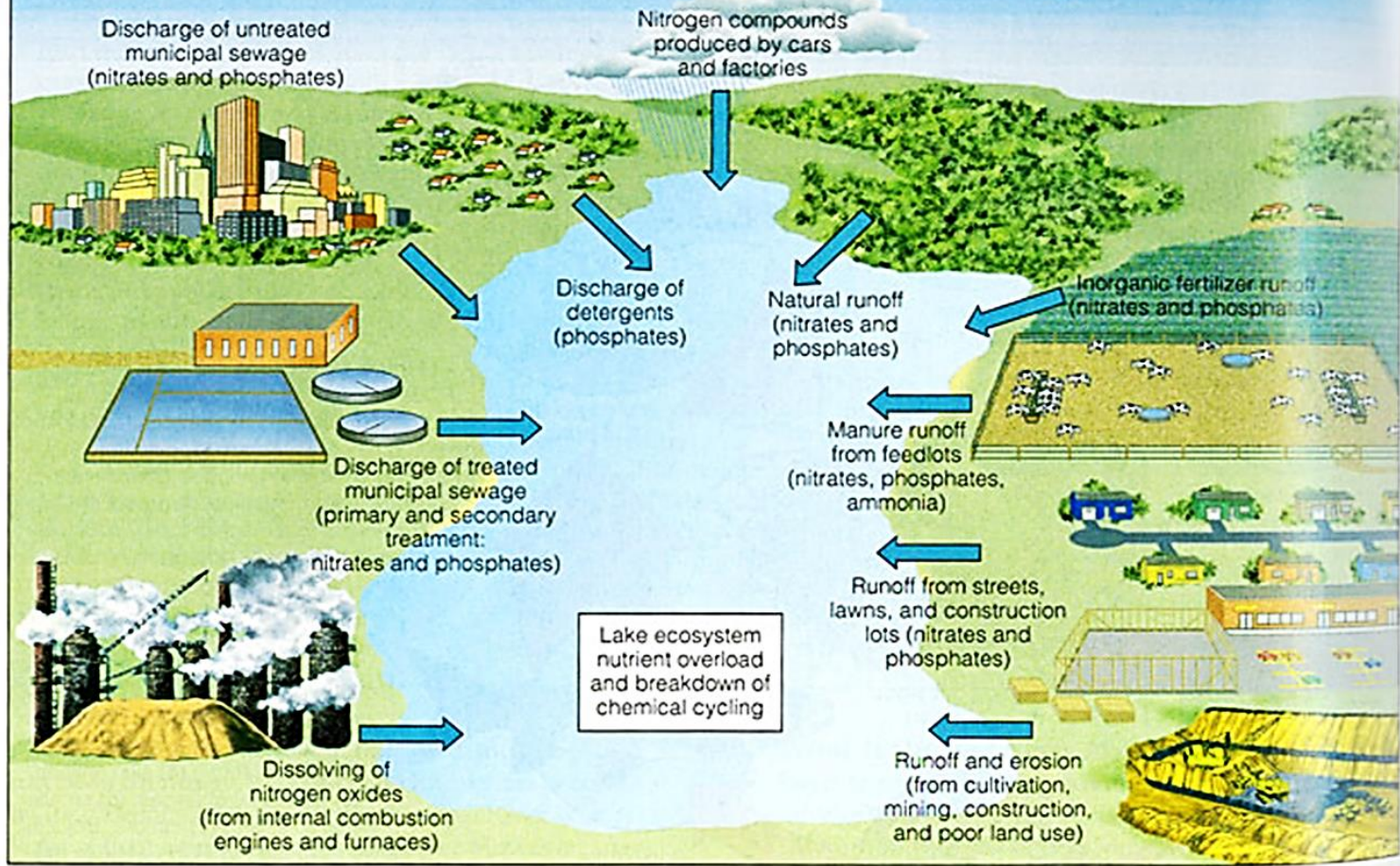
La eutrofización es un proceso que se va produciendo lentamente de forma natural en todos los lagos del mundo, porque todos van recibiendo nutrientes.

Eutrofización de origen humano

Los vertidos humanos aceleran el proceso hasta convertirlo, muchas veces, en un grave problema de contaminación. Las principales fuentes de eutrofización son:

- los vertidos urbanos, que llevan detergentes y desechos orgánicos.
- los vertidos ganaderos y agrícolas, que aportan fertilizantes, desechos orgánicos y otros residuos ricos en fosfatos y nitratos

Sources of Cultural Eutrophication



Medidas para evitar la eutrofización

Disminuir la cantidad de fosfatos y nitratos en los vertidos

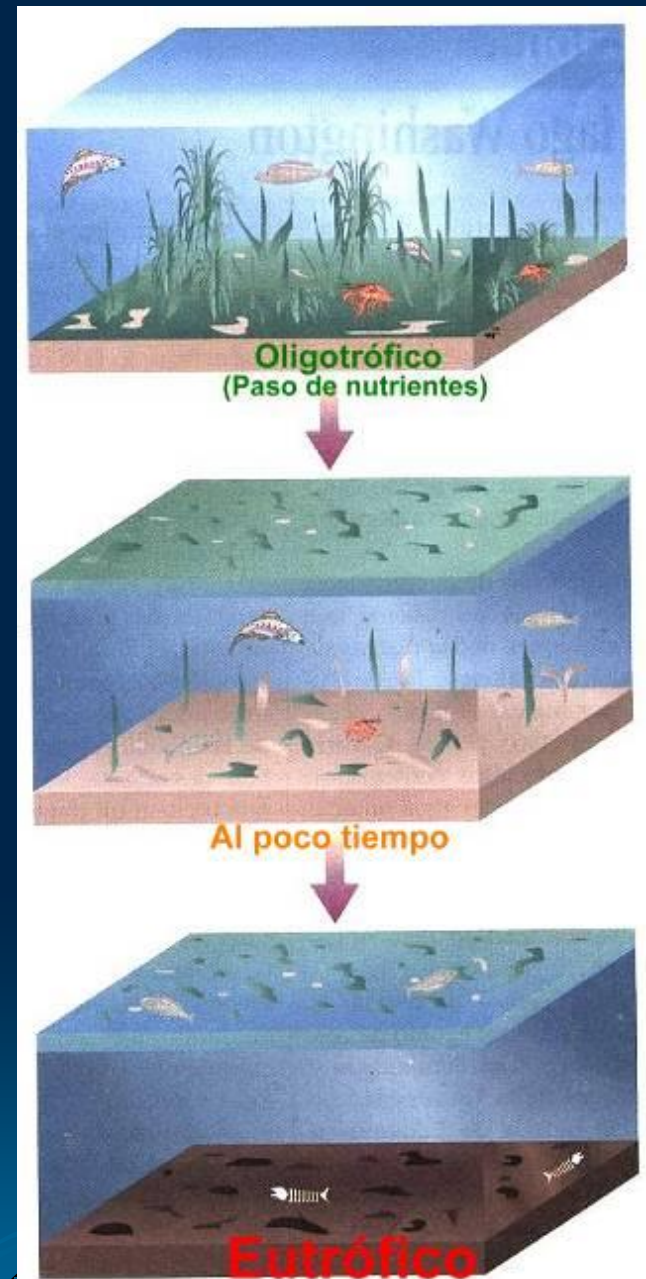
1. Usar detergentes con baja proporción de fosfatos
2. Emplear menor cantidad de detergentes
3. No abonar en exceso los campos
4. Usar los desechos agrícolas y ganaderos como fertilizantes, en vez de verterlos, etc.

En concreto:

1. Tratar las aguas residuales en EDAR que incluyan tratamientos biológicos y químicos que eliminan el fósforo y el nitrógeno.
2. Almacenar adecuadamente el estiércol que se usa en agricultura.
3. Usar los fertilizantes más eficientemente.
4. Cambiar las prácticas de cultivo a otras menos contaminantes. Por ejemplo:
 - ✓ Retrasar el arado y la preparación de los campos para el cultivo hasta la primavera
 - ✓ Plantar los cultivos de cereal en otoño asegura tener cubiertas las tierras con vegetación durante el invierno con lo que se reduce la erosión.
5. Reducir las emisiones de NOx y amoniaco
6. Inyección de O2 en embalses y lagos afectados
7. Crecimiento de algas cianofíceas

El proceso de eutrofización se da en 3 fases:

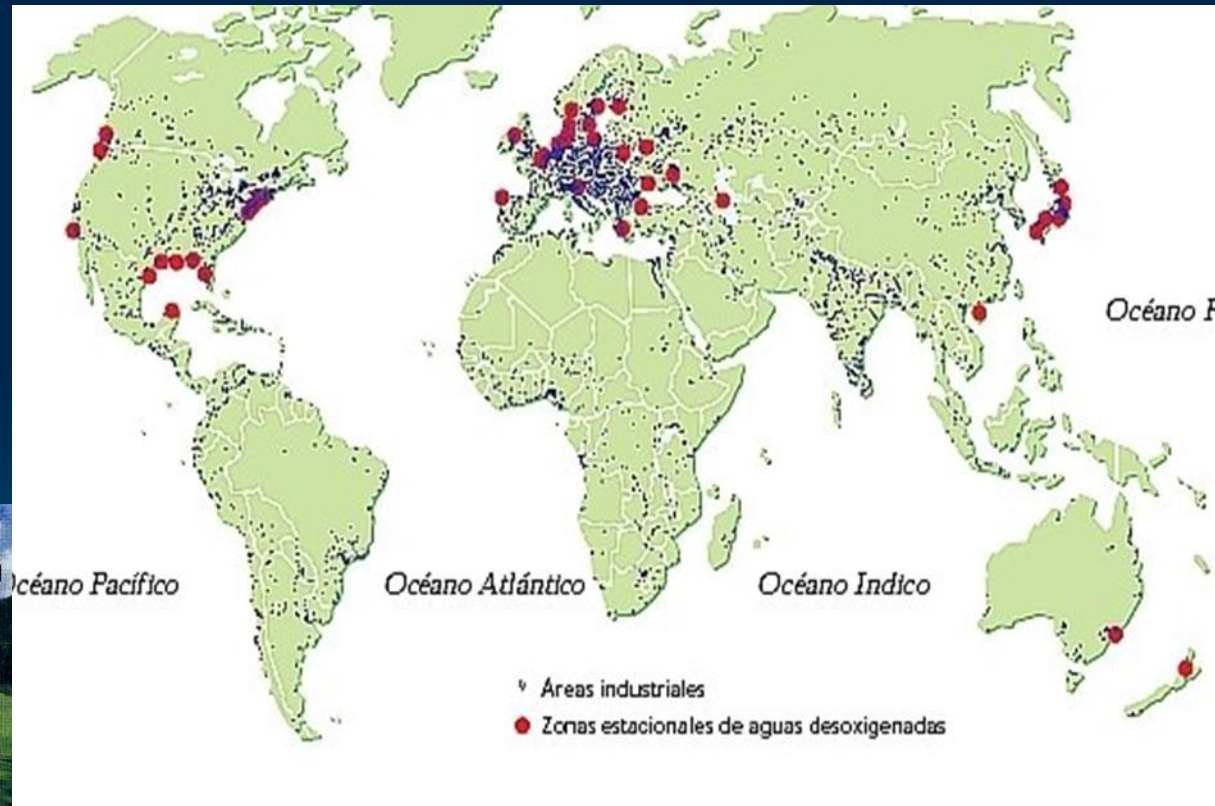
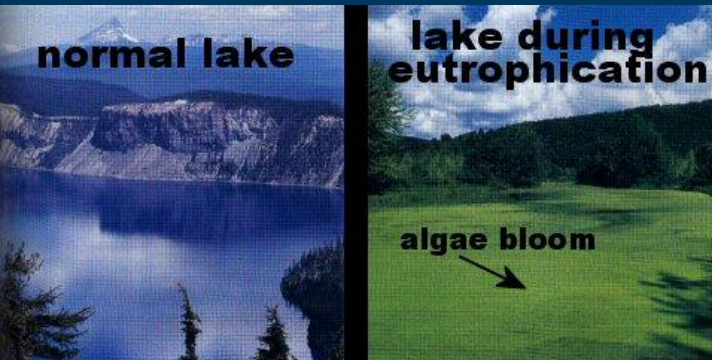
1. Aporte de nutrientes: sobre todo fosfatos pues el nitrógeno puede ser fijado por cianobacterias fitoplanctónicas y el sulfato se necesita en menor cantidad.
2. Proliferación de fitoplancton masiva en superficie que impide la entrada de luz con muerte del fitoplancton por debajo de esta zona fótica disminuida.
3. Descomposición de la materia fitoplanctónica muerta por:
 - Oxidación por bacterias aerobias que agotan el oxígeno.
 - Fermentación por bacterias anaerobias cuando no hay oxígeno que producen sulfhídrico (olor huevos podridos), amoníaco (olor orina) y metano (burbujas que suben) y que pueden producir enfermedades.



La eutrofización la producen sobre todo las aguas agrícolas, los detergentes fosforados y purines animales o alpechines (restos de aceituna) y otros restos de la industria agroalimentaria.

Las consecuencias son la sustitución de los peces de aguas limpias por otros de peor calidad, y la alteración de todo el ecosistema por envenenamiento y de la calidad del agua.

Los fenómenos de eutrofización también se pueden producir en estuarios costeros y mares más o menos cerrados (Báltico, Mar Negro, Mediterráneo..)



Actualmente (2008) la eutrofización afecta a:

- 54% de los lagos asiáticos
- 53 % de los europeos
- 48% de los lagos de América del Norte
- 41% de los lagos de América del Sur
- 28% de los lagos africanos

En España, están afectados por este problema zonas como:

- Parque Natural del Aiguamolls de l'Ampordà
- Delta del Ebro
- Albufera de Valencia
- Tablas de Daimiel
- Doñana
- Manga del Mar Menor



Contaminación de aguas subterráneas

Las aguas subterráneas son una de las principales fuentes de suministro para uso doméstico y para el riego en muchas partes de España y del mundo.

En España alrededor de la tercera parte del agua que se usa en las ciudades y la industria y la cuarta parte de la que se usa en agricultura son aguas subterráneas.

En muchos lugares en los que las precipitaciones son escasas e irregulares pero el clima es muy apto para la agricultura son un recurso vital y una gran fuente de riqueza, ya que permiten cultivar, productos muy apreciados en los mercados internacionales.



Contaminación de aguas subterráneas

Las aguas subterráneas suele ser más difíciles de contaminar que las superficiales, pero cuando esta contaminación se produce, es más difícil de eliminar.

Sucede esto porque las aguas del subsuelo tienen un ritmo de renovación muy lento.

El tiempo de permanencia medio del agua en los ríos es de días mientras que en un acuífero es de cientos de años, lo que hace muy difícil su purificación.

Se distinguen dos tipos de procesos contaminantes de las aguas subterráneas:

1. **Puntuales:** Afectan a zonas muy localizadas
2. **Difusos:** Provocan contaminación dispersa en zonas amplias, en las que no es fácil identificar un foco principal.

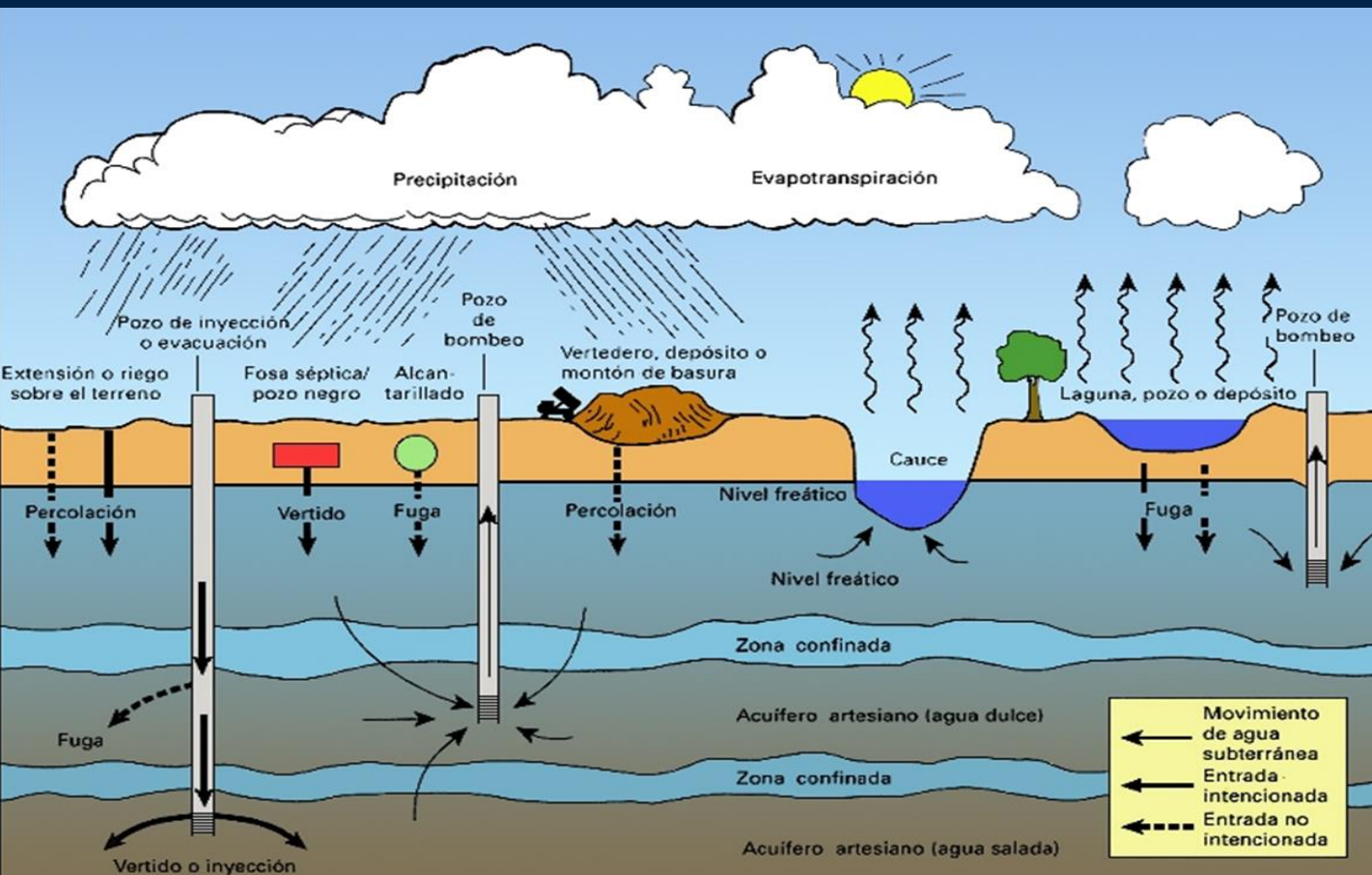
Actividades que suelen provocar **contaminación puntual** son:

- Lixiviados de vertederos de residuos urbanos y fugas de aguas residuales que se infiltran en el terreno.
- Lixiviados de vertederos industriales, derrubios de minas, depósitos de residuos radiactivos o tóxicos mal aislados, gasolineras con fugas en sus depósitos de combustible, etc.
- Pozos sépticos y acumulaciones de purines procedentes de las granjas.

Este tipo de contaminación suele ser más intensa junto al lugar de origen y se va diluyendo al alejarnos. La dirección que sigue el flujo del agua del subsuelo influye de forma muy importante en determinar en que lugares los pozos tendrán agua contaminada y en cuales no. Puede suceder que un lugar relativamente cercano al foco contaminante tenga agua limpia, porque la corriente subterránea aleja el contaminante de ese lugar, y al revés.

La **contaminación difusa** suele estar provocada por:

- Uso excesivo de fertilizantes y pesticidas en la agricultura o en las prácticas forestales.
- Explotación excesiva de los acuíferos que facilita el que las aguas salinas invadan la zona de aguas dulces, por desplazamiento de la interfase entre los dos tipos de aguas.



Este tipo de contaminación puede provocar situaciones especialmente preocupantes con el paso del tiempo, al ir cargándose de contaminación, lenta pero continuamente, zonas muy extensas.

Lugar de origen	Fuentes de contaminación potenciales de aguas subterráneas			
	Municipal	Industrial	Agrícola	Individual
Por debajo de la superficie de suelo	basureros fugas y drenaje de líneas de aguas residuales	tuberías tanques de almacenamiento subterráneos	almacenamiento subterráneo tanques pozos: construidos inadecuadamente o abandonados	sistemas sépticos pozos: construidos inadecuadamente o abandonados

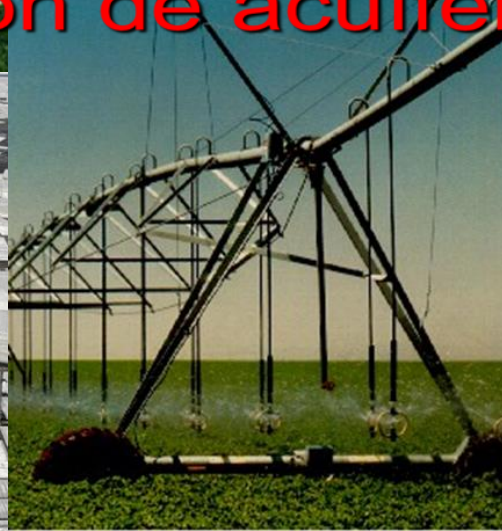
Lugar de origen	Fuentes de contaminación potenciales de aguas subterráneas			
	Municipal	Industrial	Agrícola	Individual
Cerca de la superficie del suelo	contaminación del aire disposición en suelos de residuos municipales sal para el deshielo de caminos calles & aparcamientos	contaminación de aire químicos: almacén & derrames combustibles: almacén & derrames arrastre en residuos de minas	contaminación del aire derrame de químicos fertilizantes residuos en granjas almacenamiento & emisión al campo pesticidas	contaminación del aire fertilizantes casas limpiadores detergentes petróleo pinturas pesticidas

Medidas para evitar la contaminación de las aguas subterráneas:

1. Limitación de ciertas actividades, instalaciones y obras en zonas próximas a acuíferos.
2. Control de vertidos.
3. Instalación de depuradoras en procesos de producción industrial.



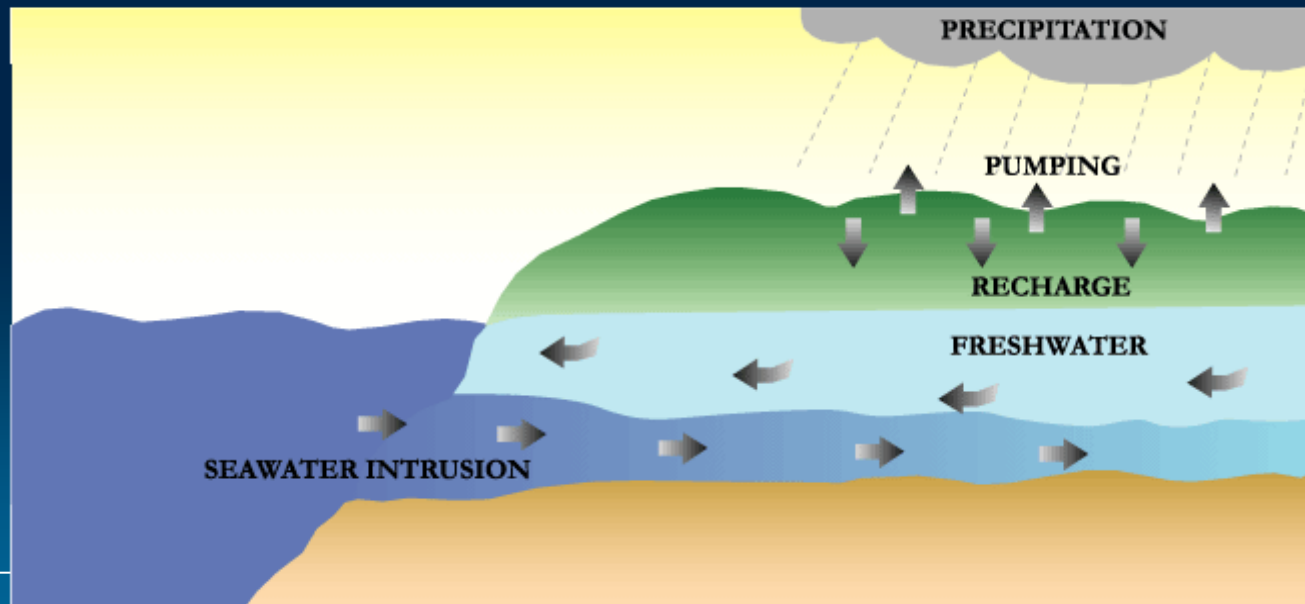
Sobreexplotación de acuíferos



Cuando de un acuífero se saca más agua que la que entra se produce la sobreexplotación del mismo, que disminuye el nivel freático y puede provocar intrusiones de agua de mar si se produce cerca de la costa.

El agua de mar, mas densa, entra en el acuífero desalojando al agua dulce y provoca su salinización e inutilización para muchos usos.

En España este fenómeno es frecuente en el litoral Mediterráneo y en las islas por el excesivo consumo derivado del turismo y las actividades agrícolas

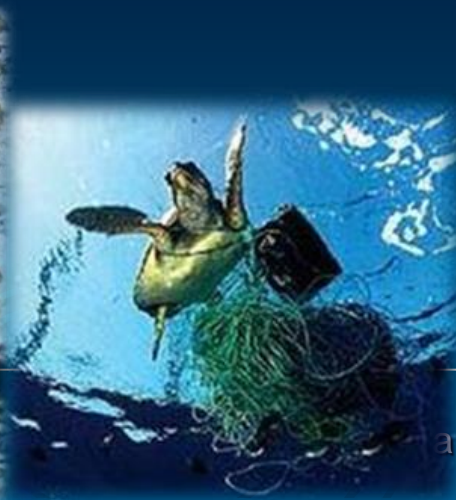


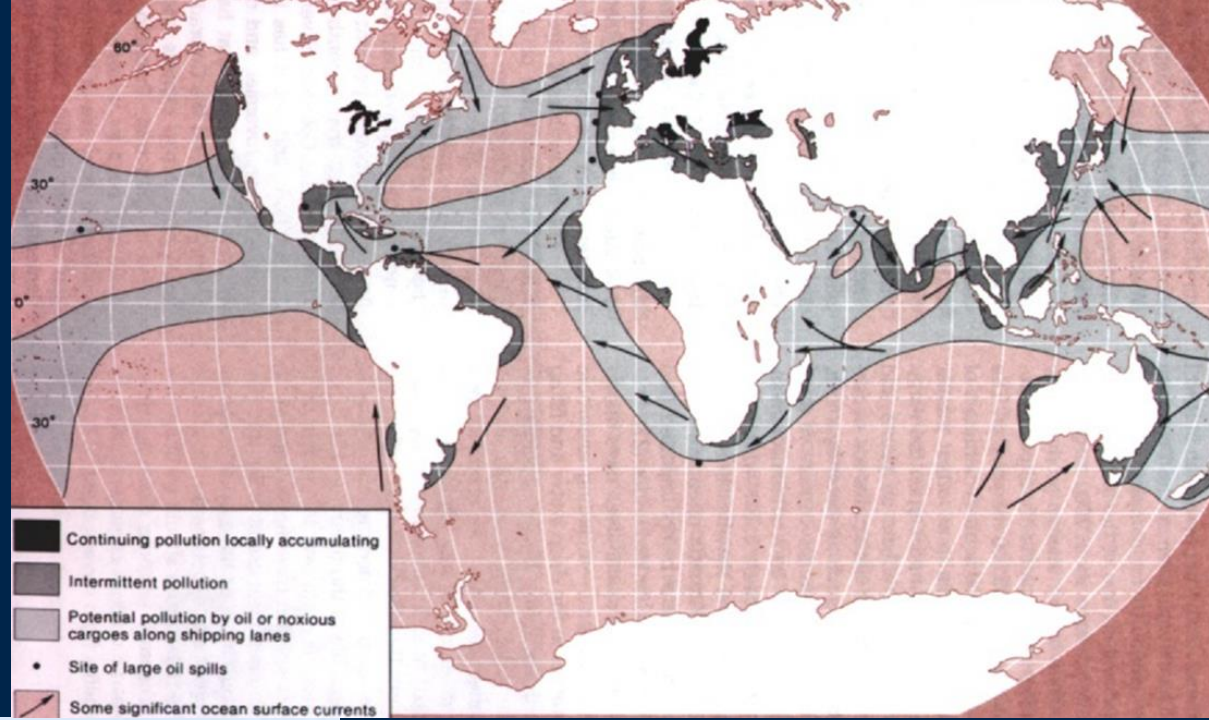
Contaminación de océanos

Los océanos son el vertedero final para una gran parte de nuestros desechos. A él van a parar gran parte de los vertidos urbanos e industriales, e incluso, los residuos radiactivos.

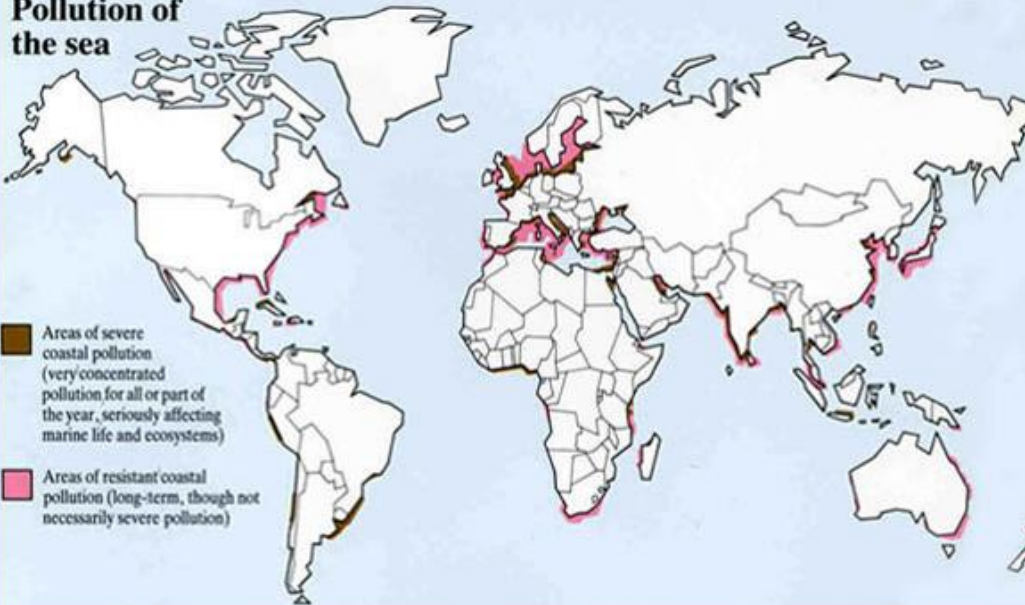
Su capacidad purificadora es muy grande. En ellas se diluyen multitud de residuos y por este motivo es muy tentador recurrir al barato sistema de arrojar al mar los residuos de los que queremos deshacernos; pero en muchos lugares, los excesos cometidos han convertido grandes zonas del mar en desiertos de vida o en cloacas malolientes.

Los problemas no son iguales en todos los mares, ni en cualquier parte del mar. La mayor concentración de problemas se da en las costas y en los mares cerrados con poca dinámica en sus aguas





Pollution of the sea



Sources of marine pollution	Percentage
44% direct or via rivers (sewage, urban and agricultural run-off)	44%
33% fallout air pollution	33%
12% shipping	12%
10% dumping in oceans	10%
1% offshore oil and gas	1%

Los efectos de los vertidos también se ven en las aguas libres de mares y océanos.

Las grandes cantidades de **plástico** echadas al mar son responsables de la muerte de muchas focas, ballenas, delfines, tortugas, y aves marinas, que quedan atrapadas en ellas o se las comen.

- El 80% de las sustancias que contaminan el mar tienen su origen en tierra.
- De las fuentes terrestres la contaminación difusa es la más importante. Incluye pequeños focos como tanques sépticos, coches, camiones, etc. y otros mayores como granjas, tierras de cultivo, bosques, etc.
- Los accidentes marítimos son responsables de alrededor de un 5% de los hidrocarburos vertidos en el mar. En cambio, una ciudad de cinco millones de habitantes acaba vertiendo en un año la misma cantidad que derramó el Exxon Valdez en su accidente en Alaska.
- Aproximadamente un tercio de la contaminación que llega a los mares empieza siendo contaminación atmosférica pero después acaba cayendo a los océanos.

Para medir la contaminación se utilizan en ocasiones bioindicadores con determinados tipos de moluscos (mejillones, percebes...) que al ser filtradores recogen todo tipo de contaminantes:

Uno de los mares más contaminados es el Mediterráneo debido a:

- Mar cerrado y poco dinámico
- Población en aumento y concentrada en el litoral
- Vertido de residuos sin tratamiento procedentes de:
 - Ríos contaminados
 - Desagües (emisarios submarinos)
 - Vertidos directos
 - Explotación de fondos marinos

