

MÓDULO DE TÉCNICAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL.
U.T. 5 TRATAMIENTO DE EFLUENTES EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA:
SISTEMAS DE DEPURACIÓN.
 Fernando Cerdón Aranda.16/05/2006

0. ÍNDICE.

1. INTRODUCCIÓN AL TRATAMIENTO DE EFLUENTES.
2. PRINCIPALES PARÁMETROS INDICADORES DE CONTAMINACIÓN DE LOS VERTIDOS.
3. PROCEDIMIENTOS DE TRATAMIENTO DE LOS EFLUENTES DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA.
4. CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA EN LA IMPLANTACIÓN DE LAS DEPURADORAS.
5. DISPOSITIVOS DE PROCESO:
 - A. UNIDAD DE PRETRATAMIENTO FÍSICO.
 - B. DECANTACIÓN PRIMARIA.
 - C. PROCESO QUIMICO - SEDIMENTACION DE PARTICULAS FLOCULADAS.
 - D. DEPURACION BIOLÓGICA.
6. FANGOS: TRATAMIENTO, USO Y ELIMINACIÓN.

1. INTRODUCCIÓN AL TRATAMIENTO DE EFLUENTES.

A modo introductorio: *Gestión de los recursos hídricos.* (Diario Oficial de las Comunidades Europeas 17.05.93):

"El agua es una de las fuentes elementales de la vida. La calidad del agua es reflejo de la calidad de todo el medio natural. Sin agua las actividades económicas no pueden mantenerse ni desarrollarse de manera sostenible. El agua de alta calidad sólo se encuentra en pequeñas cantidades en un lugar y en un momento dado".

En consecuencia, las **políticas comunitarias** deben tener por objeto:

- Impedir la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales, (continentales y marinas) previniendo especialmente la contaminación en el origen.**
- Rehabilitar las aguas naturales subterráneas y de superficie para asegurar una fuente apropiada de suministro de agua potable.**
- Equilibrar la demanda y el suministro de agua mediante un uso y una gestión más racionales de los recursos hídricos.**

La industria (en los Procesos de fabricación), el sector energético (para la refrigeración), el agrario (para el riego) y el turismo (por el agua potable y las aguas de baño) son altamente dependientes de la existencia en cantidades suficientes de agua de buena calidad, pero, al mismo tiempo, son sus principales contaminadores.

REGLAMENTACIÓN ACTUALIZADA.

Ejercicio:

- Actualizar la reglamentación a partir del Módulo 10 de Sinergia - Life y de las que surjan en las siguientes fechas.
- Manejar los repertorios de la Reglamentación específica utilizando ECOIURIS.
- Consultar la documentación de la Consejería de Medio Ambiente de La Rioja.
www.larioja.org/ma

LEY 5/2.000 DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE LA RIOJA

Esta ley tiene por objeto proteger el buen estado de las aguas superficiales y subterráneas, garantizando el saneamiento y depuración de las aguas residuales vertidas en el ámbito territorial de La Rioja.

Vertidos prohibidos

El artículo 14.1. de la Ley 5/2.000 señala la prohibición de verter a las redes de alcantarillado, sistemas colectores o instalaciones de saneamiento desechos sólidos, líquidos o gaseosos, que en razón de su naturaleza, propiedades y cantidad, causen o puedan causar por sí solos, o por interacción con otros desechos, alguno o varios de los siguientes daños, peligros e inconvenientes en las instalaciones de saneamiento:

- Formación de mezclas inflamables o explosivas
- Efectos corrosivos en las instalaciones
- Creación de atmósferas molestas, insalubres, tóxicas o peligrosas que dificulten el trabajo del personal.
- Producción de sedimentos, incrustaciones u obturaciones físicas
- Perturbación de la buena marcha de los procesos de depuración
- Residuos que por sus concentraciones o características requieran un tratamiento específico

(Ver relación completa de vertidos prohibidos en el Anexo 1 de la ley 5/2.000)

Vertidos tolerados

Se consideran vertidos tolerados todos los que no se consideran vertidos prohibidos siempre que no sobrepasen los valores límite de emisión establecidos en el **Anexo II de la Ley** o, en su caso, en la Ordenanza municipal y permitan alcanzar o mantener un buen estado de las aguas, de acuerdo con las normas de calidad y los objetivos ambientales que resulten aplicables.

Puede haber dos límites de emisión todavía más restrictivos que la propia ley; los que establezcan las Ordenanzas Municipales (siempre serán más restrictivos que la ley, nunca más tolerantes), y aquellos parámetros establecidos en por las propias empresas que permitan alcanzar las normas de calidad y los objetivos ambientales aplicables si se implanta un Sistema de Gestión Medioambiental.

Los valores límites recogidos en el Anexo II se deben cumplir en todo momento.

PARÁMETROS	VALOR LÍMITE
Temperatura	40°C
Sólidos en suspensión	600 mg/l
pH	5,5 – 9,5
Conductividad	5.000 S/cm
DBO ₅	600 mg/l
DQO	1.000 mg/l
Aceites y grasas	100 mg/l
Aluminio	20 mg/l
Zinc	5 mg/l
Cromo hexavalente	0,5 mg/l
Mercurio	0,1 mg/l
Total metales	20 mg/l

*Los parámetros más significativos y que más se controlan en las bodegas son los sólidos en suspensión, la materia orgánica medida por la DQO, el pH y la conductividad.
Los análisis de DBO₅ no son habituales ya que su realización es más compleja y más lenta en el tiempo.*

En la siguiente tabla se puede comparar las limitaciones en los vertidos que existe dependiendo del depósito del mismo según si es a cauce o a colector. **Actualmente se está aplicando la tabla de exigencia actual de la Confederación Hidrográfica del Ebro.**

Los valores actuales son mucho más restrictivos que los que se venían aplicando hasta la fecha y por lo tanto, las bodegas deben someter a sus aguas residuales a un proceso de depuración mucho más profundo.

PARAMETRO	Ley 5/2.000	Reglamento de Dominio Público Hidráulico
	Vertido a colector (Anexo 2)	Vertido a cauce (Exigencia de la CHE)
S.S.	600 mg/l	35 mg/l
pH	5,5 – 9,5	5,5 – 9,5
Conductividad	5.000 S/cm	-
DBO ₅	600 mg/l	25 mg/l
DQO	1.000 mg/l	125 mg/l
Aceites y grasas	100 mg/l	20 mg/l
Aluminio	20 mg/l	1 mg/l
Cadmio	0,5 mg/l	0,1 mg/l
Zinc	5 mg/l	3 mg/l
Cromo hexavalente	0,5 mg/l	0,2

Trámites a cumplimentar por los titulares de los vertidos

La Ley 5/2.000 de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales de La Rioja establece que los titulares que realicen vertidos de aguas residuales están sujetos a realizar una serie de trámites que variarán dependiendo de las características del vertido.

Vertidos no domésticos asimilables a domésticos

Quienes realicen vertidos no domésticos que cuantitativa y cualitativamente sean asimilables al de un usuario doméstico, estarán sujetos al simple deber de comunicación al Ayuntamiento titular de las redes de alcantarillado o, en su caso, al Consorcio de Aguas y Residuos de La Rioja, del inicio de su actividad.

Dichos vertidos deberán ajustarse, en todo caso, a los requisitos establecidos reglamentariamente para esa clase de vertidos, cuyo cumplimiento podrá ser objeto de las oportunas inspecciones.

Los titulares de los vertidos comunicados junto con las características básicas de los mismos, se inscribirán en el Registro de vertidos.

Reglamentariamente podrán establecerse los supuestos en los que los titulares de estos vertidos deban presentar declaraciones periódicas de características del vertido determinadas por un laboratorio acreditado.

Vertidos no asimilables a domésticos

Cuando el vertido no sea asimilable cualitativa o cuantitativamente al usuario doméstico, los titulares de las instalaciones industriales, comerciales o de servicios que pretendan verter aguas residuales a las redes de alcantarillado o colectores generales deberán obtener del Ayuntamiento titular o, en su caso, del Consorcio de Aguas y Residuos de La Rioja, la autorización correspondiente.

La solicitud de autorización de vertidos no domésticos se debe dirigir al Consorcio de aguas, salvo en el caso de Logroño que se debe dirigir al Ayuntamiento.

La Documentación a aportar englobará:

- Características y volumen de las aguas residuales, origen del abastecimiento, si reciben un tratamiento previo, destino de esas aguas.
- Instalaciones de tratamiento previo.
- Acreditación de existencia de arqueta para toma de muestras.

Los organismos competentes autorizarán el vertido cuando se ajuste a los valores límites de emisión fijados por el Anexo II de la ley 5/2.000, de saneamiento y depuración de aguas residuales de La Rioja, o los fijados en las correspondientes ordenanzas municipales si estas existieran.

*Un punto a tener presente en todas las empresas es el deber de tomar las medidas adecuadas para evitar **vertidos accidentales** que puedan ser potencialmente peligrosos para la seguridad de las personas, redes e instalaciones de saneamiento y depuración. Si se llega a producir un vertido prohibido susceptible de originar una situación de emergencia o peligro por accidente o fallo de funcionamiento, se deberá comunicar inmediatamente la circunstancia al titular de las redes e instalaciones o, en su caso, al Consorcio de Aguas y Residuos, con el objeto de evitar o reducir al mínimo los daños que pudieran causarse.*

Inspección y vigilancia

La ley establece un sistema de inspección y vigilancia en el que impone a titulares de vertidos no domésticos un deber de colaboración de la información que se le solicite, notificar cambios cuantitativos y/o cualitativos del efluente y permitir acceso para inspección y vigilancia. Son objeto de inspección todos los vertidos no domésticos, ya sean autorizados, sujetos a comunicación o no declarados, así como las instalaciones de tratamiento previo. En el caso de incumplimientos hay una serie de infracciones y sanciones.

Muy graves: multa entre 30.000 y 120.000 €
Infracciones graves: multa entre 3.001 y 30.000 €
Infracciones leves: multa de hasta 3.000 €

Para corroborar que las aguas residuales vertidas están dentro de los márgenes permitidos por la legislación, se tomarán muestras en la **arqueta normalizada**. El **Artículo 16.2. del Decreto 55/2.001 por el que se aprueba el reglamento de desarrollo de la Ley 5/2000, de saneamiento y Depuración de aguas residuales de La Rioja** exime a las empresas de contar con la arqueta normalizada, debido a que la arqueta de muestras que prevé el decreto es excesivamente grande y hay empresas que carecen de espacio suficiente en sus propias instalaciones lo que les hace imposible su colocación. La exención está subordinada a que la empresa cuente con una arqueta que permita la toma de muestras sin distorsión, para lo cual tiene que recoger todos los vertidos generados durante el proceso productivo y debe estar ubicada dentro de la instalación en un lugar fácilmente accesible. Excepcionalmente, previa autorización, puede estar ubicada en el exterior

DECRETO 4/2.006, DE 13 DE ENERO, REGULADOR DE LAS ACTIVIDADES DE PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS

El Decreto 4/2.006, regulador de las actividades de producción y gestión de residuos, dispone en su

Artículo 4.- Actividades de producción de residuos:

1. Las actividades de producción de residuos sometidas a autorización administrativa serán las siguientes:

...

B) **La depuración de aguas residuales**, cuando la capacidad de tratamiento de la instalación sea igual o superior a 10.000 kg/año, o cuando la producción de lodos sea superior a 20 toneladas mensuales, y aquellas otras actividades de producción de residuos no peligrosos que el órgano ambiental decida someter a autorización por razón de las excepcionales dificultades que pudiera plantear su gestión.

Artículo 6. Procedimiento para el otorgamiento de la autorización

Artículo 7. Contenido de la autorización

Artículo 8. Duración de la autorización

Artículo 9. Modificación de la autorización

Artículo 10. Transmisión de la autorización

Artículo 11. Extinción de la autorización

Artículo 12. Suspensión de la autorización

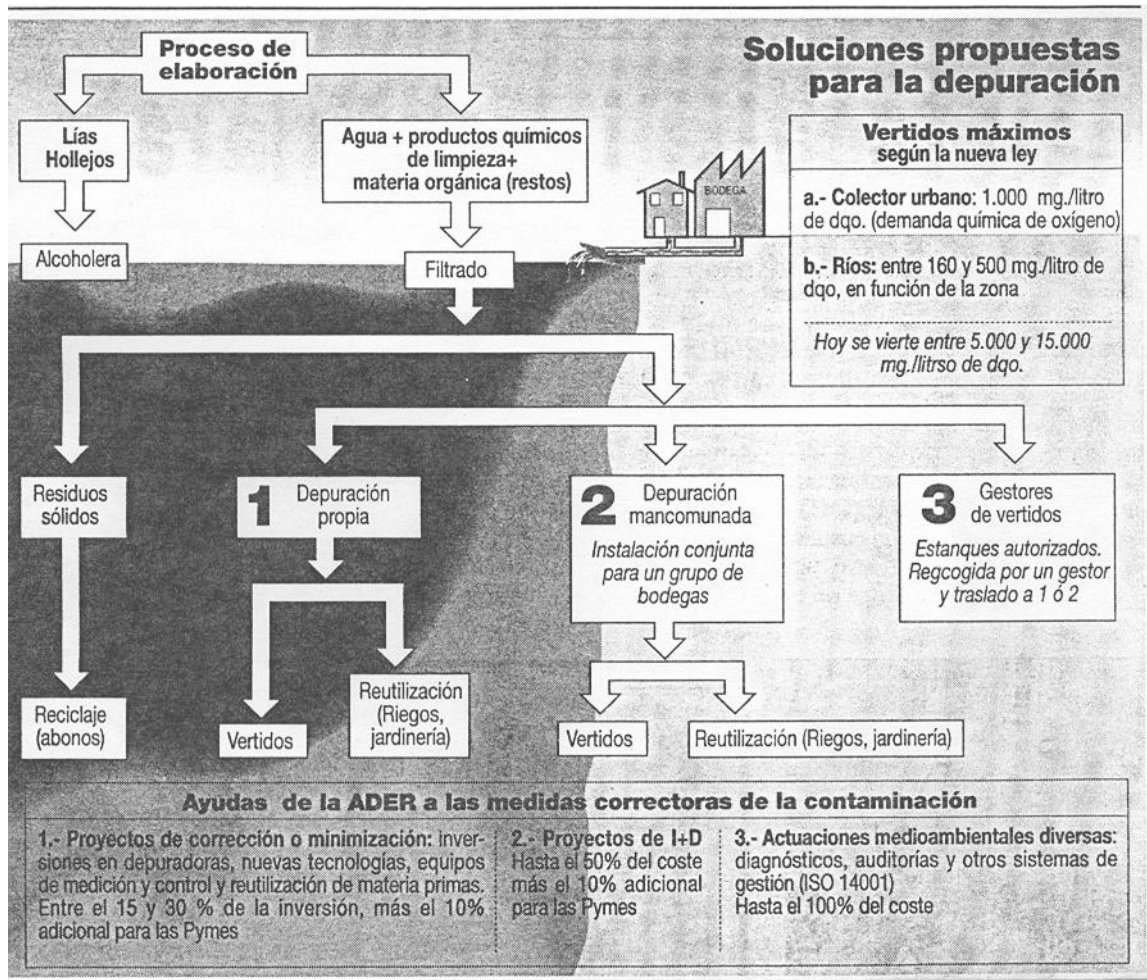
VERTIDO DE AGUAS RESIDUALES Y EFLUENTES LÍQUIDOS.

Hay que saber que las actividades de las **Industrias Alimentarias** están reguladas en lo referente a los vertidos de efluentes líquidos, de acuerdo con determinadas normas, que persiguen una adecuada protección de la calidad de las aguas.

Dependiendo del punto final de vertido, la reglamentación establece la clasificación de las aguas residuales en:

- **Vertidos a Cauce Público,**
- **Vertidos a Colector.**

VERTIDOS A CAUCE	
<p>Todas las aguas de final de proceso que se viertan directa o indirectamente a aguas subterráneas (vertidos a los cauces, al subsuelo y sobre el terreno, balsas o excavaciones mediante evacuación, inyección o depósito). Por lo tanto es una acción susceptible de contaminar o degradar el Dominio Público Hidráulico, Son vertidos directos a las aguas subterráneas los que emplean la técnica de inyección sin percolación, a través del suelo o del subsuelo. Ejemplo: vertido a pozo o sondeo profundo que conecta directamente con acuífero. Son vertidos indirectos a las aguas subterráneas los realizados mediante filtración a través del suelo o del subsuelo. Ejemplo: vertidos al terreno en cualquiera de sus modalidades.</p>	
Competencia de su Regulación	<p>Estatal: a través de los organismos de cuenca, Ej.: Confederación Hidrológica del Ebro.</p> <p>Regional: Comunidad Autónoma de La Rioja.</p>
Legislación Aplicable	<p>Ley de aguas (Real decreto legislativo 1/2.001 de 20 de Julio)</p> <p>Reglamento del Dominio Público Hidráulico (Real Decreto 949/1.986, modificado por R.D. 606/2.003)</p>
Los vertidos directos o indirectos no domésticos susceptibles de contaminar el dominio público hidráulico requieren autorización.	
VERTIDO A COLECTOR	
<p>Todas las aguas de final de proceso que se viertan indirectamente a aguas superficiales. Son vertidos que se desvían a redes de alcantarillado, sistemas colectores o instalaciones de saneamiento. Son vertidos indirectos a las aguas superficiales los realizados a Dominio Público Hidráulico a través de azarbes (acequias), redes de colectores de recogida de aguas residuales o de aguas pluviales o por cualquier otro medio de desagüe. Ejemplo: vertido a colector municipal.</p>	
Competencia de su Regulación	<p>Administración titular de la instalación receptora del colector:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alcantarillado y EDARs Municipales: los Ayuntamientos. • Colectores generales y EDARs supramunicipales: el Gobierno de la Rioja.
Legislación Aplicable	<p>Ley de saneamiento y depuración de aguas residuales de La Rioja (Ley 5/2.000 de 25 de octubre)</p> <p>Reglamento de desarrollo de la Ley 5/2.000 (Decreto 55/2.001 de 21 de diciembre)</p>
Los vertidos directos o indirectos no domésticos susceptibles de contaminar el dominio público hidráulico requieren autorización	



2. PRINCIPALES PARÁMETROS INDICADORES DE CONTAMINACIÓN DE LOS VERTIDOS.

Los principales parámetros indicadores de contaminación que mejor caracterizan los efluentes generados en el sector de la industrial alimentaria son:

- **pH.**
- **Demanda Biológica de Oxígeno o DBO.**
- **Demanda Química de Oxígeno o D.Q.O.**
- **Materia en Suspensión.**
- **Aceites y grasas.**

pH.

- **El pH de las aguas naturales está comprendida entre los valores de 7,2 y 7,6**, estando ello condicionado por la naturaleza de los terrenos por donde discurren.
- Para la mayoría de **las especies acuáticas** el intervalo de pH favorable para un adecuado desarrollo de sus actividades se sitúa entre **6 y 7,2**.
- **Valores extremos** de pH e incluso **variaciones bruscas** dentro de un intervalo aceptable causan **trastornos en el ecosistema** pudiendo provocar la muerte de algunas o del total de las especies acuícola presentes.
- Los valores de **pH influyen asimismo en la toxicidad de otras sustancias** presentes en el agua. Así un pH bajo aumenta la toxicidad de los complejos metal-cianuro, mientras que el amoniaco es más nocivo cuanto más elevado sea el pH.
- Las aguas con un valor de **pH inferior a 6 son corrosivas para las obras hidráulicas y conducciones.**

Demanda Biológica de Oxígeno (DBO).

- **Las sustancias de carácter orgánico existentes en las aguas son degradadas por oxidación por la acción de determinados microorganismos, dando lugar a un consumo de oxígeno expresado por la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)**
- En una primera etapa **la oxidación de la materia orgánica se traduce en:**
 - **el ataque y rotura de las cadenas carbonadas**
 - **en la armonización de las materias nitrogenadas**
 - **obtención de CO₂, H₂O y NH₃ como productos finales.**

Estas reacciones de oxidación se inician instantáneamente y tienen una duración de alrededor de 20 días. Por el contrario la oxidación de NH₃ a NO₃ no se inicia hasta pasados unos 10 días requiriendo el proceso una duración superior a los 20 días.

Con el fin de caracterizar el contenido de materia orgánica biodegradable presente en una determinada muestra de agua, se utiliza el **parámetro DBO₅ que expresa el consumo de oxígeno en miligramos que experimenta un litro de agua durante 5 días a una temperatura de 20°C**

Valores altos de DBO provocan la disminución del oxígeno disuelto (OD) existente en el agua reduciendo su calidad y causando efectos nocivos en el ecosistema acuático.

Demanda Química de Oxígeno (DQO).

La DQO representa la cantidad de materia orgánica que hay en el agua residual. La Determinación estima el oxígeno necesario para oxidar químicamente la materia orgánica contenida en el agua. Por medios químicos la oxidación es más completa que por medios biológicos, por lo que **los** valores de DQO van a ser siempre superiores a la DBO₅.

En las bodegas asciende de 5.000 a 25.000 mg/l de DQO, siendo de 500 a 700 mg/l la DQO de las aguas urbanas.

Cuando la relación DBO₅/DQO es menor de 0,2 el agua residual es poco biodegradable, si el valor está entre 0,2 y 0,4 es biodegradable, y si este valor es superior a 0,4 es muy biodegradable.

Materias en Suspensión (MES).

El contenido de **Materias en Suspensión (MES) o Sólidos en Suspensión (SS) constituidos por los sedimentables y los no sedimentables**, presenta grandes oscilaciones de uno a otro curso de agua e incluso en un mismo cauce varía en función de las características de los terrenos, el régimen de lluvias, por los vertidos recibidos, etc.

La MES abarca tanto el contenido de materias de carácter orgánico como inorgánico.

- Entre las de carácter **orgánico** destacan los **aceites y grasas**, y otras sustancias procedentes de los vertidos.
- Entre las de carácter **inorgánico** las más frecuentes son las **arenas, los limos y las arcillas**.

Concentraciones elevadas de MES reducen la penetración de la luz dificultando el proceso de fotosíntesis de las especies vegetales. Asimismo puede causar la muerte de peces por asfixia.

La MES depositada en el fondo de los cauces **destruye la microflora y microfauna** existentes, provocando igualmente el consumo de oxígeno disuelto pudiendo llegar a producir **fermentaciones anaerobias** con desprendimiento de **sulfuros, dióxido de carbono, metano**, etc.

La presencia de valores altos de MES puede inutilizar las aguas para determinados procesos industriales.

Aceites y grasas.

Bajo esta denominación se incluyen una serie de sustancias **en su mayoría insolubles en el agua** que se presentan generalmente en forma emulsionada o saponificada, dando un aspecto irisado a la superficie del agua y confiriéndole un desagradable olor y sabor.

Son diversos los **efectos perjudiciales** que causa la presencia de aceites y grasas en el agua:

- emulsiones de aceite se pueden adherir a las branquias de los **peces** dificultando su **respiración**;
- igualmente pueden depositarse sobre algas y otros organismos constituyentes del **plancton destruyéndolos**;
- en los sedimentos del fondo de un cauce **inhibe el crecimiento bentónico** interrumpiendo la cadena trófica acuática;
- los **componentes solubles** pueden causar **efectos tóxicos en los peces**
- los **aceites flotando** sobre la superficie reduce la aireación del agua y dificulta la **penetración de la luz interfiriendo en la fotosíntesis**; etc.

En las aguas residuales, concentraciones de sustancias grasas del orden de **500 mg/l** pueden provocar:

- ataque al hormigón por la acción de los ácidos grasos libres,
- dificultades en el correcto funcionamiento de las plantas de depuración; la presencia de **disolventes orgánicos** a menudo asociados a estas sustancias, puede ser causa de alteraciones en el tratamiento biológico y en la digestión de lodos en estas plantas.

3. PROCEDIMIENTOS DE TRATAMIENTO DE LOS EFLUENTES DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA.

Los procesos utilizados para la depuración de las aguas se pueden clasificar en:

A. DEPURACIÓN FÍSICO-QUÍMICA O PRIMARIA.

B. DEPURACIÓN BIOLÓGICA O SECUNDARIA.

C. OTRAS TECNOLOGÍAS PARA LA DEPURACIÓN O TERCIARIA.

A. INTRODUCCIÓN A LAS TECNOLOGÍAS PARA LA DEPURACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LAS AGUAS RESIDUALES.

A continuación se hace una relación de las diversas tecnologías utilizadas para la depuración físico-química de las aguas residuales. Estas son:

A.1. Tratamiento previo o Pretratamiento.

A.2. Tratamiento primario.

A.1. TRATAMIENTO PREVIO O PRETRATAMIENTO:

Consta de los siguientes procesos:

- **Desbaste – Tamizado - Cribado.**
- **Desarenado y desaceitado o desengrasado.**
- **Homogeneización.**

• **Desbaste – Tamizado - Cribado.**

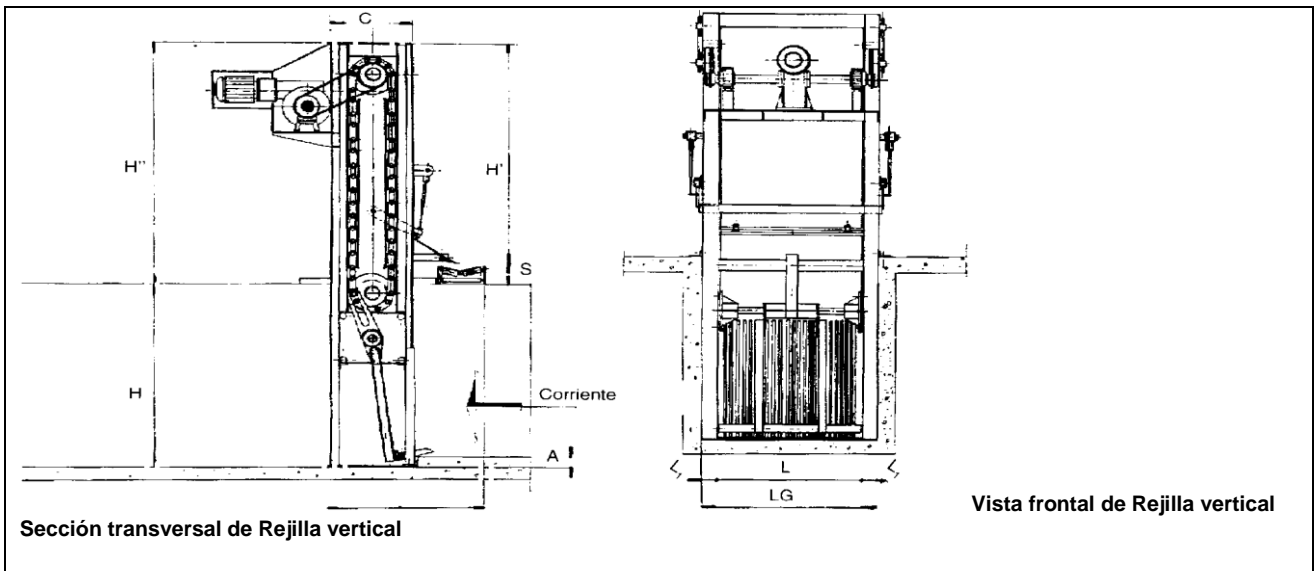
Efecto: eliminación de partículas groseras en suspensión.

Sistemas:

- **rejillas;**
- **tina de decantación;**
- **cesta de cribado;**
- **tamiz estático inclinado;**
- **tamiz rotativo;**
- **criba autolimpiante de cadena continua.**

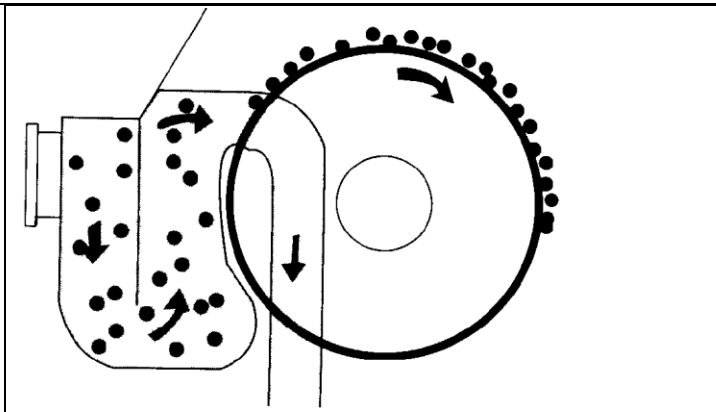
La selección del sistema o sistemas encadenados a utilizar depende de cierto número de parámetros tales como:

- la concentración en elementos groseros,
- el volumen a tratar,
- el posicionamiento de la balsa o recipiente de almacenamiento,
- los datos climáticos, etc.

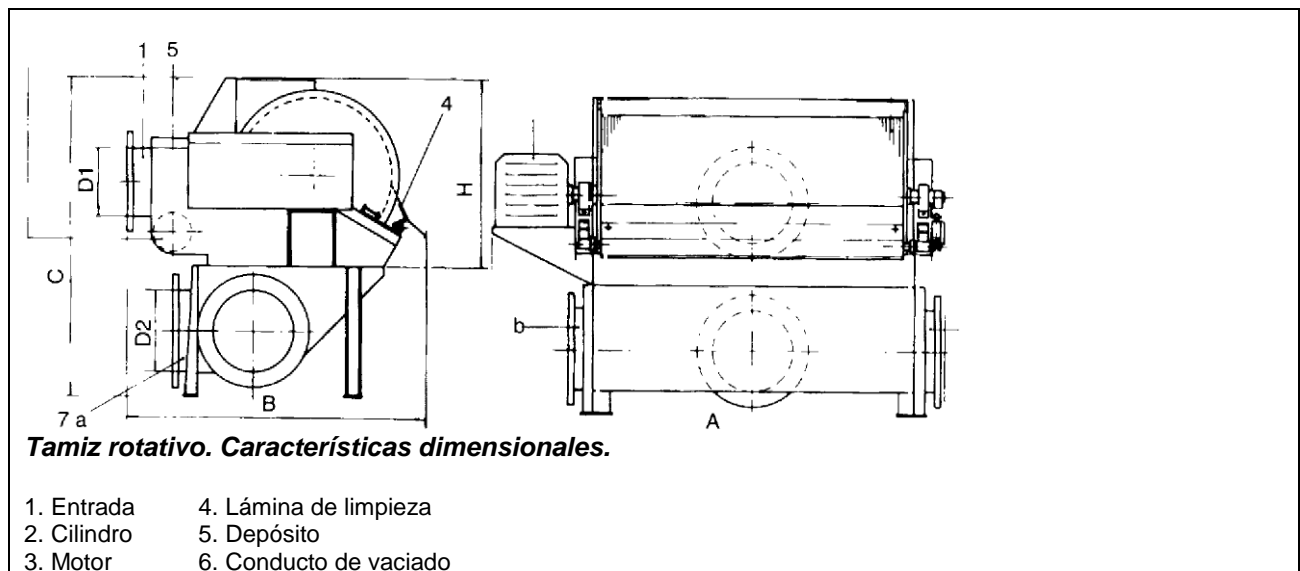


Sección transversal de Rejilla vertical

Vista frontal de Rejilla vertical



Esquema de un tamiz rotativo



Tamiz rotativo. Características dimensionales.

- | | |
|-------------|------------------------|
| 1. Entrada | 4. Lámina de limpieza |
| 2. Cilindro | 5. Depósito |
| 3. Motor | 6. Conducto de vaciado |

• **Desarenado y desaceitado o desengrasado.**

Efecto: eliminación de arenas y grasas y flotantes. (Ver dibujo en páginas posteriores)

• **Homogeneización.**

Efecto: amortiguación de las oscilaciones de pH y de diversos parámetros contaminantes en general. Se trata de almacenar un volumen lo suficientemente grande como para mezclar y homogeneizar los influentes que llegan con diferentes concentraciones.

A.2. TRATAMIENTO PRIMARIO:

Consta de los siguientes procesos:

- **Ajuste de pH.**

Efecto: corrección de las variaciones de los valores de pH.

- **Floculación.**

Efecto: eliminación de partículas coloidales.

- **Decantación y Flotación.**

Efecto: eliminación de partículas y/o coloides.

- **Evaporación natural o forzada.**

Efecto: Concentración del efluente hasta obtener un lodo.

Aunque las tecnologías anteriormente relacionadas tienen como objeto principal el tratamiento físico-químico del agua, con ellas se consigue asimismo una cierta disminución de la contaminación orgánica debida a la eliminación de partículas en suspensión presentes en las aguas residuales. De este modo, aunque las reducciones más importantes se reflejarán obviamente en la mejora de los parámetros físico-químicos (pH y MES), los parámetros de carga orgánica como la DBO también serán sustancialmente mejorados mediante estos sistemas.

B. INTRODUCCIÓN A LAS TECNOLOGÍAS PARA LA DEPURACIÓN BIOLÓGICA DE LAS AGUAS RESIDUALES.

La depuración biológica corresponde a los tratamientos secundarios a realizar después de los tratamientos previos o primarios - fisicoquímicos. La depuración biológica de las aguas residuales comprende varios procesos cuyo fin es la reducción de la carga de tipo orgánico por medio de la acción de microorganismos.

Estos tratamientos biológicos son particularmente indicados para las aguas residuales del sector de las Industrias Alimentarias dado el elevado grado de biodegradabilidad que presentan.

- ✳ **Los microorganismos más utilizados en estos tratamientos son los heterótrofos,** los cuales obtienen la energía necesaria para la síntesis celular de la oxidación o fermentación de la materia orgánica, nutriéndose del carbono contenido en ésta.
- ✳ **Elementos inorgánicos como el nitrógeno, el fósforo y pequeñas cantidades de azufre, potasio, calcio y magnesio,** son también necesarios en el proceso de la síntesis celular.

Existe gran variedad de sistemas de depuración biológica. A continuación se relacionan los más usuales:

- ✳ **AIREACIÓN PROLONGADA:** Integrado por los procesos de aireación y decantación.
- ✳ **FILTROS BIOLÓGICOS O LODOS ACTIVADOS:** transformación de los residuos orgánicos solubles en materia orgánica insoluble.
- ✳ **DIGESTIÓN ANAEROBIA.**
- ✳ **LECHO BACTERIANO.**
- ✳ **IRRIGACIÓN DE TERRENOS O ROCIADO AGRÍCOLA –FILTRO VERDE- :** tratamiento directo de los efluentes susceptibles de ser degradados biológicamente por el suelo.
- ✳ **Otros.**

La elección de uno o más sistemas depende del rendimiento que se desee obtener

C. OTRAS TECNOLOGÍAS PARA LA DEPURACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES.

Existen otras tecnologías (**depuración terciaria**) aplicables para la depuración de las aguas residuales posteriores al tratamiento biológico o secundario con objeto de obtener una mayor calidad del agua tratada. Se aplica para eliminar una serie de compuestos como son las sustancias nitrogenadas, los compuestos fosforados y distintos tipos de materia orgánica e inorgánica.

Este tratamiento llamado terciario incluye a su vez diversas técnicas como:

- ☀ **Filtración – Ultrafiltración.**
- ☀ **Desodoración.**
- ☀ **Esterilización.**
- ☀ **Adsorción Carbón activo.**
- ☀ **Osmosis inversa.**
- ☀ **Electrodialisis.**
- ☀ **Intercambio iónico.**

Ej.: Aplicados en Industrias Lácteas Martínez de Haro (Quesos “Los Cameros”).

Los rendimientos, que se pueden alcanzar en general en los distintos procesos depurativos, pueden verse en la siguiente tabla.

RENDIMIENTOS DE DEPURACIÓN		
Proceso de Depuración	% de reducción	
	DBO	S.S.
• Depuración Primaria. Sedimentación	25-40	40-70
• Depuración Secundaria. Precipitación química	50-85	70-90
• Depuración Secundaria. Lecho bacteriano de alta carga, precedido y seguido de sedimentación	65-92	65-92
• Depuración Secundaria. Lecho bacteriano de baja carga, precedido y seguido de sedimentación	80-92	70-92
• Depuración Secundaria. Fangos activos de alta carga, precedidos y seguidos de sedimentación	65-92	65-92
• Depuración Secundaria. Método convencional de lodos activos, precedidos y seguidos de sedimentación	75-92	85-92
• Depuración Terciaria	92-98	93-98

4. CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA EN LA IMPLANTACIÓN DE LAS DEPURADORAS.

La implantación de las depuradoras depende de varios factores condicionantes:

- **Superficie precisa.**
- **Distancia al núcleo urbano.**
- **Coste estimativo de la depuradora.**
- **Problemas sanitarios que la depuradora pueda generar.**

Superficie precisa:

La superficie precisa en pequeñas depuradoras presenta variaciones muy importantes. A título indicativo pueden señalarse:

Plantas convencionales	: 0,12	-	0,2	m²/hab
Lagunajes aireados	: 2,8	-	3,8	m²/hab
Lagunajes naturales	: 8,5	-	10	m²/hab
Lechos de turba	: 0,4	-	0,55	m²/hab
Filtros verdes	: 12	-	16	m²/hab

Nota: es necesario adaptar estos valores a los de la Industria Alimentaria.

Las bodegas riojanas deberán reducir más de 5 veces su carga contaminante actual

Ader y Calidad Ambiental ven la depuración como alternativa para los 2.000 elaboradores

A.GIL • LOGROÑO

La elaboración de un millón de kilos de uva en una bodega equivale a la contaminación de residuos orgánicos generada por una población de unos 1.000 habitantes, según una de las conclusiones del proyecto europeo "Life, de la Vid a la Botella", realizado por la Agencia de Desarrollo Económico de La Rioja (Ader) y la Dirección General de Calidad Ambiental. Así las cosas, los aproximadamente 2.000 elaboradores de vino que hay en La Rioja deberán reducir más de cinco veces su carga contaminante actual para poder verter a los colectores urbanos.

Si la elaboración de vino de la última vendimia (sólo en producción de vino amparado) superó los 300 millones de litros, el equivalente contaminante sería a unos 300.000 habitantes, es decir, a más de toda la población de La Rioja. Calidad Ambiental y la Agencia de Desarrollo Económico (Ader) se han propuesto actuar sobre el sector para minimizar los vertidos y la carga contaminante de los mismos, de acuerdo con lo previsto en la Ley de Saneamiento y Depuración de La Rioja, apro-

que ya ha promovido proyectos de depuración conjuntos, como el que llevan a cabo nueve bodegas en Haro, a través del proyecto Life, o el de otras tres en Cenicero, con la construcción de depuradoras mancomunadas.

Distintas propuestas

La Ader y Calidad Ambiental han previsto distintas soluciones en función de los elaboradores. Así, varias empresas cuentan ya con sistemas de depuración propios, mientras que para las medianas y

Distancia del núcleo urbano:

En cuanto a la distancia de la ubicación de la depuradora en relación con zonas habitadas, podría decirse que depende de las garantías que se adopten, pudiéndose colocarla en recinto cerrado y con las medidas adecuadas dentro de la zona habitada.

La producción de olores, normal en algunas etapas del proceso, y su transmisión dependen de condiciones meteorológicas diversas como:

- presión atmosférica,
- velocidad y dirección del viento,
- temperatura y
- humedad.

Se recomienda en cualquier caso una distancia mínima a la vivienda más próxima de **200 m para depuradoras ubicadas en recintos no cerrados.**

Coste estimativo:

Los gastos de inversión precisos para la construcción de **Pequeñas depuradoras** son muy variables.

El costo de una instalación depuradora depende de un elevado número de variables, como son:

- Tipo de contaminación
- Tipo y sistema de la depuradora
- Superficie ocupada
- Tipo de terreno
 - Materiales y equipos utilizados
- Instalaciones complementarias

1 Kg. de uva generan unos efluentes equivalentes a los producidos por un habitante.

Problemas sanitarios:

El interior de la planta es una actividad sucia dedicada a la retirada y eliminación de los productos de la contaminación, con los consiguientes peligros potenciales sanitarios para las personas que trabajan en las mismas, amén de los impactos ambientales típicos de estas instalaciones como pueden ser los olores y ruidos.

Las estaciones de depuración han de funcionar perfectamente. Cuando esto no sucede, una estación depuradora se convierte en un auténtico peligro para la salud pública, porque canalizan todos los microorganismos infectantes de las heces fecales, con gran potencial de contagio, en una zona de vertido muy localizada.

De aquí la necesidad del correcto y permanente funcionamiento de las depuradoras una vez construidas.

Costes estimados:

(A realizar).

5. DISPOSITIVOS O UNIDADES DE PROCESO.

En las siguientes páginas se van a abordar primero las técnicas de **tratamiento físico, seguidas de las de tratamiento químico y por último las de tratamiento biológico.**

A. UNIDAD DE PRETRATAMIENTO FÍSICO.

Objetivo: Eliminación de materias gruesas, cuerpos gruesos y arenosos y de gran parte de las grasas, cuya presencia en el efluente perturbaría el tratamiento total y el eficiente funcionamiento de las máquinas, equipos e instalaciones de la estación depuradora.

Consta el pretratamiento de las siguientes operaciones:

- **Desbaste**, para eliminación de las sustancias de tamaño excesivamente grueso.
- **Tamizado**, para eliminación de partículas en suspensión.
- **Trituración** de los elementos retenidos en el desbaste (sistema útil cuando se quiere evitar la problemática de las rejillas y extracción de subproductos).
- **Desarenado**, para eliminación de arenas y sustancias sólidas densas en suspensión.
- **Desengrasado**, para eliminación de los distintos tipos de grasas y aceites presentes en el agua residual, así como de elementos flotantes.

Veamos mas en detalle alguna de estas operaciones y de los equipos que lo realizan:

DESBASTE

El desbaste se realiza por medio de rejillas (rejas, mallas o cribas), y tiene como objeto retener y separar los cuerpos voluminosos flotantes y en suspensión, que arrastra consigo el agua residual.

Se consigue así:

- Eludir posteriores depósitos.
- Evitar obstrucciones en canales, tuberías y conducciones en general.
- Interceptar las materias que por sus excesivas que por sus excesivas dimensiones podrían dificultar el funcionamiento de las unidades posteriores (desarenador, medidor caudal, decantadores, etc.).
- Aumentar la eficiencia de los tratamientos posteriores.

Puede decirse que, salvo excepciones, la instalación de rejillas de desbaste indispensable en cualquier depuradora, retirando al máximo las impurezas del agua para su reutilización posterior.

La elección del tipo de rejas a colocar es una de las principales decisiones a to mar en el diseño de toda estación depuradora. Cuanto menor sea el tamaño de la depuradora, tanto más fiables deberán ser todos los equipos mecánicos.

Las rejillas pueden clasificarse, con arreglo a distintos criterios, en:

- **Horizontales, verticales, inclinadas y curvas.**
- **Finas, medias y gruesas.**
- **Fijas o móviles.**
- **De limpieza automática o semiautomática.**

Rejas provistas de sistema automático de limpieza y extracción de residuos a un contenedor. El automatismo del sistema limpiador puede se regulado.

- Con intervalo de tiempo fijo.
- Con intervalo de tiempo modificado con arreglo al grado de obstrucción de la rejilla.

Se recomienda no obstante la colocación de una reja de seguridad manual (separación entre barrotos 100 mm) para que en caso de fallo del sistema de limpieza automática de la reja, no se produzcan inundaciones.

Tamaño del paso de las rejillas:

- Finas inferior a 1,5 cm.
- Medias entre **1,5 y 5,0 cm. y son las más empleadas**
- Gruesas entre 5,0 y 10 cm. Cuya limpieza se suele realizar manualmente. Se colocan como primera barrera de pretratamiento. respecto a la rejilla media colocada a continuación.

El parámetro de control fundamental en la comprobación de rejillas es la velocidad de paso del agua entre los barrotes que se sitúa entre 0,6 m/s y 1,2 m/s.

TAMIZADO

Con los tamices realizaremos el tamizado o **afinando** de residuos sólidos finos.

Tamices con separación libre entre barras hasta de **0,2 mm.**, siendo los normalmente utilizados los de separación de **1 mm.**

Se busca igualmente un sistema sencillo autolimpiable, que permita sustituir en muchos casos los desbastes, la eliminación de arenas gruesas y hasta porcentajes del 30% de grasas y sobantes. El proceso es estrictamente físico.

Los tamices pueden clasificarse en estáticos y rotativos:

- **Tamices estáticos.** La disposición de alambres transversales con curvas sinusoidales en el sentido del flujo proporciona una superficie relativamente no atascable con alto poder de filtrabilidad y normalmente de inox.
- **Tamices rotativos.** Con motor y cuchilla de limpieza. (De características semejantes a los desburbadores)

DESARENADO

Su función es separar los elementos pesados en suspensión (arenas, arcillas, limos), que lleva el agua residual y que perjudican el tratamiento posterior, generando sobrecargas en fangos, depósitos en las conducciones hidráulicas, tuberías y canales, abrasión en rodetes de bombas y equipos, y disminuyendo la capacidad hidráulica.

El desarenado se realiza en depósitos, donde se remansa el agua, se reduce la velocidad del agua, aumentando la sección de paso. Las partículas en suspensión, debido al mayor peso, se depositan en el fondo del depósito denominado desarenador.

Para pequeñas industrias alimentarias, bastará con un pequeño escalón o pozo en el canal inmediatamente detrás de las rejas, siempre que dicho canal sea fácilmente limpiable y esté duplicado para facilitar la limpieza.

En cuanto a las posibilidades de evacuación de arena los sistemas que pueden utilizarse son:

- **bomba sumergible** que purgue a un contenedor que haga de decantador estático y en el que el agua sobrenadante vuelva a cabecera.
- **bombas Mammüt.**

Existen varias **clasificaciones de los desarenadores**, destacando el sistema que atiende a las características de los flujos:

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> a) De flujo horizontal. b) De flujo vertical. c) De flujo inducido o circular con bomba Mammüt. |
|---|

Dos técnicas son la base de los procedimientos utilizados en la separación de arenas: La separación natural por decantación en canales o depósitos apropiados, y la separación dinámica con procesos utilizando inyección de aire o efectos de separación centrífuga. La separación natural requiere una constancia absoluta en el paso del agua.

Algunos datos de interés para el cálculo de los desarenadores:

- La mayor velocidad de caída de la materia orgánica es de 3 a 4 cm/seg.
- Si se fija la velocidad ascendente de un desarenador de tipo vertical en 6 cm/seg se puede asegurar que no habrá depósito de materia orgánica, mientras que los granos de arena de 0,25 a 0,5 mm quedarán retenidos en su mayor parte.
- Para simples desarenadores el tiempo de retención puede estar entre 2,5 y 5 minutos.

DESENGRASADO

Las grasas han creado muchos **problemas** en la técnica de la depuración de aguas residuales, especialmente en los elementos y procesos siguientes:

- **En rejillas finas causan obstrucciones** que aumentan los gastos de conservación.
- **En los decantadores forman una capa superficial que dificulta la sedimentación** al atraer hacia la superficie pequeñas partículas de materia orgánica.
- **En la depuración por el sistema de fangos activados dificultan la correcta aireación**

- Perturban el proceso de digestión de lodos.
- La DQO se incrementa en un 20 a 30%, por las grasas contenidas en los vertidos.

El sistema más comúnmente empleado para la eliminación de grasas consta de 2 fases:

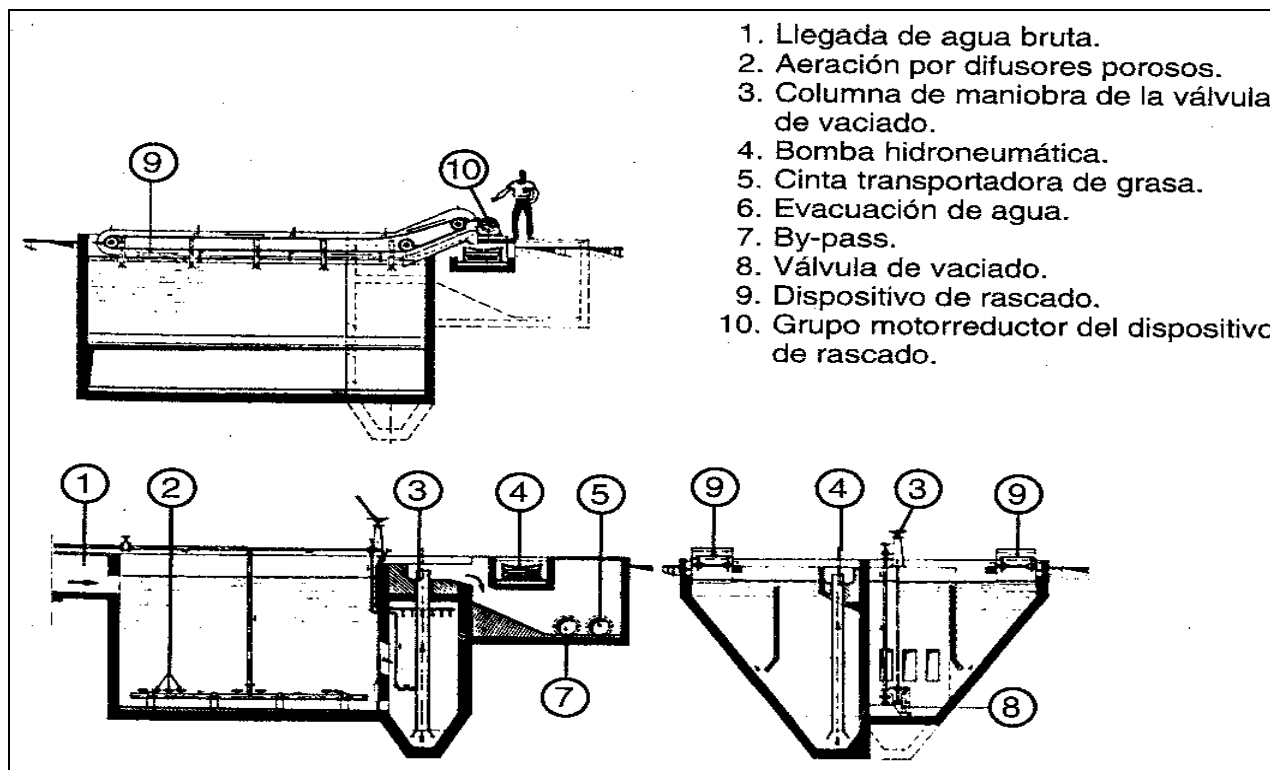
a) La emulsión de las grasas en el arenero o desarenador mediante aireación, permitiendo su ascenso a la superficie, y su retirada.
La velocidad ascensional de las burbujas de grasa puede estimarse entre 3 y 4 mm/s.

b) Separación de grasas residuales en las balsas de decantación, retirando éstas por medio de rasquetas superficiales.

*El desarenado y el desengrasado pueden realizarse de forma separada o bien conjuntamente en un mismo depósito. Esta última alternativa **presenta las siguientes ventajas**:*

- Las velocidades de sedimentación de las arenas y de flotación de las partículas de grasa no se modifican prácticamente por realizar el desarenado y la desemulsión de grasas en el mismo depósito. Ello es lógico si se considera la diferencia de densidades entre las partículas de arena y de grasa.
- El aire comprimido añadido para la desemulsión ayuda a impedir la sedimentación de las partículas de fango, poco densas por lo que la arena depositada en el fondo del desarenador es más limpia.
- Las partículas de arena, al sedimentar, deceleran las velocidades ascensionales de las partículas de grasa. Disponen así éstas de más tiempo para **ponerse en contacto entre sí durante su recorrido hacia la superficie, aumentándose el rendimiento de la flotación de grasas.**

IMHOFF sugiere que el volumen de aire inyectado sea 1/4 del volumen de agua a depurar, para misión de desarenado, impidiendo la sedimentación de materia orgánica.



1. Llegada de agua bruta.
2. Aeración por difusores porosos.
3. Columna de maniobra de la válvula de vaciado.
4. Bomba hidroneumática.
5. Cinta transportadora de grasa.
6. Evacuación de agua.
7. By-pass.
8. Válvula de vaciado.
9. Dispositivo de rascado.
10. Grupo motorreductor del dispositivo de rascado.

DESARENADOR-DESENGRASADOR. SECCIÓN TRANSVERSAL

B. DECANTACIÓN PRIMARIA

Se trata de un tratamiento físico opcional.

El disponer o no de decantación primaria no depende del tamaño de la planta de tratamiento, sino del tipo de tratamiento a aplicar posteriormente:

- **siendo siempre obligada cuando posteriormente se vayan a aplicar las aguas al terreno o filtro verde, o en el caso de utilizarse un sistema biológico de lechos bacterianos.**
- En los otros tratamientos posteriores puede presentar ventajas y desventajas:

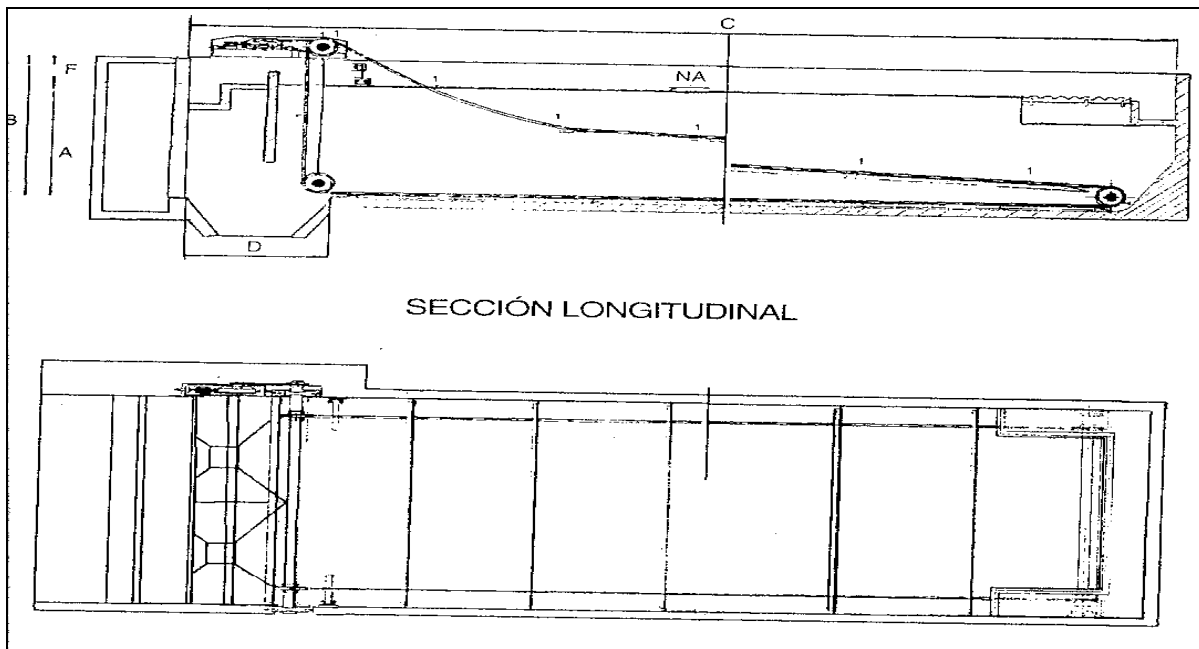
El **objetivo** fundamental de la decantación primaria es la **eliminación de los sólidos sedimentables**, dado que, la mayor parte de las sustancias en suspensión en las aguas residuales no pueden retenerse, por razón de su finura o densidad, en las rejillas, desarenadores y cámaras de grasa, ni tampoco pueden separarse mediante flotación por ser más pesadas que el agua.

*La reducción de la velocidad de corriente por debajo de un determinado valor, (función de la eficacia deseada en la decantación), es el fundamento de la eliminación de un **50 a 60 por 100 de las materias en suspensión del afluente**. Al depositarse estas partículas de fango, arrastran en su caída una cierta cantidad de bacterias, con lo que se alcanza también, en este tipo de tratamiento, una reducción de la DBO y una cierta depuración biológica.*

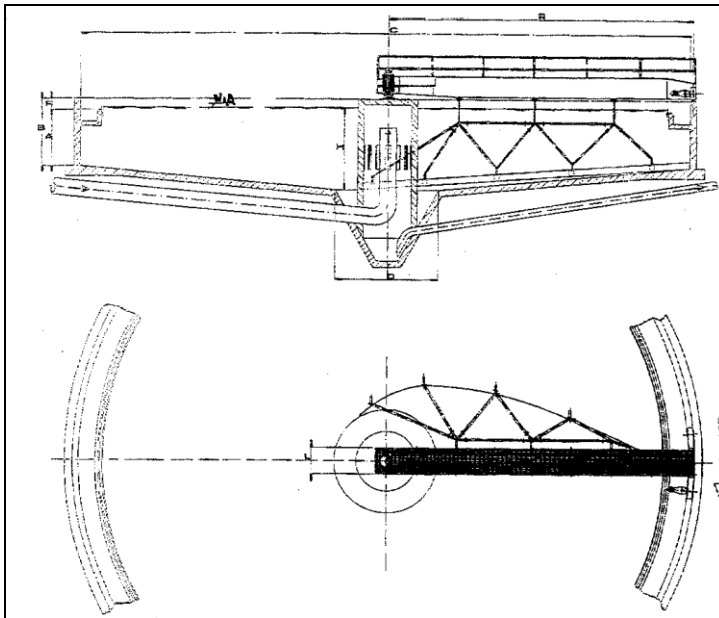
Sirven como decantadores todos los depósitos que sean atravesados con velocidad suficientemente lenta y de forma adecuada por el agua a depurar. La exigencia, sin embargo, de separar fácil y rápidamente las partículas sedimentadas de las aguas clarificadas ha conducido a ciertas formas especiales.

Los elementos fundamentales de todo decantador son:

- **Entrada del afluente:** Deben proyectarse en forma tal que la corriente de alimentación se difunda homogéneamente por todo el tanque desde el primer momento.
- **Deflectores:** Suelen colocarse a la entrada y salida de la balsa sirviendo, el primero, para conseguir una buena repartición del caudal afluente, y el segundo para retención de las sustancias flotantes, grasas y espumas.
- **Vertedero de salida:** Su nivelación es muy importante para el funcionamiento correcto de la clarificación. Por otro lado, para no provocar levantamiento o removido de los fangos sedimentados, la relación del caudal efluente a la longitud total de vertido debe ser menor de $10 - 12 \text{ m}^3 / \text{h} / \text{m}$.
- **Características geométricas:** Las relaciones entre ellas deben ser las adecuadas para la sedimentación de los tipos de partículas previstas. **Su forma puede ser rectangular, cuadrada o circular.**



ESQUEMA DECANTADOR RECTANGULAR DE FLUJO HORIZONTAL.



ESQUEMA DE DECANTADOR CIRCULAR DE FLUJO HORIZONTAL.

Ventajas

- | |
|---|
| 1) <u>Mayor simplicidad</u> de operación de la planta. |
| 2) <u>Homogeneidad</u> en la calidad del fango. |
| 3) <u>Remoción</u> del fango en un sólo punto. |
| 4) <u>Eliminación de malos olores</u> al entrar el agua directamente al tanque de aireación, si las aguas llegan en condiciones sépticas. |
| 5) Mejoría de la <u>sedimentabilidad</u> del fango activado. |
| 6) Aumento de la <u>capacidad de absorción de picos de carga</u> , debido al mayor contenido de fangos en el tanque de activación. |
| 7) Mejora <u>los sistemas con largos períodos de aireación</u> , con digestión aerobia principalmente, en climas templados y cálidos. |

Desventajas

- | |
|--|
| 1) <u>Mayor consumo energético</u> en el proceso biológico por fangos activos. |
| 2) <u>Menor producción de gas</u> en la planta. |
| 3) Peligro de formación de: <u>sedimentaciones</u> en el depósito de aireación, si no hay una instalación de desarenado bien dimensionada, <u>fangos flotantes en el decantador secundario</u> , si no hay una buena eliminación de <u>grasas</u> a la entrada de la planta. |
| 4) Una capacidad de <u>espesamiento más reducida</u> del fango mezcla en algunos casos. |
| 5) Se elimina un elemento de regulación hidráulica y de carga de depuradora, frente a caudales punta y caudales de lluvia en los sistemas unitarios. |
| 6) Se puede <u>reducir la capacidad de espesado de los lodos</u> que se llevan posteriormente a digestión. |

C. PROCESO QUIMICO - SEDIMENTACION DE PARTICULAS FLOCULADAS.

Algunas veces se utiliza un **tratamiento físico-químico**, **empleando coagulantes y coadyuvantes**, para lograr la sedimentación, mediante la formación de flóculos.

*El límite del proceso de floculación-decantación se encontraría en un 66% de los sólidos totales.
Es difícil superar una reducción de DBO₅ superior al 55%.*

- **El consumo de reactivos oscila entre 90 y 250 g/m³, lo que supone un alto coste, y necesita del control permanente de la dosificación por técnicos especialistas.**
- Mayores problemas con el tratamiento de fangos por ser mas elevada su producción.
- El coste del mantenimiento y explotación de la depuración química no tiene parangón económico con los costes de los procesos biológicos, **el tratamiento químico tiene su aplicación en:**

a) **Depuradoras para *industrias alimentarias* con vertidos reducidos a ciertas épocas del año.** Puede justificarse en estos casos una inversión inferior compensando los mayores gastos de mantenimiento y explotación.

- b) Depuradoras para zonas industriales o mixtas, donde los **vertidos arrastran iones metálicos, tóxicos, etc., que pueden destruir la actividad biológica.** Una solución adecuada suele ser pretratar las aguas industriales y posteriormente tratar biológicamente las aguas urbanas e industriales de forma conjunta.
- c) Como tratamiento terciario o bien para obtener una eliminación más completa de los contaminantes, bien para la **eliminación de compuestos orgánicos y nutrientes, como el fósforo tras un tratamiento biológico.** En este caso los consumos de reactivos se elevan por término medio a 40-150 g/m³.
- d) La utilización de este sistema es de interés **cuando los nutrientes en exceso pueden dar origen a problemas de eutrofización, con desarrollo excesivo de algas.**

D. DEPURACION BIOLÓGICA

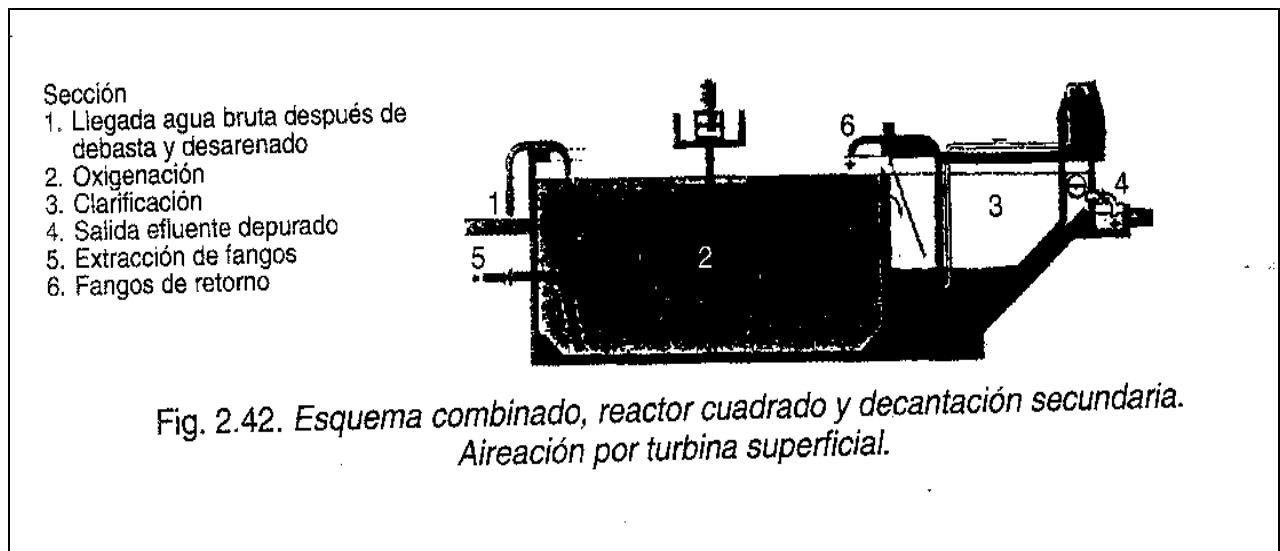
El objetivo del proceso biológico es la eliminación, estabilización o transformación de la materia orgánica, presente en las aguas como sólidos no sedimentables. Esta acción se logra por microorganismos mediante dos actividades complementarias:

- ✱ **metabólica y**
- ✱ **físico-química.**

*Hay que tener en cuenta que los hongos y bacterias son conocidos por sus efectos negativos sobre la salud, pero en realidad, en la mayor parte de los casos, producen efectos beneficiosos. Ellas son las encargadas de la descomposición de la materia orgánica, y son los elementos esenciales que garantizan la permanencia de la vida, manteniendo los ciclos esenciales del nitrógeno y carbono. Procesos, debidos a la actividad de los organismos, que se conocen bajo la denominación de "**metabolismo**".*

*El proceso de depuración se reduce principalmente al control de la actividad de millones de "trabajadoras" utilizadas en el proceso: **plantas, animales, hongos y bacterias** son excelentes empleadas que sólo precisan de unas condiciones adecuadas para ejercer su misión en unas instalaciones totalmente artificiales, como es el caso de las depuradoras, o en situaciones que imitan a la naturaleza, como es el caso del lagunaje o de los filtros verdes.*

Resumiendo: hace falta lograra el control adecuado del desarrollo y actividad de estos seres vivos colaboradores.



Dos campos de acción debemos de desarrollar en la depuración biológica: la acción metabólica y la físico – química.

Acción metabólica

La acción metabólica transforma los glúcidos, lípidos, ésteres, hidratos de carbono y prótidos en materia viva.

En el caso de **bacterias heterótrofas**, sólo una parte del residuo orgánico biodegradable (coloides y sustancias orgánicas disueltas) es convertido en productos finales: **gases y tejido celular biológico** que puede eliminarse posteriormente.

Acciones Físico-Químicas

Coagulación
Oxidación de la materia carbónica
Decantación
Arrastre de bacterias

Factores que afectan el proceso de depuración biológica

Los principales factores que influyen en el proceso de depuración biológica son:

- **Temperatura**
- **pH**
- **Homogeneización**
- **Inhibidores**
- **Cantidad mínima de nutrientes**

Temperatura

La depuración biológica se desarrolla de forma adecuada entre dos límites de temperatura **12°C y 38°C** (zona mesofílica).

pH

Las enzimas tienen un intervalo reducido de actividad alrededor de un pH determinado y que, normalmente, no puede ser muy diferente del **pH = 6,2 - 8,5**.

Homogeneización

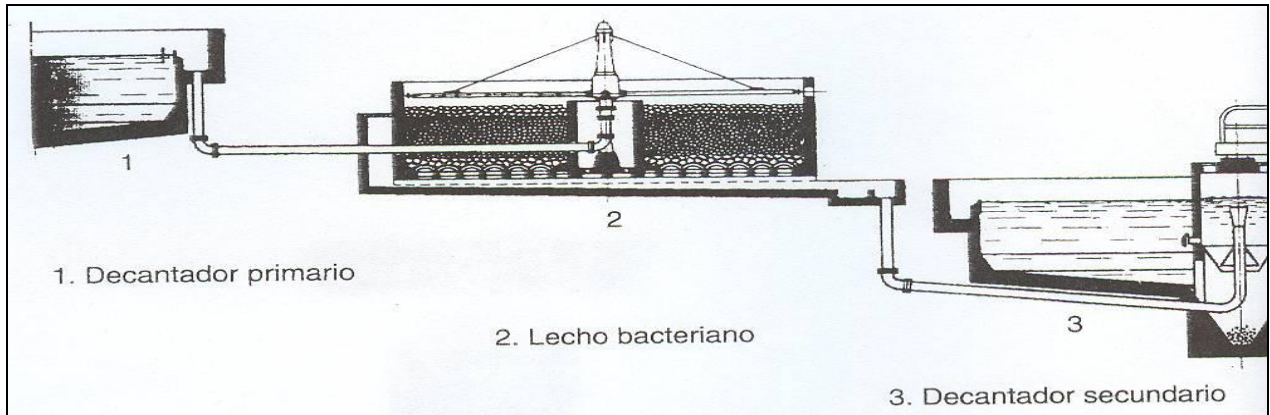
El proceso metabólico se optimizará cuando logremos una **homogeneización perfecta**.

Los **sistemas** técnicos prácticos que logran una mayor homogeneidad son:

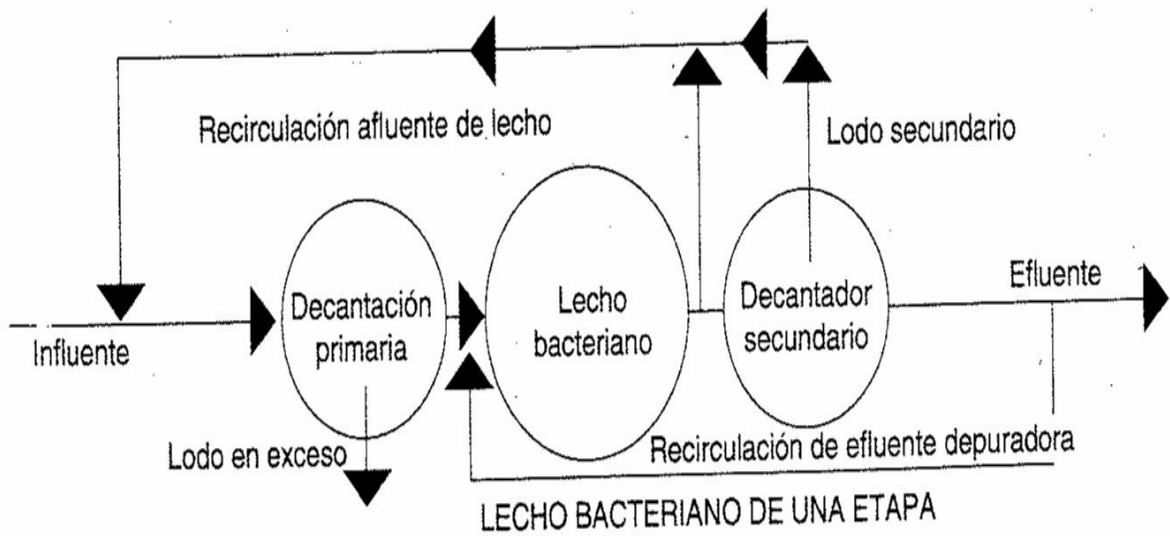
• **FANGOS ACTIVOS**, sistema en el que la materia orgánica se mantiene dentro de la masa del agua en **suspensión y homogeneizada, por sistemas:**

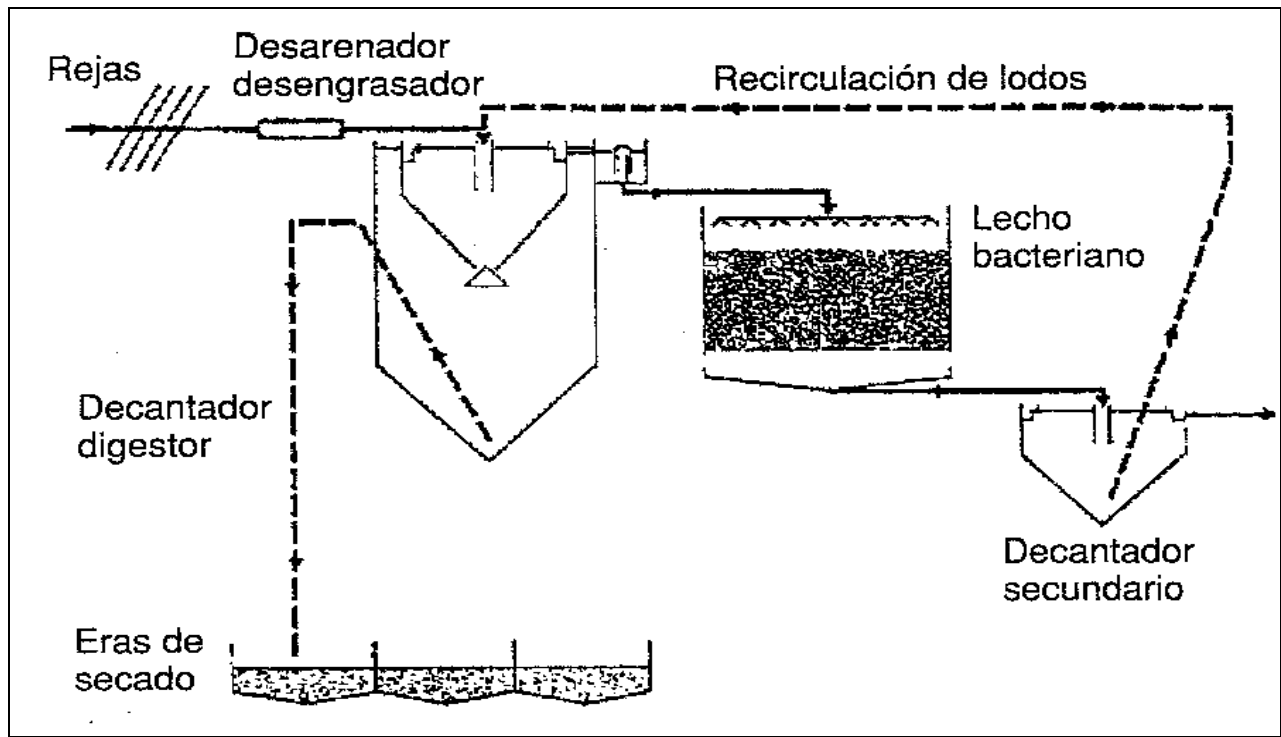
- **hidráulicos,**
- **mecánicos, o por**
- **inyección de aire.**

- **LECHOS BACTERIANOS**, sistema en el que se incorporan elementos **soportes**, donde se fijan los lodos y los microorganismos, distribuyendo homogéneamente los alimentos (materia orgánica).



ESQUEMA GENERAL DE LECHO BACTERIANO.





DECANTADOR - DIGESTOR, LECHO BACTERIANO Y DECANTACIÓN SECUNDARIA.

Inhibidores

Las enzimas son activas en estado coloidal.

Pueden inhibir su actividad las sustancias presentes en las aguas en forma de:

- sales insolubles,
- iones de metales pesados,
- reactivos alcaloides,
- el cloro y sus compuestos.

Esta acción de los inhibidores puede actuar sobre los microorganismos destruyéndolos, o dejándolos en estado latente.

Cantidad mínima de nutrientes

La condición adecuada, para que un agua residual pueda depurarse, es **que la cantidad de nutrientes sea suficiente**, pudiéndose estimar su contenido por las relaciones:

$$\text{DBO}_5 \text{ (ppm)} / \text{N}_{\text{TOTAL}} \text{ (ppm)} = 100 / 5$$

$$\text{DBO}_5 \text{ (ppm)} / \text{P}_{\text{TOTAL}} \text{ (ppm)} = 100 / 1$$

Nota: poner algún ejercicio.

Parámetros de diseño de las instalaciones de tratamiento biológico

Los principales parámetros de diseño pueden agruparse en:

- **Concentración de Fangos activados (MLSS) en un Reactor**
- **Carga másica**
- **Carga volúmica**
- **Tiempo de aireación**
- **Consumo de oxígeno**
- **Necesidad de oxígeno**
- **Biodegradabilidad del efluente**
- **Edad del fango**
- **Índice de MOHLMANN**
- **Temperatura del agua**
- **Caudal de recirculación de fangos**

○ Rendimientos.

Concentración de Fangos activados (MLSS) en un Reactor**MLSS = Sólidos en suspensión en el líquido mezclado del reactor**

Es la cantidad de sólidos en suspensión existentes en el reactor por unidad de volumen. Corresponde a la concentración en sólidos en suspensión del líquido mezcla (agua bruta + fango + aire).

Expresado en g de sólidos en suspensión / m³ de tanque.

Carga másica

Representa la relación existente entre la cantidad de alimento que entra al día y el contenido de microorganismos en el reactor.

Es la relación entre los kg de DBO₅ introducidos por día en una balsa de activación, y los kg de sólidos en suspensión contenidos en dicha balsa o reactor biológico.

$$C_m = (\text{kg de DBO}_5 / \text{día}) / \text{kg de MLSS}$$

Carga volúmica

Son los kg de DBO₅ por día que pueden ser tratados dependiendo del volumen del reactor.

Indica los kg de DBO₅ introducidos por día y por m³ de balsa de activación.

$$C_v = (\text{kg de DBO}_5 / \text{día}) / \text{m}^3 \text{ de balsa}$$

Tiempo de aireación

El tiempo real, durante el cual se incorpora oxígeno y se produce la depuración.

Consumo de oxígeno

Se precisa la introducción de oxígeno para las reacciones químicas de la materia orgánica y la respiración de los microorganismos en el proceso biológico. Es decir el aire necesario para mantener activos los lodos, la respiración endógena de los microorganismo.

El consumo de oxígeno depende de;

- La DBO₅ del agua residual que se introduce.
- La cantidad de sólidos que hay en el tanque.

Necesidad de oxígeno

El consumo de oxígeno o la necesidad de oxígeno puede establecerse por la relación:

$$ON = dD + 0,7CM$$

siendo:

ON = consumo de oxígeno o cantidad de oxígeno necesario (en kg de O₂ / día).

d = coeficiente de demanda potencial del agua residual que se introduce (0,4 a 0,7, referido a la DBO).

C = coeficiente de demanda de los microorganismos de los lodos (0,08 a 0,14).

M = contenido total de sólidos en balsa (kg MLSS / m³ de balsa).

D = kg de DBO₅ / día que se introducen.

Biodegradabilidad del efluente

La biodegradabilidad de un agua residual se determina como relación entre la demanda bioquímica de oxígeno y la demanda química de oxígeno.

De este índice se deduce fácilmente si la sustancia a depurar es de origen doméstico o industrial, y señala el método de depuración más adecuado.

Así se tiene:

DBO₅ / DQO >0,4	es biodegradable, pudiéndose utilizar sistemas biológicos por fangos activos o lechos bacterianos.
0,4 > DB₅ / DQO >0,2	es biodegradable siendo recomendable el empleo de lechos bacterianos.
0,2 > DB₅ / DQO	no es biodegradable, o es poco biodegradable y no es adecuado utilizar métodos biológicos. Es conveniente recurrir a procesos químicos.

Edad del fango

Edad del Fango o tiempo de retención de los sólidos.

Se calcula por la siguiente relación:

$$T = X / (\Delta X / \Delta t)$$

X representa la concentración de microorganismos (MLSSV).

el cociente **X / t** representa los sólidos extraídos del reactor biológico por día, o bien los introducidos, ya que la concentración en el reactor MLSS debe ser constante.

Índice de MOHLMANN

El índice de Mohlmann representa la concentración real de los sólidos que hay dentro del reactor.

Es el volumen en ml ocupado por un gramo de materia sólida en suspensión, después de decantar durante media hora en una probeta de 1 litro.

Se usa sobre todo como parámetro de fangos activos.

Temperatura del agua

La temperatura del agua determina el porcentaje de saturación en **O₂** del agua, influyendo sobre la posibilidad de disolución de oxígeno en el agua y la velocidad de desarrollo de bacterias.

A mayor temperatura mayor multiplicación, pero el oxígeno disuelto es menor, luego exige mayor aireación.

Por el contrario,

Con temperaturas frías el oxígeno disuelto es mayor pero será menor la multiplicación bacterianas.

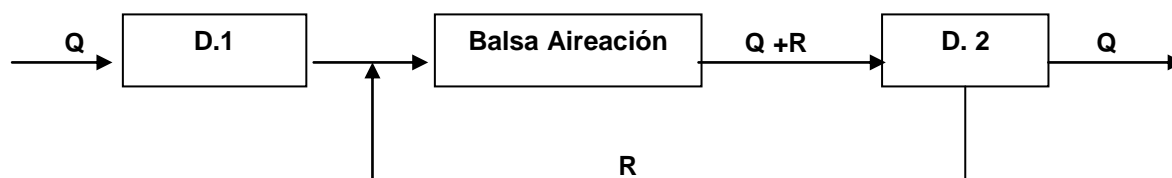
Caudal de recirculación de fangos

Los fangos sedimentados en el decantador secundario se recirculan en parte al reactor biológico, con objeto de mantener una determinada carga. Un esquema aparece en la Fig.

Se ha de cumplir el principio de la continuidad: el caudal que entra ha de ser igual al caudal que sale.

Se denomina:

R = caudal de recirculación de lodos.
Q = caudal nominal de aguas residuales a tratar.
C_s = concentración de lodos en la balsa.
I = índice de Mohlmann.



Esquema de recirculación de fangos

Puede escribirse la siguiente ecuación:

$$R / Q = C_s \times I = (1000 - C_s \times I)$$

Rendimientos

En la Fig. aparecen curvas de relación entre la carga másica y el índice de Mohlmann para distintos tipos de depuración.

A = Zona alta carga = 150 a 180 , y $C_m = 1,5$ a $2,3$)
 B = Zona carga media ($I = 150$ a 190 , y $C_m = 0,2$ a $0,5$)
 C = Zona aireación prolongada ($I = 150$ a 100 , y $C_m = 0,1$ a $0,2$

Los rendimientos en **DBO₅** que se pueden obtener, en orden de magnitud, son los siguientes:

- Rendimientos de carga alta 80%.
- Rendimientos de carga media 90%.
- Rendimiento con aireación prolongada 96%.

FANGOS ACTIVOS

El proceso de fangos activos consiste en un reactor biológico seguido de una decantación.

- El **reactor biológico**, donde se mantienen los microorganismos y los flóculos en suspensión, sirve para que dichos microorganismos lleven a cabo su acción metabólica, lográndose la floculación de las partículas en suspensión.
- Una vez alcanzada una floculación adecuada, las aguas con los flóculos pasan al **decantador secundario** donde se realiza una separación sólido - líquido.

Técnicas de aireación y agitación

Las técnicas de aireación pueden dividirse en tres grupos:

a) Con aire comprimido bajo formas diversas.

- Grandes burbujas, mediante tubos sumergidos.
- Burbujas medias, mediante tubos perforados, aspersores.
- Burbujas finas, mediante difusores porosos finos y placas porosas.

b) Con medios mecánicos.

- De eje horizontal; como los cepillos rotativos.
- De eje vertical; como las turbinas, agitadores rotativos.

c) Con medios mixtos.

- Aire comprimido repartido mecánicamente con sistemas análogos a los del grupo anterior.

Esquemas funcionales del proceso de fangos activos.

El proceso de fangos activos puede adoptar múltiples tipos y en consecuencia aparecen varios sistemas funcionales:

- PROCESO CONVENCIONAL.
- MEZCLA COMPLETA.
- ALIMENTACIÓN ESCALONADA.
- CONTACTO – ESTABILIZACIÓN.
- AIREACIÓN PROLONGADA.
- DOBLE ETAPA.
- UTILIZACIÓN DE OXÍGENO PURO.

PROCESO CONVENCIONAL.

La recirculación se hace en un solo punto, a la entrada del agua residual en el tanque de tratamiento, y esta mezcla agua – fango lo va recorriendo desde la entrada hasta la salida como flujo en pistón, con una fuerte tasa de crecimiento bacteriano al principio y decreciendo hacia la zona final.

MEZCLA COMPLETA.

La recirculación se realiza en varios puntos mezclándose con el agua previamente, de forma que se tiene una concentración homogénea en todo el tanque.

Se puede también realizar la entrada agua - fango en un solo punto, pero manteniendo un sistema de agitación y una disposición de la entrada y la salida, de manera que se conserve la homogeneización de la mezcla en todo el tanque.

ALIMENTACIÓN ESCALONADA

En este proceso se regula la alimentación del agua, graduándola a lo largo del tanque con objeto de igualar la carga másica en todo el tanque. La aireación puede hacerse de forma uniforme o también graduada. Representa otra forma de mejorar el aprovechamiento en la aireación del agua.

CONTACTO - ESTABILIZACIÓN

El tanque de aireación queda dividido en dos partes:

- Una de ellas donde se realiza el contacto o mezcla del agua y el fango, constituye propiamente el tanque de floculación.
- El segundo tanque, llamado de activación (o de estabilización en otra nomenclatura), recibe el fango recién recogido del decantador, en él se airea sin presencia de sustancias orgánicas de nuevo aporte y, por ello, se agotan las reservas de materia orgánica presente en el proceso. Cuando este fango llega a la cámara de mezcla resulta muy ávido de la materia orgánica del agua residual, acelerándose en forma sensible el proceso.

AIREACIÓN PROLONGADA

Esta variante de fangos activados se realiza con tiempos de retención hidráulica y de retención celular muy elevados. De esta forma, el fango llega a estabilizarse aeróbicamente, debido a los prolongados períodos de aireación y el desequilibrio entre la cantidad de fango en el tanque y la cantidad de materia orgánica que llega, (se trabaja con valores muy bajos de la carga másica).

DOBLE ETAPA

Consiste en la utilización de dos procesos convencionales de fangos activos en serie. Resulta de interés este procedimiento en casos de alta carga de DBO₅ inicial, obteniéndose altos rendimientos y consumos energéticos más bajos.

UTILIZACIÓN DE OXÍGENO PURO

En esta variante, el aire se sustituye por oxígeno puro, introducido en tanques cerrados. El volumen del tanque puede reducirse en estos casos, y la cantidad de fango producidos es considerablemente menor.

CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES. TIPOS DE REACTORES

1. La forma del tanque de fangos activados está relacionada directamente con el sistema de agitación y/o aireación empleado. Una de las funciones de la aireación del agua en el proceso consiste en crear las condiciones de **turbulencia** necesarias para que se realice una buena mezcla entre el aire, el agua y el fango.

La forma del tanque se ha de adaptar al régimen hidráulico interior, creado por la aireación, que ha de actuar en todo el tanque sin dejar zonas muertas.

- **Tanques para difusión de aire por burbujas**

Las burbujas ascienden rápidamente y escapan a la atmósfera

La difusión de burbujas de aire en el agua se suele realizar a **profundidades entre 2,5 m y 5,5 m**.

Introducir el aire de tal forma que se cree un **movimiento rotacional** (de eje horizontal en el tanque, haciendo que parte de las burbujas queden arrastradas por ese movimiento, no saliendo del agua tan rápidamente y aumentando con ello la capacidad de oxigenación.

Es usual hacer tanques de **forma paralelepédica**, donde la longitud tiene un valor superior a 4 veces el ancho. Suelen ser normales los tanques de ancho igual al doble de la altura, donde se dispone una fila de difusores en cada uno de los laterales del fondo.

- **Tanques para aireadores superficiales o sumergidos de eje vertical**

Al trabajar los aireadores aspirando del fondo e impulsando sobre la superficie, las líneas de corriente de la recirculación interior crean un flujo cuya dinámica se desarrolla alrededor de un eje vertical. En consecuencia es preciso que la geometría del tanque sea adecuada para que no queden zonas muertas.

Para este tipo de aireadores suelen utilizarse tanques de **planta cuadrada o circular**. Cuando la planta es rectangular se subdivide en varias zonas cuadradas, en cuyos centros se sitúan los aireadores-turbina.

El ancho del tanque (diámetro o lado del cuadrado) será de entre **2,5 y 5 veces la profundidad del tanque**. Y ello para **profundidades comprendidas entre 2,5 y 5 m**. Estas relaciones varían significativamente de las turbinas superficiales a las sumergidas.

- **Tanques para aireadores superficiales de eje horizontal**

El aireador (uno o varios) produce un flujo horizontal en un canal cerrado de **forma circular, elíptica o similar**

La mezcla agua-fango discurre sucesivas veces bajo el aireador. La propia construcción de los aireadores obliga a adoptar **anchos de canal entre 3 y 4 m, con profundidades también limitadas a 3 m.**, siendo grandes las longitudes del canal.

- **Tanques con agitación y aireación separados**

Los tanques disponen de un agitador que garantiza la homogeneización de los lodos en el reactor, ajustándose la incorporación de oxígeno a las cantidades realmente necesarias.

2. Papel de la temperatura

La temperatura tiene, en el proceso de fangos activos, un papel muy importante. Su acción principal está en relación con:

- La **acción metabólica de los microorganismos**, con una acción creciente desde los 14°C hasta los 32°C, que vuelve a ser decreciente desde los 32°C hasta los 35°C, dentro de la zona mesofílica.
- La **transferencia de oxígeno** es casi constante en temperaturas entre 5 y 30°C, ya que a medida que aumenta la temperatura el oxígeno de saturación disminuye, pero aumenta el coeficiente de transferencia. Esta conclusión se considera válida para sistemas de aireación neumática o de poca turbulencia.

Para aireadores mecánicos pueden considerarse los siguientes valores relativos de transferencia de oxígeno.

TRANSFERENCIA DE OXÍGENO Y TEMPERATURA

Temperatura del agua °C	5	10	15	20	25	30
Valor relativo de Transferencia de O ₂	1,12	1	0,9	0,8	0,73	0,69

3. Otros factores a tener en cuenta en el diseño de los tanques de fangos activos.

- Necesidades de oxígeno**, que es función del DBO₅ eliminado y de la concentración de microorganismos.
- Rendimiento de los aireadores**: que es función de su tasa de transferencia de oxígeno, expresada en **kg O₂ / kW h** (con valores entre 0,5 y 2,3).

LECHOS BACTERIANOS.

La depuración biológica en los lechos bacterianos se realiza a través de un **medio poroso**, haciendo circular el agua residual y el aire a contracorriente.

La materia orgánica y sustancias contaminantes del agua son degradadas en una película biológica compuesta por microorganismos, que se desarrollan alrededor de los elementos constitutivos de la masa porosa que son el material soporte de la película, de no más de 3 mm de espesor, ya que no se puede asegurar la acción del oxígeno en espesores mayores. La película se forma por adherencia de los microorganismos al material soporte y a las partículas orgánicas.

La película biológica está constituida principalmente por:

- bacterias autótrofas (fondo) y heterótrofas (superficie),
- hongos (*Fusarium*),
- algas verdes y
- protozoos.

También se encuentran en el interior del lecho, animales más evolucionados, como gusanos, larvas de insectos, caracoles y limacos.

Forma y estructura.

La forma y estructura están muy ligadas al sistema de distribución del agua residual que se emplee.

Los modernos lechos bacterianos o de aireación forzada son casi todos circulares.

Rectangular si se utilizan :

- distribuidores fijos
- distribuidores móviles de traslación.

Circular cuando se emplean distribuidores giratorios.

Distribución del agua

La distribución del agua residual debe ser lo más uniforme y continua posible. Por tanto, hay que evitar atascos y paradas.

Los aspersores pueden ser fijos o móviles:

- Los **fijos** requieren un dispositivo más complicado de distribución y, por tanto, una mayor pérdida de carga (alrededor de 2 m).
- Los **móviles** consisten en brazos giratorios dispuestos radialmente, con boquillas incorporadas y movidos por carga hidráulica. La pérdida necesaria es de 0,5 m. La velocidad es de 0,3 a 5 vueltas por minuto, dependiendo de la carga superficial.

Masa soporte

Es conveniente que la masa filtrante tenga la mayor superficie específica posible, para que se pueda formar la mayor cantidad de película biológica. Pero esta característica hay que conjugarla con el índice de huecos, ya que éstos serán los que permitirán el paso del aire y del agua.

La **altura de masa filtrante** oscila entre 1,5 y 4 metros, siendo la más utilizada la de **2 m**, aunque existen fórmulas teóricas que determinan la altura óptima. Los tamaños de árido usados oscilan de **4 a 8 cm**. Los **materiales soporte pueden ser naturales o artificiales**. Hay que cuidar la uniformidad del medio poroso, su durabilidad y resistencia.

Los **materiales naturales** más usados son la **pedra silícea**, el pórfido o las puzolanas.

Los **materiales artificiales** pueden ser desde **escorias** hasta elementos **plásticos**, fabricados especialmente para conjugar la superficie y los huecos, de forma que se aumente el rendimiento por unidad de volumen. Se ha conseguido reducir el peso en un 95%, duplicando el índice de huecos y aumentando la superficie específica.

Ventilación

La ventilación puede ser natural o forzada.

Ventilación natural:

La ventilación natural se produce por efecto de la diferencia de temperaturas del aire y el agua. Al calentarse o enfriarse el aire en el interior del lecho se produce una variación de densidad que provoca el movimiento de la masa.

Quando la diferencia no es mayor de 2°C, se para el tiro. Por tanto, **el lecho estará aireado cuando se produzca una diferencia térmica, entre agua y aire, superior a 2°C.**

Ventilación forzada

Para evitar el paro de oxigenación, se recurre a la ventilación forzada, inyectando 0,3 m³/ m² min, de forma artificial. Se recurre a este sistema cuando, por causas exteriores como frío invernal (posibles heladas), hay que cerrar los lechos.

Recogida del agua

La recogida del agua residual tratada se efectúa por medio de un dispositivo de drenaje en el fondo del lecho bacteriano, dotado con un sistema de **canales de recogida**, con la **característica fundamental** de que no deben existir sedimentaciones, ya que el agua residual lleva los flóculos que sedimentarán en el decantador secundario.

La pendiente del fondo será del 1% ó 2%, y la sección no irá nunca llena, ya que deberá servir también como canal de aireación. Una recomendación de diseño marca que la zona de salida al falso fondo de agua y aire, sea el 15 ó 20% de la superficie total del lecho.

TIPOS DE LECHOS BACTERIANOS

Los lechos bacterianos pueden clasificarse atendiendo a aspectos funcionales o a aspectos constitutivos.

- **Lechos de baja carga.**
- **Lechos de media carga.**
- **Lechos de alta carga.**

Factor	Lecho de Baja carga	Lecho de Media carga	Lecho de Alta carga
Carga hidráulica m ³ /m ² /d	> 0,48	1,1 – 10,0	14,0 – 45,0
Carga orgánica Kg DBO ₅ /m ³ /d	0,08 > 0,4	0,3 – 0,7	0,5 – 5,0

Recirculación Q_r/Q	NO	1:1 a 3:1	1,1 a 4,1
Profundidad lecho: Una etapa (m) Varias etapas (m)	1,8 – 3,0	1,5 – 2,5 0,75 – 1,2	0,9 – 2,4 0,5 – 1,2
Intervalo de alimentación		> 5 min.	> 15 seg.

Nota: Ver el significado de los factores o parámetros en el cálculo de los lechos bacterianos.

Cálculo de los lechos bacterianos.

Carga hidráulica

La carga hidráulica es la que condiciona la velocidad de paso a través del material, y por lo tanto el tiempo de retención, que es el factor del que depende, en condiciones normales, la eliminación de la DBO, y el rendimiento del sistema. Por ello éste es un parámetro fundamental para el control del funcionamiento.

Se expresa en m³/d de agua aplicada por m² de superficie del lecho (ver valores en la tabla anterior).

Superficie específica

La superficie recubierta por las membranas bacterianas, o **superficie regada por m³ de lecho filtrante**, depende del tamaño y características de los elementos utilizados en su construcción.

Se obtiene así este parámetro como **cociente de la superficie de la masa filtrante por m³**. Este se relaciona con el tiempo de retención de las aguas en el lecho.

Carga volúmica

Este parámetro indica los kg de DBO por m³ de material filtrante y día (ver en la tabla anterior)

Recirculación

La **recirculación de una parte del efluente**, ya sea al **decantador primario, o al lecho bacteriano** directamente, es un método que se ha extendido mucho, **como medio de mejora del rendimiento del proceso**.

La recirculación cumple los siguientes **objetivos**:

- Efectúa una dilución del influente**, reduciendo el efecto que pueda producirse de una sobrecarga instantánea.
- Reduce la tasa de crecimiento de la película biológica** por el mismo efecto de dilución.
- Produce un mayor arrastre de las partes no activas de la película biológica**, procurando un contacto más efectivo de ésta con el influente.
- Tiende a procurar una **distribución vertical más uniforme de la película**.
- Se produce un **aumento de rendimiento**, como consecuencia del hecho de que el agua a tratar ya no pasa solamente una vez por el sistema, sino que, dependiendo del porcentaje de recirculación, hay una cierta parte de aquélla que pasa una vez, otra que pasa dos veces, otra tres, etc.

Se define como **coeficiente de recirculación** al cociente;

$$r = Q_R / Q$$

siendo:

r = coeficiente de recirculación

Q = caudal de agua residual entrado en la planta.

Q_R = caudal recirculado.

Se denomina **factor de recirculación** al número de veces que la materia orgánica pasa por el lecho.

Este factor viene dado por:

$$F = (1 + r) / (1 + 0,1 r)^2$$

Rendimientos

En función de la recirculación y de la DBO₅ de salida de los decantadores primarios pueden obtenerse las DBO₅ de salida del proceso de lechos bacterianos, según la tabla.

La siguiente fórmula establece el rendimiento de los lechos bacterianos. Es una ecuación que relaciona la eficiencia del lecho con la carga hidráulica y la orgánica específica. Es una expresión empírica obtenida del estudio del comportamiento de plantas reales.

$$E_1 = 1 / (1 + 0,443 \sqrt{W/VF})$$

siendo

E_1 = la eficiencia de la eliminación del DBO para el proceso

W = carga de DBO al lecho, en kg / día

V = volumen medio filtrante en m³

F = factor de recirculación.

RENDIMIENTO DE LECHOS BACTERIANOS EN FUNCIÓN DE LA RECIRCULACIÓN

DBO del decantador primario	DBO del efluente final (ppm)					
	Recirculación					
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
100	33	25				
125	41	32	25			
150	50	38	30	25		
175	58	44	35	29	25	
200	67	50	40	33	28	25
225	75	57	45	38	32	28
250	83	63	50	42	35	31
275		69	55	46	39	34
300		75	60	50	43	37

BIODISCOS Y BIOCILINDROS

Los biodiscos y biocilindros, realizan una misión similar a la de los lechos estáticos.

Los biodiscos y biocilindros se diferencian de los lechos bacterianos en que en estos el soporte normalmente está fijo. A su vez, entre ellos existen diferencias. **En los biodiscos, los elementos soporte del biofilm, están fijos, guardando distancias fijas entre los discos. En los biocilindros, el tambor está constituido por un elemento como contenedor de elementos sueltos.**

El proceso es válido como:

- **reductor de la materia orgánica,**
- **nitrificador y**
- **desnitrificador.**

Su funcionamiento puede sintetizarse, indicando que los **elementos soporte** integrantes de los biodiscos o biocilindros, **se sumergen parcialmente (40%)**, en las aguas residuales a tratar, contenidas en depósitos por los cuales fluyen las aguas y, **girando a baja velocidad**, exponen, alternativamente al **aire y al agua** a tratar, dichos elementos soporte que integran el equipo. Una **película biológica empieza a desarrollarse sobre sus superficies**. Cuando, por la rotación, una sección de los tambores sale del agua, arrastra consigo parte del agua misma que, goteando, forma una fina película líquida y, por lo tanto, con una elevadísima posibilidad de contacto y de intercambio con el oxígeno atmosférico. **El crecimiento biológico aumenta hasta alcanzar un espesor de 0,2 a 3,0 mm.**

DECANTACIÓN SECUNDARIA PARA LECHOS BACTERIANOS Y BIODISCOS

La decantación posterior a los reactores biológicos requieren unas velocidades ascensionales inferiores a la velocidad de caída de los flóculos formados. Para las aguas procedentes de lechos bacterianos no conviene pasar de **48 m³/m²/día**, considerando el caudal punta y la recirculación juntos.

La separación de los sólidos, después de un reactor biológico de lechos bacterianos, se realizará mediante clarificadores secundarios o decantadores secundarios.

6. FANGOS: TRATAMIENTO, USO Y ELIMINACIÓN

Procedencia de los lodos

En los procesos de depuración de aguas residuales, las aguas se han visto desprovistas de los sólidos en suspensión en dos etapas del proceso:

- En el **tratamiento primario** se produce por fenómenos meramente físicos una separación de parte de los sólidos debidos a su densidad.
- En el **tratamiento secundario** parte de la materia orgánica ha sido metabolizada y transformada en materia viva, pero la acción más importante es el efecto de floculación, que permite separar los flóculos de materia orgánica, materia viva y materia inorgánica en los decantadores secundarios.

Es preciso un **tratamiento de los fangos**, que se denomina **digestión**, tanto para el aprovechamiento de los lodos como para su eliminación.

En este proceso de digestión se pretende:

1. Disminución de materias volátiles
2. Mineralización de la materia orgánica
3. Concentración de lodos

Caracterización de los fangos:

Fangos de decantación primaria

Los fangos procedentes de decantación primaria son generalmente de consistencia limosa y color de marrón a gris, volviéndose sépticos y dando mal olor con gran facilidad.

Fangos de precipitación química

Los fangos que proceden de precipitación química son generalmente de color negro y su olor, aunque puede llegar a ser desagradable, lo es menos que los correspondientes a una decantación primaria típica. Asimismo, la velocidad de descomposición de los fangos es mucho menor.

Fangos de tratamiento secundario

Los fangos que proceden del tratamiento secundario, en el caso de fangos activados, son de color marrón, relativamente ligeros, y por estar bien aireados en el caso general, no suelen producir olor con tanta rapidez como los fangos primarios. Sin embargo, si por no estar suficientemente aireados se acercan a las condiciones sépticas, su color se oscurece y producen un olor tan fuerte como el fango primario.

Fangos de lechos bacterianos

Los fangos procedentes de lechos bacterianos son de color marrón y no producen olores molestos si están frescos.

Se degradan a una velocidad menor que los fangos procedentes del sistema secundario de fangos activados, salvo en el caso de que contengan una preponderancia de organismos superiores (gusanos, por ejemplo), en cuyo caso pueden llegar a dar olores muy rápidamente.

Fangos digeridos

El fango digerido tiene color entre marrón oscuro y negro, y contiene cantidades relativamente grandes de gas. Cuando está bien digerido prácticamente no produce olor o produce un olor relativamente débil que no es desagradable.

Espesado de Fangos

Utilidad y efectos del espesamiento

Antes de proceder a la eliminación o a la estabilización de los fangos que se han separado del agua residual, es conveniente, y frecuentemente rentable, proceder al espesamiento de los fangos purgados de los decantadores.

Se obtiene un **doble resultado**:

- Concentración de los fangos antes de su conducción a vertedero o la digestión. El volumen de fango a transportar o a tratar resulta así mucho menor, con el consiguiente ahorro de volumen en los digestores (menores caudales a tratar y bombear, depósitos más pequeños, menores pérdidas por radiación, aparatos menos costosos).
- Mezcla y homogeneización de los fangos procedentes de distintos decantadores, de gran interés en las plantas que tengan más de un decantador primario.

En las depuradoras con tratamiento secundario y recirculación de fangos, se puede conducir directamente el exceso de fangos sedimentados en la decantación secundaria a los espesadores, o bien a los decantadores primarios. En ambos casos se produce la mezcla con los extraídos de la decantación primaria, de forma que el caudal suministrado a digestión es de características homogéneas y tiene la suficiente concentración.

Dimensionado de los espesadores.

Para el dimensionado de los espesadores es necesario tener en cuenta, conjuntamente cuatro factores interrelacionados entre sí:

- **Capacidad de espesamiento:** de 6,0 a 0,8 kg / m² / día.
- **Velocidad ascensional:** de 10 a 30 m³/ m² / día
- **Altura del espesador:** de 2,5 a 3 m.
- **Tiempo de retención:** inferior a 6 horas.

Digestión de fangos

Procedimientos:

- **Digestión aerobia:** Digestión o estabilización de la parte fermentable de los fangos en presencia de aire, por acción de los microorganismos, y mineralización de la materia orgánica, con desprendimiento de anhídrido carbónico, agua y productos solubles inorgánicos.
Los tiempos de retención suelen ser de 12 a 14 días para una disminución de sólidos del 30 al 35%.
- **Digestión anaerobia:** La digestión anaerobia o anaeróbica **es el método más adecuado** para obtener un producto final aséptico, obteniendo las bacterias el oxígeno de la propia materia orgánica que le sirve de alimento.

La digestión es un proceso anaeróbico, en el que los materiales de descomposición pasan por varios procesos:

licuefacción, gasificación y mineralización, obteniéndose un producto final inerte con liberación de gases metano y el dióxido de carbono. Finalmente, la materia orgánica soluble es también descompuesta.

La digestión está influenciada por una serie de fenómenos, que determinan su eficacia:

- **Temperatura:**
los mesófilos entre 12 - 35°C, con un óptimo de 29 a 35°C
los termófilos de 37 – 65°C, y 55°C como optima.

- **Concentración de los sólidos:**

Tipo	Carga Kg SSV /d m ³ de digestor
Digestores convencionales	0,45 – 1,12
Digestores de alta carga	1,60 – 6,40

- **Mezcla del fango**
- **pH**
- **Ácidos volátiles en los fangos.**

SUPUESTOS DE EVALUACIÓN

1. Detalla los tipos de efluentes generados en las bodegas y su destino.

- Aguas pluviales: esta agua siempre que se pueda se deben separar de las contaminadas por el proceso para su vertido directo al medio ambiente puesto que carecen de sustancias que hayan alterado su calidad.
- Aguas de intercambio calórico: son aquellas empleadas en procesos de refrigeración o calentamiento, terminado su fin se suman a las aguas pluviales se reutilizan como aguas de limpieza siempre que no hayan sufrido cambios térmica pero en principio no es significativa.
- Aguas de limpieza: necesitan tratamiento pues proceden del lavado y desinfección de edificios, de maquinaria e instalaciones, y por lo tanto están cargadas con materias contaminantes.
- Aguas sanitarias o fecales. Este vertido recogerá el agua procedente de sanitarios y fregaderos por lo que sus resultan asimilables al doméstico.

2. Caracteriza los efluentes de las bodegas a la hora de implantar un sistema de depuración.

- Los efluentes de bodega no son caracterizados como tóxicos, tiene características que dificultan su gestión. A la hora de implantar un sistema de depuración es importante caracterizar los efluentes para seleccionar así una depuradora que se ajuste a las necesidades. Los efluentes de bodega destacan por:

- **Estacionalidad:** principal fuente de contaminación coincide con la vendimia y procesos posteriores del prensado, desmangado...
- **Discontinuidad a lo largo de la jornada:** la irregularidad diaria de los procesos en bodega dificulta seleccionar e implantar un tratamiento de depuradora.
- **Variabilidad según la bodega:** las características y el volumen de vertido dependen d la vinificación, materiales de depósitos, equipos...
- **Fuente de contenido de materia orgánica:** alto contenido de materia orgánica y elevado DQO
- **Importancia de la materia en suspensión:** elevado numero de materia en suspensión
- **carácter ácido.** pH moderadamente ácido (4-6)
- **presencia de polifenoles:** compuestos muy poco desagradables, y muy presentes en el vino.
 - **Déficit de nutrientes:** de nitrógeno y fósforo.

3. Diferencias entre vertidos a cauces y vertidos a colector.

	Vertidos a cauce	Vertidos a colector
Destino	Directa o indirectamente a aguas subterráneas.	Indirectamente a aguas superficiales.
Competencia de su Regulación	Estatal: organismos de cuenca.	Administración titular de la instalación receptora del colector.
	Regional: C. A. de La Rioja.	
Legislación aplicable	Ley de aguas y Reglamento del Dominio Público Hidráulico.	Ley de saneamiento y depuración de aguas residuales de La Rioja

4. Relaciona los principales parámetros analíticos de la contaminación de las aguas residuales entre vertidos domésticos y las aguas no asimilables a domésticas de las bodegas.

- **DBO5:** representa la cantidad de materia orgánica que tenemos en el agua, es la cantidad de oxígeno necesaria para estabilizar biológicamente la materia orgánica contenida en una muestra de agua incubada durante 5 días a 20°C. Mientras que el agua residual domestica con contaminación media fuerte puede presentar 350 mg/l, en bodega estos valores se encuentran entre 3000 y 15000 mg/l, no obstante dependerá de la operación de limpieza empleada.
- **DQO:** representa la cantidad de materia orgánica que hay en el agua residual, se estima el oxígeno necesario para oxidar químicamente la materia orgánica contenida en el agua. El agua residual urbana presenta valores de 500-700 mg/l y en bodega asciende a 5000-25000mg/l.
- **residuos en suspensión:** en urbano e encuentra entre 150-300 mg/l y en bodega ascienden a 1000-6000 mg/l
- **conductividad :** cantidad de sales disueltas en la muestra. En aguas domesticas esta entre 1000-2000 S/cm y en bodega se superan los 2000 S/cm
 - **pH:** es ácido , 4-5

5. Cuestiones a considerar de una bodega a la hora de la elección de un sistema de depuración a establecer (soluciones depurativas).

- Tamaño y capacidad de elaboración de las bodegas.
- Operaciones practicadas. Elaboración, crianza, almacenamiento, embotellado.
- Tipo de vino elaborado. Tinto, blanco, cava, etc. Y su forma de elaboración.
- Prácticas realizadas.
- Ubicación, si esta situada en el casco urbano en suelo urbanizable, si existe o no alcantarillado, si dispone o no se un espacio adecuado para instalar un sistema de depurado.
- Antigüedad de las bodegas. En La rioja hay bodegas que solo disponen de una red de saneamiento.
- Medio receptor del vertido. Verter a la red de alcantarillado municipal o a un cauce público influirá en la elección del sistema de depuración a implantar.

6. Haz una relación de las diversas tecnologías utilizadas para la depuración de las aguas residuales en la industria alimentaria.

A. Depuración físico-química o primaria.

- A.1. Tratamiento previo o pretratamiento.
- *Desbaste – tamizado – cribado.*
 - *Desarenado y desaceitado o desengrasado.*
 - *Homogeneización.*
- A.2. Tratamiento primario.
- *Ajuste de pH*
 - *Floculación.*
 - *Decantación y flotación.*
 - *Evaporación natural o forzada.*

B. Depuración biológica o secundaria.

- *Aireación prolongada.*
- *Filtros biológicos o lodos activos.*
- *Digestión anaerobia.*
- *Lecho bacteriano.*
- *Irrigación del terreno o rociado agrícola – filtro verde.*
- *Otros.*

C. Otras tecnologías para la depuración de las aguas residuales.

- *Filtración – Ultrafiltración.*
- *Desodoración.*
- *Esterilización.*
- *Adsorción Carbón activo.*
- *Osmosis inversa.*
- *Electrodialisis.*
- *Intercambio iónico.*

7. Especifica los tratamientos físicos y químicos que se utilizan en la depuración de aguas residuales en la industria alimentaria.**A. Depuración físico-química o primaria.**

- A.1. Tratamiento previo o pretratamiento.
- *Desbaste – tamizado – cribado:* eliminación de partículas groseras en suspensión.
 - *Desarenado y desaceitado o desengrasado:* eliminación de arenas y grasas flotantes.
 - *Homogeneización:* amortiguación de las oscilaciones de las oscilaciones de pH y de diversos parámetros contaminantes en general.
- A.2. Tratamiento primario.
- *Ajuste de pH:* corrección de las variaciones de los valores de pH.
 - *Floculación:* eliminación de partículas coloidales.
 - *Decantación y flotación:* eliminación de partículas y/o coloides.
 - *Evaporación natural o forzada:* concentración del efluente hasta obtener un lodo.

B. Depuración biológica o secundaria.

- *Aireación prolongada:* integrado por los procesos de aireación y decantación.
- *Filtros biológicos o lodos activos:* Transformación de los residuos orgánicos solubles en materia orgánica insoluble.
- *Digestión anaerobia.*
- *Lecho bacteriano.*
- *Irrigación del terreno o rociado agrícola – filtro verde:* Tratamiento directo de los efluentes susceptibles de ser degradados biológicamente por el suelo
- *Otros.*

8. Cuando es obligado el tratamiento físico de decantación.

Cuando posteriormente se vayan a aplicar las aguas al terreno o filtro verde, o en el caso de utilizarse un sistema biológico de lechos bacterianos.

9. Problemática de las grasas en el proceso de desengrasado en las depuradoras. Especifica que industrias alimentarias necesitan incorporar esta etapa de depuración.

Las grasas han creado muchos problemas en la técnica de la depuración de aguas residuales, especialmente en los elementos y procesos siguientes.

- En rejillas finas causan obstrucciones que aumentan los gastos de conservación.
- En los decantadores forman una capa superficial que dificulta la sedimentación al atraer hacia la superficie pequeñas partículas de materia orgánica.
- En la depuración por el sistema de fangos activados dificultan la correcta aireación.
- Perturban el proceso de digestión de los lodos.
- La DQO se incrementa en un 20 a 30% por las grasas contenidas en los vertidos.

10. Describe los factores que afectan el proceso de depuración biológica.**Temperatura:**

La depuración biológica se desarrolla de forma adecuada entre dos límites de temperatura 12 y 38°C.

pH:

Las enzimas tienen un intervalo reducido de actividad alrededor de un pH determinado y que, normalmente, no puede ser muy diferente del pH = 6,2 – 8,5.

Homogeneización:

El proceso metabólico se optimizará cuando logremos una homogeneización perfecta.
Los sistemas técnicos prácticos que logran una mayor homogeneidad son los fangos activos y los lechos bacterianos.

Inhibidores:

Las enzimas son activadas en estado coloidal.

Pueden inhibir su actividad las sustancias presentes en las aguas en forma de:

- Sales insolubles,
- Iones de metales pesados,
- Reactivos alcaloides,
- El cloro y sus compuestos.

Esta acción de los inhibidores puede actuar sobre los microorganismos destruyéndolos, o dejándolos en estado latente.

Cantidad mínima de nutrientes:

La condición adecuada, para que un agua residual pueda depurarse, es que la cantidad de nutrientes sea suficiente, pudiéndose estimar su contenido por las relaciones:

$$\text{DBO}_5 \text{ (ppm)} / \text{N}_{\text{TOTAL}} \text{ (ppm)} = 100 / 5$$

$$\text{DBO}_5 \text{ (ppm)} / \text{P}_{\text{TOTAL}} \text{ (ppm)} = 100 / 1$$

11. Breve descripción de las cuatro técnicas de depuración aeróbica

FANGOS ACTIVADOS: poner en contacto en un reactor el agua residual, la biomasa y el oxígeno disuelto en condiciones de agitación suficientes para mantener la biomasa en suspensión y asegurar un buen contacto con el oxígeno disuelto.

Después de un tiempo para que reaccione la masa de fangos activos se lleva a un decantador secundario donde se separa el agua clarificada.

Parte de los fangos sedimentados se devuelven al reactor para mantener la concentración constante de biomasa requerida, y el resto se elimina.

- Etapas: tamizado, neutralización, adición de nutrientes, homogeneización, depuración, decantación y la deshidratación de los fangos.

SBR: sistema secuencial discontinuo de fangos activados, donde la separación de fangos se hace en el reactor. Se inicia con una serie de tratamiento primarios como tamizado, ajuste de pH...

El proceso comienza con un llenado de agua bruta. Una vez cortada la alimentación comienza la fase de reacción donde se mezclan los efluentes con los fangos activados, y se va depurando por un tratamiento de agitación y aireación. Al cabo del tiempo se detiene y se decantan los fangos. El agua clarificada es evacuada para posteriormente ser extraídos los fangos contenidos en exceso dejando en el reactor una pequeña cantidad para el próximo proceso.

MBR: este es una mejora del SBR. Son reactores biológicos aerobios en los que se integra la degradación biológica aerobia de los efluentes con un proceso de filtración por membranas de ultra filtración. Combina clarificación, aireación y filtración en una sola etapa. Se diferencian de los demás por como se hace la separación física del agua depurada y la biomasa. El objetivo es tratar de aumentar la concentración de biomasa y solucionar los problemas de decantación de fangos haciendo circular los efluentes por una membrana mineral u orgánica.

LECHO MOVIL: nuevo sistema proyectado a sustituir a los convencionales sistemas de fangos activados.

Es un sistema de implantación sencilla que requiere mínima superficies y volúmenes respecto a otras tecnologías.

Se basa en el crecimiento de una biomasa en soportes plásticos que se mueven en el reactor biológico mediante la agitación generada por sistemas de aireación o mecánicos. La biopelícula que se forma en las paredes de los reactores plásticos se caracteriza por una mayor efectividad que los flocúlos biológicos y elevada superficie específica por unidad de volumen, esto hace que estos reactores sean de menor volumen que los fangos activos.

En las capas superficiales de la biopelícula tiene lugar las reacciones biológicas (eliminación de materia orgánica y nitrificación-desnitrificación) y oxidación de materia orgánica haciendo que queden sólidos de biofilm en suspensión en el agua evitando así una recirculación de fangos. Se separan físicamente del agua en un decantador.

12. Metodología del proceso de los fangos activos.

El proceso de fangos activos consiste en un reactor biológico seguido de una decantación.

- El reactor biológico, donde se mantienen los microorganismos y los flocúlos en suspensión, sirve para que dichos microorganismos lleven a cabo su acción metabólica, lográndose la floculación de las partículas en suspensión.
- Una vez alcanzada una floculación adecuada, las aguas con los flocúlos pasan al decantador secundario donde se realiza una separación sólido – líquido.

13. Caracterización de los lechos bacterianos.

- Bacterias autótrofas (fondo) y heterótrofas (superficie).
- Hongos (Fusarium).
- Algas verdes.
- Protozoos.

También se encuentran en el interior del lecho, animales más evolucionados, como gusanos, larvas de insectos, caracoles y limacos.

14. En que consiste el problema de la eutrofización.

Un río, un lago o un embalse sufren eutrofización cuando sus aguas se enriquecen en nutrientes. Podría parecer a primera vista que es bueno que las aguas estén bien repletas de nutrientes, porque así podrían vivir más fácil los seres vivos. Pero la

situación no es tan sencilla. El problema está en que si hay exceso de nutrientes crecen en abundancia las plantas y otros organismos. Más tarde, cuando mueren, se pudren y llenan el agua de malos olores y le dan un aspecto nauseabundo, disminuyendo drásticamente su calidad.

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

15. Resume la acción metabólica de los microorganismos en la depuración biológica.

La acción metabólica transforma los glúcidos, lípidos, ésteres, hidratos de carbono y prótidos en materia viva.

En el caso de bacterias heterótrofas, solo una parte del residuo orgánico biodegradable (coloides y sustancias orgánicas disueltas) es convertido en productos finales: gases y tejido celular biológico que puede eliminarse posteriormente.

16. Papel de la temperatura en el proceso de fangos activos.

La temperatura tiene, en el proceso de fangos activos, un papel muy importante. Su acción principal está en relación con:

- la acción metabólica de los microorganismos, con una acción creciente desde los 14°C hasta los 32°C, que vuelve a ser decreciente desde los 32°C hasta los 35°C, dentro de la zona mesofílica.
- La transferencia de oxígeno es casi constante en temperaturas entre 5 y 30°C, ya que a medida que aumenta la temperatura el oxígeno de saturación disminuye, pero aumenta el coeficiente de transferencia. Esta conclusión se considera válida para sistemas de aireación neumática o de poca turbulencia.

Para aireadores mecánicos puede considerarse los siguientes valores relativos de transferencia de oxígeno:

TRANSFERENCIA DE OXIGENO Y TEMPERATURA

Temperatura del agua °C	5	10	15	20	25	30
Valor relativo de Transferencia de O ₂	1,12	1	0,9	0,8	0,73	0,69

17. Importancia de la ventilación en los lechos bacterianos.

Para que se produzca una variación de la densidad que provoque el movimiento de la masa y así se airee.

18. Objetivos de la recirculación en los lechos bacterianos.

1. Efectúa una dilución del efluente, reduciendo el efecto que pueda producirse de una sobrecarga instantánea.
2. Reduce la tasa de crecimiento de la película biológica por el mismo efecto de dilución.
3. Produce un mayor arrastre de las partes no activas de la película biológica, procurando un contacto más efectivo de esta con el influente.
4. Tiende a procurar una distribución vertical más uniforme de la película.
5. Se produce un aumento de rendimiento, como consecuencia del hecho de que el agua a tratar ya no pasa solamente una vez por el sistema, sino que, dependiendo del porcentaje de recirculación, hay una cierta parte de aquella que pasa una vez, otra que pasa dos veces, otra tres, etc.

Se define como **coeficiente de recirculación** al cociente

$$r = Q_R / Q$$

Siendo:

- r = coeficiente de recirculación.
- Q = caudal del agua residual entrado en la planta.
- Q_R = caudal recirculado.

Se denomina **factor de recirculación** al número de veces que la materia orgánica pasa por el lecho, y viene dado por:

$$F = (1 + r) / (1 + 0,1r)^2$$

19. Como funcionan los biodiscos y biocilindros.

Su funcionamiento puede sintetizarse, indicando que los elementos soporte integrantes de los biodiscos o biocilindros, se sumergen parcialmente (40%), en las aguas residuales a tratar, contenidas en depósitos por los cuales fluyen las aguas, y girando a baja velocidad, exponen, alternativamente al aire y al agua a tratar, dichos elementos soporte que integran el equipo. Una película biológica empieza a desarrollarse sobre sus superficies. Cuando, por la rotación, una sección de los tambores sale del agua, arrastra consigo parte del agua misma que, goteando, forma una película líquida y, por lo tanto, con una elevadísima posibilidad de contacto y de intercambio con el oxígeno atmosférico. El crecimiento biológico aumenta hasta alcanzar un espesor de 0,2 a 3,00 mm.

20. A que se llama factor de recirculación.

Se denomina **factor de recirculación** al número de veces que la materia orgánica pasa por el lecho, y viene dado por:

$$F = (1 + r) / (1 + 0,1r)^2$$

21. Significado de la carga hidráulica y clasificación de los lechos respecto a ese factor.

La carga hidráulica es la que condiciona la velocidad de paso q través del material, y por lo tanto el tiempo de retención, que es el factor del que depende, en condiciones normales, la eliminación de la DBO, y el rendimiento del sistema.

Se expresa en m^3/d de agua por m^2 de superficie de lechos.

Tipos de lecho:

- De baja carga $>0,48 m^3 / m^2 / d$
- De media carga $1,1 - 10,0 m^3 / m^2 / d$
- De alta carga $14,0 - 45,0 m^3 / m^2 / d$

22. Caracterización de los fangos obtenidos en las distintas etapas de la depuración y forma de tratarlos.

- **Fangos de decantación primaria:** son de consistencia limosa y color de marrón a gris, volviéndose sépticos y dando mal olor con gran facilidad.

- **Fangos de precipitación química:** son generalmente de color negro y olor, aunque puede llegar a ser desagradable, lo es menos que los correspondientes a una decantación primaria típica. Asimismo, la velocidad de descomposición de los fangos es mucho menor.

- **Fangos de tratamiento secundario:** en el caso de fangos activados, son de color marrón, relativamente ligeros, y por estar bien aireados en el caso general, no suelen producir olor con tanta rapidez como los fangos primarios. Sin embargo, si por no estar suficientemente aireados se acercan a las condiciones sépticas, su color se oscurece y producen un olor tan fuerte como el fango primario.

- **Fangos de lechos bacterianos:** son de color marrón y no producen olores molestos si están frescos. Se degradan a una velocidad menor que los fangos procedentes del sistema secundario de fangos activados, salvo en el caso de que contengan una preponderancia de organismos superiores (gusanos, por ejemplo), en cuyo caso pueden llegar a dar olores muy rápidamente.

- **Fangos digeridos:** tienen entre color marrón oscuro y negro, y contiene cantidades relativamente grandes de gas. Cuando está bien prácticamente no produce olor o produce un olor relativamente débil que no es desagradable.

24. Establece las características del sistema de depuración BMR o MBR y ventajas con respecto a la depuración convencional.

- permite concentrar los efluentes hasta valores de $11 - 15 g/l$ de materias en suspensión, mejorando el rendimiento de la bacterias y reduciendo de manera importante el volumen de la obra civil de la estación depuradora.

- el agua depurada puede resultar con una carga menor de $50 mg/l$ de DQO comparado con los $90 - 100 mg/l$ d sistemas de fangos.

- la alta concentración de biomasa alcanzada en el interior de los reactores biológicos gracias a las membranas, permite: menor volumen en el reactor biológico, menos producción de fangos respecto al modelo tradicional, mejor calidad en el agua de salida, se puede reutilizar el agua por estar exenta de bacterias y virus y es un mantenimiento electromecánico.

VENTAJAS

- Las cargas altamente variable como en concentración y caudal, no tiene efectos adversos en la planta.

- No depende de la velocidad de sedimentación de la biomasa

- Excelente calidad del vertido. Son aguas aptas para riego según la normativa europea.

- El 100% del agua tratada se adecua a cualquier aplicación.

- Mínima ocupación del espacio.

- Menor producción de fangos.

- Posibilidad de ampliación de módulos.

- Las plantas existentes pueden ampliarse un 500%, sin necesidad de obra civil, simplemente añadiendo membranas a las cubas existentes.

- Cualquier planta puede ser controlada y operada por un sistema remoto.

25. Determina las peculiaridades de los tratamientos biológicos y establece para que aguas residuales y que tipo de industrias alimentarias conviene aplicar estos sistemas de depuración

Ventajas

- Energética: consumo energético muy pequeño comparado con el tratamiento aerobio.
- Producción de fangos: la producción de fangos en estos sistemas también es menor que en aerobios.

Desventajas

- Mayor sensibilidad a tóxicos, sobre descargas...
- Mayor necesidad de control de la operación
- Crecimiento lento de microorganismos: puestas en marcha y re-arrancas lentos y delicados

Condiciones de operación en digestión anaerobia

- Tº de 35-40 °C en el rango mesófilo. Influye sobre la actividad de microorganismos y la relación de pH. Este es un factor esencial.

- pH óptimo entre 6'5 y 7'5
- Potencial redox: < -350 mV. Condiciones anaerobias estrictas.
- Nutrientes. Menos necesidad que los tratamientos aerobios

Estos tratamientos son para aguas residuales con alta carga orgánica. Interesa para instalaciones de gran tamaño que generen un volumen importante de vertidos líquidos.

Requieren un coste superior de inversión al tratamiento clásico, por lo que no es aconsejable para bodegas de tamaño pequeño – medio que no dispongan de personal para su mantenimiento que es complejo y delicado.

Por debajo de 2000mg/l de DQO no merece la pena instalarlo, interesa por encima de 10.000mg/l y aun así hay que hacer un estudio siempre que el volumen de vertido sea importante.

26. En que consiste la gestión de las aguas residuales por un gestor autorizado.

Recoger los vertidos almacenándolos en un depósito para posteriormente llevarlos a una planta de depuración donde se mezclarán con el conjunto global de las aguas residuales a tratar, pagando el coste de la retirada del volumen de agua como sucede en la gestión de los demás residuos. Es una posibilidad perfectamente encajada en la legislación medioambiental. Un requisito exigido si se opta por emplear este sistema es que se deben cumplimentar todos los documentos y registros requeridos por la administración competente para que quede constancia de que la gestión de los residuos se ha llevado de forma correcta y a través de un gestor autorizado por la Comunidad Autónoma competente.

27. Razones y problemática del filtro verde aplicado en efluentes de bodega. Necesidades y condiciones que debe de reunir la aplicación de un filtro verde.

Razones:

- Sistema que pasa más desapercibido
- Requiere menos obras de infraestructura
- Tiene poco mantenimiento
- No produce olores desagradables si esta bien implantado.
- Costes de instalación y mantenimiento bajos
- Requiere poco espacios para las instalaciones ajenas.
- Permite aprovechar la jardinería y viñedo existente alrededor de la empresa para depurar las aguas
- Mejora la estructura y fertilidad del suelo y disminuye los problemas de clorosis férrica.
- Se puede utilizar en todas las industrias agroalimentarias

Problemática:

- El aporte de agua residual no debe superar el poder auto depurante del suelo para no colmatar físicamente el terreno contaminando el acuífero.
- Se puede producir una contaminación biológica en la salida de goteros por acumulación de algas.
- Acumulación de sales ya que las aguas residuales aportan potasio.
- Acidificación de suelos.
- Problemas de olores y aguas negras.
- Escorrentía de terrenos en pendiente.