

PROCESO DE LODOS ACTIVADOS

Un proceso de lodo activado es un tratamiento biológico en el cual se agita y aérea una mezcla de agua de desecho y un lodo de microorganismos, y de la cual los sólidos se remueven y recirculan posteriormente al proceso de aireación, según se requiera.

El pase de burbujas de aire a través de las aguas de desecho coagula los coloides y la grasa, satisface parte de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), y reduce un poco el nitrógeno amoniacal. La aireación también puede impedir que las aguas de desecho se vuelvan sépticas en uno de los tanques subsiguientes de sedimentación. Pero si las aguas de desecho se mezclan con lodo previamente aireado y luego se vuelve a aerar, como se hace con los métodos de tratamiento de aguas de desecho utilizando lodo activado, la efectividad de la aireación se mejora mucho. La reducción de la DBO y sólidos en suspensión en el proceso convencional del lodo activado que incluye predecantación y sedimentación final, puede variar desde 80 a 95% y la reducción de las bacterias coliformes de 90 a 95%. Además, el costo de construcción de una planta de lodo activado puede ser competitivo con otros tipos de plantas de tratamiento que producen resultados comparables. Sin embargo, los costos unitarios de operación son relativamente altos.

El método del lodo activado es un tratamiento biológico secundario que emplea la oxidación para descomponer y estabilizar la materia putrescible que queda después de los tratamientos primarios. Otros métodos de oxidación incluyen la filtración, estanques de oxidación, y la irrigación. Estos métodos de oxidación ponen a la materia orgánica de las aguas de desecho en contacto inmediato con microorganismos bajo condiciones aerobias.

En una planta convencional de lodo activado, las aguas de desecho que entran pasan primero por un tanque de sedimentación primaria. Se añade lodo activado al efluente del tanque, generalmente en la relación **de 1 parte de lodo por 3 o 4 partes de aguas negras decantadas**, en volumen, y la mezcla pasa a un tanque de aireación. En el tanque, el aire atmosférico se mezcla por el líquido por agitación mecánica o se difunde aire comprimido dentro del fluido mediante diversos dispositivos; placas filtrantes, tubos de filtro, eyectores y chorros. Con cualquiera de los métodos, se pone a las aguas negras en íntimo contacto con los microorganismos contenidos en el lodo. En los primeros 15 a 45 minutos, el lodo absorbe los sólidos en suspensión y los coloides. Según se absorbe la materia orgánica, tiene lugar la oxidación biológica. Los organismos presentes en el lodo descomponen los compuestos de nitrógeno orgánico y destruyen los carbohidratos. El proceso avanza rápidamente al principio y luego decae gradualmente en las próximas 2 a 5 horas. Después continúa con un ritmo casi uniforme durante varias horas. En general el periodo de aireación dura de 6 a 8 horas más.

El efluente del tanque de aireación pasa a un tanque de sedimentación secundaria, donde se retiene el fluido, en general de 1 1/2 a dos horas para decantar el lodo. El efluente de este tanque está completamente tratado, y después de la floración puede descargarse sin peligro.

Cerca de un 25 a 35% del lodo del tanque de sedimentación final se regresa para la recirculación con las aguas negras de entrada. No debe retenerse el lodo en el tanque. Es necesaria la remoción parcial (a intervalos de menos de 1 hora) o la remoción continua para evitar la desaeración.

Las cantidades de rebose para la sedimentación final van, normalmente, desde unos 800 galones por pie cuadrado por día, para las plantas pequeñas, hasta 1 000 para plantas con capacidades mayores de 2 millones de galones por día. Es preferible que las cargas sobre el vertedero no excedan de 10 000 galones por pie lineal por día. Cuando el volumen requerido de tanque sobrepase los 2 500 pies³, son convenientes tanques múltiples de sedimentación.

Se requieren tanques múltiples de aireación cuando el volumen total de tanque excede los 5 000 pies cúbicos. Los tanques de aireación en que se use aire comprimido son, por lo general, largos y estrechos. Para conservar espacio, el canal puede hacerse girar varias veces 180°, con una pared común que separe el flujo en dirección opuesta. Se tiende en general, una tubería maestra de aire, a lo largo de la parte superior de tanque, para alimentar los difusores o placas porosas a lo largo de toda su longitud. El aire establece un movimiento espiral dentro del líquido según fluye por los tanques. Esta agitación reduce los requisitos de aire.

El ancho de canal va de los 15 a los 30 pies. La profundidad es de unos 15 pies.

El oxígeno disuelto debe mantenerse a una concentración de 2 partes por millón (miligramos por litro) o más. Los requisitos de aire varían normalmente de 0.2 a 1.5 pies cúbicos por galón de aguas tratadas. La mayoría de las autoridades estatales requieren el uso de un mínimo de 1 000 pies cúbicos de aire por libra de la DBO aplicada por día.

La aireación mecánica puede efectuarse en tanques cuadrados, rectangulares o circulares, según sea el mecanismo empleado para la agitación. En algunas plantas, el fluido puede hacerse subir por tubos verticales y descargarlo en láminas, mientras en la parte superior o el líquido puede hacerse bajar por tubos aspirantes, mientras el aire burbujea a través del fluido. En ambos métodos, la agitación en la superficie producida por el movimiento del líquido, aumenta la aireación. Los periodos de detención son, generalmente, más largos, 8 horas o más, que para los tanques con difusión de aire.

Se usan diversas modificaciones para el método de lodo activado, para mejorar el funcionamiento o disminuir los costos. Entre éstos se incluyen la aireación modificada, activada, en punta y por pasos o fases, y los procesos de Kraus, bioadsorción y bioactivados.

LA AEREACIÓN MODIFICADA disminuye el periodo de aireación a tres horas o menos, y mantienen el lodo retornado a una baja proporción. Los resultados son intermedios entre la sedimentación primaria y un tratamiento secundario completo.

EN LA AEREACIÓN ACTIVADA, los tanques de aireación se colocan en paralelo. El lodo activado, procedente de un tanque de sedimentación final o grupo de dichos tanques, se añade al influente de los tanques de aireación. El resto del lodo se concentra y se quita. Los resultados son mejores que con la aireación modificada y con menos aire.

LA AEREACIÓN EN PUNTA difiere de la aireación normal en que los difusores de aire no están uniformemente espaciados. En su lugar, se colocan más difusores cerca del extremo de entrada de los tanques de aireación que cerca de la salida. La teoría pretende que la demanda de oxígeno es mayor cerca de la entrada y, por tanto, la eficiencia del tratamiento debe mejorar si se suministra allí más aire. Sin embargo, los resultados dependen del grado de mezclado longitudinal, proporción del retorno de lodo y las características de la materia recirculada, por ejemplo, el contenido de aire del lodo o del licor mezclado.

EN LA AEREACIÓN POR PASOS O FASES se añaden las aguas negras en cuatro o más sitios del tanque de aireación. Cada incremento reacciona con el lodo que ya se encuentra en el tanque. Por consiguiente, los requisitos de aire casi son uniformes en todo el tanque. La **aereación por mezcla completa** obtiene mejores resultados dispersando el influente del agua de desecho tan uniformemente como sea posible, a lo largo de la longitud total del tanque de aireación, de manera que se produzca una demanda uniforme de oxígeno a todo lo largo. La **aereación extendida** es similar, pero el agua de desecho se aerea por 24 h en vez de las 6 a 8 h convencionales.

El proceso Kraus agrega a las aguas negras una mezcla aereada de lodo activado y materia de los tanques digestores de Lodos. El proceso de **biosorción** mezcla agua negra con lodo preaereado en un tanque separado. El **proceso de bioactivación** usa sedimentación primaria, un filtro rociador y una corta sedimentación

secundaria, agregando después lodo activado, y pasa la mezcla a tanques de aireación y sedimentación.

Se han obtenido excelentes resultados sustituyendo oxígeno por aire en el proceso de Lodos activados; para el eficiente uso del oxígeno, pueden cubrirse los tanques de aireación; el oxígeno se hace recircular en varios pasos, entrando a la primera etapa del proceso y de ahí a través del tanque de oxigenación con el agua de desecho en tratamiento. La presión bajo la cubierta del tanque es cercana a la atmosférica y suficiente para mantener el control y evitar el retromezclado de los siguientes pasos. En cada paso puede lograrse la mezcla con aeradores superficiales o un aspensor rotatorio sumergido: el oxígeno puro permite el uso de tanques más pequeños y el tiempo de oxigenación puede ser de 1 1/2 a 2 h en lugar del convencional de 6 a 8 h. El lodo activado producido se sedimenta, con menos dificultad y es más fácil de drenar que el de los procesos convencionales.

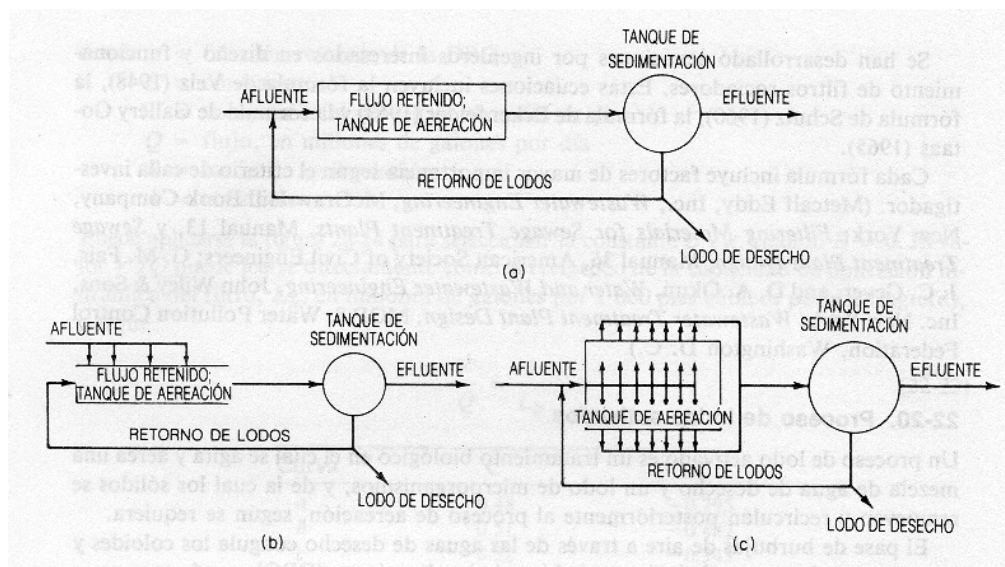
Las plantas de lodo activado deben controlarse bien para obtener un funcionamiento óptimo. Esto requiere una frecuente revisión del contenido de lodo del licor mezclado. En general se limitan los sólidos de 1 500 a 2 500 ppm (mg por litro) en plantas con difusión de aire y unas mil ppm, cuando se use la agitación mecánica. Las características de asentamiento del lodo se indican por el índice de Mohlman:

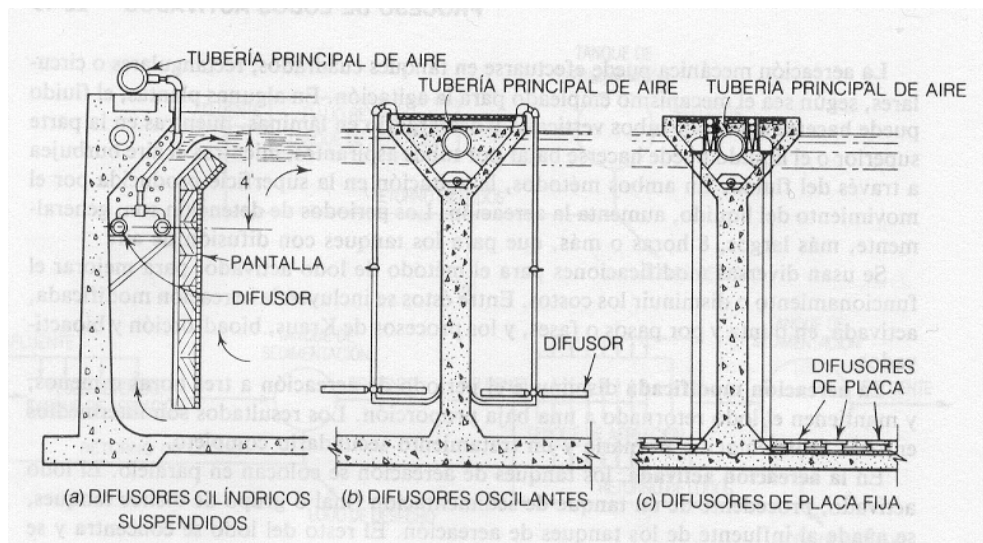
índice de Mohlman = $\frac{\text{Volumen de lodo asentado en 30 min}}{\text{Volumen de sólidos en suspensión}} \%$

Volumen de sólidos en suspensión %

Un lodo con buen asentamiento tiene un índice debajo de 100. Otra medida es el índice de densidad del lodo que es igual a 100 dividido entre el índice de Mohlman. Puede mantenerse el control operacional, manteniendo constante la concentración de licor mezclado-sólidos en suspensión (MLSS), o los volátiles-sólidos en suspensión (MLVSS), manteniendo una relación constante entre los alimentos y los microorganismos (F:M), o un promedio constante de tiempo de residencia en la celda (MCRT) en el licor mezclado. Esta última alternativa puede ser la más sencilla, porque sólo es necesario medir la concentración de los sólidos en suspensión en el tanque de aireación, y en el lodo activado del líquido de desecho.

La edad del lodo constituye otro factor importante. Representa el tiempo promedio en que una partícula de los sólidos en suspensión permanece sometida a la aireación. La edad del lodo se mide por la relación entre el peso seco del lodo en el tanque de aireación en libras y la carga de sólidos en suspensión, en libras por día, de las aguas de desecho que entran. En una planta bien operada de lodo activado, la edad del lodo es de tres a cinco días. Pero puede ser de solamente 0.3 días con proceso modificado que trabaje bien.





Proceso de cienos activados: a) convencional; b) etapa de aereación; c) mezclado completo

La tubería maestra de aire encima de los tanques de aereación suministra el aire a los difusores de los canales adyacentes, dentro de los cuales fluyen la mezcla de lodo activado y el efluente del tanque de sedimentación.