



INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS
Y ALCANTARILLADOS
LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS



**“Conceptos básicos de aguas para consumo humano y disposición de
aguas residuales”**

Preparado por: Dr.Darner Mora Alvarado
Dra. Ana Victoria Mata Solano

Diciembre 2003

I. Introducción.....	1
II. Conceptos básicos de agua para consumo humano.....	1
25.5 Escherichia coli:.....	11
25.6 Streptococos fecales:.....	11
25.7 Pseudomonas aeruginosa:.....	11
III. Conceptos básicos de aguas residuales.....	18

I. Introducción

La cobertura de agua para consumo humano de calidad potable, la continuidad del servicio y el suministro de cantidad suficiente, en conjunto con la disposición adecuada de aguas domésticas residuales, han sido fundamentales para disminuir las enfermedades infecciosas de origen hídrico, la mortalidad infantil y mejorar la calidad de vida en América Latina y El Caribe. Debido a la importancia de estos servicios públicos, al uso y confusión de conceptos e indicadores, a continuación se aclaran algunas de las principales definiciones sobre ambos servicios:

II. Conceptos básicos de agua para consumo humano

1. Agua para consumo humano:

Es toda el agua utilizada por el ser humano en sus quehaceres diarios (ingesta, preparación de alimentos, higiene personal, lavado de ropa, servicio sanitario y otros menesteres, la cual puede o no cumplir con las disposiciones de los valores recomendables o máximos admisibles estéticos, organolépticos, físicos, químicos, biológicos y microbiológicos emitidos mediante el Reglamento para la calidad del agua potable.

2. Agua potable:

Es toda el agua que, empleada para el consumo humano, no causa daño a la salud y cumple con las disposiciones de los valores recomendables o máximos admisibles estéticos, organolépticos, físicos, químicos, biológicos y microbiológicos emitidos mediante el Reglamento para la calidad del agua potable.

3. Acceso a fuente pública de aguas cercanas:

Es definido como la disponibilidad de 20 litros de agua promedio por persona, obtenida de una fuente pública de agua, ubicada hasta un kilómetro de vivienda del usuario.

4. Análisis periódico:

Evaluación de la calidad del agua en diferentes momentos de un período de tiempo definido.

5. Análisis puntual:

Evaluación de la calidad del agua en una unidad de tiempo dada. Es el muestreo para análisis microbiológicos y físico-químicos realizado en un momento dado, el cual sirve para evaluar la calidad del agua en ese momento, por lo que dicho resultado no se puede extrapolar cronológicamente a todos los tiempos.

6. Aspectos físico-químicos:

El riesgo para la salud provocado por las sustancias químicas tóxicas que pueden existir en el agua es distinto del que causa los contaminantes microbiológicos. Es muy poco probable que cualquiera de esas sustancias cause un problema agudo de salud salvo en circunstancias excepcionales como lo es una contaminación en gran escala del sistema de abastecimiento. Por otra parte, la experiencia muestra que el agua, por razones obvias, como el sabor, olor y apariencia, no se puede tomar después de incidentes de ese tipo. Los problemas relacionados con los componentes químicos surgen fundamentalmente por la posibilidad de que estas sustancias causen efectos negativos después de períodos prolongados de exposición, siendo de particular importancia los venenos acumulativos y los carcinogénicos.

7. Aspectos microbiológicos:

La calidad microbiológica de las aguas naturales y tratadas es variable. Idealmente, el agua potable no debe contener ningún microorganismo patógeno ni bacterias indicadoras de contaminación fecal. Para cerciorarse de que un abastecimiento de agua satisface estas directrices es necesario examinar periódicamente muestras de agua ya que el consumo de agua contaminada puede causar problemas agudos de salud.

8. Calidad del agua para consumo humano:

Es el porcentaje de población o acueductos que se ajustan a los valores de orientación fijados para la calidad del agua potable y a los criterios mínimos para el tratamiento y la protección de fuentes.

9. Cobertura:

Es el porcentaje de población que dispone de un sistema de abastecimiento de agua conocido (generalmente público).

10. Código de Colores:

Es un instrumento utilizado para clasificar el riesgo microbiológico del agua para consumo humano, codificando por colores los porcentajes de negatividad y la densidad de coliformes fecales / 100 mL en un período de tiempo dado.

11. Conexión domiciliaria de agua:

El punto de abastecimiento de agua instalado dentro del domicilio (casa, local comercial, etc.) o en una parcela privada independientemente de la fuente o método de extracción.

12. Contaminación:

Es la introducción directa o indirecta en el medio ambiente, efectuada por el hombre, de cualquier tipo de desecho peligroso que pueda resultar nocivo para la salud o la vida vegetal o animal, que daña los recursos vivos o los ecosistemas, estorba el disfrute de los lugares de esparcimiento u obstaculiza otros usos legítimos del medio ambiente.

Cualquier modificación indeseable del aire, agua o alimentos causada por sustancias que sean tóxicas o pueden tener efectos adversos en la salud o que sean molestos aunque no necesariamente dañinas para la salud.

13. Continuidad:

Es el porcentaje del tiempo durante el cual se dispone de agua (diariamente, semanalmente o estacionalmente).

14. Control de calidad del agua:

El control de la calidad del agua es una actividad sistemática y continua de supervisión de las diferentes fases de producción y distribución del agua para consumo humano, según normas y programas específicos, que deben ejecutar los organismos operadores.

15. Criterio:

Conjunto de datos sobre las relaciones entre la exposición y el efecto que se utilizan como una base para el juicio en el establecimiento de normas, sobre las cuales se basarán las decisiones y las acciones administrativas. Designa la relación entre la exposición a un contaminante, u otro factor, y el riesgo o la magnitud de efectos indeseables en circunstancias específicas definidas por variables del ambiente y del “blanco”.

16. Cuenca:

Una cuenca hidrográfica desde el punto de vista físico es aquella área en la que las características de la superficie del terreno producen que las aguas que caen por precipitación drenen y se distribuyan para luego descargar a un punto común que puede ser un lago, río u océano.

17. Desinfección:

La desinfección es la eliminación de agentes infecciosos que están fuera del cuerpo por medio de la exposición directa a agentes químicos o físicos.

La desinfección en los sistemas de agua constituye una barrera contra las enfermedades de transmisión hídrica. El cloro es el desinfectante de uso más común en todo el mundo porque ofrece varias ventajas, entre ellas: su costo relativamente bajo, su eficacia, facilidad de medición y deja un residuo

desinfectante que contribuye a prevenir una nueva contaminación durante el almacenamiento y distribución.

18. Enfermedades relacionadas con el agua:

La transmisión de enfermedades a través del agua se da por medio de cuatro mecanismos principales: por ingesta de agua, por contacto con el agua, relacionadas con la higiene y el agua; y transmitidas por vectores acuáticos.

19.1 Enfermedades transmitidas por ingesta de agua contaminada:

19.1.1 Enfermedades microbiológicas

Son enfermedades en la que los organismos patógenos se encuentran en el agua y cuando se ingieren en una dosis suficiente infectan al consumidor. La mayoría de estos organismos llegan al agua mediante la contaminación con excretas de origen humano y animal. Los agentes infecciosos pueden ser: bacterias, helmintos, protozoarios y virus.

19.1.2 Enfermedades adquiridas por ingesta de sustancias químicas

Son enfermedades generalmente crónicas causadas por la ingestión de agua que contiene sustancias tóxicas, las cuales generalmente provienen de las actividades del hombre (pesticidas, industria, minería) pero también pueden ser de origen natural (arsénico, cadmio, flúor, etc.).

19.2 Enfermedades transmitidas por contacto con el agua

Este tipo de enfermedades se transmite a través del contacto de la piel con el agua contaminada con microorganismos patógenos. Se adquieren durante el baño o higiene personal, natación e inhalación de aerosoles de agua contaminada.

19.3 Enfermedades relacionadas con la higiene y el agua

Son aquellas enfermedades cuya incidencia, prevalencia y gravedad puede reducirse usando regularmente agua en cantidad y calidad suficiente para mejorar la higiene personal y la de su entorno doméstico.

19.4 Enfermedades transmitidas por vectores acuáticos

Estas enfermedades son causadas por organismos que durante parte de su ciclo de vida dependen de vectores animales que viven toda o parte de su vida en un hábitat acuático o en las cercanías del mismo.

20. Evaluación:

Proceso para identificar una situación o realidad existente.

21. Evaluación anual de la calidad el agua:

Es el resultado obtenido del procesamiento de los análisis microbiológicos y físico-químicos del control de calidad, en un período de un año.

22. Evaluación de riesgo sanitario:

Valoración integral de las condiciones de calidad de un acueducto utilizando como insumo los resultados de los análisis de laboratorio e inspecciones sanitarias de los diferentes componentes del sistema (fuentes de abastecimiento, tratamiento, tanques de almacenamiento o distribución, red de distribución).

23. Fuentes de agua:

Son aquellos recursos hídricos utilizados como fuentes de abastecimiento para los acueductos o sistemas de abastecimiento. Dichas fuentes, se clasifican en superficiales (ríos, quebradas, embalses, etc.) y subterráneas (pozos, manantiales).

23.1 Aguas superficiales:

Aguas superficiales son las que provienen de ríos, quebradas, lagos, embalses, canales de irrigación, etc. Este tipo de aguas generalmente está expuesto a contaminarse con relativa facilidad, por lo cual deben ser tratadas y desinfectadas antes de distribuir las a los consumidores. Los sistemas de tratamiento más utilizados son dos: filtración lenta y filtración rápida.

23.2 Tratamiento:

Conjunto de procesos a los que se somete el agua para lograr un objetivo sanitario.

23.2.1 Planta de tratamiento de filtros lentos:

La filtración lenta en arena es un método conveniente y de bajo costo para tratar el agua superficial que no esté altamente contaminada. Durante el tratamiento se retienen partículas coloidales y las sustancias orgánicas son biodegradadas. Una limitación operativa de los filtros lentos de arena es que la turbiedad natural del agua no debe exceder 60 U.N.T. porque se produciría rápidamente un taponamiento del filtro con la consiguiente ineficiencia del filtrado.

23.2.3 Planta de tratamiento de filtros rápidos:

En las plantas de filtración rápida en arena se puede tratar agua superficial con alto grado de turbiedad. La turbiedad es controlada mediante los procesos de adición de coagulantes, floculación, sedimentación y filtración a través de un lecho de arena.

23.3 Aguas subterráneas:

Aguas subterráneas son las que provienen de pozos y manantiales. Es esencial proteger estas fuentes contra la infiltración de cualquier tipo de sustancias contaminantes, por lo cual la fuente subterránea debe estar lo más alejada posible de cualquier fuente de contaminación como tanques sépticos, letrinas, descargas de aguas residuales, drenajes de origen agrícola, etc.

Dependiendo de la calidad natural de las aguas subterráneas y de su probabilidad de contaminación el agua puede requerir tratamiento y/o desinfección.

23.3.1 Pozos excavados:

El pozo excavado suministra agua de un acuífero relativamente poco profundo, cercano a la superficie del suelo, y en consecuencia puede contaminarse con bastante facilidad, comúnmente por las sustancias lixiviadas provenientes de las instalaciones de evacuación de excretas y excrementos de animales.

23.3.2 Manantiales:

El agua de manantial normalmente proviene de un acuífero protegido. Para evitar el ingreso de aguas de lluvia en el manantial debe construirse un canal o zanja pendiente arriba del mismo, aproximadamente a unos 15 m del punto de captación.

23.3.3 Pozos perforados:

Al perforar un pozo es posible llegar a acuíferos profundos que están alejados de la superficie del suelo y, por lo tanto, menos expuestos a ser afectados por la contaminación. En este caso, normalmente las aguas subterráneas deben estar libres de contaminación microbiana y pueden utilizarse directamente como agua potable aplicando desinfección como medida preventiva antes de que el agua entre al sistema de distribución.

23.3.4 Galerías de infiltración:

Las galerías de infiltración son conductos horizontales construídos en forma adyacente a una corriente de agua (río, quebrada, etc.) La forma y el tamaño de estas galerías varía, yendo desde simple tubos perforados hasta túneles con secciones transversales irregulares.

23.4 Agua tratada:

Es el agua subterránea o superficial cuya calidad ha sido modificada por medio de procesos de tratamiento que incluyen como mínimo la desinfección en el caso de aguas subterráneas. Su calidad debe ajustarse a lo establecido en el Reglamento para la calidad del agua potable.

23.5 Control de procesos:

Es el conjunto de procedimientos que se emplean para determinar las características físicas, químicas, biológicas y microbiológicas del agua en un sistema de potabilización de aguas superficiales. De esta manera se puede estudiar la magnitud de las transformaciones que sufre la calidad del agua durante los procesos de tratamiento.

24. Inspección sanitaria:

Las inspecciones sanitarias corresponden a las visitas de supervisión y aplicación de encuestas que permitan revisar el estado de las diferentes estructuras (captaciones, almacenamiento, distribución) de un sistema de suministro de agua para consumo humano y de las áreas de influencia a las captaciones, con el propósito de identificar los riesgos que puedan afectar la calidad del agua.

25. Microorganismos indicadores de calidad microbiológica del agua:

Los microorganismos indicadores de la calidad microbiológica del agua son habitantes normales del intestino del hombre y otros animales de sangre caliente; por eso, su presencia en las muestras de agua nos da indica la contaminación del agua con materia fecal y en consecuencia la posibilidad de transmisión de cualquier enfermedad de origen hídrico.

25.1 Bacteriófagos:

Los colifagos son bacteriófagos que infectan y se replican en las bacterias coliformes, parecen estar presentes donde se encuentran los

coliformes totales y fecales. Los colifagos se pueden dividir en dos grupos principales: los somáticos, que son los que entran a la célula por la pared celular y, los F-específicos, que son los que se ligan a los cilios sexuales de la *E.coli*. Tanto, los colifagos somáticos como los F- específicos pueden multiplicarse en las aguas residuales si disponen de un hospedero adecuado; sin embargo, es menos probable que lo hagan los F-específicos. La correlación entre colifagos y coliformes, en aguas dulces, indica que estos pueden ser utilizados para indicar la calidad sanitaria del agua (Standar Methods, 1998). Los colifagos son una herramienta útil en la evaluación de procesos de tratamiento especialmente en lo referente a la remoción e inactivación de enterovirus.

25.2 *Clostridium perfringens*:

Los clostridios reductores de sulfito son bacilos Gram positivos, anaerobios, formadores de esporas y reducen el sulfito a sulfuro. *Cl. perfringens* forma un coágulo en medio leche litmus. Los clostridios reductores de sulfito son utilizados como indicadores complementarios en el control de calidad del agua porque pueden indicar contaminación remota o intermitente. *Cl. perfringens* es un miembro importante del grupo de los clostridios porque está asociado a contaminación fecal, se encuentra cuando otros indicadores no pueden ser detectados.

25.3 Coliformes totales:

Los coliformes totales se definen como bacilos Gram negativos, aerobios o anaerobios facultativos, no esporulados que pueden desarrollarse en presencia de sales biliares y otros agentes tensoactivos con propiedades similares de inhibición del crecimiento, no tienen citocromo oxidasa y son capaces de fermentar la lactosa con producción de ácido, gas y aldehído a 35 °C o 37 °C, en un período de 24 a 48 horas. Por definición, las bacterias coliformes presentan actividad de la α - galactosidasa. Se pueden encontrar tanto en las heces como en el medio ambiente y en el agua para consumo con concentraciones de

nutrientes relativamente elevadas.

25.4 Coliformes fecales:

Los coliformes fecales o termorresistentes son bacterias anaeróbicas facultativas, no esporuladas, Gram negativas, que pueden fermentar la lactosa a $44,5 \pm 0,2$ °C, en un período de 24 horas. Comprenden el género *Escherichia* y en menor grado especies de *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Klebsiella*. Están presentes en grandes cantidades en las heces de animales de sangre caliente y del ser humano. Su presencia en aguas o alimentos sirve de indicador indirecto de contaminación fecal y del riesgo de transmisión de enfermedades infecciosas intestinales. La presencia de los coliformes termorresistentes y en especial la de *E.coli*, indica contaminación fecal reciente.

25.5 *Escherichia coli*:

Escherichia coli pertenece a la familia de las enterobacterias, se caracteriza por poseer las enzimas α -galactosidasa y α -glucuronidasa. Se desarrolla a 44 - 45 °C en medios complejos, fermenta la lactosa y el manitol liberando ácido y gas, produce indol a partir del triptofano. Algunas cepas pueden desarrollarse a 37 °C pero no a 44– 45 °C y algunas no liberan gas. No produce oxidasa ni hidroliza la urea.

25.6 Estreptococos fecales:

Los estreptococos son cocos Gram positivos que forman pares o cadenas, y poseen el antígeno del Grupo D de Lancefield. Pueden crecer en presencia de sales biliares y de concentraciones de azida de sodio, inhibitorias para los organismos coliformes y la mayoría de los Gram negativos, a una temperatura de 44 ± 0.5 °C. Hidrolizan la esculina y son catalasa negativos.

25.7 *Pseudomonas aeruginosa*:

Pseudomonas aeruginosa es un bacilo Gram negativo, monotrico que pertenece a la familia Pseudomonadaceae; produce catalasa, oxidasa y piocianina. Es capaz de crecer entre 41 y 42 °C, produciendo un pigmento verde

azulado diferente del pigmento verde pálido producido por otras especies de *Pseudomonas* encontradas en el agua. Su presencia en el agua es uno de los factores a considerar en la evaluación de la limpieza del sistema de distribución, particularmente, en hospitales y otros lugares donde personas comprometidas inmunológicamente son particularmente propensas a infecciones.

25.8 *Staphylococcus aureus*:

Los estafilococos son cocos Gram positivos, anaerobios facultativos, no motiles, que no forman esporas, usualmente catalasa positivos. *Staphylococcus aureus* fermenta el manitol y es capaz de crecer en presencia de 7,5% de cloruro de sodio y 0,005 % de azida de sodio. Los estafilococos, particularmente *Staphylococcus aureus*, son de importancia en el ambiente hospitalario debido a su potencial para causar infecciones. Ellos son utilizados como indicadores de la calidad del agua de baño incluyendo piscinas y agua de mar. Normalmente no están presentes en los suministros de agua para consumo humano pero su detección puede ser necesaria en la manufactura de alimentos y fármacos y en hospitales.

25.9 Recuento de bacterias mesofílicas a 37°C:

El conteo de colonias heterotróficas en placa, conocido como recuento estándar en placa, es un procedimiento empleado para estimar del número de bacterias vivas heterotróficas aerobias o anaerobias facultativas en el agua y como una medida de los cambios durante el tratamiento y distribución del agua o en las piscinas.

El valor principal del conteo de colonias consiste en la comparación de los resultados obtenidos en los muestreos regulares de los suministros de agua con ellos mismos, de manera que cualquier cambio significativo en el ámbito normal puede ser detectado. Además es útil para evaluar la eficacia de los procesos de tratamiento, valorar la limpieza e integridad del sistema de distribución y investigar la calidad del agua a ser usada en la preparación de alimentos y bebidas.

26. Normas de calidad del agua:

Son los valores recomendados y máximos permisibles que se aprueban, mediante decreto ejecutivo, para los componentes o características del agua que pueden representar un riesgo para la salud de la comunidad e inconvenientes para la preservación de los sistemas de abastecimiento de agua.

27. Organismos operadores:

Instituciones, empresas, comités administradores, asociaciones administradoras o entidades en general encargadas directamente de la operación, mantenimiento y administración de sistemas de suministro de agua para consumo humano.

28. Patógenos:

Microorganismos capaces de producir enfermedad en el ser humano.

28.1 Patógenos de origen hídrico:

Son todos los microorganismos que pueden causar enfermedad en los seres humanos al ser transmitidos por ingesta o contacto con el agua.

28.1.1 Bacterias

Las bacterias son un grupo microorganismos procariotas y unicelulares diversos que se encuentra ampliamente distribuído. Ejemplos de bacterias patógenas: *V.cholerae* 01, *Salmonella* sp, *Shigella* sp, etc.

28.1.2 Helmintos

Son gusanos parásitos o de vida libre que se clasifican de acuerdo a la forma que tienen en nemátodos, tremátodos y céstodos. Ejemplos de helmintos patógenas: *Trichura trichuris* (tricocéfalos), *Ascaris lumbricoides* (lombrices), *Taenia solium* (solitaria), etc.

28.1.3 Protozoarios

Los protozoarios son microorganismos eucariotas con características de animales tales como la ingestión de alimentos. Ejemplos de protozoarios patógenas: *Entamoeba histolytica* (amebas), *Giardia lamblia*, *Crystosporidium parvum*, etc.

28.1.4 Virus

Los virus son agentes infecciosos no celulares que pasan a través de filtros que impiden el paso de las bacterias. Son parásitos intracelulares obligados. Ejemplos de virus patógenos: Polio, Hepatitis A, Rotavirus, etc.

29. Patogenicidad:

Es la característica de un agente infeccioso que rige la extensión o magnitud con la cual se manifiesta una enfermedad en una población infectada o la capacidad del microorganismo para producir enfermedad.

30. Parámetros físico químicos para evaluar el agua para consumo humano

Las variables físico químicas usadas para evaluar la calidad del agua para consumo humano se dividen en:

- a. **Organolépticas:** color verdadero (unidades Pt-Co), turbiedad (U.N.T.), olor, sabor.
- b. **Físico químicas:** temperatura (°C), pH, cloro residual (mg/L), cloruros (mg/L), conductividad (μ s/cm), dureza (mg/L), etc.
- c. **Sustancias no deseadas:** amonio (mg/L), hierro (mg/L), manganeso (mg/L), sulfuro de hidrógeno (mg/L), etc.
- d. **Sustancias inorgánicas de significado para la salud:** arsénico (mg/L), cadmio (mg/L), cianuro (mg/L), cromo (mg/L), mercurio (mg/L), níquel (mg/L), plomo (mg/L), antimonio (mg/L), selenio (mg/L), nitratos (mg/L), nitritos (mg/L), etc.

e. **Sustancias orgánicas de significado para la salud (no incluye plaguicidas):** alcanos clorados, etenos clorados, hidrocarburos aromáticos, bencenos clorados y otros compuestos orgánicos (□g/L).

f. **Pesticidas:** organofosforados (□g/L) y organoclorados (□g/L).

g. **Desinfectantes y subproductos de la desinfección**

. **Desinfectantes:** monocloramias (□g/L)

. **Subproductos de la desinfección:** bromato y clorato (□g/L)

. **Trihalometanos:** bromoformo (□g/L), dibromoclorometano (□g/L), bromodichlorometano (□g/L), cloroformo (□g/L).

. **Ácidos acéticos clorados:** dicloroacético (□g/L), tricloroacético (□g/L), tricloroacetaldehído/clorohidrato (□g/L), haloacetnitrilos dicloroacético (□g/L), cloruro de cianógeno (como CN⁻).

31. Promedio geométrico:

El promedio geométrico se define como el antilogaritmo del promedio aritmético de los logaritmos:

$$\log x_g = \frac{1}{n} (\log x_i)$$

El valor estadístico más adecuado para resumir datos microbiológicos es el promedio geométrico, excepto con el recuento total de bacterias mesofílicas, ya que la aplicación de las técnicas estadísticas más rigurosas exige trabajar con distribuciones simétricas semejantes a la curva normal.

32. Red de distribución:

Una red de distribución es un sistema de tuberías a través del cual el agua es transportada desde las obras de captación, tratamiento y almacenamiento hasta que llega a los usuarios.

33. Sistema de abastecimiento de agua:

Es aquel sistema que está constituido por las obras de captación, tratamiento, almacenamiento y distribución para suministrarle agua a los usuarios.

34. Sistema de agua potable con fácil acceso:

Sistema o servicios que son compartidos por los usuarios fuera de la vivienda e incluyen cualquiera de las siguientes tecnológicas: fuentes públicas, pozos con bombas de mano, pozo excavado protegido, manantiales protegidos y recolección del agua de lluvia.

35. Toxicidad:

La toxicidad de una sustancia es la capacidad para causar daño a un organismo vivo. Una sustancia altamente tóxica causará lesión a un organismo aún si se le administra en cantidades muy pequeñas, y una sustancia de baja toxicidad no producirá efecto a menos que la cantidad administrada sea muy grande. Sin embargo, no es posible definir la toxicidad en términos cuantitativos sin referirse a la cantidad de sustancia administrada o absorbida, la vía por la cual se administra esta cantidad (por ejemplo inhalación, ingestión e inyección) y la distribución en el tiempo (por ejemplo una sola o dosis repetidas), el tipo y gravedad del daño y tiempo necesario para causarlo.

36. Tóxico:

Capaz de causar daño a organismos vivientes como resultado de interacciones químicas. Que produce toxicidad.

37. Valor guía:

Es aquel valor que representa el nivel (concentración o cantidad) de un componente que garantiza que el agua será agradable para los sentidos y no causará riesgo alguno a la salud del consumidor.

38. Valor límite permisible:

Es la concentración de sustancia o densidad de bacterias, a partir de la cual, existe un riesgo para la salud de los usuarios o bien el rechazo del agua por parte de los mismos. El sobrepasar estos valores implica la ejecución de acciones correctivas inmediatas.

39. Valor recomendado:

El valor recomendado corresponde a aquella concentración de sustancia o densidad de bacterias que implica un riesgo mínimo o aceptable para la salud de los consumidores del agua.

40. Vigilancia de la calidad del agua:

Se define como el mantenimiento permanente de una cuidadosa supervisión, desde el punto de vista de salud pública, sobre los organismos operadores, a fin de garantizar la seguridad, inocuidad y aceptabilidad del suministro de agua para consumo humano. Esta actividad usualmente es ejercida por la institución designada por ley como responsable de garantizar la potabilidad del agua, en el caso de nuestro país el Ministerio de Salud.

41. Vigilancia sanitaria

La vigilancia sanitaria es una valoración periódica de las condiciones de la infraestructura de un acueducto a través de inspecciones sanitarias que se realiza con el fin de identificar y evaluar los factores asociados al agua para consumo que pueden representar un riesgo para la salud.

III. Conceptos básicos de aguas residuales

1. Afluente:

Agua residual que llega a una planta de tratamiento o a un proceso unitario de tratamiento. vertebra

2. Agente contaminante:

Un agente contaminante es toda aquella sustancia cuya incorporación a un cuerpo de agua natural conlleva el deterioro de su calidad física, química o biológica.

3. Agua residual:

Es el agua que ha recibido un uso y cuya calidad ha sido modificada por la incorporación de agentes contaminantes.

3.1 Agua residual de tipo ordinario:

Es el agua residual generada por las actividades domésticas del hombre (uso de inodoros, duchas, lavatorios, fregaderos, lavado de ropa, etc)

3.1.1 Parámetros de los análisis obligatorios

Los parámetros obligatorios a analizar son:

- . Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_{5, 20})
- . Potencial de hidrógeno (pH)
- . Grasas y aceites (GyA)
- . Sólidos sedimentables (SSed)
- . Sólidos Suspendidos Totales (SST)
- . Coliformes fecales (CF)

Los coliformes fecales son análisis obligatorios si las aguas residuales son vertidas en cuerpos de agua utilizados para actividades recreativas de

contacto primario, proceden de hospitales y otros centros de salud, laboratorios microbiológicos y en los casos particulares que la División de Saneamiento Ambiental del Ministerio de Salud establezca.

3.2 Agua residual de tipo especial:

Agua residual del tipo diferente al ordinario por ejemplo las aguas de desecho de industrias como papeleras, minerías, cervecerías, textileras, etc.

3.2.1 Parámetros de los análisis obligatorios

Los parámetros obligatorios a analizar son:

- . Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_{5, 20})
- . Demanda Química de Oxígeno (DQO)
- . Potencial de hidrógeno (pH)
- . Grasas y aceites (GyA)
- . Sólidos sedimentables (SSed)
- . Sólidos Suspendidos Totales (SST)
- . Temperatura (T)

Además, de cualquier otro parámetro que esté relacionado con el tipo de descarga de la industria en evaluación.

3.2.2 Definición de los parámetros de análisis obligatorio

DBO₅²⁰:

La demanda bioquímica de oxígeno estima la cantidad de oxígeno requerida para oxidar la materia orgánica carbonácea biodegradable de una muestra de agua por medio de una población heterogénea de microorganismos, en un período de tiempo determinado. Entre mayor sea la cantidad de materia orgánica vertida a un cauce receptor, mayor será el requerimiento de oxígeno para su estabilización, por lo tanto habrá una reducción del oxígeno creando

condiciones que van en detrimento de la vida acuática y otros usos prioritarios del agua.

DQO:

La demanda química de oxígeno, es la cantidad de oxígeno necesaria para la oxidación química de la materia orgánica contenida en un agua, por medio de un agente oxidante, sin importar su degradabilidad biológica. La DQO es menos específica que la DBO ya que en esta se determina toda sustancia capaz de ser oxidable. Este análisis es ventajoso cuando se sospecha la presencia de sustancias tóxicas en el agua, que interfieren normalmente la DBO.

Grasas y aceites (GyA):

El término grasas y aceites se aplica a una amplia variedad de sustancias orgánicas con características especiales que se refieren a su baja solubilidad en agua y su tendencia a formar películas muy finas en la superficie del agua.

Las grasas y aceites incluyen hidrocarburos, ácidos grasos, jabones, grasas, ceras, aceite y cualquier otro material que sea extraído por el solvente de una muestra acidificada y que no se volatilice durante las manipulaciones de la determinación.

Oxígeno disuelto:

El oxígeno que se encuentra en el agua es molecular. La cantidad de oxígeno en una masa de agua depende de la presión atmosférica, la cual es función de la altitud, la temperatura del agua, la turbulencia o aireación de las corrientes de agua.

El OD es el factor que determina el tipo de biotransformación que tiene lugar en los desechos líquidos, la cual es realizada por microorganismos aeróbicos o anaeróbicos según exista o no concentración de O.D.

Potencial de hidrógeno (pH):

El pH del agua se aproxima a la actividad de los iones hidrógeno libres en el agua. Se le define como el logaritmo de la concentración de iones hidrógeno. La escala del pH se extiende desde el 0 (muy ácido) al 14 (muy alcalino), siendo 7 la neutralidad exacta a 25 °C.

El pH de las aguas naturales está, en cierta forma, determinado por la geología de la cuenca y se rige por los equilibrios dióxido de carbono-bicarbonato-carbonato. El pH en la mayoría de las aguas varía entre 4.5 y 8.5 e incluye el valor de 5.6 del pH del agua de lluvia en equilibrio con el CO₂ atmosférico. La concentración de iones hidrógeno es un factor principal en todas las reacciones químicas asociadas a la formación, alteración y disolución de minerales. El pH del agua también afecta los procesos de transformación entre las diversas formas de nutrientes y metales e influye en la toxicidad de los contaminantes formados por ácidos y bases debido a los efectos que ejerce la ionización en estos compuestos. La evolución química de muchos metales, su solubilidad en el agua y biodisponibilidad están determinados por el pH.

Sólidos sedimentables (SSed):

El término sólidos se refiere, generalmente, al residuo que permanece después de evaporar una muestra de agua y secarla. Los sólidos pueden expresarse como totales, suspendidos fijos y volátiles, disueltos y sedimentables.

Los sólidos suspendidos sedimentables son una medida de la materia que se sedimenta en los cuerpos de agua o en los sistemas que conducen aguas residuales domésticas e industriales, puede ser analizada y reportada en peso mg/L o en volumen ml/L.

Sólidos Suspendidos Totales (SST):

Los sólidos en suspensión están compuestos de arcilla, arena, limo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, plancton y otros microorganismos en el agua. La concentración de sólidos en suspensión se relaciona con los factores estacionales y regímenes de caudal y es afectada por la fusión nivel y las precipitaciones. Las concentraciones varían de un lugar a otro, según sean las fuerzas hidráulicas, la cubierta vegetal, el suelo y el lecho de rocas y las actividades antropogénicas -tales como agricultura, minería, explotación maderera, etc.

Las partículas en suspensión afectan la claridad del agua y la penetración de la luz, la temperatura, los componentes disueltos del agua superficial, la absorción de sustancias tóxicas –tales como materia orgánica y metales pesados- y la composición, distribución y velocidad de sedimentación de la materia. Las aguas con alto contenido de sólidos en suspensión pueden ser estéticamente desagradables para las actividades recreativas. Los análisis de sólidos revisten importancia para el control de los procesos biológicos y físicos del tratamiento de aguas residuales.

Temperatura (T):

Los datos sobre la temperatura del agua son necesarios cuando se utiliza como refrigerante o en procesos industriales, así como para el cálculo de la solubilidad del oxígeno y del equilibrio dióxido de carbono-bicarbonato-carbonato. Con la sola medición de la temperatura se puede identificar fuentes de agua como los pozos profundos. La temperatura del agua potable influye en su sabor. Además, es importante en relación con el uso del agua para baño y riego agrícola.

3.3 Agua residual regenerada:

Agua residual que, a consecuencia del tratamiento a que ha sido sometida, es apta para un uso beneficioso.

4. Albañal:

Conducto subterráneo por el que se evacúan las aguas residuales o pluviales de un edificio. También se le denomina acometida domiciliaria, se ubica entre la línea de fachada y la alcantarilla pública, generalmente de forma transversal a la vía.

5. Alcantarilla:

Conducto subterráneo para recoger las aguas pluviales o residuales y darles paso a través del subsuelo de la población. Se ubican bajo las calles y zonas públicas. Por extensión, se denominan alcantarillas todos los conductos subterráneos que transportan aguas residuales y pluviales.

6. Alcantarillado pluvial:

Red pública de tuberías que se utilizan para recolectar y transportar las aguas de lluvia hasta su punto de tratamiento y vertido.

7. Alcantarillado sanitario:

Red pública de tuberías que se utilizan para recolectar y transportar las aguas residuales hasta su punto de tratamiento y vertido.

8. Colector secundario:

Conducto subterráneo en el cual vierten sus aguas las alcantarillas. Situado en la vía pública abastece una subcuenca vertiente.

9. Colector principal:

Conducto subterráneo en el cual desembocan los colectores secundarios. Se sitúa en vías y lugares públicos y favorece el saneamiento de una cuenca.

10. Colector interceptor:

Es el encargado de recoger los efluentes residuales, en los sistemas que transportan aguas residuales, antes de que se produzca el vertido pluvial al medio receptor (río, lago, mar).

11. Conexión domiciliaria de alcantarillado:

Tubería de salida de la vivienda que tiene el propósito de descarga las excretas y aguas residuales a la red de alcantarillado.

12. Cuerpo receptor:

Es cualquier manantial, zonas de recarga, río, quebrada, arroyo permanente o no, lago, laguna, marisma, embalse natural o artificial, estuario, manglar, pantano o mar donde se vierten las aguas residuales.

13. Disposición adecuada de excretas humanas:

Evacuación de las excretas mediante alcantarillado sanitario, alcantarillas y sistemas de saneamiento "in situ" como tanques sépticos, fosos sépticos o letrinas.

14. Efluente:

Agua residual tratada, total o parcialmente, que fluye desde una planta de tratamiento, un depósito o un estanque.

15. Emisario:

Conducto que canaliza las aguas residuales de una población hacia una depuradora o hacia el mar.

16. Laguna de oxidación:

Laguna o estanque relativamente poco profundo en el que la materia orgánica de un agua residual es oxidada biológicamente mediante un aporte acelerado de oxígeno de forma natural, como en las lagunas de estabilización, o de forma artificial, como en las lagunas aireadas.

17. Muestra simple:

Es la muestra recolectada en período corto de tiempo, de tal forma que el tiempo empleado en su extracción sea el transcurrido para obtener el volumen necesario.

18. Muestras compuestas:

Dos o más muestras simples que se han mezclado en proporciones conocidas y apropiadas para obtener un resultado promedio de sus características. Las proporciones se basan en mediciones de tiempo o de flujo.

19. Reuso:

Aprovechamiento de un efluente antes o en vez de su vertido.

20. Saneamiento ambiental:

Término utilizado para indicar actividades relacionadas con el mejoramiento de las condiciones básicas ambientales que afectan la salud, es decir, suministro de agua, disposición de desechos humanos y animales, protección de los alimentos de la contaminación biológica y condiciones de alojamiento, todo lo cual concierne a la calidad del ambiente humano.

21. Sistema de tratamiento:

Es el conjunto de procesos físicos, químicos o biológicos efectuados con la finalidad de mejorar la calidad del agua residual a la que se aplican.

21.1 Tratamiento primario:

1) El primero de los principales procesos de una instalación de tratamiento de agua residual, el cual normalmente consiste de una decantación pero sin oxidación biológica. **2)** Eliminación de una cantidad sustancial de materia en suspensión pero de muy poca o de ninguna cantidad de materia coloidal o disuelta. **3)** Proceso de tratamiento de agua residual consistente en la clarificación de esta, con o sin la ayuda

de compuestos químicos, a fin de conseguir la separación de la materia sólida contenida en el agua.

21.2 Tratamiento secundario:

1) En general, un grado de tratamiento del agua residual capaz de conseguir un rendimiento de eliminación de la DBO y de la materia en suspensión del 85%. 2) Término utilizado a veces como sinónimo de tratamiento biológico de agua residual y, especialmente, del proceso de fangos activados. Se utiliza normalmente para designar un proceso de tratamiento consistente básicamente en una oxidación biológica y en una decantación posterior, y provisto de instalaciones separadas para la recogida y el manejo de fangos.

21.3 Tratamiento terciario:

Cualquier proceso físico, químico o biológico utilizado para conseguir un grado de tratamiento superior al obtenido mediante un tratamiento secundario. Implica normalmente una reducción del contenido de nutrientes y la eliminación de un elevado porcentaje del contenido de materia en suspensión.

III. Bibliografía general

GTZ, OMS; OPS y CEPIS. **Manual de disposición de aguas residuales.** Lima, CEPIS; 1991.

Mata, A. **Manual de procedimientos del Área de Microbiología.** Laboratorio Nacional de Aguas, AyA. 2001.

Mc Junkin F, E. **Agua y salud humana.** Proyecto Nacional de Demostración de Aguas. OPS, Editorial Limusa S.A. México, DF; 1985.

Mujeriego, Rafael. **Riego con agua residual municipal regenerada.** Barcelona. Universidad Politécnica de Catalunya; 1990.

Océano/CENTRUM. **Redes de saneamiento público.** Barcelona. Volumen 1; Grupo Editorial Océano; SA.

OMS. **Glosario de términos en salud ambiental.** Estado de México, México; 1995.

OMS. **Guías para la calidad del agua potable.** Ginebra, Suiza. Segunda Edición. Volumen 1, 1995.

OMS. **Guías para la calidad del agua potable.** Ginebra, Suiza. Segunda Edición. Volumen 3, 1995.

OPS. **Manual para el control de las enfermedades transmisibles.** Publicación Científica No. 564. Décimo sexta edición. Washington, D.C. 1997.

Pelczar, Jr; Chan, E; Krieg, N. **Microbiology: concepts and applications.** International edition, 1993.

Presidencia de La República y Ministerio de Salud, Costa Rica. **Reglamento para la calidad del agua potable.** La Gaceta No. 100 del 27 de mayo de 1997: pág. 1-4.

*Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas*

Presidencia de La República y Ministerio de Salud, Costa Rica. Decreto Ejecutivo No.26042-S-MINAE. **Reglamento de vertidos y reuso de aguas residuales.** La Gaceta No. 117 del jueves 19 de junio de 1997.

Ramírez, J. **Manual de métodos para el análisis de aguas residuales.** Laboratorio Nacional de Aguas. 1990.

Sistema Global de Monitoreo Ambiental. Guía Operativa. Tercera edición. GEMS, W 94.1; 1994.