



**Universidad Autónoma de Chiapas
Facultad de Ingeniería**

“CALIDAD DEL AGUA Y SUSTENTABILIDAD”

Instructor: Dr. Hugo A. Guillén Trujillo

Introducción general.

El hombre posee la necesidad de vivir en sociedad. Esto trae como consecuencia la formación de aglomeraciones humanas, las cuales traen muchos problemas que se agudizan cuando la población se forma sin un plan previo de ordenamiento. Entre los muchos problemas que traen las aglomeraciones urbanas, las que más interesan a la Ingeniería Sanitaria, son la aparición de enfermedades, en mayor cantidad, cuando no se cumplen los requisitos fundamentales de la higiene. Los problemas higiénicos producidos por las grandes urbanizaciones, que muchas veces se agudizan por la presencia de los animales que nos rodean, se traducen en definitiva en el deterioro del medio ambiente circundante, es decir, se produce lo que comúnmente llamaríamos contaminación.

Los elementos del medio ambiente susceptibles de contaminación son, el aire y el agua (y el suelo); que junto con los alimentos, la luz y el calor son los que se han dado a llamar los cinco elementos esenciales para la vida. Surge en consecuencia la necesidad de adoptar a través del vector que maneja la salubridad, todas las medidas que conciernen al mejoramiento de las condiciones de vida de la población y al cuidado de la salud colectiva.

Todos los países canalizan en un ente público los esfuerzos para conseguir los objetivos mencionados. Nuestro país lo hace por intermedio del Ministerio de Salud Pública y el Ministerio de Obras Públicas. En el orden internacional existen instituciones que normalizan, asesoran y trabajan en problemas ambientales. Esta la Organización Mundial de la Salud (OMS) que depende de la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Dentro de la OMS en la zona de América existe la Oficina Sanitaria Panamericana (OSP).

Objetivos.

- 1) Proporcionar al estudiante información relevante sobre calidad del agua y sus consecuencias en el desarrollo sustentable.
- 2) Identificar los contaminantes del agua.
- 3) Caracterización de las aguas residuales.

Definiciones importantes:

En relación con la terminología de la salud es interesante resaltar algunas definiciones que presentó la OMS y que fueron aprobadas en el Primer Congreso Internacional de Higiene, realizado en La Habana en 1952.

- Salud: Es un estado de completo bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de enfermedades.
- Salubridad: Es la ciencia y el arte de organizar y dirigir los esfuerzos colectivos para proteger, fomentar y reparar la salud.

- **Higiene:** Es el conjunto de normas de vida que aseguran al individuo el ejercicio pleno de todas sus funciones.
- **Saneamiento:** Es la rama de la salubridad destinada a eliminar los riesgos del ambiente natural, sobre todo los resultantes de la vida en común y crear y promover en él las condiciones óptimas para la salud, es decir preservar el medio ambiente, sobre todo los recursos húmedos y los suelos evitando la contaminación.

Para eliminar estos riesgos o reducirlos a límites compatibles se debe disponer de principios, técnicas, normas y métodos que se apliquen al medio y éstos son proporcionados por la Ingeniería Sanitaria. Su aplicación nos permite solucionar los problemas de prevención y eliminación de una gama de enfermedades y la prevención del deterioro del medio ambiente.

FUENTES DE AGUA EN LA NATURALEZA.

La calidad del agua depende de las condiciones geográficas, geológicas, climáticas, de su capacidad de disolver gases, materia mineral y orgánica o para mantenerlas en suspensión o estado coloidal, de su temperatura, flora microbiana y de la contaminación producida.

Ciclo Hidrológico.

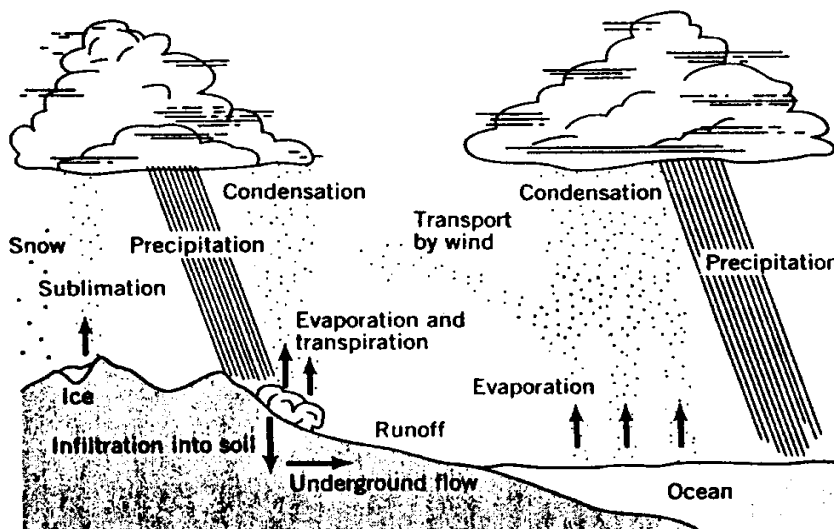


Figure 1.1 Schematic representation of the hydrologic cycle.

Fuentes de agua disponibles: Atmosférica, superficial y subterránea.

FUENTE APRECIABLE DE AGUA: Son aquellos puntos o fases del ciclo natural del cual se desvía o aparta el agua temporalmente para ser usada, regresando finalmente a la naturaleza.

LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Los principales contaminantes del agua son los siguientes:

Aguas residuales y otros residuos que demandan oxígeno (en su mayor parte materia orgánica, cuya descomposición produce la desoxigenación del agua).

Agentes infecciosos.

- Nutrientes vegetales que pueden estimular el crecimiento de las plantas acuáticas. Éstas, a su vez, interfieren con los usos a los que se destina el agua y, al descomponerse, agotan el oxígeno disuelto y producen olores desagradables.
- Productos químicos, incluyendo los pesticidas, diversos productos industriales, las sustancias tensoactivas contenidas en los detergentes, y los productos de la descomposición de otros compuestos orgánicos.
- Petróleo, especialmente el procedente de los vertidos accidentales.
- Minerales inorgánicos y compuestos químicos.
- Sedimentos formados por partículas del suelo y minerales arrastrados por las tormentas y escorrentías desde las tierras de cultivo, los suelos sin protección, las explotaciones mineras, las carreteras y los derribos urbanos.
- Sustancias radiactivas procedentes de los residuos producidos por la minería y el refinado del uranio y el torio, las centrales nucleares y el uso industrial, médico y científico de materiales radiactivos.
- El calor también puede ser considerado un contaminante cuando el vertido del agua empleada para la refrigeración de las fábricas y las centrales energéticas hace subir la temperatura del agua de la que se abastecen.

Efectos de la contaminación del agua

Los efectos de la contaminación del agua incluyen los que afectan a la salud humana. La presencia de nitratos (sales del ácido nítrico) en el agua potable puede producir una enfermedad infantil que en ocasiones es mortal. El cadmio presente en los fertilizantes derivados del cieno o lodo puede ser absorbido por las cosechas; de ser ingerido en cantidad suficiente, el metal puede producir un trastorno diarreico agudo, así como lesiones en el hígado y los riñones. Hace tiempo que se conoce o se sospecha de la peligrosidad de sustancias inorgánicas, como el mercurio, el arsénico y el plomo.

Los lagos son especialmente vulnerables a la contaminación. Hay un problema, la eutrofización, que se produce cuando el agua se enriquece de modo artificial con nutrientes, lo que produce un crecimiento anormal de las plantas. Los fertilizantes químicos arrastrados por el agua desde los campos de cultivo pueden ser los responsables. El proceso de eutrofización puede ocasionar problemas estéticos, como mal sabor y olor, y un cúmulo de algas o verdín desagradable a la vista, así como un

crecimiento denso de las plantas con raíces, el agotamiento del oxígeno en las aguas más profundas y la acumulación de sedimentos en el fondo de los lagos, así como otros cambios químicos, tales como la precipitación del carbonato de calcio en las aguas duras. Otro problema cada vez más preocupante es la lluvia ácida, que ha dejado muchos lagos del norte y el este de Europa y del noreste de Norteamérica totalmente desprovistos de vida.

Fuentes y control

Las principales fuentes de contaminación acuática pueden clasificarse como urbanas, industriales y agrícolas:

La contaminación urbana está formada por las aguas residuales de los hogares y los establecimientos comerciales. Durante muchos años, el principal objetivo de la eliminación de residuos urbanos fue tan sólo reducir su contenido en materias que demandan oxígeno, sólidos en suspensión, compuestos inorgánicos disueltos (en especial compuestos de fósforo y nitrógeno) y bacterias dañinas. En los últimos años, por el contrario, se ha hecho más hincapié en mejorar los medios de eliminación de los residuos sólidos producidos por los procesos de depuración. Los principales métodos de tratamiento de las aguas residuales urbanas tienen tres fases: el tratamiento primario, que incluye la eliminación de arenillas, la filtración, el molido, la floculación (agregación de los sólidos) y la sedimentación; el tratamiento secundario, que implica la oxidación de la materia orgánica disuelta por medio de lodo biológicamente activo, que seguidamente es filtrado; y el tratamiento terciario, en el que se emplean métodos biológicos avanzados para la eliminación del nitrógeno, y métodos físicos y químicos, tales como la filtración granular y la adsorción por carbono activado. La manipulación y eliminación de los residuos sólidos representa entre un 25 y un 50% del capital y los costes operativos de una planta depuradora.

Las características de las aguas residuales industriales pueden diferir mucho tanto dentro como entre las empresas. El impacto de los vertidos industriales depende no sólo de sus características comunes, como la demanda bioquímica de oxígeno, sino también de su contenido en sustancias orgánicas e inorgánicas específicas. Hay tres opciones (que no son mutuamente excluyentes) para controlar los vertidos industriales. El control puede tener lugar allí donde se generan dentro de la planta; las aguas pueden tratarse previamente y descargarse en el sistema de depuración urbana; o pueden depurarse por completo en la planta y ser reutilizadas o vertidas sin más en corrientes o masas de agua.

La agricultura, la ganadería comercial y las granjas avícolas, son la fuente de muchos contaminantes orgánicos e inorgánicos de las aguas superficiales y subterráneas. Estos contaminantes incluyen tanto sedimentos procedentes de la erosión de las tierras de cultivo como compuestos de fósforo y nitrógeno que, en parte, proceden de los residuos animales y los fertilizantes comerciales. Los residuos animales tienen un alto contenido en nitrógeno, fósforo y materia consumidora de oxígeno, y a menudo albergan organismos patógenos. Los residuos de los criaderos industriales se eliminan en tierra por contención, por lo que el principal peligro que representan es el de la filtración y las escorrentías. Las medidas de control pueden incluir el uso de depósitos

de sedimentación para líquidos, el tratamiento biológico limitado en lagunas aeróbicas o anaeróbicas, y toda una serie de métodos adicionales.

Las descargas accidentales y a gran escala de petróleo líquido en el mar, son una importante causa de contaminación de las costas. Los casos más espectaculares de contaminación por crudos suelen estar a cargo de los superpetroleros empleados para transportarlos, pero hay otros muchos barcos que vierten también petróleo, y la explotación de las plataformas petrolíferas marinas supone también una importante aportación de vertidos. Se estima que de cada millón de toneladas de crudo embarcadas se vierte una tonelada. Entre las mayores mareas negras registradas hasta el momento se encuentran la producida por el petrolero *Amoco Cádiz* frente a las costas francesas en 1978 (1,6 millones de barriles de crudo) y la producida por el pozo petrolífero Ixtoc I en el golfo de México en 1979 (3,3 millones de barriles). El vertido de 240.000 barriles por el petrolero *Exxon Valdez* en el Prince William Sound, en el golfo de Alaska, en marzo de 1989, produjo, en el plazo de una semana, una marea negra de 6.700 km², que puso en peligro la vida silvestre y las pesquerías de toda el área. Por el contrario, los 680.000 barriles vertidos por el *Braer* frente a la costa de las islas Shetland en enero de 1993 se dispersaron en pocos días por acción de las olas propias de unas tormentas excepcionalmente fuertes.

Los vertidos de petróleo acaecidos en el golfo Pérsico en 1983, durante el conflicto Irán-Irak, y en 1991, durante la Guerra del Golfo, en los que se liberaron hasta 8 millones de barriles de crudo, produjeron enormes daños en toda la zona, sobre todo por lo que se refiere a la vida marina.

Depuración de Aguas

La depuración de aguas es el nombre que reciben los distintos procesos implicados en la extracción, tratamiento y control sanitario de los productos de desecho arrastrados por el agua y procedentes de viviendas e industrias. La depuración cobró importancia progresivamente desde principios de la década de 1970 como resultado de la preocupación general expresada en todo el mundo sobre el problema, cada vez mayor, de la contaminación humana del medio ambiente, desde el aire a los ríos, lagos, océanos y aguas subterráneas, por los desperdicios domésticos, industriales, municipales y agrícolas. El río no tiene espacios para autodepurarse y acaba convirtiéndose en una cloaca.

Las aguas residuales

El origen, composición y cantidad de los desechos están relacionados con los hábitos de vida vigentes. Cuando un producto de desecho se incorpora al agua, el líquido resultante recibe el nombre de agua residual.

Las aguas residuales tienen un origen doméstico, industrial, subterráneo y meteorológico, y estos tipos de aguas residuales suelen llamarse respectivamente, domésticas, industriales, de infiltración y pluviales.

Las aguas residuales domésticas son el resultado de actividades cotidianas de las personas. La cantidad y naturaleza de los vertidos industriales es muy variada, dependiendo del tipo de industria, de la gestión de su consumo de agua y del grado de

tratamiento que los vertidos reciben antes de su descarga. Una acería, por ejemplo, puede descargar entre 5.700 y 151.000 litros por tonelada de acero fabricado. Si se practica el reciclado, se necesita menos agua.

La infiltración se produce cuando se sitúan conductos de alcantarillado por debajo del nivel freático o cuando el agua de lluvia se filtra hasta el nivel de la tubería. Esto no es deseable, ya que impone una mayor carga de trabajo al tendido general y a la planta depuradora. La cantidad de agua de lluvia que habrá que drenar dependerá de la pluviosidad así como de las escorrentías o rendimiento de la cuenca de drenaje.

Un área metropolitana estándar vierte un volumen de aguas residuales entre el 60 y el 80% de sus requerimientos diarios totales, y el resto se usa para lavar coches y regar jardines, así como en procesos como el enlatado y embotellado de alimentos.

Composición

Aunque se considera al agua como H₂O, todas las aguas naturales contienen sustancias disueltas en concentraciones que fluctúan de unos cuantos miligramos por litro como en el agua de lluvia, a cerca de 35, 000 mg/l, como en el agua de mar. Por lo general las aguas residuales contienen la mayoría de los constituyentes del agua suministrada, más las impurezas adicionales provenientes del proceso productor de desechos. En promedio el agua residual cruda contiene alrededor de 1,000 mg/l de sólidos en solución y suspensión, lo que equivale a decir que cerca del 99.9% es agua pura.

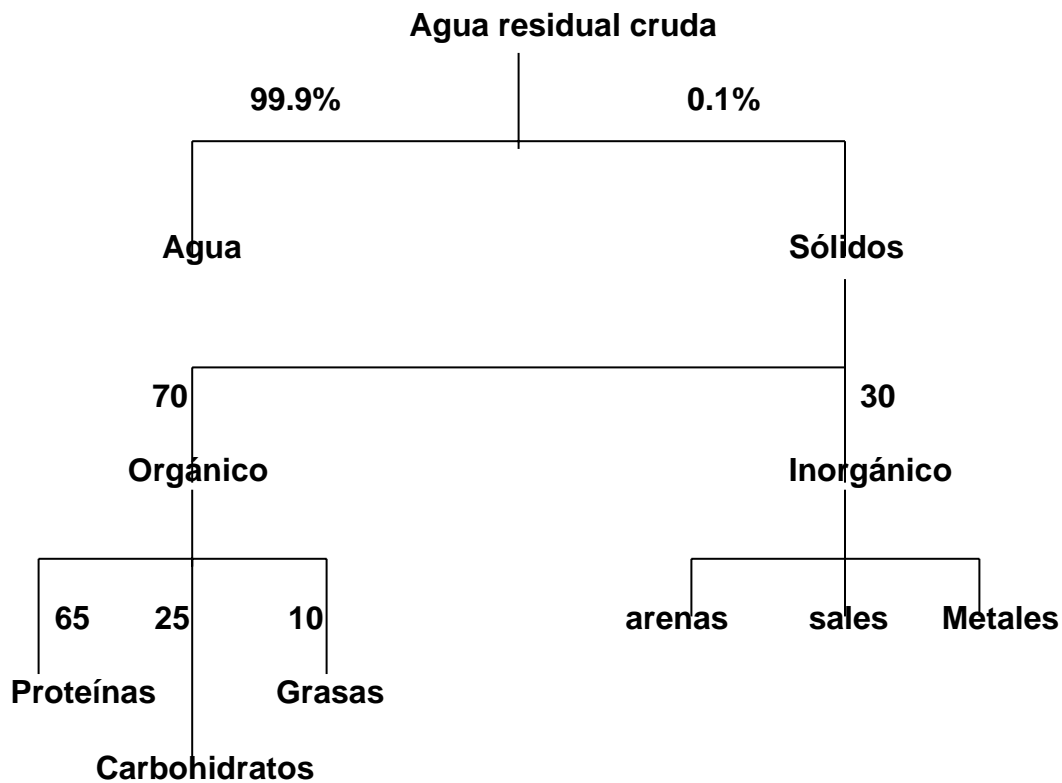


Fig.2. Composición del agua residual

Para poder obtener una imagen verdadera de la naturaleza de una muestra en particular, es necesario cuantificar diferentes parámetros mediante análisis que determinen sus características físicas, químicas y biológicas.

La composición de las aguas residuales se analiza con diversas mediciones físicas, químicas y biológicas. Las mediciones más comunes incluyen la determinación del contenido en sólidos, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), la demanda química de oxígeno (DQO) y el pH.

Los residuos sólidos comprenden los sólidos disueltos y en suspensión. Los sólidos disueltos son productos capaces de atravesar un papel de filtro, y los suspendidos los que no pueden hacerlo. Los sólidos en suspensión se dividen a su vez en depositables y no depositables, dependiendo del número de miligramos de sólido que se depositan a partir de 1 litro de agua residual en una hora. Todos estos sólidos pueden dividirse en volátiles y fijos, siendo los volátiles, por lo general, productos orgánicos y los fijos materia inorgánica o mineral.

DBO (demanda biológica de oxígeno): cantidad de oxígeno requerida por los organismos descomponedores aeróbicos para descomponer la materia orgánica disuelta o en suspensión.

La concentración de materia orgánica se mide con los análisis DBO5 y DQO. La DBO5 es la cantidad de oxígeno empleado por los microorganismos a lo largo de un periodo de cinco días para descomponer la materia orgánica de las aguas residuales a una temperatura de 20 °C. De modo similar, la DQO es la cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica por medio de dicromato en una solución ácida y convertirla en dióxido de carbono y agua. El valor de la DQO es siempre superior al de la DBO5 porque muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente, pero no biológicamente. La DBO5 suele emplearse para comprobar la carga orgánica de las aguas residuales municipales e industriales biodegradables, sin tratar y tratadas. La DQO se usa para comprobar la carga orgánica de aguas residuales que, o no son biodegradables o contienen compuestos que inhiben la actividad de los microorganismos. El pH mide la acidez de una muestra de aguas residuales. Los valores típicos para los residuos sólidos presentes en el agua y la DBO5 del agua residual doméstica aparecen en la tabla adjunta. El contenido típico en materia orgánica de estas aguas es un 50% de carbohidratos, un 40% de proteínas y un 10% de grasas; y entre 6,5 y 8,0, el pH puede variar.

Tipos de sólidos	Sólidos (mg/l)			DBO ₅ mg/l	DQO mg/l
	Fijos	Volátiles	Total mg/l		
Suspendidos	70	175	245	110	108
Precipitables	45	100	145	50	42
No precipitables	25	75	100	60	66
Disueltos	210	210	420	30	42
Total	280	385	665	140	150

No es fácil caracterizar la composición de los residuos industriales con arreglo a un rango típico de valores dado según el proceso de fabricación. La concentración de un residuo industrial se pone de manifiesto enunciando el número de personas, o

equivalente de población (PE), necesario para producir la misma cantidad de residuos. Este valor acostumbra a expresarse en términos de DBO5. Para la determinación del PE se emplea un valor medio de 0,077 kg, en 5 días, a 20 °C de DBO por persona y día. El equivalente de población de un matadero, por ejemplo, oscilará entre 5 y 25 PE por animal.

La composición de las infiltraciones depende de la naturaleza de las aguas subterráneas que penetran en la canalización. El agua de lluvia residual contiene concentraciones significativas de bacterias, elementos traza, petróleo y productos químicos orgánicos.

ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE LAS AGUAS NEGRAS.

Debido a las características de las aguas residuales los análisis físicos y químicos aplicables se pueden clasificar en 5 categorías:

- A. Análisis que miden la concentración, estado de los sólidos y apariencia de las aguas negras (S.T., S.S., Ssed., color y turbiedad).
- B. Análisis que miden la concentración, estado y condición de la materia orgánica (S.V., S.S., Ssed., DBO, Norg., olor y oxígeno).
- C. Análisis que determinan la presencia de sustancias específicas o tipos de sustancias en las aguas negras (N, oxígeno, grasas, sulfatos, acidez y alcalinidad).
- D. Análisis que ayudan a conocer el proceso de la descomposición de las aguas negras (DBO, oxígeno, N, olor, sulfuro, Temp., pH).
- E. Análisis para determinar organismos vivos, los cuales dan información relacionada con la eficiencia de purificación bacteriana y el grado de contaminación bacteriana esperado en la fuente de agua receptora.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS AGUAS RESIDUALES.

- Color gris.
- Contienen muchos microorganismos por lo cual son altamente peligrosas.
- Contienen muchos sólidos flotantes y suspendidos.
- Tienen olor a moho.

Conforme el tiempo pasa, las aguas residuales pierden oxígeno y se vuelven sépticas presentando olor a ácido sulfhídrico y son menos peligrosas.

Las aguas residuales domésticas contienen materia viviente especialmente Bacterias, virus, protozoarios; la mayoría inofensivos pero capaces de generar enfermedades al ser humano.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.

OLOR: Puede ser causado por microorganismos, algas, gases y residuos industriales. Dentro de los métodos de detección del olor esta la dilución de la muestra hasta que el olor desaparezca.

Dentro de los compuestos que causan sabor, color y olor tenemos: presencia de hierro (sabor amargo), fenoles, cloruros y fluoruros; DBO, DQO, pH, Turbiedad, la muerte de la vegetación, muerte de actinomicetos, bacterias que producen sulfuro.

TURBIEDAD: Indica la presencia de partículas en suspensión. La Turbiedad puede ser orgánica proveniente de las aguas residuales y desechos, e inorgánica producida por partículas coloidales como las arcillas, compuestos de silicatos y aluminatos, por ejemplo: caolita, montrenita, muscovita; estos componentes impiden el paso de la luz a través del agua. La determinación se utiliza con fines de asegurar la claridad del agua.

Las partículas que imparten turbiedad al agua constituyen defensas para los microorganismos ya que estos pueden meterse dentro de ellas para escudarse contra los agentes desinfectantes, especialmente contra el cloro, por lo que puede ser necesario un mayor tiempo de contacto para producir la reducción bacteriana deseada.

COLOR: Se utiliza para determinar la presencia de agentes colorantes sintéticos y naturales en el agua, define la condición del agua residual, como se mencionó anteriormente (fresca o séptica)

TEMPERATURA: Nivel térmico de un cuerpo o sustancia, desempeña un papel importante en el tratamiento y ciclo del agua.

Temperaturas elevadas favorecen la proliferación de microorganismos y agrava el problema de olor, sabor y corrosión. Determina la concentración de saturación de gases.

RESIDUOS SÓLIDOS: Es la materia orgánica u inorgánica contenida en el agua que puede encontrarse disuelta o suspendida, la cual afecta negativamente la calidad del agua. Permite asegurar el reúso potencial de agua residual y para determinar los procesos empleados para su tratamiento; la prueba de SDT prevé la disponibilidad de una fuente de agua para uso público, industrial y agrícola.

Sólidos totales (ST):

- Disueltos (SDT)
- Suspendidos (SST)

Ambas clasificaciones presentan:

- Fijos (SSF de naturaleza inorgánica)
- Volátiles (SSV de naturaleza orgánica)

Los sólidos sedimentables (Ssed.) se determinan para los cálculos de diseño de sedimentadores.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.

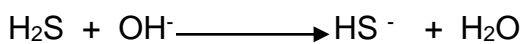
pH: La medida del pH es una de las pruebas más importantes y frecuentes utilizada en el análisis químico del agua. Prácticamente en todas las fases del tratamiento del agua para suministro y residual, como la neutralización ácido-base, ablandamiento, precipitación, coagulación desinfección y control de corrosión, dependen del pH. Este

parámetro mide la concentración o actividad del ion hidrógeno presente en el agua. Indican lo ácido u alcalino de una muestra.

ALCALINIDAD: Es la capacidad que presenta nuestra muestra para neutralizar ácidos (reaccionar con los iones hidrógeno), es un parámetro de poca importancia sanitaria.

La alcalinidad de muchas aguas depende primordialmente de su contenido en carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, por lo que suele tomarse como una indicación de la concentración de estos componentes, los valores determinados pueden incluir en menor proporción los boratos, silicato, fosfatos y ácidos orgánicos.

ACIDEZ: Capacidad para neutralizar bases o iones OH^- , a un pH determinado. Los principales iones causantes de la acidez en las aguas son: el dióxido de carbono y el ácido sulfhídrico.



La acidez mineral libre se debe a la presencia de ácidos fuertes tales como el ácido sulfúrico y el ácido clorhídrico.

Los ácidos contribuyen a la corrosividad del agua e influyen en las velocidades de reacción química, la especificidad química y los procesos biológicos.

OXIGENO DISUELTO:

La habilidad del agua para reoxigenarse por contacto con la atmósfera es un parámetro importante de la calidad del agua.

El oxígeno elemental en el agua viene de la atmósfera; sin oxígeno disuelto muchos organismos acuáticos no podrían existir en el agua.

El oxígeno en el agua también es producido por el proceso fotosintético de las algas, pero también es consumido por éstas en su proceso metabólico.

La solubilidad del oxígeno en el agua depende de:

- ✓ Su temperatura
- ✓ De la presión atmosférica.
- ✓ Contenido de sales del agua.
- ✓ Profundidad.

Temperatura °C	0	10	20	30
OD, mg/lit	14.6	11.3	9.1	7.6

DEMANDA DE OXÍGENO: Los compuestos orgánicos por lo regular son inestables y pueden oxidarse biológica o químicamente para obtener productos finales estables, relativamente inertes, tales como, CO_2 , NO_3 , H_2O . La cantidad del contenido orgánico de un desecho se obtiene al medir la cantidad de oxígeno que se requiere para su estabilización.

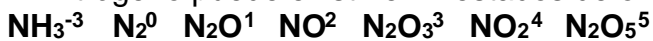
➤ **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).** Mide la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos en la transformación de la materia orgánica en CO_2 y

el nuevo material celular. Asimismo, incluye la cantidad de oxígeno requerido para llevar a cabo la nitrificación.

- **Demanda Química de Oxígeno (DQO).** Es el oxígeno consumido por una muestra de agua residual de dicromato de potasio después de 2 o 3 h de reflujo con ácido sulfúrico concentrado. Casi todas las sustancias orgánicas se oxidan en su totalidad, con excepción de compuestos como la piridina, el benceno o el tolueno. El valor de la DQO da una idea del contenido de materia oxidable (orgánica e inorgánica). La magnitud de los resultados obtenidos normalmente es $DBO < DQO$

NITRÓGENO: Se le considera como un parámetro de contaminación del agua. Los compuestos de nitrógeno son de interés ambiental, debido a la importancia de sus componentes en la atmósfera y en los procesos de vida de todas las plantas y animales.

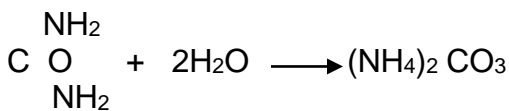
El Nitrógeno puede existir en 7 estados de oxidación:



Los compuestos de nitrógeno en estado de oxidación I, II, IV tienen poca importancia en los procesos biológicos. Las otras formas de nitrógeno son importantes y de gran interés en ingeniería ambiental.



La orina contiene Nitrógeno como resultado del proceso metabólico de las proteínas. El nitrógeno existe en la orina principalmente como urea, la cual es hidrolizada por las enzimas a carbonato de amonio.



Las heces de los animales contienen nitrógeno orgánico el cual es convertido por las bacterias a NH_3 bajo condiciones aerobias o anaerobias.

$$N_{\text{TOTAL}} - N_{\text{AMONIAL}} = N_{\text{ORGÁNICO}}$$

Nitrógeno Total (Kjeldahl) este se compone del nitrógeno orgánico y del nitrógeno amoniacal.

Nitrógeno orgánico. En la forma de proteínas, aminoácidos y urea.

Nitrógeno amoniacal. Como sales de amoníaco.

Nitrógeno de nitritos. Etapa intermedia de oxidación que normalmente no se presenta en grandes cantidades.

Nitrógeno de nitratos. Producto final de la oxidación del nitrógeno (nitrificación)

Las aguas con concentraciones altas de nitratos (NO_3^-) causan metahemoglobinemia infantil (cianosis).

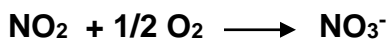
NITRIFICACION Y DENITRIFICACION.

La nitrificación es la conversión del N(-III) a N(V), es extremadamente importante en los procesos de agua y suelo. El nitrógeno acuático está en equilibrio termodinámico con el aire en su estado de oxidación +5 como NO_2^- .

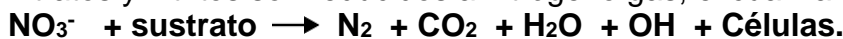
La conversión de nitrógeno amoniacal a nitrato toma lugar si existe aireación y se lleva a cabo mediante dos grupos de bacterias las Nitrosomas y Nitrobacter. Los Nitrosomas dan lugar a la transición de amonio a nitrato,



Las Nitrobacter mediante la oxidación de nitrito a nitrato,



La denitrificación se lleva a cabo en condiciones anaerobias, durante este proceso los nitratos y nitritos son reducidos a nitrógeno gas, el cual va a la atmósfera.



FOSFORO: El fósforo es requerido para la reproducción y síntesis de nuevos tejidos celulares y su presencia es necesaria para el tratamiento biológico. El agua residual doméstica es relativamente rica en fósforo (como fosfatos), debido a su alto contenido de desechos humanos y detergentes sintéticos (estos últimos pueden ser medidos como SAAM, sustancias activas al azul de metileno), por lo que el contenido del elemento es tal que permite llevar a cabo el tratamiento biológico.

CLORUROS:

Se presentan en las aguas naturales o residuales en forma del ión cloro Cl^- . La presencia de este ión en el agua potable le confiere un sabor salado si se encuentra combinado con el catión Na^+ en cantidades de aproximadamente 250 ppm. El gusto salado puede estar ausente en aguas hasta 1000 ppm de Cl^- cuando los cationes son Mg y Ca.

En las aguas residuales el contenido de cloruros es mucho mayor que en las aguas naturales debido a que el cloruro de sodio es común en la dieta.

SULFATOS:

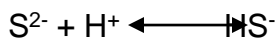
El Ion sulfato (SO_4^{2-}) es uno de los más encontrados en las aguas naturales. Tiene importancia sanitaria porque produce efectos en el ser humano si se encuentra en exceso, por lo que es recomendable un límite de 250 mg/l en aguas de consumo humano.

Los sulfatos causan varios problemas, entre los cuales se encuentran:

- ✓ Si se encuentra combinado con el calcio y magnesio son responsables de las incrustaciones duras que se encuentran comúnmente en los artefactos donde se conducen, se calientan o se evapora el agua.
- ✓ Los problemas de corrosión surgen debido a la combinación de las bacterias sulfurreductoras y la materia orgánica.

Los sulfatos son considerados responsables indirectamente de dos problemas asociados con el tratamiento de aguas residuales: el olor, debido a que al ser reducidos por las bacterias reductoras dan origen al ácido sulfhídrico (H₂S) y los problemas de corrosión.

Las reacciones que se llevan a cabo son:



En ausencia de oxígeno disuelto y nitratos, los sulfatos sirven como fuente de oxígeno para las oxidaciones bioquímicas ocasionadas por bacterias anaerobias; en estas condiciones el oxígeno disuelto tiene la capacidad de oxidar los sulfitos (SO₃²⁻) a sulfatos en un rango de pH superior a 8.

MICROORGANISMOS PRESENTES EN EL AGUA.

- ✓ Algas.
- ✓ Bacterias.
- ✓ Virus.
- ✓ Hongos.
- ✓ Protozoarios.

Estos organismos son causantes de enfermedades tales como: disentería amibiana, cólera, hepatitis, fiebre tifoidea, por mencionar algunas, las cuales se encuentran presentes en el agua y que en dosis suficiente infectan al que la toma.

ALGAS.

Las algas del agua dulce son las que interesan desde el punto de vista de auto purificación del agua; éstas son microscópicas, contienen clorofila, la cual es necesaria para la actividad fotosintética, por esta propiedad las algas no pueden vivir o multiplicarse sino hasta aquellas profundidades donde penetra la luz solar, por lo cual la turbiedad del agua desempeña una función fundamental. Pueden ser unicelulares, coloniales o filamentosas.

La mayor concentración de algas la encontramos en lagos, lagunas, embalse, lagunas de oxidación y en menor abundancia aparecen en ríos y corrientes superficiales.

Su desarrollo se estimula por la presencia de sales que contienen nitrógeno y fósforo. En ausencia de Luz, necesitan oxígeno para su respiración y compuestos orgánicos para su crecimiento; las sales de fosfatos y nitratos presentes en el agua estimulan el crecimiento de las algas (**PROCESO DE EUTROFICACION**).

CLASIFICACION DE LAS ALGAS DE ACUERDO A SUS PIGMENTOS DE COLORES.

- ❖ Clorofíceas (de color verde).
- ❖ Cianofíceas (azul verdosas).
- ❖ Bacilariofíceas o Diatomeas (amarillo verdoso).

La presencia de clorofíceas y diatomeas en grandes masas en los cuerpos de agua, originan olores ictícos (olor a pescado).

VIRUS.

- Tienen menos de 0.1m de diámetro.
- Pueden ser parásitos de plantas y animales.
- No utilizan para su crecimiento compuestos orgánicos o inorgánicos.

BACTERIAS.

Las bacterias coliformes y estreptococos se utilizan como indicadores de contaminación fecal. Las bacterias son los degradadores primarios de los desechos orgánicos.

CLASIFICACION DE LAS BACTERIAS.

- ❖ Temperatura: Psicrófilas (<20°C), Mesofílicas (20-45°C), Termofílicas (>45°C)
- ❖ Requerimiento de oxígeno. Aerobias, Anaerobias, Facultativas.
- ❖ Por su forma. Cocos, Estreptococos, Estafilococos, Bacilos, Vibrios, Espirilos.

Las bacterias coliformes pueden ser de origen fecal como la Escherichia Coli o de origen no fecal como las Enterobacter, aunque la presencia de estas últimas indica presunta contaminación de origen fecal.

PROTOZOARIOS.

Pueden estar presentes en el agua contaminada y se clasifican de acuerdo a su locomoción en amoebas, flagelados y ciliados.

Los organismos ciliados desempeñan un papel importante en el tratamiento de aguas residuales.

BIBLIOGRAFÍA:

1. MANUAL DE TÉCNICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS DE LA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA.

Basados en: APHA-AWWA-WPCF. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 1a. Edición en español. Editorial Díaz de Santos, S.A. Madrid, 1992.

2. INGENIERÍA SANITARÍA. Aplicada a saneamiento y salud pública. Unda Opazo, Salinas Cordero. Editorial Hispano-Americana, UTHEA. México, D.F., 1999.

3. FUNDAMENTOS DE CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA. T.H.Y. Tebbutt. Editorial LIMUSA, Noriega editores. México, D.F., 1999.