

somajasa

Sociedad Mixta del Agua
Jaén, S.A.





Gestión de EDAR's en el Ámbito Rural

Ana Belén Romero Martínez

50

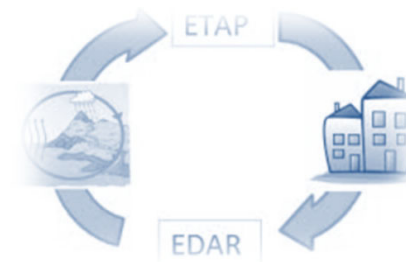
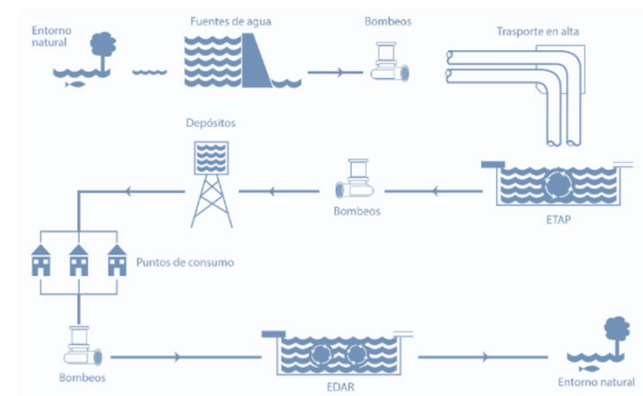
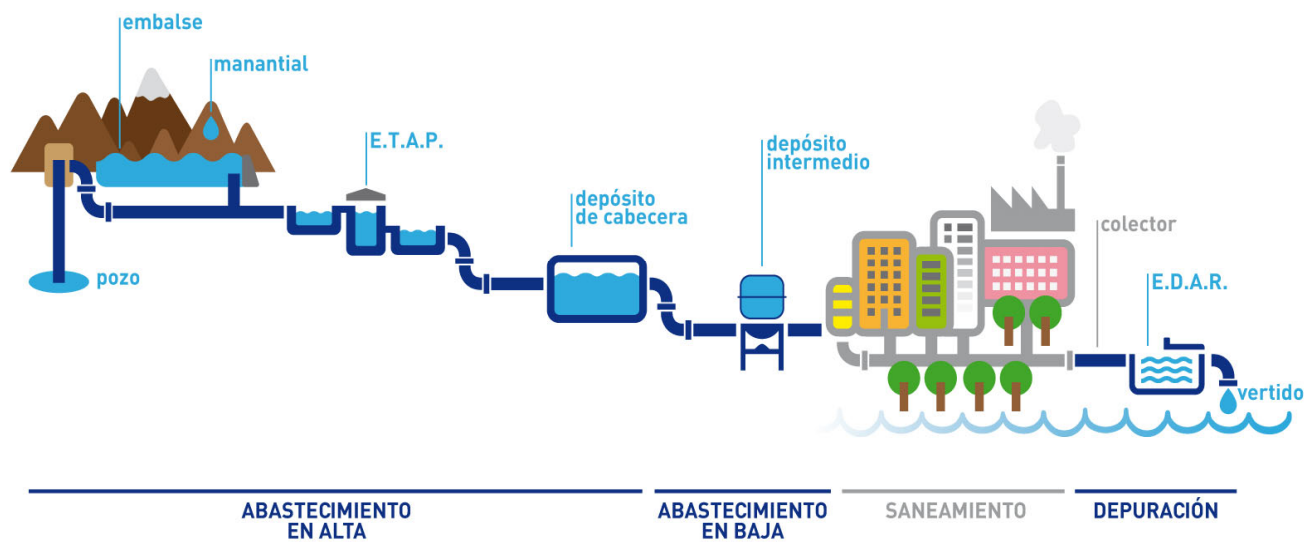
60

70



■







¿QUÉ ES EL CIA (CICLO INTEGRAL DEL AGUA)?

El agua que usamos en nuestra vida cotidiana **viene de la naturaleza y termina en ella**. El recorrido completo que sigue y los procesos a los que es sometida comprenden el Ciclo Integral del Agua.

Básicamente, el ciclo tiene tres partes:

1

Abastecimiento: es el recorrido que sigue el agua **desde su captación en bruto de la naturaleza hasta el uso que nosotros hacemos de ella**. En este recorrido, el agua debe ser **potabilizada** para ser apta para el consumo humano.

2

Saneamiento: El agua ya usada que se va por los desagües y alcantarillas de nuestras casas, calles o fábricas sigue un camino por la **red de saneamiento** de nuestro municipio hasta llegar a la **Estación Depuradora de Aguas Residuales**.

3

Depuración: las **EDAR** someten al agua residual a distintos procesos para que sea **vertida a los cauces de los ríos** en condiciones óptimas.

Gracias a todos los procesos que se llevan a cabo a lo largo de este ciclo podemos usar el agua para nuestras necesidades, pero siempre de **forma respetuosa con la naturaleza**, las próximas generaciones y con nuestro bienestar.

CAPTACIÓN DEL MEDIO NATURAL



Parámetros de Control rutinario

Microbiológicos

Bacterias coliformes, Clostridium Perfringens y Colonias totales

Cloro residual Libre

pH

Conductividad

Turbidez

Amonio

Aluminio

Hierro

Manganeso





EDAR Vilches



La Importancia de la Depuración en el Medio Natural

La depuración del agua residual es esencial para:

- Proteger la salud humana
- Proteger el medio ambiente

Si las aguas residuales no son tratadas adecuadamente, contaminan ríos, arroyos, lagos y mares lo que puede afectar gravemente la Calidad del Agua y la vida acuática.

Las aguas contaminadas pueden ser fuente de enfermedades para las personas que entran en contacto con ellas o consumen alimentos que hayan sido irrigadas con ellas.



Aguas Residuales



Aguas residuales domésticas: proceden de viviendas, oficinas y comercios, e incluyen materia orgánica biodegradable (heces, orina, restos de alimentos, jabones, detergentes) y microorganismos patógenos.

Aguas residuales industriales: generadas en procesos de manufactura, transformación y producción, contienen sustancias químicas específicas según la actividad industrial. Entre ellas se incluyen metales pesados, solventes, hidrocarburos, ácidos, colorantes, nutrientes en exceso (nitrógeno y fósforo), residuos farmacéuticos, entre otros.

Caracterización de las Aguas Residuales Urbanas: Un Puzzle Cambiante

La **caracterización** de las aguas residuales urbanas es **importante** para **determinar** la **cantidad** y el **tipo** de **contaminantes** presentes en el agua y para **diseñar** el proceso de **tratamiento adecuado**.

Hacer una **caracterización tipo** de las aguas residuales urbanas es un proceso **complicado**.

La calidad y la **composición** de las aguas residuales urbanas pueden **variar** significativamente de un lugar a otro, incluso dentro de la **misma ciudad**.

Además, la composición de las aguas residuales también puede variar según la **hora** del **día**, la **temporada** del **año** y las **condiciones climáticas**.

Aguas Residuales Urbanas

AGUAS RESIDUALES URBANAS

Las aguas residuales urbanas son aguas que contienen residuos líquidos y sólidos producidos en las **áreas urbanas**, incluyendo **hogares**, **edificios públicos**, **comercios**, **industrias** y **escorrentías**.

Estas aguas residuales contienen una amplia variedad de **contaminantes**, que pueden ser clasificados en tres categorías: **físicos**, **químicos** y **biológicos**.

La **caracterización** de las aguas residuales urbanas es **importante** para **determinar** la **cantidad** y el **tipo** de **contaminantes** presentes en el agua y para **diseñar** el proceso de **tratamiento adecuado**.

Hacer una **caracterización tipo** de las aguas residuales urbanas es un proceso **complicado**.

La calidad y la **composición** de las aguas residuales urbanas pueden **variar** significativamente de un lugar a otro, incluso dentro de la **misma ciudad**.

Además, la composición de las aguas residuales también puede variar según la **hora** del **día**, la **temporada** del **año** y las **condiciones climáticas**.

La calidad y la composición **varía** significativamente de **un lugar a otro**, incluso dentro de la misma ciudad.

Una **caracterización** precisa y completa de las aguas residuales requiere de un **análisis exhaustivo y riguroso**.



LOS PRINCIPALES CONTAMINANTES SON:



CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS

Parámetro	Contaminación alta (ppm)	Contaminación media (ppm)	Contaminación baja (ppm)
Sólidos totales	1200	700	350
DBO5	300	200	100
DQO	1000	500	250
Nitrógeno	85	40	20
Fósforo	20	10	6
Cloruros	100	50	30
Aceites y grasas	150	100	50

Materia orgánica

Sólidos suspendidos totales

Nutrientes (nitrógeno total Kjeldahl, nitratos, amonio, fosfatos)

Metales pesados (plomo, mercurio, cadmio, cromo, arsénico)

Microorganismos patógenos (coliformes fecales, enterococos, virus)

Compuestos tóxicos orgánicos (bifenilos policlorados - PCBs, plaguicidas, compuestos fenólicos, detergentes no iónicos)

pH, temperatura y conductividad

Objetivos de la depuración

- Reducir y/o eliminar los principales contaminantes del Agua Residual influente
- Efluente estable desde el paradigma que supone la cantidad de oxígeno que demande en cauce.

Compuestos inestables

➤ Amonio



➤ Materia Orgánica

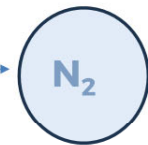


Compuestos estables

✓ Nitrato



✓ Dióxido de carbono



Agua



EDAR



¿QUÉ ES UNA EDAR?

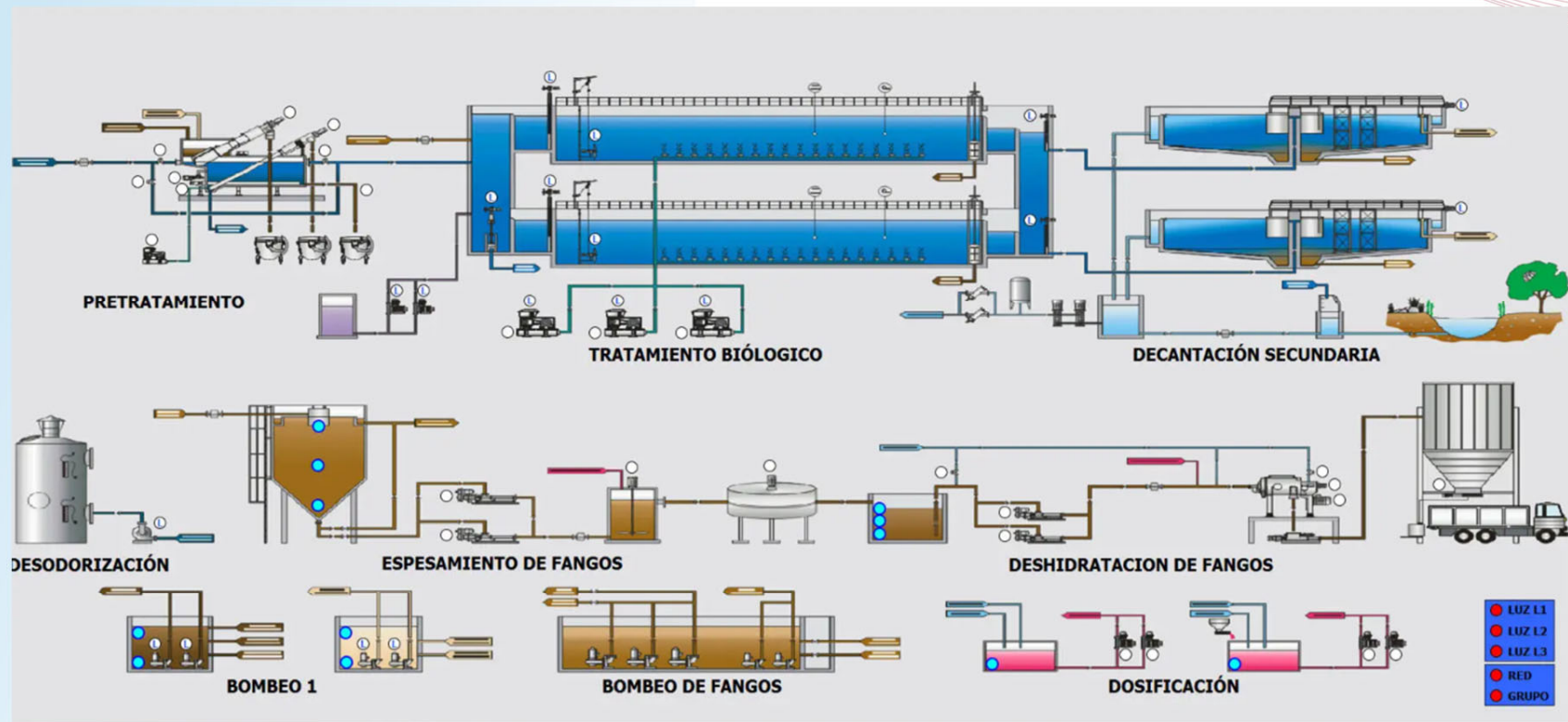
Una estación de depuración de aguas residuales (EDAR) es una instalación que limpia y trata las aguas residuales urbanas para que puedan ser devueltas al medio natural.

El agua que se vierte a la red de alcantarillado, una vez utilizada en las casas y en las industrias, contiene restos de necesidades fisiológicas, aceites, restos de comida, jabones, detergentes... Estas aguas contaminadas deben depurarse antes de ser devueltas al medio natural para preservar el equilibrio ecológico.

En las estaciones de tratamiento de aguas residuales se lleva cabo la depuración de las aguas mediante la aplicación de una serie de operaciones físicas, químicas y/o biológicas en una secuencia determinada. El fin último es obtener un efluente que cumpla los criterios establecidos por la legislación vigente en materia de vertido y que el impacto ambiental asociado al mismo sea mínimo.

Son parte vital del Sistema de Gestión del agua y juegan un papel importante en la protección de la salud humana y del M.A.

Sinóptico de EDAR



Línea de Agua

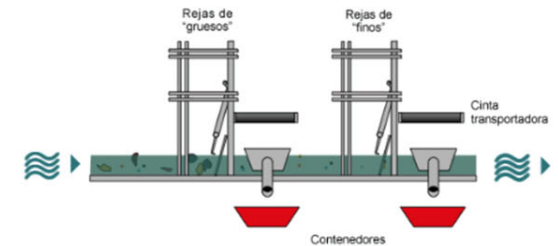
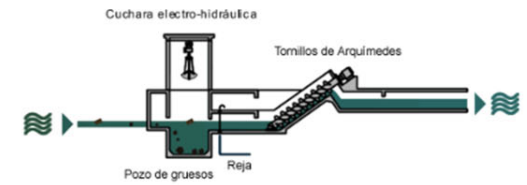
Pretratamiento



Comprende el conjunto de elementos (estáticos o dinámicos) mediante los cuales se elimina toda la materia (flotante, arenas, gravas...), que debido a su naturaleza o tamaño pueden originar problemas en los tratamientos posteriores. Los procesos pertenecientes a esta fase son: desbaste, tamizado, desarenado y desengrasado.

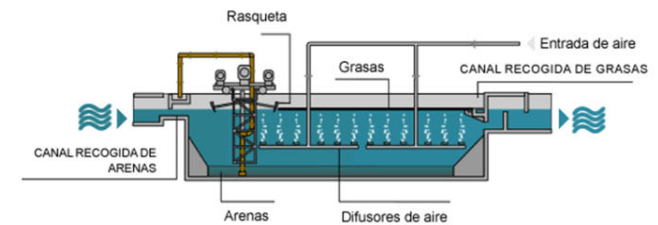
Entrada y elevación de agua

El proceso de depuración se inicia con la captación y entrada de agua bruta procedente de la red de saneamiento. El agua llega al pozo de gruesos donde los materiales más pesados decantan en el fondo y los más voluminosos quedan retenidos.



Desbaste

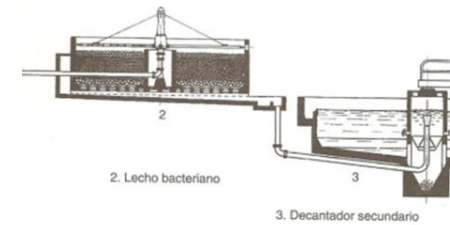
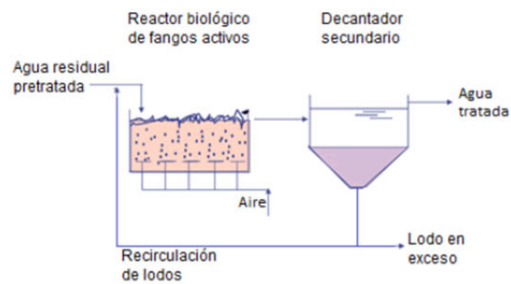
A continuación, se somete el agua bruta a un proceso de desbaste para la eliminación de sólidos "gruesos" y "finos", los cuales serán vertidos en cintas transportadoras y depositados finalmente en contenedores para su posterior traslado al vertedero.



Tratamiento Secundario



Proceso de Fango Activo



Proceso de Cultivo Fijo

Surfhr e l rœj lfr

Los procesos biológicos del agua en una EDAR

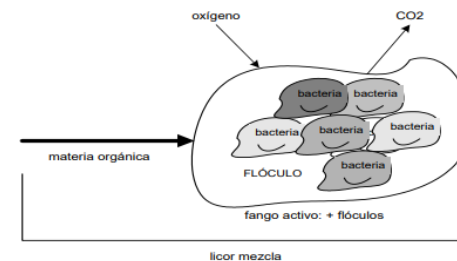
Los procesos biológicos son fundamentales en una estación depuradora de aguas residuales (EDAR). Dentro de la línea de agua, la depuración se basa en la actividad de ciertos microorganismos para poder llevar a cabo una reducción de la carga contaminante, y por tanto, la depuración del agua residual. Los microorganismos presentes en el reactor biológico, donde se va a llevar a cabo una de las etapas más importantes de la depuración, consumen el sustrato, o lo que es lo mismo, la contaminación. Como consecuencia de este consumo la biomasa presente en dicho reactor irá aumentando. Para lograrlo debemos mantener unas condiciones controladas que favorezcan al máximo la vida de dichos microorganismos. En este aspecto es fundamental la información facilitada por la instrumentación de la EDAR.

Las bacterias forman flóculos de fangos activos. Estos flotan libremente en el agua. El suministro de oxígeno estimula la proliferación de bacterias y, favorece la formación de fangos activos. Este proceso de tratamiento biológico de aguas residuales también se conoce como **proceso de fangos activos**.

Proceso de Fango Activo

La depuración biológica por fangos activos es un tipo de proceso biológico empleado en el tratamiento de aguas residuales convencionales que consiste en el desarrollo de un cultivo bacteriano disperso en forma de flóculos en un biorreactor o reactor biológico aireado y agitado, que es alimentado con el agua residual. La aireación implica que es un proceso aerobio (suministra oxígeno necesario a los microorganismos). Además la aireación favorece una buena mezcla en el biorreactor (lo que puede permitir considerarlo como un reactor de mezcla perfecta), evita sedimentos y homogeniza la mezcla de los flóculos bacterianos con el agua residual.

Las bacterias son capaces de metabolizar como nutrientes los contaminantes orgánicos presentes en el agua. Los procesos que aquí se producen son exactamente los mismos que en los ríos o lagos naturales, pero en los tanques de aireación, los organismos se agrupan en un espacio reducido y en gran número.



Proceso de Cultivo Fijo

En estos procesos, los microorganismos están fijados a un medio inerte, como por ejemplo, plásticos diseñados especialmente para cumplir con esta función.

Es el caso por ejemplo de la depuración mediante biodiscos: Es un sistema formado por un árbol en el cual se insertan discos de propileno. Este árbol gira muy lentamente, haciendo que los discos se vayan sumergiendo parcialmente en una cuba por donde circula el agua residual que se quiere depurar.

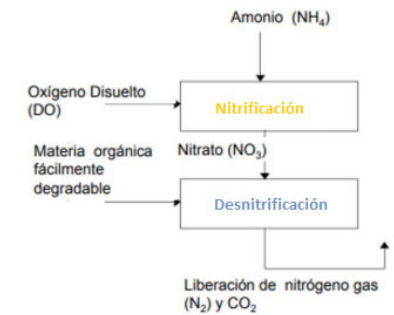
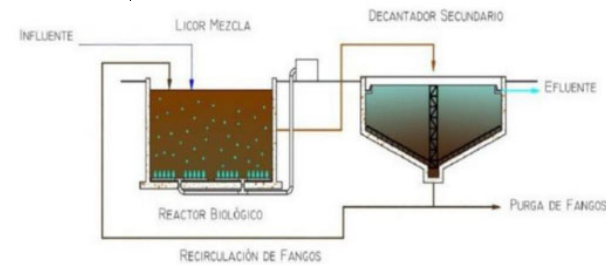
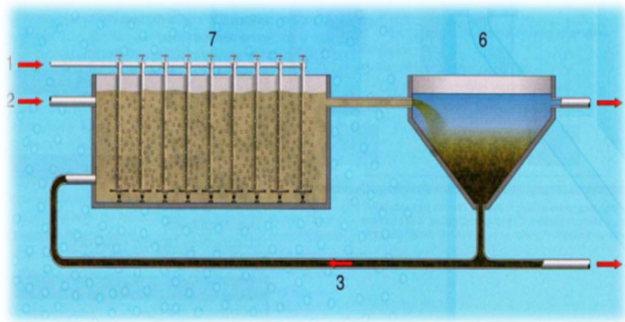
El contacto entre el agua residual y los discos, favorece que se forme flora bacteriana sobre ellos, y esta, al ir sumergiéndose alternativamente en el agua, va recogiendo la materia orgánica que necesita para su desarrollo y nutrición, para luego ponerse en contacto con el aire.

Una vez que la capa de flora bacteriana agota su ciclo vital, se separa de manera autónoma de la superficie de los discos en forma de flóculos que son fácilmente sedimentables.

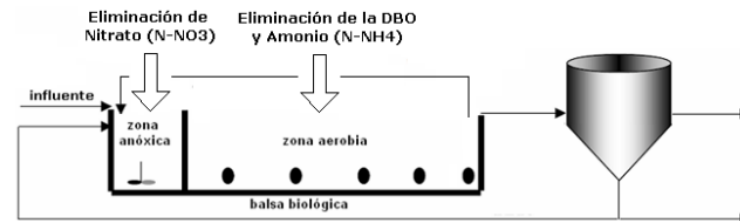


Surfhvr e lrœj lfr

- Los procesos en la **cámara aerobia** se dan en presencia de oxígeno, y en ella los microorganismos aerobios requieren de una concentración de oxígeno disuelto de 1,5 a 3,0 mg O_2/L para desarrollar adecuadamente su metabolismo.



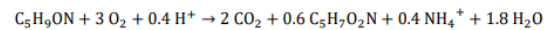
- El proceso en la **cámara anóxica** lo realizan los microorganismos que actúan en la conversión de la materia orgánica, siendo los responsables de metabolizar el nitrógeno de los nitratos a nitrógeno gas en ausencia de oxígeno, pero presencia de nitratos



- El proceso en la **cámara anaerobia** se da en ausencia de oxígeno y nitrato/nitrito, donde se requiere menos de 0,1 mg O_2/L para que los microorganismos anaerobios realicen su metabolismo.

1. **Metabolización aerobia de la materia orgánica:** en esta etapa las bacterias heterótrofas usan el oxígeno disuelto presente en el agua como aceptor terminal de electrones en la oxidación de materia orgánica. Dicha liberación de energía es usada por las bacterias para la producción y mantenimiento de la nueva biomasa dentro del sistema de fangos activos.

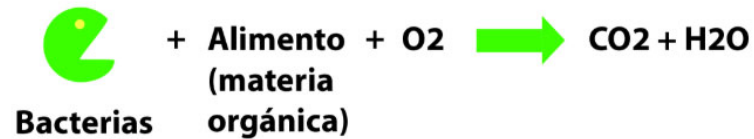
La reacción de oxidación aerobia heterótrofa de la materia orgánica se define como:



En esta reacción se utiliza la materia orgánica (C_5H_9ON) como fuente de carbono y de electrones y se producen bacterias nuevas ($C_5H_7O_2N$).

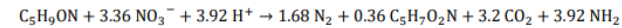
2. **Nitrificación:** este proceso se da en reacciones aerobias y se caracteriza por la oxidación del amonio presente inicialmente en el agua residual, más el producido en la actividad de las bacterias heterótrofas, a nitrito y, posteriormente, a nitrato. Estas reacciones las realizan bacterias autótrofas y nitrificantes, las cuales solo pueden usar dióxido de carbono como fuente de energía para síntesis de nueva biomasa dentro del sistema de fangos activos.

La reacción de oxidación aerobia autótrofa del amonio dentro del sistema se define como:

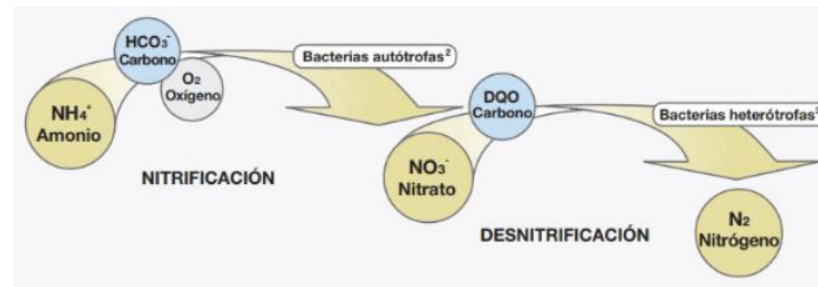


3. **Desnitrificación:** la cual se desarrolla bajo condiciones anóxicas y en presencia de bacterias heterótrofas que usan como aceptores finales de electrones los nitritos o nitratos, dando lugar a la reducción de las formas oxidadas de nitrógeno a nitrógeno gas (N_2).

La reacción de desnitrificación heterótrofa dentro del sistema se define como:



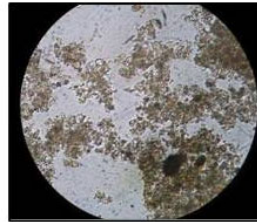
Al igual que en la metabolización aerobia, en esta reacción se utiliza la materia orgánica (C_5H_9ON) como fuente de carbono y de electrones para producir bacterias nuevas ($C_5H_7O_2N$).



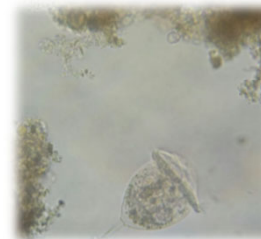
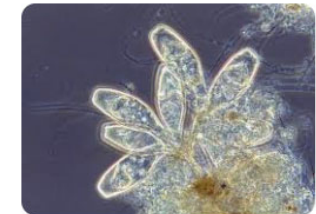
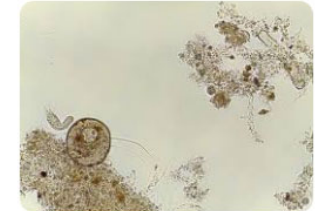
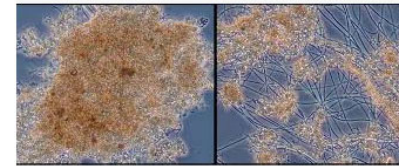
El loglfdflõg

El sistema del **reactor biológico** consiste principalmente en el desarrollo de un cultivo de microorganismos responsables del proceso (fundamentalmente bacterias, hongos, algas, protozoos, rotíferos, entre otros), denominados genéricamente fangos activos o biológicos dispersos en forma de flóculos en un reactor biológico aireado y agitado, alimentado con agua residual [6]. Dentro del reactor biológico se suministra el oxígeno necesario y se realiza una agitación mediante dispositivos mecánicos tales como turbinas o agitadores para que los microorganismos desarrollen sus actividades metabólicas y de crecimiento, con el correspondiente consumo de materia orgánica y transformación a productos finales estables e inertes y nuevo material celular derivado de la biosíntesis, procurando siempre tener las condiciones óptimas de funcionamiento. De forma general, se puede decir que la materia orgánica y nutrientes presentes en el vertido sirven de sustrato o alimento a los microorganismos. En esta etapa, la aireación favorece la mezcla de los flóculos bacterianos con el agua residual dentro del reactor y evita, de este modo, posibles limitaciones del proceso por transferencia de materia.

El oxígeno se suministra a partir de sopladores de alta capacidad, a través de difusores o mediante aireadores mecánicos que pueden ser superficiales o sumergidos, para favorecer la disolución del oxígeno y mantener una concentración de oxígeno en el tanque de aireación comprendido entre 1,5 - 3,0 mg O₂/L, con el fin de que no constituya una limitación por transferencia al difundir hasta el interior de los flóculos.



Floculos al microscopio



Vorticella EDAR Baeza

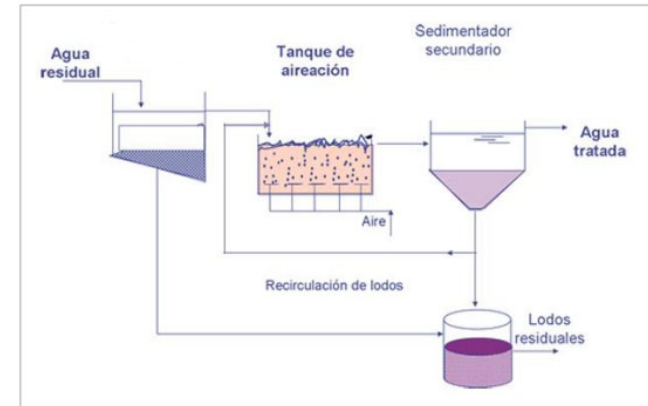
G h f d q w d f l ñ q

Decantador secundario

En la última fase de la depuración se separa el agua tratada del fango biológico formado en el tratamiento anterior. El proceso se lleva a cabo en los decantadores secundarios donde el fango se deposita en el fondo y el agua depurada se evacua por los vertederos para desembocar en los ríos o mares con las garantías de calidad exigidas.



Las aguas residuales que contienen los fangos activos desembocan en el **decantador secundario** de tratamiento de aguas. Aquí sucede otro proceso biológico del agua. Se reduce la velocidad del caudal de la corriente de aguas residuales y se produce una sedimentación. Entonces, los fangos activos se depositan en el fondo del agua depurada, donde pueden separarse del agua limpia con unos dispositivos de depuración mecánicos que se encuentran en el fondo.



En el sedimentador secundario se produce principalmente una separación sólido-líquido. Los flóculos al ser más densos que el agua, sedimentan por gravedad y se depositan en la parte inferior del decantador para obtener un efluente clarificado, y los fangos formados por las células que han crecido a partir de la degradación de agua residual son retirados por la purga.



REUTILIZACIÓN
DE AGUA
REGENERADA

-
-
-

Hvs hvdgr

Tratamiento de fangos

A lo largo de todo el proceso de depuración del agua residual se genera un importante volumen de fangos que es necesario tratar y acondicionar para su posterior utilización como abono.

Con este proceso se busca la reducción del agua presente en los fangos para evitar el manejo de grandes volúmenes. Gracias a esto, además de reducir el volumen de los tanques que contendrán los fangos posteriormente, también se reduce la cantidad de calor que se necesita para procesos como la digestión anaerobia, con lo cual se ahorra dinero y energía.



Espesador tracción central

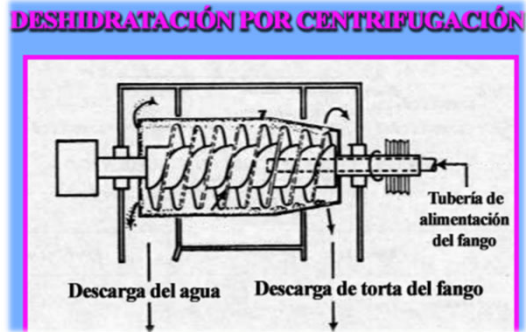


Espesador Estático

Línea de Fango

Tratamiento de fangos

A lo largo de todo el proceso de depuración del agua residual se genera un importante volumen de fangos que es necesario tratar y acondicionar para su posterior utilización como abono.



- Deshidratación: Proceso consistente en la eliminación de la mayor cantidad de agua posible del fango mediante el empleo de medios físicos, reduciendo, por tanto, el volumen de los mismos y confiriéndoles una consistencia que los hace más manejables. Los sistemas de deshidratación más habituales son: eras de secado, filtros banda, centrifugas y filtros prensa.

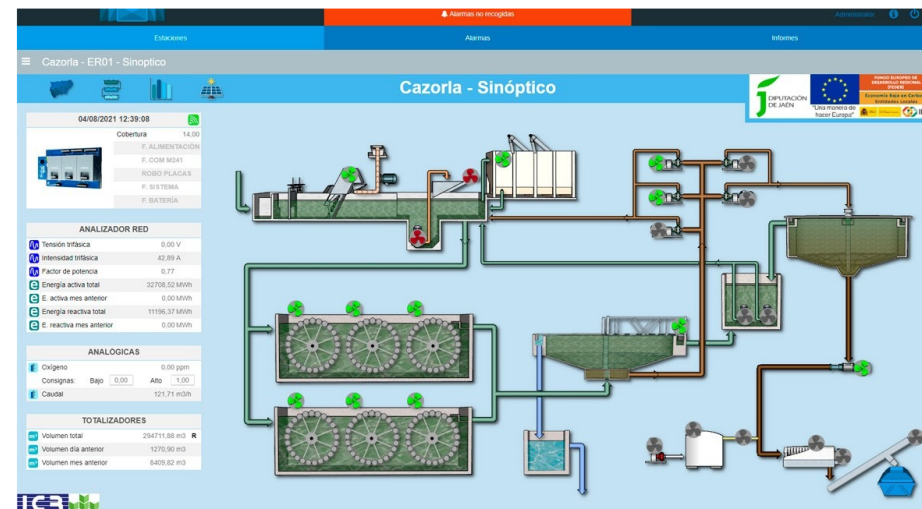


Sistema de almacenamiento de Fango Deshidratado

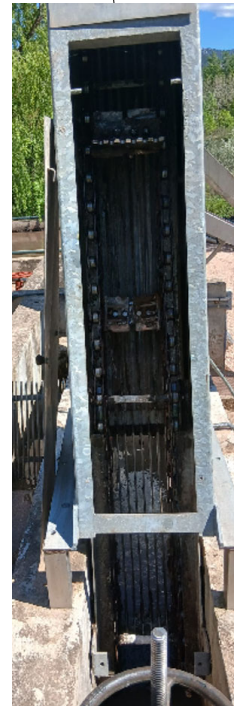
La instrumentación permite optimizar el rendimiento de la EDAR, reducir costes operativos y minimizar el impacto ambiental. Sin embargo, su principal función es controlar los procesos biológicos para que el proceso de depuración sea efectivo. Estos dispositivos deben ser combinados con un sistema de automatización y control eficiente.

La instrumentación habitual en una EDAR para gestionar los procesos biológicos son:

- ☑ **Sensores de oxígeno disuelto:** Miden la concentración de oxígeno en los reactores biológicos. Este parámetro es clave para mantener las condiciones adecuadas para los microorganismos aeróbicos responsables de la degradación de la materia orgánica.
- ☑ **Medidores de sólidos suspendidos volátiles (SSV):** Permiten evaluar la concentración de biomasa activa en los reactores. Este dato es fundamental para calcular la edad del fango y ajustar los caudales de purga.
- ☑ **Sensores de nitratos y nitritos:** Monitorean las concentraciones de estos compuestos en las etapas de nitrificación y desnitrificación. Esta información es necesaria para lograr una eliminación eficiente del nitrógeno.
- ☑ **Medidores de pH:** Controlan el nivel de acidez o alcalinidad del agua. Los microorganismos tienen un rango óptimo de pH para su actividad metabólica, y también unos límites que si se sobrepasan los microorganismos se inhiben.
- ☑ **Sistemas de control de aireación:** Incluyen soplantes con variadores de frecuencia y válvulas reguladoras. Estos equipos ajustan el suministro de aire en función de las necesidades del proceso biológico de la EDAR.
- ☑ **Sistemas de Supervisión y Control (SCADA):** Integran y centralizan los datos de los sensores y equipos. Este sistema permite al jefe de planta de la EDAR monitorizar y ajustar los parámetros en tiempo real.
- ☑ **Caudalímetros:** Miden los flujos de agua y fango en diferentes etapas del proceso. Permite la gestión hidráulica de la planta, anticipar el correcto desarrollo de las siguientes etapas, y facturar al cliente por el agua producto.
- ☑ **Sensores de Redox:** Utilizados en procesos anóxicos para garantizar las condiciones adecuadas para la desnitrificación.



//



Pretratamiento

//

Tratamiento Secundario
Proceso Biológico
Zona Anóxica
Zona Aerobia
Decantación Secundaria
Arqueta de salida



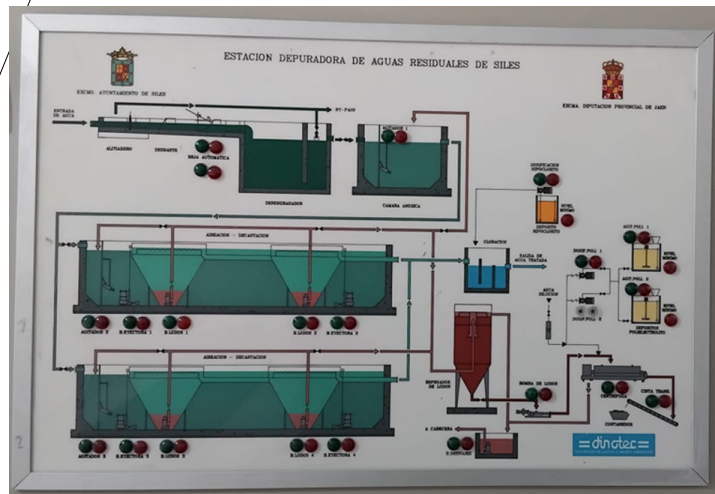
//



Tanque polielectrolito
Centrífuga

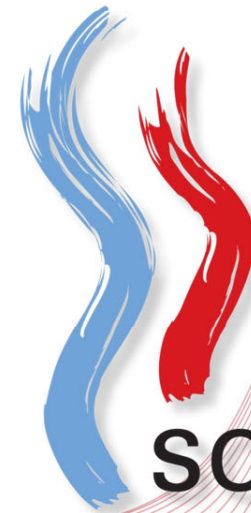


//



Sinóptico de control sala eléctrica
Armario eléctrico de Telecontrol
Controladores de Oxígeno Disuelto

¡Gracias por vuestra atención!



somajasa

Sociedad Mixta del Agua
Jaén, S.A.