

Problemas de funcionamiento y soluciones

INTRODUCCIÓN

Las lagunas de estabilización pueden presentar ocasionalmente problemas operativos, que se manifiestan por una serie de síntomas que el operador debe ser capaz de reconocer lo antes posible para tomar las medidas correctoras correspondientes.

En este capítulo trataremos los problemas más comunes que pueden presentarse en lagunas anaerobias, facultativas y de maduración.

Como veíamos en los capítulos anteriores, el lagunaje presenta una inercia considerable que le permite encajar variaciones en el caudal y carga aplicada, pero que también provoca que cuando el proceso se ha perturbado sea necesario bastante tiempo para volver a la marcha normal de la instalación. En este sentido, tomar a tiempo las medidas correctoras es fundamental, por lo que una vez más se hace patente la importancia del trabajo del operador.

INDICADORES DE BUEN FUNCIONAMIENTO EN LAGUNAS ANAEROBIAS

Los signos visibles de buen funcionamiento de las lagunas anaerobias son los siguientes:

- El agua almacenada en las lagunas anaerobias presenta un color gris.
- Se observa un desprendimiento continuo de gases desde el fondo, que se aprecia como un burbujeo, fácilmente visible si se mira la laguna a contraluz.



Foto 11.1. Laguna anaerobia.

- La superficie de la laguna está total o parcialmente cubierta por una capa sólida formada por grasa, aceites y otras materias flotantes.

- Los taludes internos están libres de vegetación, tanto malas hierbas como plantas acuáticas.

PROBLEMAS DE FUNCIONAMIENTO EN LAGUNAS ANAEROBIAS

La depuración en lagunas anaerobias presenta una tolerancia bastante baja a cambios medioambientales, tanto en carga orgánica aplicada como en temperatura y pH.

Aunque el diseño de las lagunas permite una cierta flexibilidad en estas variables, en ocasiones pueden presentarse circunstancias en las que el proceso no pueda desarrollarse correctamente. Esto da lugar a la aparición de síntomas de mal funcionamiento. Estos síntomas son los siguientes:

Aparición de malos olores, que pueden deberse a una de las razones siguientes

- Desajuste en la carga orgánica aplicada a la laguna, tanto por encima como por debajo del intervalo utilizado para el diseño. El operador debe chequear el contenido en materia orgánica del agua residual y verificar si se trata de una sobrecarga, o por el contrario de que el agua residual está demasiado diluida.
- Desajuste en el caudal de entrada. Cuando el caudal aumenta o disminuye con respecto al intervalo de diseño el agua residual permanece, respectivamente, menos y más tiempo del previsto en las lagunas. Esto provoca que se rompa el equilibrio necesario entre las distintas fases de la depuración anaerobia (hidrolítica, acidogénica y metanogénica), con la consiguiente disrupción del proceso.
- Caída repentina de la temperatura ambiente, que da lugar a la ralentización de los mecanismos de depuración.
- Variación en la composición del agua residual de la entrada. Si se descartan todas las razones anteriores, conviene realizar un análisis detallado de la alimentación en el que se incida en los dos aspectos siguientes:
 - pH del agua residual, que puede presentar valores demasiado altos o bajos (fuera del intervalo 6,5-9,0).
 - Presencia de sustancias tóxicas.

Cualquiera de estas dos circunstancias es indicativa de la existencia de un vertido industrial de nueva incorporación a la red de alcantarillado.

Una vez que se ha determinado la causa de los malos olores detectados, hay que tomar medidas inmediatas para evitar el deterioro de la marcha de toda la planta:

- Sobrecarga: Cuando la alimentación presenta cargas orgánicas por encima de las de diseño, o el caudal supera el máximo de diseño, se produce el desequilibrio entre las fases de la depuración, con acumulación de ácidos, descenso del pH y generación de olores. En este caso se pueden emprender las acciones correctoras siguientes:

1. Disminuir la carga aplicada, lo que se consigue bien mediante un by-pass, en el peor de los casos, o poniendo en servicio otra laguna anaerobia, si la instalación se ha efectuado, como es habitual, en forma modular. Otra posibilidad es aumentar la profundidad de trabajo en la laguna anaerobia, si se dispone de algún sistema de vaciado a profundidad variable.

 2. Introducir una «siembra» de bacterias metanígenas. Esta operación debe hacerse con cuidado para evitar la mezcla con aire, que resulta letal para estas bacterias. La siembra puede obtenerse de alguna planta depuradora convencional que disponga de digestores anaerobios.

 3. Ajustar el pH del medio. El ajuste se realiza normalmente añadiendo disolución de amoníaco o carbonato sódico, hasta que se consigue alcanzar un medio neutro (pH=7).
- Defecto de carga orgánica en la alimentación, o caudal inferior al mínimo utilizado en el diseño: En este caso pueden empezar a desarrollarse algas verdes en la zona superficial, y se detectará un aumento del pH. Las posibles acciones a emprender son las siguientes:
 1. Aumentar la carga aplicada. Para ello se deben tomar medidas opuestas a las indicadas en caso de sobrecarga, es decir, disminuir la profundidad de trabajo o reducir el número de lagunas anaerobias en servicio en la planta depuradora.

 2. Efectuar una siembra de bacterias metanígenas, obtenidas de una planta depuradora que disponga de digestores anaerobios.

 - Caída brusca de la temperatura ambiente. La mejor solución a este problema es intentar aislar las lagunas de la atmósfera, con lo que se aprovecha al máximo la mayor temperatura de la alimentación. Para ello se puede colocar paja o poliestireno en la superficie, favoreciendo así la formación de costra aislante.

 - Presencia de tóxicos o valores de pH anormales en la alimentación. En estos casos es conveniente hacer un by-pass a la planta mientras se averigua el origen del vertido causante de las anomalías. Normalmente, en pueblos pequeños es relativamente fácil encontrar al culpable. Una vez localizado, las autoridades competentes deben exigir el tratamiento de estos vertidos antes de su entronque con la red de alcantarillado, o en el peor de los casos la construcción de un by-pass que los segregue, evitando así su acceso a la planta depuradora.

Aparición de coloraciones rosa o rojo en las lagunas

Este fenómeno está causado por el desarrollo de bacterias fotosintéticas del azufre, lo que constituye un síntoma de falta de carga en las lagunas anaerobias. Por tanto, hay que proceder en la misma forma señalada en el punto anterior para defecto de carga orgánica o de caudal de entrada, aunque en este caso es posible que no se produzcan olores desagradables.

Desarrollo de mosquitos y otros insectos

Este problema suele aparecer en primavera y verano, si se ha dejado crecer plantas acuáticas o incluso plantas terrestres que han alcanzado el borde del agua. La solución es mantener siempre libre de plantas los taludes, tal como se indicaba en el apartado anterior. Es también importante evitar que caigan plantas o ramas a las lagunas, pues también sirven de soporte para el desarrollo de insectos.

A veces la capa de costra superficial puede servir de criadero de mosquitos. En este caso una posible solución es remover esta costra con un rastrillo, para que las larvas de insectos se desprendan y sedimenten en la laguna. Es preferible siempre evitar el uso de insecticidas. Si la presencia de insectos persiste, y se decide emplear insecticidas para su control, hay que procurar que éste no contamine el agua y utilizarlo exclusivamente en la costra de las lagunas.

Otra posible fuente de insectos son los desechos sólidos recogidos de la limpieza de cualquiera de los elementos del pretratamiento, por lo que es extremadamente importante enterrarlos prontamente.

Crecimiento de malas hierbas y plantas acuáticas

El crecimiento de plantas acuáticas provoca la proliferación de insectos. Además, la presencia de insectos y larvas de éstos atrae a las ranas, que a su vez atraen a los roedores, y éstos a las serpientes. Si las plantas acuáticas no se retiran periódicamente, pueden incluso comprometer la seguridad de las lagunas, ya que los roedores excavan túneles por los que se producen filtraciones.

Las malas hierbas que crecen sobre la parte seca de los taludes tienen menor relevancia en el funcionamiento de las lagunas, pero ofrecen una impresión de desidia y abandono que debe evitarse en toda instalación, y en especial en una planta depuradora.

SIGNOS VISIBLES DE BUEN FUNCIONAMIENTO DE LAS LAGUNAS FACULTATIVAS Y DE MADURACION

Los signos visibles del correcto funcionamiento de las lagunas facultativas y de maduración son los siguientes:

- El agua debe presentar una coloración verde intensa y estar prácticamente libre de sólidos sedimentables. La coloración es más pálida para las lagunas de maduración. Estas pueden presentar importantes cantidades de pequeños animales, como pulgas de agua.

Las coloraciones verde-azuladas denotan la presencia de algas verdiazules (cianofíceas), que tienen efectos negativos por su menor productividad y tendencia a la formación de agregados que impiden la correcta iluminación de las lagunas.

- La superficie del agua debe estar libre de toda materia sólida.
- Ausencia de plantas acuáticas y malas hierbas en los taludes.

PROBLEMAS DE FUNCIONAMIENTO EN LAGUNAS FACULTATIVAS Y DE MADURACION

Los problemas operativos más frecuentes en lagunas facultativas son la acumulación de materias flotantes, aparición de malos olores, desarrollo de coloraciones rosa o rojo, anomalías de flujo, crecimiento de malas hierbas y plantas acuáticas y desarrollo de mosquitos y otros insectos. Los tres últimos problemas mencionados también pueden afectar a las lagunas de maduración.

Acumulación de materias flotantes

La superficie de las lagunas facultativas debe estar libre de toda materia flotante que pueda impedir la adecuada iluminación del agua.

Los problemas más frecuentes vienen causados por la formación de costras y la presencia de papeles, plásticos, grasas y aceites que no hayan sido eliminados en el pretratamiento. Todos estos elementos deben ser retirados inmediatamente. A veces se produce la acumulación de agregados de algas en superficie, especialmente después del desarrollo de algas verdiazules en épocas calurosas. Estas acumulaciones superficiales restringen el paso de la luz, y además pueden causar problemas de olores al pudrirse.

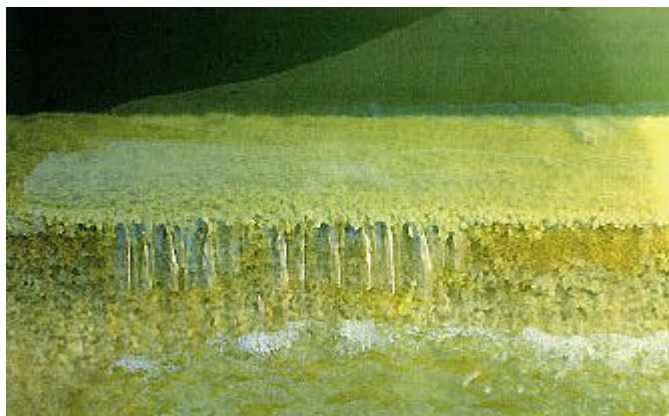


Foto 11.2 Efluente de una laguna de maduración (cortesía de TRAGSA).

Otra posible causa de la aparición de costras en lagunas facultativas poco profundas es la flotación de parte del fango acumulado en el fondo. Este fenómeno suele producirse cuando la temperatura es elevada y se produce un burbujeo muy activo en el fango del fondo que lo arrastra hacia la superficie.

Cualquier acumulación de materias sólidas en superficie debe eliminarse lo antes posible, para lo que puede usarse uno de los métodos siguientes:

- Los agregados de algas pueden romperse mediante un chorro de manguera dirigido hacia ellas desde la orilla de las lagunas, provocando así su sedimentación en el fondo de las lagunas. Si la instalación no dispone de agua corriente, se puede esperar a que el viento arrastre los agregados hacia uno de los taludes y entonces romper los agregados por medio de un rastrillo, provocando así también su sedimentación. El mismo método puede utilizarse con los fangos flotantes.

- Si se dispone de una red como las utilizadas para el mantenimiento de piscinas, ésta puede utilizarse para retirar cualquiera de las materias flotantes una vez que el viento las ha arrastrado hacia la orilla de la laguna.

Olores desagradables

Las razones más frecuentes de la aparición de malos olores en las lagunas facultativas son las siguientes:

- Sobrecarga.
- Presencia de tóxicos o efluentes industriales en la alimentación
- Periodos prolongados de mal tiempo, con bajas temperaturas e insolación.
- Cortocircuitos.
- Reducción en la mezcla inducida por el viento.

La sobrecarga en lagunas facultativas se detecta fácilmente por la disminución en la intensidad de la coloración verde, acompañada por un descenso en la concentración de oxígeno disuelto y el pH y la aparición de malos olores. Siempre que se producen problemas de funcionamiento en las lagunas anaerobias hay que esperar que las lagunas facultativas presenten problemas de sobrecarga.

Además de esta causa, otras posibles fuentes de sobrecarga son el diseño deficiente de las arquetas de reparto, que provoca un reparto desigual de caudales, algún vertido estacional que no se tuvo en cuenta en el diseño de la planta o el diseño deficiente de la propia planta.

Una de las causas más frecuentes de mal funcionamiento de las lagunas facultativas en España son los vertidos incontrolados de alpechines y vinazas.

Las enormes cargas orgánicas propias de estos vertidos superan la capacidad de encaje de las lagunas, y éstas entran rápidamente en condiciones anaerobias, el pH disminuye y desarrollan un color oscuro, casi negro.

La presencia de tóxicos en la alimentación provoca que las lagunas que estaban operando correctamente dejen de hacerlo súbitamente y sin razón aparente. Cuando esto ocurre, el operador debe notificarlo al laboratorio donde se efectúe el seguimiento analítico, donde pueden identificar los productos químicos causantes del problema.

Los cortocircuitos pueden detectarse mediante la medida del oxígeno disuelto en varios puntos de la laguna. Las lecturas muy desiguales pueden ser indicativas de esta anomalía en el régimen de flujo. En ocasiones los caminos preferenciales pueden incluso detectarse visualmente, si se aprecian diferencias en la coloración en distintas zonas de la laguna. Las soluciones a este problema se discutirán en el apartado siguiente.

La reducción en la mezcla inducida por el viento puede deberse al crecimiento de

árboles, la instalación de una valla de obra alrededor de la instalación o el levantamiento de edificios que bloqueen el viento en la laguna afectada.

Cuando el operador se encuentra ante una laguna facultativa que presenta problemas de olores, el primer paso a seguir es tratar de identificar la causa de este fenómeno. Una vez aislada la causa probable se han de tomar medidas correctoras. Las soluciones a las distintas causas apuntadas son las siguientes:

- Sobrecarga: si se dispone de más de una laguna facultativa y el problema de olores se presenta sólo en una de ellas, puede tratarse de un desequilibrio en el reparto de caudales.

En primer lugar conviene paralizar la laguna afectada, para lo que habrá que hacer un by-pass de parte de la alimentación. Dependiendo de las condiciones climáticas en ese momento, la recuperación de la laguna puede conseguirse entre unos días hasta un mes. Este tiempo de espera debe aprovecharse para realizar las obras necesarias en la arqueta de reparto para corregir el caudal que entra en la laguna afectada. Tan pronto como ésta se haya recuperado, lo que se pondrá de manifiesto por el color verde brillante del agua, se comenzará a operar normalmente en régimen continuo.

Si la sobrecarga está causada por vertidos estacionales, la primera medida a tomar es efectuar un by-pass de la depuradora hasta que se localicen las fuentes de estos efluentes y se tomen medidas al respecto.

Dependiendo de la gravedad de la sobrecarga, las lagunas pueden recuperarse pronto o pasar bastante tiempo en mal estado.

Cuando el origen del problema son los alpechines es de esperar que sea necesario un período de recuperación bastante largo, ya que además este vertido se produce en invierno, cuando la depuración es más lenta.

Si se quiere agilizar algo este proceso, una medida que ha dado resultados bastante satisfactorios es intentar renovar cuanto antes el agua almacenada en cada una de las lagunas afectadas (AGAMIT, 1988). Para ello se introduce la totalidad del agua de alimentación a cada una de las lagunas, mientras se paralizan las restantes.

Para cada laguna, se calcula el tiempo de retención hidráulico dividiendo su volumen por el caudal total de aguas residuales, y se mantiene la entrada de toda el agua residual en cada laguna como mínimo un tiempo igual al doble de ese tiempo de retención. Por supuesto, este procedimiento sólo puede aplicarse si ha cesado el vertido que provoca la sobrecarga. En caso contrario hay que paralizar la planta totalmente y dejar que las lagunas se recuperen por sí solas.

Si la sobrecarga se debe a un problema de diseño de las plantas, la única solución posible es intentar recircular parte del efluente a la entrada de las lagunas facultativas. Esto requiere la instalación de bombas, lo que no siempre es posible, ya que muchas plantas de lagunaje no tienen instalación eléctrica.

- Presencia de tóxicos en el efluente: Hay que proceder en la misma forma reseñada en el caso de las lagunas anaerobias, es decir, localizar al culpable y efectuar la segregación del vertido, que no debe alcanzar la planta depuradora.
- Mezcla deficiente debida a árboles, vallas o edificios: Siempre que el obstáculo que impide el libre acceso del viento a las lagunas sea eliminable, debe ser eliminado prontamente.

No se debe permitir el crecimiento de árboles cerca de las lagunas (W. H. O., 1987). La valla que rodea la instalación debe ser de tela metálica, nunca de obra. Cuando el viento queda bloqueado por edificios, laderas de montaña u otros obstáculos de carácter permanente, debe considerarse la instalación de agitación artificial (aireadores de superficie), aunque se trata de una medida costosa y de mantenimiento complicado.

Cortocircuitos o caminos preferenciales

Las anomalías de flujo en las lagunas provocan siempre una disminución en la eficacia de la depuración. Cuando estas anomalías son graves, pueden dar lugar a problemas de olores, baja calidad del efluente, y en general poca eficacia de depuración. Los cortocircuitos están causados por diversos motivos:

- a) Deficiente diseño de las entradas y salidas, morfología poco adecuada de las lagunas, o vientos dominantes que provocan corrientes que no se tuvieron en cuenta en el proyecto.
- b) Desarrollo de estratificación.
- c) Presencia de plantas acuáticas en el interior de las lagunas.
- d) Acumulación de fangos en el fondo, en especial en lagunas facultativas primarias.

Como se mencionaba en el apartado anterior, la presencia de cortocircuitos puede detectarse mediante la medida de oxígeno disuelto en varios puntos en la superficie de la laguna. Las diferencias acusadas son un síntoma de este problema. Cuando la causa es la estratificación térmica, ésta puede detectarse mediante la medida de perfiles verticales de temperatura en varios puntos de la laguna.

Las posibles medidas a tomar para corregir este problema son las siguientes:

- a) Rediseñar las entradas y salidas de la laguna, con objeto de obtener una mejora en el régimen de flujo. En este proceso debe tenerse en cuenta el régimen de viento, y reorganizar la posición de la alimentación y el desagüe para que los vientos dominantes sean perpendiculares al eje principal de flujo.
- b) Intentar romper la estratificación térmica mediante la colocación de entradas y salidas en profundidad, mejorando así la mezcla en la laguna.
- c) Eliminar las plantas acuáticas.
- d) Retirar los depósitos de sedimentos acumulados en el fondo.

Crecimiento de malas hierbas y plantas acuáticas

Este problema afecta a todas las lagunas, y se ha comentado en el apartado referente a los problemas de funcionamiento de lagunas anaerobias.

El crecimiento de plantas acuáticas da lugar a la proliferación de insectos, que como se veía anteriormente provoca la aparición de ranas, roedores y serpientes, sucesivamente.

Las plantas acuáticas deben ser retiradas periódicamente, y no dar lugar nunca a que se asienten animales en los taludes que puedan comprometer la seguridad de éstos al excavar túneles, como ocurre con varios tipos de roedores.



Foto 11.3. División del caudal a la entrada en una laguna facultativa para mejorar la mezcla en ésta (cortesía de TRAGSA).



Foto 11.4. Efecto del viento en la reaireación y formación de olas en una laguna facultativa (cortesía de TRAGSA).

El crecimiento de planta acuáticas puede afectar a la totalidad de la superficie de las lagunas cuando la profundidad de éstas es inferior a un metro. Normalmente las lagunas facultativas y de maduración tienen entre 1-1,5 metros de profundidad, por lo que el crecimiento de estas plantas queda restringido a los taludes.

Como también se comentaba en el apartado dedicado a las lagunas anaerobias, las malas hierbas que crecen sobre la parte seca de los taludes producen una fuerte impresión de

desidia y abandono. Además si alcanzan la superficie del agua las ramas pueden servir también de soporte para el desarrollo de insectos.

Desarrollo de mosquitos y otros insectos

Las lagunas de estabilización no presentan problemas de desarrollo de insectos mientras se conserven libres de plantas acuáticas u otros soportes para las larvas (como ramas secas y costras). La solución es mantener siempre libre de plantas los taludes y evitar que caigan plantas o ramas a las lagunas.

Dependiendo del contenido en oxígeno disuelto, la cría de peces en las lagunas de maduración puede ser una buena solución para el control de insectos. Las especies más indicadas son aquellas adaptadas a ambientes eutrofizados, tales como Gambusia, Lebistes, Tilapia y carpa china.

Para poder llevar a cabo esta cría con ciertas garantías de éxito es necesario que la laguna esté siempre en condiciones aerobias, pues de lo contrario los peces se mueren. Por tanto, antes de efectuar la suelta de peces en las lagunas hay que llevar a cabo un seguimiento meticuloso de la evolución del oxígeno disuelto a distintas horas, día y noche, durante al menos un mes. Las condiciones necesarias para la cría de peces suelen darse cuando existen varias lagunas de maduración en serie.

TABLA 11.1
Problemas de funcionamiento

Lagunas facultativas y de maduración		
Síntoma	Causa	Solución
Anomalías de flujo.	Localización deficiente de entradas y salidas.	Rediseñar las entradas y salidas, teniendo en cuenta el régimen de vientos.
	Morfología deficiente de las lagunas.	Instalación de entradas y salidas múltiples.
	Corrientes inducidas por el viento.	Colocación de alimentación y desagüe de forma que los vientos dominantes sean perpendiculares al eje principal de flujo.
	Desarrollo estacional de estratificación térmica.	Colocación de entradas y salidas a varias profundidades para romper la estratificación térmica.
	Presencia de plantas acuáticas.	Eliminación de todas las plantas acuáticas.
	Acumulación de fangos en lagunas facultativas primarias.	Retirar los depósitos de fangos del fondo.
Presencia de mosquitos u otros insectos.	Crecimiento de plantas acuáticas.	Eliminación de todas las plantas acuáticas u otros posibles soportes para las larvas.
		Cría de peces en las lagunas de maduración.
Crecimiento de plantas acuáticas y malas hierbas en los taludes.		Eliminación de todas las plantas en los taludes internos; eliminar o recortar las malas hierbas en los taludes externos.

TABLA 11.2
Problemas de funcionamiento

Lagunas facultativas		
Síntoma	Causa	Solución
Acumulación de materias flotantes en superficie.	Formación de costras debida a la acumulación de algas en superficie, especialmente después de épocas muy calurosas.	Promover la sedimentación de los agregados de algas o el fango usando una manguera, si hay agua corriente, o un rastrillo una vez que el viento haya arrastrado los sólidos hacia las orillas.
	Flotación del fango del fondo en épocas muy calurosas.	Eliminar los agregados o los fangos mediante una red de limpieza de piscinas.
	Acumulación de papeles, plásticos o grasas que no hayan sido retirados en el pretratamiento.	Eliminar todas las materias flotantes mediante red.
Color rosa o rojo (bacterias del azufre).	Sobrecarga.	Aumentar el número de módulos en servicio. Mejorar la distribución de caudales en las arquetas de reparto.
Olores desagradables.	Sobrecarga por vertidos estacionales incontrolados (alpechines, vinazas).	Si la sobrecarga se debe a un diseño deficiente, recircular parte del efluente. Paralizar la planta hasta que cese el vertido (by-pass). Renovar el agua de cada laguna mediante la introducción de todo el caudal de entrada a la planta durante un tiempo equivalente al doble del tiempo de residencia hidráulico (V/Q).
	Tóxicos en el agua residual.	Paralizar la planta hasta que se localice el vertido responsable (by-pass).
	Períodos prolongados de mal tiempo.	Poner más módulos en servicio.
	Reducción en la mezcla inducida por el viento.	Eliminar todos los obstáculos (vallas de obra, árboles). Si los obstáculos no son eliminables (montes, edificios), considerar la instalación de aireadores.
	Cortocircuitos.	Identificar las causas y aplicar las soluciones de la tabla siguiente.

TABLA 11.3
Problemas de funcionamiento

Lagunas facultativas y de maduración		
Síntomas	Causa	Selección
Anomalías de flujo.	Localización deficiente de entradas y salidas.	Rediseñar las entradas y salidas, teniendo en cuenta el régimen de vientos.
	Morfología deficiente de las lagunas.	Instalación de entradas y salidas múltiples.
	Corrientes inducidas por el viento.	Colocación de alimentación y desagüe de forma que los vientos dominantes sean perpendiculares al eje principal de flujo.
	Desarrollo estacional de estratificación térmica.	Colocación de entradas y salidas a varias profundidades para romper la estratificación térmica.
	Presencia de plantas acuáticas.	Eliminación de todas las plantas acuáticas.
	Acumulación de fangos en lagunas facultativas primarias.	Retirar los depósitos de fangos del fondo.
Presencia de mosquitos u otros insectos.	Crecimiento de plantas acuáticas.	Eliminación de todas las plantas acuáticas u otros posibles soportes para las larvas.
		Cría de peces en las lagunas de maduración.
Crecimiento de plantas acuáticas y malas hierbas en los taludes.		Eliminación de todas las plantas en los taludes internos; eliminar o recortar las malas hierbas en los taludes externos.