

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

CAPITULO IV



Las aguas contaminadas provienen de diferentes fuentes, como pueden ser las industrias y las zonas habitacionales, por lo que están compuestas de partículas muy variadas, tanto en tamaño como en composición, refiriéndome solo al agua proveniente de una casa, esta trae consigo desperdicios alimenticios, grasas, desechos del inodoro, jabones utilizados en baños y para lavar ropa, y un sin número de materia orgánica e inorgánica que es desalojada, por esto es necesario hacer una división de los procesos de limpieza, simplificándolos y estableciendo los objetivos que se persiguen con cada sistema utilizado, para poder medir su eficacia.

Los tratamientos para las aguas de desecho, pueden reconocerse en base a su ubicación en el proceso de limpieza, como primarios, secundarios y avanzados. Los últimos tienen fines muy específicos, que para este trabajo sería innecesario estudiarlos, pero en su lugar es muy conveniente analizar algunos sistemas alternativos que pueden formar parte crucial en el diseño del proyecto final.

1. Tratamiento primario

Los sistemas primarios son los más sencillos en la limpieza del agua y “tienen la función de preparar el agua, limpiándola de todas aquellas partículas cuyas dimensiones puedan obstruir o dificultar los procesos consecuentes.”¹ Estos tratamientos son, el cribado o las mallas de barreras, la flotación o eliminación de grasas y la sedimentación.

Algunos sistemas como es el caso de la flotación y la sedimentación, pueden ser utilizados dentro del proceso de tratamientos secundarios y no forzosamente como un método primario aislado.

¹ RODIE B. Edward y HARDENBERG. Ingeniería Sanitaria. Ed. Continental S.A. de C.V. México D.F. 1987

1.1. Mallas o barreras

Es importante que como tratamiento primario se busque remover la materia flotante que trae consigo el agua, y sobre todo si proviene de mantos superficiales, que fácilmente pueden ser contaminados por papel, plásticos grandes, troncos de madera etc., ya que si no se eliminan pueden causar daños a los mecanismos o bloquear las tuberías. Estas mallas, también llamadas cribas, tienen que ser diseñadas de un material anticorrosivo para evitar el desgaste con la fricción del paso de agua. Las cribas se fabrican dejando una abertura entre sus barras dependiendo del propósito que se busque, en el caso específico de mi proyecto las mallas evitarán el paso de desechos grandes acarreados por el cauce del río, por lo que tendrán una separación de 10cm.

La localización de las cribas debe de ser en un depósito que tenga su base a mayor profundidad de la parte inferior de la tubería, con una pequeña inclinación, con el objetivo de que disminuya la presión del agua a 0.45m/s y se tenga mayor superficie de contacto con la rejilla. El agua prosigue su curso por medio de ductos ubicados del otro lado de la reja o por medio de bombas que suban el agua.



Reja para basura, planta de tratamiento de aguas "Las Rosas"

Con el continuo uso que tienen estos sistemas, presentan una acumulación de basura en sus barras, por lo cual deben de estar pensados para tener un mantenimiento efectivo.

1.2. Eliminación de aceite y grasas

Es importante tener presente que llegan a la planta de tratamiento aceites y grasas provenientes de la basura producida por el hombre, estas grasas pueden causar daños en los procesos de limpieza por su viscosidad, obstruyendo rejillas, ductos o impidiendo la correcta aireación en los sistemas.

Para solucionar este problema, se colocan trampas para aceites, que pueden ser tan sencillas como tubos horizontales abiertos en la parte superior dispuestos en la superficie de los tanques, con el fin de captar la película de aceite que flota en el agua.

1.3. Sedimentación

Este proceso está planteado como complementario en el desarrollo total de la limpieza del agua. La función básica de la sedimentación es separar las partículas suspendidas del agua. Los sistemas de decantación pueden ser simples, es decir trabajar únicamente con la gravedad, eliminando las partículas más grandes y pesadas, o bien, se pueden utilizar sistemas coagulantes, para atraer a las partículas finas y retirarlas del agua.

La decantación simple trabaja junto con otros factores como son la luz solar, la aireación y la fricción que existe entre los elementos, que puede ser producida por la presión del agua, además de variar dependiendo de la magnitud de la partícula.

Los tanques de sedimentación varían en forma y tamaño dependiendo de la demanda de agua que tengan que decantar, el tipo de flujo que manejen y de los mecanismos de auto limpieza aplicados. Para fines del parque a proyectar, es recomendable varios tanques que trabajen de manera alterna con dimensiones entre 20 y 30m, y 2m de profundidad.

Los tanques de decantación tienen un flujo constante el cual puede provenir de abajo, de arriba o ser horizontal como en algunos tanques rectangulares. Parte del sistema de decantación esta apoyado por canales ubicados en la superficie de los tanques reteniendo los sólidos pequeños. Estos canales pueden colocarse a la entrada del flujo cuando este proviene de la parte superior, o en la salida del tanque cuando el flujo viene de la parte inferior o de manera horizontal.



Tanque rectangular de sedimentación simple



Canal de entrada de flujo al tanque.

2. Tratamiento secundario

Dentro de las etapas que forman el proceso de limpieza de las aguas residuales, “el tratamiento secundario tiene el objetivo de limpiar el agua de aquellas impurezas cuyo tamaño es mucho menor a las que se pueden captar por la decantación y las rejillas, para ello, los sistemas se basan en métodos mecánicos y biológicos combinados.”² Estos sistemas al manejar aspectos biológicos son afectados por factores externos, como son los climáticos, por lo que se tienen que estudiar sus características y adaptación al sitio del proyecto, para poder hacer una elección adecuada.

Los sistemas secundarios son diversos y cada uno tiene sus variantes, pero en este capítulo solo se muestran aquellos que tienen las características necesarias para que puedan ser

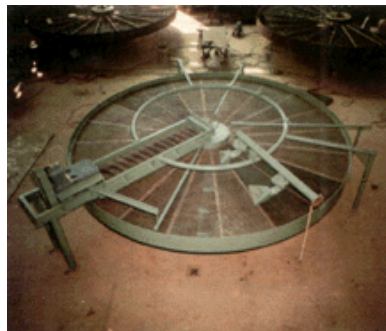
² IBIDEM

aplicados al proyecto final, comprendiendo sistemas de precolación, y tratamientos anaeróbicos.

2.1. Sistema de Precolación

Estos sistemas pueden variar en diseño pero trabajan de la misma manera. Los filtros de escurrimiento son un modelo de percolador que se puede usar como referencia para estudiar este sistema. Estos filtros biológicos son tanques circulares con diferentes profundidades dependiendo del porcentaje de agua a tratar, con un contenido de piedras o escoria granular de 2 1/2 a 4 pulgadas. A este tanque se le aplica un rocío continuo de las aguas negras por medio de aspersores que rotan en la superficie, el agua negra se filtra poco a poco por la gravilla dejando con el tiempo una película de materia orgánica que contiene bacterias oxidantes, a medida que el agua sigue fluyendo las bacterias trabajan estabilizando el agua, una vez que el liquido llega al fondo es recolectada por bloques de desagüe con las dimensiones necesarias para evitar el paso de la gravilla. Un segundo tanque de filtración puede ser utilizado, este se compone de arena, y trabaja con películas más delgadas de contaminantes.

Al proyectar un filtro de escurrimiento hay que tener presentes que se esta dejando una película de materia orgánica ventilada, esto puede ocasionar la aparición de plagas como mosquitos, por lo cual conviene evaluar todas las posibilidades y mecanismos de control.



Filtro de escurrimiento, Foto obtenida de <http://www.thomasregister.com/olc/dorroliver/>

2.2. Tratamiento anaeróbico

Los tratamientos anaeróbicos son un poco mas complejos que los antes mencionados, por ello considero pertinente comenzar con la descripción del concepto digestión anaeróbica.

“Es el proceso mediante el cual los organismos catabolizan y asimilan sus alimentos en ausencia de oxígeno, e implícitamente de aire.”³

a) Reactores 1ra Generación

Los primeros reactores anaerobios pueden ser considerados las fosas sépticas y las lagunas anaerobias, pero estos son unicamente el inicio de estos sistemas. Los sistemas anaeróbicos de la primera generación se desarrollaron con la introducción del digestor convencional, que se aplica para la estabilización de los desechos. Consiste en un tanque cerrado sin agitación, ni calentamiento, donde la actividad de microorganismos representa un pequeño porcentaje de la totalidad del tanque. El sistema de digestión anaerobio evoluciono con la incorporación de un agitador mecánico que puede funcionar por medio del biogás producido por este u otro sistema de limpieza implementado en el tratamiento de aguas residuales. El agitador tiene el propósito de remover la materia orgánica hacia un reactor, también incorporado, que por medio de calor brinda mejores resultados. A causa de estos dos nuevos elementos añadidos, las aguas mantienen grandes cantidades de materia suspendida, por lo que posteriormente se le incorporo un sistema de decantación al afluyente para la retención de los sólidos antes de salir del proceso.

³ SALGADO Ramirez, Alvaro. Aplicación de digestores anaeróbicos dentro de un sistema de tratamiento y reúso del estiércol y aguas residuales como estrategia de ecodesarrollo en granjas intensivas porcicola. Escuela superior de medicina y Veterinaria. 1991

b) Reactores 2da Generación

Estos reactores fueron desarrollados en la década de los ochenta y poseen ventajas sobre sus antecesores, que los hacen más eficientes en la limpieza del agua destacando:

“la disminución de la retención del agua, siendo de 5 a 3 Días, lo que implica una reducción en el volumen del reactor. Otras ventajas son la adaptación rápida a cambios de alimentación, que varia según los contaminantes que se estén limpiando, y por ultimo también es importante la resistencia a productos tóxicos”⁴

Los reactores de la 2da generación varían en diseño, uno de los mas importantes, y cuyo aplicación puede darse en este proyecto es el “Reactor anaerobio de lecho de lodos (UASB)”, maneja un flujo ascendente dentro de un tubo o tanque y se basa en la sedimentación de la biomasa producida dentro del reactor, misma que alimenta a una cama de lodo dispuesta en la parte inferior del reactor.

3. Tratamiento de sistemas naturales

La naturaleza en sus diferentes composiciones de suelos y fauna tiene la capacidad de responder a contaminantes naturales que aprovecha para su desarrollo, por lo que en los últimos años se ha incorporado a la naturaleza en los procesos de limpieza de las aguas residuales. Los sistemas naturales se aplican una vez que el agua ha recibido un tratamiento previo, para que la carga de contaminantes se aproxime a la capacidad de purificación que tienen tanto plantas como suelos. Estos sistemas a diferencia de los reactores, son sistemas aeróbicos, es decir, necesitan del oxígeno para su correcto funcionamiento.

Los procesos de limpieza naturales como ya había mencionado antes, se han desarrollado en diferentes medios, adaptándose a las características de los suelos y plantas, partiendo de esta

⁴LOPEZ Ruiz Rafael

idea, se puede clasificar a los tratamientos en sistemas naturales: Tratamiento en suelos a baja velocidad, tratamiento en suelo infiltración rápida, tratamiento en suelo de escurrimiento superficial, tratamiento en humedales y tratamiento con plantas acuáticas. De los sistemas naturales mencionados solo voy a desarrollar aquellos cuyas características físicas se puedan aplicar en el lugar del proyecto.

3.1. Tratamiento en suelo, filtración rápida

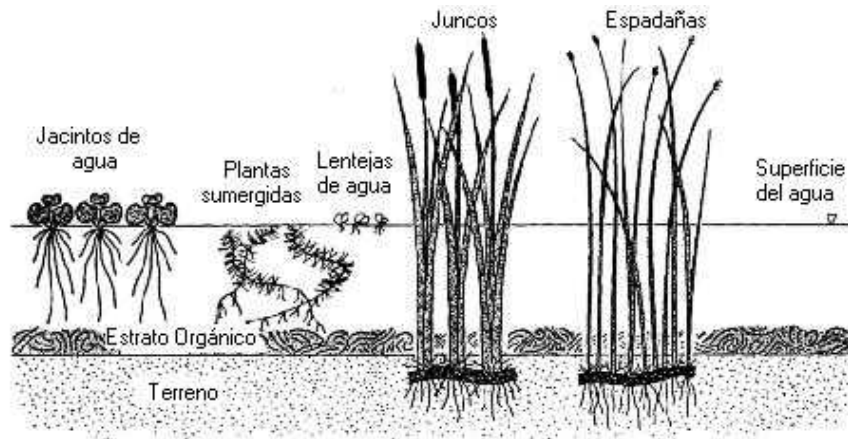
En superficies donde la tierra es muy permeable, el tratamiento adecuado debe estar diseñado de manera que se adapte a la baja capacidad de retención del agua que posee el suelo y no tratar de ir en contra de este factor natural. Una manera de adecuarse es aprovechar la filtración como una especie de percolador, donde solamente faltaría recolectar el agua utilizando drenajes y bombearla a la superficie para filtrarla nuevamente o incorporarla a un flujo acuífero. La aplicación del agua en estos suelos se hace de manera alternada por medio de estanques separados o por aspersión, ayudando al suelo a que renueve sus características de depuración de las aguas, con un reposo de entre 5 y 20 días para que el oxígeno penetre y se logre la aereación del suelo.

El tratamiento de filtración rápida tiene un potencial menor a los demás tratamientos naturales así como a los percoladores, por la pequeña capacidad de retención de los suelos y la alta carga hidráulica que recibe.

3.2. Tratamiento en agua, humedales

Los humedales o *wetlands* son áreas de tierra inundada que se conocen también como pantanos, con poca profundidad para que la vegetación pueda llegar a la parte inferior y sostenerse del suelo firme. Las plantas de estos sitios provee a la superficie de una película

de bacterias, ayuda en la filtración y absorción de componentes, transfiere oxígeno y controla el crecimiento de algas al evitar la penetración de la luz solar.



Plantas acuáticas comunes, tomada del Internet: <http://www.geocities.com/jalarab/>

Los humedales pueden ser artificiales, ofreciendo todas las capacidades de tratamiento de los pantanos naturales. Se han desarrollado dos tipos de sistemas de pantanos naturales para el tratamiento de las aguas residuales: Los sistemas de superficie libre (FWS) y sistemas de flujo subsuperficial (SFS).

Los FWS se aplican como tratamiento secundario o en niveles avanzados que complementan la purificación del agua, consisten en depósitos o canales de una profundidad apropiada para el desarrollo de plantas y un fondo un tanto impermeable. El agua residual se aplica en forma continua limpiándose cuando fluye a través de los tallos y raíces de la vegetación. Estos sistemas pueden utilizarse con el propósito de crear nuevos hábitats.

Los SFS son conocidos como bio-filtros horizontales, consisten en un filtro de grava o arena, sembrado con plantas de pantano y atravesado de forma horizontal con aguas residuales tratadas previamente. La grava y arena al igual que en los percoladores, desarrolla una película micro bacteriana que degrada las sustancias contaminantes, pero para ello, necesita de oxígeno, que en esta agua escasea si previamente paso por un sistema anaeróbico. Las algas son incapaces de crecer en condiciones ausentes de luz, solamente las raíces y los tallos

de la vegetación de los pantanos es capaz de introducir de manera natural el oxígeno tan necesario para la oxidación.

3.3. Tratamiento en agua, plantas acuáticas

El sistema de plantas acuáticas es similar al FWS aplicado en humedales, excepto que las plantas son flotantes y la profundidad del agua puede ser mayor. En los tratamientos artificiales de plantas acuáticas se ha utilizado sistemas mecánicos de aireación, que para incrementar la capacidad de tratamiento y para mantener las condiciones aerobias que pueden controlar al mosquito. Como se explica en la tabla de la siguiente página, la incorporación de sistemas de aeración se reducen los tiempos de retención así como se aumenta la carga de densidad bio-orgánica tratada por día.

Parámetros	Tipo de sistemas de tratamiento de lirio.		
	Secundario aerobio (sin aerear)	Secundario aerobio (aereado)	Remoción de nutrientes aerobio (sin aerear)
Agua residual de influente	Cribada o sedimentada	Cribada o sedimentada	Secundario
DBO influente mg/l	130-180	130-180	30
Carga DBO lb/acre.día	40-80	150-300	10-40
Profundidad de agua, pies	1.5-3	3.4	2-3
Tiempo de retención, días	10-36	4-8	6-18
Carga hidráulica Mga/acre.día	0.02-0.06	0.10-0.30	0.04-0.16
Temperatura agua C	>10	>10	>10

Criterios de diseño y de calidad esperada del sistema de plantas acuáticas. Tomado del libro: Apuntes de tratamiento de aguas residuales

Conclusión

Los tratamientos de agua se escogen dependiendo de las características del agua a tratar. En el caso de las ciudades, los sistemas, deben de incluir los tres tratamientos para poder limpiar el agua de desecho. En la ciudad de Villahermosa se tienen los tres sistemas, pero trabajan en plantas separadas, son pocas estaciones las que manejan los tres tratamientos como un proceso integral, por lo que el agua tratada no queda suficientemente limpia para reincorporarse a los cuerpos acuáticos, y a pesar de ello son vertidas en los mantos.

Por otro lado el tratamiento de un río es menos complejo si tomamos en cuenta la alta carga de agua que tiene en comparación con los contaminantes que son vertidos. Para desarrollar un sistema que trate el agua de los ríos se necesita pensar en un flujo mayor y que debe de ser retenido en menos tiempo para darle paso a la siguiente carga, por lo que yo considero que el sistema de tratamiento para el río carrizal necesita comprender algunas áreas de procesos preliminares donde el agua simplemente sea adecuada a las características de los sistemas naturales cuya importancia es mayor para el diseño y mantenimiento del parque. El sistema seguirá el siguiente recorrido, comenzando por las rejillas para pasar a una sedimentación rápida y a un sistema de precolación, en este paso el agua se divide, juntando todas las sustancias que no pasen por tamices para enviarlos a otros flujos que lleguen a unos reactores de lecho lodoso muy amplios, así como otros pequeños hechos de acrílico que ayuden a los ciclos escolares y de investigación al permitirles ver los procesos que se desarrollan en el interior. El resto del agua que si pase los tamices, y por la cantidad de carga que tiene un río, va a ser la mayoría, se distribuirá en sistemas naturales esparcidos en toda el área interviniendo como elemento de decoración en la arquitectura del paisaje, limpiando el agua y creando una conciencia en los visitantes que pueden apreciar el recorrido total en este

proceso. Los sistemas anteriores además de tener las características necesarias para tratar el agua del río Carrizal, cuya contaminación es moderada, se adaptan también a las condiciones climáticas del sitio, como son los tipos de suelo y las temperaturas altas. Pero no solo estos sistemas son las opciones posibles para limpiar y tratar el agua, en la actualidad se han hecho muchos estudios y se les ha dado nuevos enfoques a algunos de estos sistemas, haciéndolos mas naturales y obteniendo otros beneficios adicionales, algunos de los estudios se plasman en las ideas generales de la permacultura.