**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**

**ESCUELA DE POSTGRADO**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS**

**MENCIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TESIS**

# Calidad de agua de uso poblacional de la ciudad de Chota – Cajamarca 2014

**Para optar el Grado Académico de Maestro en Ciencias con mención en Ingeniería Ambiental**

**PRESENTADO POR:**

**BACHILLER: Wilson Enrique. Díaz Edquén**

**ASESOR: Dr. Antero Vásquez García**

**LAMBAYEQUE – PERÚ**

**2016**

PRESENTADO POR:

- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -.  - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -

Lic.Wilson E. Díaz Edquén  ASESOR (FIRMA)

9. APROBADO POR:

- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -.  - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -

JURADO (FIRMA)  JURADO (FIRMA)

- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -.

JURADO (FIRMA)

***Dedicatoria***

*Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no retroceder en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.*

*Para mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.*

*A mis hermanas por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar este proyecto.*

*Atte.*

*Wilson E. Díaz Edquén*

***Agradecimientos:***

*De manera especial, agradecer al doctor Antero Vásquez García, asesor de mi tesis, quien desde inicio de mi estudios de post grado me supo orientar para discernir mi investigación como biólogo hasta hoy me ha brindado su confianza y apoyo, así como también sus consejos, no solo como maestro sino como amigo.*

*Al doctor Walter Díaz Penillos, coordinador de la Especialidad de la escuela de Post Grado de Ingeniería Ambiental, quién siempre está disponible para cualquier consulta y siempre es un apoyo.*

*A mi amigo, Biólogo Eberth Frank Sánchez Bustamante, con quien me apoyado para hacer las diferentes tomas de muestra durante el proceso desarrollo de la tesis.*

**INDICE**

**Pag.:**

RESUMEN.....1
ABSTRACT .....3
I INTRODUCCION ..... 5
CAPITULO I ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO .....6
**1.1** Objetivo
1.4.1. Objetivo general.
1.2.1. Objetivos específicos.
**1.2** Situación Problemática
**1.3** Justificación e Importancia del Estudio
**1.4** Métodos y Materiales
1.4.1 Metodología
1.4.2 Materiales y Preparación de Medios de Cultivos
CAPITULO II MARCO TEORICO .....31
**2.1**. Antecedentes del Problema
**22** Bases Teóricas
2.2.1. El agua como recurso
2.2.2 Hidrodinámica
2.2.3 Estado Trófico
2.2.4 Paleolimnología
2.2.5 Calidad de Agua
2.2.5.1 Características físicas
2.2.5.2 Características Químicas
2.2.5.3 Características microbiológicas
2.2.5.4 Pruebas micro bacteriológicas de contaminación

**2.3** Clasificación de los cuerpos Lenticos

CAPITULO III RESULTADOS ..... 44

**3.1** Discusión

CAPITULO IV. CONCLUSIONES ..... 58

CAPITULO V RECOMENDACIONES ..... 59

CAPITULOVI REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 60

CAPITULOVII ANEXOS ..... 61

**7.1** Comparación de parámetros fisco, químico y microbiológicos en temporada de lluvias y temporada sin lluvia.

**7.2** Riesgos de consumo de metales que no cumple con las normas.

**7.3** Glosario de términos.

**RESUMEN**

La presente investigación tuvo como objetivo principal el analizar la calidad física, química y microbiológica (E. Coli y Termo tolerantes) de agua potables que se distribuye a la población de la ciudad de Chota, provincia de Chota, Departamento de Cajamarca desde junio hasta diciembre de 2014. Las muestras en la planta de tratamiento, y en los domicilios. Se analizaron 6 muestras de agua del sistema abastecimientos del agua a la ciudad de Chota, las que fueron tomadas en tiempo de sequía y en tiempo de lluvias. Antes del tratamiento del agua en la planta no cumplieron las normas microbiológicas, hallándose coliformes y los que son indicadores complementarios de la calidad de agua de consumo humano. Los análisis físicos y bacteriológicos o se realizaron en laboratorio de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental de Chota; muestras Para el análisis de metales pesados fueron llevadas para su respectivos análisis hasta un laboratorio acreditado ubicado en la ciudad de Trujillo. Se concluyó que: 1. Las muestras de agua que llegan a la planta de tratamiento de agua para consumo humano en chota, tiene una buena calidad en cuanto a su composición química. 2. Las muestras de agua que llegan a la planta de tratamiento de agua para consumo humano en chota, tiene mala calidad en cuanto se refiere a lo microbiológico ya que se ha demostrado presencia de coliformes termo tolerantes y coliformes totales los cuales son un riesgo por la salud de la población.3. En temporada de lluvias el agua que llega de forma turbia no recibe el tratamiento adecuado para eliminar la turbidez ya que los pozos de filtrado en algunas ocasiones colapsan y permiten que el agua aun haya presencia de algunas partículas. 4. Los análisis fisicoquímicos se encuentran dentro del rango para agua de consumo humano decretado en la ley de Salud. 5. Respecto a la distribución espacial y valorando todos los mapas realizados en su conjunto se pueden resaltar dos entradas de aportes principales en afluente. Es difícil cuantificar cómo y en qué medida es responsable de este empeoramiento cada una de las actividades que se desarrollan en la zona cerca el rio Conchano puesto que son muchos los actores implicados, y existe una deficiencia de estudios o información que

arrojen luz sobre ello, pero sin duda se puede confirmar que todas y cada de las actividades perjudican la calidad de las aguas ya sea de un modo directo o indirecto y por tanto, se consideran potenciales fuentes de contaminación.

**Palabras clave: AGUA CHOTA agua potable Chota, calidad agua Chota.**

## ABSTRACT

This research had as main objective to analyze the physical, chemical and microbiological quality (E. coli and thermotolerant) of drinking water distributed to the population of the city of Chota province of Chota, Department of Cajamarca from June to December 2014. the samples were taken at the output of Conchano tunnel, and after 5 km long at the entrance of the treatment plant, the entry of water from the catchment area Suro also analyzed, and output of treated water for use by the population. 6 samples of water from the water supply system to the city of Chota, which were taken in time of drought and rainy weather were analyzed. Before the water treatment plant did not meet microbiological standards, being coliforms and which are complementary indicators of the quality of water for human consumption. Physical and bacteriological analyzes were performed in the laboratory or the Executive Office of Environmental Health Chota; samples for analysis of heavy metals were taken for respective analysis to an accredited laboratory located in the city of Trujillo. It was concluded that: 1. The water samples arriving at the treatment plant water for human consumption in Chota, has a good quality in terms of their chemical composition. 2. Water samples arriving at the treatment plant water for human consumption in Chota, has poor quality as regards the microbiological since it has been demonstrated presence of thermotolerant coliforms and total coliforms which are a risk population.3 health. During the rainy season the water coming so turbid not receive adequate treatment to remove turbidity and filtration wells sometimes collapse and allow water still has the presence of some particles. 4. The physical and chemical analysis are within the range for drinking water law enacted in Health. 5. With regard to the spatial distribution and valuing all maps made whole two entries can be highlighted major tributary contributions. It is difficult to quantify how and to what extent is responsible for this worsening each of the activities carried out in the area near the Conchano river since there are many

actors involved, and there is a deficiency of studies or information that shed light on this, but certainly can confirm that any and all activities affecting the quality of the waters either directly or indirectly and therefore are considered potential sources of contamination.

**Keywords: drinking water CHOTA Chota, Chota water quality.**

# I INTRODUCCION.

El agua de consumo humano ha sido definida por muchas instituciones de salud y centro de investigaciones como uno de los pilares principales para la vida y bienestar de la población humana como de los seres vivos, para la cual se han editado las Guías de Calidad del Agua de Bebida de la Organización Mundial de la Salud –OMS (OMS, 1985).

En el Perú existe el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010 - SA. La cual fue editada por la Dirección General de Salud Ambiental – Ministerio de Salud en el 2011.

Se denomina agua potable o agua para el consumo humano, al agua que puede ser consumida sin restricción debido a que, gracias a un proceso de purificación, no representa un riesgo para la salud. El término se aplica al agua que cumple con las normas de calidad promulgadas por las autoridades locales e internacionales.

En muchos casos se establece valores máximos y mínimos para el contenido en minerales, diferentes iones como cloruros, nitratos, nitritos amonio, calcio, magnesio, fosfatos, arsénico, entre otros, además de los gérmenes patógenos. El pH del agua potable debe estar entre los límites de 6.5 y 8.5.

En zonas con intensiva actividad humana es cada vez más difícil encontrar agua que se ajuste a las exigencias de las normas establecidas por las leyes peruanas.

# CAPITULO. I
# ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO

## 1.1 Ubicación

La ciudad de Chota se encuentra ubicada en las latitudes **78° 39´ 1,5" W** y **6° 33´46,05" S,** y una altura de 2405 m.s.n.m. aproximadamente generalmente tiene un clima con una temperatura que varía desde 14 ºC a 21 ºC, durante el día.

Por la falta de un cultura de cuidado del agua, en que la mayoría de pobladores de la zona urbana hacen uso de las letrinas al no tener un sistema de desagüe la cual en tiempos de lluvias estas contaminan las capas freáticas y como consecuencia se ven afectados los causes de agua, ríos, lagos, manantiales o captaciones de la parte baja de la comunidad, en el caso de la población de Chota la cual estas aguas tiene como recolección y transporte el Túnel Conchano la cual abastece el agua a toda la población de la ciudad de Chota.

Es el caso que se presenta en la ciudad de Chota ante la agudización de la escasez del recurso hídrico, en la ciudad de Chota, en tiempos de esquiaje y la falta de una cultura de manejo y conservación de recurso hídrico rural y urbano, muchas personas que viven en parte alta de las nacientes de los cuerpos de agua no tiene conciencia del cuidado del agua y vierte de manera involuntaria algunas sustancias (pilas, insecticidas, aceites de motores, letrinas entre otros) que causan daño para la población que consume el agua.

**FIGURA** 1: Mapa de ubicación de la Provincia de Chota

Es por eso que, debemos tener información sobre el agua que ofrece el Servicio Municipal de Agua y Alcantarillado ya que es un recurso natural muy valioso ya que es importante no permitir que lo dañen las actividades humanas. Por tal motivo el Gobierno Regional y la Municipalidad, deben gestionar los recursos necesarios para brindar un servicio de mejor calidad.

Teniendo en cuenta esta situación y la fundamental incidencia que marca la presencia del agua en el desarrollo de la vida (como elemento vital para el hombre) existe la necesidad de desarrollar una gestión integral

del agua, que involucre desde su extracción, potabilización, distribución y por último el tratamiento de las aguas residuales de manera de no comprometer los acuíferos subterráneos (FLORES, J.; SUÁREZ, G.; FRANCO, M.; HEREDIA, M. y VIVAS, M. 1995).

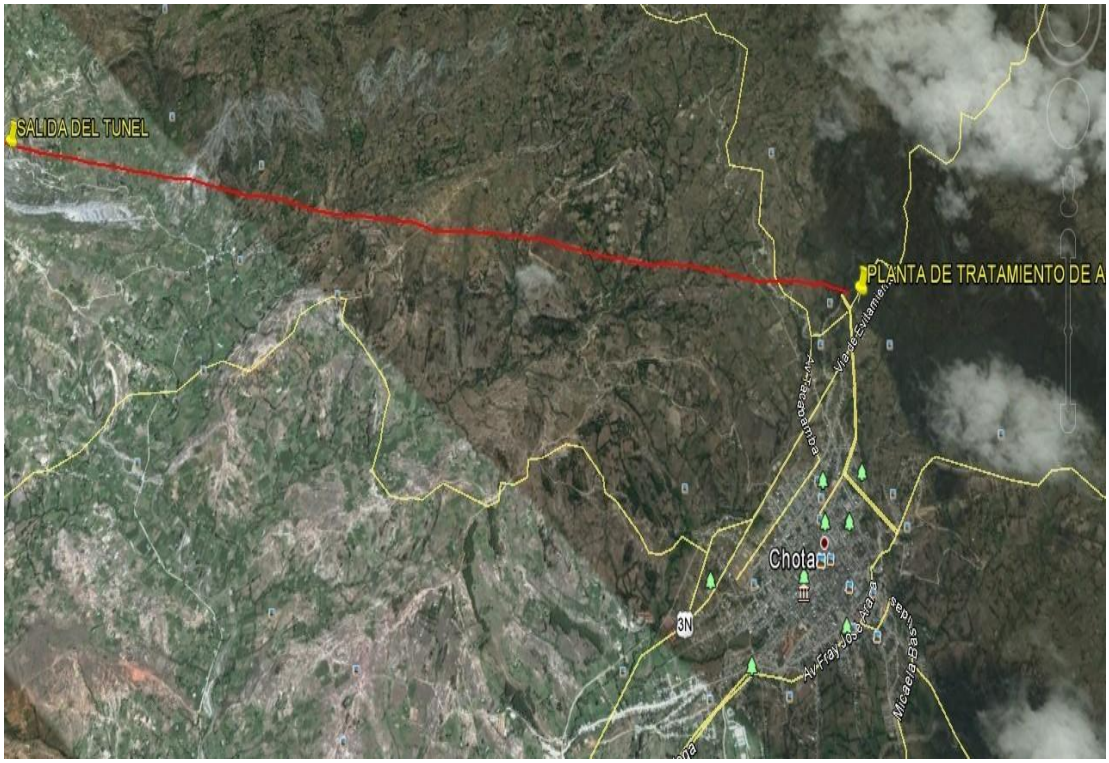


**FIGURA** 2: Ubicación de la Salida del Túnel a la planta de Tratamiento, (ubicación utilizada con GOOGLE EARTH)

Por lo expuesto anteriormente se plantea la siguiente interrogante: ¿El agua que brinda el sistema de servicio municipal de agua y alcantarillado de la Municipalidad de Chota son aptas para el consumo humano?

**FOTO 1** Salida del agua en túnel Conchano

## 1.2 Objetivo.

Para propósitos de este trabajo, un constituyente representa características físicas, químicas o micro biológicas (referente en bacterias Coliformes Totales y Termo tolerantes) del agua.

### 1.2.1. Objetivo general.

Caracterizar la calidad del agua de uso poblacional en la ciudad de Chota y establecer si el agua es acta para el consumo humano de acuerdo a lo establecido en las normas peruanas.

### 1.2.2. Objetivos específicos.

1. Determinar las características físicas del agua de uso poblacional de la Ciudad de Chota.
2. Determinar las características químicas del agua de uso poblacional de la Ciudad de Chota.
3. Determinar las características micro biológicas (Coliformes Totales y Termotolerantes) del agua de uso poblacional de la Ciudad de Chota.
4. Comparar las características físico, químicas y bacteriológicas con lo establecido en la normas **D.S. N° 031-2010 - SALUD** Generar una propuesta para el uso poblacional del agua en el Ciudad de Chota.

## 1.3 Situación Problemática

El agua que consume la población de Chota proviene de un rio Conchano que es trasladada por un túnel de 4.2 km de longitud y se une con el agua proveniente de la captación del Suro son los principales abastecedores de agua a la planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Chota.

Esta agua también es procedente de las zonas más altas las cuales conforman el rio pero en su recorrido son alimentadas por aguas que vertidas por ciertas zonas en donde el hombre realiza actividad humana.

## 1.4 Justificación e Importancia del Estudio

El estudio de la calidad de agua se justifica para evitar fuertes conflictos futuros y ahorro para el estado en la parte de la salud entre usuarios que se abastecen de estas fuentes de agua que son el vital elemento y hacen uso de este en su vida cotidiana y se vean afectados por la contaminación generada por los

animales y personas que circulan en sus alrededores de los ríos, pozos o manantiales.

De acuerdo a la lista de contaminantes prioritarios de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA), los metales tóxicos son: arsénico, cromo, cobalto, níquel, cobre, zinc, cadmio, mercurio, titanio, selenio y plomo en otros elementos que puede ser tóxicos de acuerdo a su concentración.

La Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR) considera entre sus sustancias más peligrosas al plomo, mercurio, arsénico y cadmio.

Los efectos carcinogénicos de los metales pesados y metaloides también han sido estudiados ampliamente.

La Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) clasifica las sustancias de acuerdo a su condición carcinogénica. En el grupo 1 (Carcinógeno Humano) se encuentran los compuestos del cromo (VI), arsénico orgánico e inorgánico, cadmio, fierro (durante exposición ocupacional) y níquel; en el grupo 2A (Probable Carcinógeno Humano) se enlista el plomo inorgánico y sus compuestos (IARC, 2012).

Los efectos que estos elementos tienen sobre la salud del ser humano dependen de la naturaleza del compuesto, la ruta de exposición, la dosis de exposición y el tiempo de exposición.

Las vías de exposición pueden ser por la inhalación de humos o aire contaminad o, ingesta de alimentos y/o agua contaminada, consumo de medicamentos, o por contacto directo con la piel.

Actualmente una de las más importantes rutas de exposición es la ingesta de agua debido a la contaminación de acuíferos.

**En lo Tecnológico,** se justifica porque, se determinarán aspectos importantes de la concentración de coliformes, turbiedad, conductividad, concentraciones de metales pesados en agua, generados por diversas fuentes de contaminación, empleando un equipo de última generación, como son los equipos conocidos como: el Espectrofotometro 2800 marca Hach, para determinación de metales pesados, multi parámetros Hanna de 11 parámetros entre otros equipos podemos obtener un monitoreo de la calidad de agua que fluye en la ciudad de Chota y generar una propuesta de prevención y mitigación.

**En lo Científico,** se justifica porque aporta nuevo conocimiento de la calidad de agua de consumo humano en la ciudad de Chota.

**En lo Social,** se justifica porque de lograrse una caracterización del agua del manantial y podemos sugerir las medidas de mitigación de los agentes contaminantes; los resultados serán implementados por las autoridades competentes, beneficiará a la sociedad, garantizando la seguridad de su salud de la población.

**En lo Económico. -** La ejecución del proyecto se justifica económicamente porque disminuirá el riesgo de mayores complicaciones en la salud causados por las bacterias patógenas por tanto el ahorro, al evitar gastos en terapias complementarias. Así mismo se solucionarían problemas de salud ocupacionales, traduciéndose en un bajo costo económico y en la elevación de la calidad de vida de población que utilizan las aguas del manantial.

**En lo Legal.-** El Ministerio del Ambiente tiene sus propias normas legales de acuerdo al artículo 6º de su Ley de Creación, Organización y Funciones -Decreto Legislativo Nº 1013- debe

garantizar el cumplimiento de las normas ambientales, concertando y coordinando con los tres niveles de gobierno, el sector empresarial, las universidades y la sociedad civil.

**En lo Ambiental.**- El ambiente o entorno en el que se desarrollan los seres vivos del planeta, constantemente sufre cambios y alteraciones de diversas causas o fuentes. El hombre con sus actividades industriales y comerciales, está causando la mayoría de estas alteraciones. Es por esto que es necesario emplear métodos para minimizar o evitar si es posible estos impactos de tal manera que no cause efectos secundarios en el hombre y también sobre la flora y fauna.

## 1.5 Métodos y Materiales

### 1.5.1 Metodología

La presente tesis se define como Descriptiva – Aplicativa; desarrollada en cuatro etapas de trabajo teniendo para cada una de ellas su propia metodología de estudio como se indica a continuación.

#### a) Metodología de Revisión /Recopilación de Información

La primera etapa de trabajo comprende la recopilación de la información correspondiente al área de estudio tanto en gabinete como en campo. La información obtenida en gabinete incluye estudios de entidades públicas como la Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA, el Ministerio de Energía y Minas – MEM. Los mapas utilizados durante esta primera fase de trabajo han sido los publicados en las entidades nacionales mencionadas anteriormente en cada uno de sus estudios y/o publicaciones.

### b) Metodología de Trabajo de Campo

El trabajo de campo comprende en muestreos de agua que abastecen a la planta de tratamiento de agua para obtener información actual del estado de la calidad del agua de la zona de estudio a fin de poder tener un punto de comparación con los resultados obtenidos en dos tiempos diferentes durante el año el cual se puede decir en temporada de lluvias y temporadas sin lluvia. Para esta etapa de trabajo se utilizará el Protocolo de Monitoreo de Calidad de Agua del Ministerio de Energía y Minas en el cual se indican las pautas y lineamientos a seguir para la toma de muestras en áreas de influencia de la actividad minera, así como las especificaciones e instrucciones establecidas por el laboratorio donde se analizarán las muestras; en donde se debe considerar los siguientes aspectos:

**A.** Elección de los puntos de muestreo de acuerdo a la ubicación geográfica y a la representatividad de la muestra.

**B.** Selección de los parámetros de muestreo: orgánicos e inorgánicos.

**C.** Preparación de los materiales y equipos para el muestreo.

**D.** Instrucciones para el llenado de la cadena de custodia.

**E.** Mediciones en campo.

**F.** Especificaciones para las muestras en función a lo establecido para cada parámetro: filtrado, tipo de persevante, reactivos, temperatura y tiempo de preservación.

**G.** Instrucciones para el envío de las muestras al laboratorio: rotulado y embarque.

**c) Metodología de Análisis de Muestras**

El análisis de las muestras se realizará en un laboratorio certificado que emplee procedimientos estándar con lo cual se pueda tener precisión y exactitud en los resultados. Entre los procedimientos utilizados para el análisis de las muestras tenemos los de la APHA (American Public Health Association – Asociación de Salud Pública Americana) y los de la EPA (Environmental Protection Agency – Agencia de Protección Ambiental).

**d) Metodología para la elaboración del Informe Final**

La elaboración del informe final consistirá en el análisis y procesamiento de la información obtenida en las etapas anteriores tanto cualitativa como cuantitativa, para luego realizar la interpretación, discusión de los resultados y el planteamiento de una propuesta final; en la cual se utilizará como elemento decisivo para el análisis de la calidad del agua los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobados según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D.S N° 031 – 2010 – SA. Y Decreto Supremo Nº 002-2008-MINAM del 31 de julio del 2008 en función a las categorías 1: Poblacional y Recreacional, categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales y categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático.

Las mediciones llevado a cabo desde el Túnel Conchano hasta la planta de tratamiento de agua, salida del agua de la planta de tratamiento y conexiones domiciliarias, se ha desarrollado entre Julio de 2014 y Diciembre de 2014. Durante este periodo se han desarrolladocampañas de campo correspondientes a la época seca y de lluvias.

### 1.5.2 Materiales y Preparación de Medios de Cultivos

RECOGO DE MUESTRAS DE AGUA PARA ANÁLISIS MICROBIOLOGICO EN LABORATORIO.

Mediante una botella vacía de 500 ml. De plástico de primer uso, se recoge agua a unos centímetros de la superficie del agua, se etiqueta cada botella con los respectivos de datos de fecha, hora y lugar del punto de muestreo, y se guarda en un contenedor con una temperatura de 4 C hasta su traslado al laboratorio, siempre cumpliendo con la cantidad de agua y tiempo de exposición establecidos.

**FOTO** :2 Toma de muestra de captación del Suro

**a).- Coliformes totales**

**Método de la membrana filtrante (MF)**

**Material necesario:**

a) equipo de filtración con porta filtro;

b) placa de Petri esterilizada de Ø 47 mm;

c) filtros de membrana de Ø 47 mm y porosidad de0,45µm, con tarjeta absorbente;

d) medio de cultivo (m Endo Broth MF);

e) agua de dilución estéril;

f) pinza de acero inoxidable;

g) vaso de acero inoxidable;

h) pico de Bunsen o lamparilla de alcohol;

i) bomba de vacío (jeringa);

j) estufa bacteriológica.

**Ejecución del ensayo**

a) con la pinza, poner cuidadosamente en la placa dePetri una tarjeta absorbente;

b) con pipeta esterilizada, poner 1,8 ml del medio decultivo en la tarjeta absorbente y cubrir la placa;

c) poner la membrana filtrante en el porta filtro, con lapinza previamente flameada y fría;

d) mover el frasco con la muestra, por lo menos 25 veces;

e) destapar y flamear la boca del frasco;

f) verter, cuidadosamente, 100 ml de muestra en el portafiltro, evitando esparcimiento del agua sobre los bordessuperiores;

g) prender la bomba de vacío (jeringa) y succionar;

h) después de filtrada la muestra, lavar 3 veces las paredesdel embudo con agua de dilución estéril con porcionesde 20 ml aplicando vacío;

i) luego del lavado y filtrado, aliviar el vacío y removerel embudo del soporte;

j) con la pinza flameada y fría, remover el filtro delsoporte y ponerlo en la placa de Petri, previamentepreparada, con el lado cuadriculado hacia arriba;

k) tapar la placa de Petri e incubarla invertida a 35 °Cdurante 24 ± 2 horas;

l) luego del período de incubación, probar el filtro conel recuento de las colonias.

**Lectura de los resultados**

Las colonias indicativas de coliformes totales típicas tienen un color rosa a rojo oscuro, con brillo metálico. El brillo puede aparecer en el centro o en la periferia de la colonia. Las no coliformes aparecen con color rojo claro o escuro sin el brillo metálico característico.

**Observación:**

A veces, cuando el disco está muy húmedo y la fuente de luz es muy intensa, las colonias de no coliformes pueden aparecer con un brillo falso, causando errores. Esto podrá ser contornado usándose fuente de luz más difusa o secándose el filtro antes de ser probado.

**b).- Preparación del medio de cultivo**

**Material necesario:**

a) medio de cultivo deshidratado (m Endo Broth MF);

b) agua destilada;

c) alcohol etílico a 95%;

d) frasco Erlenmeyer de 250 ml;

e) vidrio de reloj;

f) pico de Bunsen o lamparilla a alcohol.

**Técnica**

a) pesar 4,8 gramos del medio deshidratado;

b) transferir para el Erlenmeyer;

c) adicionar poco a poco 100 ml de agua destilada con2 ml de alcohol etílico a 95%;

d) calentar en baño maría o en el pico de Bunsen hastael inicio de ebullición (no dejar hervir);

e) dejar enfriar;

f) distribuir 1,8 ml en cada placa.

**Observación:**

1. Preparar únicamente la cantidad necesaria para uso. Se puede adquirir este medio en ampollas de 2ml, pero el costo es muy elevado. Es más económico prepararlo en laboratorio.

2. En sustitución al medio m Endo Broth MF podrá ser utilizado el medio sólido (LES Endo agar).

**c).- Coliformes termotolerantes**

**Método de la membrana filtrante (MF)**

**Material necesario**

a) equipo de filtración con porta filtro;

b) placa esterilizada de Ø 47 mm;

c) filtros de membrana de Ø 47 mm y porosidad de

0,45µm, con tarjeta absorbente;

d) medio de cultivo (m FC Broth Base);

e) agua de dilución estéril;

f) pinza de acero inoxidable;

g) vaso de acero inoxidable;

h) pico de Bunsen o lamparilla de alcohol;

i) bomba de vacío (jeringa);

j) estufa bacteriológica o baño maría. Preparación delmedio de cultivo.

**Material necesario:**

a) medio de cultivo deshidratado (m FC Broth Base);

b) agua destilada;

c) ácido rosólico a 1% en NaOH 0,2 N;

d) frasco Erlenmeyer de 125 ml;

e) vidrio de reloj;

f) pico de Bunsen o lamparilla de alcohol.

**Técnica**

a) pesar 3,7 gramos del medio deshidratado;

b) transferir para el Erlenmeyer;

c) disolver el medio pesado, en 100 ml de agua destilada;

d) adicionar 1 ml de la solución de ácido rosólico a 1%;

e) calentar hasta la ebullición;

f) dejar enfriar;

g) distribuir 2,0 ml en cada placa.

**Observación:**

1. Preparar únicamente la cantidad necesaria para uso;

2. Este medio puede ser adquirido en ampollas de 2ml, pero el costo es muy elevado. Es más económico prepararlo en el laboratorio;

3. Para preparar el ácido rosólico a 1%, disolver 1gramo del ácido en 100 ml de NaOH 0,2 N;

4. Para preparar el NaOH 0,2 N diluir 20 ml de la solución 1N para 100 ml de agua destilada;

5. El ácido rosólico dura 2 semanas o menos, cuando acondicionado en refrigeración. (2 a 10oC).Deséchalo cuando el color cambiar de rojo oscuroa marrón;

6. Este medio puede ser solidificado adicionando1,2 a 1,5% de agar antes de la ebullición.

**d) Ejecución del ensayo**

a) con la pinza, poner cuidadosamente una tarjeta absorbente en

la placa de Petri;

b) con pipeta esterilizada, poner 2,0 ml del medio de cultivo en la tarjeta absorbente y tapar la placa;

c) poner la membrana filtrante en el porta filtro, con la pinza previamente flameada y fría;

d) mover el frasco con la muestra, por lo menos 25 veces;

e) destapar y flamear la boca del frasco;

f) verter, cuidadosamente, 100 ml de muestra en el porta filtro, evitando el esparcimiento del agua sobre los bordes superiores;

g) prender la bomba de vacío (jeringa) y succionar;

h) después de filtrada la muestra, lavar 3 veces las paredes del embudo con agua de dilución estéril con porciones de 20 ml aplicando vacío;

i) luego del lavado y filtrado, aliviar el vacío y remover el embudo del soporte;

j) con el asa flameada y fría, remover el filtro del soporte y ponerlo dentro de la placa de Petri, con el lado cuadriculado hacia arriba;

k) tapar la placa de Petri e incubarla invertida a 44,5 ±0,2oC durante 24 ± 2 horas;

l) finalizado el período de incubación, probar el filtro haciendo el recuento de las colonias;

m) las colonias indicativas de coliformes termotolerantes aparecen en color azul. Las no coliformes aparecen en color clara o rosada.

**e) Medición de Campo**

La sonda utilizada para todos los muestreos es una HI 9828 Medidor multiparamétrico.

**Figura** 3 Multiparametro Hanna HI 9828

El HI 9828 es un medidor multiparamétrico que puede medir hasta 9parámetros con una sola sonda. Mide: pH, mV, ORP, OD, Resistividad, TDS, Salinidad, Presión atmosférica y Temperatura. Este medidor multiparamétrico puede realizar la captura de datos con dos métodos:

- Puntual, es decir, un único registró para cada parámetro. Una vez introducida la sonda en el agua a la profundidad deseada, se activa manualmente y ésta registra de modo automático un único valor por parámetro.
- Continuo, se registra un dato cada segundo para cada parámetro. Una vez introducida la sonda en el agua a la profundidad deseada, se activa manualmente, comienza a registrar un dato cada segundo de modo automático y es parada de modo manual por el operario cuando considera que los datos registrados en

todos los parámetros se mantienen constantes o estabilizados.

**FOTO** 3: Medición de Parámetros de campo en la Salida de Túnel Conchano I

**FOTO** 4 Medición de Parámetros de campo en la Salida de Túnel Conchano II

Descripción de parámetros analizados exclusivamente con la sonda Multiparamétrica.

**FOTO 5** Mediciones de los parámetros de campo en la planta de tratamiento (Salida del Agua)

**FOTO** 6 Planta de Tratamiento de agua para consumo humano - Chota

### a. POTENCIAL REDOX (ORP)

Entre los procesos de disolución de sales por el ataque del agua a los minerales son de gran interés aquellos procesos en los que intervienen

sustancias que cambian o pueden cambiar su estado de valencia, oxidándose unas veces y reduciéndose otras. Tales sistemas se llaman Redox y están regidos por las condiciones de pH, presión, temperatura, etc. El potencial Redox (Eh) del sistema mide la estabilidad de un ion en un nivel de oxidación determinado (Custodio yLlamas, 1983).

Un valor Eh positivo y de alta magnitud es indicativo de un ambiente que favorece las reacciones de oxidación. Del otro lado, un valor Eh negativo y de baja magnitud es indicativo de un ambiente altamente reductor.

Las reacciones de oxidación y reducción regulan el comportamiento de muchos compuestos químicos presentes en cuerpos de agua naturales. La reactividad, solubilidad y movilidad cíclica de elementos esenciales para los sistemas biológicos son afectadas por cambios en el ORP. Al mismo tiempo, este parámetro afecta a la distribución y a la actividad metabólica de microorganismos.

**b. OXIGENO DISUELTO (OD mg/L) y SATURACIÓN DE OXÍGENO (%$O_2$)**

Es un reactivo que gobierna la química del agua a través de procesos Redox, determinando así la existencia de condiciones aeróbicas o anaeróbicas en el medio acuoso.

La entrada y distribución del oxígeno en cuerpos de agua naturales, está determinada por el intercambio gaseoso a través de la superficie del agua, la producción fotosintética y el consumo respiratorio de los organismos acuáticos y por procesos físicos de difusión y advección (movimiento horizontal del aire causado principalmente por variaciones de la presión atmosférica cerca de la superficie).

El OD es un requisito nutricional esencial para la mayoría de los organismos vivos, dada su dependencia del proceso de respiración aeróbica para la generación de energía y para la movilización del carbono en la célula. Además, el oxígeno disuelto es importante en los procesos de fotosíntesis, oxidación reducción, solubilidad de minerales y la descomposición de materia orgánica, determinando la disponibilidad

biológica de muchos metales y nutrientes. El equipo Hanna 9828 tiene un rango de medición de 0,00 a 50,00 mg/L.

La solubilidad de oxígeno en el agua disminuye ligeramente con el aumento de la salinidad, de forma intermedia con la disminución de la presión atmosférica y notablemente con el aumento de temperatura. La turbulencia favorece los intercambios entre el aire y el agua, por tanto aguas más frías y más agitadas contienen mayor cantidad de oxígeno y, al revés, aguas más cálidas y menos agitadas contienen menos oxígeno.

La concentración de oxígeno disuelto se puede expresar también en términos del tanto por ciento de saturación de oxígeno en agua. A menudo éste parámetro es utilizado para describir cualitativamente la calidad de cuerpos de agua, siempre y cuando no estén presentes compuestos tóxicos, tales como metales pesados y pesticidas.

**c). Resistividad.-** La resistividad es la inversa de la conductividad y el equipo tiene un rango de 0 a 999999 Ohm•cm; 0 a 1000,0 kOhm•cm; 0 a 1,0000 MOhm•cm

**d. Conductividad.-** El equipo HANNA tiene un rango de 0,000 a 200,000 mS/cm (CE real hasta 400 mS/cm).

**e).Salinidad.-** En cuanto la medición de la salinidad el equipo tiene un rango de poder medir de 0,00 a 70,00 PSU (Escala Práctica de Salinidad ampliada).

**f).Temperatura.-** En cuanto la medición de temperatura el equipo tiene un rango de poder medir de -5,00 a 55,00°C; 23,00 a 131,00°F; 268,15 a 328,15K.

**g). pH.** - El pH es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución tiene un rango de medición de 0 a 14pH.

**h).Presión.**- En la presión atmosférica tiene un rango de 450 a 850 mmHg; 17,72 a 33,46 enHg; 600,0 a 1133,2 mbar; 8,702 a 16,436 psi; 0,5921 a 1,1184 atm; 60,00 a 113,32 kPa.

**i). TDS.** En la medida de sólidos totales disueltos el equipo Hanna tiene un rango de medida de 0 a 400000 mg/L o ppm (el valor máximo

depende del factor TDS).

**FOTO** 7 Mediciones de los parámetros de campo en la planta de tratamiento (*Entrada del agua a la planta de tratamiento*)

**f) Análisis de Metales**

El agua que sale de la planta de tratamiento que abastece en la ciudad de Chota se analizo en un laboratorio acreditado usando el método de Plasma Inducido.

Siempre se ha seguido las recomendaciones del laboratorio para

el recojo de muestras de aguas Manual de Procedimientos para la Vigilancia Sanitaria en Salud Ambiental

. Mediante una botella vacía de 500ml. de plástico de primer uso, se recoge agua a unos centímetros de la superficie del agua, se etiqueta cada botella con los respectivos de datos de fecha, hora y lugar del punto de muestreo, se añade ácido Nítrico y se guarda hasta su traslado al laboratorio, siempre cumpliendo con la cantidad de agua y tiempo de exposición establecidos.

**FOTO**:8 Preparación de la muestra para análisis de metales pesados en la salida del túnel Conchano

**FOTO**: 9Preparación de la muestra para análisis de metales pesados en la planta de tratamiento de agua

# CAPITULO II

# MARCO TEORICO

## 2.1. Antecedentes del Problema

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que cada año se presenta 500 millones de casos de diarreas en niños menores de cinco años, en Asia.

África y América Latina. Son el resultado de la pobreza, la ignorancia, la desnutrición y de un saneamiento ambiental deficiente. Particularmente de inadecuados sistemas de abastecimientos de agua v disposición de excretas.

De Acuerdo a la OPS (1996). El número de muertes anuales, directamente relacionadas con el consumo de agua no potable- es de 3 millones a nivel mundial, una cifra enorme y especialmente preocupante si se la compara con los 168 millones de personas que en la región de las América, no disponen de un abastecimiento continuo de agua microbiológicamente segura.

En este mismo sentido, la alta incidencia de las infecciones intestinales v las numerosas muertes prematuras atribuibles al funcionamiento inadecuado de los sistemas de abastecimiento de agua y de las estructuras sanitarias exigen una acción urgente de N cuidados; a estas deficiencias son responsable de que alrededor de 80,000 niños mueran cada año en América Latina. OPS (1996, p.15).

Actualmente los cursos de agua, ríos y quebradas son los vertederos de desechos de las actividades humanas. Es así como las cuencas que abarcan áreas que se han convertidos en nos portadores de excretas de coliforrnes fecales, de residuos industriales tóxicos. Como arsénico. Cadmio, el cianuro, el plomo material no degradables y de desechos animales y humanos que son vertidas de una manera cruda en las masas de aguas.

## 2.2 Bases Teóricas

### 2.2.1. El agua como recurso

El agua es uno de los recursos naturales más valiosos para el hombre y elemento esencial para la vida de las especies de flora y fauna dentro de esto el ciclo del aguas tiene un rol importante ya que el agua existe en la Tierra en tres estados: sólido (hielo, nieve), líquido y gas (vapor de agua). Océanos, ríos, nubes y lluvia están en constante cambio: el agua

de la superficie se evapora, el agua de las nubes precipita, la lluvia se filtra por la tierra, etc. Sin embargo, la cantidad total de agua en el planeta no cambia. La circulación y conservación de agua en la Tierra se llama ciclo hidrológico, o ciclo del agua. Esta transformación del agua se debe al cambio de temperatura que hace el sol sobre nuestro planeta y por la fuerza de la gravedad. La transferencia de agua desde la superficie de la Tierra hacia la atmósfera, en forma de vapor de agua, se debe a la directa, por las plantas y animales y por (paso directo del agua sólida a vapor de agua). La cantidad de agua movida, dentro del ciclo hidrológico, por el fenómeno de sublimación es insignificante en relación a las cantidades movidas por evaporación y por transpiración, cuyo proceso conjunto se denomina evapotranspiración.

***Cuando se estudia el recurso agua, es importante hacerlo desde la perspectiva de una cuenca hidrográfica ya que la misma es un sistema en donde se integrara los otros recursos, Olivares (1992, p. 10).***

La conservación de las cuencas hidrográficas se constituye en prioridad en las tareas de conservación y uso racional del medio ambiente en la perspectiva del desarrollo sostenible. Ello es así porque de las mismas dependen un vasto conjunto de actividades humanas y el equilibrio de la naturaleza, ya que el agua depositada de las lluvias en las alturas esta escurren hacia los valles los cuales toman sus características geoquímicas de la zona.

Un sistema léntico tiene comportamientos que se relacionan con distintasdisciplinas y áreas del conocimiento, entre ellas la hidrología y laimnología, cuyos estudiosestán destinados a comprender y manejar elrecurso agua. Para tal efecto se requiere identificarlos siguientes aspectos:

- Condiciones actuales del sistema formado por el agua y su cubeta.
- Análisis de la fenomenología que explica las variaciones de calidad enfunción de variables identificables del sistema

- Identificación de los sucesos estacionales que inciden en la calidad del agua
- Influencia de factores incidentes de origen natural y antrópicos.

Consecuente con este enfoque general, como paso inicial de un estudio de clasificación del agua, se necesita revisar y establecer el estado del conocimiento respecto década cuerpo lentico en materias como las que se describen a continuación.

### 2.2.2 Hidrodinámica

Los cuerpos lenticos corresponden a grandes acumulaciones de agua, de carácter natural o artificial. Los primeros incluyen los lagos y lagunas, dependiendo del tamaño que puedan tener; los segundos se relacionan con obras civiles como los embalses.

Son parte de estos cuerpos superficiales los humedales, de gran interés como hábitat acuático de numerosas especies tal como lo reconoce la Convención Ramsar. Las masas de agua acumuladas presentan fenómenos muy variados y de alta complejidad, que se relacionan con los movimientos, la estratificación térmica, los volúmenes y su dinámica de recarga, fenómenos explicables en su mayor parte por la hidrodinámica. En un estudio de clasificación deberán considerarse estos aspectos por la importancia que tiene explicar el comportamiento del sistema para la calidad del agua, tanto a nivel puntual como del conjunto del sistema.

En particular se deberá establecer la estratificación del reservorio, incluyendo la ubicación de las isóclinas de temperatura y oxígeno disuelto. Se deben identificar las zonas del epiliminio, metalimnio e hipolimnio.

### 2.2.3 Estado Trófico

En general se distinguen 4 clasificaciones respecto del estado trófico de los lagos, que corresponden a las siguientes situaciones:

- Oligotrófico: Corresponde a cuerpos con aguas claras, bajo contenido

de materia orgánica o sedimentos y mínima actividad biológica.

- Mesotrófico: Se trata de aguas con más nutrientes, y por lo tanto, una mayor actividad biológica.
- Eutrófico: Aguas extremadamente ricas en nutrientes, con alta productividad biológica.
- Hipereutrófico: Muy cercano a humedales, altísima actividad biológica, ecosistema de alta complejidad.
- Distrófico: Corresponde a situaciones bajas en nutrientes, alta coloración por disolución de materia orgánica húmica.

### 2.2.4 Paleolimnología

La caracterización del agua en su estado natural u original de un lago corresponde a una disciplina denominada paleolimnología. Su importancia es enorme para las fuentes de agua de consumo humano ya que la rehabilitación de gran parte de ellas desde un estado actual deteriorado es una de las estrategias prioritarias de la sustentabilidad. El diseño de estos estudios puede variar en profundidad, siendo al menos recomendable realizar un análisis preliminar simple, que en lo sustancial incluirá el estudio de los sedimentos para determinar si hay cambios significativos en la composición de la taxa u otros fenómenos relacionados con la vida acuática o la calidad del agua. Si se detectan efectos importantes se podrán recomendar investigaciones posteriores que expliquen la dinámica del cambio de calidad de agua, incluyendo el estudio de efectos químicos o biológicos de origen natural o antrópico.

El contenido de materia orgánica, nitrógeno y fósforo en los sedimentos son una muestra de la historia del sistema, que se relaciona con los cambios del estado trófico. Por su parte, la composición granulométrica de la columna del sedimento se relaciona con los procesos de transporte de materia y las condiciones de depositación. El estudio limnológico de los organismos presentes en el sedimento, tales como los frústulos de diatomeas, foraminíferos, espículas de esponjas y silicofitolitos indican

diferentes condiciones de composición iónica y pH, salinidad y estado trófico.

### 2.2.5 Calidad de Agua

La primera gran recopilación de los criterios de calidad del agua se publicó por el Estado de California por McKee en 1952. En este documento, un "contaminante potencial" se define como: "Cualquier sustancia que puede entrar o estar contenidos en las aguas del Estado es. . . un contaminante potencial, si está concentrado suficiente, puede afectar negativamente e irrazonablemente tales aguas para uno o más usos beneficiosos. " 9 Los compuestos químicos que figuran en 1952 con los criterios de calidad del agua identificados figuran en el Apéndice 1.2.En 1976, la EPA publicó Criterios de Calidad del Agua. La actual Nacional recomendó criterios de calidad del agua (USEPA, 2002).

Por el establecimiento de criterios de calidad del agua químicas específicas con concentraciones definidas que se supone que son seguros, el gobierno federal estableció una política de la contaminación admisible. En otras palabras, la ley federal gobierno esencialmente emitió una licencia para permitir que los recursos hídricos sean contaminado hasta un nivel aceptable. Como una consecuencia natural de establecer criterios de calidad del agua, las definiciones específicas para la contaminación términos y se desarrolló la contaminación. Por lo tanto, los productos químicos y contaminantes biológicos pueden ser en los recursos de agua, siempre y cuando no se superen los criterios de calidad del agua. Esta condición no es exclusiva de los Estados Unidos y en general refleja cómo el mundo maneja la contaminación del agua. Con las prohibiciones contrala contaminación biológica y la creación de normas de calidad del agua, los organismos con el mandato y la autoridad para proteger la salud pública por lo general regular la concentración de contaminantes específicos de la calidad de un cuerpo de agua que recibe cualquier descarga de residuos. En última instancia, la forma en que se gestiona la contaminación está directamente relacionada con la naturaleza de la fuente de contaminación. Estas

fuentes descontaminación son generalmente clasificadas como ya sea fuentes puntuales o difusas. Como resultado de estas fuentes de la contaminación, una amplia gama de productos químicos y organismos biológicos se distribuyen toda el agua superficial y el agua subterránea.

**Franklin J. Agardy, Patrick Sullivan, James J. Clark, July 2005,The Environmental Science of Page, 18.**

### 2.2.5.1 Características físicas

Son características sensoriales (detectadas por los sentidos) que pueden influir en la aceptación o el rechazo del agua por el consumidor; las siglas LMA (Límite Máximo Aceptable) se refieren a valores de características no detectadas por el consumidor, o si las detecta son consideradas despreciables; las siglas LMP (Límite Máximo Permisible) se refieren a valores máximos de características arriba de las cuales el agua es considerada como no potable.

**Color,**el agua contaminada suele tener ligeros colores rojizos, pardos, amarillentos o verdosos debido, principalmente, a los compuestos húmicos, férricos o los pigmentos verdes de las algas que contienen..

Las aguas contaminadas pueden tener muy diversos colores pero, en general, no se pueden establecer relaciones claras entre el color y el tipo de contaminación.

**Olor y Sabor.-**Compuestos químicos presentes en el agua como los fenoles, diversos hidrocarburos, cloro, materias orgánicas en descomposición o esencias liberadas por diferentes algas u hongos pueden dar olores y sabores muy fuertes al agua, aunque estén en muy pequeñas concentraciones. Las sales o los minerales dan sabores salados o metálicos, en ocasiones sin ningún olor.

**Temperatura.-** El aumento de temperatura disminuye la solubilidad de gases (oxígeno) y aumenta, en general, la de las sales. Aumenta la velocidad de las reacciones del metabolismo, acelerando la putrefacción. La temperatura óptima del agua para beber está entre 10 y 14ºC.

**Materiales en Suspensión.-**Partículas como arcillas, limo y otras, aunque no lleguen a estar disueltas, son arrastradas por el agua de dos maneras: en suspensión estable (disoluciones coloidales); o en suspensión que sólo dura mientras el movimiento del agua las arrastra.

Las suspendidas coloidalmente sólo precipitarán después de haber sufrido coagulación o floculación (reunión de varias partículas).

**Radiactividad.-** Las aguas naturales tienen unos valores de radiactividad, debidos sobre todo a isótopos del K. Algunas actividades humanas pueden contaminar el agua con isótopos radiactivos.

**Espumas.-**Los detergentes producen espumas y añaden fosfato al agua (eutrofización). Disminuyen mucho el poder autodepurador de los ríos al dificultar la actividad bacteriana. También interfieren en los procesos de floculación y sedimentación en las estaciones depuradoras.

**Conductividad.-**El agua pura tiene una conductividad eléctrica muy baja. El agua natural tiene iones en disolución y su conductividad es mayor y proporcional a la cantidad y características de esos electrolitos. Por esto se usan los valores de conductividad como índice aproximado de concentración de solutos. Como la temperatura modifica la conductividad las medidas se deben hacer a 20ºC.

**Turbiedad,** La turbiedad es una expresión de la propiedad o efecto óptico causado por la dispersión e interferencia de los rayos luminosos que pasan a través de una muestra de agua, es decir, es la propiedad óptica de una suspensión que hace que la luz sea remitida y no transmitida a través de la suspensión. La turbiedad en un agua puede ser causada por una gran variedad de materiales en suspensión que varían de tamaño desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas, entre otros, arcillas, limo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, organismos planctónicos, microorganismos, entre otros ( Glynn, Heinke2000).

### 2.2.5.2 Características Químicas

El agua es un compuesto químico de fórmula $H_2O$. Sin embargo, debido a su gran capacidad disolvente, toda el agua que se encuentra en la naturaleza contiene diversas sustancias en solución y hasta en suspensión, lo que corresponde a una mezcla.

1. **Dureza del agua** El agua que contiene una concentración relativamente alta de Ca, Mg y otros cationes divalentes se conoce como agua dura. Aunque la presencia de estos iones no constituye en general una

amenaza para la salud, puede hacer que el agua sea inadecuada para ciertos usos domésticos e industriales. Por ejemplo, estos iones reaccionan con los jabones para formar una nata de jabón insoluble, que es lo que forma los anillos de las tinas de baño. (Brown, 1998.683).

2. Además, se pueden formar depósitos minerales cuando se calienta el agua que contiene estos iones. Cuando se calienta agua que contiene iones calcio y iones bicarbonato, se desprende dióxido de carbono. En consecuencia, la solución se hace menos ácida y se forma carbonato de calcio, que es insoluble.

3. El **$CaCO_3$** sólido recubre la superficie de los sistemas de agua caliente, lo cual reduce la eficiencia de calentamiento. Estos depósitos, llamados incrustaciones, pueden ser especialmente graves en las calderas donde el agua se calienta a presión en tubos que corren a través de un horno. La formación de incrustaciones reduce la eficiencia de la transferencia de calor y reduce el flujo de agua a través de los tubos. (Brown, 1998.683).
4. **pH**.-Las aguas naturales pueden tener pH ácidos por el CO2 disuelto desde la atmósfera o proveniente de los seres vivos; por ácido sulfúrico procedente de algunos minerales, por ácidos húmicos disueltos del mantillo del suelo. La principal sustancia básica en el agua natural es el carbonato cálcico que puede reaccionar con el $CO_2$ formando un sistema tampón carbonato / bicarbonato.
   Las aguas contaminadas con vertidos mineros o industriales pueden tener pH muy ácido. El pH tiene una gran influencia en los procesos químicos que tienen lugar en el agua, actuación de los floculantes, tratamientos de depuración, etc.
5. **Oxígeno Disuelto.-**Las aguas superficiales limpias suelen estar saturadas de oxígeno, lo que es fundamental para la vida. Si el nivel de oxígeno disuelto es bajo indica contaminación con materia orgánica, septicización, mala calidad del agua e incapacidad para mantener determinadas formas de vida.

6. **Demanda Química de Oxigeno.-**Es la cantidad de oxígeno que se necesita para oxidar los materiales contenidos en el agua con un oxidante químico (normalmente di-cromato potásico en medio ácido). Se determina en tres horas y, en la mayoría de los casos, guarda una buena relación con la DBO por lo que es de gran utilidad al no necesitar los cinco días de la DBO. Sin embargo la DQO no diferencia entre materia biodegradable y el resto y no suministra información sobre la velocidad de degradación en condiciones naturales.

### 2.2.5.3 Características microbiológicas

Las bacterias son los organismos vivos más numerosos que existen, por lo mismo están presentes casi en todas partes, el agua subterránea no es la excepción, por este motivo es necesario realizar pruebas bacteriológicas para determinar el grado de contaminación que tiene la misma.

El agua puede contener pequeñas contaminaciones de aguas negras, las cuales no pueden ser detectadas mediante análisis físicos o químicos, en cambio, las pruebas bacteriológicas se han diseñado de tal manera que puedan detectarlas.

Dentro de los elementos de calidad biológica cuyo estudio es requerido por la Directiva Marco se encuentra: la ictio fauna, el fitoplancton, la fauna bentónica de invertebrados, el fitobentos y los macrófitos.

### 2.2.5.4 Pruebas micro bacteriológicas de contaminación

Se presupone que el objetivo de los análisis microbiológicos del agua es para determinar la existencia de microorganismos patógenos en ella. Sin embargo, esto no es verdad, por las siguientes razones:

a) Los organismos patógenos llegan al agua especialmente en E. coli y termo tolerantes y no sobreviven mucho tiempo; por estar tratada con Cl.

b) Si se encuentran en pequeñas cantidades pueden pasar desapercibidos a los procedimientos empleados.

c) Se necesitan 24 horas o más para obtener resultados de los exámenes y si se encuentran microorganismos patógenos, muchas personas pueden haber tomado agua antes de que se conozcan los resultados y así haberse expuesto a la infección (Pelczar, 1998, 684).

Los microorganismos patógenos que llegan a los depósitos de agua, proceden de las descargas intestinales de hombres y animales. Además, ciertas especies de bacterias, particularmente Escherichia coli, y varios microorganismos similares, denominados coliformes, estreptococos fecales (como Streptococus faecalis y Clostridium perfringens), son habitantes normales del intestino grueso del hombre y animales y en consecuencia siempre están en las materias fecales. Así pues, la presencia de cualquiera de estas especies en el agua es evidencia de contaminación fecal y el camino está abierto a los patógenos ya que se encuentran en las materias fecales (Pelczar 1998,684).

Puesto que los exámenes de laboratorio para encontrar microorganismos patógenos en el agua tienen las desventajas anteriormente mencionadas, se han desarrollado técnicas para detectarlos en las excretas, particularmente los del grupo coliforme. Este propósito ha probado ser satisfactorio en la práctica y tiene las siguientes ventajas:

a) Los microorganismos coliformes, sobre todo E. coli, habitan constantemente en el intestino humano en grandes cantidades. Se estima que una persona, en promedio, excreta al día miles de millones de estos microorganismos. (Pelczar, 1998.684).
b) Estos microorganismos viven más tiempo en el agua que los patógenos.
c) Obviamente, una persona sana en general no elimina microorganismos patógenos, pero puede desarrollársele una infección intestinal y esos microorganismos aparecerán en las materias fecales. Así, la presencia de coliformes en el agua se toma como señal de alarma, pues ha sido contaminada peligrosamente. (Pelczar, 1998.684).

El grupo coliforme comprende todos los bacilos aerobios y anaerobios facultativos, gran negativos, no esporulados que producen ácido y gas al fermentar la lactosa. Las especies clásicas de este grupo son Escherichia coli y Enterobacter aerogenes. E. Coli, como ya ha sido señalado, es un habitante normal del intestino humano y de los animales. Con algunos parasitos que son más. Aerogenes es más frecuente en granos y plantas pero también en las materias fecales. (Pelczar, 1998.684).

Como estas especies tienen gran semejanza en su aspecto morfológico y características de cultivo, es necesario recurrir a pruebas bioquímicas para diferenciarlas. Reacciones que tengan las siguientes cuatro características son muy importantes para lograr este propósito:

La EPA y otras agencias ambientales identifican ciertos parámetros como fundamentales, que según la metodología que se ha desarrollado para los cuerpos loticos, correspondería definirlos como parámetros obligatorios para estas situaciones.

En tal sentido, se consideraron las siguientes características para el agua (Tabla 2.1)

| | Dimensiones | Indicadores | Unidades |
|---|---|---|---|
| **Las caracteristicas** | **FISICAS** | Organolépticas | **ACEPTABLE** |
| | | Turbidez | **UNT** |
| | | Sólidos en suspensión. | **STD** |
| | | Temperatura. | **ºC** |
| | | Conductividad. | **µS/cm** |
| | **QUIMICO** | pH | **pH** |
| | | Salinidad | **Sal O PPM** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **más frecuentes físico, químico y bacteriológicas del agua** | **S** | Dureza | **mg/ L de $CaCO_3$** |
| | | Oxígeno Disuelto | |
| | | Elementos de Carácter Orgánico | **mg/L** |
| | | Elementos de Carácter inorgánico | **mg/L** |
| | **BIOLOGICO** | Coliformes Termo tolerantes | **UFC** |
| | | Coliforme Totales | **UFC** |

## 2.3 Clasificación de los Cuerpos Lenticos

La EPA establece que no hay un sistema único para la mejor clasificación de los lagos. Sin embargo, describe que hay dos grandes enfoques, uno “a priori” y otro “a posteriori”. El primero consiste en un conjunto de reglas lógicas para la clasificación basadas en patrones observados de las características del objeto de análisis. En esta forma recomienda usar variables tales como: región, área superficial, profundidad máxima, información que esté disponible al inicio del estudio. El enfoque “a posteriori” identifica tipologías a partir de una base de datos generada por el estudio, que se considera no apropiada para

estudios de evaluación de recursos.

La clasificación “a priori” de unidades de análisis requiere de un protocolo jerárquico para que considera aspectos tales como:

- Región Geográfica o Ecoregión: se relaciona con aspectos esenciales del patrón geográfico local, tales como clima, topografía, geología, suelos, geomorfología, vegetación. La ecoregión se relaciona con la variabilidad de la calidad del agua y su biota.
- Características de la Cuenca: relacionadas con hidrología, sedimentos, cargas de nutrientes, alcalinidad y sólidos disueltos. En particular interesa lo relacionado con: drenaje de la cuenca, uso de la tierra, relación entre área del lago y la cuenca, pendientes, suelo y geología.
- Características del reservorio del lago: reconoce que la morfología influencia la hidrodinámica y las respuestas frente a contaminantes en el agua. Se incluyen aspectos tales como: profundidad (media, máxima); área superficial, tipo de sedimentos y fondo, riberas, descargas en el epilimnio/hipolimnio.
- Hidrología: cobra especial interés en lo relacionado con patrones de mezcla y circulación que determinan el movimiento de nutrientes. Interesa
- identificar tiempos de retención, estratificación y grado de mezcla, circulaciones, fluctuaciones de nivel de agua.
- Calidad de agua, para lo cual puede usarse una clasificación que distingue entre lagos afectados por condiciones alcalinas, etc. Los parámetros mínimos que podrían considerarse para una rápida clasificación deben ser simples tales como: alcalinidad, salinidad, conductividad, turbiedad, color.

# CAPITULO III

# RESULTADOS

Los resultados obtenidos en presente estudio se comparo el Decreto Supremo N° 031- 2010 SALUD define los parámetros físicos, químicos y micro bacteriológicos del agua de consumo humano de la población del Perú.

Las comparaciones se realizaron con valores promediados de cada estación de muestreo, veremos en las tablas y anexos. En la cual se presenta los valores de los análisis.

## CONDUCTIVIDAD

Los valores de Conductividad en la planta de tratamiento varían en promedio entre 284 uS/cm y 301 uS/cm. Ambas concentraciones son menores al estándar de comparación definido, que establece tener una concentración menor de 1500 uS/cm.

## DETERMINACION DE pH

Los valores promedio de pH durante los 3 muestreos se encuentran dentro del rango 7.10 – 7.50 pH.

## Potencial redox (Voltios)

El Eh se suele medir con un metal noble y un sistema de electrodo de referencia utilizando un pH. metro que pueda medir en mV. Las medidas tomadas en campo es de 0.31 a 0.62 voltios. El problema mejor conocido del electrodo indicador de Eh es que no es completamente

inerte.

**Dureza total**

La dureza total es calculada como siendo la suma de las concentraciones de iones calcio y magnesio en el agua, expresados como carbonato de calcio se encontró en 260 mg /L de $CaCo^3$

**Turbidez**

La turbidez del agua a la salida de la planta es 0.86 y los puntos de conexión domiciliaria es de 0.68 – 0.69 UNT.

**Temperatura**

La temperatura tiene que ver con el aumento del consumo de agua, la distribución y el transporte a través de las cañerías que pueden variar de 13 a 25 °C dependiendo del estado del tiempo y el recorrido del agua en la ciudad.

**Cloro**

Cuando se añade Cloro al suministro de agua, a la salida de planta de tratamiento es de 2.5 ppm. Y cuando llega a la parte domiciliaria se encuentra entre 0.6 – 0.7 ppm.

**Coliformes totales y termotolerantes.** En la tabla 2 La cantidad de unidades formadoras de colonias por cien mililitros de agua fue 0.

Los resultados obtenidos en campo con los equipos respectivos, en diferentes meses del año son los siguientes:

**TABLA 01:** Promedios de las medidas de los parámetros físicos químicos del agua de uso poblacional en temporada sin lluvia de la ciudad de Chota, Enero – Diciembre del 2014.

| *PARAMETROS* | *UNIDADES* | *SALIDA DE PLANTA DE TRATAMIENTO* | *MUESTREO DOMICILIARIO 1* | *MUESTREO DOMICILIARIO 2* |
|---|---|---|---|---|
| *CONDUCTIVIDAD ELECTRICA* | µS/cm | 296 | 301 | 284 |
| *CORDENADAS* | UTM | $78^0$ 38´ 11,5" w<br>$6^0$ 33´27,3" S | $78^0$ 39´ 1,5" w<br>$6^0$ 33´46,05" S | $78^0$ 39´ 11,0" w<br>$6^0$ 33´42,5" S |
| *CLORO* | ppm Ca | 2.5 | 0.6 | 0.7 |
| *POTENCIAL DE HIDROGENO* | pH | 7.11 | 7.45 | 7.38 |
| *POTENCIAL DE OXIDO REDUCCION* | Voltio | 0.62 | 0.62 | 0.31 |
| *PRESION ATMOSFERICA* | atm | 0.9086 | 0.9964 | 0.9932 |
| *RESISTIVIDAD* | Ω.cm | 3393 | 3317 | 3511 |
| *SALINIDAD* | ppm | 0.14 | 0.14 | 0.14 |
| *SOLIDOS TOTALES DISUELTOS* | std ppm | 148 | 150 | 142 |
| *TEMPERUATURA* | C | 15.73 | 20.6 | 18.8 |
| *TURBIEDAD* | UNT | 0.86 | 0.68 | 0.69 |
| *DUREZA TOTAL* | mg /L de $CaCo_3$ | 160 | 160 | 160 |

**TABLA 02:** Crecimiento microbiológico (Coliformes Totales y Termotolerantes) en 100 mL del agua de uso poblacional de la ciudad de Chota en temporada sin lluvia de Junio – Diciembre del 2014.

| *PARAMETROS* | *UNIDADES* | *SALIDA DE PLANTA DE TRATAMIENTO* | *MUESTREO DOMICILIARIO 1* | *MUESTREO DOMICILIARIO 2* |
|---|---|---|---|---|
| *Coliformes Totales* | UFC/100 mL. | 0 | 0 | 0 |
| *Coliformes Termotolerantes* | UFC/100 mL. | 0 | 0 | 0 |

**FOTO** :10 Preparación para el análisis microbiológico

**FOTO** 11 Resultado del cultivo bacteriológico del agua antes de ser tratada

**TABLA 03:** Concentraciones de Metales del agua de uso poblacional de la ciudad de Chota en mes de Junio del 2014 tomadas en temporada sin lluvias.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | *Código de Laboratorio* | | *T-640-04* | |
| | *Código de Cliente* | | 4 | |
| | *Item de Ensayo* | | SALIDAD DE AGUA PLANTA DE TRATAMIENTO | DS N° 031-2010-SA. |
| *Parámetro* | Símbolo | Unidad | | |
| *Aluminio* | Al | mg/L | < 0.0021800 | 0.200 |
| *Antimonio* | Sb | mg/L | < 0.0077800 | 0,020 |
| *Arsénico* | As | mg/L | < 0.0016900 | 0,010 |
| *Bario* | Ba | mg/L | < 0.0002230 | 0,700 |
| *Boro* | B | mg/L | < 0.0011100 | 1,500 |
| *Cadmio* | Cd | mg/L | < 0.0000119 | 0,003 |
| *Cobre* | Cu | mg/L | < 0.0007660 | 2,000 |
| *Cromo* | Cr | mg/L | < 0.0005220 | 0,050 |
| *Hierro* | Fe | mg/L | < 0.0037000 | 0,300 |
| *Manganeso* | Mn | mg/L | < 0.0002630 | 0,400 |
| *Mercurio* | Hg | mg/L | < 0.0001230 | 0,001 |
| *Molibdeno* | Mo | mg/L | < 0.0000251 | 0,070 |
| *Níquel* | Ni | mg/L | < 0.0006220 | 0,020 |
| *Plomo* | Pb | mg/L | < 0.0002460 | 0,010 |
| *Selenio* | Se | mg/L | < 0.0015700 | 0,010 |
| *Sodio* | Na | mg/L | = 2.1510000 | 200.0 |
| *Zinc* | Zn | mg/L | < 0.0008610 | 3.000 |

**TABLA 04:** Promedios de las medidas de los parámetros físicos químicos del agua de uso poblacional en temporada con lluvia de la ciudad de Chota, Junio – Diciembre del 2014.

| *PARAMETROS* | *UNIDADES* | *SALIDA DE PLANTA DE TRATAMIENTO* | *MUESTREO DOMICILIARIO 1* | *MUESTREO DOMICILIARIO 2* |
|---|---|---|---|---|
| *CONDUCTIVIDAD ELECTRICA* | µS/cm | 315 | 301 | 284 |
| *CORDENADAS* | UTM | $78^0$ 38´ 11,5" W<br>$6^0$ 33´27,3" S | $78^0$ 39´ 1,5" W<br>$6^0$ 33´46,05" S | $78^0$ 39´ 11,0" W $6^0$ 33´42,5" S |
| *CLORO* | ppm Ca | 3.40 | 0.4 | 0.5 |
| *POTENCIAL DE HIDROGENO* | pH | 7.82 | 7.45 | 7.28 |
| *POTENCIAL DE OXIDO REDUCCION* | Voltio | 0.62 | 0.62 | 0.31 |
| *PRESION ATMOSFERICA* | Atm | 0.9051 | 0.9964 | 0.9932 |
| *RESISTIVIDAD* | Ω.cm | 3177 | 3124 | 3148 |
| *SALINIDAD* | ppm | 0.15 | 0.14 | 0.14 |
| *SOLIDOS TOTALES DISUELTOS* | std ppm | 158 | 150 | 149 |
| *TEMPERUATURA* | C | 15.73 | 16.9 | 16.7 |
| *TURBIEDAD* | UNT | 5.35 | 4.68 | 4.37 |
| *DUREZA TOTAL* | mg /L de CaCo3 | 260 | 260 | 260 |

**TABLA 05:** Crecimiento microbiológico (Coliformes Totales y Termotolerantes) en 100 mL. del agua de uso poblacional de la ciudad de Chota en temporada con lluvia de Enero – Diciembre del 2014

| *PARAMETROS* | *UNIDADES* | *SALIDA DE PLANTA DE TRATAMIENTO* | *MUESTREO DOMICILIARIO 1* | *MUESTREO DOMICILIARIO 2* |
|---|---|---|---|---|
| *Coliformes Totales* | UFC/100 mL. | 0 | 0 | 0 |
| *Coliformes Termotolerantes* | UFC/100 mL. | 0 | 0 | 0 |

**TABLA 06** Concentraciones de Metales, del agua de uso poblacional de la ciudad de Chota en mes de Diciembre del 2014 tomadas en temporada con lluvias

**CÓDIGO DE LABORATORIO** **T-1129-03**

| **CÓDIGO DE CLIENTE** | | | M-03 | |
|---|---|---|---|---|
| **ITEM DE ENSAYO** | | | SALIDAD DE AGUA PLANTA DE TRATAMIENTO | DS N° 031-2010-SA |
| **PARÁMETRO** | Símbolo | Unidad | | |
| *Aluminio* | Al | mg/L | =0.1490000 | 0.200 |
| *Antimonio* | Sb | mg/L | < 0.0066700 | 0,020 |
| *Arsénico* | As | mg/L | < 0.0133000 | 0,010 |
| *Bario* | Ba | mg/L | < 0.0000358 | 0,700 |
| *Boro* | B | mg/L | < 0.0081400 | 1,500 |
| *Cadmio* | Cd | mg/L | < 0.0001450 | 0,003 |
| *Cobre* | Cu | mg/L | =0.0130000 | 2,000 |
| *Cromo* | Cr | mg/L | < 0.0000296 | 0,050 |
| *Hierro* | Fe | mg/L | =0.0670000 | 0,300 |
| *Manganeso* | Mn | mg/L | < 0.00000659 | 0,400 |
| *Mercurio* | Hg | mg/L | < 0.0000326 | 0,001 |
| *Molibdeno* | Mo | mg/L | < 0.0004950 | 0,070 |
| *Níquel* | Ni | mg/L | < 0.0003160 | 0,020 |
| *Plomo* | Pb | mg/L | < 0.0015800 | 0,010 |
| *Selenio* | Se | mg/L | < 0.0163000 | 0,010 |
| *Sodio* | Na | mg/L | =11.8490000 | 200.0 |
| *Zinc* | Zn | mg/L | =0.0130000 | 3.000 |

## 3.1 DISCUSIÓN

Los metales pesados se encuentran en forma natural en la corteza terrestre; sin embargo cuando se liberan en el ambiente por las actividades humanas. Pueden llegar a convertirse en contaminantes en el aire, agua superficial, subterránea, otros ambientes acuáticos y suelo.

Las fuentes antropogénicas más importantes son la extracción de minerales, desde hace 10,000 años el hombre comenzó la minería, fundición y manufactura de metales utilizados para producir utensilios, herramientas, armas y ornamentos. En las prácticas agrícolas, el uso de químicos para combatir plagas y fertilizar el suelo aportan grandes cantidades de metales pesados como son cobre, cadmio, mercurio, cromo, arsénico, entre otros. Otras actividades son la fabricación de plásticos, recubrimientos anticorrosivos, alimentos, manufactura de plaguicidas, baterías, soldaduras, pigmentos, producción de acero, curtidoras de piel, entre otras.

La presencia de algunos metales y/o metaloides en el agua puede ocurrir de forma natural por dilución de minerales y erosión, principalmente, tal es el caso del arsénico el cual se distribuye ampliamente en diversas regiones en países como Bangladesh, Bengal, La India, Irak y Tailandia; en América Latina se ha reportado presencia de arsénico en los países de Argentina, Chile, México, El Salvador, Nicaragua, Perú y Bolivia (Castro, 2006)

Los cuadros comparativos donde se presenta el resultado de la muestra de agua analizada peruana de los límites máximos permisibles, en algunos de los casos se encuentra ligeramente sobre el valor referencial dada por el sistema de salud y por Ministerio del Ambiente.

El resultado de los análisis de la fuente del agua superficial fueron evaluados mediante comparación referencial con los Estándares

Nacionales de Calidad Ambiental para Aguas (D.S. 002 – 2008-MINAM), según la Categoría 1“Poblacional y Recreacional”, Sub categoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.
El AGUA PARA CONSUMO HUMANO analizadas un Agua Apta en los Parámetros “Coliformes Termotolerantes, Coliformes Termotolerantes” respaldándonos en la norma D.S. Nº 031-2010-MINSA (AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO) de los Límites Máximos Permisibles que debe tener toda agua de consumo/uso humano.

La comparación del parámetro en lo que respecta al Aluminio cumple con los LMP del decreto DS N° 031-2010-SA en temporadas de estiaje y en temporada de lluvias no cumple con LMP.

La comparación del parámetro en lo que respecta al Arsénico cumple con los LMP del decreto DS N° 031-2010-SA en temporadas de estiaje y no cumple LMP en temporada de lluvias.

La comparación del parámetro en lo que respecta al Selenio cumple con los LMP del decreto DS N° 031-2010-SA en temporadas de estiaje y no cumple LMP en temporada de lluvias.

La comparación de los parámetros de los siguientes metales: Antimonio, Bario, Berilio, Boro, Cadmio, Calcio, Cerio, Cobalto, Cobre, Cromo, Estaño, Estroncio, Fósforo, Hierro, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plata, Plomo, Potasio, Sodio, Talio, Titanio, Vanadio, Zinc, cumple con los LMP del decreto DS N° 031-2010-SA en tiempos de lluvias y también en tiempos de esquiaje.

Para el caso de los valores de conductividad, estos se encuentran muy por debajo de los estándares nacionales, esto se confirma por las mínimas cantidades encontradas de solidos disueltos totales, Tabla N° 07 y Tabla N° 09 – Anexo; las aguas tienen muy pocos minerales disueltos.

Los valores de pH encontrados en el la planta de tratamiento de agua para la ciudad de chota oscila dentro de los rangos establecidos en un rango de 6.5-8.5.

Sucede lo mismo con los coliformes termotolerantes o fecales, se encontraron niveles ligeramente elevados de microorganismos para las muestras antes de ingresar a la planta de tratamiento. Tabla N° 07 y Tabla N° 09 - Anexo

# CAPITULO IV.

# CONCLUSIONES.

A. En agua que sale de la planta de tratamiento de la de la ciudad de chota se en temporada de lluvia tiene ligeramente algunos metales pesados que no cumple con las normas peruanas.

B. El agua que sale de la planta de tratamiento para consumo humano en la ciudad de chota, tiene una buena calidad en cuanto a su composición referencia química en temporada sin lluvias.

C. El agua que sale de la planta de tratamiento para consumo humano en la ciudad de chota, tiene una buena calidad en cuanto a bacterias de Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes en diferentes temperodas de lluvias y sin lluvias.

D. temporada de lluvias el agua que llega de forma turbia no recibe el tratamiento adecuado para eliminar la turbidez ya que los pozos de filtrado en algunas ocasiones colapsan y permiten que el agua aun haya presencia de algunas partículas.

# CAPITULO V

# RECOMENDACIONES

La Municipalidad de Chota debe garantizar un suministro adecuado de agua microbiológicamente inocua y también hacer un monitoreo mucho más profundo y según ello mantener su aceptabilidad para disuadir a los consumidores de consumir agua potencialmente menos segura desde el punto de vista microbiológico; físico y químico controlar los principales contaminantes químicos reconocidos como causantes de efectos adversos para la salud; y gestionar el monitoreo de otros contaminantes químicos.

La aplicación de un programa de monitoreo, es de vital importancia para la zona de Chota, con la finalidad de hacer un seguimiento de las condiciones físicas, químicas y biológicas del agua de consumo humano, como una manera de entender adecuadamente la compleja dinámica de la contaminación del agua que genera impactos en la salud.

## CAPITULOVI

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.


1. **ARAGONÉS, J y M. AMÉRIGO. 2010.** Psicología ambiental. Ediciones Pirámide.

2. **AZQUETA, D. 1994.** Valoración de la calidad ambiental. McGraw-Hill. 1ª. Edición. España.

3. **DEGRÉMONT. 1979**Manual Técnico del Agua. Francia.

4. **AVI OSTFELD, 2012** Water Supply System Analysis Selected Topics Printed in Croatia.

5. **LADISLAV VOTRUBA, 1988.** Analysis of Water Resource Systems Faculty of Civil Engineering of the Technical University, Prague, Czechoslovakia.

6. **REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO 2010** Decreto Supremo N° 031 – 2012 – SA. Dirección General de Salud Ambiental / Ministerio de Salud. Lima – Perú.

7. **Manual de procedimientos para la vigilancia sanitaria en salud ambiental** Ministerio de Salud. Dirección de Salud V Lima Ciudad. Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental. Lima: Dirección de Salud V Lima Ciudad. 2006.

# CAPITULOVII

# ANEXOS.

**TABLA 07: P**arámetros físico químicos y microbiológicos medidas tomadas in situ y procesadas en laboratorio en temporada sin lluvias.

| *PARAMETROS* | *UNIDADES* | *SALIDAD DE TUNEL* | *LLEGADA A PLANTA DE TRATAMIENTO TUNEL CONCHAN* | *LLEGADA A PLANTA DE TRATAMIENTO SURO* | *SALIDA DE PLANTA DE TRATAMIENTO* | *MUESTREO DOMICILIARIO 1* | *MUESTREO DOMICILIARIO 2* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *CONDUCTIVIDAD ELECTRICA* | µS/cm | 287 | 288 | 380 | 296 | 301 | 284 |
| *CORDENADAS* | UTM | $78^0$ 40´ 6,2" w | $78^0$ 38´ 11,5" w | $78^0$ 38´ 11,5" | $78^0$ 38´ 11,5" w | $78^0$ 39´ 1,5" w | $78^0$ 39´ 11,0" w |

| | | 6□ 29´56,5" | 6⁰ 33´26,7" S | w 6⁰ 33´26,7" S | 6□ 33´27,3" | 6□33´46,05" | 6□ 33´42,5" |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *DEMANDA DE OXIGENO DE SATURACION* | Doppm | 0.93 | 0.77 | 0.8 | 0.79 | 0.79 | 0.72 |
| *DEMANDA DE OXIGENO CONCENTRACION* | DO % | 9.2 | 7.6 | 8 | 8 | 8.1 | 8 |
| *POTENCIAL DE HIDROGENO* | pH | 7.01 | 7 | 7.44 | 7.11 | 7.45 | 7.38 |
| *POTENCIAL DE OXIDO REDUCCION* | Voltio | 0.85 | 0.86 | 0.39 | 0.61 | 0.62 | 0.31 |
| *PRESION ATMOSFERICA* | atm | 0.9932 | 0.9081 | 0.9082 | 0.9086 | 0.9964 | 0.9932 |
| *RESISTIVIDAD* | Ω.cm | 3481 | 3476 | 2633 | 3393 | 3317 | 3511 |
| *SALINIDAD* | sal | 0.14 | 0.14 | 0.18 | 0.14 | 0.14 | 0.14 |
| *SOLIDOS TOTALES DISUELTOS* | std ppm | 144 | 144 | 190 | 148 | 150 | 142 |
| *TEMPERUATURA* | C | 14.26 | 14.95 | 15.61 | 15.73 | 20.6 | 18.8 |
| *TURBIEDAD* | UNT | 1.21 | 1.43 | 0.89 | 0.86 | 0.68 | 0.69 |
| *DUREZA TOTAL* | mg /L de CaCo3 | 160 | 162 | 200 | 160 | 160 | 160 |
| *CLORO* | ppm Ca | 0 | 0 | 0 | 2.5 | 0.6 | 0.7 |
| *Coliformes Totales* | UFC | 10 | 16 | 7 | 0 | 0 | 0 |
| *Coliformes Termotolerantes* | UFC | 8 | 7 | 5 | 0 | 0 | 0 |

**TABLA 08:** Concentraciones de Metales, del agua de uso poblacional de la ciudad de Chota en diferentes puntos en el mes de Junio del 2014 tomadas en temporada sin lluvias.

| | Código de Laboratorio | | T-640-01 | T-640-02 | T-640-03 | DS 002-2008-MINAM | T-640-04 | DS N° 031-2010-SA. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Código de Cliente | | 1 | 2 | 3 | | 4 | |
| | Item de Ensayo | | SALIDA DEL TUNEL CONCHAN | LLEGADA A PLANTA DE TRATAMIENTO TUNEL CONCHAN | LLEGADA A PLANTA DE TRATAMIENTO DEL SURO | ECA AGUA | SALIDAD DE PLANTA DE TRATAMIENTO | |
| Parámetro | Símbolo | Unidad | | | | | | |
| Aluminio | Al | mg/L | =0.0040000 | = 0.0150000 | < 0.0021800 | 0,200 | < 0.0021800 | 0.200 |
| Antimonio | Sb | mg/L | < 0.0077800 | < 0.0077800 | < 0.0077800 | 0,006 | < 0.0077800 | 0,020 |
| Arsénico | As | mg/L | < 0.0016900 | < 0.0016900 | < 0.0016900 | 0,010 | < 0.0016900 | 0,010 |
| Bario | Ba | mg/L | < 0.0002230 | < 0.0002230 | < 0.0002230 | 0,700 | < 0.0002230 | 0,700 |
| Berilio | Be | mg/L | < 0.0002120 | < 0.0002120 | < 0.0002120 | 0.004 | < 0.0002120 | |
| Boro | B | mg/L | < 0.0011100 | < 0.0011100 | < 0.0011100 | 0.500 | < 0.0011100 | 1,500 |
| Cadmio | Cd | mg/L | < 0.0000119 | < 0.0000119 | < 0.0000119 | 0.003 | < 0.0000119 | 0,003 |
| Calcio | Ca | mg/L | = 58.944000 | = 58.957000 | = 78.605000 | 200.0 | = 60.104000 | |
| Cerio | Ce | mg/L | < 0.0009580 | < 0.0009580 | < 0.0009580 | | < 0.0009580 | |
| Cobalto | Co | mg/L | < 0.0014000 | < 0.0014000 | < 0.0014000 | 0.06 | < 0.0014000 | |
| Cobre | Cu | mg/L | < 0.0007660 | < 0.0007660 | < 0.0007660 | 2.000 | < 0.0007660 | 2,000 |
| Cromo | Cr | mg/L | < 0.0005220 | < 0.0005220 | < 0.0005220 | 0.050 | < 0.0005220 | 0,050 |
| Estaño | Sn | mg/L | < 0.0005010 | < 0.0005010 | < 0.0005010 | | < 0.0005010 | |
| Estroncio | Sr | mg/L | < 0.0000880 | < 0.0000880 | < 0.0000880 | | < 0.0000880 | |
| Fósforo | P | mg/L | < 0.0014200 | < 0.0014200 | < 0.0014200 | | < 0.0014200 | |
| Hierro | Fe | mg/L | < 0.0037000 | < 0.0037000 | < 0.0037000 | 0.300 | < 0.0037000 | 0,300 |
| Litio | Li | mg/L | < 0.0000100 | < 0.0000100 | < 0.0000100 | | < 0.0000100 | |
| Magnesio | Mg | mg/L | = 3.7170000 | = 3.6510000 | = 4.2860000 | | = 3.4480000 | |
| Manganeso | Mn | mg/L | < 0.0002630 | < 0.0002630 | < 0.0002630 | 0.100 | < 0.0002630 | 0,400 |
| Mercurio | Hg | mg/L | < 0.0001230 | < 0.0001230 | < 0.0001230 | 0.001 | < 0.0001230 | 0,001 |
| Molibdeno | Mo | mg/L | < 0.0000251 | < 0.0000251 | < 0.0000251 | | < 0.0000251 | 0,070 |
| Níquel | Ni | mg/L | < 0.0006220 | < 0.0006220 | < 0.0006220 | 0.020 | < 0.0006220 | 0,020 |
| Plata | Ag | mg/L | < 0.0005180 | < 0.0005180 | < 0.0005180 | 0.010 | < 0.0005180 | |
| Plomo | Pb | mg/L | < 0.0002460 | < 0.0002460 | < 0.0002460 | 0.010 | < 0.0002460 | 0,010 |
| Potasio | K | mg/L | = 0.7260000 | =0.7370000 | = 0.4330000 | | = 0.5820000 | |
| Selenio | Se | mg/L | < 0.0015700 | < 0.0015700 | < 0.0015700 | 0.010 | < 0.0015700 | 0,010 |
| Sodio | Na | mg/L | = 3.1710000 | =2.7460000 | = 1.6450000 | | = 2.1510000 | 200.0 |
| Talio | Tl | mg/L | < 0.0019400 | < 0.0019400 | < 0.0019400 | | < 0.0019400 | |
| Titanio | Ti | mg/L | < 0.0000329 | < 0.0000329 | < 0.0000329 | | < 0.0000329 | |
| Vanadio | V | mg/L | < 0.0012400 | < 0.0012400 | < 0.0012400 | 0.100 | < 0.0012400 | |
| Zinc | Zn | mg/L | < 0.0008610 | < 0.0008610 | < 0.0008610 | 3.000 | < 0.0008610 | 3.000 |

**TABLA 09:** Parámetros físico químicos y microbiológicos medidas tomadas en situ en y procesadas en laboratorio en temporada con lluvias.

| PARAMETROS | UNIDAD | LLEGADA A | LLEGADA A | SALIDA DE | MUESTREO | MUESTREO |
|---|---|---|---|---|---|---|

| | | *ES* | *PLANTA DE TRATAMIENTO TUNEL CONCHAN* | *PLANTA DE TRATAMIENTO SURO* | *PLANTA DE TRATAMIENTO* | *DOMICILIARIO 1* | *DOMICILIARIO 2* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *CONDUCTIVIDAD ELECTRICA* | µS/cm | | 267 | 390 | 315 | 301 | 284 |
| *CORDENADAS* | UTM | | $78^0$ 38´ 11,5" W<br>$6^0$ 33´26,7" S | $78^0$ 38´ 11,5"W<br>$6^0$ 33´26,7" S | $78^0$ 38´ 11,5" W<br>$6^0$ 33´27,3" S | $78^0$ 39´ 1,5" W<br>$6^0$ 33´46,05" S | $78^0$ 39´ 11,0" W<br>$6^0$ 33´42,5" S |
| *DEMANDA DE OXIGENO DE SATURACION* | Doppm | | 1.66 | 1.43 | 2.13 | 1.19 | 1.23 |
| *DEMANDA DE OXIGENO CONCENTRACION* | DO % | | 16.6 | 14.3 | 21.3 | 2.1 | 2.4 |
| *POTENCIAL DE HIDROGENO* | pH | | 7.8 | 7.94 | 7.82 | 7.45 | 7.28 |
| *POTENCIAL DE OXIDO REDUCCION* | Voltio | | 0.86 | 0.39 | 0.62 | 0.62 | 0.30 |
| *PRESION ATMOSFERICA* | atm | | 0.9049 | 0.9032 | 0.0051 | 0.9964 | 0.9932 |
| *RESISTIVIDAD* | Ω.cm | | 3476 | 2633 | 3177 | 3124 | 3148 |
| *SALINIDAD* | sal | | 0.13 | 0.19 | 0.15 | 0.14 | 0.14 |
| *SOLIDOS TOTALES DISUELTOS* | std ppm | | 133 | 195 | 158 | 150 | 149 |
| *TEMPERUATURA* | C | | 15.63 | 15.61 | 15.73 | 16.9 | 16.7 |
| *TURBIEDAD* | UNT | | 14.43 | 10.89 | 5.35 | 4.68 | 4.37 |
| *DUREZA TOTAL* | mg /L de CaCo3 | | 242 | 289 | 260 | 260 | 260 |
| *CLORO* | ppm Ca | | 0 | 0 | 3.40 | 0.4 | 0.5 |
| *Coliformes Totales* | UFC | | 48 | 17 | 0 | 0 | 0 |
| *Coliformes Termotolerantes* | UFC | | 15 | 12 | 0 | 0 | 0 |

**TABLA 10:** Concentraciones de Metales, del agua de uso poblacional de la ciudad de Chota en diferentes puntos en el mes de Diciembre del 2014 tomadas en temporada con lluvias.

| CÓDIGO DE LABORATORIO | | | T-1129-01 | T-1129-02 | DS 002-2008-MINAM | T-1129-03 | DS N° 031-2010-SA. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **CÓDIGO DE CLIENTE** | | | M-01 | M-02 | | M-03 | |
| **ITEM DE ENSAYO** | | | Agua Superficial Llegada del Tunel | Agua Superficial Llegada del Suro | ECA AGUA | Agua Potable de la Planta de Tratamiento | |
| **PARÁMETRO** | Símbolo | Unidad | | | | | |
| *Aluminio* | Al | mg/L | *=0.2990000* | *=0.1550000* | *0,200* | *=0.1490000* | *0.200* |
| *Antimonio* | Sb | mg/L | *< 0.0066700* | *< 0.0066700* | *0,006* | *< 0.0066700* | *0,020* |
| *Arsénico* | As | mg/L | *< 0.0133000* | *< 0.0133000* | *0,010* | *< 0.0133000* | *0,010* |
| *Bario* | Ba | mg/L | *< 0.0000358* | *< 0.0000358* | *0,700* | *< 0.0000358* | *0,700* |
| *Berilio* | Be | mg/L | *< 0.0000481* | *< 0.0000481* | *0.004* | *< 0.0000481* | |
| *Boro* | B | mg/L | *< 0.0081400* | *< 0.0081400* | *0.500* | *< 0.0081400* | *1,500* |
| *Cadmio* | Cd | mg/L | *< 0.0001450* | *< 0.0001450* | *0.003* | *< 0.0001450* | *0,003* |
| *Calcio* | Ca | mg/L | *=67.4000000* | *=90.0380000* | *200.0* | *=63.9020000* | |
| *Cerio* | Ce | mg/L | *< 0.0045100* | *< 0.0045100* | | *< 0.0045100* | |
| *Cobalto* | Co | mg/L | *< 0.0001480* | *< 0.0001480* | *0.06* | *< 0.0001480* | |
| *Cobre* | Cu | mg/L | *=0.0090000* | *=0.0140000* | *2.000* | *=0.0130000* | *2,000* |
| *Cromo* | Cr | mg/L | *< 0.0000296* | *< 0.0000296* | *0.050* | *< 0.0000296* | *0,050* |
| *Estaño* | Sn | mg/L | *< 0.0039100* | *< 0.0039100* | | *< 0.0039100* | |
| *Estroncio* | Sr | mg/L | *< 0.0000419* | *< 0.0000419* | | *< 0.0000419* | |
| *Fósforo* | P | mg/L | *=0.0410000* | *=0.08800000* | | *=0.0320000* | |
| *Hierro* | Fe | mg/L | *=0.2730000* | *=0.08500000* | *0.300* | *=0.0670000* | *0,300* |
| *Litio* | Li | mg/L | *< 0.0000669* | *< 0.00006690* | | *< 0.0000669* | |
| *Magnesio* | Mg | mg/L | *=4.2090000* | *=5.31100000* | | *=3.7730000* | |
| *Manganeso* | Mn | mg/L | *=0.0170000* | *=0.01400000* | *0.100* | *< 0.00000659* | *0,400* |
| *Mercurio* | Hg | mg/L | *< 0.0000326* | *< 0.00003260* | *0.001* | *< 0.0000326* | *0,001* |
| *Molibdeno* | Mo | mg/L | *< 0.0004950* | *< 0.00049500* | | *< 0.0004950* | *0,070* |
| *Niquel* | Ni | mg/L | *< 0.0003160* | *< 0.00031600* | *0.020* | *< 0.0003160* | *0,020* |
| *Plata* | Ag | mg/L | *< 0.0015500* | *< 0.00155000* | *0.010* | *< 0.0015500* | |
| *Plomo* | Pb | mg/L | *< 0.0015800* | *0.79500000* | *0.010* | *< 0.0015800* | *0,010* |
| *Potasio* | K | mg/L | *0.3590000* | *0.00158000* | | *=0.8470000* | |
| *Selenio* | Se | mg/L | *< 0.0163000* | *=15.7690000* | *0.010* | *< 0.0163000* | *0,010* |
| *Sodio* | Na | mg/L | *=14.1500000* | *< 0.01630000* | | *=11.8490000* | *200.0* |
| *Talio* | Tl | mg/L | *< 0.0054900* | *< 0* | | *< 0.0054900* | |
| *Titanio* | Ti | mg/L | *< 0.0001040* | *< 0.00549000* | | *< 0.0001040* | |
| *Vanadio* | V | mg/L | *< 0.0007240* | *0.00010400* | *0.100* | *< 0.0007240* | |
| | | | | *0.00072400* | | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Zinc* | Zn | mg/l | *=0.0080000* | *=0.01600000* | *3.000* | *=0.0130000* | *3.000* |

## COMPARACION DE PARAMETROS FISCO, QUIMICIO Y MICROBIOLOGICOS EN TEMPORADA DE LLUVIAS Y TEMPORADA SIN LLUVIA

**FIGURA Nº** 4 Medición de cloro en temporada lluvias (LMP en cloro 0.5 D.S. 031 – 2010 SA)

**FIGURA: Nº** 5 Medición de cloro en temporada sin lluvias (LMP en cloro 0.5 D.S. 031 – 2010 SA)

**FIGURA Nº:** 6 Coliformes totales en temporada sin lluvias (D.S. 031 – 2010 SA)

**FIGURA Nº:** 7 Coliformes totales en temporada de lluvias (D.S. 031 – 2010 SA)

**FIGURA Nº:** 8 Coliformes termotolerantes temporada de lluvia(D.S. 031 – 2010 SA)

**FIGURA Nº:** 9 Coliformes termotolerantes temporada sin lluvia (D.S. 031 – 2010 SA)

**TABLA N: 11 CLASIFICACION DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO / ESTANDARES DE LA CALIDAD DE AGUA (ECA)**

| CATEGORIA | RECUENTO DE COLONIAS COLI/FECAL- TERMOTOLERANTES/100 ML | |
|---|---|---|
| A1 | 0 | Agua superficiales destinadas al uso de abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección. |
| A2 | 1 a 2000 | Agua superficiales destinadas al uso de abastecimiento de agua para consumo humano para tratamiento convencional |
| A3 | 2001 a 20000 | Aguas superficiales destinadas al uso de abastecimiento de agua para consumo humano con tratamiento físico químico avanzado |

## COMPARACION DE PARAMETROS DE CAMPO MEDIDOS EN EL AGUA EN TEMPORADA DE AUSENCIA DE LLUVIAS Y TEMPORADAS DE LLUVIAS

**FIGURA Nº: 10** Medición Turbiedad en temporada sin lluvia(LMP 5 UNT D.S. 031 – 2010 SA)

**FIGURA Nº:**11 Medición Turbiedad de temporada de lluvia (LMP 5 UNT - D.S. 031 – 2010 SA)

**FIGURA Nº:** 12 Medición pH en temporada con lluvia (LMP 6.5 – 8.5 D.S. 031 – 2010 SA)

**FIGURA Nº: 13** Medición pH en temporada sin lluvia (LMP 6.5 – 8.5 D.S. 031 – 2010 SA)

**FIGURA Nº: 14** Medición Conductividad en tiempo con lluvias LMP: 1500 Conductividad (25°C)D.S. 031 – 2010 SA

**FIGURA Nº: 15** Medición Conductividad en temporada sin lluvias LMP: 1500 Conductividad (25°C) D.S. 031 – 2010 SA

## COMPARACION DE RESULTADOS EN METALES EN TEMPORADA DE AUSENCIA DE LLUVIAS Y TEMPORADAS DE LLUVIAS

**FIGURA Nº:** 16 Medición Al temporada de esquiaje

**FIGURA Nº:** 17 Medición Al temporada de lluvia

**FIGURA Nº:** 18 Medición Sb en temporada de esquiaje

**FIGURA Nº:** 19 Medición Sb en temporada de lluvia

**FIGURA Nº:** 20 Medición As en temporada de esquiaje

**FIGURA Nº: 21** Medición As en temporada de lluvia

**FIGURA Nº: 22** Medición Ba en temporada de esquiaje

**FIGURA Nº: 23** Medición Ba en temporada de lluvia

**FIGURA Nº:** 24 Medición Be en temporada de esquiaje

**FIGURA Nº: 25** Medición Be en temporada de lluvia

**FIGURA Nº: 26** Medición B en temporada de esquiaje

**FIGURA Nº:** 27 Medición B en temporada de lluvia

**FIGURA Nº: 28** Medición Cd en temporada de esquiaje

**FIGURA Nº: 29** Medición Cd en temporada de lluvia

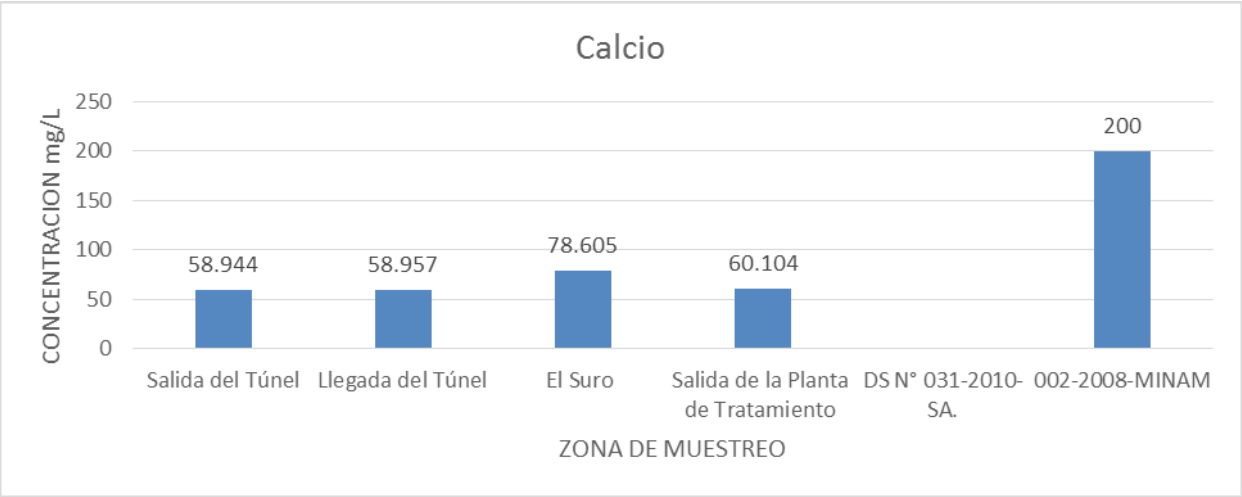


**FIGURA Nº: 30** Medición de Ca en temporada de esquiaje

**FIGURA Nº: 31** Medición de Ca en temporada de lluvia

**FIGURA Nº: 32** Medición de Ce en temporada de esquiaje

**FIGURA Nº: 33** Medición de Ce en temporada de lluvia

**FIGURA Nº: 34** Medición de Co en temporada de esquiaje

**FIGURA Nº: 35** Medición de Co en temporada de lluvia

**FIGURA Nº: 36** Medición de Cu en temporada de esquiaje

**FIGURA Nº: 37** Medición de Cu en temporada de lluvia

**FIGURA Nº:** 38 Medición de Cr en temporada esquiaje

**FIGURA Nº: 39** Medición de Cr en temporada de lluvia

**FIGURA Nº:40** Medición de Sn en temporada esquiaje

**FIGURA Nº: 41** Medición de Sn en temporada de lluvia

**FIGURA Nº:42** Medición de Sr en temporada de esquiaje

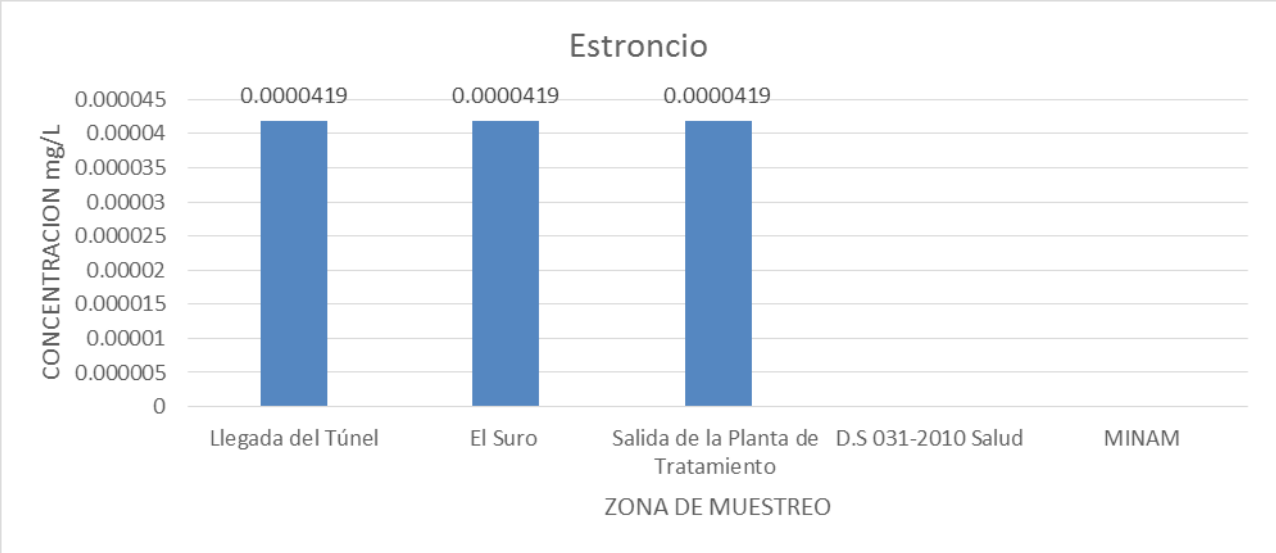


**FIGURA Nº:**43 Medición de Sr en temporada de lluvia

**FIGURA Nº:**44 Medición de P en temporada de esquiaje

**FIGURA Nº:**45 Medición de P en temporada de lluvia

**FIGURA Nº:**46 Medición de Fe en temporada de esquiaje

**FIGURA Nº:**47 Medición de Fe en temporada de lluvia

**FIGURA Nº:**48 Medición de Li en temporada de esquiaje

**FIGURA Nº: 49** Medición de Li en temporada de lluvia

**FIGURA Nº: 50** Medición de Mn en temporada de esquiaje

**FIGURA Nº: 51** Medición de Mn en temporada de lluvia

**FIGURA Nº: 52** Medición de Mg en temporada de esquiaje

**FIGURA Nº: 53** Medición de Mg en temporada de lluvia

**FIGURA Nº: 54** Medición de Hg en temporada de esquiaje

**FIGURA Nº: 55** Medición de Hg en temporada de lluvia

**FIGURA Nº: 56** Medición de Mo en temporada de esquiaje

**FIGURA Nº:**57 Medición de Mo en temporada de lluvia

**FIGURA Nº: 58** Medición de Ni en temporada de esquiaje

**FIGURA Nº: 59** Medición de Ni en temporada de lluvia

**FIGURA Nº: 60** Medición de Ag en temporada de esquiaje

**FIGURA Nº: 61** Medición de Ag en temporada de lluvia

**FIGURA Nº: 62** Medición de Pb temporada de esquiaje

**FIGURA Nº: 63** Medición de Pb temporada de lluvia

**FIGURA Nº: 64** Medición de K en temporada de esquiaje

**FIGURA Nº: 65** Medición de K en temporada de lluvia

**FIGURA Nº: 66** Medición de Se en temporada de esquiaje

**FIGURA Nº: 67** Medición de Se en temporada de lluvia

**FIGURA Nº: 68** Medición de Na en temporada de esquiaje

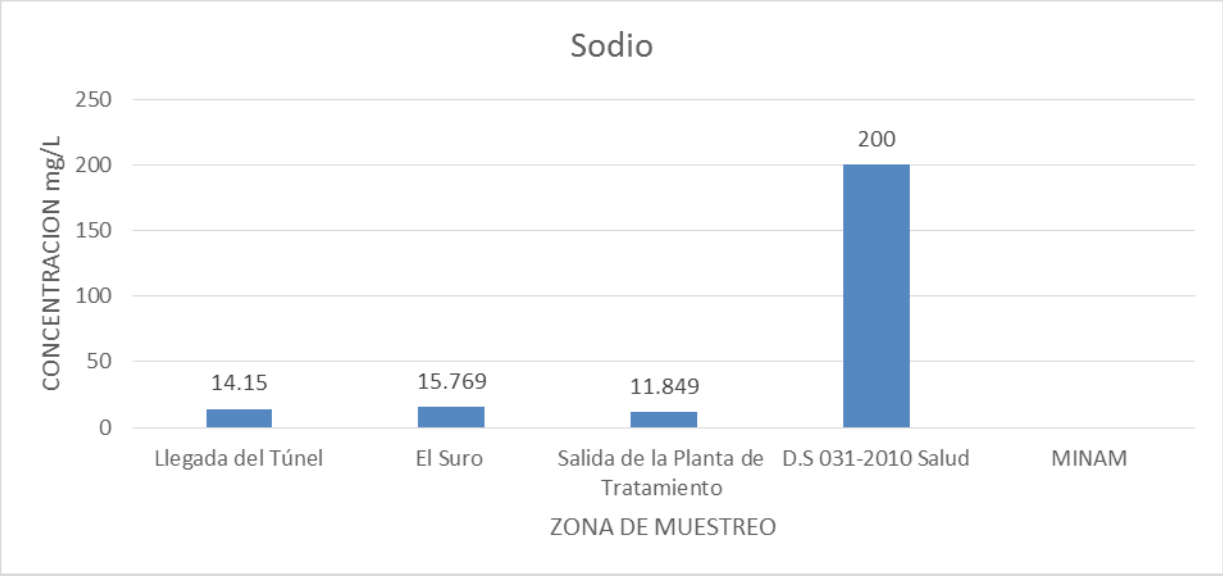


**FIGURA Nº:**69 Medición de Na en temporada de lluvia

**FIGURA Nº: 70** Medición de Tl en temporada de esquiaje

**FIGURA Nº: 71** Medición de Tl en temporada de lluvia

**FIGURA Nº:72** Medición de Ti en temporada de esquiaje

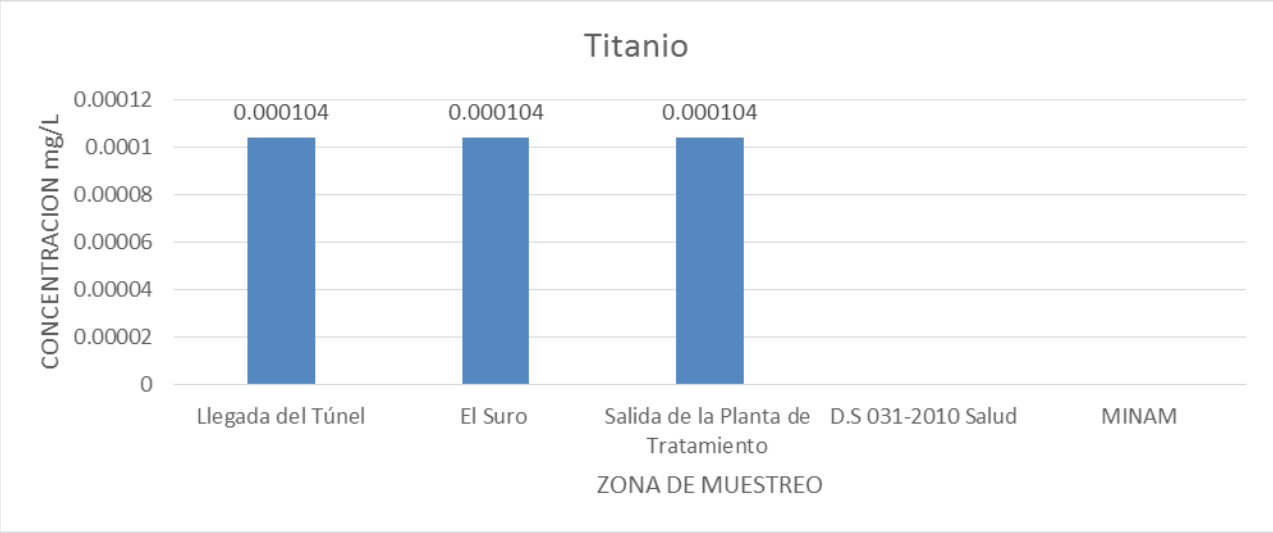


**FIGURA Nº: 73** Medición de Ti en temporada de lluvia

**FIGURA Nº: 74** Medición de Vn en temporada de esquiaje

**FIGURA Nº:75** Medición de Vn en temporada de lluvia

**FIGURA Nº: 76** Medición de Zn en temporada de esquiaje

**FIGURA Nº:** 77 Medición de Zn en temporada de lluvia

**RIESGOS DE CONSUMO DE METALES QUE NO CUMPLE CON LAS NORMAS.**

***Arsénico***

Elemento químico, cuyo símbolo es As y su número atómico, 33. El arsénico se encuentra distribuido ampliamente en la naturaleza (cerca de 5 x $10^{-4}$% de la corteza terrestre). Es uno de los 22 elementos conocidos que se componen de un solo nucleido estable, $^{75}_{33}As$; el peso atómico es de 74.922. Se conocen otros 17 nucleidos radiactivos de As.

**Efectos del Arsénico sobre la salud**

El Arsénico es uno de los más tóxicos elementos que pueden ser encontrados. Debido a sus efectos tóxicos, los enlaces de Arsénico inorgánico ocurren en la tierra naturalmente en pequeñas cantidades. Los humanos pueden ser expuestos al Arsénico a través de la comida, agua y aire.

La exposición puede también ocurrir a través del contacto con la piel con suelo o agua que contenga Arsénico.

Los niveles de Arsénico en la comida son bastante bajos, no es añadido debido a su toxicidad, pero los niveles de Arsénico en peces y mariscos puede ser alta, porque los peces absorben Arsénico del agua donde viven. Por suerte esto esta es mayormente la forma de Arsénico orgánico menos dañina, pero peces que contienen significantes cantidades de Arsénico inorgánico pueden ser un peligro para la salud humana.

La exposición al Arsénico puede ser más alta para la gente que trabaja con Arsénico, para gente que bebe significantes cantidades de vino, para gente que vive en casas que contienen conservantes de la madera y gente que viven en granjas donde el Arsénico de los pesticidas ha sido aplicado en el pasado.

La exposición al Arsénico inorgánico puede causar varios efectos sobre la salud, como es irritación del estómago e intestinos, disminución en la producción de glóbulos rojos y blancos, cambios en la piel, e irritación de los pulmones. Es sugerido que la toma de significantes cantidades de Arsénico inorgánico puede intensificar las posibilidades de desarrollar

cáncer, especialmente las posibilidades de desarrollo de cáncer de piel, pulmón, hígado, linfa.

A exposiciones muy altas de Arsénico inorgánico puede causar infertilidad y abortos en mujeres, puede causar perturbación de la piel, pérdida de la resistencia a infecciones, perturbación en el corazón y daño del cerebro tanto en hombres como en mujeres. Finalmente, el Arsénico inorgánico puede dañar el ADN. El Arsénico orgánico no puede causar cáncer, ni tampoco daño al ADN. Pero exposiciones a dosis elevadas puede causar ciertos efectos sobre la salud humana, como es lesión de nervios y dolores de estómago.

La ingestión de pequeñas cantidades de arsénico puede causar efectos crónicos por su acumulación en el organismo, como:

- Irritación de estómago e intestino.
- Disminución de la producción de glóbulos rojos y blanco.
- Irritación de los pulmones.
- Lesiones en la piel.
- Diabetes.
- Posibilidades de Cáncer (Piel, Pulmón, Riñones e Hígado).
- En exposiciones muy altas:
- Infertilidad y Aborto en mujeres
- Daño del Cerebro
- Problemas Cardiacos

**Efectos ambientales del Arsénico**

El Arsénico puede ser encontrado de forma natural en la tierra en pequeñas concentraciones. Esto ocurre en el suelo y minerales y puede entrar en el aire, agua y tierra a través de las tormentas de polvo y las aguas de escorrentía.

El Arsénico es un componente que es extremadamente duro de convertir en productos solubre en agua o volátil. En realidad el Arsénico es naturalmente específicamente un compuesto móvil,  básicamente

significa que grandes concentraciones no aparecen probablemente en un sitio específico. Esto es una buena cosa, pero el punto negativo es que la contaminación por Arsénico llega a ser un tema amplio debido al fácil esparcimiento de este. El Arsénico no se puede movilizar fácilmente cuando este es inmóvil. Debido a las actividades humanas, mayormente a través de la minería y las fundiciones, naturalmente el Arsénico inmóvil se ha movilizado también y puede ahora ser encontrado en muchos lugares donde ellos no existían de forma natural.

El ciclo del Arsénico ha sido ampliado como consecuencia de la interferencia humana y debido a esto, grandes cantidades de Arsénico terminan en el Ambiente y en organismos vivos. El Arsénico es mayoritariamente emitido por las industrias productoras de cobre, pero también durante la producción de plomo y zinc y en la agricultura.

Este no puede ser destruido una vez que este ha entrado en el Ambiente, así que las cantidades que hemos añadido pueden esparcirse y causar efectos sobre la salud de los humanos y los animales en muchas localizaciones sobre la tierra.

Las plantas absorben Arsénico bastante fácil, así que alto rango de concentraciones pueden estar presentes en la comida. Las concentraciones del peligroso Arsénico inorgánico que está actualmente presente en las aguas superficiales aumentan las posibilidades de alterar el material genético de los peces. Esto es mayormente causado por la acumulación de Arsénico en los organismos de las aguas dulces consumidores de plantas. Las aves comen peces que contienen eminentes cantidades de Arsénico y morirán como resultado del envenenamiento por Arsénico como consecuencia de la descomposición de los peces en sus cuerpos.

***Aluminio***

Elemento químico metálico, de símbolo Al, número atómico 13, peso atómico 26.9815, que pertenece al grupo IIIA del sistema periódico. El aluminio puro es blando y tiene poca resistencia mecánica, pero puede formar aleaciones con otros elementos para aumentar su resistencia y

adquirir varias propiedades útiles. Las aleaciones de aluminio son ligeras, fuertes, y de fácil formación para muchos procesos de metalistería; son fáciles de ensamblar, fundir o maquinar y aceptan gran variedad de acabados. Por sus propiedades físicas, químicas y metalúrgicas, el aluminio se ha convertido en el metal no ferroso de mayor uso.

**Efectos del Aluminio sobre la salud**

El Aluminio es uno de los metales más ampliamente usados y también uno de los más frecuentemente encontrados en los compuestos de la corteza terrestre. Debido a este hecho, el aluminio es comúnmente conocido como un compuesto inocente. Pero todavía, cuando uno es expuesto a altas concentraciones, este puede causar problemas de salud. La forma soluble en agua del Aluminio causa efectos perjudiciales, estas partículas son llamadas iones. Son usualmente encontradas en soluciones de Aluminio combinadas con otros iones, por ejemplo cloruro de Aluminio.

La toma de Aluminio puede tener lugar a través de la comida, respirarlo y por contacto en la piel. La toma de concentraciones significantes de Aluminio puede causar un efecto serio en la salud como:

- Daño al sistema nervioso central
- Demencia
- Pérdida de la memoria
- Apatía
- Temblores severos

El Aluminio es un riesgo para ciertos ambientes de trabajo, como son las minas, donde se puede encontrar en el agua. La gente que trabaja en fábricas donde el Aluminio es aplicado durante el proceso de producción puede aumentar los problemas de pulmón cuando ellos respiran el polvo de Aluminio. El Aluminio puede causar problemas en los riñones de los pacientes, cuando entra en el cuerpo durante el proceso de diálisis.

**Efectos ambientales del Aluminio**

Los efectos del Aluminio han atraido nuestra atención, mayormente debido a los problemas de acidificación. El Aluminio puede acumularse en las plantas y causar problemas de salud a animales que consumen esas plantas. Las concentraciones de Aluminio parecen ser muy altas en lagos acidificados. En estos lagos un número de peces y anfibios están disminuyendo debido a las reacciones de los iones de Aluminio con las proteinas de las agallas de los peces y los embriones de las ranas.

Elevadas concentraciones de Aluminio no sólo causan efectos sobre los peces, pero también sobre los pájaros y otros animales que consumen peces contaminados e insectos y sobre animales que respiran el Aluminio a través del aire.

Las consecuencias para los pájaros que consumen peces contaminados es que la cáscara de los huevos es más fina y los pollitos nacen con bajo peso. Las consecuencias para los animales que respiran el Aluminio a través del aire son problemas de pulmones, pérdida de peso y declinación de la actividad. Otro efecto negativo en el ambiente del Aluminio es que estos iones pueden reaccionar con los fosfatos, los cuales causan que el fosfato no esté disponible para los organismos acuáticos.

Altas concentraciones de Aluminio no sólo pueden ser encontrados en lagos ácidos y arie, también en aguas subterráneas y suelos ácidos. Hay fuertes indicadores de que el Aluminio puede dañar las raices de los árboles cuando estas están localizadas en las aguas subterráneas.

***Selenio***

Elemento químico, símbolo Se, número atómico 34 y peso atómico 78.96. Sus propiedades son semejantes a las del telurio.

La abundancia de este elemento, ampliamente distribuido en la corteza terrestre, se estima aproximadamente en 7 x 10-5% por peso, encontrándose en forma de seleniuros de elementos pesados y, en menor cantidad, como elemento libre en asociación con azufre elemental. Sus minerales no se encuentran en suficiente cantidad para tener utilidad, como fuente comercial del elemento, y por ello los

minerales de sulfuro de cobre seleníferos son los que representan la fuente primaria.

**Efectos del Selenio sobre la salud**

Los humanos pueden estar expuestos al selenio de varias formas diferentes. La exposición al selenio tiene lugar bien a través de la comida o el agua, o cuando nos ponemos en contacto con tierra o aire que contiene altas concentraciones de selenio. Esto no es muy sorprendente, porque el selenio se da naturalmente en el medio ambiente de forma muy amplia y está muy extendido.

La exposición al selenio tiene lugar principalmente a través de la comida, porque el selenio está presente naturalmente en los cereales y la carne. Los humanos necesitan absorber ciertas cantidades de selenio diariamente, con el objeto de mantener una buena salud. La comida normalmente contiene suficiente selenio para prevenir las enfermedades causadas por su carencia.

La toma de selenio a través de la comida puede ser más elevada de lo normal en muchos casos, porque en el pasado se aplicaron muchos fertilizantes ricos en selenio en los cultivos.

Las personas que viven cerca de lugares donde hay residuos peligrosos experimentarán una mayor exposición a través del suelo y del aire. El selenio procedente de cultivos y de lugares donde hay residuos peligrosos acabará en las aguas subterráneas o superficiales por irrigación. Este fenómeno hace que el selenio acabe en el agua potable local, de forma que la exposición al selenio a través del agua aumentará temporalmente.

Las personas que trabajan en las industrias del metal, industrias recuperadoras de selenio e industrias de pintura también tienden a experimentar una mayor exposición al selenio, principalmente a través de la respiración. El selenio es liberado al aire a través de la combustión de carbón y aceite.

Las personas que comen muchos cereales que crecen cerca de las industrias pueden experimentar una mayor exposición al selenio a través de la comida. La exposición al selenio a través del agua potable puede ser aumentada cuando el selenio de la eliminación de residuos peligrosos termina en los pozos de agua.

La exposición al selenio a través del aire suele ocurrir en el lugar de trabajo. Puede provocar mareos, fatiga e irritaciones de las membranas mucosas. Cuando la exposición es extremadamente elevada, puede ocurrir retención de líquido en los pulmones y bronquitis.

La toma de selenio a través de la comida es normalmente lo suficientemente grande como para satisfacer las necesidades humanas; la escasez raramente ocurre. Cuando hay escasez puede que las personas experimenten problemas de corazón y musculares. Cuando la toma de selenio es demasiado grande es probable que se presenten efectos sobre la salud. La gravedad de estos efectos depende de las concentraciones de selenio en la comida y de la frecuencia con que se tome esa comida.

Los efectos sobre la salud de las diversas formas del selenio pueden variar de pelo quebradizo y uñas deformadas, a sarpullidos, calor, hinchamiento de la piel y dolores agudos. Cuando el selenio acaba en los ojos las personas experimentan quemaduras, irritación y lagrimeo.

El envenenamiento por selenio puede volverse tan agudo en algunos casos que puede incluso causar la muerte.

La sobre-exposición a vapores de selenio puede producir acumulación de líquido en los pulmones, mal aliento, bronquitis, neumonía, asma bronquítica, náuseas, escalofríos, fiebre, dolor de cabeza, dolor de garganta, falta de aliento, conjuntivitis, vómitos, dolores abdominales, diarrea y agrandamiento del hígado. El selenio es irritante y sensibilizador de los ojos y del sistema respiratorio superior.

La sobre-exposición puede resultar en manchas rojas en las uñas, dientes y pelo. El dióxido de selenio reacciona con la humedad para formar ácido selénico, que es corrosivo para la piel y ojos.

Carcinogenicidad: La Agencia Internacional de la Investigación del Cáncer (IARC) ha incluido al selenio dentro del grupo 3 (el agente no es clasificable en relación a su carcinogenicidad en humanos.).

**Efectos ambientales del Selenio**

El selenio se presenta naturalmente en el medio ambiente. Es liberado tanto a través de procesos naturales como de actividades humanas. En su forma natural el selenio como elemento no puede ser creado ni destruido, pero tiene la capacidad de cambiar de forma.

Bajos niveles de selenio pueden terminar en suelos o agua a través de la erosión de las rocas. Será entonces tomado por las plantas o acabará en el aire cuando es absorbido en finas partículas de polvo. Es más probable que el selenio entre en el aire a través de la combustión de carbón y aceite, en forma de dióxido de selenio. Esta sustancia será transformada en ácido de selenio en el agua o el sudor.

Las sustancias en el aire que contienen selenio son normalmente descompuestas en selenio y agua bastante deprisa, de forma que no son peligrosas para la salud de los organismos.

Los niveles de selenio en el suelo y agua aumentan, porque el selenio sedimenta del aire y el selenio de los residuos también tiende a acabar en los suelos de los vertederos.

Cuando el selenio en los suelos no reacciona con el oxígeno permanece bastante inmóvil. El selenio que es inmóvil y no se disuelve en el agua representa menor riesgo para los organismos. Los niveles de oxígeno en el aire y la acidez del suelo aumentarán las formas móviles del selenio. Las actividades humanas tales como los procesos industriales y agrícolas incrementan los niveles de oxígeno y la acidez de los suelos.

Cuando el selenio es más móvil, las probabilidades de exposición a sus componentes aumentarán considerablemente. La temperatura del suelo, la humedad, las concentraciones de selenio soluble en agua, la estación del año, el contenido en materia orgánica y la actividad microbiana

determinarán la rapidez con la que el selenio se mueve a través del suelo. En otras palabras, estos factores determinan su movilidad.

La agricultura puede no solo incrementar el contenido de selenio en el suelo; también puede aumentar las concentraciones de selenio en las aguas superficiales, ya que las aguas de drenaje de irrigación portan selenio.

El comportamiento del selenio en el medio ambiente depende fuertemente de sus interacciones con otros componentes y de las condiciones medio ambientales en el lugar en concreto y a una hora concreta.

Existe evidencia de que el selenio puede acumularse en los tejidos corporales de los organismos y puede ser transportada en la cadena alimenticia hacia niveles superiores. Normalmente esta biomagnificación de selenio comienza cuando los animales ingieren muchas plantas que han estado absorbiendo enormes cantidades de selenio, antes de la ingestión. Debido a la irrigación, las concentraciones de selenio en la escorrentía tienden a ser muy altas en organismos acuáticos en muchas zonas.

Cuando los animales absorben o acumulan concentraciones de selenio extremadamente grandes, puede causar fallo reproductivo y defectos de nacimiento.

http://www.lenntech.es/periodica/elementos/se.htm#ixzz3r66qa6Zi

# GLOSARIO DE TERMINOS

**Ablandamiento** La eliminación del calcio y el magnesio de un agua para reducir su dureza.

**Absoluto** El grado del micrón de un filtro. Indica que cualquier partícula más grande que un tamaño específico será atrapada dentro del filtro.

**Absorción** Cuando un sólido toma las moléculas en su estructura.

**Absorción de luz** La cantidad de luz que un cierto volumen de agua puede absorber con el tiempo.

**Acidez** La capacidad cuantitativa del agua de neutralizar una base, expresada en equivalente de carbonato de calcio en PPM o del mg/l. El número de los átomos de hidrógeno que están presente determina esto. Es medido generalmente por medio de una valoración con una solución de hidróxido sódico estándar.

**Acuífero** Una capa en el suelo que es capaz de transportar un volumen significativo de agua subterránea.

**Acuífero semi confinado** Un acuífero parcialmente confinado por capas de suelo de menor permeabilidad a través del cual la descarga y recarga puede todavía ocurrir.

**Acuoso** Algo compuesto por agua.

**Adsorción** Separación de líquidos, de gases, de coloides o de materia suspendida en un medio por adherencia a la superficie o a los poros de un sólido.

**Aerobio** Un proceso que ocurre en presencia del oxígeno, tal como la digestión de la materia orgánica por las bacterias en una charca de oxidación.

**Aerosol** Las partículas líquidas o sólidas muy pequeñas dispersadas en el aire.

**Aerosol ácido** Partículas líquidas o sólidas muy pequeñas que son ácidas y son bastante pequeñas y son aerotransportadas.

**Afinidad** La agudeza con la que un cambiador de un ion toma y se aferra a un contador-ion. Las afinidades se ven muy afectadas por la concentración del electrolito que rodea al cambiador del ion.

**Agentes contaminantes biodegradables** Agentes contaminantes que son capaces de ser descompuestos bajo condiciones naturales.

**Agentes quelatos** Compuestos orgánicos que tienen la habilidad de atrapar iones que están disueltos en el agua convirtiéndolos en sustancias solubles.

**Aglomeración** Proceso de unir partículas más pequeñas para formar una masa más grande.

**Agua ácida** Agua que contiene una cantidad de sustancias ácidas que hacen al pH estar por debajo de 7,0.

**Agua blanda** Cualquier agua que no contiene grandes concentraciones de minerales disueltos como calcio y magnesio.

**Agua contaminada** La presencia en el agua de suficiente material perjudicial o desagradable para causar un daño en la calidad del agua.

**Agua desmineralizada** Agua que es tratada contra contaminante, minerales y está libre de sal.

**Agua de percolación** Agua que pasa a través de la roca o del suelo bajo la fuerza de la gravedad.

**Agua dura** Agua que contiene un gran número de iones positivos. La dureza está determinada por el número de átomos de calcio y magnesio presentes. El jabón generalmente se disuelve malamente en las aguas duras.

**Agua embotellada** Agua que se vende en los envases de plásticos para ser bebida y/o uso doméstico.

**Agua potable** Agua que es segura para beber y para cocinar.

**Agua producto** Agua que ha sido pasada a través de una planta de tratamiento de aguas residuales y está lista para ser entregada a los consumidores.

**Agua salobre** Agua que no está contenida en la categoría de agua salada, ni en la categoría de agua dulce. Esta agua está contenida entre las dos anteriores.

**Agua segura** Agua que no contiene bacterias peligrosas, metales tóxicos, o productos químicos, y es considerada segura para beber.

**Agua subterránea** Agua que puede ser encontrada en la zona satura del suelo; zona que consiste principalmente en agua. Se mueve lentamente desde lugares con alta elevación y presión hacia lugares de baja elevación y presión, como los ríos y lagos.

**Agua superficial** Toda agua natural abierta a la atmósfera, concerniente a ríos, lagos, reservorios, charcas, corrientes, océanos, mares, estuarios y humedales.

**Agua ultra pura** Una manera de trabajo especializado que demanda la creación de un agua ultra pura. Un número de técnicas son usadas, entre otras; filtración por membrana, intercambio iónico, filtros sub microscópicos, ultra violeta y sistemas de ozono. El agua producto es extremadamente pura y no contiene mucha concentración de sal, componentes orgánicos o pirogénicos, oxígeno, sólidos en suspensión y bacterias.

**Aguas brutas** Entrada antes de cualquier tratamiento o uso.

**Aguas grises** Aguas domésticas residuales compuestas por agua de lavar procedente de la cocina, cuarto de baño, aguas de los fregaderos, y lavaderos.

**Aguas hipo anóxicas** Aguas con una concentración de oxígeno disuelto menor que 2mg/L, el nivel generalmente aceptado como mínimo requerido para la vida y la reproducción de organismos acuáticos.

**Aguas negras** Aguas que contiene los residuos de seres humanos, de animales o de alimentos.

**Aguas receptoras** Un río, un lago, un océano, una corriente de agua u otro curso de agua, dentro del cual se descargan aguas residuales o efluentes tratados.

**Aguas residuales** Fluidos residuales en un sistema de alcantarillado. El gasto o agua usada por una casa, una comunidad, una granja, o industria que contiene materia orgánica disuelta o suspendida.

**Aguas residuales brutas** Aguas residuales sin tratar y sus contenidos.

**Aguas residuales municipales** Residuos líquidos, originados por una comunidad. Posiblemente han sido formado por aguas residuales domésticas o descargas industriales.

**Aireación** Técnica que se utiliza en el tratamiento de aguas que exige una fuente de oxígeno, conocida comúnmente como purificación biológica aeróbica del agua. El agua es traída para ponerla en contacto con las gotitas de aire o rociando el aire se trae en contacto con agua por medio de instalaciones de la aireación. El aire es presionado a través de la superficie del agua, este burbujea y el agua se provee de oxígeno.

**Aireación mecánica** Uso de la energía mecánica para inyectar aire al agua para causar una corriente residual que absorba oxígeno.

**Alcalinidad** La alcalinidad significa la capacidad tapón del agua; la capacidad del agua de neutralizar. Evitar que los niveles de pH del agua lleguen a ser demasiado básico o ácido. Es También añadir carbón al agua. La alcalinidad estabiliza el agua en los niveles del pH alrededor de 7. Sin embargo, cuando la acidez es alta en el agua la alcalinidad disminuye, puede causar condiciones dañinas para la vida acuática. En química del agua la alcalinidad se expresa en PPM o el mg/l de carbonato equivalente del calcio. La alcalinidad total del agua es la suma de las tres clases de alcalinidad; alcalinidad del carbonato, del bicarbonato y del hidróxido.

**Alcantarilla combinada** Un sistema de alcantarilla que transporta tanto aguas residuales como agua de lluvia de escorrentía.

**Algas** Organismos uni o multicelular que se encuentran comúnmente en el agua superficial, tal como lenteja de agua. Producen su propio alimento por medio de la fotosíntesis. La población de las algas se divide en algas verdes y en algas azules, de las cuales las algas azules son muy dañinas para la salud humana. El crecimiento excesivo las algas puede hacer que el agua tenga olores o gusto indeseables. La descomposición de las algas disminuye las fuentes de oxígeno en el agua.

**Anaerobio** Un proceso que ocurre en ausencia de oxígeno, tal como la digestión de la materia orgánica por las bacterias en un UASB-reactor.

**Anión** Un ion cargado negativamente que resulta de la disociación de sales, de ácidos o de álcalis en la solución

**Ánodo** Un sitio en la electrólisis donde el metal entra en solución como catión que se va detrás de un equivalente de los electrones que se transferirán a un electrodo opuesto, llamada cátodo

**Aplicación de la tierra** Descarga de aguas residuales en la tierra para tratarla o reutilización.

**Área de recarga** Un área donde el agua de lluvia se introduce a través del suelo para alcanzar el acuífero.

**Asimilación** La capacidad del agua de purificarse de agentes contaminadores.

**Atascamiento** La deposición de la materia orgánica en las membranas, lo cual causa ineficiencia.

**Atenuación** El proceso de reducción en un cierto plazo de la concentración de un compuesto. Esto puede hacerse con la absorción, la adsorción, la degradación, la disolución o la transformación.

**Átomo** La unidad más pequeña de la materia que es única a un elemento particular. Son los últimos componentes de toda materia.

**Bacterias** Pequeños microorganismos unicelulares, que se reproducen por la fisión de esporas.

**Bacteria coliforme** Bacteria que sirve como indicador de contaminantes y patógenos cuando son encontradas en las aguas. Estas son usualmente encontradas en el tracto intestinal de los seres humanos y otros animales de sangre caliente.

**Bacteria facultativa** Bacteria que puede vivir bajo condiciones aeróbicas o anaeróbicas.

**Base** Una sustancia alcalina que tiene un pH que exceda de 7.5.

**Bicarbonatos** Sal que contiene el anión HCO3 -. Cuando se agrega un ácido, el ion se rompe transformándose en H20 y CO2, y actúa como agente tampón.

**Bioacumulación** El aumento en la concentración de una sustancia en organismos vivos, debido al contacto de éste con aire, agua, o alimento contaminado, debido a la lenta metabolización y excreción.

**Biocida** Un producto químico que es tóxico para los microorganismos. Los biocidas se utilizan a menudo para eliminar bacterias y otros organismos unicelulares del agua.

**Biomonitorización** El uso de los organismos vivos para probar la conveniencia de descargar efluentes en aguas limpias y de probar la calidad de tales aguas río abajo de la descarga.

**Biopelícula** Población de varios microorganismos, contenidos en una capa de productos de excreción, unida a una superficie.

**Bioremediación** El tratamiento biológico de las aguas residuales y del lodo, induciendo la interrupción de productos orgánicos y de hidrocarburos para dar dióxido de carbono y agua.

**Biota** Todos los organismos vivos en una región o un ecosistema.

**Biotransformación** Conversión de una sustancia en otros compuestos por los organismos; incluyendo la biodegradación.

***Boom de algas*** Períodos grandes de crecimiento de algas que afectan a la calidad del agua. Los crecimientos exponenciales de algas indican cambios potencialmente peligrosos en la química del agua.

***Cal*** Tratamiento químico del agua común. La cal puede ser depositada sobre paredes de duchas y baños, después de que la cal reaccione con el calcio para formar caliza.

**Cámara de contacto con cloro** Parte de la planta de tratamiento de agua donde el efluente es desinfectado por cloro.

**Capacidad de asimilación** La capacidad del agua natural de recibir aguas residuales o materiales tóxicos sin que tengan efectos negativos y sin daño para la vida acuática o para los seres humanos que consumen ese agua.

**Capacidad de neutralización de un ácido** Medida de la capacidad tapón del agua; la capacidad del agua a resistir cambios en el pH.

**Capacidad de reserva** Extra capacidad de tratamiento construida dentro de las plantas de tratamiento de aguas residuales y alcantarillado con la capacidad de alcanzar incrementos de flujos futuros debido al crecimiento de la población.

**Capilaridad** Agua que sube por encima de un punto de la superficie, no estando en contacto con ninguna superficie sólida. Esto es debido a la adhesión, cohesión y tensión superficial donde el agua está en contacto con una superficie sólida.

**Carbón activado** Este posiblemente es el medio más comúnmente usado para la adsorción, producido por calentamiento de sustancias carbonosas o bases de celulosa en ausencia de aire. Tiene una estructura muy porosa y se utiliza comúnmente para quitar la materia orgánica y los gases disueltos en el agua. Su aspecto es similar al carbón o a la turba. Disponible en forma granular, en polvo o bloque la; la forma en polvo tiene la capacidad más alta de adsorción.

**Carbón activo granulado** El calentamiento de carbón para animar la activación de lugares para la absorción de contaminantes.

***Carbón biológico activado*** Carbón activado que apoya el crecimiento activo microbiano, para ayudar en la degradación de los compuestos orgánicos que son absorbidos en su superficie y en sus poros.

**Carbonatos** Compuestos químicos relacionados con el dióxido de carbono.

**Carcinógeno** Algún contaminante disuelto que puede inducir cáncer.

***Carga del lecho*** Restos de partículas sedimentadas sobre o cerca del fondo del canal que son empujadas o ruedan a través del flujo del agua.

**Carga eléctrica** La carga de un ión, establecida por su número de electrones. Un ión $Cl^-$ es en realidad un átomo de cloro que ha adquirido un electrón, y un ión de $Ca^{++}$ es un átomo de calcio, que ha perdido dos electrones.

**Catálisis** Química que incrementa el ratio de la reacción pero no forma parte directa de dicha reacción, por lo tanto permanece intacta después de que la reacción tenga lugar.

**Catión** Ión de carga negativa, resultado como la disolución de moléculas en agua.

**Cátodo** Un lugar en la electrolisis donde los cationes en disolución son neutralizados por electrodos que permanecen fuera de la superficie o produce una reacción secundaria con el agua.

**Caudal** Flujo de agua superficial en un río o en un canal.

**Caudal de agua cero** Cuando solo el caudal de agua que entra a un sistema de alcantarillado es agua normal doméstica y sanitaria, porque toda la industrial y la de la agricultura es reciclada dentro de la planta.

**Caudal de agua subterránea** Aguas subterráneas que entran en zonas costeras, las cuales han sido contaminadas por la infiltración en la tierra de lixiviados, inyección en pozos profundo de aguas peligrosas y tanques asépticos.

**Centrifugación** Proceso de separación, el cual usa la acción de la fuerza centrífuga para promover el asiento de partículas que se encuentran mezcladas con líquidos.

**Cerrado** Una acumulación de partículas en un medio de filtro, que impide que los líquidos atraviesen.

**Charca de almacenamiento de agua** Una charca para líquidos residuales, diseñada para lograr algún grado de tratamiento bioquímico.

**Charca de oxidación** Cuerpo de agua construido por el hombre en el cual los residuos son consumidos por las bacterias.

**Ciclo** Longitud de tiempo que un filtro puede ser usado antes de que necesite limpieza, usualmente se incluye el tiempo de limpieza.

***Ciclo hidrológico*** Ciclo natural del agua que ocurre en el ambiente, incluyendo la evaporación, condensación, retención y escorrentía.

**Claridad** La claridad de un líquido.

**Cloración** Proceso de purificación del agua en el cual el cloro es añadido al agua para desinfectarla, para el control de organismos presente. También usado en procesos de oxidación de productos impuros en el agua.

**Cloraminas** Complejo químico que consiste en amoniaco y cloro. Sirve como desinfectante del agua en suministros de agua público porque el cloro puede reaccionar con partículas orgánicas formando productos peligrosos. Las formas en las que las cloraminas existen dependen de las propiedades físico-químicas de la fuente del agua.

**Cloro disponible** Es una medida de la cantidad de cloro disponible en carbonatos de cloro, compuestos del hipoclorito, y otros materiales.

**Coágulos** Residuo sólido precipitado en el filtro después de que la filtración tenga lugar.

**Coagulación** Desestabilización de partículas coloidales por la adición de un reactivo químico, llamado coagulante. Esto ocurre a través de la neutralización de las cargas.

**Coagulantes** Partículas líquidas en suspensión que se unen para crear partículas con un volumen mayor.

**Coeficiente de ratio cinemático** El número que describe la proporción en la que los componentes del agua como la demanda biológica de oxígeno disuelto suben o bajan.

***Coloides*** Material de muy pequeño tamaño, en el rango de 10-5 a 10-7 de diámetro.

**Compuestos** Dos o más elementos diferentes sostenidos juntos en proporciones fijas por fuerzas de atracción llamado enlace químico.

**Compuestos aromáticos** Un tipo de hidrocarburo que contiene una estructura de anillo, tal como benceno y tolueno. Pueden ser encontrados por ejemplo en la gasolina.

**Concentrado** La totalidad de diferentes sustancias que son dejadas detrás de un filtro después de un proceso de filtración.

**Concentración** La cantidad de material disuelto en una unidad de solución, expresado en mg/L.

**Condensado** Agua obtenida por la condensación del vapor de agua.

***Conductancia específica*** Método para estimar el contenido de sólidos disueltos en el suministro de agua comprobando su conductividad.

**Conductividad** La cantidad de electricidad que un agua puede conducir. Esta expresada en magnitudes químicas.

**Conductividad hidráulica** El ratio con el que el agua puede moverse a través de un medio permeable.

**Contaminación por nutrientes** Contaminación de las fuentes de aguas por una excesiva entrada de nutrientes. En aguas superficiales, la excesiva producción de algas es la mayor preocupación.

**Contaminación térmica** Descarga de agua caliente desde un proceso industrial que es recibida por un agua superficial, causando la muerte o lesiones a los organismos acuáticos.

**Contaminante** Un compuesto que a concentración suficientemente alta causa daños en la vida de los organismos.

***Contaminantes biológicos*** Organismos vivos tales como virus, bacterias, hongos, y antígenos de mamíferos y de pájaros que pueden causar efectos dañinos sobre la salud de los seres humanos.

**Contaminantes tóxicos del agua** Compuestos que no son encontrados de forma natural en el agua y vienen dados en concentraciones que causan la muerte, enfermedad, o defectos de nacimiento en organismos que los ingieren o absorben.

**COP's** Contaminantes Orgánicos Persistentes, compuestos complejos que son muy persistentes y difícilmente biodegradables.

**Costra** El precipitado que se forma en la superficie de contacto con el agua como resultado de un cambio físico o químico.

**COV** Compuesto Orgánico Volátil. Compuestos orgánicos sintéticos los cuales tienen fácil evaporación y a menudo son carcinogénicos.

**Crecimiento microbiano** La multiplicación de microorganismos como las bacterias, algas, diatomeas, plancton, y fungis.

**Cryptosporidium** A microorganismo del agua que causa enfermedades gastrointestinales en humanos. Es comúnmente encontrado en superficie de aguas sin tratar y puede ser eliminado por filtración. Es resistente a los desinfectantes como el cloro.

**DBO (Demanda Biológica de Oxígeno)**La cantidad de oxígeno (medido en el mg/l) que es requerido para la descomposición de la materia orgánica por los organismos unicelulares, bajo condiciones de prueba. Se utiliza para medir la cantidad de contaminación orgánica en aguas residuales.

**DBO $_5$** La cantidad de oxígeno disuelto consumido en cinco días por las bacterias que realizan la degradación biológica de la materia orgánica.

**Decantar** Retirar la capa superior de un líquido después de que materiales pesados (un sólido o cualquier otro líquido) se haya depositado.

**Densidad** El peso de una cierta cantidad de agua. Esta es usualmente expresada en kilogramos por metro cúbico.

**DQO (Demanda Química de Oxígeno)** Cantidad de oxígeno (medido en mg/L) que es consumido en la oxidación de materia orgánica y materia inorgánica oxidable, bajo condiciones de prueba. Es usado para medir la cantidad total de contaminantes orgánicos presentes en aguas residuales. En contraposición al BOD, con el DQO prácticamente todos los compuestos son oxidados.

**Desalcalinización** Cualquier proceso que sirve para reducir la alcalinidad del agua.

**Desalinización** La eliminación de la sal del agua del mar o de aguas salobres para producir agua potable, usando varias técnicas.

**Descarbonización** Proceso de elimina dióxido de carbono del agua, usando torres de contacto o scrubbers de aire.

**Descarga** La liberación de contaminantes que fueron capturados por un medio de filtración.

**Descarga indirecta** Introducción de contaminantes desde una fuente no doméstica en un sistema de tratamiento de aguas residuales público. Descargadores indirectos que pueden ser comercializados o facilitados por industrias cuyas aguas residuales entran en el alcantarillado local.

**Descarga municipal** Descarga de efluentes procedentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales, el cual recibe agua residuales de las casas, de establecimientos comerciales, e industrias en cuencas de drenaje costeras.

***Descomposición*** La ruptura de la materia orgánica por bacteria y fungi, para cambiar la apariencia de la estructura química y física de la materia orgánica.

**Desfluorización** La eliminación del flúor del agua potable para prevenir los daños en los dientes.

**Desgasificación** El proceso de eliminación de gases disuelto en agua, usando aspiración o calor.

**Desinfección** La descontaminación de fluidos y superficies. Para desinfectar un fluido o una superficie una variedad de técnica están disponibles, como desinfección por ozono. A menudo desinfección significa eliminación de la presencia de microorganismo con un biocida.

**Desinfectantes** Fluidos o gases para desinfectar filtros, tuberías, sistemas, etc.

**Desionización** Proceso que sirve para eliminar todas las sustancias ionizadas de una solución. Más comúnmente es un proceso de intercambio donde cationes y aniones son eliminados independientemente los unos de los otros.

**Desmineralización** Procesos para eliminar minerales del agua, usualmente el término es restringido para procesos de intercambio de iones.

**Desnitrificación** Eliminación de productos nitritos y nitratos del agua para producir una calidad que responda a los estándares comunes.

**Desorción** Lo contrario a la adsorción; la eliminación de materia desde un medio adsorbente, usualmente para recuperar material.

**Detergente** Agente de limpieza soluble en agua, tal como jabón.

**Dewater** Separación del agua del lodo, para producir una pasta sólida.

**Difusión** El movimiento de moléculas gaseosas o aerosoles dentro de líquidos, causados por un gradiente de concentración.

**Difusor** A componente del sistema de contacto de ozono en el generador de ozono que permite la difusión del ozono contenido como gas.

**Digestor** Tanque cerrado para el tratamiento de aguas residuales, en el cual las bacterias actúan induciendo la ruptura de la materia orgánica.

**DT** Dureza total. La suma de la dureza del calcio y el magnesio, expresada como carbonato cálcico equivalente.

**Dureza del carbonato** Dureza del agua causada por el carbonato y el bicarbonato por productos de calcio y magnesio.

**Efluente** La salida o flujos salientes de cualquier sistema que despacha flujos de agua, a un tanque de oxidación, a un tanque para un proceso de depuración biológica del agua, etc. Este es el agua producto dada por el sistema.

**Electrodiálisis** Un proceso que usa corrientes eléctricas, aplicado a membranas permeables, para eliminar minerales del agua.

**Electrolisis** Procesos donde energía eléctrica puede cambiar a energía química. El proceso ocurre en un electrolito, en una disolución acuosa o fusión de una sal la cual da a los iones la posibilidad de transferirse electrones entre ellos. La electrolisis es la conexión entre dos electrodos, los cuales son también conectados a una corriente directa. Si se aplica una corriente eléctrica, los iones positivos migran hacia el cátodo mientras que los iones negativos migrarán hacia el ánodo. En los electrodos, los cationes serán reducidos y los aniones serán oxidados.

**Electrolito** Sustancia que se disocia en iones cuando se disuelve en agua.

**Electrones** Bloques de construcción cargados negativamente de un átomo que circula alrededor del núcleo.

**Elementos** Bloques de construcción distintivos de la materia que forma parte del material de toda sustancia.

**Elutriación** Liberar el lodo de su líquido madre por lavado con agua.

**Emulsión** Dispersión de un líquido en otro, ocurre cuando un líquido es insoluble.

**Emulsionante** Producto químico que ayuda a que un líquido se suspenda en otro.

**Energía cinética o cinemática** Energía poseída por el agua en movimiento.

**Enlazadores** Productos químicos que sostienen fibras cortas juntas en un filtro de cartucho.

**Enriquecimiento** Cuando la adicción de nutrientes, como nitrógeno y fósforo, desde un efluente de aguas residuales o escorrentía superficial de aguas procedentes de la agricultura, incrementando fuertemente el crecimiento de algas.

**Escorrentía directa** Agua que fluye directamente desde la superficie del suelo a las corrientes, ríos y lagos.

**Escherichia coli (E. coli)** Bacteria coliforme que está a menudo asociada con el hombre y desechos a animales y es encontrada en el intestino. Es usada por

departamentos de salud y laboratorios privados para medir la calidad de las aguas.

**Escorrentía** Parte del agua de precipitación que discurre por la superficie de la tierra hacia corrientes u otrasaguas superficiales.

**Escorrentía urbana** Aguas procedentes de las calles de las ciudades con propiedades domésticas que transportan contaminantes al sistema de alcantarillado y reciben aguas.

***Estuario*** Región de interacción entre ríos y la orilla de océanos, donde la acción de la marea y el flujo del río mezcla el agua dulce con el agua salada. Por lo tanto los estuarios principalmente consisten en agua salobre.

**Eutrófico** Referente al agua que está enriquecida en nutrientes como el nitrógeno y el fósforo.

**Eutrofización** Enriquecimiento del agua, la cual causa un crecimiento excesivo de plantas acuáticas e incrementan la actividad de microorganismos anaeróbicos. Como resultado los niveles de oxígenos disminuyen rápidamente y el agua se asfixia, haciendo la vida imposible para los organismos acuáticos aeróbicos.

**Eutrofización cultural** Disminución de la concentración de oxígeno en agua, lo cual tiene serias consecuencias para la vida acuática, causada por humanos.

**Evaluación cualitativa del agua** Análisis del agua usado para describir la visibilidad o las características estáticas del agua.

**Evaluación cuantitativa del agua** Uso de análisis para establecer las propiedades del agua y concentraciones de compuestos y contaminantes en orden de definir la calidad del agua.

**Evaporación** El proceso de pasar el agua de forma líquida a gaseosa.

**Evapotranspiración** Pérdida de agua del suelo a través de la vaporación, por vaporación directa y por la transpiración de las plantas.

**Expulsión** El flujo de agua en un medio en una dirección opuesta al flujo normal. El flujo es vuelto a menudo al sistema por expulsión, si las aguas residuales en un sistema de la purificación se contaminan seriamente.

***Eyector*** Un dispositivo usado para inyectar una solución química dentro de un agua residual durante el tratamiento del agua.

**Fase** Estado de la materia. Este puede ser líquido, sólido o gaseoso.

**Fermentación** La conversión de materia orgánica a metano, dióxido de carbono y otras moléculas por bacterias anaeróbicas.

**Filtración** Separación de sólidos y líquidos usando una sustancia porosa que solo permite pasar al líquido a través de él.

**Filtración de arena** La filtración de arena es frecuentemente usada y es un método muy robusto para eliminar los sólidos suspendidos en el agua. El medio de filtración consiste en múltiples capas para arenas con variedad en el tamaño y gravedad específica. Filtros de arena pueden ser suministrados para diferentes tamaños y materiales ambas manos operan de totalmente de forma automática.

**Filtración por flujo cruzado** Un proceso que usa flujo cruzado opuesto a la superficie de la membrana para minimizar el crecimiento de partículas.

**Filtración profunda** Proceso de tratamiento en el cual, todo el fondo del filtro es usado para atrapar partículas insolubles y suspendidas en el que se evita que el agua fluya a través de él.

**Filtrado** Un líquido que ha sido pasado a través de un medio de filtro.

**Filtro de cartucho** Mecanismo de filtro desechable que tiene un rango de filtración de 0.1 micras hasta 100 micras.

**Filtro de vela** Filtro con una apertura relativamente gruesa, diseñado para retener y proteger al medio de filtración de la amplia gama de sustancias.

**Filtro por goteo** Unidad de tratamiento de aguas residuales que contiene un medio con bacterias. La corriente del agua residual es goteada a través del medio y las bacterias rompen los residuos orgánicos. Las bacterias son colectadas en el medio de filtración.

**Fisión** Reproducción de microorganismos por división celular.

**Floculación** Acumulación de partículas desestabilizadas y micro partículas, y posteriormente la formación de copos de tamaño deseado. Uno debe añadir

otra sustancia química llamada floculante en orden de facilitar la formación de copos llamados flóculos.

**Flóculo** Masa floculada que es formada por la acumulación de partículas suspendidas. Puede ocurrir de forma natural, pero es usualmente inducido e orden de ser capaz de eliminar ciertas partículas del agua residual.

**Flotación** Proceso de separación sólido-líquido o líquido-líquido, el cual es aplicado para partículas cuya densidad es más pequeña que la densidad del líquido que las contiene. Hay tres tipos: flotación natural, ayudada e inducida.

**Flotación de aire disuelto (FAD)** Un proceso donde se induce la flotación con muchas burbujas de aire o 'micro burbujas', de 40 a 70 micras.

***Flotación mecánica*** Un término utilizado en la industria mineral para describir el uso de dispersar aire para producir burbuja que miden entre 0.2 a 2 mm de diámetro.

**Flujo** El ratio del caudal de un recurso, expresado en volumen por unidad de tiempo.

**Flujo entrante** Una corriente de agua que entra en cualquier sistema o unidad de tratamiento.

**Flujo laminar** Flujo en el cual las rápidas fluctuaciones están ausentes.

**Flujo turbulento** Flujo que contiene posibles fluctuaciones rápidas.

**Flux** El ratio al cual la membrana de la ósmosis inversa permite al agua pasar a través de ella.

**Fotosíntesis** El proceso de conversión del agua y el dióxido de carbono a carbohidratos. Esta tiene lugar en presencia de clorofila y es activada por los rayos del sol. Durante el proceso de libera oxígeno. Sólo las plantas y un número determinado de microorganismos pueden realizar la fotosíntesis.

**Fragmentación** La subdivisión de un sólido en fragmentos. Los fragmentos se adhieren cerca de la superficie.

**Fuente puntual** Localización estacionaria desde la cual los contaminantes son descargados. Es una fuente identificable individual de contaminación, Como los sistemas de tuberías y las fábricas.

**Fuentes difusas** Fuentes de contaminación del agua difusa sin un punto de origen específico. Los contaminantes son generalmente llevados a la tierra por las tormentas. Comúnmente fuentes difusas son la agricultura y la deposición atmosférica.

**Galón** Unidad que está ahora casi enteramente fuera de tiempo. Es equivalente 3.785 litros.

**Generador de ozono** Un mecanismo que genera ozono haciendo pasar una corriente a través de una cámara que contiene oxígeno. Es a menudo usado como sistema de desinfección.

**Giardia** Un microorganismo que es comúnmente encontrado en superficies de aguas sin tratamiento y que puede ser eliminado por filtración. Es resistente a los desinfectantes como el cloro.

**Gradiente hidráulico** En general, la dirección del flujo de agua subterránea debido a cambios en la profundidad del nivel piezométrico.

**Gran sistema de agua** Sistema de agua que sirve a más de 50,000 consumidores.

**Grupos activos** Los iones fuertemente fijados a una matriz de un intercambiador. Cada grupo activo debe siempre tener un ión contador de carga opuesta cerca de sí mismo.

**Hidrocarburos** Compuestos orgánicos que están formado por átomos de carbono e hidrógeno y a menudo usados por las industrias petroleras.

**Hidrocarburos clorados** Hidrocarburos que contienen cloro. Eso incluye a tipos de insecticidas persistentes que se acumulan en la cadena alimentaria de los sistemas acuáticos. Entre ellos están DDT, aldrin, dieldrin, heptaclor, clordano, lindano, endrin, Mirex, hexacloro, y toxafeno.

**Hidrófilo** Que tiene afinidad por el agua.

**Hidrófobo** Que repele al agua.

**Hidrogeología** Ciencia de la química y el movimiento de las aguas subterráneas.

**Hidrólisis** La descomposición de compuestos orgánicos por la interacción del agua.

**Hipoclorito** Un anión que forma compuestos como hipoclorito de calcio y de sodio. Esos productos son a menudo utilizados para desinfectar y blanquear.

**Hipoclorito cálcico** Sustancia química que es ampliamente usada para la desinfección del agua, por ejemplo en piscinas y en plantas de potabilización de agua. Es especialmente usual porque tiene una estable poder de secado y puede ser fabricado en pastillas.

***Humedad*** Un área que está cubierta por agua superficial o subterránea, con vegetación adaptada para vivir bajo esta clase de condiciones del suelo.

**Humedecer** El grado relativo con el que un fluido se extiende en la superficie de un sólido en presencia de otros fluidos inmiscibles.

**Humidificación** La adición de vapor de agua al aire.

**Imhoff (cono de Imhoff)** Un aclarador, contenedor con forma de cono usado para medir el volumen de sólidos depositados en un volumen específico de agua.

**Impermeable** No penetrable fácilmente por el agua.

**Indicador** Cualquier entidad biológica o proceso, o comunidad cuyas características muestren la presencia de las condiciones ambientales específicas o contaminación.

**Índice de coliformes** Una posición de la pureza del agua basada en un conteo de bacterias coliformes.

**Índice de Langelier (IL)** Un índice que refleja el equilibrio del pH del agua con respecto al calcio y la alcalinidad; usado en la estabilización del agua para controlar tanto la corrosión como la escala de deposición.

**Infiltración** Penetración del agua en un medio, por ejemplo el suelo.

**Infraestructura para las aguas residuales** El plan o la red para la colección tratamiento y traspaso del agua de cloaca de una comunidad.

**Inhibidor** Sustancia química que interfiere en una reacción química, como la precipitación.

**Inmiscibilidad** La inhabilidad de dos o más sólidos o líquido para disolverse fácilmente uno dentro del otro.

**Intercambiador de calor** Componente que es utilizado para quitar calor de o ceder calor a un líquido.

***Inyección*** La introducción de una sustancia química o un medio en un proceso del agua para alterar su química o filtrar compuestos específicos.

**Ión** Un átomo en solución que está cargado, o sea positivamente (cationes) o negativamente (aniones).

**Ión cambiador** El reemplazamiento de iones indeseados con una cierta carga por iones deseados de la misma carga en una solución, por un ión permeable absorbente.

Más información sobre intercambio iónico.

**Iones dipolares** Iones que actúan tanto como cationes o como aniones de acuerdo con el ambiente en el cual se encuentren. En tecnología del agua son usualmente macromoléculas orgánicas.

**Irrigación** Aplicación de agua o aguas residuales para suministrar el agua y los nutrientes que las plantas necesitan.

**Lagos distróficos** Cuerpos de agua ácidos que contiene muchas plantas pero pocos peces, debido a la presencia de grandes cantidades de materia orgánica.

**Lagos oligotróficos** Lagos profundos con pocos nutrientes, poca materia orgánica y un alto nivel de oxígeno disuelto.

**Laguna** Charca poco profunda donde los rayos del sol, la acción de las bacterias, y el oxígeno trabajan para purificar el agua residual.

**Laguna aireada** Un depósito para el tratamiento de aguas que acelera la descomposición biológica de la materia orgánica estimulando el crecimiento y la actividad de las bacterias, que son responsables de la degradación.

**Ley de Henry** La manera de calcular la solubilidad de un gas dentro de un líquido, basada en la temperatura y la presión parcial, a través de constantes.

**Ley de Stoke** Método para calcular el ratio de caída de partículas a través de un fluido, basado en la densidad, viscosidad y tamaño de partículas.

**Limnología** El estudio de aspectos físicos, químicos, hidrológicos y biológicos del agua dulce.

**Líneas de transmisión** Líneas de tuberías que transportan aguas sin tratar desde su fuente de producción hacia la planta de tratamiento de ese agua.

**Lixiviación** El proceso por el cual constituyentes solubles son disueltos y filtrado a través del suelo por la precolación del fluido.

**Lixiviado** Agua que contiene sustancias sólidas, por tanto esta contiene ciertas sustancias en solución después de percolar a través de un filtro o el suelo.

**Llanura de inundación** Las tierras llanas o casi llanas que discurren a lo largo de los ríos y corrientes y son cubiertas por las aguas durante las inundaciones.

***Lluvia ácida*** Lluvia que tiene un pH extremadamente bajo, debido al contacto con agentes contaminadores atmosféricos tales como óxidos sulfúricos.

**Lodo activado** Proceso biológico dependiente del oxígeno que sirve para convertir la materia orgánica soluble en biomasa sólida, que es eliminada por gravedad o filtración.

**Lodos** Residuo semisólido, que contiene microorganismos y sus productos, de cualquier sistema de tratamiento de aguas.

**Lodos municipales** Residuos semilíquidos que sobran del tratamiento de las aguas municipales y aguas residuales.

**Lodos residuales** Lodos producidos por un sistema de alcantarillado público.

**Manantial** Agua subterránea que rezume de la tierra donde el nivel piezométrico del agua excede por encima de la superficie de la tierra.

**Materia orgánica** Sustancias de material de plantas y animales muertos, con estructura de carbono e hidrógeno.

**Medio** Materiales que forman una barrera para el paso de ciertos sólidos suspendidos o líquidos disueltos en los filtros suspendidos.

**Medio de filtro** Materiales permeables que separan sólido de líquido haciéndolo pasar por él.

**Membrana** Delgada barrera que permite a algunos sólidos o líquidos pasar a través de ella, y causa problemas a otros. Esta es de piel semipermeable lo cual el paso a través de ella está determinado por el tamaño o la especial naturaleza de las partículas. Las membranas son usadas generalmente para la separación de sustancias.

**Mesotrófico** Reservorios y lagos que contienen moderada cantidad de nutrientes y son moderadamente productivos en términos de la vida acuática de plantas y animales.

**Metabolismo** Conversión de la comida, por ejemplo materia orgánica soluble, para material celular y gases por productos a través de procesos biológicos.

**Metal pesado** Metal que tiene una densidad de 5.0 o mayor y elevado peso elemental. La mayoría son tóxicos para el ser humano, incluso a bajas concentraciones.

**Mezcla** Varios elementos, compuestos o ambos, que son mezclados.

**Micra** Unidad para describir una medida de longitud, igual a una millonésima de un metro.

**Microorganismos** Organismos que son tan pequeño que sólo pueden ser observado a través del microscopio, por ejemplo bacterias, fungi, levaduras, etc.

**Miscibilidad** La habilidad de dos líquidos para mezclarse.

**Muestra compuesta** Una serie de muestras de agua adquirida en un periodo de tiempo dado y ponderada por un ratio de flujo.

**Moléculas** Combinación de dos o más átomos del mismo o de diferente elemento que permanecen junto por enlaces químicos.

**Monitorización del agua** Proceso constante de control de un cuerpo de agua por muestreo y análisis.

**Neutralización** La adición de sustancias para neutralizar el agua, tal que no sea ácida ni tampoco básica. Neutralización no significa especialmente pH de 7.0, solamente significa el punto de equivalencia de una reacción ácido-base.

**Neutrones** Bloques constructores de átomos sin carga que forman parte de la actividad del radio. Pueden ser encontrados en el núcleo.

**Nitrificación** Proceso biológico, durante el cual bacterias nitrificantes convierten el amoniaco tóxico en nitrato para disminuir su efecto dañino. Esto es comúnmente utilizado para eliminar sustancias de nitrógeno de las aguas residuales, pero en lagos y en pantanos esto ocurre de forma natural.

**Nivel piezométrico del agua** La superficie del agua subterránea en el suelo.

**Nube** Partículas líquidas que miden de 40 a 500 micrómetros, son formadas por la condensación del vapor. Como comparación, las partículas de nieblas son más pequeñas que 40 micrómetros.

**Núcleo** El centro de un átomo, que contiene protones y neutrones y transporta cargas positivas.

**Número atómico** Un número específico que diferencia para cada elemento, igual al número de protones en el núcleo de cada uno de sus átomos.

**Nutriente** Cualquier sustancia que promueve el crecimiento de organismos vivos. El término es generalmente aplicado para el nitrógeno y el fósforo en aguas residuales, pero es también aplicado a otros elementos esenciales y elementos traza.

**No potable** Agua que es insegura o desagradable para beber debido a su contenido en contaminantes, minerales o agentes infecciosos.

**Ósmosis** Moléculas de agua pasan a través de membranas de forma natural, de una parte con una elevada concentración de impurezas disueltas.

**Ósmosis inversa** El proceso de ósmosis inversa (OI) usa una membrana semipermeable para separar y eliminar sólidos disueltos, productos orgánicos, pirogénicos, materia coloidal sub microscópica, virus y bacterias del agua. El proceso es llamado ósmosis inversa ya que se requiere presión para forzar que el agua pura pase a través de la membrana, dejando las impurezas detrás.

**Oxidación** Reacción química en la cual los iones son transfieren los electrones, para incrementar la valencia positiva.

**Oxidación avanzada** Uno de varios procesos de oxidación combinados. Procesos de oxidación química avanzados que usan oxidantes (químicos) para reducir los niveles de COD/BOD, y para eliminar compuestos inorgánicos y orgánicos oxidables. Los procesos pueden oxidar totalmente los materiales orgánicos a dióxido de carbona y agua, aunque no es a menudo necesario hacer funcionar los procesos a este nivel de tratamiento.

Una variedad amplia de procesos de oxidación avanzada está disponible:

- proceso de oxidación química usa peróxido de hidrógeno, ozono, combinación del ozono y el peróxido dehidrógeno, el hipoclorito, el

reactivo de Fentón, etc.

- oxidación ultravioleta (UV) realzada tal como UV/ozono, UV/hidrógeno, UV/air.
- oxidación húmeda del aire y oxidación húmeda catalítica del aire (donde el aire se utiliza como oxidante).

**Oxidación biológica** Descomposición de materiales orgánicos complejos por microorganismos a través de la oxidación.

**Oxidación ultravioleta** Un proceso que usa longitud de onda extremadamente corta que puede matar microorganismos (desinfección) o partir moléculas orgánicas (foto oxidación) dejándolas polarizadas o ionizadas y así son eliminadas más fácilmente del agua.

**Oxígeno disuelto** La cantidad de oxígeno disuelto en agua para un cierto tiempo, expresado en ppm o mg/L.

**Ozono** Un inestable agente oxidante, que consiste en tres átomos de oxígeno y puede ser formado en la capa de ozono de la atmósfera. Es producido por descarga eléctrica a través de oxígeno o por lámparas UV especialmente diseñadas.

**Parámetro** Una variable, propiedad medible cuyo valor está determinado por las características del sistema en el caso del agua por ejemplo, estas pueden ser la temperatura, la presión, la densidad, etc.

**Parte alícuota** Una porción de una muestra tomada para el análisis. Unas o más partes alícuotas forman una muestra.

**Partes por billón** Expresado como ppb; unidad de concentración equivalente a µg/l.

**Partes por millón** Expresado como ppm; medida de la concentración. Un ppm es una unidad de peso de soluto por peso de solución. En análisis de agua un ppm es equivalente a mg/l.

**Pasteurización** La eliminación de microorganismos por aplicación de calor durante un cierto tiempo.

**Patógeno** Enfermedad producida por microorganismos.

**PDU (tratamiento PDU)** Tratamiento de punto de uso. Agua tratada en un número limitado de salidas del edificio, pero menos que todo el edificio.

**Pequeña charca** Una charca o reservorio, usualmente fabricado en la tierra, construido para almacenar escorrentía contaminada.

**Pérdidas por transporte** Pérdida de aguas en tuberías y canales por escapes o por evaporación.

**Permeabilidad** La habilidad de un fluido para pasar a través de un medio bajo presión.

**Persistencia** Se refiere a la longitud de tiempo que un compuesto está en el ambiente, una vez introducido.

**pH** El valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculado por el número de iones de hidrógeno presente. Es medido en una escala desde 0 a 14, en la cual 7 significa que la sustancia es neutra. Valores de pH por debajo de 7 indica que la sustancia es ácida y valores por encima de 7 indican que la sustancia es básica.

**Pirógeno** Sustancia que es producida por las bacterias y es bastante estable. Esta causa fiebre en mamíferos.

**Planta de tratamiento** Una estructura construida para tratar el agua residual antes de ser descargada al medio ambiente.

**Poro** Una abertura en una membrana o en un medio que permite al agua pasar a través de él.

**Potenciador** La habilidad de una sustancia química para incrementar el efecto químico de otra.

**Potencial cero** Una medida electrocinética la cual puede ser usada para el control de procesos de coagulación.

**Potencial de oxidación-reducción** Potencial eléctrico requerido para transferir electrones desde un oxidante a un reductor, usado como medida cualitativa del estado de oxidación en los sistemas de tratamiento de agua.

**Pozo** Hoyo profundo con el objetivo de alcanzar agua subterránea para suministros.

**Precipitado** Producto insoluble de una reacción química en un medio acuoso.

**Presa** Mecanismo de desbordamiento usado como medida o control del flujo de agua.

**Presión del alcantarillado** Un sistema de tuberías para el agua, para el agua residual, o cualquier otro líquido que es bombeado a una altura más alta.

**Presión parcial** Presión que ejerce un gas en un líquido, el cual está en equilibrio con la solución. En una mezcla de gases, la presión parcial de algún gas es tantas veces la presión total de la fracción del gas en la mezcla (por volumen o número de moléculas).

**Presión trasera** Presión que puede causar que el agua vuelva a fluir en el sistema de abastecimiento cuando el sistema de aguas residuales de los usuarios está a mayor presión que el sistema público.

**Pre-tratamiento** Proceso utilizado para reducir o eliminar los contaminantes de las aguas residuales antes de que sean descargadas.

**Primera salida** El agua que sale por primera vez cuando se abre el grifo. Esta tiene una gran carga de contaminantes procedentes del desgaste de las tuberías.

**Proceso de concentración** El proceso de incremento del número de partículas por unidad de volumen de una disolución, usualmente por evaporación del líquido.

**Proceso de precipitación** La alteración de compuestos disueltos a insolubles o compuestos malamente soluble, en orden de ser capaz de eliminar los compuestos por filtración.

**Producción** La proporción de producción de pasta procedente de un mecanismo de demineralización del agua.

**Producción segura** La cantidad anual de agua que puede ser tomada desde una fuente de suministro por encima de un periodo de años sin agotamiento del recurso más allá de la capacidad natural de rellenado.

**Productos químicos inorgánicos** Sustancias químicas de origen mineral, no formada básicamente por átomos de carbón.

**Propietario de un sistema de agua** Sistema de agua que suministra agua por tuberías a una casa particular.

***Protones*** Bloques formadores de los átomos de carga positiva que se encuentran en el núcleo.

***Protozoo*** Microorganismo grande, el cual consume bacterias.

***Pruebas piloto*** br> Las pruebas de tecnologías limpias actuales bajo condiciones de laboratorio en orden de identificar problemas potenciales antes de su implantación.

**Pulverización** Inyección de aire por debajo del nivel del agua para despojar compuestos orgánicos volátiles disueltos y facilitar la biodegradación aeróbica de compuestos orgánicos.

**Pulverizador** Un mecanismo que introduce aire a compresión dentro de un líquido.

**Punto de rotura de la cloración** Adición de cloro al agua hasta que haya suficiente como para que el agua esté desinfectada.

**Puntos ciegos** Cualquier lugar en un medio de filtro donde los líquidos no pueden atravesar.

**Putrefacción** Descomposición biológica de la materia orgánica; asociada con condiciones anaeróbicas.

**Ratio de desagüe**Una de las líneas guía para el diseño de tanques de deposición y clarificadores en una planta de tratamiento para determinar si los tanques y clarificadores son suficientemente usado.

**Reaireación** Renovar los suministros de aire en capas más bajas del reservorio en orden de incrementar los niveles de oxígeno.

**Recarbonización** Proceso en el cual el dióxido de carbono es burbujeado dentro del agua tratada en orden de disminuir el pH.

**Recirculación** Reciclar el agua después de ser usada. A menudo esta tiene que pasar por un sistema de purificación de aguas residuales antes de poder ser reusada.

**Redox** Termino abreviado para las reacciones de reducción/ oxidación. Reacciones redox son una serie de reacciones de sustancias en las cuales la transferencia de electrones tiene lugar. La sustancia que gana electrones es llamada agente oxidante.

**Reducción** Una reacción química en la cual los electrones son ganados para reducir su valencia positiva.

**Reinversión del flujo** Inversión en el flujo del agua hacia atrás con el fin de quitar partículas de sólidos acumuladas en el filtro.

**Regeneración** Volver a poner el número contrario deseado al ión cambiador, por desplazamiento de un ión de mayor afinidad con uno de menor afinidad.

**Reservorio** Un área natural o artificial sostenida y usada para almacenar agua.

**Residuo** Los residuos secos restantes después de la evaporación de una muestra de agua o de lodo.

**Resolución** La ruptura de una emulsión en sus componentes individuales.

***Rozamiento*** La acción de frotamiento de las partículas contra otros medios como un filtro o la cama del intercambio de ión que puede ser la causa de la interrupción del tiempo de las partículas.

**Ruptura** Grieta o ruptura en el filtro de cabecera que permite el paso de floculo o materia partIculada a través del filtro.

**Salida** Especies de iones en la alimentación de un ión cambiador presente en el efluente.

**Salinidad** La presencia de minerales solubles en el agua.

**Saturación** La condición de un líquido cuando toma de la solución la mayor posible cantidad de una sustancia dada.

**SDT** Sólidos disueltos totales. El peso por unidad de volumen de agua de sólidos suspendidos en un medio de filtro después de la filtración o evaporación.

**Sedimentación** Asentamiento de partículas sólidas en un sistema líquido debido a la gravedad.

**Sedimentos** Suelo, arena, y minerales lavados desde el suelo hacia la tierra generalmente después de la lluvia.

**Semipermeable** Un medio que permite al agua pasar a través de él, pero rechaza el paso de sólidos suspendidos, así que esto puede ser usado para la separación de sólidos del agua.

**Separación** La separación de varios componentes en una mezcla.

**Sinergismo** La acción combinada de varias sustancias químicas, las cuales producen un efecto total más grande que el efecto de cada sustancia química separadamente.

**Sistema de abastecimiento de agua** La colección, tratamiento, almacenaje, y distribución de un agua desde su fuente hasta los consumidores.

**Sistema de agua de tamaño medio** Un sistema de agua que sirve de 3,300 a 50,000 consumidores.

**Sistema de agua público** Un sistema que provee agua por tubería para consumo humano para al menos 15 servicios conectados o 25 servicios regulares individuales.

**Sistema de aguas residuales** Todo el sistema de recolección de aguas residuales, tratamiento, y traspaso.

**Sistema de alcantarillado** Tuberías que colectan y transportan aguas residuales desde fuentes individuales hasta una alcantarilla mayor que la transportará a continuación hacia una planta de tratamiento.

**Sistema de alcantarillado convencional** Sistemas que eran tradicionalmente usados para colectar las aguas residuales municipales en alcantarillas por gravedad y transportarlas hacia una planta central de tratamiento primario o secundario antes de ser devuelto de nuevo en aguas superficiales receptoras.

**SMF** Sistemas de Micro Filtración, ello sirve para la separación automática total de sólidos/líquidos.

**Solidificación** Eliminación de residuos de un agua residual o cambio químico de esta que la hace menos permeable y susceptible para el transporte.

**Sólidos disueltos** Materiales sólidos que se disuelven totalmente en agua y pueden ser eliminados por filtración.

**Sólidos sedimentables** Producto sedimentables y son eliminados en ese camino. Aquellos sólidos suspendidos en las aguas residuales que se depositan después de un cierto periodo de tiempo.

**Sólidos suspendidos** Partículas sólidas orgánicas o inorgánicas que se mantienen en suspensión en una solución.

**Sólidos totales** Todos los sólidos en el agua residual o aguas de deshecho, incluyendo sólidos suspendidos y sólidos filtrables.

**Solubilidad** La cantidad de masa de un compuesto que puede disolverse por unidad de volumen de agua.

**Solubilidad acuosa** La concentración máxima de un producto químico que se disuelve en una cantidad dada de agua.

**Solubilidad del agua** La posible concentración máxima de un compuesto químico disuelto en agua.

**Soluto** Materia disuelta en un líquido, como el agua.

**Solvente** Sustancia (usualmente líquida) capaz de disolver una o más sustancias.

**Solvente clorado** Un solvente orgánico que contiene átomos de cloro que es usado a menudo como aerosol spray en container, en pinturas de carreteras, y como fluidos de limpieza seca.

**ST** Sólidos totales. El peso de todos los sólidos presentes en el agua por unidad de volumen. Esto es usualmente determinado por evaporación. El peso total concierne tanto a materia suspendida y disuelta orgánica e inorgánica.

**Sulfuro de hidrógeno ($H_2S$)** Gas emitido durante la descomposición de materia orgánica por un grupo selecto de bacterias, el cual tiene un olor fuerte como a huevos putrefactos.

**Superficie potenciométrica** La superficie para la cual el agua de en un acuífero puede aumentar por la presión hidrostática.

**Sustancia tampón** Una sustancia que reacciona con los iones hidrógeno e hidroxilos en disolución, para prevenir un cambio del pH.

**Tabla periódica**Agrupación de los elementos en orden de número atómico creciente, creado por el científico Mendeleiev.

***Tamaño de partícula*** Los tamaños de partícula vienen determinado, por la más pequeña dimensión, por ejemplo el diámetro. Esta es usualmente expresada en tamaño de micras.

***Tamizado*** El uso de tamizadores para eliminar sustancias flotantes gruesas y sólidos suspendidos del sistema de alcantarillado.

**Tanque de aireación** Un tanque que se utiliza para inyectar el aire en el agua.

**Tanques de evaporación** Áreas donde lodos residuales son vertidos y secados.

**Tanque séptico** Un depósito subterráneo para almacenar las aguas residuales de casas que no están conectadas a las líneas de alcantarillado. Los residuos van directamente desde las casas al depósito.

**Técnicas al final de la tubería** Técnica para la purificación del agua que sirve para reducir los contaminantes después que estos se hayan formado.

**Test de la jarra** Prueba de laboratorio con diferentes dosis químicas, mezcla a velocidad, tiempo de asentamiento, para estimar el mínimo o la dosis ideal de coagulante requerida para alcanzar los objetivos de calidad en un agua.

**THM** Trihalometanos. Sustancias químicas tóxicas que consisten en una molécula de metano y un elemento halógeno flúor, bromo, cloro iodo unido a tres posiciones de la molécula. Generalmente tienen propiedades carcinogénicas.

**Tiempo de contacto** La longitud de tiempo que una sustancia está en contacto con un líquido, antes de ser eliminada por filtración o por la presencia de un cambio químico.

**Tiempo de detención** Tiempo actual que una pequeña cantidad de agua está en una base de deposición o base de floculación. En reservorios de Almacenamiento, esto significa la longitud de tiempo que el agua debe ser almacenada.

**Tiempo medio de vida** El tiempo que se requiere para que un contaminante pierda su concentración original.

**Transmisividad** La capacidad de un acuífero de transmitir el agua.

**Transpiración** El proceso por el cual el vapor de agua es liberado a la atmósfera después de la transpiración de las plantas vivas.

**Tratamiento de agua avanzado**

Es el nivel de tratamiento de aguas que requiere una reducción del 85 por ciento en la concentración del agente contaminador, también conocido como tratamiento terciario.

**Tratamiento de aguas residuales avanzado**

Cualquier tratamiento de aguas residuales que incluye el retiro de nutrientes tales como fósforo y nitrógeno y un alto porcentaje de sólidos suspendidos.

**Tratamiento de punto de entrada** Tratamiento TPE. Agua total tratada en la entrada para facilitar la entrada al edificio.

**Tratamiento físico y químico** Proceso generalmente usado para facilitar el tratamiento de aguas residuales. Proceso físico es por ejemplo la filtración. Tratamiento químico puede ser por ejemplo la coagulación, la cloración, o el tratamiento con ozono.

**Tratamiento primario de aguas residuales** La eliminación de sólidos suspendidos, flotando o precipitados de un agua residual sin tratar.

***Tratamiento secundario*** La eliminación o reducción de contaminantes y DBO del efluente procedente del tratamiento primario de las aguas residuales.

Diríjase aquí para una visión general del proceso del tratamiento de aguas residuales.

**Tratamiento terciario** Limpieza avanzada de aguas residuales que va más allá del secundario o el estado biológico, eliminando nutrientes como el fósforo, nitrógeno y la mayoría de la DBO y sólidos suspendidos.

**Tubo depositador** Mecanismo que usa tubos para permitir a los sólidos del agua depositarse en el fondo para ser eliminado como lodos

**Turbidez** Medida de la no transparencia del agua debida a la presencia de materia orgánica suspendida.

***Uso consuntivo del agua.-*** Agua eliminada de los suministros disponibles sin retorno a los sistemas de recursos de dicha agua; agua usada en fabricación, agricultura, preparación de alimentos.

***UV*** Ultra Violeta. Radiación que contiene una longitud de onda menor que la luz visible. Es a menudo usada para matar bacterias y romper el ozono.

**Valoración** Técnica analítica para determinar cual es la cantidad de sustancia presente en una muestra de agua por adición de otra sustancia y midiendo que cantidad de esa sustancia debe ser añadida para producir la reacción.

**Válvula de chequeo** Válvula que permite al agua circular en una dirección y previene que se desarrollen flujo de agua en la dirección contraria

**Vapor** La fase gaseosa de una sustancia como el agua.

**Vaporización** Conversión de un líquido a vapor.

**Venturi** Canal que sirve como medida del flujo del agua.

**Virus** La más pequeña forma de vida conocida, que no es una célula de forma natural. Viven dentro de células de animales, plantas y bacterias y usualmente causan enfermedades. Están formados por cromosoma rodeado por una capa de proteínas.

**Viscosidad** Un parámetro físico del agua que determinan la movilidad del agua. Cuando la temperatura aumenta, la viscosidad disminuye; esto significa que el agua será más móvil a mayores temperaturas.

**Xenobiótico** Alguna sustancia biológica, desplazada de su hábitat normal; un producto químico foráneo para un sistema biológico.

**Zona costera** Tierra y aguas cerca de la costa,

**Zona no saturada** La zona por encima del nivel piezométrico donde los poros del suelo no están totalmente llenos de agua.

**Zona saturada** El área por debajo del nivel piezométrico donde todos los espacios abiertos están llenos de agua.