

# Qué es una E.D.A.R.?

Es una Estación Depuradora de Aguas Residuales, que recoge el agua residual de una población o de una industria y, después de una serie de tratamientos y procesos, la devuelve a un cauce receptor (río, embalse, mar

## Tipos de E.D.A.R.

Se distinguen dos tipos de E.D.A.R. principales: las urbanas y las industriales. Las E.D.A.R. urbanas reciben aguas residuales mayoritariamente de una aglomeración humana. Mientras que las industriales reciben las aguas residuales de una o varias industrias.

## Composición del agua residual urbana

El agua residual urbana en la mayor parte de España está formada por la reunión de las aguas residuales procedentes del alcantarillado municipal, de las industrias asentadas en el casco urbano y en la mayor parte de los casos de las aguas de lluvia que son recogidas por el alcantarillado.

La mezcla de las aguas fecales con las aguas de lluvia suelen producir problemas en una E.D.A.R., sobre todo en caso de tormentas, por lo que las actuaciones urbanas recientes se están separando las redes de aguas fecales de las redes de aguas de lluvia.

## ¿Porqué necesitamos una E.D.A.R.?

Cuando un vertido de agua residual sin tratar llega a un cauce produce varios efectos sobre él:

- Tapiza la vegetación de las riberas con residuos sólidos gruesos que lleva el agua residual, tales como plásticos, utensilios, restos de alimentos, etc.
- Acumulación de sólidos en suspensión sedimentables en fondo y orillas del cauce, tales como arenas y materia orgánica.
- Consumo del oxígeno disuelto que tiene el cauce por descomposición de la materia orgánica y compuestos amoniacales del agua residual.
- Formación de malos olores por agotamiento del oxígeno disuelto del cauce que no es capaz de recuperarse.
- Entrada en el cauce de grandes cantidades de microorganismos entre los que pueden haber elevado número de patógenos.
- Contaminación por compuestos químicos tóxicos o inhibidores de otros seres vivos (dependiendo de los vertidos industriales)
- Aumenta la eutrofización al portar grandes cantidades de fósforo y nitrógeno.

## ¿Que se tiene en cuenta para diseñar una E.D.A.R. urbana?

No todas las E.D.A.R. son iguales ni cumplen las mismas especificaciones. Habitualmente las autoridades que tienen encomendadas competencias medioambientales definen primero los usos que van a tener los cauces para así establecer las necesidades o situaciones críticas de los vertidos. Debemos distinguir, por lo general, dos grandes líneas maestras para empezar (En España):

- La Directiva 271/91/CEE de la Unión Europea que establece los plazos para construir depuradoras y los tamaños de población de que deben contar con una. Así mismo establece mecanismos y frecuencias de muestreo y análisis de las aguas residuales. El control se basa en los parámetros sólidos en suspensión, D.B.O.5 , D.Q.O., fósforo y nitrógeno. Existe la trasposición a la legislación española de esta Directiva y un Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales (Ver B.O.E. Resolución del 28/04/95 del M.O.P.T. y M.A. publicado el 12/05/95 y Real Decreto-Ley 11/1995 de 28/12/95 publicado el 30/12/95..
- La Comisaría de Aguas correspondiente a la cuenca donde se vierte emite una autorización de vertido en la que se pueden reflejar valores límite de vertido.

Una vez claros los límites de calidad del vertido y las garantías que éste debe cumplir se tiene en cuenta una amplia gama de variables tales como:

- Tamaño de la población servida. Industrias presentes, tipo de contaminación. Oscilaciones de carga y caudal en el tiempo (día, semana, estacionales, etc), equivalencia en habitantes (en el sentido de la Directiva 271/91/CEE)
- Que se va a hacer con los residuos generados: basura y biosólidos (fangos).
- Posible reutilización del efluente (o parte de él)
- Nivel de profesionalización del personal requerido
- Orografía del terreno
- Coste del suelo
- Impacto ambiental

## Como se evalúa que una depuradora funciona

Los objetivos de una depuradora son:

- Eliminación de residuos, aceites, grasas, flotantes, arenas, etc. y evacuación a punto de destino final adecuado.
- Eliminación de materias decantables orgánicos o inorgánicos
- Eliminación de la materia orgánica
- Eliminación de compuestos amoniacales y que contengan fósforo (en aquellas que viertan a zonas sensibles)
- Transformar los residuos retenidos en fangos estables y que éstos sean correctamente dispuestos.

Las determinaciones analíticas que siempre se usan en una depuradora para conocer el grado de calidad de su tratamiento son, entre otras (Vease el libro *Standar Methods for the examination of water and wastewater* para más detalle):

- Sólidos en suspensión o materias en suspensión: Corresponden a las materias sólidas de tamaño superior a 1  $\mu\text{m}$  independientemente de que su naturaleza sea orgánica o inorgánica. Gran parte de estos sólidos son atraídos por la gravedad terrestre en periodos cortos de tiempo por lo que son fácilmente separables del agua residual cuando ésta se mantiene en estanques que tengan elevado tiempo de retención del agua residual.

- D.B.O.5 (Demanda biológica o bioquímica del oxígeno): Mide la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos del agua para estabilizar ese agua residual en un periodo normalizado de 5 días. Cuanto más alto es el valor peor calidad tiene el agua.
- D.Q.O. (Demanda Química de Oxígeno): Es el oxígeno equivalente necesario para estabilizar la contaminación que tiene el agua, pero para ello se emplean oxidantes químicos energéticos.
- Nitrógeno. Las formas predominantes de nitrógeno en el agua residual son las amoniacales (amonio-amoniaco), nitrógeno orgánico, nitratos y nitritos.
- Fósforo: bien como fósforo total, bien como ortofosfato disuelto.

## Como es una E.D.A.R.

Las E.D.A.R. habitualmente se clasifican de varias formas. Una de las clasificaciones es según el grado de complejidad y tecnología empleada:

- [Tratamientos Convencionales](#). Se emplean en núcleos de población importantes y que producen un efecto notable sobre el receptor. Utiliza tecnologías que consumen energía eléctrica de forma considerable y precisan mano de obra especializada.
- [Tratamientos para pequeñas poblaciones \(tratamientos blandos y convencionales adaptados\)](#). Se emplean en núcleos de población pequeños, edificaciones aisladas de redes de saneamiento. Su principal premisa es la de tener unos costos de mantenimiento bajos y precisar de mano de obra no cualificada. Su grado de tecnificación es muy bajo necesitando poca o nula energía eléctrica.

# Problemas biológicos por microorganismos filamentosos

## Papel de los microorganismos

En los fangos activos, la depuración biológica la llevan a cabo enormes cantidades de microorganismos que se agrupan en flóculos. Estos microorganismos son en su mayor parte bacterias heterótrofas que utilizan la contaminación orgánica para formar biomasa celular nueva y reproducirse.

Los flóculos biológicos después de salir del reactor biológico se separan del agua depurada en el decantador secundario. La cantidad de flóculos que entran en el decantador es muy grande por lo que cualquier interferencia por sobrecarga hidráulica, cambio de densidad del flóculo, corrientes de convección, o interferencias biológicas hace que este flóculo se fugue del decantador con el efluente o bien ascienda a la superficie, quedando allí retenido por la contención de flotantes.

## Interferencias producidas por excesivas cantidades de filamentos

Si bien la mayor parte de las bacterias que forman la biomasa que depura el agua residual en el tratamiento biológico tiene forma unicelular, hay algunos microorganismos que presentan sucesiones de células de forma que aparecen filamentos.

Si la cantidad de filamentos es alta y el proceso de depuración es por fangos activados podemos encontrarnos con dos tipos de problemas biológicos:

	<p><b>Esponjamiento filamentoso o <a href="#">Bulking</a></b></p> <p>Los filamentos interfieren en la compactación del flóculo en el decantador secundario</p>
	<p><b>Espumamiento biológico o <a href="#">Foaming</a></b></p> <p>Los microorganismos filamentosos producen una espesa espuma coloreada (en colores del blanco al marrón) y en muchos casos abundantes flotantes en decantación secundaria</p>

La frecuencia de aparición de estos dos problemas biológicos, juntos o por separado, en las E.D.A.R. de todo el mundo obliga a utilizar la observación microscópica como método de detección de estos microorganismos.

## La observación microscópica como método de identificación de filamentos

Mediante el empleo del microscopio óptico y una serie de técnicas de cultivo, medición y tinción podemos identificar los microorganismos filamentosos. Si aplicamos alguna rutina de recuento podemos además cuantificar su presencia y relacionarla con los efectos que producen en el tratamiento biológico.

### El microscopio

Para poder identificar microorganismos filamentosos necesitamos de forma imprescindible un microscopio binocular equipado con contraste de fases y unos objetivos de, al menos, 10x y 100x oil. Gracias a esta modificación de la iluminación se ponen de manifiesto los detalles estructurales de las células bacterianas que contribuyen a la identificación.

Si contamos con un equipo microfotográfico, podemos llevar un histórico de lo que vemos y ayudarnos de las fotografías en consultas con otras personas que tengan más experiencia en la identificación.

Para poder medir necesitamos ayudarnos de un ocular de medida y en algunos casos de un portaobjetos patrón con un milímetro grabado.

### Características morfológicas de los filamentos

Observando a gran aumento tenemos que buscar las características morfológicas que distinguen a los diferentes filamentos tales como:

- Ramificaciones: verdadera o falsa
- Movilidad: si o no
- Forma del filamento: recto, ligeramente curvado, torcido, cadena irregular de células, irregularmente enrollados, miceliar.
- Color del filamento: transparente, medio, oscuro
- Situación del filamento: en el interior del flóculo, saliendo hacia el licor exterior, libre en el licor
- Crecimiento epifítico: no, si (cuantificar si mucho o poco)
- Vaina: si, no
- Septos celulares: si, no
- Indentaciones: si, no
- Dimensiones del filamento
- Forma de las células: cuadradas, rectangulares, ovals, tonel, discoide, extremos redondeados, esféricas, no observables
- Dimensiones de las células
- Granulos de azufre: in situ y tras la prueba del azufre
- Presencia de rosetas, gonidios, etc

## Tinciones empleadas

Para ayudar en la identificación morfológica de los filamentos se realizan una serie de tinciones tales como:

- Tinción de Gram: positiva, negativa, variable
- Tinción de Neisser: para el filamento positiva o negativa, y en ese caso puede haber gránulos positivos
- Tinción de PHB
- Tinción de vainas

## Microorganismos filamentosos

Actualmente los microorganismos filamentosos se identifican en base a características morfológicas rápidas de llevar a cabo en el laboratorio de una E.D.A.R. Los tipos habitualmente identificados son una treintena en todo el mundo, de los que unos pocos son muy habituales y otros raros de encontrar en número apreciable.

Unos se denominan por medio del género, otros se incluye especie y en muchos se usa una denominación alfanumérica.

### Lista de microorganismos filamentosos

- *Bacillus*
- *Beggiatoa*
- Cianobacterias
- *Flexibacter*
- *Haliscomenobacter hydrossis*
- Hongos filamentosos
- *Microthrix parvicella*
- G.A.L.O (Organismos parecidos a *Gordona amarae*) o N.A.L.O. (Organismos parecidos a *Nocardia amarae*)
- *Nostocoida limicola I, II, y III*
- *Sphaerotilus natans*
- *Streptococcus*
- *Thiotrix I y II*
- Tipo 0041
- Tipo 0092

- Tipo 0211
- Tipo 021N
- Tipo 0411
- Tipo 0581
- Tipo 0675
- Tipo 0803
- Tipo 0914
- Tipo 0961
- Tipo 1701
- Tipo 1702
- Tipo 1851
- Tipo 1852
- Tipo 1863

### **Donde documentarse sobre estas pequeñas bestias**

- Eikelboom, D.H. y van Buijsen, H.J.J. 1983. Microscopic Sludge Investigation Manual (2nd Ed). TNO Research Institute for Environmental Hygiene. Water and Soil Division. P.O. Box 214, 2600 AE Delft. The Netherlands
- Jenkins, D., Richard, M. and Daigger, G. 1993 Manual on the Causes and Control of Activated Sludge Bulking and Foaming (2nd ed). LEWIS PUBLISHER, INC.
- Richard, M. 1989 Activated Sludge Microbiology. [Water Pollution Control Federation](#)

# Indicadores Biológicos

---

## Papel bioindicador de la microfauna en el ecosistema de fangos activos

El sistema de depuración por lodos activos es en realidad un ecosistema artificial en donde los organismos vivos (biocenosis) están representados con mayor o menor abundancia, por grupos de microorganismos que constituyen comunidades biológicas complejas interrelacionadas entre sí y con el medio físico que les rodea en la planta depuradora ( biotopo).

---

## ESTRUCTURA DEL ECOSISTEMA

### *Componentes*

- Abióticos: constituídos por el medio físico es decir la planta depuradora y las características tecnológicas de la misma
- Bióticos: representados por las comunidades de microorganismos descomponedores (bacterias, hongos y algunos protozoos flagelados) y consumidores (protozoos y metazoos), organismos estos últimos que constituyen la microfauna.

### *Factores*

- Abióticos: son todas aquellas características del medio (composición del agua residual, concentración del oxígeno disuelto en el reactor, temperatura, carga orgánica que llega a la planta) que pueden afectar a la distribución de los microorganismos en el sistema.
- Bióticos : el ambiente físico-químico determina los límites entre los que los microorganismos pueden desarrollarse y los cambios que esto puede causar en el agua residual que está siendo tratada. Dentro de los límites fijados por el ambiente las comunidades biológicas son además controladas por las interrelaciones de los microorganismos que las forman. La competencia por los nutrientes y el oxígeno junto con la depredación. son los ejemplos más representativos de estas interrelaciones.

---

## ESTRUCTURA DE LA MICROFAUNA

### *Protozoos*

Los protozoos son los microorganismos más abundantes de la microfauna en los fango activos, y pueden llegar a alcanzar valores medios de 50.000 ind/ml en los reactores biológicos constituyendo aproximadamente el 5% del peso seco de los sólidos en suspensión del licor mezcla.



Los protozoos están representados en el licor mezcla por flagelados, amebas y sobre todo ciliados. Cada uno de estos grupos desempeña una función concreta en el sistema y su aparición y abundancia reflejan las distintas condiciones físico-químicas existentes en los tanques de aeración, lo que resulta ser un índice muy útil para valorar la eficiencia del proceso de depuración.

- Flagelados

Los flagelados no son abundantes cuando el proceso de depuración funciona adecuadamente. Su elevada densidad en los reactores se relaciona con las primeras etapas de la puesta en marcha de la instalación, cuando las poblaciones estables de protozoos ciliados no se han desarrollado todavía. La presencia excesiva en un fango estable indica una baja oxigenación del mismo o un exceso de carga orgánica.

- Amebas

Dentro de las amebas podemos distinguir las amebas desnudas, que suelen estar relacionadas con cargas de entrada en la EDAR alta, y las amebas testáceas que pueden aparecer en instalaciones con buena nitrificación y carga orgánica baja

- Ciliados

La presencia de protozoos ciliados en los fangos activos es de gran importancia en el proceso, ya que contribuyen directamente a la clarificación del efluente a través de dos actividades: la floculación y la depredación, siendo ésta última la más importante.

Existen diversos estudios que han demostrado experimentalmente que la presencia de protozoos ciliados en estaciones depuradoras mejora la calidad del efluente.

Los ciliados se alimentan también de bacterias patógenas, por lo que contribuyen a la reducción de sus niveles.

Los ciliados presentes en el licor mezcla se pueden clasificar en dos grandes categorías en función de su relación con el flóculo biológico:

1.- Ciliados asociados al flóculo

Se distinguen dos grupos: los **pedunculados** y los **reptantes**. Los pedunculados guardan una estrecha relación con el flóculo por la presencia de un pedúnculo que les sirve de órgano de fijación. Van continuamente asociados a él, incluso en la recirculación y la purga del fango.

Entre los pedunculados nos encontramos con los suctores, que van a alimentarse de otros protozoos ciliados y con los peritricos, que se alimentan de bacterias libres.

Los ciliados reptantes utilizan estructuras de movimiento (cilios o cirros) para moverse en el entorno del flóculo donde se alimentan de las bacterias de la superficie del flóculo.

2.- Ciliados no asociados al flóculo

Son los ciliados **nadadores** que se encuentran libres en el licor entre los flóculos. Lo habitual es que salgan con el efluente tratado.

Los ciliados pedunculados y reptantes son los más frecuentes cuando el tratamiento funciona correctamente, ya que el sistema está especialmente diseñado para la creación de flóculos, que son utilizados como sustrato de fijación por estos microorganismos. Su capacidad de fijación o relación con el flóculo supone una ventaja adaptativa en este sistema y los que no la poseen son eliminados en el efluente.

Por contra los ciliados nadadores no son constituyentes típicos de las comunidades estables, sino que aparecen durante la fase de colonización del mismo, cuando los flóculos están en vías de formación y no se han establecido aún los ciliados pedunculados y reptantes. En consecuencia la presencia dominante de ciliados nadadores en un lodo bien formado es indicio de anomalías en el proceso, como son una carga excesiva o un fango poco oxigenado. En ocasiones, también puede estar relacionado con la entrada de vertidos tóxicos, ya que se eliminan las comunidades estables del proceso, presentando los reactores una situación semejante a la puesta en marcha

## *Metazoos*

Su presencia en los fangos activos es menor que la de los protozoos

- Nematodos

La mayor parte de los que aparecen son predadores de bacterias dispersas y protozoos, pero también pueden aparecer algunas formas saprozoicas capaces de alimentarse de la materia orgánica disuelta e incluso de la materia de los flóculos

- Rotíferos

Los rotíferos eliminan bacterias dispersas y protozoos. Algunas especies contribuyen a la formación del flóculo por secreción de mucus

---

## **FUNCIONAMIENTO DEL ECOSISTEMA**

El funcionamiento del ecosistema tiene lugar a través de la dinámica de las comunidades microbianas que lo integran, y se refleja en la evolución de dichas comunidades en el espacio y en el tiempo.

### *En el espacio*

Los microorganismos presentes en los fangos activados se organizan formando una cadena alimenticia según se refleja en la imagen adjunta.

Bacterias, Hongos, amebas y otros protozoos saprozoicos son los consumidores iniciales de la materia orgánica biodegradable del sistema, por lo que entran en competencia en este primer nivel trófico. Las bacterias salen ventajosas de esta competencia, ya que la naturaleza del agua residual y las concentraciones habituales de carbono, nitrógeno y fósforo favorecen el mejor desarrollo de estas. No podemos tampoco olvidar que la velocidad de crecimiento de las bacterias es muy rápida.

Los consumidores de primer orden está representado por los flagelados heterótrofos y fundamentalmente por ciliados micrófagos, principales responsables de la eliminación de bacterias dispersas y flagelados. La materia en forma de biomasa y la energía, fluyen hacia niveles tróficos superiores, donde aparecen los carnívoros (otros ciliados) y que constituyen los consumidores de segundo orden. El último nivel de la cadena alimentaria lo forman los pequeños metazoos, que para su aparición necesitan de los microorganismos de niveles tróficos inferiores y de un tiempo de retención acorde a su velocidad de reproducción.

Parte de la materia orgánica procedente de las células muertas se incorpora de nuevo al ecosistema en forma de nutrientes.

### *En el tiempo*

Los fangos activos son ecosistemas sujetos a una entrada continua de materia orgánica, por lo que el desarrollo normal de la sucesión ecológica no se lleva a cabo. La sucesión se mantiene en una etapa concreta en la que el rendimiento de depuración sea máximo y exista un equilibrio entre el fango producido, purgado y recirculado acorde con los consumos energéticos demandados por los sistemas de aeración.

Entre la puesta en marcha y la estabilización de la estación depuradora se producen sucesiones en las poblaciones de microorganismos.

En la fase inicial dominan las bacterias dispersas y los protozoos flagelados que entran con el influente. Aumenta el número de bacterias.

Aparecen los ciliados libre nadadores bacterívoros aumenta ya que tienen mucha cantidad de alimento.

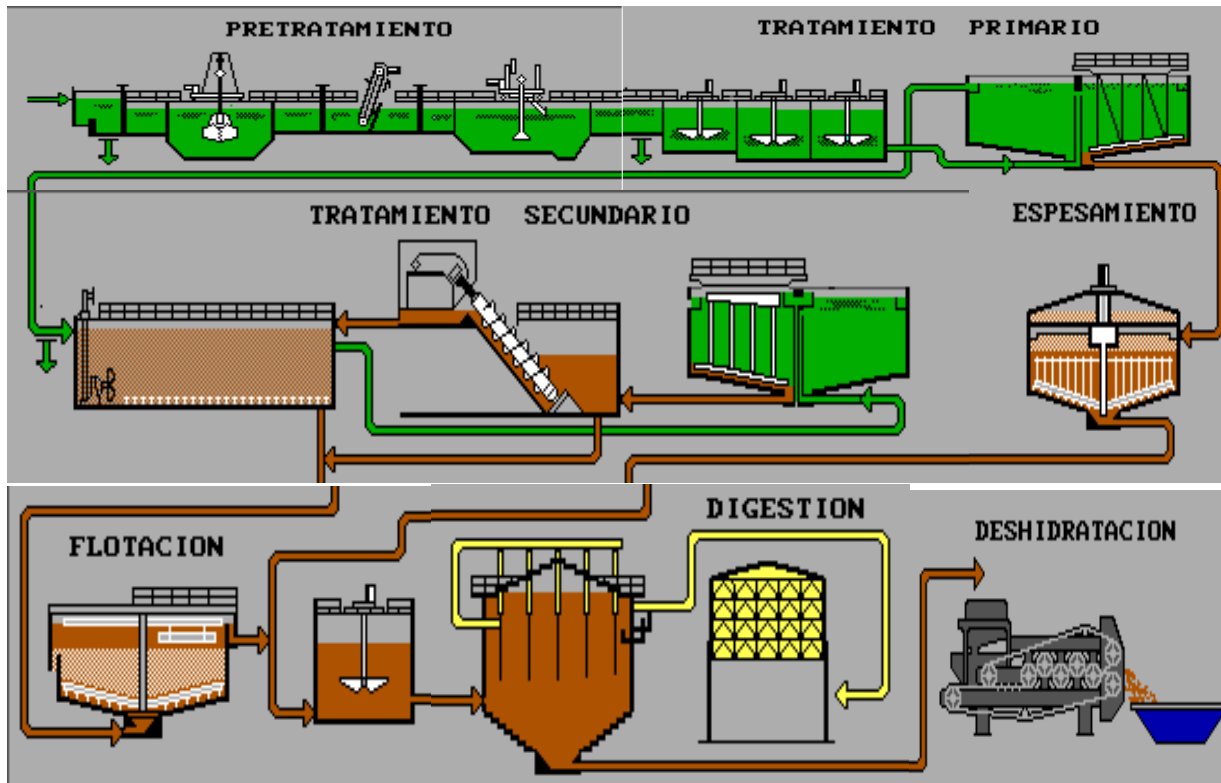
Los flóculos se van formando y disminuye el número de bacterias libres y de protozoos flagelados.

Se desarrollan los ciliados pedunculados y reptantes con estructuras bucales eficaces para la captura de alimento, éstos acaban por desplazar a los ciliados nadadores.

Los metazoos aparecen tardíamente por encontrarse en el final de la cadena.

No obstante, las sucesiones de microorganismos que tienen lugar en el sistema de fangos activos no solo ocurren como resultado de relaciones tróficas, sino que pueden ser debidas también a alteraciones ocasionales pero significativas del proceso de depuración, provocadas a veces para mejorar el rendimiento como es la actuación sobre el tiempo de retención celular.

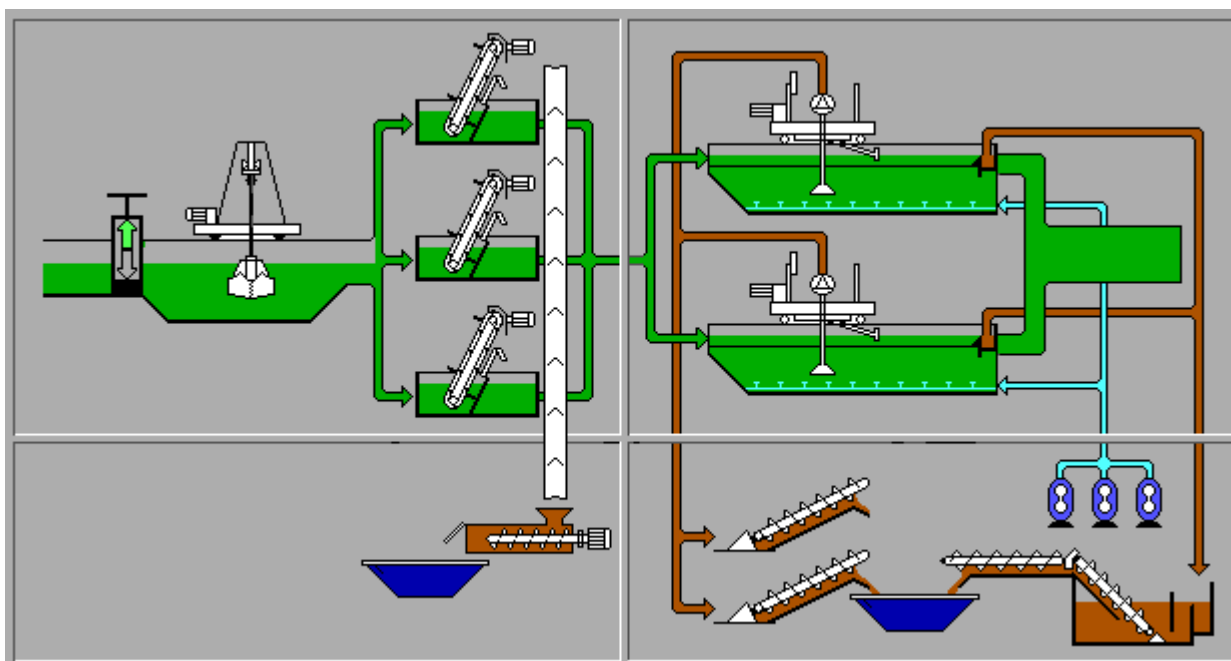
## ESQUEMA EDAR



## PRETRATAMIENTO

Se efectúa en dos etapas claramente diferenciadas; en una primera etapa de **desbaste** se eliminan primero los sólidos de mayor tamaño y pesados por medio de un pozo de gruesos y una cuchara anfibia. Después las rejillas de gruesos eliminan los sólidos grandes flotantes. Y posteriormente las rejillas de finos (tres en este caso), retienen los sólidos flotantes mayores de 10 mm, que son evacuados a un contenedor por medio de una cinta transportadora. Las rejillas se pueden poner en funcionamiento manual, temporizado, por pérdida de carga o en función del caudal de entrada.

La segunda etapa del pretratamiento se realiza en los **desarenadores-desengrasadores**, donde gracias al aire aportado por varias soplantes a través de unos difusores, flotarán las grasas y aceites que son recogidos por sendas rasquetas a un pozo desde el cual se bombea a un contenedor. Al mismo tiempo, la arena desprovista casi en su totalidad de materia orgánica sedimentará y será evacuada a través de bombas al clasificador de arenas y posteriormente, a un contenedor.

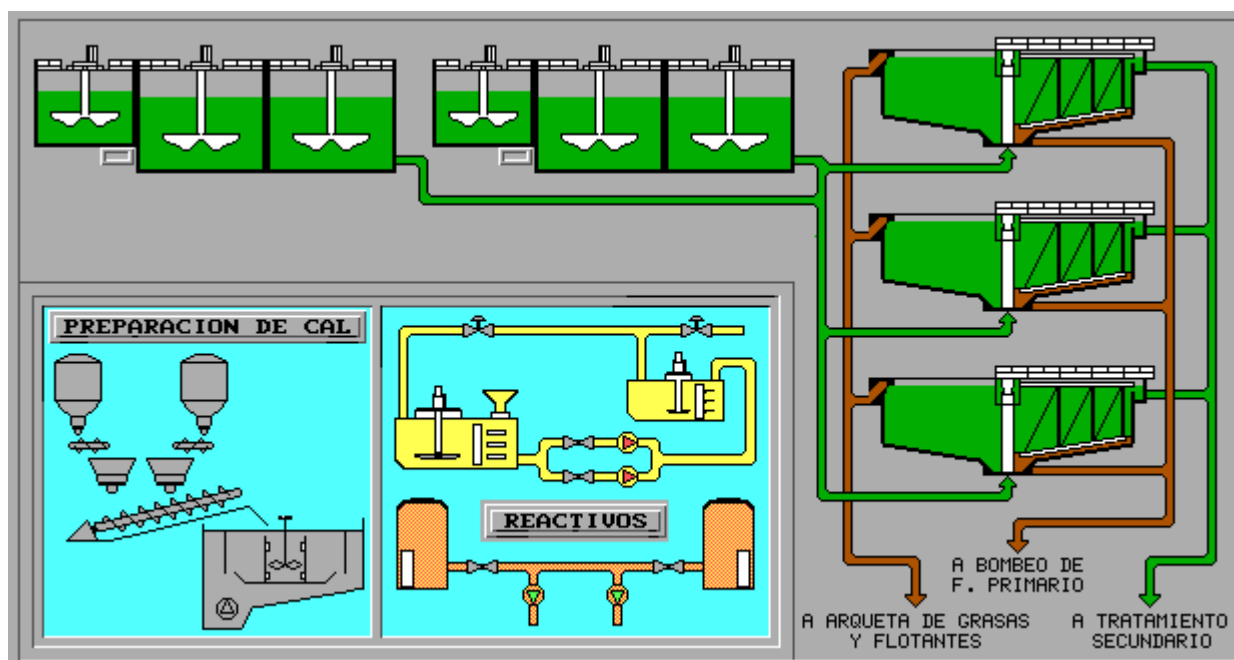


## TRATAMIENTO PRIMARIO

En el tratamiento primario se pretende eliminar la materia en suspensión sedimentable, para lo cual se emplean **decantadores** donde sedimenta, por acción de la gravedad, una buena parte de la contaminación. Si este proceso lo potenciamos con reactivos hablamos de tratamiento físico-químico. Habitualmente éste tratamiento físico-químico se divide en dos etapas: en la primera, se produce la coagulación del agua en los tanques de mezcla rápida y en la segunda se produce la floculación en los tanques del mismo nombre. Los tanques de mezcla están provistos de electroagitadores para conseguir la mezcla del agua a depurar con los reactivos dosificados. En los tanques de floculación, hay también electroagitadores, pero éstos giran mucho más lento para conseguir que los microflóculos se encuentren y se agreguen sin romperse. Una vez conseguida la floculación mejora la sedimentación ya que parte de los sólidos coloidales y disueltos pasan a ser sólidos en suspensión sedimentables.

Si bien no todas las E.D.A.R. cuentan con tratamiento físico-químico previo a la decantación primaria, si es habitual que cualquier instalación de más de 10.000 habitantes equivalentes posea decantadores primarios. Éstos decantadores pueden ser o rectangulares o circulares.

Cada decantador circular posee un vertedero perimetral, con deflector para retener flotantes y un puente radial de accionamiento periférico, que recoge y conduce los fangos sedimentados hacia una arqueta de donde se realizan las purgas de los mismos. Del mismo modo, los flotantes son arrastrados hacia una pequeña tolva donde pasan a otra arqueta para ser evacuados por medio de bombas sumergibles.



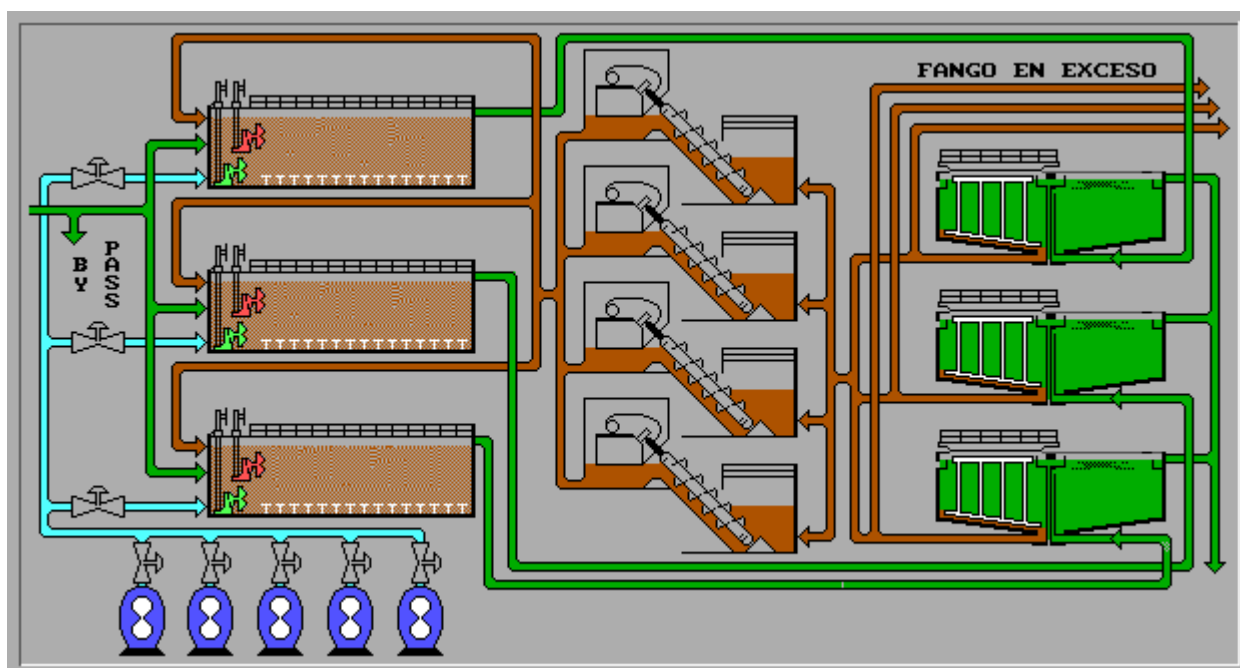
## TRATAMIENTO BIOLÓGICO

El tratamiento biológico persigue la transformación de la materia orgánica disuelta en sólidos sedimentables que se retiran fácilmente del proceso. Adicionalmente se consigue el atrapamiento de sólidos coloidales y en suspensión.

Si bien todos los tratamientos biológicos consiguen disminuir la D.B.O.5 , sóloamente se consigue eliminar nitrógeno y fósforo si se diseña el proceso para ello.

El tratamiento biológico se realiza en varios reactores biológicos. Éstos pueden presentar apariencias muy diversas (circulares, rectangulares, canales...). Para conseguir que entre oxígeno para los microorganismos, y producir la necesaria agitación suele haber electroagitadores superficiales o inyección de aire que sale por domos cerámicos, como en este caso, estos domos están instalados en el fondo y aportan el aire en forma de burbujas. El aire es captado de la atmósfera por varias soplantes de gran potencia.

La decantación secundaria o clarificación final, se realiza en varios decantadores generalmente circulares dotados de rasquetas que van suspendidas de un puente radial, arrastrando el fango hacia la zona central del decantador, desde donde dicho fango es recirculado mediante bombas sumergibles o tornillos de Arquímedes a la entrada del tratamiento biológico. Con esta recirculación se consigue concentrar los microorganismos hasta valores muy altos. Para mantener controlado el proceso hay que sacar continuamente fango. Las purgas de fangos en exceso se pueden realizar desde el reactor biológico o desde la recirculación, esta última estará más concentrada.

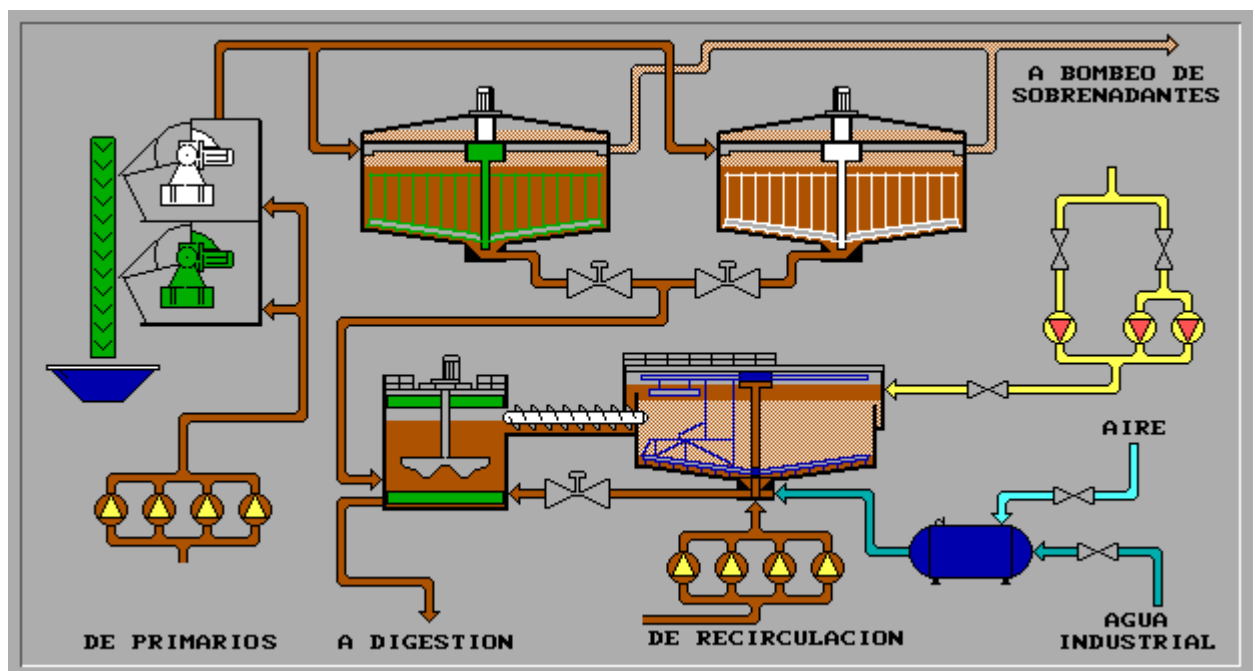


## ESPESAMIENTO POR GRAVEDAD

El espesamiento de los fangos por gravedad se realiza previo paso por unos tamices, en cubas circulares dotadas de sistema de arrastre central que mueve unos peines giratorios situados en la parte inferior del tanque y cuya labor es la de liberar el agua ocluida en los flocúlos de los fangos, produciéndose el espesamiento de los mismos, el sobrenadante que se obtiene en la parte superior es enviado al pozo de sobrenadantes y a su vez a cabecera.

## ESPESAMIENTO POR FLOTACIÓN

En el espesamiento por flotación se concentran los fangos procedentes de la recirculación o del tratamiento biológico a los cuales se les mezcla con agua presurizada, aire y reactivos (polielectrolito), con el fin de ayudar a la tendencia natural de flotar de este tipo de fangos, recogidos en la parte superficial por medio de unas rasquetas y a su vez enviarlos al pozo de mezcla para su posterior bombeo al proceso de digestión.





## DIGESTION

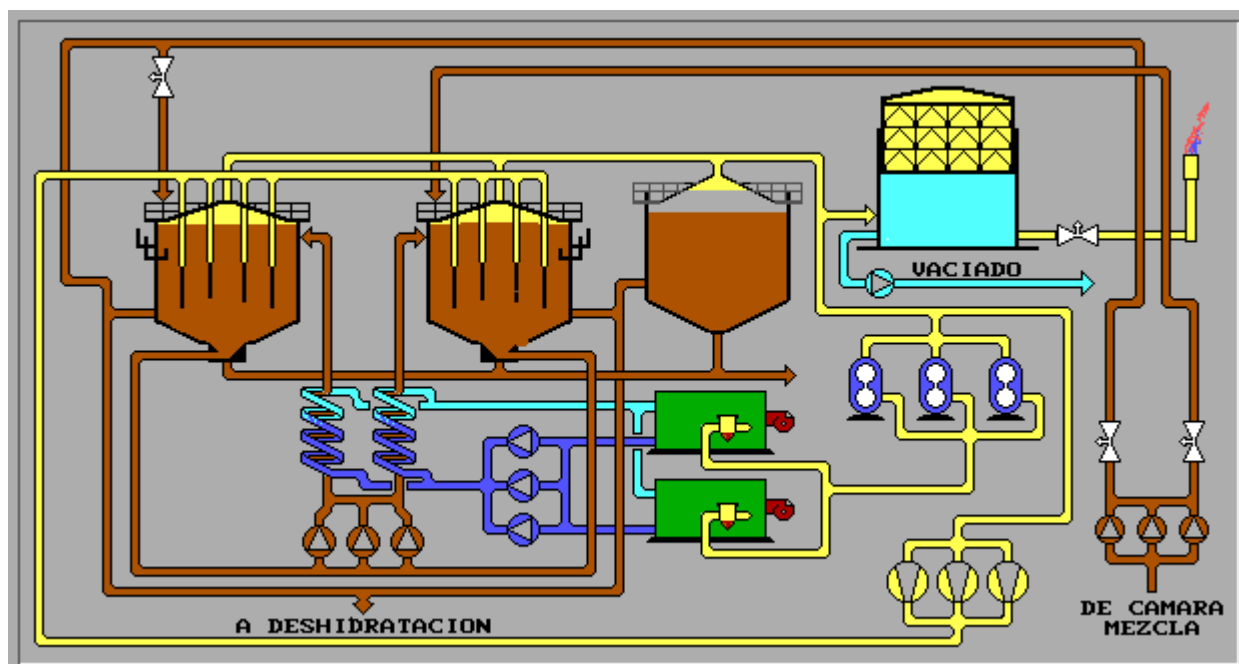
El objeto de la estabilización es disminuir el contenido de materia orgánica de los fangos y eliminar los microorganismos patógenos que contiene.

El proceso de digestión en este caso anaerobia se realiza en tanques completamente cerrados en los que intervienen varios tipos de microorganismos. Entre los más importantes y específicos de este proceso están por un lado las bacterias productoras de ácidos y por otro las bacterias productoras de metano. Las bacterias productoras de ácidos transforman la materia orgánica compleja, en productos intermedios. Las bacterias productoras de metano actúan sobre dichos productos intermedios transformandolos en gases y subproductos estabilizados. El proceso que se origina es lento y requiere unas condiciones determinadas.

La primera fase del proceso se denomina fase ácida, con pH por debajo de 6,8, la segunda fase se denomina metánica, la cual aumenta el pH a valores de 7,4, estas bacterias son muy sensibles a los valores de pH y se inhiben con valores inferiores a 6.

En digestiones de dos fases el fango de los digestores primarios (agitados y calentados por el propio gas producido) pasa a un segundo tanque o digestor secundario que no tiene ni mezcla ni calentamiento que sirve a su vez como espesador para poder retirar el sobrenadante con facilidad. La producción de gas en este digestor es mínima.

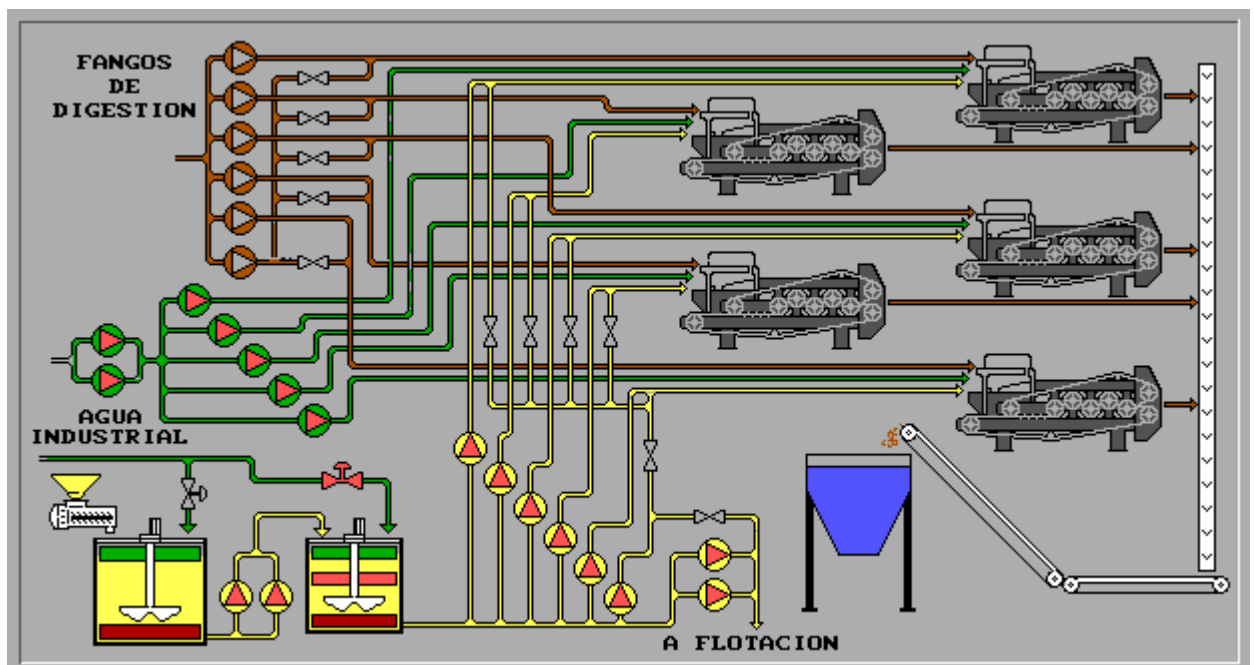
El gas es almacenado en un gasómetro de campana flotante y el sobrante se incinera en una antorcha que actúa automáticamente en función del volumen almacenado. Otra solución que se le puede dar a este gas es la producción de energía eléctrica mediante cogeneración.



## DESHIDRATADO DE FANGOS

Finalmente, y antes de ser evacuados al exterior, los fangos se deshidratan en varias máquinas de filtrado de banda continua a las que se bombea el fango a través de bombas de tornillo helicoidal, acondicionándolo en línea con un polielectrolito que se dosifica automáticamente.

El fango así deshidratado, se transporta a través de cintas transportadoras a un silo para su posterior evacuación mediante camiones. Este fango deshidratado suele tener unas buenas características para ser reutilizado en agricultura, después de su compostaje. A este fango se le denomina también biosólido.



## Empresas públicas y Administraciones

### En castellano

- *Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)* Servicio del Ministerio español de Fomento que incluye un apartado para el tratamiento de las aguas residuales. Entre los cursos nacionales que organiza destaca el CURSO SOBRE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y EXPLOTACIÓN DE ESTACIONES DEPURADORAS.
- *Calidad de las Aguas (MMA)* Servicio de Tratamiento y Calidad de las Aguas del Ministerio español de Medio Ambiente. Es interesante su capítulo de normativas sobre calidad de agua. Incluye un pequeño resumen de legislación como la [Directiva CEE 91/271](#).
- *Consortio de Aguas de Bilbao*
- *Empresa Municipal Mixta de Aguas de Tarragona EMATSA*. Muy interesante su apartado de aguas residuales.
- *E.M.A.S.E.S.A. Empresa Municipal de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla S.A.* Interesante sus páginas sobre sus EDAR y los libros publicados. El de microorganismos Filamentosos en el Fango Activo es muy bueno.
- *Entidad del Medio Ambiente del Area Metropolitana de Barcelona*
- *Ministerio de Medio Ambiente de España.*

---

### En inglés

- *Agencia Europea de Medio Ambiente*
- *United States Environmental Protection Agency (EPA)* Agencia estadounidense de protección del medio ambiente.

## Ingenierías y empresas relacionadas con el medio ambiente - depuración de aguas residuales

<http://www.interbook.net/personal/ayma/sl/> [AYMA Agua y Medio Ambiente](#)

Excelente sitio para los amantes de las aguas residuales. Con atlas de microorganismos encontrados en aguas.

<http://www.interbook.net/personal/ayma/sl/> Spanish Web site, with english translation about waste waters, with a lot of microorganisms figures

### En castellano

- *ABT Ingeniería y consultoría ambiental*
- *Acai Depuración S.L.* Sistemas de depuración de aguas residuales con alto contenido en materia orgánica. Diseño y fabricación de depuradoras para uso industrial y urbano.
- *AN Consult España, S.L.* ingeniería de consulting especializada en informática industrial, optimización de plantas de aguas residuales y automatización de procesos.
- *Arema*
- *Dégrémont España y Francia*
- *Depurnord SA* Ingeniería con muchas soluciones en prefabricados, biofiltración, tratamientos biológicos y complementos
- *Extremadura 2000 de Aguas SA*: Plantas compactas
- *Facsa*. Sociedad de Fomento Agrícola Castellonense
- *Madesa* Todo tipo de soluciones para depuradoras

- *Phragmites* : Consultoria con soluciones de tratamientos naturales del agua residual En catalán.
- *Rebsa* : Ingeniería con soluciones para el tratamiento del agua. EDAR compactas.
- *Sociedad General de Aguas de Barcelona [Agbar]*
- *Teideagua*

---

## En inglés

- *Hydromantis Inc* Modelos de simulación para tratamiento de aguas residuales. En España sus productos los distribuye ie3 Ingeniería Mediambiental ([100451.730@COMPUSERVE](mailto:100451.730@COMPUSERVE)). Echad un vistazo en download a: **Modelos dinámicos: su uso para el diseño y optimización de plantas depuradoras (en castellano)**
- *Krüger* : Ingeniería famosa por alguno de sus procesos para eliminación de nutrientes.

---

## Organizaciones y asociaciones

### En inglés

- *International Asociation Water Quality (IAWQ)*. Una de las asociaciones de mayor prestigio y difusión.

### *Water Environment Federation (WEF)*

Página oficial de la Water Environment Federation. Imprescindibles sus troubleshooting donde exponemos nuestros problemas y te dan ideas y experiencias.

---

### En castellano

- *ADECAGUA* : Asociación Para la Defensa de la Calidad de las Aguas (España). Miembro de la *Water Environment Federation*. e-mail [eic@eic.ictnet.es](mailto:eic@eic.ictnet.es) Pronto contarán con página WEB
- *AQUA España* : Asociación española de empresas de tratamiento y control de aguas
- *Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento (AEAS)* Asociación que engloba a las empresas que actúan en el campo de la captación, tratamiento, distribución y depuración de aguas en España
- *Comision de medioambiente de la Asociación de industrias y exportadores de aceitunas de mesa (Asemesa)* En este sitio hay mucho sobre aceitunas [ademora@asemesa.es](mailto:ademora@asemesa.es)

---

## Laboratorio

<http://micro.magnet.fsu.edu/nikon/> *Microscopios Nikon*

<http://micro.magnet.fsu.edu/nikon/>

<http://micro.magnet.fsu.edu/nikon/>

<http://micro.magnet.fsu.edu/nikon/>

Si no sabeis usar el microscopio y las fotos os salen hechas un churro pasaros por aquí, algo aprenderéis.

- *Hanna Instruments SL* Distribuidor de equipamiento para laboratorio
- *Izasa* Distribuidor español de material y equipamiento de laboratorio (microscopios Nikon, entre otros).
- *ISCO* Material diverso entre los que están tomamuestras, analizadores en línea de DBO, DQO, COT, cromatografía, caudalímetros
- *Orion* Instrumentación diversa de laboratorio, pHmetros, ión selectivo, etc. En España distribuye *Instrumentación analítica SA*
- *Microtox* Equipo de medición de toxicidad de vertidos y efluentes por bioluminiscencia. En España distribuye *Instrumentación analítica SA*

- **Mettler-Toledo** Material diverso para laboratorio
- **Neurtek Medio Ambiente** Empresa española que cuenta con analizadores en línea, toxicidad por bioluminiscencia para laboratorio, toxicidad en línea, etc.

## Varios en Internet

<http://www.scitra.com/wwater/waterlnk.htm> **Science Traveller International**  
Excelente sitio donde están recopilados enlaces de temas relacionados con el tratamiento de las aguas residuales con fangos activos.

<http://redgum.bendigo.latrobe.edu.au/~soddell> **Página de Jacques Soddell Biotechnology Research Centre**  
Magnífico Web site donde podreis encontrar, entre otras cosas, como pedir los poster de filamentosas y de protozoos realizado en el Biotechnology Research Centre (La Trobe University) de Australia.

- **Swiss Federal Institute for Environmental Science and Technology:** Echad un vistazo al Software, el programa ASIM para modelos en fangos activados, de Willi Gujer es utilizado en muchos sitios, con propósitos generales y de aprendizaje del alumnado. Si hay alguien que sepa usarlo con fluidez se podría animar a documentar a los demás, podemos insertar aquí sus notas. Lo distribuyen gratis pideindolo, si no se usa con fines comerciales.

## Autómatas programables PLC y Sistemas de adquisición de datos SCADA para EDAR

### Autómatas

- **Telemecanique** Página en castellano donde podeis encontrar al distribuidor español de estos autómatas
- **Allen-Bradley**

### Scadas

- **FIX DYNAMICS**
- **RS-VIEW** SCADA de Rockwell
- **Softrónica** Empresa española que cuenta con un Scada en castellano
- **Sindosa** Empresa española que programa autómatas y scadas, con ejemplos de sus proyectos

## Medios auxiliares de apoyo a la E.D.A.R.

### Retirada de fangos deshidratados, compostaje

- **Fertimar** Empresa española dedicada a la retirada de fangos deshidratados y compostaje de los mismos

## Revistas

- **Ingeniería del Agua**
- **Residuos**