

IMPACTOS EN LA HIDROSFERA

Los impactos ocurren, como siempre, por dos procesos:

- Sobreexplotación al usarse desmesuradamente (por ejemplo: el lago Aral se ha reducido muchísimo por intensos riegos extraídos de sus ríos tributarios; el cauce del Segura y del Júcar está reducidísimo por la agricultura, etc)
- Contaminación que inutiliza el agua por envenenamiento o alteración de sus propiedades (ejemplo fue la contaminación por el vertido minero de Aznalcollar que casi destruye el Parque Nacional de Doñana)

SOBREEXPLOTACIÓN

Se realiza sobre todo por el excesivo:

- gasto agrícola por la agricultura de regadío.
- gasto urbano desmesurado. De esta forma se reducen acuíferos y zonas húmedas o ríos con el daño a la fauna y flora que depende de ellos.
- Alteración por obras del natural discurrir del agua con canalizaciones (daño a fauna flora y paisaje), embalses (que retienen sedimentos, favorece la eutrofización y cambia el nivel freático) o trasvases (reducen el cauce natural de los ríos)

CONTAMINACIÓN

Atendiendo al origen puede ser:

- natural, que se autodepuran (ejemplo excrementos animales)
- antrópica generada por el hombre. Esta última contaminación puede ser debida a
 1. Aguas residuales urbanas con materia orgánica, microorganismos y detergentes.
 2. Aguas agrícolas con restos de abonos (nitratos y fosfatos) que eutrofizan el agua y la envenenan de plaguicidas.
 3. Aguas ganaderas del lavado de purines con microorganismos y nitrógeno
 4. Vertidos industriales como pesticidas, detergentes, productos químicos, etc.
 5. Petróleos sobre todo por accidentes (mareas negras)
 6. Contaminación térmica al refrigerar centrales térmicas o siderurgias.
 7. Obras civiles que alteran el caudal de los ríos.

Por la localización de la fuente contaminante puede ser:

- Puntual: muy localizada y concentrada (ej vertido industrial)
- Difusa: contaminación muy repartida (vertidos agrícolas)

Existen 3 tipos de contaminantes:

1. 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”).
2. Químicos: Sustancias de dos tipos
 - Biodegradables: cuando pueden ser eliminadas por los microorganismos u otros seres como las sales minerales (ej nitratos que producen

nitrosaminas cancerígenas, etc) que son captadas por los seres autótrofos para la fotosíntesis, o las moléculas orgánicas que son respiradas por bacterias u otros seres.

- No biodegradables: ningún ser vivo tiene enzimas que los eliminen y por tanto se acumulan. Son los metales pesados como el plomo que produce saturnismo, o el mercurio que origina la enfermedad de Minamata y también ciertas moléculas orgánicas de síntesis compleja como pesticidas, detergentes, etc.

3. Físicos: Pueden ser

- Radiactivos mutagénicos normalmente antrópicos
- 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.
- Partículas gruesas que pueden enturbiar dificultando la fotosíntesis la autodepuración y la potabilización.

EFFECTOS GENERALES DE CONTAMINACIÓN HÍDRICA

EUTROFIZACIÓN

Conjunto de procesos ocasionados por una proliferación excesiva de fitoplancton en aguas dulces, sobre todo estancadas, debido al vertido de sales minerales como fosfatos, nitratos y sulfatos (por orden de importancia) por el hombre.

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 sulfídrico (olor huevos podridos), amoníaco (olor orina) y metano (burbujas que suben) que pueden producir enfermedades.

La eutrofización la producen sobre todo las aguas agrícolas, los detergentes fosforados y purines animales o alperchines (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.

CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Puede ser debida a microorganismos (sobre todo en acuíferos superficiales) o por contaminantes fisicoquímicos como sustancias o radiactividad.

La contaminación de acuíferos es más difícil de detectar de depurar artificialmente y su autodepuración por procesos naturales es más lenta.

El origen es diverso:

- Percolación de RSU
- Percolación de aguas residuales de fosas sépticas
- Percolación de aguas agrícolas de abonos y pesticidas
- Percolación de aguas de purines (abonos animales)

- Percolación de aguas de escombreras industriales o por inyección de vertidos al acuífero
- Percolación de aguas de minería.
- Intrusión marina: ocurre cuando se sobreexplota acuíferos próximos a la costa que son invadidos por agua de mar salada, que inutiliza todo el acuífero. Para evitarlo se puede inyectar agua dulce en los acuíferos (Recarga) en épocas de abundancia de aguas.

CONTAMINACIÓN DE AGUAS MARINAS

Dos tipos de contaminación:

- El vertido incontrolado de aguas residuales urbanas, sustancias industriales o dragados (extracción de materiales del fondo, limpieza de fondo de puertos etc) incrementa los **microorganismos** patógenos afectando a zonas de baño e invertebrados que los filtran, muchos de ellos comestibles.
- La contaminación **química** es todavía de mayor importancia pues todo (pesticidas, detergentes, productos industriales, etc) va al mar afectando a la productividad costera tan importante para es sector pesquero.

Un ejemplo de c. química son los petróleos vertidos en lavados de barcos y trasvasado de combustible y sobre todo en accidentes de superpetroleros (aunque sólo es un 10% del petróleo echado) que producen mareas negras. El efecto de la marea negra depende:

- tipo de vertido (crudo o refinado)
- cantidad
- corrientes marinas
- cercanía a la costa

Afecta a los seres vivos por:

- impide la fotosíntesis de fitoplancton y algas
- bajan el intercambio de oxígeno con la atmósfera afectando a la respiración.
- Matan a seres vivos por impregnación directa, sobre todo en la zona intermareal.
- Depósito de metales pesados en el bentos entrando en la cadena trófica.

CALIDAD DEL AGUA POTABLE

Se llama agua potable a la que es apta para el consumo humano. La contaminación de todo tipo impide su ingesta y por eso se regulan valores máximos de diversos contaminantes para permitir su consumo (ej Nivel máximo admisible). Su calidad se determina por caracteres:

- Organolépticos: olor, color, sabor.
- Físicos: Conductividad eléctrica, temperatura, radiactividad.
- Químicos: pH (riqueza en protones), dureza (riqueza en cationes calcio o magnesio), concentración de sales, metales, etc. Especial relevancia tiene la materia orgánica que indica contaminación por aguas fecales. La materia orgánica se determina por ciertos índices:

- 1) Demanda biológica de oxígeno: cuanto más oxígeno se consume en un tiempo y a una temperatura dada más moléculas orgánicas tenía.
- 2) Demanda química de oxígeno: cuanto más materia orgánica mayor oxidación por sustancias oxidantes.
- 3) Carbono oxígeno total: Quemado en un horno.

También hay compuestos gaseosos como oxígeno indicador buena calidad del agua, u otros indicadores de poca calidad como el amoníaco o el sulfídrico.

- Biológicos: Microorganismos existentes como bacterias, hongos o protozoos. Se determinan con técnicas como: la filtración y recuento o bien el cultivo de agua diluida y recuento de colonias, o técnicas citológicas como el análisis de genes específicos de determinados microorganismos.

TRATAMIENTO DE AGUAS PARA CONSUMO: POTABILIZACIÓN

Depende de la procedencia del agua sean de precipitación, de esorrentía, subterránea o de mar (previa desalinización).

El proceso conlleva tratamientos:

- Físicos
 - 1) Flotación: eliminación de los sólidos o aceites que flotan con raspadores.
 - 2) Desbaste-tamización: eliminación con filtros de lo grueso
 - 3) Filtración: de lo más menudo.
 - 4) Decantación: eliminación de los sedimentado que se favorece por floculantes (pegamentos)
 - 5) Aireación: que elimina gases
 - 6) Adsorción: captación de microcontaminantes sobre partículas de carbono activado.
 - 7) Desalinización: sólo en aguas marinas y se realiza por ósmosis inversa es decir por migración del agua de mar a través de una membrana semipermeable (pasa agua y no sales) del compartimento marino más salado a otro sin sales. Se realiza sometiendo el agua a altísima presión. Es caro.
- Químicos:
 - 1) Ablandamiento para quitar exceso de calcio o magnesio
 - 2) Corrección de pH si procede
 - 3) Desinfección: se trata de eliminar los microorganismos con cloro o bien ozono que oxidan sus moléculas matándolos . El primero es barato pero puede producir sustancia tóxicas. El segundo es caro pero inocuo.

DEPURACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES

Se trata de eliminar las sustancias que alteran el medio acuático. Puede ocurrir por procesos naturales o bien de forma artificial:

- Autodepuración natural: ocurre si el vertido no es demasiado grande y sobre todo en aguas corriente que se renuevan ricas en oxígeno. Se debe fundamentalmente a los microorganismos que asimilan la materia orgánica. Desde la zona de vertido se distinguen 3 zonas atendiendo a la cantidad de

materia orgánica, cada una caracterizada por especies indicadoras del grado de contaminación:

- 1) Polisaprobia: zona de vertido con aguas turbias donde se degradan y descomponen por bacterias y otros organismos (gusanos, hongos protozoos) las moléculas orgánicas, de forma aerobia (con oxígeno) y de forma anaerobia cuando desciende el nivel de oxígeno.
- 2) Mesosaprobia: zona menos turbia, con ya menos mol. Orgánicas que se descomponen por microorganismos aerobios de la zona que cogen oxígeno difundido desde la atmósfera o por fotosíntesis de algas que proliferan pues pasa luz y hay todavía muchos nutrientes.
- 3) Oligosaprobia: zona de agua clara y limpia con especies bioindicadoras de ello como ciertos peces. Pocas bacterias y protozoos.

- Depuración artificial en EDAR (Estaciones depuradoras de aguas residuales) Su función es disminuir la contaminación y favorecer por ello la posterior autodepuración de las aguas. Los procesos dependen del origen del vertido. Comprenden varias fases:

- 1) Pretratamiento: Desbaste o cribado de materiales gruesos que pueden dañar a la EDAR.
- 2) Tratamiento primario: Eliminación de los sólidos en suspensión por sedimentación en depósitos, favorecidos por flocculantes como el alumbre, flotación (aireado a alta presión que eleva las partículas a la superficie donde son retiradas). También hay Neutralización de pH.
- 3) Tratamiento secundario: Elimina las moléculas orgánicas por la acción de microorganismos cultivados a gran escala en tanques enormes circulares llamados digestores, o en columnas o bien partículas gelatinosas revestidas de microorganismos donde se va goteando el agua residual, o bien en lagunas grandes. Es como favorecer la acción de microorganismos descomponedores de las zonas polisaprobias antes mencionadas.
- 4) Tratamiento terciario: Eliminación de contaminantes recalcitrantes (difíciles de quitar) como metales pesados, virus, etc, por centrifugación, ósmosis inversa, etc.

De una EDAR sale el agua al medio o bien se puede reutilizar para ciertos usos. Además se puede obtener Metano como gas combustible y lodos que tras un tratamiento se pueden usar en agricultura, pienes en piscifactoría, o bien pueden ser incinerados o ir a vertederos controlados.

IMPACTOS EN EL SUELO Y EN LA BIOSFERA

IMPACTOS EDÁFICOS

El suelo se degrada básicamente por sobreexplotación agropecuaria, urbanística y contaminación. Ello conduce a que cada vez tengamos menos superficie disponible para la producción de alimento. Y recordad que el suelo es un recurso indispensable no renovable pues la edafogénesis lleva bastante tiempo. Esta pérdida de suelo disponible se debe dos procesos:

- **Erosión:** arrancado de materiales por agentes externos, sobre todo por el agua (erosión hídrica fundamentalmente de la lluvia) y viento (erosión eólica de materias finas). La erosión hídrica puede realizarse “en manto” (uniformemente en toda la superficie de las laderas), “formando surcos” que se profundizan originando “cárcavas y barrancos” o bien produciéndose “coladas de barro” que son deslizamiento de toda una capa de suelo hacia abajo (no sólo del suelo superficial).

Ciertos factores favorecen la erosión como son el **clima** (más con viento y con altas lluvias), **el relieve con pendientes**, **el tipo de suelo** (más erosión si es suelto) y la **cubierta vegetal** (efecto paraguas, agarrado de materiales por raíces, descenso de la escorrentía superficial, aumento del humus que absorbe agua e incrementa la precolación) y la influencia antrópica. Esta última afecta sobremanera por:

- 1) Deforestación por lo antes dicho
- 2) Sobrepastoreo por pisado del suelo, ramoneo excesivo de la vegetación herbácea.
- 3) Agricultura intensiva con monocultivos con poca raíz, y arados profundos que rompen los horizontes edáficos.
- 4) Minería a cielo abierto
- 5) Urbanización que cubre suelo de cementos que actúan de embudos y vierten las aguas en zonas que exponen a mayor erosión.

Si un suelo es sensible a la erosión se dice de él que es vulnerable y para saber si lo es se usan dos tipos de métodos:

+ Directos: Observación de formación de surcos o cárcavas, Clavado de reglas y comprobado directo de cómo con el tiempo baja en suelo, etc.

+ Indirecto: Se usan fórmulas que nos dan las pérdidas de suelo anuales en zonas más extensas que la observación directa de una zona concreta.

La más usada es la Ecuación universal de pérdida de suelo (USLE)

$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$ **A** es la **pérdida anual de suelo**, **R** es la **erosividad climática** de la zona (más erosivo o menos el clima), **K** es la **erosionabilidad** del tipo de suelo (más erosionable o menos), **L** la **longitud de la pendiente**, **S** el **la inclinación de la pendiente**, **C** la influencia del tipo de **cultivo** que soporta el suelo, **P** mide la **protección del suelo** por medidas que atenúan la erosión.

- **Contaminación:** Sobre todo por **fertilizantes** agrícolas, **pesticidas** agrícolas (herbicidas, insecticidas, acaricidas, funguicidas, lumbricidas, algicidas, etc), **acidificación** por lluvia ácida, **salinización** debida a evaporación de aguas de riego (desde tiempos pasados) que depositan sus pocas sales y se van acumulando con el tiempo a niveles no soportables. A veces la sal tapona poros así como la ausencia de humus lo que produce **anegamientos** (encharcados, pues el agua no percola) asfixiando a las raíces de las plantas.

DESERTIZACIÓN-DESERTIFICACIÓN

Algunos autores distinguen entre estos dos términos aplicando el primero a procesos naturales y el segundo a la acción antrópica aunque muchas veces es difícil distinguir las causas y además un mecanismo natural puede estar potenciado por el hombre.

Se habla de una zona desertificada cuando la productividad agrícola disminuye más de un 10%. La deforestación y el cambio climático son las dos principales causas de la desertización en el mundo que afecta a la tercera parte de la superficie del planeta afectando a casi mil millones de seres humanos. Las zonas más afectadas son los cinturones tropicales anticiclónico donde se sitúan los principales desiertos del mundo. Estos van avanzando latitudinalmente. La situación más dramática es la de África donde la zona subsahariana se desertiza cada vez más y los africanos para producir más se ven obligados a sobreexplotar más la tierra (retroalimentación positiva desertización-sobreexplotación). España es un país de riesgo alto debido a su clima mediterráneo seco en verano, la poca lluvia, la sobreexplotación de acuíferos y al problema de los incendios forestales. La zona más afectada es en la cuenca mediterránea.

MEDIDAS PARA COMBATIR LA EROSIÓN Y LA DESERTIZACIÓN

De varios tipos:

1) Forestales

- Repoblaciones forestales sobre todo de especies autóctonas menos susceptibles de ser quemadas. El eucalipto daña el suelo por acidificación al descomponerse las hojas y seca los acuíferos. Habría que evitar los monocultivos madereros.
- Mejora del matorral y de herbáceas favoreciendo su desarrollo en zonas no boscosas.
- Tratamientos selvícolas: cuidar el bosque de enfermedades (como la oruga procesionaria) limpiar de matorral la zona baja (evita propagación de incendios) etc
- Obras de hidrotecnia que regulen mejor la escorrentía, como pequeñas presas que eviten las avenidas etc.

2) Agrícolas

- Aterrazamiento de laderas: convertir una ladera inclinada, fácilmente erosionable en una escalonada horizontal no erosionable (cada escalón es una terraza) aunque también se destruye el perfil edáfico, se daña el paisaje, etc.
- Labranza respetuosa con el perfil (horizontes) del suelo, arar de forma perpendicular a la pendiente y no con los surcos hacia abajo que incrementan la escorrentía y la erosión-
- Recuperar la fertilidad con abonos orgánicos naturales
- Construcción de drenajes o grandes zanjas para que el agua fluya de forma controlada por allí y no se arrastren materiales de superficie.

IMPACTOS EN LA BIOSFERA. LA DEGRADACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS NATURALES

Las áreas vírgenes de nuestro planeta están desapareciendo. Sólo quedan zonas inaccesibles con su riqueza natural pero la explosión demográfica está terminando con ellas. Estas son:

- Zonas polares y circumpolares vírgenes por su extremado frío
- Desiertos vírgenes por su extremado calor
- Áreas de alta montaña por su inclinación, su poco suelo y frío
- Zonas húmedas y pantanosas que no soportan maquinaria. Se desecan con este fin
- Manglares por ser zonas cubiertas por el mar. Se usan para cultivos marinos.
- Arrecifes de coral de extraordinaria biodiversidad en peligro por el cambio climático que puede producir transgresión y por tanto ascenso de la zona fótica por encima de los corales con la consiguiente muerte de microorganismos fitoplanctónicos simbiotes en el interior de los corales.
- Praderas extensas de herbáceas susceptibles de pastorearse o cultivarse.
- Bosques de coníferas o caducifolios quedan unos pocos. Sobre todo se conserva en la taiga siberiana
- Selvas tropicales ecosistemas de la más alta biodiversidad en peligro por deforestación maderera y en busca de terrenos de cultivo o pastoreo. El ritmo de destrucción de estas selvas es tan alarmante que en pocos años pueden desaparecer. El clima terrestre depende de estas zonas pues si se deforestan se puede debilitar la zona de borrasca intertropical (al perder bosque aumenta el albedo, la pérdida de calor solar, en la zona). Además son el habitat de numerosas especies (mas de la mitad de las especies) y por tanto los recursos genéticos son enormes. El suelo de la selva es muy pobre sin ellas y se desertiza irremediabilmente.

En España el bosque se degrada aumentando la desertización. El problema mayor son los incendios fomentados por:

- Los monocultivos de pinos y eucaliptos
- La falta de tratamientos silvícolas
- La despoblación de zonas rurales
- La cantidad de intereses económicos en juego (madereros que compran barata la madera algo quemada, urbanísticos en busca de suelo, ganaderos en busca de pastos y agrícolas por descuidos (quema de rastrojos)). Otras causas son los descuidos, los pirómanos, la falta de vigilancia del bosque, etc. Una política que penalice la especulación del bosque (prohíba construcciones en zonas quemadas ej), fomente la reforestación con autóctonas que retrasan la expansión y el inicio del fuego, fomentar el medio rural para evitar la desertización, mejorar la vigilancia, etc.

EL PROBLEMA DE LA PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD

Cuando hablamos de biodiversidad nos referimos a la:

- D. Específica: de nº de especies
- D. Genética: nº de variedades y razas
- D. Ecológica: ecosistemas distintos. Cuando hay ésta las otras se dan por añadidura.

Se han clasificado hasta millón y medio de especies pero se cree que hay entre 5 y 50 millones de especies distintas. Las especies no se distribuyen de forma uniforme. La biodiversidad aumenta al disminuir la latitud y hay zonas aisladas con muchos endemismos (especies autóctonas exclusivas de un lugar). Hay ecosistemas especialmente ricos como las selvas, los arrecifes de coral, las praderas submarinas y algunas zonas de matorral. En España existe la mayor biodiversidad de toda Europa por su latitud, su variedad microclimática, su orografía y costa que crean condiciones distintas para diversos ecosistemas.

Hoy día tiene lugar una extinción debida al hombre de enormes proporciones debida a:

- 1) Degradación de sus ecosistemas naturales: se alteran las condiciones para las que han sido creadas las especies en el proceso evolutivo. Ocurren por contaminación y sobreexplotación.
- 2) Contaminación del ambiente por el uso de pesticidas que envenenan los ecosistemas, lluvia ácida, cambio climático, agujero del ozono.
- 3) Lucha contra especies no beneficiosas (ej se extingue al osos o al lobo)
- 4) Comercio con especies salvajes (loros tropicales, ballenas azules, etc)

Las especies hay que conservarlas por:

- 1) Valor farmacológico pues se saca fármacos como el taxol del tejo o la penicilina de un hongo
- 2) Valor agrícola y ganadero pues pueden ser utilizadas en el futuro para alimentar a la población.
- 3) Interés científico: los genes de los distintas especies pueden servirnos en un futuro. Hoy día se pueden transferir genes silvestres que hacen a la variedad agrícola resistente a las plagas.
- 4) Interés ecológico: las especies viven relacionadas e interdependientes; no podemos eliminar una especie sin afectar a otras (ej: del conejo dependen el lince, el meloncillo, el aguila imperial, etc)
- 5) Valor recreativo o estético: las especies gustan a los seres humanos por eso hay zoológicos, y existe un turismo ecológico.
- 6) Valor económico: son un reclamo turístico o bien pueden cultivarse para el comercio (cría de mariposas tropicales, perlas cultivadas, etc). Son múltiples los productos que sacamos de ellos como el caucho de ciertos árboles, resinas de coníferas, perfumes, etc. También en el futuro pueden cultivarse especies energéticas de alta productividad (biocombustibles como aceites)
- 7) Patrimonio de la humanidad actual y futura: “la tierra no la heredamos de nuestros padres sino que la tomamos prestada de nuestros hijos”

Todos los beneficios que nos aportan y nos pueden aportar las especies y variedades de las mismas constituyen los recursos genéticos de una zona.

COMO EVITAR LA PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD

- 1) Protección legal de las especies en peligro de extinción como el lince, el oso, etc.
- 2) Administración adecuada y sostenible de la explotación de los recursos renovables con vedas de caza, control del ecoturismo, etc. (ej: el parque africano del Serengeti sufre mucha presión del turismo que puede terminar con este magnífico ecosistema de sabana y con él los cuantiosos ingresos que obtiene la nación para siempre)
- 3) Establecer figuras jurídicas protectoras de ecosistemas enteros como “Parques Nacionales”, “Reservas de la Biosfera”, etc.
- 4) Establecer centros para reservar la biodiversidad como Bancos de Genes (almacenando el ADN de las especies), Bancos de semillas, Zoológicos con cría en cautividad (se ha conseguido criar así al lince ibérico), Jardines botánicos, etc.