



# Efectos ambientales de EDARs y emisarios submarinos

<b>Apellidos, nombre</b>	Romero Gil, Inmaculada (inrogi@dihma.upv.es)
<b>Departamento</b>	Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente (DIHMA)
<b>Centro</b>	Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos Universitat Politècnica de València

## 1 Resumen de las ideas clave

En este documento nos introducimos en los efectos ambientales más comunes que suelen generar las estaciones depuradoras de aguas residuales y los emisarios submarinos.

## 2 Objetivos

Tras el estudio de este documento podrás sintetizar los aspectos más importantes a tener presentes para ser capaz de prever los efectos ambientales de una estación depuradora de aguas residuales (EDAR) y poder estimar los efectos ambientales de un emisario submarino.

## 3 Introducción

Supongamos que deseamos construir una EDAR. Sabemos que tenemos que redactar su Estudio de Impacto Ambiental correspondiente, y que por tanto tendremos que prever sus efectos ambientales en fase de construcción y en fase de funcionamiento.



Fíjate bien en la imagen 1, donde puedes observar una EDAR.

¿Cuál crees que son las acciones más impactantes de este tipo de obra?

¿Cuáles crees que son los efectos más importantes?



*Figura 1. Estación Depuradora de Aguas Residuales. Fuente Michal Jarmoluk-Pixabay.*

Una de las principales acciones en fase de funcionamiento de una EDAR es el vertido de aguas depuradas. Pero los efectos ambientales serán distintos en función de cómo y dónde se realice dicho vertido (a un cauce o al medio marino mediante un emisario submarino).

## 4 Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR)

El objetivo de una EDAR es transformar el agua residual en agua depurada. Y en función de la calidad de agua de entrada a la depuradora y de la calidad deseada a la salida, el funcionamiento será distinto. De todas formas, generalmente todas las EDARs poseen una línea de agua y una línea de fangos. Y en ocasiones también existe la llamada línea de gases. En la figura 2 puedes observar un esquema típico de una EDAR.

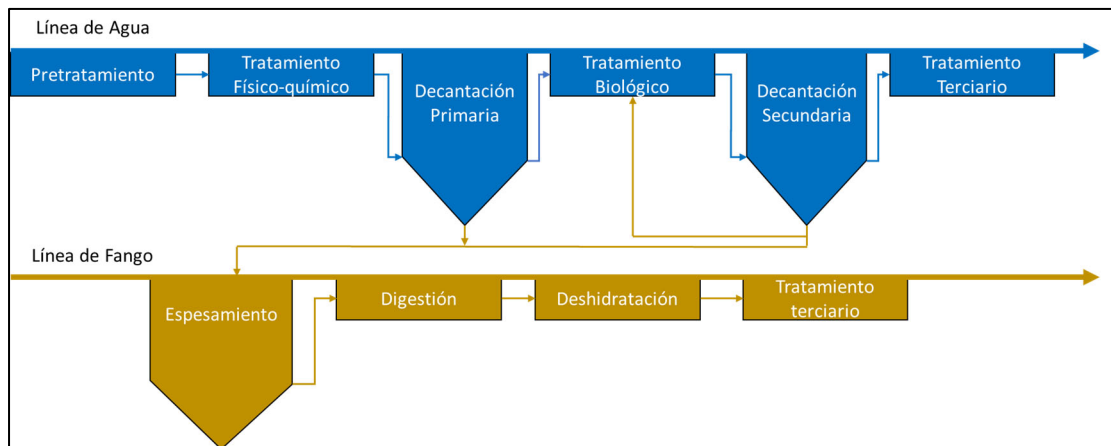


Figura 2. Esquema de una EDAR. Fuente propia.

En función de la calidad del agua alcanzada, ésta puede ser por ejemplo reutilizada para riego o vertido a un río o al mar mediante emisario submarino. Algo similar ocurre con los fangos, dependiendo de la calidad que posean pueden ser reutilizados o no.

Una vez tenemos el diseño de la EDAR claro, ya podemos comenzar a definir las acciones en las fases de construcción y de funcionamiento.

En el caso de la **fase de construcción**, las acciones son similares a otras obras, por lo que te recomiendo que revises el artículo docente “Efectos ambientales en la fase de construcción” [2]

En la **fase de funcionamiento**, los efectos ambientales se centran en la alteración del paisaje que produce su existencia, y en los efectos ambientales producidos por la generación de residuos sólidos, fangos, agua tratada, emisiones gaseosas y olores.

Respecto a los residuos sólidos y fangos, si se almacenan y luego se llevan a un vertedero controlado sólo habría que ver el impacto de su almacenamiento temporal (olores o intrusión en el subsuelo, por ejemplo). Los Fangos a veces son reutilizados para fabricar compost, abonos... pero dependerá de la calidad y toxicidad de estos.

El efecto más claro de las EDARs es el agua tratada. Pero los efectos concretos dependen de la calidad alcanzada en el agua depurada.

Si cumple los criterios para ser reutilizada (riego, por ejemplo) habría que estudiar los efectos de la conducción realizada hasta el vertido, los efectos de contaminantes en el subsuelo e incluso los efectos sociales (que serían positivos por ejemplo por la mejora de riegos).

Si no puede ser reutilizada, es decir se vierte a un cauce, habría que estudiar los efectos de la conducción realizada hasta el vertido y los efectos de contaminantes en ecosistemas acuáticos (sobre la salud, estéticos, sobre cadena trófica, etc.)

No hay que olvidar las emisiones gaseosas, que tienen lugar en los procesos de depuración (tanque de aireación, decantadores y tratamiento de fangos). Fundamentalmente se emite metano ( $\text{CH}_4$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) generados en el tratamiento secundario y por descomposición de la materia orgánica de los residuos sólidos.

Los olores también son importantes. Son generados por el proceso de depuración, por la descomposición de la materia orgánica. Fundamentalmente son compuestos orgánicos volátiles (COV's), compuestos nitrogenados y sulfuro de hidrógeno. Generan Impactos sociales, molestias a las poblaciones cercanas. Y estos efectos dependerán de la forma de almacenaje y de la periodicidad de recogida de los residuos sólidos y fangos y del régimen de vientos de la zona.

Respecto a los ruidos generados por la maquinaria (soplantes, filtros, tornillos de Arquímedes, ...) podemos asegurar que también generan impactos sociales, molestias a la población. Y estos dependerán de los decibelios emitidos y de la distancia a los núcleos de población.

## 5 Emisarios submarinos

En muchas ocasiones, tras el proceso de depuración, se hace uso de un emisario submarino para el vertido de las aguas depuradas. Un emisario submarino es un conducto mediante el cual se bombea el agua residual, después de un tratamiento, para conducirla a una cierta distancia de la costa. Puedes ver un esquema en la figura 3.

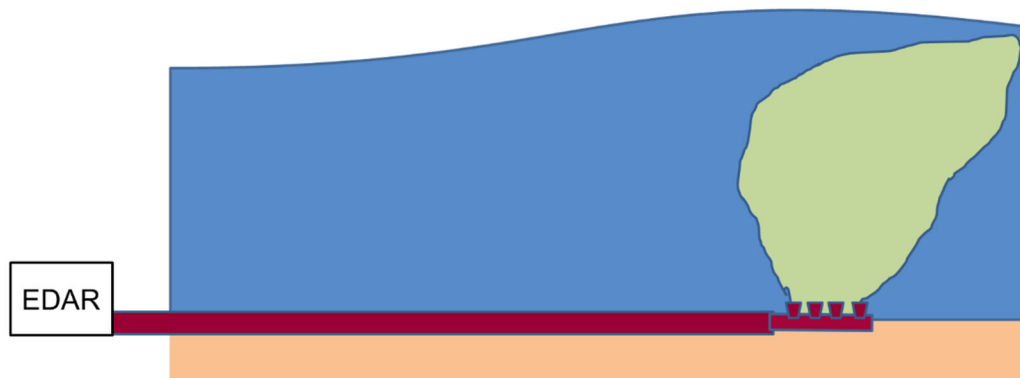


Figura 3. Esquema de un emisario submarino. Fuente propia.

En el punto final del emisario, que puede tener diferente geometría, en T, en Y, se sitúa un conjunto de difusores con el objetivo de que la dilución inicial del vertido sea máxima y se cumpla la normativa de vertidos al mar.

Las principales afecciones se producen por cambios en el fondo marino y por contaminación marina y/o litoral. De hecho, existe una normativa clara al respecto de qué criterios deben cumplir dichos emisarios para poder realizar su vertido al mar. El objetivo es que la pluma de contaminación se aleje de la línea de costa y se diluya fácil y rápidamente en el mar. De hecho, para mitigar o evitar los efectos ambientales de un emisario submarino, es importante diseñarlo correctamente de manera que el penacho de contaminación se aleje de la costa y de zonas peculiares (por ejemplo, zonas de crías de moluscos, zonas de acuicultura, zonas con posidonea oceánica etc.)

Los efectos que pueden generarse son los que pueden producirse sobre la salud pública (por ejemplo, por bacteriología, Coliformes, enterococos, etc.) Estos efectos aún son más importantes en zonas de pesca, marisqueo, baño...

También pueden producirse efectos estéticos, por formación de capas de grasas y floración algas. Sin olvidar todos los efectos sobre la cadena trófica debidos a los contaminantes vertidos (nutrientes, materia orgánica, metales, compuestos orgánicos, sólidos etc.)

Todos estos efectos dependerán del diseño del emisario (difusores, caudal, dilución...), del punto de vertido (profundidad, distancia a la costa...) y de las condiciones del mar (corrientes, estratificación, ...)



Te planteo una pequeña actividad.

Supón que un emisario submarino vierte las aguas residuales tratadas en una zona litoral situada en una zona templada como el Mediterráneo. Sabes que en verano probablemente la zona pueda llegar a estar estratificada, pero en invierno no.

- ¿Crees que habrá diferencias en los efectos ambientales en ambas épocas del año?
- ¿En qué época serán mayores los efectos ambientales?
- ¿A qué crees que se debe esa diferencia?

Conocer en cada caso concreto si la pluma (penacho) contaminante puede llegar a la superficie o quedar retenida en profundidad es indispensable para prever los efectos ambientales.

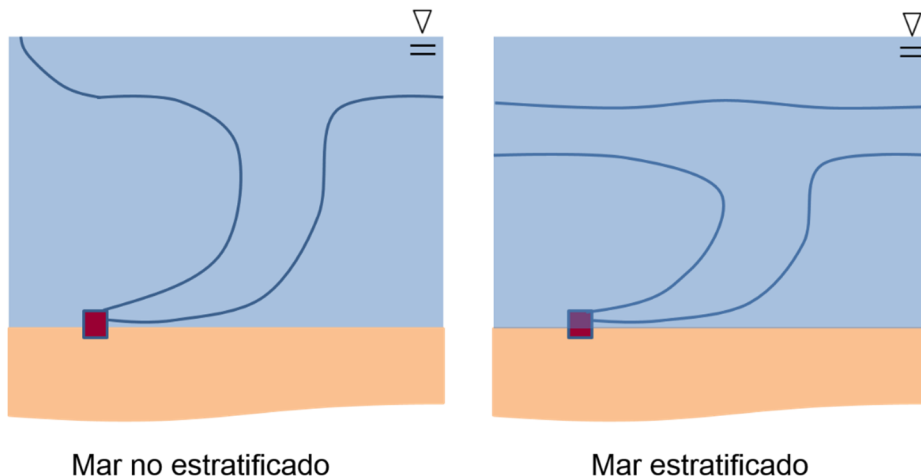


Figura 4. Penacho contaminante en mar no estratificado y en mar estratificado. Fuente propia.

Cuando estudiamos la contaminación costera, por ejemplo el vertido de algunas sustancias, podemos pensar que estos contaminantes rápidamente se diluyen, no afectando en gran medida a los ecosistemas acuáticos. Sin embargo, esto no siempre es así, pues depende del tipo de contaminante del que estemos hablando. Los problemas como la hipoxia y la eutrofización pueden ocurrir en las zonas marinas más confinadas, como estuarios o bahías. Además, algunos metales, químicos orgánicos y patógenos causan impactos a bajas concentraciones, persisten en los ecosistemas, se acumulan en los organismos y aumentan su concentración en los sucesivos niveles tróficos.



El destino de los contaminantes depende de diferentes procesos que afectan a la dispersión y deposición. Inicialmente los contaminantes se diluyen inmediatamente tras entrar en el agua. Además, algunos procesos los transportan hasta largas distancias y con el tiempo pueden ir modificando su naturaleza química y biológica. Además de la dilución inicial, los contaminantes están afectados por el transporte físico (por ejemplo el transporte como parte de la masa de agua, si están suspendidos o disueltos en el agua, por el transporte biológico (es decir, extracción por las plantas y animales y el movimiento posterior con los organismos o sus restos o excreciones y por sedimentación (por ejemplo adheridos a las arcillas y materiales orgánicos e incorporación posterior en los sedimentos del fondo).

### **Dilución inicial**

Cuando un contaminante entra en las aguas marinas, se mezcla con el agua de mar. Además, el penacho empieza a ensancharse y las partículas comienzan a dispersarse. Como resultado, el residuo se diluye de manera importante, a menudo por un factor de 5000 o más. Esta dilución inicial tiene lugar dentro de las primeras horas después del vertido y termina cuando las partículas dejan de entrar en la columna de agua o alcanzan el fondo.

El movimiento vertical de las partículas vertidas en la columna de agua depende de la densidad del vertido y de la presencia de piconclinas. Las partículas vertidas que son más densas que el agua circundante se hundirán, mientras que las menos densas ascenderán. Este movimiento vertical continúa hasta que las partículas vertidas alcanzan una capa de agua o piconclina de la misma densidad, o el fondo. Las partículas que se acumulan a lo largo de la piconclina son transportadas por otros procesos o se establecen en el fondo.

Esta descripción es muy simple, pues generalmente los vertidos no son homogéneos, están compuestos por una variedad de partículas con diferentes densidades y no se diluyen de manera uniforme.

### **Transporte físico**

El transporte físico generalmente produce la dispersión de las partículas y contaminantes lejos del sitio de deposición. Dos procesos físicos son los responsables: las corrientes que mueven el agua y otros materiales de un lugar a otro y la mezcla de aguas con características diferentes.

- Hay dos categorías generales de corrientes: permanentes y transitorias. Las corrientes permanentes se encuentran en las zonas costeras y aguas abiertas (p.e. la corriente del Golfo y la de California). Las corrientes transitorias ocurren a menores distancias y períodos de tiempo que las corrientes permanentes; existen en todos los ambientes marinos, incluso estuarios, y son causadas por factores como vientos, mareas, y olas. Su efecto en el transporte de los vertidos puede ser muy importante cerca de la costa. Por ejemplo, las corrientes cercanas a la costa y en o cerca de la superficie pueden mover a los contaminantes a lo largo de la línea de costa.
- La mezcla ocurre cuando dos masas de agua con densidades diferentes (p.e., dos corrientes, o una corriente y una masa de agua relativamente estable) se entremezclan a lo largo de su límite común. Esto generalmente es debido al movimiento al azar a lo largo de gradientes de densidad, pero puede intensificarse por la acción de las olas y mareas.



Las corrientes y mezclas pueden transportar y dispersar los vertidos más de cientos de kilómetros. La profundidad a la que ocurre el transporte depende de la presencia de picnoclinas.

### **Transporte biológico**

Las partículas y contaminantes pueden ser extraídos de la columna de agua por las plantas y animales de varias maneras, por ingestión directa, atravesando las agallas, o por otros mecanismos. Una vez extraídas, pueden transportarse de una zona de la columna de agua a otra por varios procesos asociados con los organismos individuales, por la migración de los organismos, por el movimiento de huevos y cuerpos sobrantes que han incorporado los contaminantes y por la excreción de organismos que hayan ingerido dichos contaminantes.

### **Deposición de sedimentos**

Los procesos discutidos hasta ahora transportan las sustancias a lo largo de la columna de agua. Otros procesos, particularmente la sedimentación y la floculación, influyen en la manera en la que se deposita el material particulado y los contaminantes asociados a los fondos. Dos procesos adicionales, la resuspensión y la bioturbación, pueden oponerse a esto, pero generalmente en menor grado. Los efectos combinados de estos procesos determinan la proporción global de la acumulación de la materia particulada en el fondo.

- La sedimentación es el establecimiento de la materia particulada a través de la columna de agua y hacia el fondo. La proporción de sedimentación depende de la dimensión y densidad de las partículas, densidad del agua, mezcla, y floculación. Por ejemplo, las partículas más grandes tienden a ser más pesadas y se establecen más rápidamente que las partículas más pequeñas. La presencia de picnoclinas puede alterar la proporción del movimiento de las partículas, pues las partículas que generalmente alcanzan una capa de densidad de agua similar cesan su movimiento y permanecen en la picnoclina, hasta que otros procesos de transporte los muevan hacia otra parte.
- La floculación se refiere a reacciones químicas que producen la agregación de partículas pequeñas en partículas más grandes, así la dimensión de las partículas, densidad, y la proporción de asentamiento aumenta. La floculación ocurre a menudo en el límite de agua dulce y salada, como cuando un efluente de agua dulce que contiene metales encuentra el agua estuarina más salina. El método de disposición y la concentración de sólidos en el vertido también pueden afectar la sedimentación y la floculación. En aguas bien-mezcladas que no posean picnoclinas, las partículas pueden establecer directamente al fondo. Si los procesos de transporte físicos son suficientemente fuertes para dispersar las partículas, la proporción de acumulación de las partículas en el fondo en un área dada será relativamente baja. En contraste, si los vertidos llegan a zonas estuarinas poco profundas o inmóviles y a las aguas costeras, o incluso en aguas costeras más profundas en una proporción alta y continua, la sedimentación y floculación pueden ser importantes y pueden causar una acumulación de material particulado en el fondo. Tales acumulaciones pueden alterar la dimensión de las partículas o la composición química de los sedimentos del fondo que pueden afectar a los organismos bénticos y a la estructura de comunidades bénticas.
- Resuspensión. Incluso después de asentarse en el fondo, la materia particulada puede volver a resuspenderse en la columna de agua. Por ejemplo, las corrientes de fondo y las tormentas son capaces de remover los sedimentos y transportar las

partículas fijas hacia el agua. Las características físicas de las partículas influyen en la resuspensión; por ejemplo, el cieno y las partículas de arcilla son más cohesivas que las partículas de arena y probablemente son más difíciles de resuspender. La resuspensión también puede ocurrir por procesos químicos y biológicos. Por ejemplo, cuando las bacterias en los sedimentos descomponen la materia particulada con un alto contenido orgánico, pueden liberarse algunos subproductos de descomposición a la columna de agua. En algunos casos, esto puede incluir contaminantes como metales.

- **Bioturbación.** Otro proceso biológico que afecta a la deposición del sedimento, la excavación por los animales que puede mover las partículas y los contaminantes asociados hacia o fuera del límite entre el sedimento y la columna de agua, es un proceso conocido como bioturbación. Como resultado, algunos contaminantes como los hidrocarburos aromáticos policíclicos y los bifenilos policlorados (PCBs) o pueden ponerse en contacto con la columna de agua donde los organismos que no excavan pueden exponerse a ellos, o ser enterrados más profundamente en los sedimentos.

Los vertidos y contaminantes en las aguas marinas pueden tener variados impactos en los ambientes marinos y en los organismos. La relación entre diferentes contaminantes (p.e., sólidos suspendidos, sustancias que necesitan oxígeno, nutrientes, patógenos, metales, y químicos orgánicos) y los impactos, pueden ser complejos, dependiendo de qué procesos biológicos, químicos, y físicos ocurren. Para más detalle de los efectos particulares de cada contaminante, te recomiendo que revises el polimedia “Efectos de contaminantes” [3]

## 6 Conclusiones

En este objeto de aprendizaje hemos determinado los efectos ambientales más importantes de las estaciones depuradoras de aguas residuales y de los emisarios submarinos.



Una EDAR genera unos efectos comunes a otras obras y otros particulares, debidos a la generación de residuos, fangos, olores, ruidos y agua tratada.

Un emisario submarino genera efectos en el fondo marino y puede provocar problemas de contaminación del agua. Los efectos generados por los diversos contaminantes no sólo dependen del contaminante concreto, sino también de su destino final.

Así, para afectar lo menos posible a las zonas receptoras de los vertidos generados por las EDARs no solamente hay que diseñar correctamente el tratamiento del agua residual, sino también el emisario submarino que vaya a trasladar las aguas tratadas hasta el ecosistema receptor.

Recuerda que los efectos no se van a generar sólo en el punto de vertido, pues distintos procesos afectan a la dispersión y a la deposición.





## 7 Bibliografía

- [1] Romero, I., 2014. Introducción a la evaluación de impacto ambiental. Universitat Politècnica de València. ISBN: 978-84-9048-227-8.
- [2] Romero, I., 2019. Efectos ambientales en la fase de construcción. Artículo docente. Universitat Politècnica de València. <http://hdl.handle.net/10251/118400>
- [3] Romero, I., 2018. Efectos de contaminantes. <http://hdl.handle.net/10251/101957>