

1986



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS PARA  
AGUAS RESIDUALES**

**TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL  
PRESENTA:  
ANDRES N. OROPEZA ORTIZ

MEXICO, D. F.

1986



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE.

	Pag.
I. INTRODUCCION	- 2
1. Historia	- 3
2. Fines de los Tratamientos	- 4
3. Objetivo	- 7
II. FILTROS INTERMITENTES	- 8
1. Descripción	- 8
2. Ventajas y Desventajas del Método	-12
III. LECHOS DE CONTACTO	-14
1. Descripción	-14
2. Ventajas y Desventajas del Método	-16
IV. FILTROS ROCIADORES	-17
1. Descripción	-17
2. Ventajas y Desventajas del Método	-20
V. LODOS ACTIVADOS	-21
1. Descripción	-21
1.1. Disposición de los Lodos	-29
2. Ventajas y Desventajas del Método	-32
VI. LAGUNAS DE ESTABILIZACION	-34
1. Descripción	-34
2. Ventajas y Desventajas del Método	-37
VII. CONCLUSIONES	-38
BIBLIOGRAFIA	

## I. INTRODUCCION

Las aguas residuales son esencialmente las aguas -- de abastecimiento de una población, que después de haber sido utilizadas por el hombre se convierten en impuras. Desde el - punto de vista de su origen, resultan de la combinación de -- los líquidos o desechos arrastrados por el agua, procedentes- de las casas habitación, edificios comerciales e institucio-- nes, junto con los provenientes de los establecimientos indus- triales, y las aguas subterráneas, superficiales o de precipi- tación que puedan agregarse. De acuerdo a ésto tenemos la si- guiente clasificación:

a) Aguas Residuales Domésticas.- son aquellas que - provienen de residencias, instituciones y edificios comercia- les.

b) Aguas Residuales Industriales.- son aquellas que resultan de los procesos de manufacturación e industrializa-- ción,

c) Aguas Pluviales.- son aquellas que provienen del escurrimiento de las calles durante e inmediatamente después- de las lluvias.

Las aguas residuales tienen que ser evacuadas o dis- puestas, Algunas se sujetan a diferentes tipos de tratamiento antes de su disposición, mientras otras no reciben tratamien-

to antes de evacuarlas o disponerlas.

El problema de disponer de las aguas residuales se hizo necesario debido al uso del agua para recoger y arrastrar los productos de desecho de la vida humana. Antes de esto, los volúmenes de desecho, sin que el agua sirviese de vehículo, -- eran muy pequeños y su eliminación se limitaba a los excrementos familiares o industriales. El primer método consistía en -- dejar los desechos corporales y las basuras en la superficie -- de la tierra, de donde eran gradualmente degradadas por las -- bacterias, lo que originaba la producción de olores ofensivos. Después la experiencia demostró que si los desechos eran enterrados inmediatamente se evitaba el desarrollo de tales olores. La siguiente etapa consistió en el desarrollo de las letrinas, que es un método de eliminación de los excrementos que todavía se emplea.

Con el desarrollo de los suministros de agua a las poblaciones y el uso del agua para arrastrar o transportar los desechos domésticos, se hizo necesario encontrar métodos para disponer no solamente de los desechos mismos, sino para el agua portadora. Se emplearon para tal efecto las tres formas posibles la irrigación, la disposición subsuperficial y la dilución,

A medida que fué creciendo la población urbana, con el proporcional aumento de volúmen de aguas residuales y desechos orgánicos, resultó que todos los métodos de disposición -- eran tan poco satisfactorios que se hizo imperativo el desarrollo de los métodos de tratamiento, antes de la disposición final de las aguas residuales.

El tratamiento de las aguas residuales es el conjunto de recursos por medio de los cuales es posible verificar las diferentes etapas que tienen lugar en la autpurificación de una corriente dentro de un área limitada, apartada y bajo condiciones controladas.

Los primeros fines del tratamiento de aguas residuales es estabilizarlas sin producir olor o molestias y sin poner en peligro la salud. Debido a que el abastecimiento de agua se está convirtiendo en un problema crítico, la contaminación de una fuente de abastecimiento mediante la descarga de aguas residuales no tratadas o inadecuadamente tratadas.

Los Métodos para purificar el agua tienen limitaciones y es necesario reducir la carga de contaminación de estas corrientes mediante un tratamiento adecuado de las aguas residuales.

Es importante en el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales determinar aquellos componentes de las aguas residuales que puedan influir en el tipo de tratamiento necesario. Para tal efecto solo se utilizan los exámenes físicos y químicos.

El volúmen del flujo de aguas residuales y también la intensidad y otras características varían materialmente de hora a hora. Debido a esto es necesario tomar muestras compuestas en diferentes días de la semana.

Los exámenes físicos de las aguas residuales incluyen pruebas para sólidos totales, sólidos volátiles y fijos, sólidos suspendidos y sólidos sujetos a decantación. Las prue

bas de sólidos son importantes debido a que indican la intensidad y fuerza de las aguas residuales y permiten estimaciones de las reducciones de sólidos que se pueden llevar a cabo por medio de los diferentes pasos del proceso de tratamiento.

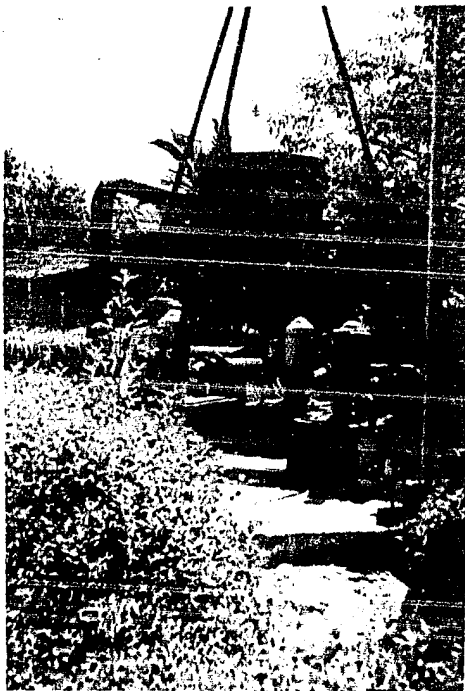
De las diferentes pruebas químicas que se practican en el análisis de las aguas residuales, las más útiles son -- las de la DBO, estabilidad relativa, oxígeno disuelto, oxígeno consumido y demanda química de oxígeno. La DBO mide la cantidad de oxígeno necesaria para estabilizar la materia orgánica sujeta a descomposición en las aguas negras. La prueba de oxígeno no disuelto mide el contenido de oxígeno de las aguas residuales. En las aguas residuales crudas un alto contenido de oxígeno es un índice de frescura, y en un efluente de una planta es un índice de que se ha llevado a cabo una oxidación considerable durante el tratamiento.

La prueba de la DBO indica la cantidad de materia orgánica sujeta a descomposición en las aguas residuales y es por lo tanto, un índice importante de su concentración.

El tratamiento de las aguas residuales normalmente se lleva a cabo en dos fases. En la primera, llamada Tratamiento Primario, los sólidos gruesos se eliminan de las aguas residuales utilizando mallas y sedimentación. Sin embargo, generalmente permanecerán algunos flóculos finos y otra materia en suspensión. Para eliminarlos y reducir el contenido de bacterias del agua se lleva a cabo la segunda fase que son los Tratamientos Biológicos.

Los Tratamientos Biológicos también llamados Trata-

mientos Secundarios, dependen de los organismos biológicos -- aerobios para degradar la materia orgánica compleja putrescible que contienen las aguas residuales a formas más simples y estables. Le anteceden algunas de las unidades preliminares, frecuentemente rejillas, desarenadores y sedimentadores primarios.



USO DEL DESARENADOR COMO TRATAMIENTO PREELIMINAR EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTOS SECUNDARIOS.



El objetivo de éste estudio es señalar las ventajas y desventajas de los diferentes tratamientos biológicos de -- las aguas residuales. Así como definir el tratamiento adecuado según la calidad que se requiera del agua. También se indicarán las ventajas que tiene un método de tratamiento sobre -- otro respectivamente. Además de conocer de una manera general el uso que tienen actualmente cada uno de los Tratamientos -- Biológicos.

## II. FILTROS INTERMITENTES

### 1.- Descripción.-

Existen dos formas para llevar a cabo la filtración de las aguas residuales:

a) Por su paso a través de un lecho profundo de material granular grueso, ó

b) Mediante el empleo de un medio filtrante más fino, como la arena.

En los dos casos, el proceso que se realiza, es que los crecimientos orgánicos en las partículas del medio oxidan las delgadas películas de agua residual que escurren a través del lecho. Cualquiera que sea el tipo de filtro empleado, - es necesario un pretratamiento, incluyendo sedimentación para evitar la obstrucción de la porción superior del lecho.

El Filtro Intermitente de Arena es un lecho de arena especialmente preparado en el que puedan aplicarse intermitentemente efluentes del tratamiento primario, o de filtros - goteadores, o de los tanques de sedimentación secundaria, por medio de distribuidores en forma de colectores o tubos perforados. El efluente del filtro se recoge en un sistema de desagüe en la parte inferior.

El lecho del filtro está formado por una carga de - arena limpia de 60 cm. de espesor, como mínimo, colocada so-

bre grava limpia bien graduada. La grava debe colocarse en -- tres capas como mínimo, cubriendo los colectores y hasta una altura de, por lo menos 15 cm. por encima de los mismos. La arena deberá tener un tamaño efectivo de 0.3 a 0.6 mm. El espaciamiento de los colectores no debe exceder de 3 m. entre centro y centro.

Generalmente debe haber un mínimo de tres a cuatro lechos y aún más cuando se utilizan grandes volúmenes de aplicación.

La dosificación de los lechos se lleva a cabo con un tanque dosificador y su sifón.

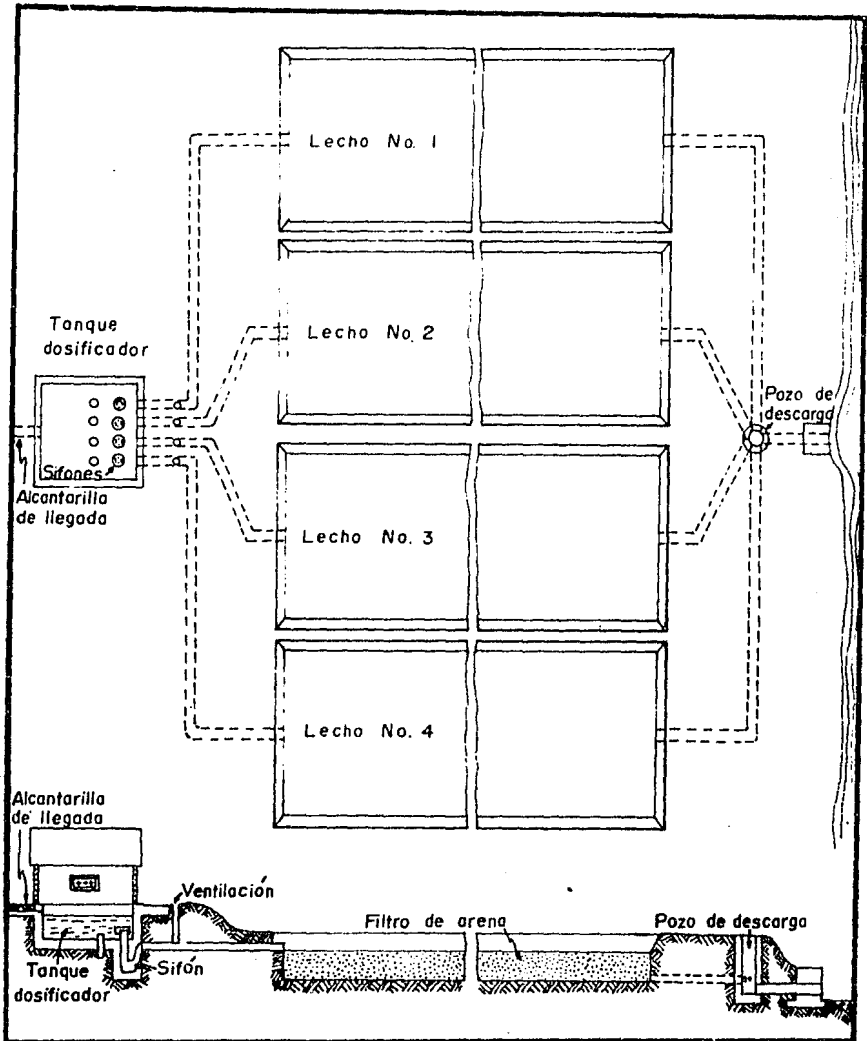
Los Filtros Intermitentes de Arena son verdaderos filtros que cuelan y retienen las partículas finas de los sólidos suspendidos, además de que actúan como unidades de oxidación.

La oxidación la llevan a cabo como en todos los dispositivos para tratamientos secundarios, los microorganismos aerobios que habitan principalmente en la superficie formando una capa de lodo que se extiende también hacia dentro del medio de arena.

Es importante dejar que se vacie en intervalos el filtro y se obtenga así un suministro de aire fresco. Esto se logra con una dosificación intermitente de aguas residuales sobre el filtro. Las aguas residuales se aplican de dos a seis veces al día, en cantidades suficientes para cubrir la superficie del filtro formando una capa de 5 a 8 cm. y a medida que las aguas residuales pasan a través de la arena, se --

arrastra el aire desde la superficie. Los filtros de arena -- se construyen por equipos de dos a más unidades que se van -- usando en rotación.

Un lecho de arena se obstruye relativamente rápido, por lo que se debe escarificar, pues de lo contrario se deben desechar partes del lecho, dependiendo de ésto del contenido de sólido de las aguas negras aplicadas y del ritmo de aplicación.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

TITULO: DISPOSICION DE  
FILTROS INTERMITENTES FIG. 1

PROFESIONAL ANDRES N. OROPEZA ORTIZ / 1986



F  
I

A  
O  
O

## 2.- Ventajas y Desventajas del Método.

### a) VENTAJAS.-

- Una planta de filtración por arena intermitente-bien operada dará un efluente estable, transparente y cristalino, casi completamente oxidado y nitrificado.
- Puede esperarse una eliminación global del 95 -- por ciento de la DBO, así como de los sólidos -- suspendidos en las aguas negras.
- El tratamiento supera otros procesos secundarios de tratamientos aceptados.
- El uso del método da como resultado un alto grado de tratamiento.

### b) DESVENTAJAS.-

- Este proceso requiere grandes superficies de terreno.
- Costos de construcción por volúmenes unitario -- alto de aguas residuales tratadas.
- Mantenimiento costoso de la limpieza de los filtros.
- Este método está limitado a los usos en que el -- volúmen de aguas residuales por tratar es pequeño, o cuando se necesita una calidad excepcional mente alta del efluente.
- No son prácticos para el tratamiento de grandes-

volúmenes de aguas residuales.

- Tiene probabilidad de producir olores desagradables.

### III. LECHOS DE CONTACTO

#### 1.- Descripción:-

Un lecho de contacto es un tanque hermético impermeable lleno de un material grueso. Mediante sifones y controles de tiempo se llenaban los lechos, permitiéndoseles estar llenos durante un cierto tiempo de contacto deseado, a lo que seguía su vaciado y un período de descanso. El interés de los lechos de contacto es fundamentalmente histórico pues éstos marcan una transición en el progreso del tratamiento de las aguas residuales, desde los filtros de arena, a los filtros de escurrimiento o goteo. Durante el período de contacto, mientras el filtro se tiene lleno, los materiales recientemente puestos en suspensión se depositan sobre el material de contacto y son atacados por organismos anaerobios, en el período de contacto siguiente, el material que ha estado expuesto al aire y se ha oxidado durante el período en que el filtro ha estado vacío, puede ser separado del material de contacto y arrastrado con el líquido saliente, en el subsecuente vaciado del filtro.

La velocidad del tratamiento en los lechos de contacto, es de unos 210 l/m<sup>2</sup> y por día, es relativamente lenta, si se tiene en cuenta la calidad del líquido saliente que resulta. Los intentos de aumentar ésta velocidad distribuyendo



las aguas residuales sobre la superficie del filtro y dejándole escurrir a través del material de contacto, condujeron a la idea de los filtros de escurrimiento o de goteo.

En el ciclo de operación, el tiempo de llenado depende del flujo de aguas residuales y usualmente es de 2 hrs. se permite que el tanque lleno repose durante 1 a 2 hrs., y el tiempo total que se considera para el vaciado y el descanso, por lo general, es de 2 a 3 hrs.

## 2.- Ventajas y Desventajas del Método;-

### a) VENTAJAS.-

- La carga consumida es relativamente pequeña.
- La ausencia de las moscas.
- Posibilidad de que funcione sin que las aguas residuales queden expuestas a la vista.
- Puede establecerse en un distrito muy poblado.
- El desprendimiento de olores será menor probablemente que en los filtros de escurrimiento.

### b) DESVENTAJAS.-

- Su funcionamiento requiere una atención constante.
- No son ya de uso muy común, a causa del éxito -- que han tenido los filtros de escurrimiento, y - otros métodos de tratamientos más satisfactorios.
- La velocidad del tratamiento es relativamente -- lento.
- Tiene un uso limitado a las Instituciones o Po--blaciones pequeñas.

#### IV. FILTROS ROCIADORES O GOTEADORES.

##### 1.- Descripción.-

Este tipo de filtro, consiste en un lecho de piedra quebrada, la forma del material debe ser casi cúbica para impedir que se apelmace, y de un tamaño tal que pase a través de una malla de aberturas de 12.5 cm.; pero que sea retenido por una malla de 5 cm. La capa del medio filtrante no debe ser menor de 1.5 m. de espesor ni mayor de 2.1 m. Este lecho puede tener una profundidad variable entre 1.2 m. y 2.7m.; pero usualmente es de 1.5 m. a 1.8 m.

Las aguas residuales se aplican a la superficie del lecho de un modo intermitente, como rocío y escurre hacia abajo rodeando las partículas de piedra hasta un sistema de drenaje inferior colocado en el fondo. Después de un corto período de uso, se forma una película gelatinosa en las partículas del filtro. Esta película que es de la misma familia de los flóculos producidos en el proceso de los lodos activados mantiene bacterias oxidantes. A medida, que las aguas residuales fluyen en láminas muy delgadas sobre ésta película las bacterias estabilizan la materia orgánica mediante una oxidación.

En general la carga orgánica está limitada a 220.7-mg. de DBO por l de medio filtrante y por día.

Existe una diferencia importante entre los filtros

que utilizan distribuidores giratorios y los de chiflones rociadores. Con un distribuidor la aplicación de las aguas residuales al filtro prácticamente es continua, en tanto que con los chiflones rociadores se dosifica al filtro durante 3 a 5 min. y se le deja descansar durante 5 a 10 min. antes de la siguiente aplicación.

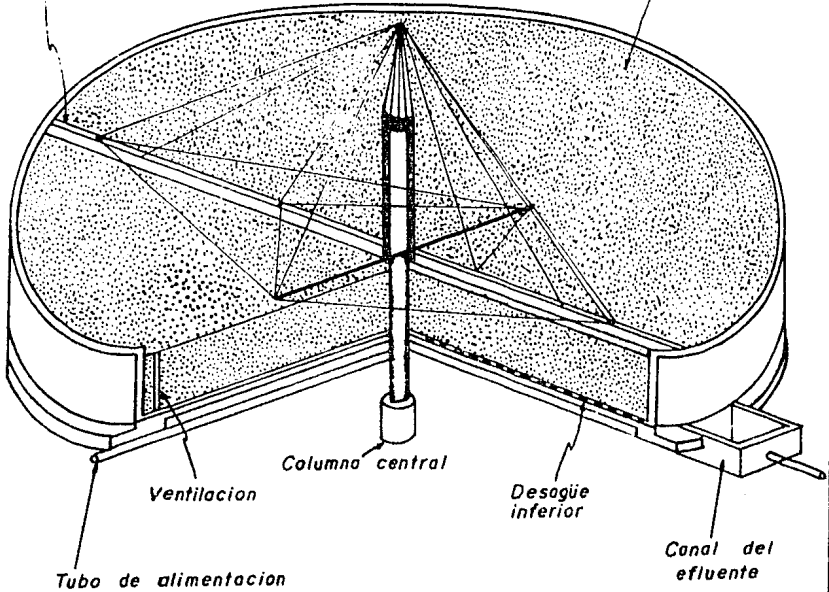
Un tratamiento primario antes de éstos filtros, permite aprovechar al máximo su capacidad haciendo fácilmente sedimentables a los sólidos no sedimentables, coloidales y disueltos. Estos sólidos, orgánicos en su mayor parte, no son separados de las aguas negras, sino que se convierten en parte integrante de los organismos vivos, microorganismos o de la materia orgánica estable que se adhiere temporalmente al medio filtrante, y de la materia inorgánica que sale en el efluente,

Los filtros goteadores son unidades resistentes que no se dañan fácilmente por cargas violentas, distinguiéndose por la estabilidad de su funcionamiento.

Los filtros rociadores siempre deben estar seguidos de sedimentación.

Brazos del distribuidor

Medio filtrante



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



FACULTAD DE INGENIERIA

TITULO: DETALLE DE UN FILTRO DE ESCURRIMIENTO

FIG. 2

PROFESIONAL ANDRES N. OROPEZA ORTIZ 1986



A  
O  
O  
19

## 2.- Ventajas y Desventajas del Método.

### a) VENTAJAS:-

- Su costo de funcionamiento es relativamente bajo.
- Una eficacia satisfactoria es la reducción de la DBO y en los sólidos en suspensión en aguas residuales desfavorables.
- Efecto nutritivo relativamente alto.
- Su capacidad para funcionar bajo condiciones climáticas externas (particularmente con bajas temperaturas).
- Su capacidad para producir un líquido saliente de buena calidad.
- Es probable una eliminación global del 85 por ciento de la DBO.

### b) DESVENTAJAS:-

- La producción de olores desagradables.
- El desarrollo de moscas excesivas.
- La carga que se pierde a través del filtro (ésta pérdida de carga puede variar entre 1.5 y 3.3 m)
- Un costo de construcción relativamente elevado.
- No son adecuadas para zonas urbanas.
- La carga necesaria puede requerir bombeo.
- Es necesario una atención constante.
- Se necesita un tratamiento preliminar a base de cribas o tanques para obtener un líquido saliente de alta calidad.

## V. LODOS ACTIVADOS

### 1.- Descripción.-

El proceso de Lodos Activados ha marcado un progreso importante en el tratamiento secundario de las aguas residuales. Similarmente a los filtros goteadores, es éste proceso biológico de contacto en el que los organismos vivos aerobios y los sólidos orgánicos de las aguas residuales se mezclan íntimamente en un medio ambiente favorable para la descomposición aeróbica de los sólidos. La eficacia del proceso depende de que se mantenga continuamente oxígeno disuelto en las aguas residuales durante todo el tratamiento.

Las aguas residuales comunes contienen algunos operarios biológicos; pero su número es demasiado chico para que puedan llevar a cabo el trabajo requerido. Es necesario, por lo tanto, agregar mucho más organismos y distribuirlos bien por todas las aguas residuales antes de que el proceso de Lodos Activados pueda empezar a funcionar con eficacia.

El proceso de Lodos Activados se emplea generalmente después de la sedimentación simple.

Las aguas residuales contienen algo de sólidos suspendidos y coloidales, de manera que cuando se agitan en presencia de aire, los sólidos suspendidos forman núcleos sobre los cuales se desarrolla la vida biológica pasando gradualmen-

te a formar partículas más grandes de sólidos que se conocen como Lodos Activados.

Los Lodos Activados están formados por flóculos parduscos que consisten, principalmente en materia orgánica procedente de las aguas residuales poblados por bacterias y --- otras formas de vida biológica. Estos Lodos Activados con sus organismos vivos, tienen la propiedad de absorber la materia orgánica coloidal y disuelta, incluyendo el amoníaco de las - aguas residuales con lo que disminuye la cantidad de sólidos-insolubles no putrescibles. Algunas bacterias atacan las substancias complejas originales, produciendo como desechos compuestos más simples. Otras bacterias usan éstos desechos, produciendo compuestos aún más simples continuando así el proceso hasta que los productos finales de desecho no puedan ya -- ser usados como alimento por las bacterias.

Se logra la proliferación de las bacterias aeróbias mediante la oxigenación forzada en el tanque de aereación; -- las bacterias al buscar su alimento forman flóculos orgánicos que al aumentar de diámetro y peso, se sedimentan fácilmente en los tanques de sedimentación secundaria. Del fondo de éstos tanques se regresa al reactor una parte de los sedimentos con objeto de activar la formación de los flóculos en los nuevos volúmenes por tratar.

En el tanque de aereación el oxígeno se provee por medio de tuberías con aire a presión, en la tubería se insertan difusores. El volumen de oxígeno se determina en laboratorio a fin de mantener en el tanque un equilibrio con el conte



nido de materia orgánica y la capacidad bacteriana.

Para tratar rápida y eficazmente las aguas residuales se requiere de una gran concentración de Lodos Activados, esto se logra recolectando los Lodos producidos por cada volumen de aguas residuales tratadas y usándolos nuevamente para el tratamiento de volúmenes subsecuentes de aguas residuales. Estos Lodos se conocen como Lodos Recirculados.

El exceso de Lodos Activados, se retira continuamente del proceso de tratamiento y se acondiciona para su disposición final.

Los Lodos Activados deben mantenerse en suspensión durante su período de contacto con las aguas residuales a tratar, mediante algún método de agitación. Por lo tanto, el proceso de Lodos Activados consta de las siguientes etapas:-

a) Mezclado de los Lodos Activados con las aguas residuales que se van a tratar.

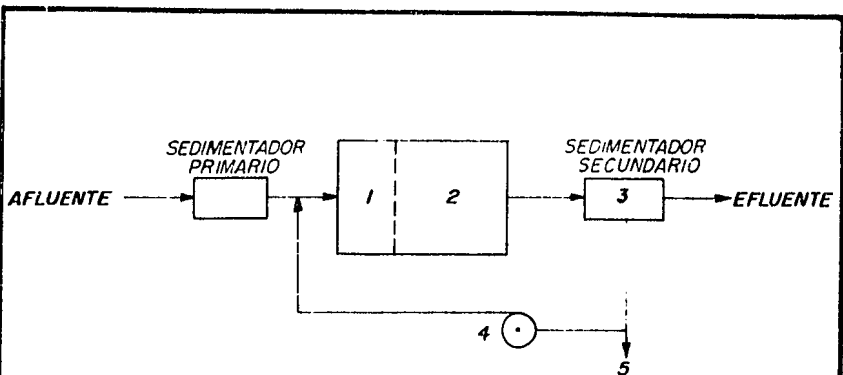
b) Aereación y agitación de éste licor mezclado durante el tiempo que sea necesario.

c) Separación de los Lodos Activados, del licor mezclado.

d) Recirculación de la cantidad adecuada de Lodos Activados, para mezclarlos con las aguas residuales.

e) Disposición del exceso de Lodos Activados.

Los tanques de aereación se diseñan de manera que proporcionen un tiempo de aereación de 6 a 8 hrs., cuando la aereación se hace con aire difundido y de 9 a 12 hrs., si la aereación es mecánica.



1.- ETAPA DE CONTACTO, ADSORCION O FLOCULACION.

*Poner en contacto el agua residual (comida) y el lodo activado (microorganismos).*

2.- ETAPA DE AEREACION.

*Mantener aerobico y en suspension el "licor mezclado"*

3.- ETAPA DE SEPARACION.

*Remover el lodo activado de agua residual tratada.*

4.- ETAPA DE RECIRCULACION.

*Hacer retornar el lodo activado al afluyente - del "tanque de aereacion".*

5.- ETAPA DE DISPOSICION.

*Remover el exceso de lodo activado del - sistema.*

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

F  
I



FACULTAD DE INGENIERIA

TITULO: FACTORES ESENCIALES DEL  
PROCESO DE LODOS ACTIVADOS

FIG. 3

PROFESIONAL ANDRES N. OROPEZA ORTIZ / 1986



A  
O  
O

El aire se aplica a razón de 7.5 a 11.0 m<sup>3</sup> por cada m<sup>3</sup>. de aguas residuales.

Los Lodos Activados se recirculan en una proporción que mantenga un contenido de sólidos de 1000 a 2500 p.p.m. en el licor mezclado;

INDICE VOLUMETRICO DE LOS LODOS.- Este índice es el volúmen en ml. que ocupa un gramo de Lodos Activados en el licor mezclado, una vez que se ha dejado sedimentar durante 30-min.

EDAD DE LOS LODOS.- Es el tiempo medio, en días que permanece sujeta a la aereación una partícula de sólidos suspendidos en el proceso de tratamiento de aguas residuales con Lodos Activados. Se calcula a partir del peso de los Lodos Activados en el tanque de aereación y los sólidos suspendidos - en las aguas residuales que entran a dicho tanque, empleando la fórmula:-

$$\text{Edad de los Lodos} = \frac{V \times A}{Q \times C}$$

en donde:-

V = volúmen del tanque de aereación en m<sup>3</sup>.

A = concentración de los sólidos suspendidos en el tanque de aereación en p.p.m.

Q = gasto de aguas residuales en m<sup>3</sup> por día.

C = concentración de sólidos suspendidos en las ---

aguas residuales que entran al tanque de aereación, en p.p.m.

El índice de los Lodos y su edad, según se determinen para cada planta, caerán respectivamente dentro de los límites de 100 a 200 y de 3 a 4 días.



PLANTA DE TRATAMIENTO DE LODOS ACTIVADOS.

Los Lodos Activados contienen los siguientes microorganismos:- Bacterias, protozoarios, rotíferos, nemátodos, algas y hongos. Los más abundantes son:- Bacterias heterótrofas y protozoarios holozoicos (que se alimentan de bacterias).

Los factores ecológicos que determinan el tipo y -- cantidad de protozoarios son:- Agua, temperatura, oxígeno, ph y luz. Si éstos factores están dentro de los límites tolerados por una especie de protozoarios, la existencia y abundancia de esta dependerán de la cantidad de alimento disponible.

La sucesión biológica que se lleva a cabo en el proceso de Lodos Activados es la siguiente:- Al inicio del sistéma, la concentración de alimento (materia orgánica) es alta y la población de cualquier grupo de microorganismos es baja. - Entre los organismos colonizadores predominan las bacterias, seguidos de los ameboides y fitoflagelados. Conforme aumenta el número de bacterias, se incrementa su consumo de alimento; esto ocasiona que el número de fitoflagelados disminuya. Los Zooflagelados aparecen cuando existe una cantidad de bacte---rias suficientes para alimentarlos. La presencia de los ciliados acaparan la materia orgánica y logran un predominio sobre los demás organismos.

La participación de las bacterias es fundamental durante todo el proceso de purificación de Lodos Activados, --- puesto que ellas realizan la mayor parte de la oxidación aerobia de la materia orgánica. Algunas forman grupos mediante un proceso de floculación que se agudiza en presencia de proto--

zoarios ciliados. Esta formación de grupos elimina muchas bacterias de la suspensión y proporciona un sustrato para la fijación de protozoarios ciliados pedunculados. Los ciliados más abundantes son los que consumen bacterias; pero también hay especies carnívoras o que se alimentan de detritos.

Los organismos consumidores de bacterias, que se encuentran en suelos y aguas contaminadas, tienen gran importancia pues participan en los ciclos tróficos.

Los fitoflagelados son organismos productores de materia orgánica; muchos ciliados, ameboides y flagelados devorarán pequeñas plantas.

Todos los organismos desempeñan una función ya sea como degradadores (bacterias), productores (plantas y fitoflagelados) o consumidores (ciliados, ameboides y zooflagelados); de ésta manera forman una sucesión biológica.

## DISPOSICION DE LOS LODOS,

Se debe proporcionar un destino o disposición final a todos los Lodos que se produzcan en las plantas de tratamiento. Los procesos de tratamiento, reducen su volúmen o cambian sus características, facilitando su disposición; pero queda todavía un residuo que tiene que ser eliminado de la planta.

Existen dos métodos principales para disponer de los Lodos:-

- 1) Disposición en agua.
- 2) Disposición en tierra.

DISPOSICION EN AGUA: Este método es económico. En algunas ciudades de la costa, los Lodos se bombean a lanchones, ya sea crudos o digeridos, y se llevan mar adentro para verterlos en aguas profundas a suficiente distancia (de 24 a 48 Km. de la costa) para lograr una dilución y evitar sus malos efectos a lo largo de la playa.

Cuando se acarrean al mar el valor de un tratamiento, tal como el de concentración o espesamiento, o de digestión, depende del costo relativo del tratamiento y del ahorro por acarreo de pequeños volúmenes y del valor del gas producido por la digestión.

DISPOSICION EN LA TIERRA: De los sistemas usados para su disposición en la tierra figuran los siguientes:-

- 1) Enterrado.
- 2) Relleno.
- 3) Aplicación como fertilizante ó acondicionador de suelos.

ENTERRADO.- Este método se usa especialmente para los lodos crudos en donde los lodos se llevan a zanjas de 0.60 a 0.90 m. de ancho y de unos 0.60m. de profundidad. Cuando se tienen grandes superficies de terreno, el enterrado de los lodos crudos es posiblemente el método más económico de disponer de ellos, porque elimina el costo de cualquier proceso de tratamiento. La única desventaja es la gran superficie de terreno que se requiere.

RELLENO.- El empleo de los lodos usados como relleno se limita casi exclusivamente a los lodos digeridos los cuales quedan a la intemperie sin producir molestias por el olor que puedan considerarse serias. Las lagunas que se usan para disposición son usualmente hondas. Los lodos se agregan en capas sucesivas hasta que la laguna quede completamente llena.

FERTILIZANTE O ACONDICIONADOR DE SUELOS.- El lodo de las aguas residuales contiene muchos elementos esenciales para la vida vegetal:- como son el Nitrógeno, el Fósforo, el Potasio y además contiene nutrientes indispensables para el



crecimiento de las plantas. Los lodos tienen un poder fertilizante muy bajo que los hacen pobres competidores frente a los de tipo químico u orgánico ya preparados; pero son usados como simples mejoradores de suelos. También disminuye la erosión -- del suelo.

Existe otro método común de disposición de lodos; es la digestión en un tanque calentado, con la desecación subsecuente mediante aire sobre arena, o por medio de una filtración al vacío.

## 2.- Ventajas y Desventajas de Método,

### a) VENTAJAS.-

- Costo de instalación relativamente bajo a comparación con los filtros de escurrimiento.
- La cantidad de carga hidráulica consumida y el área superficial requerida son menores que los necesarios en cualquier otro proceso.
- Eliminación de un 90 por ciento aproximado de la DBO y de los sólidos sedimentables.
- Ausencia de olores desagradables durante el funcionamiento.
- Un efluente claro, brillante no expuesto a putrefacción,
- Un cierto valor comercial del lodo (fabricación de fertilizantes).
- El volúmen del lodo producido es mayor que el -- que se obtiene en cualquier otro proceso (salvo en el químico).

### b) DESVENTAJAS.-

- Alto costo de funcionamiento.
- Atención constante y de gente preparada.
- Dificultades en la desecación y la eliminación del gran volúmen de lodo producido.
- Incertidumbre respecto a los resultados que pue-

dan esperarse bajo diversas condiciones.

- La sensibilidad a los cambios en la calidad del líquido inicial.

## VI. LAGUNAS DE ESTABILIZACION (LAGUNAS DE OXIDACION)

### 1.- Descripción.-

Durante los últimos años se ha desarrollado un sistema de tratamiento de aguas residuales, el cual se basa en el uso de estanques especialmente preparados, a los cuales se les llama Estanques de Estabilización. El mecanismo del tratamiento depende grandemente de la interacción entre las bacterias y las algas. Las bacterias convierten la materia orgánica propia de descomposición en productos más estables, y al hacerlo liberan elementos nutritivos indispensables para el crecimiento de las algas. Las algas al utilizar éstos productos nutritivos, producen un exceso de oxígeno mediante la fotosíntesis y, por lo tanto, crean y mantienen condiciones aerobias para las bacterias. La luz del sol es esencial para la oxidación.

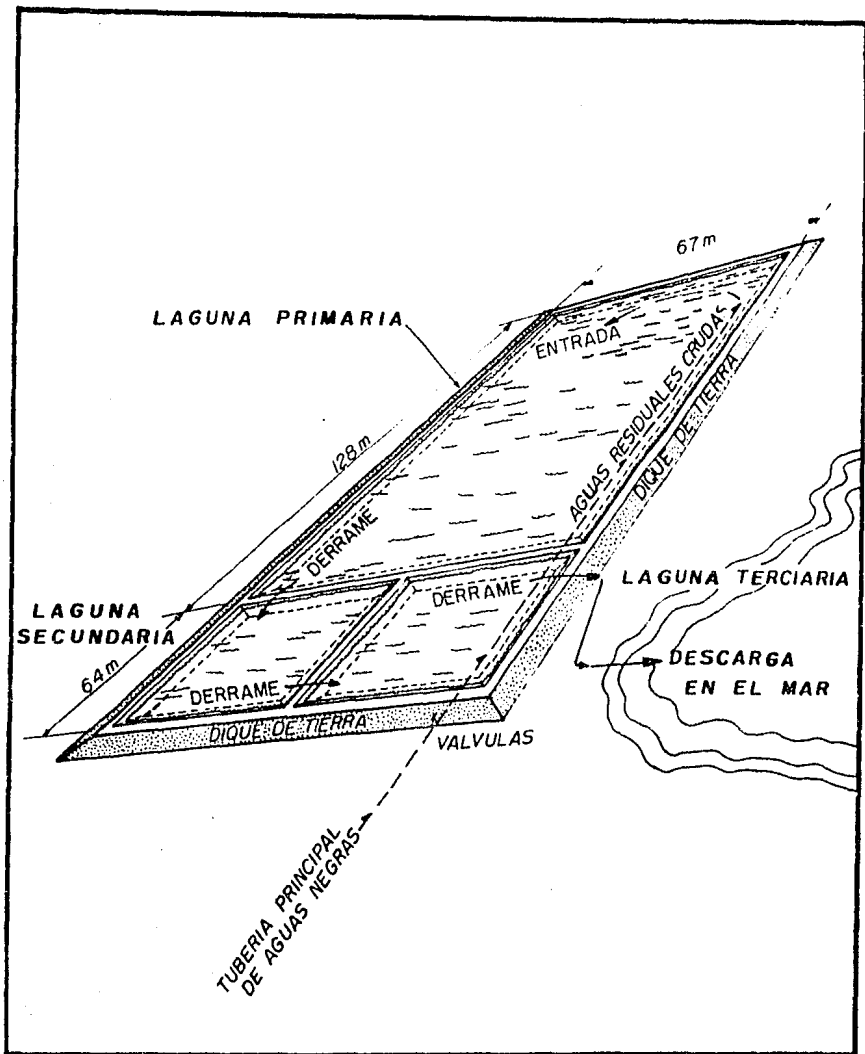
Por lo regular la carga orgánica es de 5.51 mg. de DBO por l de medio filtrante y por día.

Se ha encontrado que la profundidad mejor es de 0.9- a 1.2 m. Esta profundidad permite un período de retención de 4 meses aproximadamente.

Los tanques de estabilización se pueden usar casi en cualquier parte, variando la velocidad a que puedan operar, con la temperatura, la energía luminosa y otras condiciones locales. El pretratamiento es deseable para evitar la formación-

de bancos de lodos cerca de la toma de entrada, con la descomposición anaeróbica subsecuente.

Las lagunas de oxidación pueden usarse como un tratamiento completo, cuando reciben aguas residuales crudas, o como un tratamiento secundario para aguas residuales sedimentadas, o también como tratamiento adicional para afluentes de procesos secundarios.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

F  
I



FACULTAD DE INGENIERIA

TITULO: LAGUNAS DE ESTABILIZACION PARA AGUAS RESIDUALES FIG. 4

TESIS PROFESIONAL ANDRES N. OROPEZA ORTIZ / 1986



A  
O  
O

## 2.- Ventajas y Desventajas del Método,

### a) VENTAJAS.-

- Los estanques son de construcción barata.
- El mantenimiento de operación es mínimo.
- Los sólidos salen en forma de células de algas -- muy estables.
- Aplicable a desagües industriales.
- Aplicable a pequeñas o medianas poblaciones y aún de aglomeraciones urbanas relativamente grandes.
- Sencilla y rápida aplicación.
- Puede esperarse una eliminación global del 98 por ciento de la DBO.

### b) DESVENTAJAS.-

- Se utiliza solo en pequeñas comunidades.
- La infiltración interfiere en el funcionamiento.
- Se requiere de grandes superficies de terreno.
- El suelo en donde se localice debe ser practica-- mente impermeable.
- Contaminación de aguas subterráneas.
- Proliferación de insectos.
- Producción de olores.

## VII. CONCLUSIONES

Los objetivos principales de tratar las aguas residuales son los siguientes:

- Evitar que las aguas residuales se conviertan en un peligro para la salud humana u ocasionen la polución de las fuentes de abastecimiento.
- Definir el tratamiento más adecuado según la calidad que se requiere del agua, debido al uso que se le va a dar.
- Obtener mejor provecho del nuevo recurso hidráulico disponible.

Todos los procesos de tratamientos secundarios dependen de los organismos biológicos aerobios para degradar la materia orgánica compleja putrescible que hay en las aguas residuales, a formas más simples y estables.

Los filtros intermitentes se usan cuando se desea un alto grado de tratamiento o un efecto brillante.

Los lechos de contacto no son ya de uso muy común, - debido al éxito que han tenido los filtros de escurrimiento y el proceso de Lodos Activados.

Los filtros rociadores proporcionan un líquido saliente de buena calidad.

La diferencia principal entre los filtros rociadores y los lechos de contacto es que los procesos son similares so-



lo que en los filtros rociadores se distribuye el agua contaminada sobre el filtro por medio de aspersores y en los lechos - éste se inunda.

Aunque los filtros goteadores y los Lodos Activados dependen de los organismos aerobios para llevar a cabo la descomposición, existe entre ellos una diferencia operacional. En los filtros, los organismos están adheridos al medio filtrante y hacia ellos va el material orgánico sobre el cual tienen que trabajar. En cambio, con los Lodos Activados son los organismos los que se llevan hasta la materia orgánica de las aguas residuales.

A pesar de que la composición de los Lodos Activados es similar y también lo son las reacciones bioquímicas, a la de los lodos de los filtros goteadores su eficacia es algo mayor. Los flóculos de Lodos Activados se mueven entre las aguas residuales circulantes, lo que significa que efectivamente van buscando su alimento. Por lo tanto, es más completa la descomposición de la materia orgánica de las aguas residuales que la lograda por medio de los Filtros Goteadores. Como el proceso de contacto biológico tiene lugar bajo el agua desaparece el peligro de las moscas y los olores disminuyen notablemente. El espacio que se requiere para las unidades de Lodos Activados es mucho menor que el que necesitan los Filtros Goteadores para tratar el mismo gasto.

El proceso de Lodos Activados no es tan burdo como el de los Filtros Goteadores, pues es complejo y presenta muchos problemas técnicos que requieren de mayor experiencia ---

operatoria y de más preparación. Además es muy sensible a cargas repentinas y a sustancias tóxicas que pueden descargarse especialmente por parte de las plantas industriales.

Las lagunas de oxidación tienen un uso muy limitado a solo pequeñas poblaciones ya que requieren de grandes superficies de terreno y estar ubicadas en lugares bastante aislados.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Harol E. Babbit, Robert Bawman, "Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Negras". Editorial Cecsa.
- 2.- Murguía Vaca E., "Evaluación, Efectos y Solución de la Contaminación del Agua".
- 3.- W.A. Hardenbergh y Edward B. Rodie, "Ingeniería Sanitaria". Editorial Cecsa.
- 4.- Ricardo H. Manzano, J. Ricardo Albarran, Adriana Costero, "Indicadores Biológicos en la Operación de Sistemas de Tratamiento de Lodos Activados", Instituto de Ingeniería UNAM No. D-23.
- 5.- Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, -- "Lagunas de Estabilización". Instituto de Ingeniería Sanitaria, publicación No.9.
- 6.- Departamento de Sanidad, estado de Nueva York, "Manual de Tratamiento de Aguas Negras". Editorial Limusa.
- 7.- Metcalf and Eddy, "Tratamiento de Aguas Negras". Edito--

rial Labor,

- 8.- Jorge E. Triviño M., "Tratamiento de Aguas Residuales".  
C.E.C, Facultad de Ingeniería UNAM.