

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

## OPERACIONES EN EL TRATAMIENTO DE UNIDADES BIOLÓGICAS




1

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

- **Sistema de crecimiento en suspensión**
  - Convencional:
    - **Lodos Activos Mezcla completa**
    - Lodos Activos Flujo pistón,
    - Alimentación escalonada,
    - Contacto-estabilización,
  - Alta carga: Alta relación F/M; bajos THR; Bajos TRS, Alta actividad de lodos.
    - Pozos profundos,
    - Sistemas con O<sub>2</sub> puro (sistemas cerrados y sistemas abiertos)
  - Aireación prolongada: Baja F/M; altos THR y TRS; baja actividad de lodos.
    - Canales de oxidación
- **Sistemas fijos o de biopelícula**
  - Sistemas fijos:
    - Lechos bacterianos o filtros percoladores
    - Filtros biológicos inundados
  - Sistemas móviles o híbridos.
    - Biodiscos y biocilindros
    - Contactores biológicos rotativos

2

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

### Tecnologías no convencionales o de bajo coste

- Tecnologías blandas:
  - Filtro verde,
  - Escorrentía superficial
- Tecnologías semi-blandas.
  - Filtros de turba
  - Contactores biológicos rotativos (CBR)
  - Biocilindros
  - Lechos bacterianos o filtros percoladores
- Sistemas de lagunaje
- Humedales
- Tecnologías mixtas

3

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

### Atendiendo a la forma de depositar el agua

- Lagunas anaerobias
- Lagunas aireadas
- Lagunas de oxidación.
  - Lagunas facultativas
  - Lagunas de alta velocidad
  - Lagunas de maduración
  - Lagos de purificación
- Humedales

4

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

### Aplicaciones sobre el terreno

- Aplicaciones sub-superficial:
  - Zanjas Filtrantes,
  - Lechos filtrantes
  - Pozos filtrantes
  - Filtros intermitentes de arena
- Aplicación superficial.
  - Filtro verde
  - Infiltración rápida
  - Escorrentía superficial

5

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

- **A. CULTIVO EN SUSPENSIÓN**
  - 1. **Sistemas sin recirculación de lodo**
    - Proceso anaerobio convencional (continuo, discont. o por cargas)
    - Reactor tubular
    - Reactor de tanque agitado
    - Digestión seca
  - 2. **Sistemas con separación externa y recirculación de lodo**
    - Proceso anaerobio de contacto
  - 3. **Sistemas con sedimentación interna**
    - Manto de fango flujo ascendente (UASB)
- **B. CULTIVO FIJO**
  - 1. **Lecho fijo**
    - Filtro anaerobio
    - Lecho fijo descendente
  - 2. **Lecho expandido y fluidizado**
  - 3. **Otros procesos:**
    - Lecho móvil
    - Lecho reciclado
- **C. PROCESOS MÚLTIPLES**
  - 1. Sistemas mixtos
  - 2. Sistemas híbridos
  - 3. Sistemas con separación de etapas

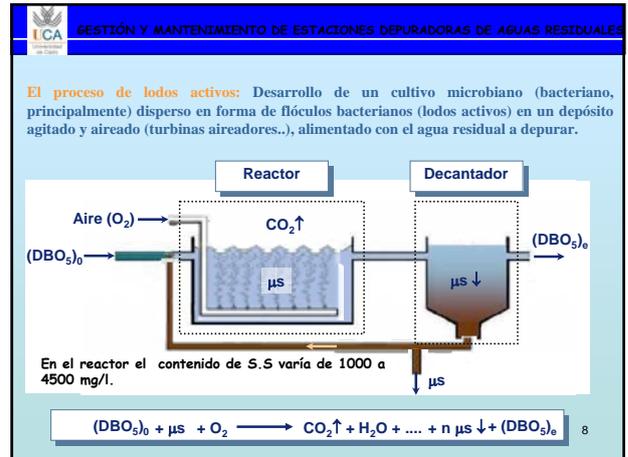
6

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

## ÍNDICE

1. Lodos Activos (mezcla completa)
2. Tecnologías no convencionales
  - 2.1. Lechos bacterianos o filtros percoladores
  - 2.2. Lechos de turba
  - 2.3. Contactores biológicos rotativos
  - 2.4. Filtros verdes
  - 2.5. Lagunaje
3. Reactores Anaerobios

7



ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

### a. PARÁMETROS DE OPERACIÓN

1. Carga orgánica y relación F/M  
 Necesidad de controlarlas. Variaciones: cambios estacionales, vertidos incontrolados  
 - Carga orgánica: (0.4 y 1.2 kg DBO<sub>5</sub>/m<sup>3</sup>·d).  
 - Relación F/M: 0,3-0,6 kg DBO<sub>5</sub>/kg SST·d // 0.2 - 0.6 Kg DBO<sub>5</sub>/Kg SSV · d
2. THR en la cuba aireación y Edad del fango  
 THR : 4-8 h . Lavado de la población  
 Edad Fango: Óptima de cada planta. Fijarla con la experiencia. Criterios: buena sedimentabilidad, alta tasa de respiración específica y cultivo apropiado de microorganismos. Edad óptima: 3 - 5 días (>10 aire.prolon.)
3. Concentración de sólidos (MLSS) y Concentración de sólidos volátiles en el licor mezcla (MLVSS, Concentración de microorganismos).  
 Causas de las variaciones: Presencia de tóxicos, falta de alimento (metabolismo endógeno), incremento de evacuación de fangos activos  
 La [MLSS] varía entre 1.000-4.500 mg/l con valor típico de 2.5-3 g/l.  
 El 80% son MLVSS. El n° de microor. en el licor mezcla es de 10<sup>12</sup>-10<sup>18</sup> /100mL. <sub>g</sub>

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

### a. PARÁMETROS DE OPERACIÓN

4. Porcentaje de recirculación  
 Cantidad de fangos que hay que mantener en la unidad respecto al caudal entrante para que no exista grandes variaciones de la concentración de microorganismos dentro del reactor. Oscila entre el 10-30% del Q de entrada y su conconcentración 3-4 veces del que llega al decantador 2°  
 Comprobar la profundidad del manto de fangos del decantador.
5. Caudal de purga: Lo establece el operador THR en el decantador : 2-4 h.
6. Índice volumétrico de fangos (IVF).  
 Valores de IVL > 120, indican poca sedimentabilidad. Valores de IVL < 80 son buenos y < 50 muy buenos. El IVF adecuado debe mantenerse dentro de un tiempo razonablemente corta. Para concentraciones de biomasa de 800 - 3500 mg/l oscilan entre 100 y 35 ml. En las plantas que funcionan normalmente, está cercano a 100.
7. Velocidad de sedimentación zona! . Medida del TR lodo decantador 2°. (VSZ)  $\approx \frac{10}{6m/h}$

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

### a. PARÁMETROS DE OPERACIÓN

8. Aireación y concentración de oxígeno disuelto.
  1. Lazo de control más importante de la EDAR.
  2. Concentración: 1.5-4 mgO<sub>2</sub>/L (valor óptimo 2 mg O<sub>2</sub>/L ) que favorezcan el tipo de microorganismos deseado y no suponga un gasto excesivo.  
 Menos de 1 mg/L comienzan a aparecer filamentosas (mala decantación, arrastre de sólidos en el efluente, menor rendimiento, generación de sustancias intermedias que producen malos olores...)  
 Más de 4, el movimiento de la masa por el aire puede llegar a romper los flóculos, además de aumentar el consume energético.
  3. Si la concentración disminuye, o es debido a una aireación insuficiente o a un aumento en la demanda de oxígeno.
  4. Realizar la medida del oxígeno disuelto en 4-5 puntos de la cuba de aireación.

11

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

### b. FACTORES PARA CONTROLAR EL PROCESO

1. Características de las aguas residuales: caudales y concentración.
  1. Las ordenanzas municipales establecen los productos que se pueden o no verter y sus concentraciones. Necesidad de:
    - un control rutinario del vertido
    - establecer sistemas alternativos de evacuación o tratamiento previo de descargas de sustancias potencialmente peligrosas para el sistema.
  2. Grandes cantidades de agua en la EDAR plantean los problemas:
    - a. Menores TRH (sobrecarga hidráulica)
    - b. Mayor cantidad de arena que disminuyen el contenido en SV
    - c. Cambio brusco de la Tª en el reactor

↓

Buenas relaciones con las industrias que vierten al sistema de alcantarillado para prevenir la llegada de sustancias peligrosas o volúmenes excesivos, etc.

Conocer las actividades de mantenimiento del sistema colector de las aguas residuales (rupturas de tuberías, desatranque de tuberías, etc.)

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

**b. FACTORES PARA CONTROLAR EL PROCESO**

*2. Calidad exigida al efluente.*

La que indica la legislación. Esta puede variar por:

1. Variación de caudal medio en relación con el diseño,
2. Un aporte de sustancias tóxicas o difícilmente biodegradables.
3. Una disminución del oxígeno disuelto,
4. Variaciones extremas de sólidos en suspensión en el licor de mezcla.

Para lograr un buen efluente hay que:

1. Mantener una adecuada edad/actividad de los fangos.
2. Vigilar la carga de sólidos del influente y el nivel de SVS en el biológico.
3. Controlar el caudal de recirculación de fangos.
4. Controlar el THR en la cuba. Si este es excesivamente corto, puede corregirse:
  - a. Aumentándolo
  - b. Aumentando la concentración de sólidos en los fangos recirculados.

13

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

**b. FACTORES PARA CONTROLAR EL PROCESO**

*3. Reparto por igual del caudal entre las diversas unidades de tratamiento*

*5. Control eficaz y evacuación de los residuos interiores (sólidos, flotantes y sobrenadantes).*

Eliminar los sólidos (salvo los que se van a recircular) de la instalación para evitar su retorno al caudal de entrada en proceso de tratamiento.

Mantener una concentración de sólidos en la recirculación de fangos lo más elevada posible, para reducir la cantidad de agua que retorna al reactor.

*6. Mantener la cuba en las mejores condiciones ambientales posibles para que los microorganismos puedan trabajar adecuadamente.*

Evitar la llegada de ácidos, bases, sustancias tóxicas, etc. que perjudiquen a los organismos; idem concentración de oxígeno, no añadir cloro para controlar el olor pues es un desinfectante que puede matar a los microorganismos

14

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

**b. FACTORES PARA CONTROLAR EL PROCESO**

*7. Necesidad de controlar el consumo energético*

El proceso de lodos activos consume entre 40-70% de la energía total de la depuradora. Este consumo depende de la optimización:

1. Del número de unidades en funcionamiento según la carga real que le llegue a la planta
2. Del tiempo de residencia celular
3. De los niveles de consumo de oxígeno
4. Del tipo de equipo usado para suministrar el O<sub>2</sub>

Necesidad de energía para homogenizar la cuba: 30W/m<sup>3</sup>

15

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

**b. FACTORES PARA CONTROLAR EL PROCESO**

*8. Necesidad de controlar la población de los microorganismos*

Puede realizarse a través de las siguientes variables:

1. Edad del fango
2. Concentración de lodos en la cuba de aireación
3. Concentración del fango en el decantador 2º.
4. Caudal de recirculación de fangos

16

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

**b. FACTORES PARA CONTROLAR EL PROCESO**

*9. Caudal de fangos recirculados y purgados*

Caudal recirculado:

- a. Se recircula entre el 20-30% del caudal de agua bruta.

Su concentración es entre 3-4 veces mayor que la concentración de sólidos en el licor mezcla (entre 2-10 g/l)

Caudal purgado:

1. La cantidad de fangos purgados desde el decantador puede variar entre 1-20% del caudal total que entra al decantador 2º.

17

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

**c. OPERACIONES PREVIAS A LA PUESTA EN MARCHA DE LA CUBA DE AIREACIÓN.**

1. Limpiar las conducciones, pozo de fangos, tuberías, válvulas, compuertas, etc. de todas las basuras y restos de piedras, madera, hormigón, etc.
2. Compuertas y válvulas de fangos. Abrir y cerrarlas para comprobar su fácil manejo. Engrasar las partes que sean necesarias (vástago de la compuerta)
3. Bombas de recirculación y de evacuación de fangos.

Comprobar la lubricación y la alineación de todos los elementos. Para ello, desconectar el motor de la bomba para evitar que se arranque por accidente.

Leer las medidas de la presión en la aspiración y descarga. Registrar estos datos para poder comprobar posteriormente

4. Los vertederos han de estar a la misma altura. Si no lo están el efluente no se distribuirá uniformemente, lo que provocará caminos preferenciales y una distribución desigual de los sólidos en el efluente.

18

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

**c. OPERACIONES PREVIAS A LA PUESTA EN MARCHA EN LA CUBA DE AIREACIÓN.**

**5. Sistema de aire:**

- Motor de las bombas.**
- Soplantes (compresores).** Comprobar las válvulas de aspiración y descarga abriéndolas y cerrándolas. Arrancar estos equipos en vacío
- Filtros** (retienen el polvo y la suciedad del aire antes de comprimirlo y enviarlo al tanque de aireación)
- Conducciones principales de aire**
- Difusores.** Posibilidad de sacarlos del agua para reparar
- La sala debe estar cerrada para evitar la entrada de polvo, animales, etc.

19

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

**d. PUESTA EN MARCHA DE LA CUBA DE AIREACIÓN.**

**1º día.**

- Arrancar las soplantes y pasar el aire a través de los difusores.
- Llenar los tanques de agua residual hasta la profundidad normal de funcionamiento.
  - Se puede ayudar a la formación de lodos, la adición de tierra de jardín mezclada con el agua.
  - La adición de un camión de fangos activos procedentes de una instalación cercana también puede ayudar al proceso.
- Cada 2-3 horas de aireación se mide el O<sub>2</sub> en los extremos y en el centro de la cuba.
- Empezar a llenar los dos decantadores. Cuando estén llenos en sus 3/4 partes comprobar el mecanismo colector y las bombas de recirculación de fangos.

20

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

**d. PUESTA EN MARCHA DE LA CUBA DE AIREACIÓN.**

- Ajustar el caudal de las bombas de recirculación de fangos. El caudal de recirculación debe ser entre el 20-30% del caudal de aguas residuales brutas
- Ajustar el tiempo de residencia de sólidos en el decantador 2º. Deben estar alrededor de 2-4h.

**2º día.** Prueba de sedimentabilidad de fangos. El proceso marcha bien si una pequeña cantidad de partículas han empezado a sedimentar en el cilindro a una profundidad de 10-20 mL en una hora.

**3º-5º día.**

Cuba: Controlar de nuevo los niveles de oxígeno y el caudal de recirculación.

Controlar la formación de lodos: Hasta las 72 horas de aireación no se empieza a notar una formación adecuada de los mismos.

21

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

**d. PUESTA EN MARCHA DE LA CUBA DE AIREACIÓN.**

**6º día.**

- En el decantador 2º se debe tener ya un efluente suficientemente claro. Comprobarlo a través del IVL, prueba que nos indicará también:
  - las características de floculación, sedimentación y compactación de los fangos.
  - el índice de crecimiento de fangos,
  - cuanto fango hay que recircular, ya que si el caudal de recirculación es demasiado bajo habrá un nº insuficiente de microorganismos en la cuba
- Controlar el tiempo de retención de los fangos en el decantador. Un tiempo de retención demasiado largo podrían hacer que los fangos se volvieran sépticos; si hay acumulación excesiva de fangos, produce un profundo manto de fangos que hace que parte de los sólidos salgan con el efluente.
- Comprobar la profundidad del manto de fangos en el decantador 2º.

22

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

**d. PUESTA EN MARCHA DE LA CUBA DE AIREACIÓN.**

**En días sucesivos controlar:**

- La cantidad de fangos del sistema,
- La salud de los organismos
- La cantidad de microorganismos que vuelven a la cuba de aireación
- La concentración de los fangos recirculados que debe ser de 3 a 4 veces mayor que la concentración de los sólidos en el licor mezcla (oscila entre 2-10 g/L).
- La cantidad de fangos activos evacuados para su tratamiento que puede variar de 1-20% del caudal total entrante.

23

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

**e. PROBLEMAS DE OPERACIÓN**

<b>En la cuba de aireación:</b>	<b>En el clarificador:</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>Baja concentración de oxígeno</li> <li>Mezcla insuficiente</li> <li>Demasiadas turbulencias</li> <li>Formación de espumas</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Arrastre de sólidos en el efluente</li> <li>Bulking</li> <li>Elevación de sólidos</li> </ol>

**Herramientas para resolverlos:**

- Variación en la cantidad de oxígeno que se transfiere
- Balance de masa y ajustes de caudales
- Añadir floculantes (caros y no atajan a veces la causa)
- Cloración: elimina a los microorganismos indeseados. Problemas

24

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

**e. PROBLEMAS DE OPERACIÓN**

*Desarrollo de bulking*

Producido por un aumento del volumen de los SVS. El manto de lodos del decantador 2º asciende hasta el punto que parte de los mismos se vierten empeorando la calidad.

Medidas correctivas:

1. Agregar cal hidratada en el reactor para elevar el pH
2. Disminuir el contenido en SS por floculación química
3. Airear los fangos antes de que entren en el reactor
4. Aumentar el volumen de aire en la cuba de aireación
5. Disminuir la carga del reactor

25

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

**ÍNDICE**

1. Lodos Activos
2. Tecnologías no convencionales
  - 2.1. Lechos bacterianos
  - 2.2. Lechos de turba
  - 2.3. Contactores biológicos rotativos
  - 2.4. Filtros verdes
  - 2.5. Lagunaje
3. Reactores Anaerobios

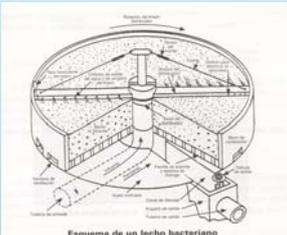
26

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

**1. INTRODUCCIÓN**

**Lecho bacteriano**

- Sistema de lecho fijo. El agua residual y el aire circulan libremente a través de los huecos que deja el material de soporte.
- Los organismos de la biopelícula oxidan a la M.O.
- Partes del sistema: medio y estructura soporte, sistema drenaje, sistema distribución
- El lecho suele ser circular o rectangular y el medio puede ser de piedras o material sintético.



Esquema de un lecho bacteriano

27



ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

**1. INTRODUCCIÓN**

**Parámetros de Operación**

Parámetro de operación	Alta carga		Media Carga	Baja Carga
	Piedra	Plástico		
Carga Orgánica (KgDBO/m <sup>3</sup> -d)	0.3-1.0	1.0-5.0	0.24-0.48	0.08-0.32
Carga Hidráulica (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> -h)	0.5-1.5	1.5-3.0	4-10 m/d	1-4 m/d
Profundidad (m)	<3.0	<7.0	<3.0	<3.0
Rendimiento (%DBO eliminada)	60-80	65-85	60-80	90-95

29

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

**2.1 PUESTA EN FUNCIONAMIENTO Y MANEJO**

**ANTES DE LA PUESTA EN SERVICIO**

✓ Comprobar:

1. Que todas las válvulas del sistema funcionan adecuadamente.
2. Que se ha puesto aceite en los elementos mecánicos y en el brazo distribuidor
3. Brazos distribuidores: ajustados y nivelados; que no existan vibraciones o roces y que no hay elementos en su interior.
4. Orificios de salida del agua: posición y que no están obstruidos
5. Examinar el sistema inferior de drenaje para evitar daños en el sistema y facilitar la salida libre del agua

30

ICCA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

## 2.1 PUESTA EN FUNCIONAMIENTO Y MANEJO

### PUESTA EN SERVICIO

1. Abrir la entrada del agua y observar en los brazos rotativos
  - Si giran suavemente
  - Si la velocidad de giro es adecuada
  - Si la distribución de las aguas es homogénea
2. Fijarse en el tiempo en que tardan los microorganismos en aparecer sobre el lecho: condiciones meteorológicas, de las características del agua, etc. Varias semanas para pleno funcionamiento.
3. Clorar el agua de salida durante los primeros días de puesta en marcha de la planta, pues la biopelícula aún no está bien formada.
4. Comprobar los canales de recogida del efluente para asegurarse de que no hay piedras, restos de obra, etc.

31

ICCA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

## 2.1. CAUSAS DE LOS BAJOS RENDIMIENTOS EN UN LECHO BACTERIANO. SOLUCIONES

- **pH:**
  - El pH del efluente, se moverá hacia el punto neutro.
  - Para corregir el pH de entrada: neutralización química.
- **Recuento de coliformes:**
  - La presencia de sólidos en el efluente dificulta su control.
  - Incluso la presencia de elevadas cantidades de cloro no asegura que no haya microorganismos en el efluente cuando hay sólidos.
  - Si los tratamientos anteriores han funcionado, la desinfección con cloro será suficiente.
- **Niveles bajos de Oxígeno en el efluente:**
  - Aumentar la recirculación
  - Airear el efluente mediante agitación, etc.
- **Turbiedad:**
  - Está relacionado con los sólidos. Los efluentes de los lechos bacterianos tienden a ser ligeramente turbios.

ICCA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

## 2.1. CAUSAS DE LOS BAJOS RENDIMIENTOS EN UN LECHO BACTERIANO. SOLUCIONES

- **Elevada cantidad de sólidos en suspensión en el efluente. Causas:**
  1. Fuerte arrastre de fangos en los lechos.
  2. Altas cargas orgánicas o hidráulicas
  3. Carga de choque por residuos tóxicos
  4. Caminos preferenciales en el lecho o en el decantador final
- **DBO elevada a la salida.** Actuar sobre el caudal de recirculación y sobre el esquema de funcionamiento de la unidad y de la planta.
- **Otros problemas**
  - Estancamiento,
  - Olores,
  - Presencia de insectos,
  - Congelación.

Solución: Actuar sobre el caudal de recirculación y sobre el esquema de funcionamiento de la planta.

33

ICCA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

## 2.1. PROBLEMAS DE EXPLOTACIÓN EN LECHOS BACTERIANOS.

Los lechos bacterianos presentan pocos problemas de explotación y requieren poca atención

- **El estancamiento:** Es la consecuencia de una pérdida de espacios abiertos en el lecho y se puede deber a:
  - ✓ elevado espesor de la biopelícula debido a una excesiva carga orgánica.
  - ✓ uso de un material inadecuado: demasiado pequeño, tamaño no suficientemente uniforme, ...

Los estancamientos de poca importancia pueden eliminarse:

- ✓ Regar la superficie con agua a alta presión.
- ✓ Parar el distribuidor rotativo sobre la zona estancada.
- ✓ Inundar el lecho durante 24 h para que se produzca el desprendimiento de la película bacteriana.
- ✓ Dosificar 5 mg/l de cloro durante varias horas.
- ✓ Remover o agitar manualmente la superficie del lecho con un rastrillo, barra, etc.
- ✓ Cerrar la entrada de agua al lecho durante varias horas. La película bacteriana se seca y parte se desprende.

34

ICCA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

## 2.1. PROBLEMAS DE EXPLOTACIÓN EN LECHOS BACTERIANOS.

- **Olores:**

Los malos olores indican condiciones anaerobias. Deberán tomarse *medidas correctoras*:

  - ✓ Mantener condiciones aerobias.
  - ✓ Comprobar la ventilación del lecho. Examinar las conducciones de ventilación.
  - ✓ Aumentar el caudal de recirculación para suministrar más oxígeno al lecho.
  - ✓ Utilizar desodorantes (último recurso).
- **Moscas en el lecho bacteriano: "psychoda"**
  - Se encuentran fundamentalmente en los sistemas de baja carga.
  - Se controlan:
    - Aumentando la recirculación
    - Aplicando insecticidas autorizados.
    - Inundando el lecho para evitar que se complete el ciclo vital.
    - Aplicación semanal de una dosis reducida de cloro.
    - Mediante limpieza y mantenimiento adecuado de la instalación

35

ICCA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

## 2.1. PROBLEMAS DE EXPLOTACIÓN EN LECHOS BACTERIANOS.

- **Problemas climáticos:**
  - Las aguas residuales finamente pulverizadas pueden congelarse en tiempos fríos.
  - Se evita la congelación:
    - \* Reducir pérdidas de calor (pantallas...)
    - \* Añadir agua caliente al influente.
    - \* No dejar parado el sistema.

36

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

## 2.1. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS LECHOS BACTERIANOS

### Mantenimiento

- Asegurarse de que la carga hidráulica se mantiene dentro de los límites establecidos en el proyecto.
  - Si es demasiado baja pueden producirse condiciones sépticas en el decantador.
  - Si es excesiva los sólidos pueden ser arrastrados fuera del mismo.
- Solución: Controlarla con el caudal de recirculación.
- Comprobar el drenaje inferior por si hay acumulación de residuos que provoquen obstrucciones.
- Durante las puntas de caudal, reducir o eliminar la recirculación para evita sobrecargas
- Emplear caudales de recirculación los más bajos posibles, para ahorra energía.

37

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

## 2.1. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS LECHOS BACTERIANOS

### Mantenimiento

- Mantenimiento del equipo de giro (cojinetes, cierres, etc.):
- Engrasarlo adecuadamente
- Brazos del distribuidor: Operaciones
  - ✓ Observar diariamente si el distribuidor funciona suavemente.
  - ✓ Observar a diario el funcionamiento de los orificios y limpiarlos.
  - ✓ La velocidad de rotación del distribuidor no debe ser excesiva (seguir instrucciones fabricante)
  - ✓ Limpiarlo semanalmente.

38

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

## 2.1. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS LECHOS BACTERIANOS

### Mantenimiento

- La recirculación:
  - ✓ La recirculación, en general, diluye las aguas brutas y disminuye la carga orgánica.
  - ✓ En períodos de bajo caudal entrante: aumentar la recirculación para evitar la falta de agua en la capa biológica (disminuye moscas).
  - ✓ En horas punta: interrumpir o reducir la recirculación (sobrecarga hidráulica).
  - ✓ Comprobación del sistema de drenaje inferior (acumulación residuos)
  - ✓ Emplear los caudales de recirculación más bajos posibles para ahorrar energía y reducir la carga hidráulica

39

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

## 2.1. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS LECHOS BACTERIANOS

- Seguridad:
 

Para trabajar con seguridad en un lecho bacteriano hay que adoptar algunas precauciones:

  - ✓ Cortar el paso del agua al distribuidor y dejar que se pare totalmente, antes de intentar trabajar con él.
  - ✓ La capa biológica sobre un lecho bacteriano es muy resbaladiza, por lo que hay que tener cuidado cuando se anda por ella.

40

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

## 2.1. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS LECHOS BACTERIANOS

- Problemas operativos:
  - Puesta en marcha muy lenta.** Tiempo para la formación de la biopelícula: variable. Depende de muchas circunstancias: tipo de relleno, climatología, etc. Valor medio: 8-9 días. Si son necesarios más de 8-9 días para la maduración del lecho en clima templado, las causas pueden ser:
    - Insuficiencia de carga orgánica 
    - Disminuir recirculación
    - Vertidos industriales que cambien el pH o contengan elementos tóxicos. 
    - Evitar estos vertidos (corregir el pH).

41

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

## 2.1. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS LECHOS BACTERIANOS

- Pérdida brusca de la película biológica.**

Se puede deber a un vertido tóxico puntual. Realizar un lavado energético del lecho, y permitir la recuperación natural de la biomasa.
- Formación de charcos en la superficie del lecho.**

Hay varias causas posibles:

  - Granulometría del medio poroso no adecuada. Sustituir el medio.
  - Carga orgánica demasiado alta. Aumentar la recirculación o ampliación de la EDAR.
  - Poco rendimiento en el tto. Primario.
  - Excesiva cantidad de biomasa. Lavar el lecho.

42

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

## 2.1. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS LECHOS BACTERIANOS.

### 4. Formación de espumas en el drenaje.

Se debe a la presencia de detergentes. Para combatirlos: pulverizar agua sobre las zonas donde se acumulen las espumas.

*Los parámetros a controlar diariamente son:*

- pH.
- Oxígeno disuelto.
- Temperatura.
- Sólidos sedimentables.

43

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

## ÍNDICE

1. Lodos Activos
2. Tecnologías no convencionales
  - 2.1. Lechos bacterianos
  - 2.2. Lechos de turba
  - 2.3. Contactores biológicos rotativos
  - 2.4. Filtros verdes
  - 2.5. Lagunaje
3. Reactores Anaerobios

44

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

## LECHOS DE TURBA: INTRODUCCIÓN

- La turba es un material resultado de la acumulación y degradación biológica de materia vegetal en condiciones de falta de oxígeno
- El proceso consiste en una filtración a través de una capa de turba (50 cm) de determinadas características, asentada sobre un sistema drenante de arena (15 cm) y ésta a su vez sobre una capa de grava (15 cm) y un dispositivo de drenaje que recoge el efluente



45

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

## LECHOS DE TURBA: INTRODUCCIÓN

- El agua residual se filtra a través de dicha capa durante un periodo limitado de diez días, recogándose el efluente en la base del sistema y siendo necesario la retirada de la materia en suspensión retenida en la superficie de la turba.
- Los fenómenos de depuración que se producen son de tipo físico-químico y bioquímico: filtración, sedimentación, adsorción, intercambio iónico, oxidación...



46

### Diseño de los Filtros de Turba

Parámetro	Valor
Carga hidráulica (l/m <sup>2</sup> .d)	600
Carga orgánica (g DBO <sub>5</sub> /m <sup>2</sup> .d)	≤ 300
Carga de sólidos (g SS/m <sup>2</sup> .d)	≤ 240
Relación superficie total/superficie activa	2:1

Un habitante equivalente requiere tan sólo 0,2 m<sup>2</sup> de Filtros de Turba en operación y 0,4 m de superficie total.

47

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

## LECHOS DE TURBA

### LABORES DE MANTENIMIENTO. INSPECCIÓN VISUAL

- Se debe observar:
  - ✓ *Aspecto general del agua*: si se produce algún cambio en la turbidez, apariencia lechosa o coloraciones distintas.
  - ✓ *Aparición de espumas*: indica la presencia de concentraciones elevadas de detergentes.
  - ✓ *Rebosamientos imprevistos*: pueden ser debidos a la colmatación de la turba o a una mala distribución del agua. Se procederá a la rotación de los lechos.
  - ✓ *Desarrollo de olores*: no se debe producir ningún olor desagradable en ninguna de sus fases.

48

**ICCA** GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

**LECHOS DE TURBA: LABORES DE MANTENIMIENTO.**

- Rastrillado quincenal de los lechos.

Se deja fuera de funcionamiento el lecho que se va a rastrillar.

- Eliminación de la capa de turba colmatada.

Provocada por la acumulación de las materias sólidas que hayan permanecido en el agua tras el pretratamiento.

- Reposición de la turba.

Los sucesivos rastrillados conducen a una disminución en la altura de los lechos. Por ello es necesario reponer la altura con una frecuencia trimestral.

49

**Operación y mantenimiento de los Filtros de Turba**

Aspecto de la costra tras su secado



Rastrillado y evacuación de la costra seca



Filtro tras la retirada de la costra



Escarificado



Se maneja un subproducto sólido en lugar de un lodo líquido  
Sencillez de las operaciones de explotación y mantenimiento

50

**ICCA** GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

**LECHOS DE TURBA: PROBLEMAS DE FUNCIONAMIENTO**

- Deficiente eliminación de materias en suspensión durante el pretratamiento.
- Sobrecarga de la instalación

Cuando el pretratamiento no ha sido bueno, los sólidos ocasionan la sobrecarga de la instalación; acumulación de materiales en el lecho, formación de caminos preferenciales y pérdida en la calidad del efluente.

- Deficiente mantenimiento de los lechos.

La permeabilidad del lecho disminuye, se forman caminos preferenciales y disminuye la eficacia del tratamiento.

**PARÁMETROS A CONTROLAR EN EL LECHO DE TURBA.**

- pH
- Temperatura.

51

**PARÁMETROS A CONTROLAR EN EL LECHO DE TURBA.**

- Una de las principales causas de su deficiente funcionamiento radica en las elevadas cargas orgánicas con las que se opera.
- Para obtener efluentes que cumplan con la Directiva 91/271/CEE, partiendo de aguas residuales con 300-500 mg/l de DBO<sub>5</sub>, se requiere que los Filtros de Turba operen con cargas orgánicas de 20-25 g DBO<sub>5</sub>/m<sup>2</sup> d, trabajando los lechos de forma intermitente, alternando los periodos de alimentación y reposo, y evitando encharcamientos permanentes de la superficie filtrante.
- La aplicación de esta tecnología tendrá su principal campo de aplicación en el tratamiento de las aguas generadas en las pequeñas aglomeraciones urbanas, preferentemente por debajo de los 500 h.e.

52

**ICCA** GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

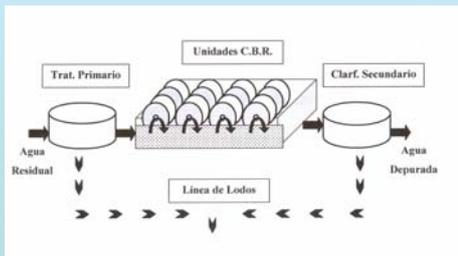
**ÍNDICE**

1. Lodos Activos
2. Tecnologías no convencionales
  - 2.1. Lechos bacterianos
  - 2.2. Lechos de turba
  - 2.3. Contactores biológicos rotativos
  - 2.4. Filtros verdes
  - 2.5. Lagunaje
3. Reactores Anaerobios

53

**ICCA** GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

- ✓ Consisten en discos de 2-4 m de diámetro colocados paralelos sobre un eje horizontal giratorio
- ✓ Los discos están cubiertos por el biofilm y al rotar el disco dentro y fuera del agua residual repetidamente se humedece el biofilm y airea el biofilm



54

ICCA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

**ESQUEMA DE LOS CBR**



**CBR: PARÁMETROS A CONTROLAR**

- Temperatura.
- pH
- Alcalinidad
- Velocidad de giro de los biodiscos. →

55

ICCA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

**CBR: PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO.**

- Velocidad de giro de los discos: debe ser ~ 1-2 rpm, que equivalen a velocidades periféricas de 5-7 m/min las cuales producen un nivel de oxigenación suficiente en la mayoría de los casos.
- Si se desea un alto grado de nitrificación, la velocidad de giro puede incrementarse para conseguir concentraciones de O<sub>2</sub> disuelto superiores a 2 mg/l.
- Se debe evitar el uso de biodiscos de alta densidad en la primera etapa para prevenir posibles atascamientos, y los consecuentes malos olores y bajos rendimientos.
- Es importante tener una buena decantación primaria antes del proceso biológico, para evitar posibles atascamientos

56

ICCA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

**CBR: VARIABLES QUE INCIDEN EN LOS PROCESOS.**

- **Temperatura:**
  - A mayor T°, mayor rendimiento
  - Atención a la capa líquida que existe sobre la superficie del disco que es propensa a la congelación.
- **Carga orgánica:**
  - Controlar las sobrecargas (sobre todo en la primera etapa) ya que puede producir:
    - ✓ Oxigenación insuficiente.
    - ✓ Desarrollo de una película biológica excesiva que provoque malos olores.
    - ✓ Bajo rendimiento del proceso.
    - ✓ Colapso del eje.
- **Concentraciones de sulfhídrico:**
  - Si en el agua existen elevadas concentraciones es conveniente realizar una preaeración o precloración para reducir la demanda de O<sub>2</sub> y prevenir el desarrollo de organismos sulfurreductores.
- **Oxígeno disuelto:**
  - Su ausencia dará lugar a condiciones anaerobias, perjudicando al proceso y dando origen a malos olores.

57

ICCA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

**CBR: VARIABLES QUE INCIDEN EN LOS PROCESOS.**

- **Precipitación:**
  - El rendimiento disminuye con la precipitación. La lluvia puede producir un desprendimiento de la película biológica.
- **Ventilación:**
  - Debe tenerse en cuenta en los casos en los que el sistema esté aislado del exterior.

Para que esto no se produzca, el sistema debe poder aislarse del exterior.

58

ICCA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

**CBR: CONTROL OPERATIVO-INSPECCIÓN VISUAL.**

Las observaciones deben ser diarias. Las incidencias pueden ser:

- ✓ **Pérdida brusca de la biopelícula,** provocada por la presencia de tóxicos en el influente. Lavar biodiscos.
- ✓ **Acumulación de materias en los biodiscos:** bloquea el paso del aire y provoca condiciones anaerobias.
- ✓ **Formación de espumas en el tanque de los biodiscos:** altas concentraciones de detergentes.
- **Desarrollo de biomasa blanca (thiotrix, beggiatoo)**
  - No suelen afectar de forma inmediata sobre la depuración, aunque si dominan si afectan.
  - Puede ser debida a la septicidad de las aguas residuales o a la existencia de altas concentraciones de ácido sulfhídrico.
- **Pérdida de biomasa:**
  - Aguas residuales contienen sustancias tóxicas o inhibitorias.

59

ICCA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

**CBR: PROBLEMAS OPERATIVOS.**

- **Disminución de la eficiencia depuradora:**
  - Puede deberse a:
    - ✓ Reducción de la temperatura de las aguas residuales. La t° < 10 °C, tendrá como consecuencia la reducción de la actividad biológica y el descenso de su poder de biodegradación.
    - ✓ Variación notable del caudal y de la carga orgánica.
    - ✓ Alteraciones del pH.
- **Acumulación de sólidos en los discos:**
  - Si es inadecuada la eliminación de sólidos, se puede bloquear el paso de aire generando condiciones anaerobias.

60

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

### ÍNDICE

1. Lodos Activos
2. Tecnologías no convencionales
  - 2.1. Lechos bacterianos
  - 2.2. Lechos de turba
  - 2.3. Contactores biológicos rotativos
  - 2.4. Filtros verdes
  - 2.5. Lagunaje
3. Reactores Anaerobios

61

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

### FILTROS VERDES: INTRODUCCIÓN

Terreno cubierto de vegetación, sobre el que se dispersan periódicamente las aguas residuales procedentes de núcleos urbanos con el fin de conseguir su depuración mediante la acción conjunta:

- del suelo,
- microorganismos
- plantas

Triple acción: { Física  
Química  
Biológica

62

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

### FILTROS VERDES: PARÁMETROS A CONTROLAR

- Antes de realizar el riego con el agua residual, se ha de realizar un *pretratamiento*.
- Los volúmenes anuales de riego están comprendidos entre los 500-2.800 l/m<sup>2</sup>.
- El influente no debe presentar *sustancias nocivas o tóxicas*, pues pueden afectar a los procesos biológicos de depuración y a los propios árboles utilizados.
- La *temperatura* influye en el proceso de depuración, de tal manera que durante la primavera-verano y durante el día se dan los mayores rendimientos.
- En este sistema es fundamental evitar la *formación de castras* en el suelo, así como los encharcamientos que pueden dar lugar a problemas de anaerobiosis.

### FILTROS VERDES: LABORES DE MANTENIMIENTO.

Se debe realizar un *laboreo del suelo* para que permita la mejor aireación de éste y un aumento en las infiltraciones de las aguas.

Es conveniente llevar a cabo un laboreo trimestral y efectuar una *poda anual*. 63

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

### ÍNDICE

1. Lodos Activos
2. Tecnologías no convencionales
  - 2.1. Lechos bacterianos
  - 2.2. Lechos de turba
  - 2.3. Contactores biológicos rotativos
  - 2.4. Filtros verdes
  - 2.5. Lagunaje
3. Reactores Anaerobios

64

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

### LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN: INTRODUCCIÓN

- Se trata de un cuerpo de agua natural o artificial, en el que los vertidos orgánicos son tratados mediante procesos naturales de naturaleza biológica, química y física.
- Se clasifican según el tipo de actividad biológica que domina en el proceso:
  - ✓ Lagunas anaerobias
  - ✓ Lagunas facultativas
  - ✓ Lagunas de maduración




65

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

### LAGUNAS ANAEROBIAS: PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO.

- En el fondo de la laguna se forma una capa de lodos de alta actividad anaerobia.
- Los parámetros y factores más importantes son:
  - ✓ *pH*: debe ser > a 6,8 pues a valores inferiores la actividad metanogénica disminuye, liberándose compuestos que pueden dar lugar a malos olores.
  - ✓ *Temperatura*: Cuanto mayor es la temperatura, mejor es el crecimiento de las bacterias metanogénicas (intervalo óptimo entre 30-35 °C).
- *Tiempos de retención*: entre los 2-5 días.
  - Si es pequeño, conllevará la aparición de malos olores y bajo rendimiento en eliminación de materia orgánica.
  - Si es demasiado grande, comenzarán a aparecer algas en la superficie, siendo el oxígeno producidas por éstas la causa de muerte de las bacterias metanogénicas.
- *Formación de espumas*: Evita las pérdidas de calor y la liberación de malos olores.

66

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

### PROBLEMAS OPERATIVOS DE LAS LAGUNAS ANAEROBIAS.

<p>✓ <i>Indicadores de un buen funcionamiento:</i></p> <p>Coloración gris del agua almacenada en las lagunas anaerobia.</p> <p>Desprendimiento de gases desde el fondo (burbujeo).</p> <p>Superficie de una laguna cubierta por una capa sólida de grasa, aceites y otras materias flotantes.</p> <p>Taludes internos libres de vegetación.</p>	<p>✓ <i>Indicadores de mal funcionamiento:</i></p> <p>Aparición de malos olores, que pueden deberse a:</p> <p>*Un desajuste en la carga orgánica o en el caudal de entrada</p> <p>*Una caída repentina de la temperatura,</p> <p>*Una variación brusca en la composición del agua residual de entrada.</p>
---	--

67

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

### PROBLEMAS OPERATIVOS DE LAS LAGUNAS ANAEROBIAS.

<p>✓ En el caso de sobrecarga, se pueden emprender las acciones correctoras siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuir la carga aplicada mediante un by-pass.</li> <li>• Introducir una "siembra" de bacterias metanogénicas.</li> <li>• Ajustar el pH del medio (hasta alcanzar un medio neutro).</li> </ul> <p>✓ Si hay presencia de tóxicos o valores de pH anormales: Hacer un by-pass y averiguar el origen del vertido. ↻</p> <p>✓ Aparición de coloraciones rosa o rojo por desarrollo de bacterias fotosintéticas del S:</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">Se procede igual que para defecto de carga orgánica.</p>	<p>✓ En el caso de defecto de la carga orgánica: ↓</p> <p>Se disminuye la profundidad de trabajo o se reduce el número de lagunas anaerobias.</p> <p>✓ Caída brusca de la temperatura ambiente: ↓</p> <p>Se aíslan las lagunas para aprovechar la temperatura de la alimentación.</p>
---	---

68

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

### LAGUNAS FACULTATIVAS

- Son lagunas diseñadas para conseguir la degradación de la m.o mediante la ayuda del oxígeno producido por la fotosíntesis de las algas presentes en el medio.
- Presentan dos zonas:
  - Zona superior: aerobia
  - Zona del fondo: anaerobia.



69

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

### LAGUNAS FACULTATIVAS: PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Temperatura:</b> A mayor <math>t^{\circ}</math>, mayor actividad bacterias.</li> <li>• <b>Radiación solar:</b> actividad fotosintética de las algas y para la producción de oxígeno de éstas.</li> <li>• <b>Viento:</b> Su acción favorece la reaeración a través de la interfase aire-agua.</li> <li>• <b>Evaporación:</b> aumento de la salinidad.</li> <li>• <b>Precipitación:</b> aumento del caudal, disminuyendo el tiempo de retención y aumentando la carga orgánica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>pH:</b> condicionado por la actividad fotosintética y la degradación de materia orgánica. → Opera correctamente cuando tiene valores de pH entre 7,5-8,5. → Algas (aumentan pH); bacterias (disminuyen).</li> <li>• <b>O<sub>2</sub> disuelto:</b> Cuanto mayor sea la concentración, mayor será la depuración.</li> <li>• <b>Nutrientes:</b> La presencia de nutrientes es indispensable para el buen funcionamiento de la laguna.</li> </ul>
--	--

70

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

### LAGUNAS FACULTATIVAS: PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Estratificación:</b> El efluente sale en esta situación con unos elevados índices de contaminación.</li> <li>• <b>Flujos:</b> Corrientes preferenciales que depende de la forma, el tamaño, la posición de las entradas y los salidas.</li> <li>• <b>Profundidad:</b> desarrollo de vegetación cuando es menor de un metro.</li> <li>• <b>Seres vivos:</b> fundamentales para el proceso de depuración: bacterias, algas, hongos y protozoos.</li> </ul>	<p>El proceso más importante de estas lagunas: eliminación de organismos patógenos.</p> <p>Los factores que más inciden son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Temperatura:</b> Cuanto mayor sea, mayor será la velocidad de eliminación.</li> <li>- <b>pH:</b> pH, velocidad de eliminación de patógenos.</li> <li>- <b>Salinidad:</b> A mayor salinidad de la laguna, más hostil será el medio para los patógenos.</li> <li>- <b>Intensidad de la luz:</b> A mayor intensidad de luz, mayor eliminación de patógenos.</li> <li>- <b>O<sub>2</sub> disuelto:</b> Un aumento elimina patógenos.</li> </ul> <p style="text-align: right;">71</p>
--	---

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

### PROBLEMAS OPERATIVOS DE LAS LAGUNAS FACULTATIVAS Y DE MADURACIÓN.

<p>• <b>Indicadores de buen funcionamiento:</b></p> <p>El agua debe presentar una coloración verde intensa y estar libre de sólidos sedimentables.</p> <p>La superficie del agua debe estar libre de toda materia sólida.</p> <p>Ausencia de plantas acuáticas y malas hierbas en los taludes.</p> <p>En caso de sobrecarga, se aísla la laguna afectada mediante by-pass.</p> <p>En caso de presencia de tóxicos en el efluente. Se procede de la misma forma que en el caso de las lagunas anaerobias.</p> <p>En el caso de cortocircuitos y caminos preferenciales, hay que comprobar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El diseño de las entradas y salidas de las lagunas.</li> <li>- El posible desarrollo de estratificación térmica.</li> <li>- La acumulación de fangos en el fondo, retirando los depósitos de sedimentos</li> </ul>	<p>• <b>Problemas del mal funcionamiento:</b></p> <p>Acumulación de materia flotante → acumulación de algas, o flotación de parte del fangó.</p> <p>Cualquier acumulación de materias sólidas en superficies debe eliminarse (chorro de manguera).</p> <p>Olores desagradables, debido a sobrecargas, tóxicos o efluentes industriales.</p> <p style="text-align: right;">72</p>
---	--

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

### LABORES DE MANTENIMIENTO DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN.

**1. Mantenimiento de taludes:**

Los cuidados que requieren dependen del material del que están formados.

Las lagunas impermeabilizadas con láminas de PVC inspeccionar la cubierta para detectar posibles deterioros y desgarros. Evitar el desarrollo de plantas que pueden atraer mosquitos y otros insectos.

Los taludes de tierra pueden también resultar dañados por animales y por la escorrentía provocada por las lluvias.

Las medidas a tomar son:

- Rellenar las grietas con tierra, igualar el terreno y compactarlo.
- Eliminar las malas hierbas que crecen en los taludes.
- Mantener una distancia mínima de 30 cm entre el nivel máximo del agua y la zona ajardinada.
- Impedir el desarrollo de árboles próximos a las lagunas.

73

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

### LABORES DE MANTENIMIENTO DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN

**2. Retirada de los fangos de lagunas anaerobias.**

El fango puede acumularse en el fondo durante 3-6 años antes de que sea necesario la limpieza.

La retirada del fango se puede realizar en seco o en húmedo.

- **Limpieza en seco:** se deja la laguna fuera de servicio y se pasa el influente a otra unidad. Una vez que el fango quede expuesto al aire se deja secar por evaporación.

La duración: depende de las condiciones climáticas.

**Limpieza en húmeda:** La retirada de fango se puede llevar a cabo, bien sin vaciar la laguna, bien vaciando el agua hasta dejar la capa de fangos al descubierto y retirarlos.

El inconveniente: hay que disponer de unas eras de secado.

**3. Retirada de los fangos en las lagunas facultativas.**

Se paraliza la laguna a limpiar cuando se ha producido una acumulación de 50-100 cm de fangos, vaciando el agua almacenada y dejando secar por evaporación el sedimento.

74

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

### CONTROL OPERATIVO-INSPECCIÓN VISUAL DE LAS LAGUNAS.

• Durante la inspección visual a lo largo de la planta, el operador debe observar:

- ✓ Aparición de espumas y flotantes.
- ✓ Acumulación de grasas, aspectos de estas manchas y localización. Impiden la aireación y bloquean la entrada de la luz en las lagunas facultativas y de maduración.
- ✓ Desprendimientos de fangos desde el fondo y acumulación en la superficie.
- ✓ Coloración de las distintas lagunas. Las anaerobias deben presentar un color gris y las facultativas y de maduración un color verde brillante.
- ✓ Aparición de manchas de distinto color pueden indicar el desarrollo de microorganismos no deseables.
- ✓ Crecimiento de plantas en los taludes o dentro de las lagunas.
- ✓ Profundidad de la columna de agua y de fango.
- ✓ Caudal de llegada a la planta.

75

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

### ÍNDICE

1. Lodos Activos
2. Tecnologías no convencionales
  - 2.1. Lechos bacterianos
  - 2.2. Lechos de turba
  - 2.3. Contactores biológicos rotativos
  - 2.4. Filtros verdes
  - 2.5. Lagunaje
3. Reactores Anaerobios

76

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

### FACTORES QUE AFECTAN AL FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN.

- **Factores físicos:**
  - Temperatura
  - Tiempo de retención hidráulica
  - Carga de sólidos orgánicos
  - Mezcla del medio de digestión
  - Concentración del medio
  - Tipo de fango alimentado.
- **Factores químicos:**
  - pH
  - Alcalinidad
  - Ácidos volátiles
  - Nutrientes
  - Oligoelementos
  - Compuestos tóxicos.

### CONTROL DEL PROCESO. VARIABLES DE OPERACIÓN

- Alimentación de fangos.
- Carga orgánica
- Temperatura y calentamiento de los fangos.
- Homogenización del contenido del digestor.
- Espumas y costras.

77

ICA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

### PROBLEMAS DE OPERACIÓN. SOLUCIONES.

- **Inestabilidad de los parámetros**
  - Sobrecarga hidráulica (lavado de microorganismos).
  - Sobrecarga materia orgánica (afecta al equilibrio de las fases).
- **Acción de ciertos elementos sobre la digestión anaerobia:**
  - Evolución negativa del medio de digestión:**
    - Mantener el pH artificialmente (aumentar la alcalinidad para servir de tampón al aumento de ácidos).
    - Manipular los parámetros para evitar sobrecargas.
    - Resembrar el digestor con fangos de otro en correcto funcionamiento.
- **Acción de ciertos elementos sobre la digestión anaerobia:**
  - Inhiben la acción de las metanogénicas → acumulación de volátiles → parada final.

78

**BOMBEO DE FANGOS**

- A partir de 4% materia seca necesita de bombas especiales que eviten los atascos y la abrasión.
- Son bombas que giran a baja velocidad.
- Su problema son las arenas. Por encima de 3-5 g/l pueden pararse por desgaste.

**DESHIDRATACIÓN DE FANGOS.**

- ✓ *Importancia:*
  1. Situación manejable de la materia sólida extraída.
  2. Llega a representar el 80% de los gastos variables (excluyendo energía eléctrica).
- ✓ *Objetivo:* secar el fango para conseguir un producto más manejable.
- ✓ *La finalidad* de la explotación es minimizar la dosis de polielectrolito utilizada. Esta dosis depende de:
  - Características del fango
  - Características del polielectrolito
  - Preparación y dosificación
  - Estado de las telas.

79

## OPERACIONES EN EL TRATAMIENTO DE UNIDADES BIOLÓGICAS



Prof. Dr. D. José M<sup>a</sup> Quiroga  
Catedrático de Universidad de TMA

80