



70 2ej

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y REUSOS".

T E S I S

Que para obtener el Título de:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

Presentan:

FEDERICO HERNANDEZ SILVA

PEDRO RAMIREZ RODRIGUEZ

EMIGDIO TORRES MENDOZA

Director de Tesis:

Ing Rodrigo de Bengoechea Olguín



Ciudad Universitaria

1990.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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.

INTRODUCCION.	1
1.- ANTECEDENTES HISTORICOS DEL AGUA	
1.1 Estudio Histórico del Agua	3
1.2 El agua en relación al hombre	4
1.3 Clasificación del agua	4
1.4 Abastecimiento de aguas	6
1.5 Capacidad requerida	6
1.6 Sistemas de aguas	7
1.6.1 Control y calidad del agua de consumo	8
1.6.2 Especificaciones químicas del agua	9
1.6.3 Utilidad práctica de las aguas	9
2.- AGUAS NEGRAS O RESIDUALES	
2.1 Desperdicios industriales	12
2.2 Sistemas de aguas residuales	12
2.3 Peligros para la salud	13
2.4 Bacterias	13
2.4.1 Formas de bacterias	13
2.5 El pH y las impurezas	14
2.5.1 La corrosión	15
2.5.2 Determinación de las cantidades de alcalinidad	15
2.5.3 Las impurezas	16
3.- CONTROL DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES	
3.1 Examen físico de las aguas negras	18
3.1.1 Pruebas químicas para las aguas negras	19
3.1.2 Tipos de exámenes	19

3.1.3 Organismos y animales microscópicos	20
3.1.4 Unidades de los resultados de pruebas y exámenes físicos ..	22
4.- PROCESOS PARA TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS	
4.1 Tipos de procesos y tratamientos	23
4.1.1 Fases del tratamiento	24
4.1.2 Sistemas de aguas para el tratamiento	24
4.1.3 Especificaciones para agua tratada	24
4.1.4 Disposición de las aguas tratadas	26
4.2 Depuración previa de las aguas residuales	27
4.3 Depuración mecánica del agua residual	30
5.- LOS MINERALES EN SUSPENSIÓN Y SU ELIMINACIÓN	
5.1 Métodos para la suavización o ablandamiento del agua	34
5.1.1 Proceso de cal carbonato	34
5.1.2 Método de cal excedente	35
5.2 La esterilización y sus métodos	35
5.2.1 Los métodos	35
5.2.2 La cloramina	36
5.2.3 El carbón activado	37
5.3 Intercambiadores de cationes o suavizadores	37
5.3.1 Tipos de intercambiadores de cationes	38
6.- LA FILTRACIÓN COMO TRATAMIENTO SECUNDARIO	40
6.1 Filtros gravitacionales rápidos	41
6.2 Filtros de presión o mecánicos	44
6.3 Formas de efectuarse la filtración	46
6.4 Tipos de filtro	46

6.5 Características de los filtros	50
6.5.1 Usos, ventajas e inconvenientes de los filtros	51
6.5.2 Operación de los filtros	51
6.5.3 Ciclo de los filtros	51
6.5.4 Carga y pérdida de carga en los filtros	52
6.5.5 Tamaño de las unidades de filtración	53
6.5.6 Medio filtrante	53
6.5.7 Selección y tamaño de grano de arena	54
7.- SEDIMENTACIÓN	56
7.1 Pruebas para la dosis de coagulantes	56
7.2 Los lodos, producto de la sedimentación	58
7.3 Tipos de depósitos o tanques sedimentadores	59
7.3.1 Parámetros de diseño para tanques sedimentadores	64
7.3.2 Otros tipos de tanques sedimentadores	66
8.- LOS PROCESOS PARA TRATAMIENTOS DE AGUAS	68
8.1 Proceso de lodos activados	68
8.1.1 Etapas en el proceso de lodos activados	68
8.1.2 Ventajas y desventajas en el proceso de lodos activados ...	73
8.1.3 Métodos de aereación	73
8.2 Proceso para evacuación de lodos	77
8.2.1 Tipos de lodos y características	78
8.3 Procesos biológicos	80
8.4 Equipos y accesorios utilizados en plantas y aguas negras	83
CONCLUSIONES.	84
BIBLIOGRAFIA.	86

INTRODUCCION

El agua está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, es un fluido incompresible al que se le ha utilizado como medio de transporte para desechar los residuos de tipo doméstico, comercial e industrial, que son los causantes de la contaminación del agua. Como esta contaminación ha ido en aumento y cada vez es más difícil obtener de pozos naturales agua limpia y pura para el consumo humano, debido a la gran demanda, las fuentes de abastecimiento naturales se están agotando. Por lo que, se hace necesario el reuso de las aguas. Esto se logra mediante tratamientos los que pueden ser por medios mecánicos o biológicos llamados también procesos bioquímicos.

Nuestro interés al desarrollar el presente trabajo, es el de introducirnos y de alguna manera, poder contribuir en el mejor aprovechamiento de este recurso de que la humanidad dispone para su subsistencia y creemos que cada vez un número mayor de seres humanos deben conocer los procedimientos y tratamientos que reciben las aguas que han sido contaminadas, siendo que es un recurso natural que puede ser reutilizado, atributo que otros recursos naturales no lo tienen por lo que inevitablemente se agota; esta característica demuestra lo sorprendente de esta sustancia, que en estado sólido, líquido o vapor, puede generar energía eléctrica entre otras.

Por ley son los gobiernos quienes se encargan de la administración y distribución de este líquido, cobrando por ello cuotas muy bajas incomparables con los costos para el suministro, en la actualidad, el gobierno del Distrito Federal, ha reglamentado y puesto en marcha un programa denominado "programa para uso eficiente del agua" (pueda ahorrar agua). Por medio de Estas Normas se han elevado las cuotas, para obtener así una recuperación económicamente favorable y

evitar el desperdicio. Por esto diríamos que quien administra y comercializa este líquido, tendría la obligación de recuperarlo. Sin embargo, todos debemos de cuidar y conservar el agua evitando su contaminación.

1.- ANTECEDENTES HISTORICOS DEL AGUA

1.1 ESTUDIO HISTORICO DEL AGUA

El agua H_2O , es el más abundante de los compuestos químicos; además de cubrir las tres quintas partes de la superficie terrestre, es esencial para las funciones biológicas de los seres humanos, de los animales y las plantas. Se trata de un líquido incoloro e inodoro. Sorprende que sea un líquido a temperatura ambiente, ya que en realidad, por el tamaño de su molécula debería ser un gas. Esta propiedad única, se debe al hecho de que las moléculas de agua tienden a permanecer unidas unas a otras. Por consiguiente, el agua pura puede -- considerarse un polímero $(H_2O)_n$.

Para su distribución sobre la superficie terrestre, cada año se evapora 420 billones de metros cúbicos de agua del mar y otros 80 billones de metros cúbicos del suelo terrestre, de lagos, ríos, etc., sin embargo, éstos vuelven a caer a la superficie terrestre en forma de lluvia o nieve y un gran porcentaje regresa al mar en el torrente de los ríos. Para mantener este ciclo, se requiere de 400,000 TW (Megawatts). Energía que en forma radiante descarga el sol sobre la tierra periódicamente.

Los antiguos consideraban al agua como un elemento; y algunos pensaron que -- era ella la materia única elemental; TALES Y EMPEDOCLES decían que todo provenía del agua. CAVENTISH fue el primero que demostró que el agua no era un elemento sino que se producía al arder (oxidarse) el H_2 en el aire (1781). ---- LAVOISIER fijó la relación de sus componentes en peso, y BEZELIUS Y DULONG demostraron su composición al efectuar su síntesis cuantitativa gravimétrica, - partiendo de H y CuO calentado. CARLISLE y NICHOLSON en 1800 realizaron su síntesis cuantitativa volumétrica.

Estado Natural: Se encuentra notablemente extendida en la naturaleza en estado sólido en la nieve, hielo, granizo y escarcha; en estado líquido en los mares, ríos, lagos fuentes y cataratas; y en estado gaseoso en el vapor diseminado en la humedad atmosférica. El agua natural es una mezcla de agua (H_2O) - con sales y gases que lleva disueltos.

1.2 EL AGUA EN RELACION AL HOMBRE.

La historia del hombre está íntimamente ligada al agua, todas las culturas -- desde sus inicios, se establecieron en las cercanías de ella, a orillas de -- los ríos, lagos y mares; por ejemplo: Los Sumerios que formaron una de las -- primeras civilizaciones hace unos 5,000 años, se reunieron para fundar sus -- ciudades junto al curso inferior de los ríos Tigris y Eufrates; para los Egipcios el río Nilo ha sido siempre el corazón que hizo posible su civilización; la Grecia Clásica floreció en un trozo de tierra recortada y surcada de montañas, que penetra en el mar Mediterráneo; Roma la Ciudad Eterna, se fundó y ha permanecido a orillas del río Tíber a unos 26 kilómetros de su desembocadura en el mar Tirreno. México, la Ciudad de los Palacios (antes Tenochtitlan o -- Tenoxtitlán) tuvo su origen en islas formadas sobre el Lago de Texcoco. Sólo por mencionar algunas, demostrándose así la importancia de este líquido para el florecimiento de las grandes culturas.

1.3. CLASIFICACION DEL AGUA

a).- Por su origen: Atendiendo a su origen, se les puede dividir en meteóricas y en telúricas; Las primeras son las que provienen de un fenómeno -- meteorológico, y las segundas, son las que provienen o existen en la tierra -- en forma supreficial o subterránea.

b).- Por sus usos y por sus características: Las aguas naturales general

mente se dividen en potables y no potables; las primeras son las que se emplean para la alimentación de los seres organizados. Desde el momento en que las células, las plantas, el cuerpo humano, etc., contienen agua como el principal constituyente (aprox. entre el 60 y 80%), y cabe pensar entonces que es esencial en la vida vegetal y animal.

Para que el agua sea potable debe reunir los siguientes requisitos sanitarios:

- a).- Ser fresca y limpia.
- b).- No tener olor, ni sabor más que el peculiar.
- c).- No contener materia orgánica ni en suspensión ni en disolución.
- d).- No contener microorganismos patógenos, y de las no patógenas sólo un límite muy reducido y determinado por litro.
- e).- Facilitar el cocimiento de las legumbres y no contar el jabón en grumos.
- f).- Contener determinada proporción de gases disueltos (oxígeno).
- g).- Contener en disolución sales, en una proporción que no exceda de 0.25 -- gramos por litro. Las más importantes son NaCl , KCl , MgCl_2 , Na_2SO_4 y Sales de Hierro y Calcio.

Las aguas no potables, pueden dividirse en: venenosos, termales, minerales e industriales. Las primeras son aquellas que contienen en solución o suspensión -- sustancias tóxicas que pueden acarrear trastornos graves a la salud. Entre las termales y minerales (alcalinas, sulfurosas, ferruginosas etc.), hay una gran variedad que se emplean con fines curativos, por lo que se les llama aguas medicinales (Tehuacán, Garci-Crespo, Agua Hedionda, Agua Caliente, Agua Azul, etc.). Las aguas industriales pueden contener sales en mayor proporción que las potables, con ciertas limitaciones, y están destinadas a ser aprovechadas en las diferentes actividades de la industria como: Transporte, fuerza, alimentación de calderas, textiles, papel, minas, porcelana, riego, etc. Estas aguas no deben --

contener exceso de sales disueltas ya que entonces, perjudicarían a las industrias que las utilicen. Las sales que mayor perjuicio causan son las de Ca. y Mg por que producen incrustaciones en las calderas y pueden ocasionar su explosión. Cuando tienen gran cantidad de dichas sales, se les llama aguas "du-ras o calcáreas".

1.4 ABASTECIMIENTO DE AGUAS

Para obtener el agua, el hombre ha dependido siempre de fuentes naturales, - como ríos, lagos, fuentes y pozos artesanos. A medida que la sociedad se ha industrializado y reunido en mayores aglomeraciones urbanas, el abastecimiento de agua se ha tornado insuficiente, haciéndose frecuente que la demanda - sobrepase a las disponibilidades, lo cual ha hecho necesario extraerla y llevarla a las zonas urbanas desde lugares cada vez más alejados, ocasionando - costos muy altos para ponerla a disposición de los usuarios. En países de elevado nivel de vida, el hombre consume unos 225 litros de agua por día, aunque para beber solamente necesita 1.1 litro como mínimo.

El agua que canalizan los municipios debe ser potable, por lo que para controlar su calidad se efectúan varias pruebas que se refieren al sabor, olor, color, turbidez, medida del pH o acidez y contaminantes biológicos. Muchas enfermedades graves, como el tífus, el cólera, la disenteria y la hepatitis infecciosa, son transmitidas por el agua.

1.5. CAPACIDAD REQUERIDA.

Los suministros de agua se diseñan para satisfacer las necesidades de la comunidad durante un periodo razonable de tiempo. La relación de consumo se expresa generalmente como el uso medio anual en litros por persona y día -- (lppd) o en galones por persona y día (gppd) y las desviaciones de la relación por estación, mes, día y hora se dan como porcentajes de la media varian

do radicalmente con las demandas industriales de agua. Relaciones promedio - entre 150 y 300 lppd [39.7 y 79.4 gppd], son comunes siendo una guía útil con siderar, para los requerimientos normales, un promedio generalizado de 225 - lppd (60 gppd).

La capacidad de los componentes individuales de los sistemas, está determinado por el rendimiento. Los sistemas de distribución, por ejemplo deben ser suficientemente grandes para combatir y controlar conflagraciones serias, sin que falte el abastecimiento de los consumos coincidentes máximos domésticos e industriales. Las demandas por incendio varían con el tamaño y valor de las pro piedades que va a protegerse y son normalmente, una función del tamaño bruto de la comunidad. El sistema de distribución que abastece a una ciudad con -- 100,000 habitantes (hab), por ejemplo se debe tener un exceso en capacidad de reserva para incendio igual, por si solo a la relación del consumo promedio. Para comunidades pequeñas o mayores la capacidad de reserva disminuye o au men ta, dentro de ciertos límites, más o menos en proporción a la raíz cuadrada - de la población.

1.6 SISTEMAS DE AGUAS.

Los sistemas utilizados para el manejo del agua pueden ser los siguientes:

- Obras de captación
- Obras para purificación
- Obras de conducción y
- Obras de distribución

Para captar el agua se hace de fuente que pueda satisfacer las demandas pre sente y futura. Para garantizar un suministro adecuado es necesario el tener lugares de almacenamiento para utilizarlos en tiempos de escasez. Al suministrar agua a los consumidores, ésta deberá desinfectarse y volverla atractiva y de buen sabor, eliminar en fin las impurezas y materia en suspensión con -

objeto de evitar daños en la salud y por otro lado; en el equipo empleado para su transporte.

Los organismos encargados del control y promoción de los trabajos en proyectos de aguas son: Salubridad pública, Comisión de Recursos Hidráulicos, Organizaciones de obras o Servicios Públicos. La participación de agencias semipúblicas, de instituciones docentes así como de investigadores técnicos, profesionales y fabricantes de equipo para aguas y aguas residuales es de gran importancia.

Los estudios de información demográfica, hidrológica, geodésica y geológica proporcionan una gran utilidad al realizar proyectos para el control de las aguas.

Una agua limpia proviene de una fuente o cuenca limpia, al proyectar una obra hidráulica se deben tener amplios conocimientos del área de captación, y saber si existen corrientes y grandes lagos u obras subterráneas. Se deberá tener un control estricto sobre las zonas de abastecimiento para evitar su contaminación. Para el consumo humano el agua deberá ser agradable a la vista, gusto y olfato, estar libre de organismos y sustancias venenosas, poseer una temperatura moderada y estar bien aireada.

La población y por ende la demanda han aumentado encontrándose en la actualidad dificultades para satisfacer esta necesidad, debido a que las aguas de las fuentes están siendo contaminadas a causa del crecimiento industrial y poblacional.

1.6.1 CONTROL Y CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO

Los requerimientos de una agua de buena calidad pueden resumirse como la ausencia de contaminación orgánica y bacterias así como, de sedimentos, color y

clor el agua aireada resulta agradable al gusto, deberá ser suave al tacto y di solver fácilmente el jabón. Para obtener agua potable de agua que no esté muy contaminada, puede ser suficiente el filtrarla y esterilizarla.

1.6.2 ESPECIFICACIONES QUÍMICAS PARA EL AGUA.

Químicamente el agua deberá contener las siguientes cantidades máximas de sustancias químicas, en miligramos por litro:

Plomo	0.1	cloruros	250.0
cobre	3.0	hierro y magnesio	0.3
zinc	15.0	fluoruros	1.5
ion sulfato	250.0	arsénico	0.05
magnesio	125.0	selenio	0.05

compuestos de fenol 0.001

Los sólidos totales no deberán exceder 500 miligramos por litro (mg/lt). En con diciones especiales podrán ser hasta 1000 mg/lt.

1.6.3 UTILIDAD PRACTICA DE LAS AGUAS.

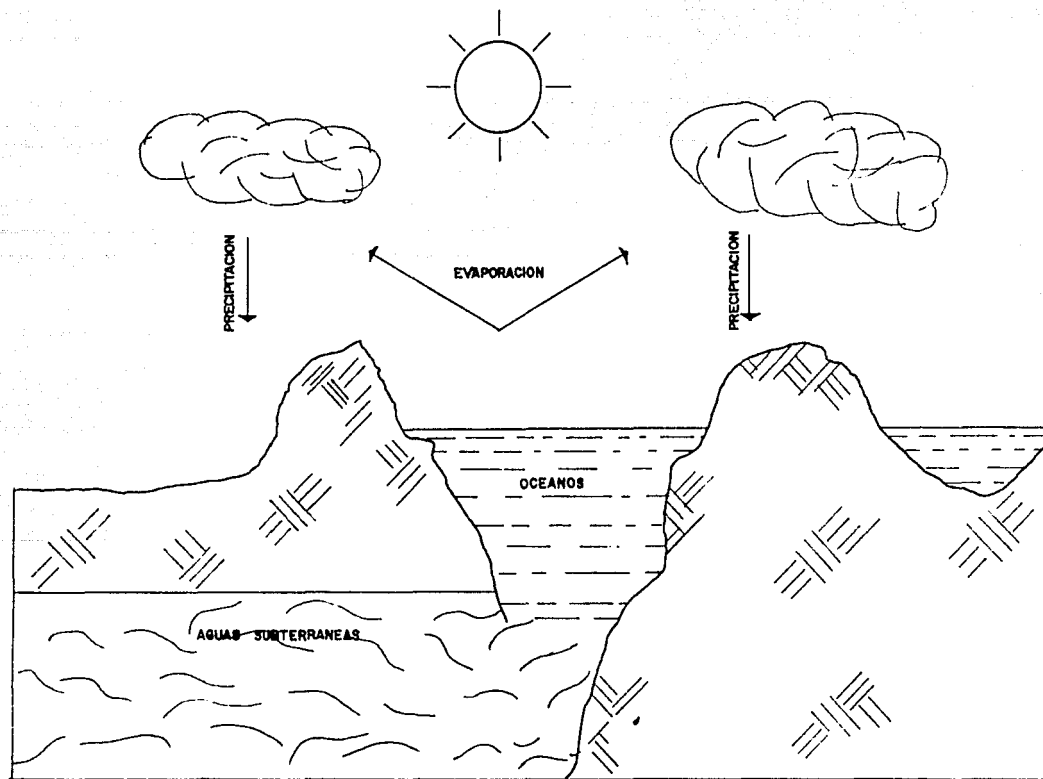
Los principales usos los podemos encontrar en:

doméstico
comercial e industrial y
público.

Las civilizaciones antiguas ya utilizaban el agua como medio de evacuación. Sin embargo, los mejores usos son los siguientes:

Potables y culinarios
lavado y baños
para calefacción
para riego de prados, jardines y calles
para fuentes y cascadas
para generar energía eléctrica

CICLO NATURAL DEL AGUA



2. AGUAS NEGRAS O RESIDUALES

Las aguas negras o residuales, son aquellas que han sido contaminadas con desechos domésticos, comercial e industrial público.

Las aguas negras o aguas contaminadas se clasifican según su procedencia y -- pueden ser:

1. domésticas
2. industriales y
3. públicas.

Los residuos domésticos provienen de:

cocinas
baños
lavabos
sanitarios y
lavandería.

Y contienen materia de:

detritus humanos o fecales
papeles
jabón y
otras sustancias.

Gran parte de las materias residuales son orgánicas y útiles para los micro-organismos saprófitos, es decir organismos de la descomposición. Los residuos se encuentran en solución y suspensión.

Las aguas residuales industriales pueden ser:

aguas de enjuague parcialmente limpias
aguas cargadas de materia orgánica o mineral
corrosivas
venenosas

2.1. DESPERDICIOS INDUSTRIALES

La mayoría de los desperdicios industriales producen efectos nocivos en el agua que se vierten. Los daños así provocados dependen del carácter de las sustancias descargadas y de su cantidad relativa.

Los desperdicios industriales pueden ser clasificados de la siguiente manera:

- 1).- Materias minerales en suspensión o coloidales
- 2).- Materias orgánicas vegetales y animales
- 3).- Materias minerales disueltas
- 4).- Sustancias orgánicas y minerales como los desperdicios de refinerías de azúcar
- 5).- Bacterias
- 6).- Compuestos de plomo, arsénico y los cianuros

Estos desperdicios tiene su procedencia de:

El carbón, humos de las chimeneas, lavado de minerales, drenaje de las minas, pozos petrolíferos, refinerías de azúcar y remolacha, curtidurías, fábricas de coque (fenoles) y papel, además provienen de gran cantidad de las destiladoras etc.

Y los efectos que producen son:

Dificultan la coagulación y filtración, aumentan el color y la turbiedad, el contenido de materias de suspensión y de bacterias, producen sabores y olores desagradables, así como el crecimiento bacteriano.

2.2. SISTEMAS DE AGUAS RESIDUALES

El 70% del agua suministrada es recogida por sistemas que pueden ser combinados o separados, los combinados reciben aguas negras y de escurrimiento superficial, los sistemas por separados se usan para evitar la contaminación de las aguas pluviales o de escurrimiento.

2.3 PELIGROS PARA LA SALUD

El agua contaminada puede causar serias enfermedades, en sembradlos puede provocar cierto grado de contaminación en frutas y legumbres. Las emanaciones de aguas negras son tóxicas, el ácido sulfhídrico producto de la descomposición anaerobia es un gas tóxico por lo que, al introducirse en los registros, los trabajadores deben tomar las precauciones contra la asfixia, envenenamiento y explosión.

Las enfermedades son provocadas por agentes infecciosos o parásitos introducidos a las aguas negras por detritus humanos.

2.4. BACTERIAS

Las bacterias, son organismos pequeñísimos, existentes en las aguas naturales y que miden de una a cuatro micras de longitud.

2.4.1 FORMAS DE BACTERIAS

Redondas, llamadas cocos

Cilíndricas, llamadas bacilo

Espiral, llamadas espirilos

Las bacterias pueden o no utilizar el oxígeno y así son llamadas:

Aerobias, que requieren oxígeno

Anaerobias, que no requieren oxígeno

Facultativas, que viven con o sin oxígeno

Otra clasificación de las bacterias será según sean o no peligrosas para la salud y éstas pueden ser:

Patógenas y No patógenas.

Las primeras, son capaces de producir enfermedades hídricas, fiebre tifoidea y para tifoidea, diarrea, disentería y disentería amibica, la hepatitis, la poliomielitis, la esquistomiasis que puede adquirirse nadando o bebiendo el agua.

2.5 EL pH Y LAS IMPUREZAS

El término conocido como pH (potencia de hidrógeno) corresponde al logaritmo del inverso de la concentración de iones hidrógeno.

El valor del pH es un indicador de acidez o alcalinidad debido a la concentración de iones de hidrógeno. Si el agua es pura tiene un pH igual a 7 y es neutra. La escala del pH va de 0 a 14.

La cifra 7 se considera neutra; es el pH del agua pura. Toda sustancia con pH abajo de 7 es ácida; arriba de 7 es alcalina. La alcalinidad se debe a los bi carbonatos de calcio y magnesio o por carbonatos o hidróxidos de sodio, potasio calcio y magnesio.

La alcalinidad puede considerarse de los tipos siguientes:

Alcalinidad de bicarbonatos

Alcalinidad de carbonatos y

Alcalinidad de hidróxidos o cáusticos.

La acidez es provocada por ácidos minerales, bióxidos de carbono libre y sulfatos de hierro y aluminio.

Algunos compuestos que producen alcalinidad también causan "dureza".

Las sales que se encuentran contenidas en el agua son sales solubles, tales co mo los bicarbonatos sulfatos y cloruros de calcio, magnesio y sodio. Las sales de calcio y magnesio son las que producen lo que se ha dado en llamar "dureza" del agua. La dureza puede clasificarse en dureza de carbonatos que es producida por carbonatos y bicarbonatos de calcio y magnesio y la dureza de no carbo natos que se debe a sulfatos, cloruros y nitratos de calcio y magnesio. La du reza puede ser temporal y se elimina al hervir el agua y permanente, la que no se elimina por ebullición. La dureza disminuye la habilidad del jabón para for mar jabonaduras; lo que provoca que se utilice una cantidad mayor de jabón. La dureza de carbonatos deposita escamas en las superficies interiores de las cal

deras y calentadores de agua reduciendo su eficiencia y aumentando su mantenimiento o reparaciones, la unidad de medida de la dureza es en mg/lit, ésta puede variar desde 50 hasta 150 mg/lit o de acuerdo a las necesidades.

2.5.1 LA CORROSION

Los gases que no se condensan a la temperatura normal, son llamados gases no condensables y se encuentran en el agua cruda, son agentes corrosivos que son arrastrados por el agua. El más objetable y peligroso de los gases es el oxígeno disuelto en el agua y en segundo lugar el bióxido de carbono. El bióxido de carbono corroe el material y muy especialmente en presencia de oxígeno disuelto. El oxígeno disuelto en una caldera ataca al fierro formando hidróxido férrico. Esta corrosión se presenta como ampulas en el material y dependiendo del tiempo que el oxígeno ataca al material, puede llegar a perforarlo. La corrosión en las tuberías de acero es provocada debido a los siguientes factores:

- 1) La relación entre el valor del pH y la alcalinidad
- 2) La relación entre el contenido del bióxido de carbono libre y la alcalinidad.

La corrosión se puede evitar, formando una capa de carbonato en el interior del tubo, esto se logra manteniendo una relación entre el valor del pH y la alcalinidad, y para que ésta capa se conserve, se debe mantener una relación entre el contenido de bióxido de carbono libre y la alcalinidad.

2.5.2 DETERMINACION DE LAS CANTIDADES DE ALCALINIDAD

Para determinar la alcalinidad se agregan indicadores apropiados y se neutraliza el color con una solución ácida. La fenolftaleína y anaranjado de metilo, se utilizan como indicadores. Primero se agrega la fenolftaleína. Si aparece un color morado se elimina agregando una solución estandar de ácido sul

férrico, anotando la cantidad de ácido agregada en miligramos por litro para indicar la alcalinidad. Después se agrega anaranjado de metilo, y se vuelve a decolorar el agua con la solución estandar de ácido sulfúrico hasta alcanzar un color canela.

Las cantidades de alcalinidad de carbonatos, bicarbonatos y caústicas se pueden obtener mediante el auxilio de la siguiente tabla:

Valores de los materiales alcalinos en el agua en mg/lit de carbono de calcio.

Relación de alcalinidad de fenolftaleína F a la alcalinidad de anaranjado de metilo M	Alcalinidad caústica	Alcalinidad de carbonatos	Alcalinidad de bicarbonatos
	0	0	M
menor que 1/2	0	2F	M-2F
1/2	0	2F o M	0
Mayor que 1/2	2F-M	2(M-F)	0
1	M	0	0

Si por ejemplo, la alcalinidad fenolftaleínica fuera 80 miligramos por litro y la de anaranjado de metilo fuera 126, tendríamos una relación de:

80/126 mayor que 1/2 y menor que 1, por lo tanto

$2F-M = 2(80) - 126 = 34$ mg/lit, y la alcalinidad de hidróxido es de 34 mg/lit y de carbonatos será:

$2(M-F) = 2(126) - 80 = 172$ mg/lit, y la de bicarbonatos cero.

2.5.3 LAS IMPUREZAS

El agua generalmente contiene impurezas y son de varias clases.

a) Impurezas Orgánicas

Ocurren tanto en solución como en suspensión y pueden ser de origen animal o

vegetal, en solución pueden ser perjudiciales y las de origen animal lo son invariablemente. La contaminación vegetal no es necesariamente nociva. La materia orgánica en suspensión es indicativa de contaminación por bacterias indeseables. La fibra de madera, polen, hongos etc, son típicos de origen vegetal y de origen animal, son los insectos muertos, pelos etc,.

b) Impurezas Inorgánicas

Las impurezas inorgánicas incluyen sales minerales de muchos elementos, los más comunes son, bicarbonatos y sulfatos de calcio y en menor grado las sales de sodio, hierro y sílice. Estas sales son disueltas por el aire y a través del suelo o las rocas. Las sales de plomo son venenosas, siendo suficiente hasta una parte en 700,000 para producir envenenamiento.

Las impurezas inorgánicas, causan la dureza de las aguas.

Al reaccionar el ácido sulfúrico con hidrocarburos, se obtienen los detergentes impurezas inorgánicas, que permanecen en corrientes de agua durante tiempos prolongados dificultando la coagulación.

3. CONTROL DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES

Las aguas negras o aguas residuales deberán ser sometidas a exámenes y pruebas de laboratorio, con el objeto de determinar los tipos de contaminantes y de esta manera, poder seleccionar el proceso adecuado para su recuperación. Las aguas negras, no son un producto estandarizado, los desperdicios industriales contenido en ellas, difieren en composición y características, éstos se determinan mediante un estudio de campo que nos muestra el tipo de desperdicios industriales.

Al realizar pruebas físicas deberá tomarse como mínimo una muestra de dos litros de agua y es necesario utilizar recipientes de vidrio con tapones. Se deberá registrar el tiempo, lugar y condiciones bajo las cuales se tomaron las muestras. Los resultados serán confiables si la muestra es analizada al llegar al laboratorio.

3.1 EXAMEN FISICO DE LAS AGUAS NEGRAS

Los exámenes físicos realizados para aguas negras, serán como sigue:

- 1) Sólidos totales
- 2) sólidos volátiles y fijos
- 3) sólidos suspendidos y
- 4 sólidos sujetos a decantación.

Sólidos totales iguales a peso del residuo seco, los sólidos fijos son iguales al peso del residuo seco quemado, sólidos volátiles son iguales al residuo seco menos residuo seco quemado, los sólidos en suspensión, se determinan por filtración y su quemado establece la proporción de los volátiles, los sólidos sujetos a decantación se determinan al dejar las aguas negras en reposo.

3.1.1 PRUEBAS QUÍMICAS PARA LAS AGUAS NEGRAS

Las más útiles son las siguientes:

- 1) La de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)
- 2) Estabilidad relativa
- 3) Oxígeno disuelto
- 4) Oxígeno consumido
- 5) Demanda química de oxígeno.

La demanda Bioquímica de oxígeno (DBO) mide la cantidad de oxígeno necesaria para estabilizar la materia orgánica sujeta a descomposición, dicho de otra manera, indica la cantidad de materia orgánica sujeta a descomposición. Para obtener resultados satisfactorios las pruebas de la DBO se efectuarán a una temperatura de 20°C durante un período de 5 días. A los cinco días la estabilización es aproximadamente del 68 %. La estabilidad relativa es de la misma naturaleza de la DBO, sin embargo los resultados no se pueden relacionar, éstos son de importancia en la operación de la planta de tratamiento. La prueba de oxígeno disuelto mide el contenido de oxígeno de las aguas negras. Las aguas negras crudas serán frescas si existe un alto contenido de oxígeno en ellas. En aguas no contaminadas el contenido de saturación de oxígeno depende de la temperatura; en un rango de 14.6 mg/lit a 0°C hasta 7.6 mg/lit a 30°C . Las pruebas de oxígeno consumido muestran la demanda de oxígeno de las aguas negras en diferentes etapas del tratamiento

3.1.2 TIPOS DE EXAMENES

- | | | |
|------------|---|--------------------|
| 1) FÍSICOS | { | sabor |
| | | olor, color |
| | | temperatura |
| | | turbidez y sólidos |

2) QUÍMICOS

metales	{	cobre
		plomo
		zinc
		hierro

alcalinidad

dureza

nitrógeno

cloruros

oxígeno disuelto

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

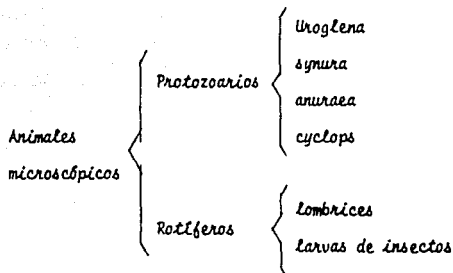
3) BACTERIOLÓGICOS. Determinan el número más probable y clase de bacterias (NMP).

4) MICROSCÓPICOS. Indican el número de organismos microscópicos.

Mediante los exámenes microscópicos, se identifica y estima el número de organismos microscópicos, esto no incluye bacterias que son demasiado pequeñas para verse sin amplificación. Los organismos microscópicos, son capaces de oxidar la materia orgánica, por lo que se hace conveniente el crear cultivos mediante formas que favorezcan su crecimiento.

3.1.3 ORGANISMOS Y ANIMALES MICROSCÓPICOS

Organismos Microscópicos	{	Plancton	
			diatomeáceas { asterionella synedra puchega
		Algas	cloroficia - volvox
			cianoficia - anabaena
		Hongos	parásitos - actinomycetis
			saprófitos



Plancton. Son organismos libres flotantes.

Algas. Son grupos de plantas, que se distinguen por su coloración y forma, para la conversión de bióxido de carbono a compuestos orgánicos de carbón, utilizan la luz del sol mediante la sustancia verde clorofila. Las algas florecen a la luz del sol, cubriendo los depósitos se controla su crecimiento (pero se favorece el crecimiento de hongos). Producen un aromático olor a pescado y otras un olor a tierra.

Hongos. No contienen clorofila, debido a esto no utilizan la luz del sol para obtener alimentos. Se alimentan de organismos vivos o muertos; son portadores de sabores y olores indeseables.

Protozoarios. Son animales unicelulares que producen en el agua un sabor a pescado o a aceite y un amargo sabor a pepino, obstruyen el paso de las aguas a través de la arena, disminuyendo la eficiencia de los filtros.

Rotíferos. Son animales multicelulares que causan tapazones en los filtros de agua.

En la eliminación de organismos y animales microscópicos es muy recomendable el sulfato de cobre entre otros productos químicos.

3.1.4 UNIDADES DE LOS RESULTADOS DE PRUEBAS Y EXAMENES FISICOS

Los análisis químicos se expresan en miligramos por litro, también se pueden medir en partes por millón (ppm). El color y turbidez se expresan con unidades de color y turbidez. Los análisis minerales se miden en términos de concentración de iones.

Las pruebas bacteriológicas en términos de un conteo por mililitro (ml) o en el número más probable (NMP) de bacterias coliformes por 100ml.

Las algas y formas relacionadas, como el número contado o por volumen en términos de unidades estandar por mililitros.

4. PROCESOS PARA TRATAMIENTOS DE AGUAS NEGRAS.

Un agua tratada, es aquella a la que se le ha separado los agentes contaminantes, esta separación se efectúa realizando los siguientes pasos:

- a) Por colado mediante rejillas y cribas, para eliminar materia voluminosa.
- b) Por flotación utilizando tanques para eliminar aceites y grasas (desnatado)
- c) Por sedimentación, utilizando tanques para eliminar arenillas, esto se logra también con cámaras desarenadoras.
- d) Por coagulación, empleando productos químicos en tanques de floculación química.
- e) Mediante procesos biológicos, que permitan a los microorganismos reproducirse metabolizando la materia orgánica y los nutrientes biológicos. Para que las masas biológicas permanezcan activas y aerobias se suministra aire

4.1 TIPOS DE PROCESOS Y TRATAMIENTOS

- | | | |
|-----------------|---|--|
| 1) Tratamientos | $\left\{ \begin{array}{l} \text{Primarios} \\ \text{Secundarios} \end{array} \right.$ | |
| | | |
| | $\left\{ \begin{array}{l} \text{Aeróbicos} \\ \text{Lodos activados} \end{array} \right.$ | $\left\{ \begin{array}{l} \text{En medio suspendido} \\ \text{En medio adherente} \end{array} \right.$ |
| 2) Procesos | | |

Los primeros fines del tratamiento de aguas negras son estabilizarlas sin producir olor o molestias y sin poner en peligro la salud.

Con la aplicación de los procesos y tratamientos se puede obtener agua de buena calidad e inclusive agua purificada, aunque esto no es sencillo, por lo que se debe evitar la contaminación.

El agua tratada aunque no potable, generalmente se obtiene en dos fases.

4.1.1 FASES DEL TRATAMIENTO

La primera llamada tratamiento primario, en donde se tiene lugar la eliminación de los sólidos gruesos utilizando mallas, rejillas y tanques sedimentadores. La eliminación de las arcillas también se realiza en esta primera fase si las aguas negras contienen partículas de materia mineral. Mediante la filtración y la sedimentación se efectúa el tratamiento secundario, en este tratamiento se involucra la oxidación biológica de la materia orgánica hacia formas estables.

Los detergentes causan problemas en el tratamiento de aguas negras, influyen de la siguiente manera:

- 1) Disminuyendo la tensión superficial del agua
- 2) causan la formación de espumas
- 3) reducen la eficiencia del tratamiento primario ya que tienen habilidad para emulsificar grasas y aceites.
- 4) Provocan una carga más grande en los aparatos.

4.1.2 SISTEMAS DE AGUAS PARA EL TRATAMIENTO

Los sistemas de agua para el tratamiento son los siguientes:

- 1) Obras de captación
- 2) obras de tratamiento y
- 3) obras de descarga o deposición.

El drenaje municipal incluye:

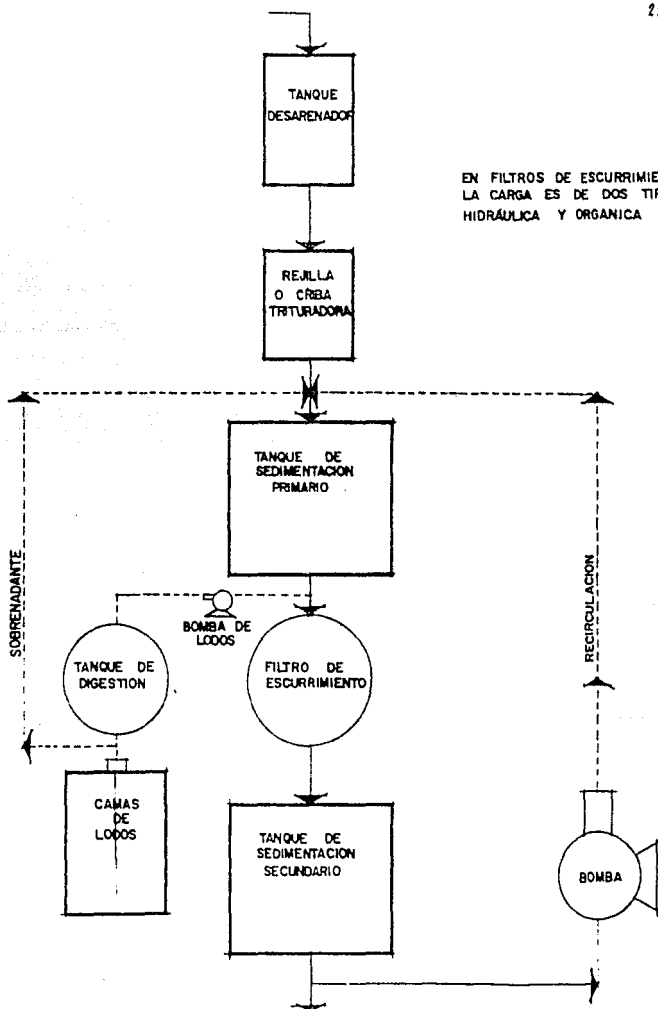
Aguas negras domésticas y aguas industriales o comerciales

4.1.3 ESPECIFICACIONES PARA AGUA TRATADA

Para agua tratada químicamente, la alcalinidad fenolftaléica no debe ser mayor a 15 mg/Lt más 0.4 de la alcalinidad total. A 20°C se deberá tener un pH

DIAGRAMA DE UNA PLANTA PARA TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS

25



máximo de 10.6. Son permitidos 120 mg/lt de alcalinidad carbonatada. La siguiente tabla indica las relaciones entre alcalinidad y pH.

Alcalinidad mg/lt	pH
400	8.0 - 9.6
300	9.8
230	10.0
160	10.5

4.1.4 DISPOSICIÓN DE LAS AGUAS TRATADAS

El tratamiento de aguas es necesario para la descarga de aguas en cualquier fuente, río u océano para evitar la contaminación de fuentes de suministro o agua limpia.

La disposición de las aguas negras tratadas puede llevarse a cabo mediante los siguientes métodos:

a) Disposición por dilución.

El efluente obtenido del tratamiento primario puede descargarse directamente a la corriente de agua.

La relación entre la carga orgánica; debido al flujo de aguas negras y el volumen, contenido de oxígeno, proporcionan un factor que determina si la dilución es o no suficiente. Las características que debe reunir una agua tratada para su disposición por dilución son:

Frescura de las aguas negras
deberá estar exenta de materias y sólidos flotantes
contenido de oxígeno elevado y
que exista un buen mezclado con el agua dilutoria.

b) Disposición por irrigación.

En lugares áridos las aguas negras tratadas tienen un alto valor pues pueden -

utilizarse para la irrigación de tierras para pasturas, así como para huer-
tos de naranjos, limones y nogales. Desde el punto de vista de la salud, -
las tierras regadas con aguas negras, se deben restringir a cultivar forra-
jes, no deberán cultivarse verduras. La irrigación se efectúa de varias for-
mas, la irrigación por rociado, la que utiliza surcos, son dos de ellas, --
estas formas ocasionan la proliferación de mosquitos.

4.2 DEPURACION PREVIA DE LAS AGUAS RESIDUALES

De acuerdo al tipo de agua residual de que se trate, se aplican distintos -
procesos de depuración. Para tratamiento del agua sucia de procedencia do-
méstica, pueden emplearse los procesos siguientes:

Depuración por medio de rejillas y cribas, en las que se separan sólidos y
partículas gruesas en suspensión. El tamaño de éstos viene condicionado por
el paso de la rejilla o criba.

Procesos de decantación, por los que se sedimentan las partículas gruesas -
en suspensión, cuando se reduce la velocidad del agua.

En una depuradora se separan en primer lugar aquellas impurezas cuya elimi-
nación resulte mas barata. Estas son las sustancias impermeables, así como
las arenas gruesas sedimentadas.

a) Rejillas y cribas.

Las sustancias impermeables pueden provocar alteraciones en el funcionamien-
to de las depuradoras, especialmente en la entrada y salida de los depósi-
tos de decantación y en los aparatos de medida y regulación. Por ello, de-
be disponerse a la entrada de toda instalación depuradora una rejilla gruesa
(entre 10 y 50 mm de distancia entre barrotes, empleándose por lo general -
de 20 mm para evitar en lo posible la entrada de papeles y detritus).

En algunas ocasiones pueden ser suficientes como único proceso de depuración las rejillas o cribas finas (distancias entre barrotes o diámetro de orificios, inferior a 10 mm). Este es el caso de los cauces de aguas limpias con una relación de disolución relativamente grande. Sin embargo, incluso las -- cribas de 3 mm., que son las más solicitadas, tienen una acción muy inferior a la de los depósitos de decantación. Solo retienen 1/5 de las sustancias -- que se sedimentarían en el depósito de la decantación.

La sustancia retenida por la rejilla es:

2-3 litros/habitante año en rejillas gruesas

5-10 litros/habitante año en rejillas finas.

b) Rejillas fijas con limpieza manual.

Si el número de habitantes (hab) es pequeño (hasta unos 10,000), basta con una rejilla fija, con limpieza manual. Teniendo en cuenta las operaciones -- manuales a realizar, la distancia entre barrotes no debe ser inferior a 20 -- mm., si el canal es muy ancho, pueden facilitarse los trabajos de limpieza -- con un pequeño puente de servicio. Los barrotes de sustentación de la rejilla (si es que son necesarios) no deben impedir la limpieza de ésta. Por -- ello se montan por la parte inferior. La inclinación de los barrotes es de -- 1:2. La materia retenida se lleva con un rastrillo hasta un canalón perforado de desagüe, separando en lo posible las sustancias putrescibles de las -- que no lo son. A continuación se entierran o bien se queman después de secar las. Si al quemar estas sustancias, la temperatura de combustión es superior a 800°C, no se producirán olores desagradables.

Al montar los barrotes de las rejillas en sentido transversal al de la -- corriente, disminuye ésta produciéndose un estancamiento. Para contrarrestar este efecto se pone delante de la rejilla un perfil semicircular en lugar --

del perfil rectangular.

Para facilitar el montaje y desmontaje de la rejilla en caso de reparación, - se dispone un resalte en el fondo del canalón, que tenga la altura de la - - barra como mínimo. Esta medida también contrarresta el efecto de estancamiento. Si la rejilla se obstruye, entra en funcionamiento una desviación. Se sujeta con barrotes verticales (separados entre sí unos 50 mm.) y se calcula - para la cantidad máxima de lluvia. El fondo del principio de desviación se - encontrará de 5 a 10 cm. sobre el nivel máximo de lluvia del río y el final estará de 2 a 3 cm. sobre este nivel.

c) Trituradora de gruesos de aguas residuales.

Esta instalación trabaja triturando dentro de la propia corriente de desagüe con lo cual no es necesario efectuar el transporte de la materia retenida - por la rejilla.

Funcionamiento:

El agua residual sucia pasa a través del canalón de entrada al tambor de rejilla. Los materiales mas gruesos quedan retenidos. La sección de paso disminuye y el agua en el tambor asciende.

Cuando el nivel alcanza cierta altura, un dispositivo conectado a un flotador, pone en marcha el tambor haciéndolo girar. Unos dientes rascadores dispuestos sobre los barrotes del tambor arrancan al material depositado llevándolo hacia los rastrillos. Aquí comienza el proceso de trituración entrecruzándose entre sí los elementos trituradores. La trituración se efectúa de manera continua. Las partículas en suspensión mas gruesas son arrancadas por los rastrillos que se encuentran junto a la superficie de la rejilla y son trituradas hasta un grado que permita la salida del líquido a través de las ranuras.

d) Cribas.

Es corriente el uso casi exclusivo de cribas móviles con rascadores fijos. -
 El material depositado se lleva a una trituradora si no se emplea ninguna -
 otra forma de eliminación, como por ejemplo, la combustión o el compostaje.
 Los tipos de criba mas importantes son los siguientes:

- 1) Placa de cribado
- 2) Cinta sin fin de cribado (abertura de malla de 1 a 5 mm.)
- 3) Criba centrífuga (adecuada para los canales de descarga de -
 las salidas de agua de lluvia), con orificios redondos de -
 3 a 4 mm. de diámetro.

4.3 DEPURACIÓN MECÁNICA DEL AGUA RESIDUAL.

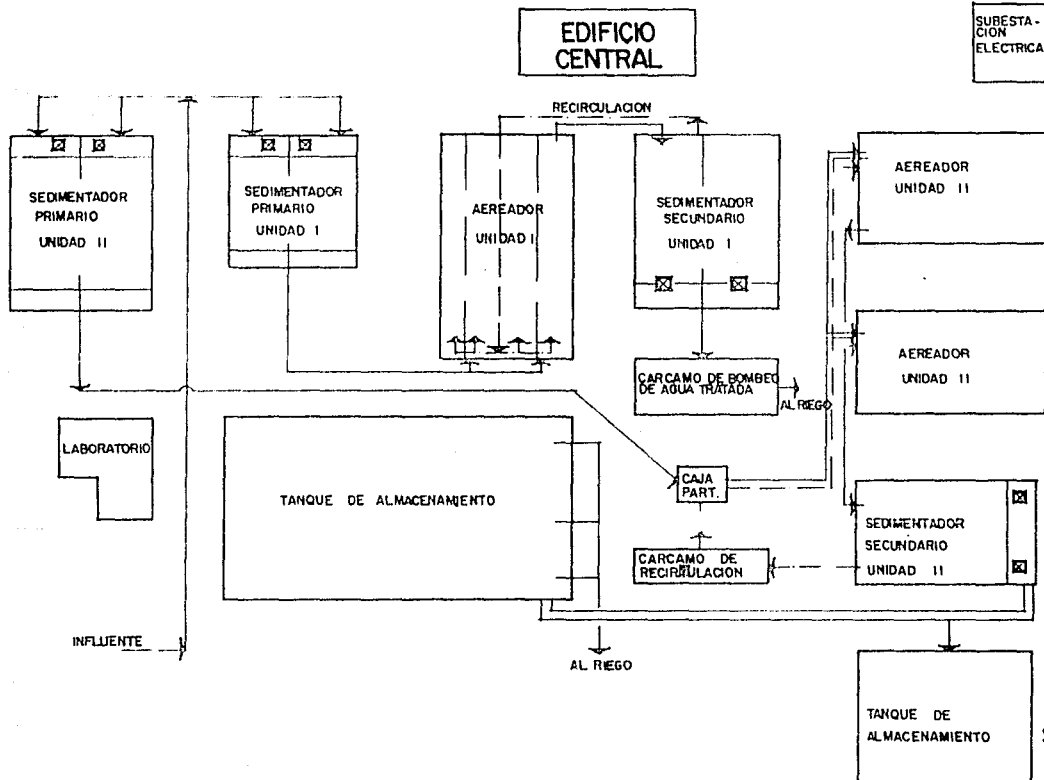
Fundamentos hidráulicos y técnicos de la depuración.

La depuración mecánica consiste en sedimentar los sólidos y las partículas en suspensión, en depósitos de decantación, disminuyendo para ello la velocidad de paso hasta un punto tal que, contrariamente a lo que ocurre en los desarenadores, se depositen también las sustancias orgánicas. Naturalmente, no pueden depositarse ni las sustancias disueltas, ni los coloides, ni las bacterias, ni tampoco las partículas muy finas en suspensión.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CD. DEPORTIVA

CASETA

SUBESTACION
ELECTRICA



Cuadro de impurezas referido a habitante y día

		sustancias minerales lt/hab. día	sustancias orgánicas lt/hab. día	sustancias en total	DBO lt/hab y día
Partículas en suspensión.	Sedimentables en el depósito de decantación.	76	152	228	19
	No sedimentables en el depósito de decantación.	38	76	114	12
sustancias parcialmente di- sueñas (coloides) y sustan- cias disueltas		190	190	380	23
Suma		304	418	722	54

5. LOS MINERALES EN SUSPENSIÓN Y SU ELIMINACIÓN

Los minerales de mayor importancia en el tratamiento de aguas son:

Salas de calcio y magnesio.

Compuestos de hierro y magnesio.

Salas de sodio y de potasio.

Fluoruros y desperdicios radiactivos.

Cloruros y sulfatos

En concentraciones menores de 250 mg/lit, siempre se encuentran los cloruros - que son combinaciones de cloro con otros elementos. En concentraciones mayores provocar un sabor salado. El contenido normal de cloruros debe ser pequeño, un incremento arriba del normal puede ser indicación de contaminación con aguas negras humanas.

Hierro y magnesio

El hierro se encuentra en estado ferroso o férrico, y los compuestos del hierro pueden ser solubles, insolubles o coloidales. El magnesio se asocia con el hierro en el agua y causan efectos muy semejantes. Estos no afectan la calidad sanitaria del agua, sin embargo son objetables debido a que el agua puede oxidar las telas, incrustar las líneas de plomería y modificar los colores en el tejido. La cantidad combinada no debe ser mayor de 0.3 mg/lit. Estos elementos también contribuyen a formar olores y sabores, decolorar el agua y formar depósitos en las tuberías provocando disminución en el flujo.

Oxígeno disuelto

Con la temperatura el oxígeno varía de 14.6 mg/lit a 0°C hasta 7.6 mg/lit a - 30°C. La materia orgánica sujeta a descomposición consume oxígeno en grandes cantidades.

5.1 METODOS PARA LA SUAVIZACION O ABLANDAMIENTO DEL AGUA

5.1.1 PROCESO DE CAL CARBONATO

Cuando se utiliza cal y carbonato comercial, reaccionan con los compuestos so lubles de calcio y de magnesio y los convierte en formas insolubles que se pueden eliminar mediante sedimentación o filtración. La cal y el carbonato se agregan al agua cruda en forma separada y se mezclan bien con el agua cruda. Para tener buenos resultados el tiempo de mezclado debe ser suficiente y es ventajoso utilizar equipo mecánico para su mezclado. La adición de cal forma compuestos solubles sedimentables eliminándose del agua. Para facilitar la se dimentación se agregan coagulantes. La "dureza" de carbonatos teóricamente se puede reducir hasta unos 17 mg/lit mediante el tratamiento con cal. Al agregar se compuestos de magnesio solubles se incrementa notablemente la "dureza". Al agregar cal ésta elimina los compuestos de magnesio si el exceso de cal es de 35 a 60 mg/lit, ésta precipita al magnesio y convierte la causticidad en hidró xidos. Se debe agregar carbonato después para que se combine con la dureza de no carbonatos. El problema es que se produce agua que debe recarbonatarse para eliminar la alcalinidad cáustica.

Mediante el proceso de cal-carbonato, el contenido de minerales disueltos en el agua, se reduce mediante la eliminación de las sustancias que causan la du reza. El bióxido de carbono es eliminado. La alcalinidad de bicarbonatos resi duales es cero, la alcalinidad total disminuye, y el pH aumenta. Se tienen -- problemas por la gran producción de lodos. Ventajosamente se pueden regresar una porción de lodos al tanque de mezclado para mejorar las reacciones de los productos químicos con el agua y el resto se eliminará. Si no se tiene cuidado el agua será contaminada con los lodos de desecho.

Para plantas de gran capacidad es económicamente posible la deshidratación de

lodos, no así en unidades pequeñas. Los lodos pueden descargarse en lagunas - y ocasionalmente utilizarse para fines agrícolas.

5.1.2 METODO DE CAL EXCEDENTE

Es usualmente más caro que la cloración, y suaviza aguas que contengan bicarbonatos, y neutraliza la acidez de agua que contengan ácidos. Si se agrega -- más cal que la requerida para cualquiera de estos dos propósitos, quedará disponible para la destrucción de las bacterias. Después de un tiempo suficiente para la esterilización, la cal excedente se precipita insulfando bióxido de - carbono por el agua en una cámara de carbonatación. El carbonato de cal re - sultante se remueve, seca y calienta para expulsar el bióxido de carbono de - modo que la cal se recupera para reusarse.

5.2 LA ESTERILIZACION Y SUS METODOS.

5.2.1 LOS METODOS

- 1) Por medio de gas ozono
- 2) por luz ultravioleta
- 3) tratamiento por cloración
- 4) cal excedente.

1) Esterilización por medio de gas ozono. El gas ozono es un agente esterilizador efectivo, sin embargo es demasiado costoso para uso general.

2) Esterilización por luz ultravioleta. El uso de luz ultravioleta también es costoso, pero de alta efectividad y requiere agua clara para su aplicación.

3) Esterilización por cloración. Este es uno de los métodos de mayor aplicación debido a su efectividad y fácil manejo, pudiendo aplicarse de las siguientes maneras:

- a) Como sólido en forma de cloro hipoclorito de calcio (polvo blanqueador).
- b) como líquido, llamado hipoclorito (NaClO). Esta forma, es conveniente -

para instalaciones pequeñas o en emergencias.

c) como gas, inyectado a presión en cilindros de acero. Este método puede considerarse como de uso universal.

Desventajas en el uso del cloro.

Corroe a los metales en presencia de humedad. En grandes cantidades provoca malos sabores, si es insuficiente la esterilización no será cabal.

El cloro en estado libre, se agrega a una agua que todavía contenga impurezas inorgánicas, primeramente oxidará éstas, pero no alcanzará o no habrá -- disponibilidad de cloro para destruir las bacterias y se requerirá agregar más del requerido para la oxidación. La cloración debe llevarse a cabo después de la filtración, en donde se supone, ya no existen impurezas inorgánicas y pueda aplicarse el cloro suficiente para eliminar las bacterias. Las algas son microorganismos que pueden tapar a los filtros, esto obligaría a -- que el cloro se suministrara a la entrada de los filtros.

Efectividad del proceso.

El cloro al combinarse con el hidrógeno del agua, libera oxígeno, llamado -- "oxígeno naciente" o de formación reciente y éste es mucho más efectivo que el oxígeno ordinario. La dosis usualmente requerida para una agua filtrada, -- es de aproximadamente 2 a 5 partes por millón (ppm) de cloro residual.

5.2.2 LA CLORAMINA

La cloramina es una sustancia que se forma al agregar una solución de sulfato de amoníaco previamente a la introducción del cloro, es un germicida -- igualmente efectivo que el cloro libre, tiene la ventaja de no agotarse en el proceso de oxidación de la materia orgánica, elimina los malos sabores, -- el proceso así efectuado es de acción retardada y por tanto no debe permitir

se que llegue al consumidor sino hasta que hayan transcurrido unas cuatro horas.

5.2.3 EL CARBÓN ACTIVADO

Es un proceso económico que permite la eliminación del color y sabor del agua producidos por las algas. El inconveniente que presenta es que, debe removerse posteriormente por filtración con su consecuente complicación.

El equipo para la recarbonatación está formado por los siguientes elementos o dispositivos:

- Un productor de gas
- un limpiador
- un colector de humedad
- un secador
- un compresor y un difusor

El bixido de carbono se produce quemando coque o bien adquirirse en cilindros.

5.3 INTERCAMBIADORES DE CATIONES O SUAVIZADORES

Los intercambiadores de cationes, son depósitos generalmente de acero semejantes en funcionamiento a los filtros rápidos.

El proceso de intercambio de cationes, se realiza mediante suavizadores de zeolita. El medio filtrante es un silicato de sodio-aluminio. La zeolita puede ser arena verde natural, que se llama glauconita, o un silicato artificial. Cuando todo el sodio de la zeolita ha sido reemplazado por calcio y magnesio, la zeolita se regenera pasando a través de ella una solución fuerte de salmuera. El sodio de la salmuera es retenido por la zeolita en vez del calcio y magnesio, los que se descargan en forma de cloruros.

5.3.1. TIPOS DE INTERCAMBIADORES DE CATIONES.

Naturales y Artificiales

1) Naturales.

Tienen un valor de intercambio de 3000 a 4000 granos de dureza por 0.283 m^3
 (1 grano = 0.648 gramos) antes de ser necesaria una regeneración.

2) Artificiales.

Tienen un valor de intercambio hasta de 15,000 a 30,000 granos por 0.283 m^3 .
 Estas unidades pueden ser de flujo hacia arriba o hacia abajo. En la regeneración, la dirección del flujo se invierte, utilizando tanto agua dura como suave para aflojar el material del lecho y para lavarlo como un primer paso. Después del lavado, la salmuera o solución salina se pasa lentamente a través del lecho. El tercer y último paso consiste en lavar la salmuera y se produce agua de cero "dureza", aunque esto no es lo que se pretende, por lo tanto se mantiene un cierto grado de dureza.

Para lograr la dureza deseada se mezcla agua dura con agua suavizada. El agua se trata con cal para eliminar la dureza de bicarbonato hasta 1 a 1.5 gramos por litro (4 o 5 gramos por galón).

El contenido total de minerales, no cambia con el intercambio de cationes, - sólo existe un cambio de minerales unos por otros, por ejemplo, la cal y el magnesio se reemplazan por una cantidad equivalente de sodio. El CO_2 no es eliminado en el proceso por tanto, se tendrá la misma alcalinidad total y - aproximadamente el mismo pH que el agua no tratada.

Datos de operación de los intercambiadores

Velocidad de flujo 243 a 325 litros por minuto por pie² -
 velocidad del agua de lavado igual a velocidad de flujo -

Tiempo de contacto entre salmuera y zeolita de 5 a 15 minutos.

concentración de salmuera 5 a 12 %

cantidad de sal por dureza eliminada 0.227 kg. de sal por 1000 granos de dureza.

Dureza final del efluente 1 mg/lt.

Los intercambiadores de cationes, son empleados también para eliminar el flúor, hierro y magnesio. El hierro puede obstruir la zeolita si el agua recibe aereación previa, ya que el hierro se oxida con la aereación. Si los intercambiadores no tienen habilidad para eliminar la dureza, si podrán continuar eliminando hierro y magnesio.

6. LA FILTRACION COMO TRATAMIENTO SECUNDARIO.

La filtración en gran escala se efectúa pasando el agua por arena, contenida ya sea en camas abiertas o tanques cerrados. El filtro lento de arena está confinado por muros y pisos usualmente construidos de concreto armado.

La acción de un filtro así es, parcialmente biológica. La primera acción retiene la materia suspendida que forma una película sobre la capa superior de arena; esta película se carga de vida bacterial que promueve la nitrificación de la materia orgánica, e impide el paso de bacterias adicionales. La eficiencia se debe enteramente a esta película superficial y hasta que ésta se haya formado no se remueve la vida bacterial. Tiempo después, sin embargo se torna tan densa que, aunque su eficiencia aumenta, el paso del agua por ella a un ritmo razonable, se dificulta. Cuando se llega a esta etapa se raspa una delgada capa de arena de la superficie del filtro y se inicia de nuevo el proceso, escurriendo el agua durante unos cinco días hasta que la película haya empezado a formarse de nuevo. Esto requiere la existencia de cuando menos dos filtros, pero generalmente hay más de ellos. La cama de arena debe tener cuando menos 61 cm. de grueso inicial; éste se reduce gradualmente por el raspado, pero nunca se permite que lleve menos de 30 cm.,. Entonces se le restaura a su profundidad original mediante la acción de arena. La arena descansa sobre dos o tres capas de grava de tamaños graduados, quedando la más gruesa al fondo y siendo el grueso combinado de estas capas de aproximadamente 38 cm. Sobre el piso se forma una red de drenes para recibir el agua filtrada y sacarla. Pueden ser de tubos con juntas abiertas o de losetas especiales con zancos. El drenaje subacústico correcto es un factor muy importante para garantizar el uso uniforme de todas las partes del filtro. Desde los drenes inferiores el agua fluye a través de una válvula de control y sube por un pozo de egreso, -

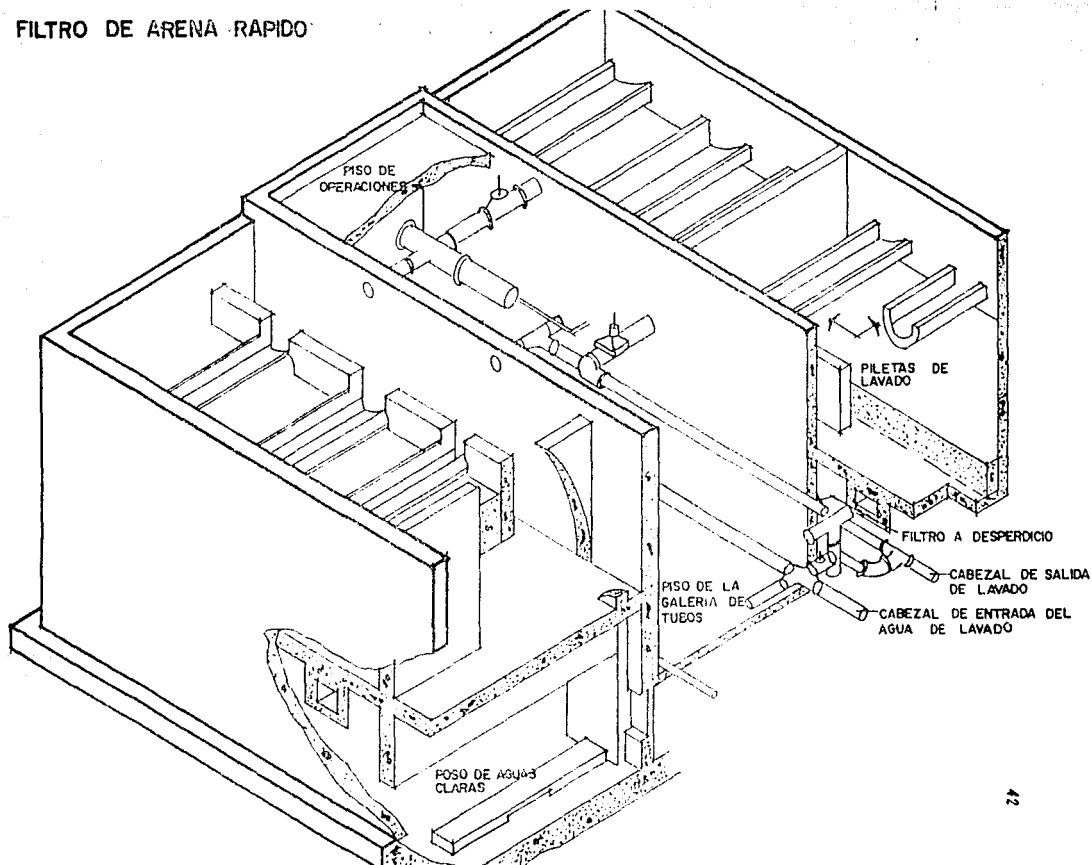
del cual pasa sobre una represa hasta un tanque o canal de agua pura. No debe permitirse que el agua fluya por una cama filtro a una velocidad mayor de -- aproximadamente 0.10 metros por hora (m/hr), ritmo al cual el filtro dispondrá de 81.29 litros por m^2 por hora. Este ritmo se garantiza por medio de la válvula de control antes mencionada, el ajuste de la cual alterará el nivel del agua en el pozo de egreso y por lo tanto también la columna sobre el filtro. El cunto de columna necesario para lograr el ritmo de flujo deseado -- contra una creciente resistencia superficial de la arena indica la necesidad de raspar la superficie. Los filtros de arena lentos no resultan adecuados para el tratamiento de agua densamente cargada de materia suspendida el cual es el caso de muchos ríos y corrientes, debido al costo y a la inconveniencia -- del frecuente raspado y lavado de arena que se requerirá. En tales casos un tanque de asentamiento preliminar, o una serie de filtros "gruesos" se colocan antes de los lentos.

Los filtros gruesos usualmente adoptan la forma de los filtros gravitacionales rápidos.

6.1 FILTROS GRAVITACIONALES RAPIDOS

Ocasionalmente usados como alternativas de los filtros de arena lentos, cuando la precipitación y sedimentación químicas son necesarias en general. Estos ocupan mucho menos espacio que los filtros de arena lentos, y mientras que el ritmo de flujo de los últimos usualmente no excede de 0.10 metros o 81.29 litros por m^2 de superficie por hora, en el tipo rápido el ritmo puede ser de 3.0 hasta 264 m por hora, o 2441 litros por metro cuadrado por hora a 4064 litros por metro cuadrado por hora, según la condición del agua a tratar. La naturaleza del tratamiento químico necesario dependerá enteramente de bicarbonatos presentes en el agua cruda. En caso de ausencia total de ellos, gis, cal

FILTRO DE ARENA RAPIDO



hidratada o clorhidrato de sodio, se agregan, después de que el sulfato de aluminio en solución ha sido introducido. Este al combinarse con los bicarbonatos, forma un precipitado nebuloso o floc.

El éxito o fracaso del proceso depende en gran parte de la naturaleza y cantidad de este "floc", pero esto es ventajoso para el proceso y el excedente debe permitirse que se precipite en un tanque de sedimentación adecuadamente diseñado, por el cual el agua fluye lentamente, usualmente en el lapso de 3 a 4 horas dependiendo de las circunstancias. El agua llega al filtro portando suficiente "floc" para llenar rápidamente los espacios entre los granos de arena con esta materia gelatinosa. Se ha aseverado anteriormente que en el proceso "lento" todos los vegetales y minerales en suspensión, así como las bacterias, quedan atrapadas en la película superficial del filtro. No es este el caso en el tipo rápido, donde todo el espesor del filtro es necesario para la intercepción de las bacterias, debido a la alta velocidad del flujo. Como consecuencia de la carga adicional asignada a la comparativamente pequeña área del filtro, la limpieza muy frecuente es necesaria; en términos generales, esta será cada 24 horas. La necesidad de limpiar es indicada por medidores que muestran el ritmo de filtración (el cual descenderá a medida que el uso del filtro prosigue) o por la diferencia de columna sobre el filtro en el ingreso y el egreso. Cuando ésta asciende a 1.5 o 1.9 m, ya es tiempo de lavar el filtro.

El lavado de un filtro rápido se hace por la reversión del flujo del agua, -- acompañada por la agitación del filtro congestionado por medio de rastrillos o aire comprimido.

La investigación bacteriológica se realiza en cada caso, pero normalmente el filtro debe dejarse escurrir durante 15 minutos al reanudar la operación des--

pués de limpiarlo.

De lo anteriormente expuesto se advierte como la naturaleza del "floc" afecta rá el ritmo de filtración eficiente, la frecuencia del lavado y el largo del periodo de escurrimiento del filtrado inicial.

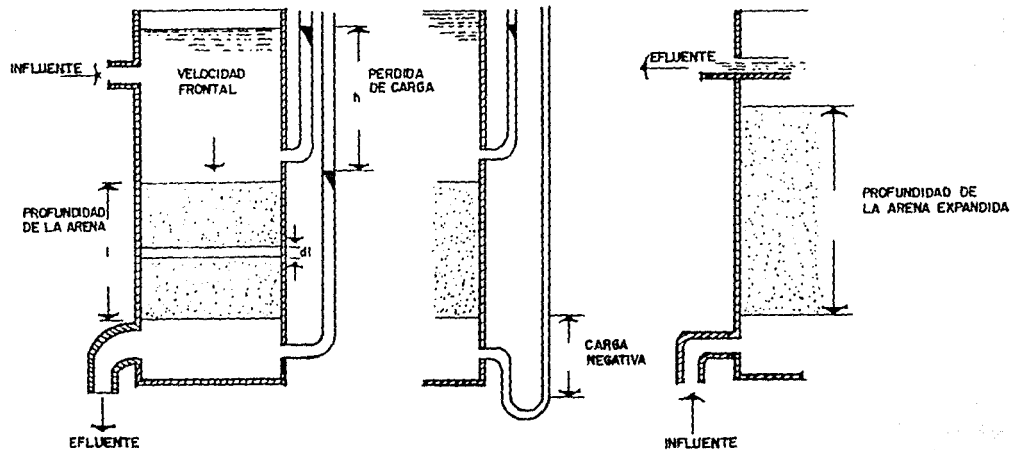
Los filtros rápidos no son tan eficientes como el proceso "lento de arena" y requieren una vigilancia y una investigación mas asiduas. Tratándose de una agua cruda que contenga una alta proporción de organismos patógenos, no se confía en ellos excepto con el uso subsecuente de un agente esterilizante tal como el cloro. Este puede convertirse en un salvaguarda absoluto de cualquier caudal, y con la introducción de nuevos métodos de aplicación, está siendo utilizado en la casi totalidad de las grandes instalaciones municipales.

Los filtros gravitacionales rápidos sin coagulantes son utilizados como filtros preparatorios o gruesos y el resultado es que el agua puede pasarse posteriormente por filtros de arena lentos a una velocidad muy incrementada, con seguridad comparativa; más aún, este doble proceso de filtración no es permisible para el agua de algunos ríos, sin la subsecuente cloración. Es particularmente útil durante aquellas temporadas en que el agua cruda está infestada de "algas" (crecimiento vegetal diminuto), condición en la cual las camas de arena lentos pronto se tornan ineficaces sin filtros gruesos preliminares.

6.2 FILTROS DE PRESION O MECANICOS.

Un filtro de presión (frecuentemente denominados filtros mecánicos) consiste de un tanque cilindrico de acero al fondo del cual hay un piso falso perforado que soporta 0.915 o 1.22 m de material filtrante. En este piso hay gran número de espitas que sirven para el doble propósito de captar el agua filtra

PERDIDA DE CARGA EN LA FILTRACION



da, cuando el filtro está operando, y de distribuir equitativamente el agua - para el lavado cuando se invierte el flujo para limpieza. Si se usa aire comprimido y agua simultáneamente, en otros las operaciones son sucesivas, arreglándose las presiones de tal modo que la arena no sea arrastrada fuera del - filtro para un flujo excesivo de agua o aire. (el flujo del agua para lavado también debe controlarse por las mismas si la distribución se efectúa por medio de rastrillos rotatorios).

Los métodos de filtración con arena pueden, desde luego aplicarse en cualquier escala, pero un número de los así llamados filtros domésticos que filtran el agua a medida que se extrae de las llaves, son adquiridos.

6.3 FORMAS DE EFECTUARSE LA FILTRACION

1) Por su paso a través de un lecho profundo de material granular grueso.

2) Mediante el empleo de un medio más fino como la arena.

En esta acción filtrante, los crecimientos orgánicos en las partículas del - medio, oxidan las delgadas películas de aguas negras que escurren a través - del lecho. En esta forma se elimina material en suspensión más fino y que va formándose como capa sobre la arena. La rapidez de operación está en función del tamaño de las partículas del medio filtrante, Esta será menor si las partículas son pequeñas. Cualquiera que sea el tipo de filtro, es necesario un - pretratamiento incluyendo sedimentación.

6.4 TIPOS DE FILTRO

1) Por su producción

a) Tipo de baja producción para carga de no más de 6.8 - kilogramos por 28.4 m^3 .

b) Filtro de alta producción para carga de más de 13.7 - kilogramos por 28.4 m^3 .

- 2) Por su profundidad
 - a) Poco profundos, con profundidad menor de 1.5 m
 - b) Profundos con profundidad mayor de 1.5 m. Se considera un valor máximo de 2.8 m de profundidad.
- 3) Por su acción
 - a) Filtros rápidos
 - 1) biofiltro
 - 2) accelofiltro
 - 3) aerofiltro
 - b) Filtros lentos.
- 4) Por su construcción, los filtros pueden ser:
 - a) Circulares. Utilizan distribuidores giratorios con 60 metros de diámetro.
 - b) Rectangulares. Utilizan chiflones rociadores, están divididos en secciones. Estos pueden ser de acero o de concreto.

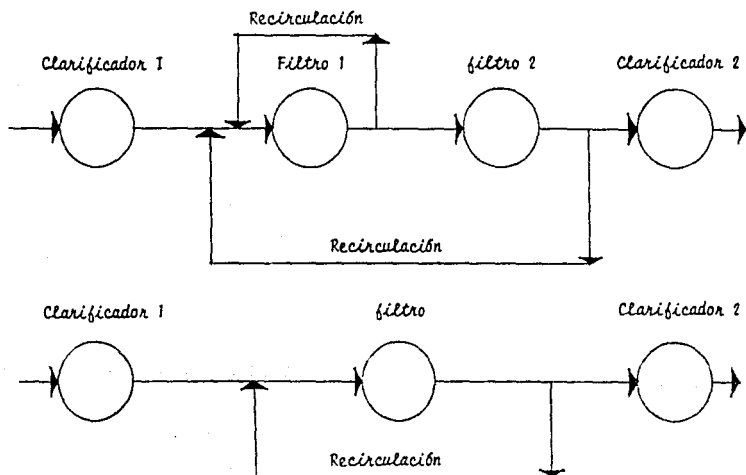
Biofiltro. Su profundidad está entre 1.2 a 1.5 m, utilizan la recirculación de una parte del efluente del filtro al tanque de sedimentación primario para un segundo paso a través del filtro. Si fuera necesario, se puede utilizar un filtro de dos etapas para reducir el contenido de DBO.

Accelofiltro. Con profundidad de 1.8 a 2.44 m, utiliza la circulación directa del efluente no sedimentado del filtro al alimentador del distribuidor.

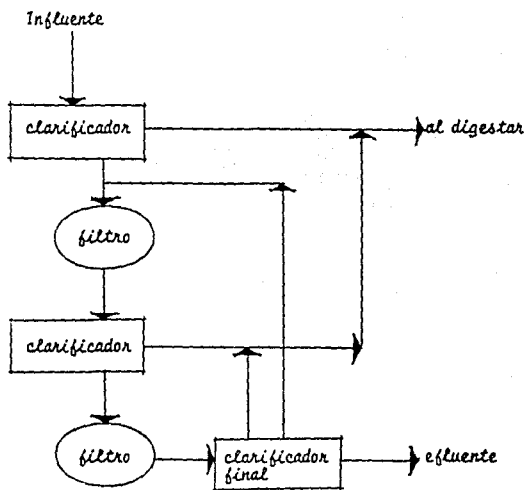
Aerofiltro. Utiliza una aplicación de aguas negras al filtro a un ritmo bajo momentáneamente, mediante un tipo especial de distribuidor para aplicaciones frecuentes en forma de gotas de lluvia. Las cargas orgánicas recomendadas varían en

tre 1.18×10^{-3} kg de DBO por m^2 - m (1.362 kg a 1.456 kg, de DBO por acre-pie), basándose en la concentración de las aguas. La recirculación se utiliza únicamente durante periodos de bajo volumen de aguas negras, y sólo para asegurar una operación apropiada del distribuidor. Se puede utilizar un filtro en la segunda etapa para un tratamiento adicional y con aguas negras altamente concentradas se puede proporcionar una cloración intermedia. La descarga de un filtro secundario pasa a un clarificador secundario.

Flujos para plantas aclofiltro



Tratamiento en dos etapas para plantas
aerofiltro



6.5. CARACTERISTICAS DE LOS FILTROS

Los filtros de arena a su vez, se clasifican en filtros de gravedad y filtros de presión.

En los filtros de arena de acción rápida, el agua pasa hacia abajo, a través de la arena a una velocidad relativamente alta, usualmente a 60 o 90 lpm por metro cuadrado de área filtrante. El agua es descargada a un pozo mediante el sistema de drenaje inferior.

La carga sobre el lecho de arena se aligera mediante un pretratamiento de coagulación y sedimentación. El lecho de arena tiene que lavarse con frecuencia esto se logra invirtiendo el flujo del agua a través del lecho de grava y del lecho de arena.

El agua de cada unidad filtrante se mantiene a 1.2 o 1.5 metros arriba de la arena mediante los controles, siendo la altura total de la superficie del --- agua a los drenajes inferiores, de 2.44 a 3.04 m. Una velocidad controlada proporciona una filtración uniforme y segura.

Los filtros de arena de acción lenta, operan a velocidades bajas desde 2 a 6 lpm por metro cuadrado. Estos filtros deberán de recibir las aguas con turbideces menores a 5 mg/li, de lo contrario no trabajarán eficientemente, por lo que se recomienda un tratamiento previo.

Profundidad total de los filtros:

La profundidad total de los filtros se obtiene de la siguiente manera:

Altura del drenaje inferior

profundidad total de los lechos de grava y arena

altura del agua arriba de la arena y

distancia libre arriba del nivel del agua

6.5.1 USOS, VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS FILTROS

Filtros de presión

Usos:

Para albercas

para pequeñas instalaciones y cuando el agua está relativamente clara.

Inconvenientes:

Dificulta el espacio para la coagulación y sedimentación,

no son eficientes para aguas turbias,

agrietamiento del lecho,

formación de bolas de lodo,

fugas de arena hacia el sistema de drenado inferior.

Ventajas:

Pérdida de carga baja,

puede no ser necesario el bombeo.

6.5.2 OPERACIÓN DE LOS FILTROS

Para una buena operación de los filtros, se deberá observar lo siguiente:

Velocidad de operación uniforme,

altura del lecho de arena adecuada,

altura del lecho de grava suficiente para soportar el lecho de arena,

capacidad suficiente en el drenaje inferior,

pérdida de carga pequeña,

realizar operaciones de lavado,

equipo para el control del flujo en buenas condiciones.

6.5.3 CICLO DE LOS FILTROS

Estos deben ser cortos con una duración no mayor de un día por lo que debe con-

siderarse: tamaño relativamente pequeño y las formas en que se deben limpiar debido a que acumulan impurezas en casi todos los niveles.

Para un buen funcionamiento, los filtros deben recibir el mantenimiento adecuado y efectuar el lavado de los mismos, esto se efectúa con agua previamente filtrada. El sistema de drenajes actúa como sistema de distribución. La arena se limpia cuando el lecho se ha fluidificado por el agua ascendente. - La limpieza se intensifica en alguna de las siguientes formas:

- 1) Lavado a alta velocidad (elevando suficientemente la velocidad o gasto de retrolavado por área unitaria).
- 2) Lavado superficial (dirigiendo chorros de agua al interior del lecho fluidificado).
- 3) Lavado con aire (soplando aire hacia arriba a través del lecho, antes o durante la fluidificación).
- 4) Lavado mecánico (agitando mecánicamente el lecho fluidificado).

El lavado se hace necesario cuando el medio filtrante se ha ensuciado. Aumentando con esto la pérdida de carga. Cuando la operación se efectúa una vez al día, se necesita de 10 a 12% del agua filtrada. El lavado cuando se lleva a cabo debido a los requisitos, puede utilizar quizá el 4% del agua filtrada. El lavado se logra invirtiendo el flujo de agua a través del filtro, a altas velocidades las cuales varían siendo algunas de 0.60 m/min y de 1.5 m/min. Estas velocidades se obtienen impulsando el agua a una velocidad de -- 606 litros por minuto por metro cuadrado (lpm por metro cuadrado).

6.5.4 CARGA Y PERDIDA DE CARGA EN LOS FILTROS

Para filtros de escurrimiento, la carga puede ser hidráulica y orgánica. Las unidades de carga hidráulica pueden estar dadas en litros por día por metro cuadrado. Para la carga orgánica se utilizan kilogramos por metros cúbicos.

Cuando se inicia la filtración, la pérdida de carga es pequeña; va en aumento - después de 20 a 30 hrs. formándose una película que se carga de vida bacteriana y promueve la nitrificación de la materia orgánica.

6.5.5 TAMAÑO DE LAS UNIDADES DE FILTRACIÓN

La capacidad necesaria de la planta, el número de unidades necesarias, y el número de horas que trabajará la planta, determinan el tamaño de filtros y cuantos deberán utilizarse.

Las plantas grandes trabajan 24 hrs. durante el día y cada unidad de filtración tiene capacidad de 3.78 a 11.34 millones de litros por día; para 3.78 millones de litros por día (mlpd) se requiere de 5.5 por 6.09 metros. Para un período de operación, de 8 a 16 horas el tamaño requerido es de 2.74 por 3.05 m y 3.05 por 5.5 metros. Una unidad de 2.75 por 3.05 filtrará unos 313,740 litros en 8 horas. El número de unidades de filtros se determina según Morrell y Wallace, mediante la siguiente fórmula:

$$N = 2.7 (Q)^{1/2}$$

donde: N = número de unidades de filtración y

Q = capacidad de la planta, en millones de litros por día (mlpd).

Para una planta que maneja un volumen mayor de 7.5 millones, la capacidad del filtro debe ser mayor de una cuarta parte de la capacidad de la planta.

6.5.6 MEDIO FILTRANTE

Son las capas de arena y grava compuestas por:

carbón de antracita triturado

arena natural de sílice gruesa o fina

magnetita triturada

tierra de diatomea

piedra y grava

medios sintéticos

a) bloques de mosaico vitrificado

b) arcilla vitrificada

6.5.7 SELECCION Y TAMAÑO DE GRANO DE ARENA.

Las arenas naturales generalmente se determinan por cribado utilizándose para - - ello muestras representativas de granos. Los valores de la media y las varian-- - cias proporcionan información para:

- 1) Describir la geometría de los materiales
- 2) Predicción del comportamiento hidráulico y
- 3) Calcular la remoción de impurezas por filtración.

Se deberá considerar el tamaño efectivo de la arena y éste se toma como el tamaño del grano que es mayor del 10 % de peso de todas las partículas que tienen la are na y nos indica el tamaño mínimo de 90 % en peso de la arena.

Mallas

No. de malla	abertura (mm)	No. de malla	abertura (mm)
200	0.074	20	0.84
140	0.105	18	1.00
100	0.149	16	1.19
70	0.210	12	1.68
50	0.297	8	2.38
40	0.420	6	3.36
30	0.590	4	4.76

Los coeficientes de uniformidad son:

1.5 a 2.0 para filtros de arena de acción rápida.

1.6 a 2.5 o 3.0 para filtros de acción lenta.

El área superficial de la arena es un determinante tanto operacional como hidráulico (de fricción). La forma identificativa, se considera como la relación

$$A/V;$$

A= área superficial;

V= volumen de los pozos y volumen complementario de la arena.

Los parámetros esenciales para determinar la forma de grano y su variación serán:

La esfericidad ϕ , el factor de forma S y la porosidad z.

Para un grano de forma realmente esférica, con diámetro d, ϕ es igual a la unidad y por definición:

$$A/V = 3.14d^2/0.106\{3.14d^3\} = 6/d$$

Por consiguiente, los símbolos de forma para las esferas, son una esfericidad $\phi = 1$ y un factor de forma $S = 60/4$. Los valores de $\phi = 1$ es el valor más alto mientras que $S = 6.0$ es el valor más pequeño.

Valores del grano según su forma:

Descripción	esfericidad ϕ	factor de forma S	porosidad típica z
esféricas	1.00	6.0	0.38
redondeados	0.98	6.1	0.38
desgastados	0.94	6.4	0.39
agudos	0.81	7.4	0.40
angulares	0.78	7.7	0.43
triturados	0.70	8.5	0.48

7. SEDIMENTACION

La sedimentación puede llevarse a cabo en forma simple o con la ayuda de coagulantes químicos.

Los productos químicos utilizados en la coagulación son:

Sulfato férrico y sulfato ferroso

cloruro férrico y sulfato de aluminio

caparrosa clorada y la cal en forma de hidróxido de calcio.

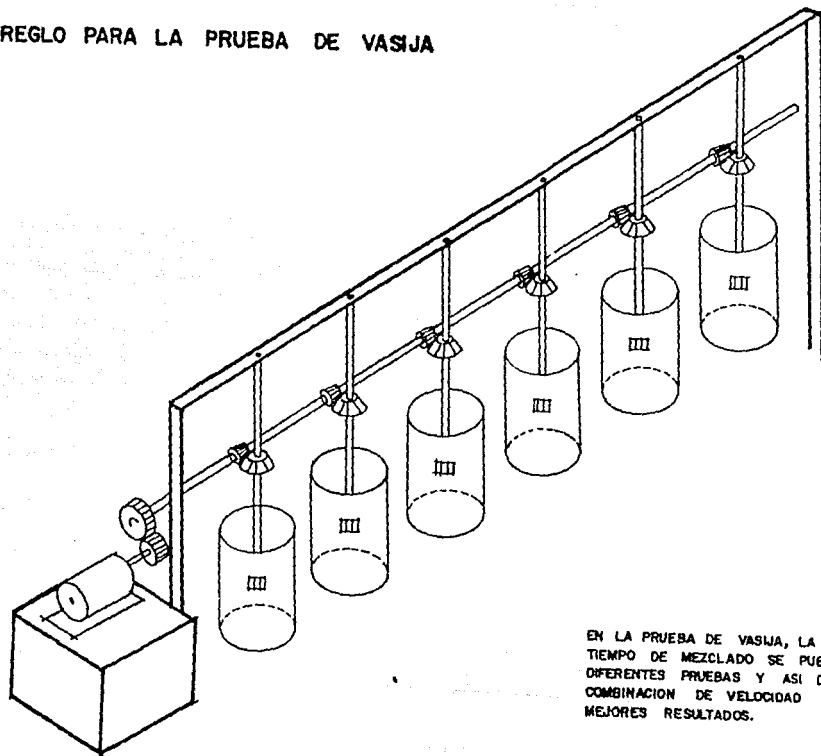
La coagulación debe practicarse en aguas que tengan turbideces mayores de 30 a 50 mg/lit. La coagulación se lleva a cabo, mezclando una cantidad de productos químicos con el agua. Una buena floculación necesita de 7.5 a 11.34 litros por día (lpd), con un periodo de residencia de 2 a 2 horas y media en el tanque de sedimentación. Estos productos son de fácil manejo y aplicación y además no provocan la corrosión, sin embargo, el volumen de lodos producido es muy elevado siendo de 20 a 40 % estos lodos son muy difíciles de tratar y se necesita una mayor capacidad de digestión. La unidad utilizada es el mg/lit. de acuerdo con esto, puede ser necesario un mezclado rápido y violento seguido por un periodo de mezcla más largo y suave, o puede eliminarse el mezclado rápido.

7.1 PRUEBAS PARA LA DOSIS DE COAGULANTES

Los registros de las dosis químicas para diferentes turbideces pueden indicar las dosis requeridas de coagulantes. Los registros deben hacerse diariamente, graficándolos. Mediante cálculos teóricos puede determinarse las dosis requeridas. Estas cantidades deberán compararse mediante pruebas de laboratorio. Pruebas de vasija.

El agua a probar, se coloca en vasijas con capacidades de 500 a 1000 ml. A -

ARREGLO PARA LA PRUEBA DE VASIJA



EN LA PRUEBA DE VASIJA, LA VELOCIDAD Y EL TIEMPO DE MEZCLADO SE PUEDEN VARIAR PARA DIFERENTES PRUEBAS Y ASI DETERMINAR CUAL COMBINACION DE VELOCIDAD Y TIEMPO DA LOS MEJORES RESULTADOS.

estas vasijas se les agrega diferentes cantidades del producto, seguidas por una agitación rápida que causa la formación del floculo. Se deja sedimentar en cada vasija. La vasija con menor cantidad de coagulante, y que produzca un floculo bueno y sedimentable, será considerada como dosis más económica.

La velocidad y el tiempo de mezclado pueden variar en cada prueba y de esta forma determinar la velocidad y tiempo óptimo.

La siguiente tabla indica resultados obtenidos en una agua alcalina turbia:

No. de vasija	Cantidad de solución de sulfato de Al (ml)	Cantidad de sulfato de Al (granos/litro)	Formación de floculos.
1	1	0.13	nula
2	2	0.26	apenas
3	3	0.40	regular
4	4	0.53	buenas
5	5	0.66	buenas
6	6	0.80	muy fuerte

7.2 LOS LODOS, PRODUCTO DE LA SEDIMENTACION

En el proceso de decantación o sedimentación debe distinguirse entre:

Lodo granulado (por ejemplo, arena, polvo de carbón, tierra de remolacha azucarera), cuyos granos se depositan a velocidad constante, no variando esta durante el proceso de sedimentación porque cada grano cae independientemente de los otros;

Lodo en floculos (lodo de los depósitos de decantación y posdecantación y lodo originado al emplear reactivos precipitantes). Las partículas de este lodo se unen entre sí durante el proceso de sedimentación, por lo tanto, la velocidad

varla durante este proceso.

Las impurezas del agua residual se encuentran en forma de floculos y en parte en forma de granos. Por ello es conveniente calcular el depósito de decantación de acuerdo con el tiempo de permanencia de éste, manteniéndose caminos de paso mínimo (4 a 5 m) y una profundidad de depósito de 1.50 a 2.50 m. El tiempo de residencia debe ser de 1.5 a 2.0 horas, cuando el caudal de agua residual es máximo (se calcula que esta cantidad supera en un medio a un cuarto al caudal medio diario).

Para los ensayos de decantación se emplea un recipiente de cristal de 40 cm. de altura en forma de embudo, graduado, en centímetros cúbicos. Su capacidad es de un litro y se denomina cono de Imhoff. La ventaja de la forma de embudo, estriba en que se pueden determinar con gran exactitud volúmenes muy pequeños de sedimentación. En una hora se deposita el 75 % de las sustancias sedimentables y en dos horas., lo hace el 90 %, sin embargo, no pueden aplicarse directamente los resultados de estos ensayos a los depósitos de decantación, ya que se efectúan con agua en reposo y en los depósitos se trata de agua en movimiento lento. Una muestra de un litro de agua extraída de la salida de las instalaciones de decantación no debe depositar mas de 0.5 cm^3 de lodo después de permanecer dos horas en el cono de Imhoff.

1.3 TIPOS DE DEPOSITO O TANQUES SEDIMENTADORES.

Depósito de mezclado. Es el tanque en el cual se mezcla el agua y los productos químicos.

Depósito de sedimentación o de decantación. Es el tanque donde toma lugar la sedimentación.

Los tanques sedimentadores, pueden ser:

de flujo horizontal o vertical y de forma circular o rectangular.

En un tanque de flujo vertical, las aguas negras entran por el fondo y suben hacia arriba. En tanques rectangulares de flujo horizontal, las aguas negras entran por el centro y fluyen hacia la periferia.

Los depósitos circulares de decantación presentan ventajas desde el punto de vista estático y por ello, su costo de construcción es mas reducido. Además, la recogida del lodo [si es necesaria], resulta mas sencilla. Sin embargo, las experiencias realizadas en los depósitos circulares demuestran que los tiempos reales de permanencia son muy inferiores a los obtenidos por cálculo. Por ello en la actualidad, se tiende de nuevo al empleo de los depósitos rectangulares para la depuración mecánica. La longitud de estos depósitos debe ser por lo menos el triple de la anchura. Las zonas en las que se interfieren las corrientes a la entrada y salida del depósito, son relativamente pequeñas si el depósito es largo. La relación profundidad-longitud será de 1:20 hasta 1:40 para grandes cantidades de agua residual. Para estas dimensiones se podrá contar hasta con $100 \text{ m}^3/\text{hr.}$ de caudal por metro de anchura del depósito. Para la decantación posterior a la depuración biológica, se sigue considerando como mas conveniente el depósito circular con entrada por el centro [entrada sifón] y un tiempo de residencia de 1.5 hrs.

Las formas de entrada de agua a los decantadores son las siguientes:

a) En depósitos rectangulares:

Canal de reparto con entrada Stengel, de la firma Passavant.

Entradas invertidas.

Entrada Geiger de la firma Geiger Karlsruhe. En ella se anula la energía de la corriente por acción de los tubos de entrada confluyentes, repartiéndose el agua de esta manera a lo largo de toda la sección del depósito.

b) En depósitos circulares con entrada de sifón:

Pozo de reparto con entrada Stengel

Pozo de reparto con entrada Geiger

Los sistemas de recogida de agua decantada son los siguientes:

a) En depósitos rectangulares

Vertedor con tabique sumergido anterior.

b) En depósitos circulares con entrada de sifón

Vertedero de rebose con dientes cada 30 cm, por los que sale el agua en forma de chorro, o bien con ranuras dispuestas en forma inclinada (estas impiden también en la salida de materias en suspensión, grasas, etc.).

En época de lluvias, el tiempo de permanencia en el depósito de sedimentación, para la etapa de depuración mecánica, debe ser de 20 a 25 min. como mínimo.

Si el depósito está dimensionado para una permanencia de dos horas, durante la época de sequía, se le puede añadir agua para efectuar una dilución de hasta cinco partes. Por lo tanto, debe disponerse delante del depósito un vertedor de tormenta que trabaje con una relación de dilución de 1:5. La acción depuradora del depósito no puede considerarse suficiente (la medida que aumenta la dilución del agua sucia, disminuye la sedimentación), pero tampoco es probable que después de ella se produzcan alteraciones importantes en el cauce de evacuación. Se puede aumentar el volumen de retención del depósito, en tiempo de lluvia, calibrando la sección de paso de manera que pueda pasar sin retenerse la cantidad mínima de la época de estiaje, pero cualquier cantidad superior -

a ésta quedará retenida.

Según Torricelli, al crecer el volumen de retención aumenta la capacidad de desagüe de la sección dada. La firma Scheven de Dusseldorf, ha desarrollado un tipo de aberturas de salida que están patentadas con la denominación de -- "recinto elástico de retención".

Los tanques de sedimentación rectangular son depósitos de una sola planta, es decir, que en ellos sólo se producen procesos de sedimentación. La digestión de lodo depositado tiene lugar en un recinto construido aparte. Son de planta rectangular con un mínimo de 5 m de longitud y una relación anchura-longitud de -- 1:3 hasta 1:5. El lodo depositado debe retirarse a diario para evitar que el -- agua residual circulante se contamine con bacterias de putrefacción. El desagüe se realiza a través de tubos de acero con carga de agua. Por ello, el tubo horizontal de desagüe debe encontrarse por lo menos 1.0 m por debajo del nivel de agua decantada. Este desemboca en un pozo de control y se cierra con una -- válvula plana. De esta manera puede vigilarse el estado del líquido que desagua. El tubo vertical de desagüe se cierra por su parte superior con un tapón roscado para dar limpieza y por su parte inferior, se apoya en un soporte.

Los tanques de sedimentación rectangular, utilizan rastrillos o rastras para recoger los lodos en el sumidero y forzar la nata hacia la salida. Los rastrillos están montados en cadenas sin fin, giran en el sentido de las manecillas -- del reloj. Los lodos se retiran del tanque mediante presión hidrostática.

En los tanques de tipo circular las zapatas de los rastrillos están montadas -- en un marco giratorio y los lodos se colectan en el centro, donde existe un -- sumidero o tolva con dimensiones de 60 por 60 cm. El sobrenadante o nata se -- regresa del tanque de digestión de lodos a la boca de entrada del tanque de --

sedimentación primaria.

La adición de un volumen relativamente grande de sobrenadante puede alterar la operación del tanque primario y afectar los procesos secundarios.

TIEMPOS DE RESIDENCIA, CARGA SUPERFICIAL Y PROFUNDIDAD

Carga superficial m^3/m^2 día	Tiempo de retención en horas profundidad en metros.			
	3.0	3.5	4.0	5.0
24	3.0	3.5	4.0	5.0
32	2.3	2.6	3.0	3.8
48	1.5	1.8	2.9	2.5
60	1.2	1.4	1.6	2.0
80	0.9	1.1	1.2	1.5
100	0.7	0.8	1.0	1.2
120	0.6	0.7	0.8	1.0

Se considera que la sedimentación primaria elimina de 30 a 35 % de la DBO y de 50 a 60 % de los sólidos en suspensión. Para las aguas negras domésticas es recomendable tener especial cuidado en la velocidad de vertido, período de residencia y eliminación probable de la DBO y sólidos en suspensión.

Características de los tanques de sedimentación:

Velocidad de flujo. Es el volumen de flujo en una unidad de tiempo por unidad de área en el tanque, expresada en litros por día por m^2 de tanque. Conocida la velocidad de flujo, el período de residencia depende de la profundidad del tanque.

Velocidad de flujo permitida. Para plantas con capacidades de 3.78 millones de litros diarios (mld), se permite una velocidad de 24,381 litros por día (lpd) por metro cuadrado. Para capacidades mayores se permiten velocidades de 32,000 a 40,000 lpd por metro cuadrado.

La profundidad mínima del agua puede ser de 2.13 m. El período de residencia - para una velocidad de 24,000 lpd es de 2.1 horas. Los tanques primarios están basados en el flujo promedio durante un período de 16 a 24 horas. Mínimamente, se deberán tener dos tanques primarios.

7.3.1 PARAMETROS DE DISEÑO PARA TANQUES SEDIMENTADORES.

Rapidez de derrame o vertido

Área de superficie de tanque

el período de residencia, deberá ser de 3.0 a 4.0 horas.

profundidades de 2.1 a 3.7 m, o mayores en plantas muy grandes.

Longitud de tanque de flujo horizontal de 3 a 6 veces su anchura.

Los vertederos, deberán proporcionar un flujo parejo y uniforme desde la entrada hasta la salida.

Capacidad del tanque rectangular:

Generalmente se supone el derrame o vertido, así como la longitud, determinándose después el producto necesario de la anchura por la longitud. (Los tamaños generalmente están estandarizados).

La capacidad o volumen de tanque, se obtiene de

$$V = lah$$

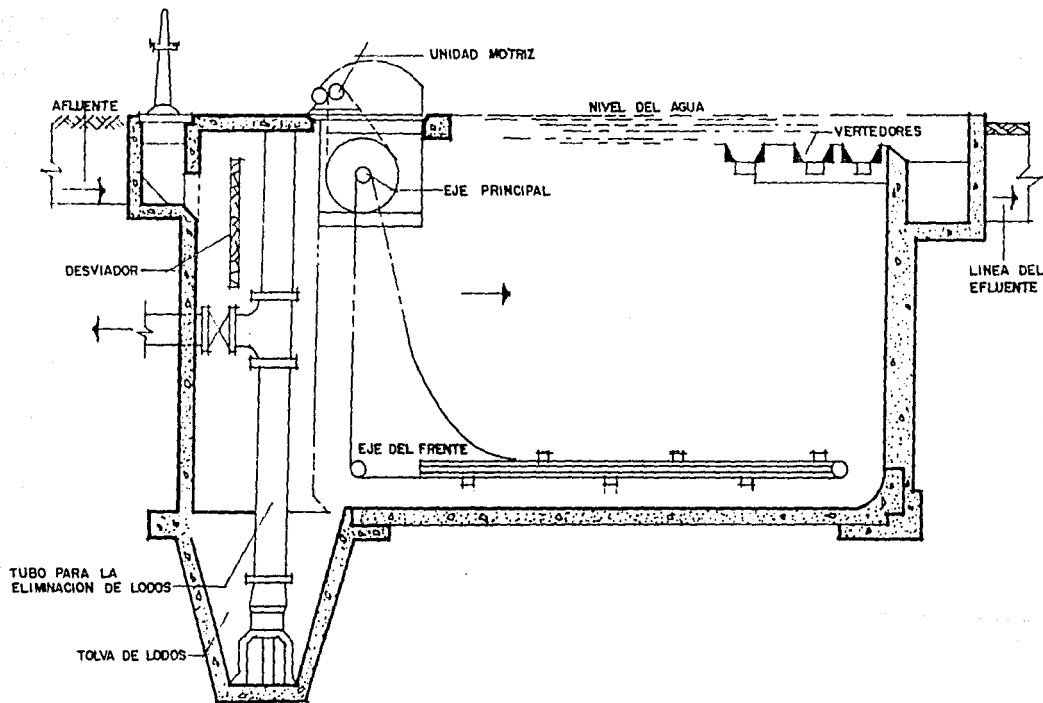
donde; V = volumen del tanque en m^3

l = longitud en metros

a = ancho en metros

h = altura de depósito en metros.

TANQUE DE SEDIMENTACION RECTANGULAR



Capacidad en tanques circulares.

El diámetro depende del volumen de vertido, del volumen necesario y de la profundidad. El fondo en forma general tiene forma de cono con pendiente de 2.54 centímetros vertical en 30.5 cm horizontal. Tomando como base esta condición, el volumen se encuentra mediante la fórmula siguiente:

$$V = d^2(0.011d + 0.785h)$$

donde; V = volumen del tanque circular

d = diámetro del tanque en metros

h = profundidad vertical en el muro o profundidad del lado del agua en metros.

En los tanques circulares, conocido el flujo normal y supuesto el tiempo de residencia, se obtiene el volumen de agua a manejar, con ésto se supone una cierta altura y con la fórmula anterior, y por tanteos se obtiene el diámetro. Tiempo de residencia.

Es el tiempo que permanece el líquido en el tanque y se obtiene de la siguiente manera:

$$Q_n = V_t / Q_n ;$$

donde; Q_n = tiempo de residencia;

V_t = capacidad de tanque en litros;

Q_n = Flujo normal en litros.

7.3.2 OTROS TIPOS DE TANQUES SEDIMENTADORES.

a) tanques imhoff

dentro del mismo tanque, se realizar, la digestión, almacenamiento y sedimentación.

Características:

Pendiente del fondo no menor de 45° y más bien cercana a los 60°

profundidad entre 7.6 y 10.7 metros.

Capacidad:

La capacidad de almacenamiento de lodos y cámara de digestión es de 0.86 a 0.142 metros cúbicos por persona.

Periodo de residencia:

En este tipo de tanques el tiempo ótimo será de 2.0 a 3.0 horas.

Escape de los gases:

Se cuenta con orificios que permiten la respiración en ambos lados de los compartimientos, el área de estos orificios es del 30 % o más del área de la cámara de lodos. Los lodos se retiran mediante presión hidrostática.

b) Tanques de dos pisos mecánicos.

Recomendados para instalaciones pequeñas con flujo de 1.5 millones de lpd.

c) Tanques sépticos.

Utilizados en instalaciones residenciales con periodo de residencia de 8 a 16 - horas. En estos, se lleva a cabo una descomposición anaerobia.

8. LOS PROCESOS PARA TRATAMIENTOS DE AGUAS.

Proceso de lodos activados.

Proceso biológico

en medio suspendido

Proceso aeróbico

en medio adherente

8.1 PROCESO DE LODOS ACTIVADOS.

El crecimiento de organismos que oxidan materia orgánica se desarrolla mediante una aereación de los lodos, el contacto de estos lodos con las aguas negras provocan la oxidación de materiales orgánicos, llevándose a cabo también la coagulación de partículas en suspensión y los coloides. El oxígeno debe asegurarse con un buen control de operación, así como proporcionarse un contacto íntimo y un mezclado continuo de las aguas negras y de los lodos, la relación del volumen de los lodos activados al volumen de aguas negras deberá ser constante.

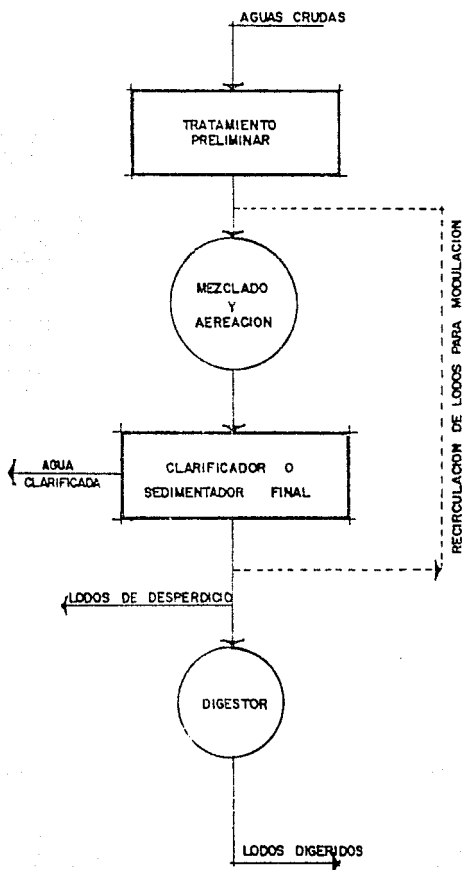
8.1.1 ETAPAS EN EL PROCESO DE LODOS ACTIVADOS.

- 1) Eliminación de arenillas, sólidos gruesos, aceites y grasas mediante sedimentación.
- 2) Tanques de mezclado y aereación que reciben lodos provenientes del tanque de sedimentación final.
- 3) La aereación se efectúa durante 4 a 5 horas, las aguas fluyen hasta el tanque de sedimentación final o clarificador.

La eficiencia del proceso de lodos activados disminuye si se dejan sedimentar materiales que producen depósitos en los tanques de aereación, por lo que, las arenillas y sólidos grandes deberán eliminarse antes de la aereación. En un depósito de aereación la longitud de vertedor debe ser grande para reducir la velocidad de llegada, ya que las partículas son muy ligeras de peso.

PROCESO DE LODOS ACTIVADOS

69



Un tanque de aereación deberá construirse para capacidades iguales al 150 % de la capacidad proyectada. Si los lodos se almacenan durante largos períodos comienza la desoxigenación sin putrefacción por lo tanto, deberán extraerse rápidamente y enviarse al tanque de aereación o bombearse para su disposición.

Para el retorno de lodos se utilizan canales y bombas, como se requieren - flujos suaves, la succión mediante bombas es indeseable, y no deberán ser - agitados violentamente. El retorno debe ser rápido debido a que los lodos - pueden empezar a volverse sépticos en una o dos horas. La velocidad de flujo de los lodos en los tubos no debe ser mayor de 0.46 mps.

Antes de la digestión los lodos son voluminosos y deben espesarse.

El tiempo promedio durante el que las partículas de los sólidos en suspensión permanecen en aereación se denomina edad de los lodos y se considera - que son suficientes de 4 a 8 horas. La edad de los lodos puede considerarse como el número de días obtenidos como resultado de dividir el peso de los - sólidos secos en suspensión en los tanques de aereación entre el peso de - los sólidos secos en suspensión en el efluente del tanque primario que se adiciona diariamente.

Con la fórmula siguiente, podemos obtener la edad de los lodos.

$$E_d = VA/QC ;$$

donde; V = volumen del aereador, en millones de litros.

A = concentración promedio de los sólidos en suspensión en el aereador, en miligramos por litro.

E_d = Edad de los lodos, en días.

Q = flujo de aguas negras, en millones de litros por día.

C = sólidos en suspensión en el efluente del tanque primario, en mg/lt.

La edad de 2.5 a 3.5 días es bastante recomendable debido a que es un tiempo suficiente para la estabilidad de los lodos.

Al diseñar tanques de aereación se deberá considerar:

- 1) Período de residencia o aereación.
- 2) La demanda bioquímica de oxígeno (DBO)
- 3) Sólidos bajo aereación.

Para el proyecto de los tanques de aereación, se deberá determinar el peso de los sólidos mezclados. Este peso se determina mediante una prueba que indica el porcentaje de la materia en suspensión en el licor mixto, en volumen. La prueba se realiza, dejando en reposo un litro del licor mixto durante 30 minutos y midiendo el volumen de los lodos sedimentados, seguidamente se determina la concentración en peso seco de los sólidos en suspensión en el licor mixto.

Una relación entre el índice de volumen de lodos, el porcentaje mínimo de los lodos y la concentración de sólidos en licor mixto es:

$$L_R = (100) / (100 / i p) - 1$$

donde;

i = Índice de volumen de lodos

p = porcentaje de sólidos en el licor mixto

L_R = Porcentaje de lodos de retorno

El índice de volumen de lodos es la relación de la concentración en peso seco de los sólidos en suspensión en el licor mixto y el volumen de lodos sedimentados en por ciento.

Para operaciones óptimas, el índice está entre el 50 y 150 Para instalaciones -

con aire difuso y entre 200 y 300 para una aereación mecánica.

El índice de volumen de lodos es un indicador del volumen de lodos que deben ser regresados para mantener el porcentaje deseado de sólidos en suspensión en el licor mixto.

Cuando se utilizan difusores de aire, los sólidos transportados en los tanques de aereación son 1500 a 3000 mg/lt y varía de 300 a 900 mg/lt cuando se utiliza equipo mecánico.

Al proyectar una planta de lodos activados se debe considerar:

El período de aereación, el volumen de aguas negras y el volumen probable de lodos de retorno, con esto se determinará el tamaño del tanque de aereación. Transcurrido el tiempo de aereación, que se ha fijado en un rango de 4 a 8 horas, las aguas negras fluyen hasta tanques de sedimentación final, donde la mezcla es agitada y aereada mediante la aplicación de aire comprimido o por medio de aparatos mecánicos. Parte de estos lodos regresan a los tanques de aereación y el resto se bombea hasta los digestores o se elimina. Se recomienda que el porcentaje de lodos de recirculación sea entre el 20 al 30 % del volumen de las aguas negras.

Se recomiendan las siguientes medidas para tanques de aereación:

Profundidad de 3.048 a 4.6 metros.

Los anchos de 1.5 a 2 veces la profundidad

En cuanto a la superficie del fondo, ésta deberá ser plana o casi plana.

Las velocidades recomendables a lo largo del fondo deberá ser de 4.92 metros por segundo.

Tipos de tanques de aereación.

Flujo en espiral

tipo de surcos.

8.1.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS EN EL PROCESO DE Lodos ACTIVADOS.

Ventajas:

- Se obtiene un alto grado de tratamiento.
- flexibilidad en cuanto a modificaciones
- área relativamente pequeña de la planta
- el costo inicial es comparable con el de cualquier otro proceso que -
- rinda el mismo grado de tratamiento
- el efluente es claro y de baja DBO

Desventajas:

- Los costos de operación son más elevados si existen cargas orgánicas
- y variación de flujo en periodos cortos.
- requieren de gran habilidad para la operación
- deberán vigilarse durante las 24 horas.

8.1.3 METODOS DE AEREACION.

- 1) Aire difuso. Empleando equipo mecánico para la agitación y dispersión del aire.

- 2) Aire inducido o aspirado de la atmósfera y aereación superficial -

En la aereación mecánica, el aire de la atmósfera se lleva hasta las aguas - negras mediante tubos de aspiración, hélices y otros aparatos.

El método de aereación mecánica, es utilizado en tanques redondos, cuadrados, rectangulares o exagonales. La profundidad es de 2.5 a 4.6 m y los diámetros u otras dimensiones horizontales varían desde 4.27 a 9.15 m. Los tanques pueden tener forma de tolva o ser de fondos planos. Los aeradores mecánicos producen un movimiento circular o helicoidal y a la vez una agitación mediante - paletas giratorias o una hélice.

Se produce la aereación mecánica mediante una turbina mezcladora de alta velocidad, con rociador.

Para suministrar aire es utilizado un eje hueco giratorio.

Mediante una combinación de dispersión mecánica con aire difuso, se acelera el cambio y se aumenta la eficiencia del tratamiento.

Criterios para determinar la cantidad de aire.

Aire por litros de aguas negras

aire por kilogramo de DBO eliminado.

Se recomienda suministrar de 7.5×10^{-3} a $1.14 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ de aire libre por litro de aguas negras tratadas. Para un flujo de 3.78 millones de litros por día, la cantidad de aire necesaria es de 19.84 a $29.76 \text{ m}^3/\text{min}$.

El aire es suministrado mediante las siguientes formas:

del tipo rotatorio de desplazamiento positivo y del tipo

a) Ventiladores po seco.

centrífugos o turboventiladores.

b) Difusores de aire.

c) Tubería de aire.

Los ventiladores pueden proporcionar un buen servicio y suministrar aire en condiciones adecuadas si se considera lo siguiente:

La eficiencia en los ventiladores de rotación positiva es del orden de 70 a 80 % de la potencia y con capacidades de $1420 \text{ m}^3/\text{min}$. Los ventiladores centrífugos tienen una capacidad hasta de $3,550 \text{ m}^3/\text{min}$, con una DBO promedio.

Se necesitan aproximadamente de 20 a 25 HP por 3.78 millones de litros de aguas negras.

En los difusores de aire, se utilizan tanto placas como tubos. Las placas tienen medidas de 30.48 cm por lado y de 2.54 cm de grueso y con una área efectiva de 0.0078 m^2 . Los tubos tienen una longitud de 60.96 cm y diámetro

interno de 7.62 cm, espesor de pared de 1.6 cm. Se considera que el área de trabajo por tubo es 0.116 m² aproximadamente. La materia suspendida en el aire, sedimentos y los crecimientos acuáticos obstruyen a los difusores. Las placas se colocan en 6 cerca del fondo del tanque de aereación. Los tubos se suspenden un poco mas abajo de las placas, estos difusores se instalan en montajes que permitan su retiro para fines de inspección y mantenimiento.

Para las tuberías de aire, se recomiendan velocidades de 10.7 a 15.24 metros por segundo (mps) en líneas grandes y de 4.6 mps en instalaciones pequeñas. Las pérdidas en las tuberías y accesorios, se obtienen mediante la fórmula de Darcy Weisbach, y es como sigue:

$$h_f = LV^2/2Dg$$

donde;

h_f = pérdida de carga, en metros

f = factor de fricción

L = longitud de tubería, en metros

D = diámetro de tubería, en metros

V = velocidad del fluido, en metros por segundo

g = aceleración de la gravedad local en m/seg.

Para un gas compresible, esta fórmula, modificada por Eschbach, queda:

$$AP = \{ \{ fL \} / 2g \} \times \{ \{ RT \} / P \} \times \{ M/A \}^2 / D$$

donde;

R = constante del gas

T = Temperatura absoluta, en grados K

P = presión absoluta, kg/cm²

M = velocidad de masa de flujo, en kg/seg

A = área del tubo, en metros cuadrados.

Tabla de valores de factor de fricción

<i>diámetro en (mm)</i>	<i>acero o hierro fundido</i>	<i>hierro fundido asfaltado</i>	<i>hierro fundido</i>
38.1	0.0206	0.027	0.0328
50.8	0.0191	0.025	0.0300
101.6	0.0163	0.021	0.0252
152.4	0.0153	0.019	0.0228
203.2	0.0143	0.0178	0.0212
304	0.0133	0.0160	0.0192
406.4	0.0126	0.0150	0.0180
508.0	0.0120	0.0140	0.0170
609.6	0.0116	0.0135	0.0163
914.4	0.0108	0.0124	0.0148
1066.8	0.0104	0.0120	0.0143

8.2 PROCESO PARA EVACUACION DE LODOS

Los sólidos separados de las aguas residuales en las plantas de tratamiento - contienen mucha agua y materia orgánica. Ello los hace voluminosos y putrescibles. Para simplificar su manejo y disposición, los lodos se deshidratan y estabilizan hasta un grado variable y conveniente para su disposición. Son comunes los siguientes métodos y dispositivos:

- 1) La materia orgánica de los lodos almacenados en tanques es metabolizada y convertida en residuos relativamente estables por las bacterias y otros organismos saprófitos. Masas continuas de seres vivos usan las materias de desecho del lodo bajo digestión para su crecimiento y obtener energía. El oxígeno disuelto desaparece y las masas biológicas se convierten en anaerobias. En los tanques digestores se produce la gasificación, así como la concentración y estabilización de lodos que son fácilmente deshidratables, así como agua de lodos y gases de descomposición, primordialmente metano y dióxido de carbono.
- 2) El agua se remueve de los lodos (normalmente lodos digeridos) llevados a lechos de arena u otros materiales granulares por evaporación de humedad al aire y por precolación de agua a lechos y a través de ellos: Lechos para secado de lodos que producen una torta de lodos de consistencia conveniente.
- 3) Los lodos se deshidratan haciéndolos pasar (normalmente después de la coagulación efectuado por productos químicos) a través de una centrifuga y fil-tros a vacío que producen una torta o pasta de lodos.
- 4) La torta o pasta de lodos (normalmente filtrado a vacío) se seca por calor en secadores instantáneos que producen comercialmente gránulos secos de lodos (comunmente secados al vacío).
- 5) La materia orgánica en lodos parcialmente deshidratados o secados por calor se quema como combustible en incineradores que producen cenizas.

6) Los lodos se espesan antes de la digestión, secado a digestión por batido: Espesadores o floculadores de lodos que producen un lodo más concentrado.

7) La materia orgánica en el lodo espesado se destruye por combustión húmeda: Retorta de lodos operando a altas temperaturas y presiones que producen residuos fácilmente deshidratables y minaralizados.

8.2.1 TIPOS DE LODOS Y CARACTERISTICAS

El lodo se designa según el tratamiento de donde provenga y estos pueden ser: Lodos crudos o primarios.- Son los que se producen en los tanques de sedimentación primaria.

Lodos húmicos o secundarios.- Producidos por los tanques de sedimentación secundarios o finales.

Lodos activados.- Son los que se recirculan del tanque de sedimentación final.

Lodos digeridos.- Provenientes de los digestores.

Lodos deshidratados.- Son los que se obtienen del secado al vacío.

Características generales de los lodos:

Olor desagradable.

putrefacción rápida.

en instalaciones, representan del 25 al 40 % del costo total.

Los lodos primarios contienen 5% de sólidos y 95 % de agua. Los secundarios - contienen de 1 a 2 % de sólidos.

Digestión de los lodos. La digestión es un proceso de descomposición anaerobia en un tanque cerrado y hermético. El proceso está acompañado por licuefacción produciendo gas y estabilización de materia orgánica. La digestión debe llevarse a cabo a una temperatura de 35°C. La producción de gas se considera como un promedio de 0.0283 m³ por persona y día. Este gas contiene de 65 al 70%

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

79

de metano y tiene un valor calorífico de 5340 kilocaloría (kcal) a 5788 kcal por metro cúbico.

Características generales de los tanques de digestión:

Circulares y con profundidades de 7.6 a 10.7 m. El techo tiene forma de domo, el fondo tiene forma de cono invertido. La profundidad del nivel del agua es de 6.0 m. Los lodos se extraen por la parte inferior del fondo y el sobrenadante por salidas colocadas a intervalos iguales en la parte superior del tanque. Tienen sistemas de tuberías para alimentación de lodos, cambio de mezcla do, captación y empleo del gas, extracción del sobrenadante, muestreo y ca- - lentamiento de los contenidos del tanque.

La capacidad del tanque estará en función del volumen por persona, el tiempo de residencia y el peso de los sólidos volátiles, estos son factores que debe ran considerarse al proyectar o diseñar tanques digestores.

Factores que afectan la digestión:

pH, temperatura, carga, modo y grado de mezclado.

Tipos de digestión:

Digestión estandar. - Considera la capacidad específica por persona.

Digestión en dos etapas. - Un tanque recibe los lodos crudos con espacio para una digestión activa y mezclado, un segundo tanque almacena sobrenadante.

Digestión rápida. - Se efectúa un mezclado perfecto entre lodos activos y los lodos de entrada.

Para el manejo de los lodos es conveniente someterlos a los siguientes proce- sos.

Deshidratación

Filtración por vacío

Mezclado de lodos con otros que han sido secados

Secados de lodos por año.

8.3 PROCESOS BIOLÓGICOS.

Los microorganismos utilizan la materia orgánica y los nutrientes biológicos contenidos en los desechos para su reproducción. Se pretende en este proceso remover la materia orgánica y obtener agua de alta calidad o bien, estabilización de la materia para que pueda ser retornada al medio ambiente sin causar daños. Los procesos biológicos tienen la ventaja de facilitar la disposición final del material removido.

Características de los tratamientos biológicos:

- a) Digestión aerobia. Con oxígeno
- b) Digestión anaerobia. Ausencia de oxígeno.
- c) Lagunas de estabilización.

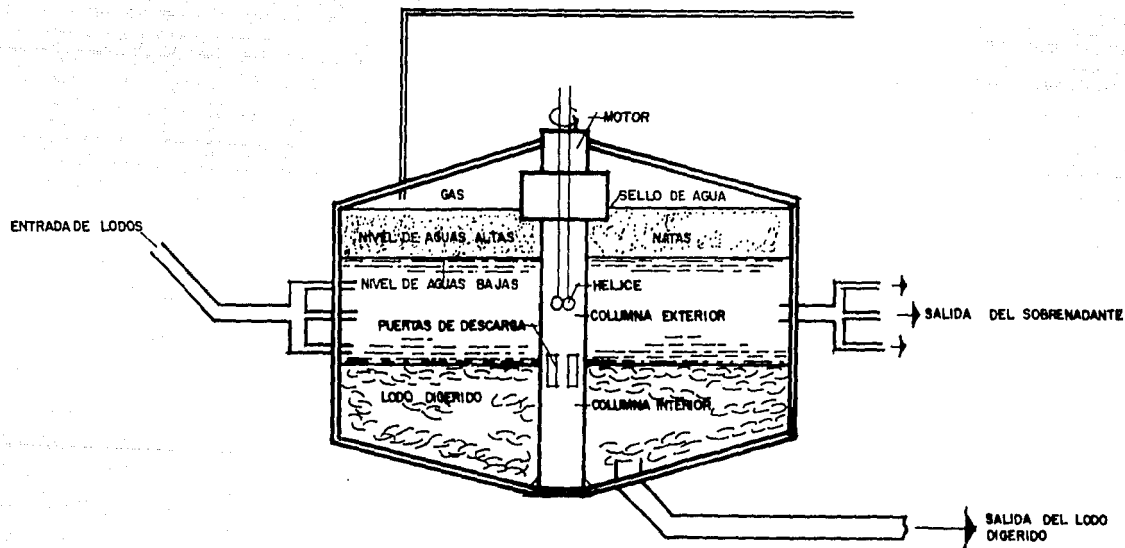
En los procesos aerobios con microorganismos en suspensión, se transfiere oxígeno mediante la agitación y los microorganismo entran en contacto con la materia a degradar. La recirculación de microorganismos se recomienda para aumentar la población biológica activa y asegurar el proceso. En los procesos con medio fijo, los microorganismos se adhieren a las paredes del medio permaneciendo en el sistema en cantidades adecuadas para que el metabolismo de la materia orgánica se lleve a cabo en tiempos de retención cortos.

En sistemas anaerobios con microorganismos suspendidos, la agitación se realiza principalmente para poner en contacto a los microbios con el sustrato; en sistema para estabilización de sólidos la agitación incrementa la hidrólisis de los sólidos para que puedan ser aprovechados por las bacterias.

Los sistemas de tratamiento biológico proporcionan a los microorganismos las condiciones óptimas para que desarrollen sus funciones metabólicas y de esa forma transformen y estabilicen la materia orgánica.

Los microorganismos son todos los organismos demasiado pequeños y solo pueden ser observados con ayuda del microscopio.

TANQUE DIGESTOR



Los organismos principales en procesos biológicos serán entre otros:

Plantas

Animales

Protozoarios

Algas

Protista

Hongos

Bacterias y virus

Estos organismos, básicamente se pueden clasificar de forma sencilla como es la siguiente:

Eucarióticos. Unicelulares o multicelulares, que tienen un núcleo verdadero.

Procarionticos. No tienen núcleo.

Crecimiento de los organismos:

Las bacterias y los protozoarios se multiplican por fisión binaria, esto es que cada célula se divide en dos nuevas células de igual capacidad para metabolización. El resultado es un crecimiento en pares.

8.4 EQUIPOS Y ACCESORIOS UTILIZADOS EN PLANTAS DE AGUAS NEGRAS.

Canales y tuberías

Controles de: Válvulas
 bombas
 motores
 indicadores y registradores de parámetros eléctricos
 temperatura
 presión y volumen de aire
 recirculación

Cribas y rejillas

Trituradoras

Trituradoras de barras

Bombas

Tanques: Desarenadores
 sedimentadores
 digestores
 deshidratadores
 retención
 aereación

Filtros

Difusores

Placas y tubos

Tuberías de aire y ventiladores

Clonadores

Compresores, etc.

CONCLUSIONES.

Los procesos y tratamientos para aguas residuales, nos permiten el poder reutilizar las aguas y ésto se hace necesario, debido a la gran demanda doméstica, industrial, comercial y pública. El reuso de las aguas se hace obligatorio en nuestros tiempos, primero porque es un recurso del que la humanidad no puede prescindir para su subsistencia, y segundo porque la naturaleza misma ha dotado a esta sustancia de esta característica - que permite recuperarla y ser reutilizada.

El crecimiento industrial y poblacional ha sobrepasado la capacidad de distribución y cantidad de agua en mantos acuíferos, por lo que, consumo y contaminación son los causantes de que este vital líquido se este agotando, nos por los que corría agua clara y cristalina, ahora llevan -- aguas negras residuales, mantos acuíferos y pozos que antes existieron - simplemente se han agotado o contaminado. Por lo tanto ya no es necesario sino urgente el preservar este recurso.

Existen métodos muy avanzados para tratar las aguas, entre los que se cuentan mecánicos y biológicos o bioquímicos, sin embargo los costos limitan el uso de estos procesos, pero creemos que nada es más importante que la vida misma, por lo que no se puede economizar cuando se trata de la conservación de las especies.

En forma natural y por lo menos para algunos usos, se podría descontaminar el agua haciéndola pasar por lechos o bancos de arena. Obtener agua potable, de la ya contaminada es aun más costoso, si ésta no puede obtenerse, es necesario hacer las recomendaciones pertinentes para el uso doméstico.

En la actualidad, en la ciudad de México se cuenta con un caudal de abas

tecimiento de agua potable próximo a los 40 metros cúbicos por segundo (m^3/seg), el 71 % (28.5 metros cúbicos por segundo) se captan a través de 1366 pozos y 6 manantiales localizados al sur poniente del Distrito Federal.

El río Cutzamala, aporta el 5 % ($2 m^3/seg$) y el río Lerma el 23.5 % ($9.4 m^3/seg$). Para el suministro de cada metro cúbico adicional, la instalación hidráulica tiene un costo de \$40,000 millones de pesos.

De los habitantes del Distrito Federal, el 73 % dispone del servicio de agua potable dentro de su vivienda, el 24 % lo tiene fuera de ella, el 2 % se abastece mediante hidrantes o tomas públicas y el 1 % lo hace mediante pipas o pozos no declarados.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Ingeniería Sanitaria

W.A. Hardenbergh y Edward B. Rodie

Editorial: Continental.

2. Apuntes de la División de Educación Continua de la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M

Tratamiento de Aguas Residuales, Municipales, Industriales y Reusos.

3. Purificación de Agua Tratamiento y Remoción Vol I y II

Gordon Maskew Fair, John Charles Geyer y Daniel Alexander Okun

Editorial: LIMUSA

4. Manual de Ingeniería de Hospitales (American Hospital Association)

Editorial: LIMUSA.

5. Drenaje y Sanidad

Edwin Holmes Blake

Editorial: CECSA.

6. Agua, su calidad y tratamiento

Manual preparado por la AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION.

Centro Regional de ayuda Técnica.

7. Alcantarillado y tratamiento de aguas negras

Harold E. Babbitt H.

Editorial: Continental.

8. Enciclopedia SALVAT

Serie de colección "cómo funciona".