



UNAP



**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**

TESIS

**“CARACTERIZACIÓN CUALITATIVA DEL MEDIO
FÍSICO-QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE LAS
AGUAS DEL LAGO QUISTO COCHA-IQUITOS-
LORETO”.**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO QUÍMICO.

PRESENTADO POR:

Benjamin Jimmy Lozano Flores.

Johana Luz Haro Shapiama.

ASESOR:

Ing. César Augusto Sáenz Sánchez Dr.✚

Iquitos-Perú

2018.



UNAP

**Facultad de Ingeniería
Química**



ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Iquitos, a las once horas del primer día del mes de junio del año dos mil dieciocho, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, se dio inicio al acto público de sustentación de la tesis titulada: **“CARACTERIZACIÓN CUALITATIVA DEL MEDIO FÍSICO-QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE LAS AGUAS DEL LAGO QUISTO COCHA-IQUITOS-LORETO”**, presentada por los bachilleres: **BENJAMÍN JIMMY LOZANO FLORES y JOHANA LUZ HARO SHAPIAMA** para obtener el **TÍTULO PROFESIONAL de INGENIERO QUÍMICO** que otorga la UNAP, de acuerdo a la Ley 30220 y el Estatuto General de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

El Jurado Calificador nombrado por la Dirección de Escuela de Formación Profesional, está integrado por los siguientes catedráticos:

- | | |
|--|-------------------|
| Ing. SUMNER SHAPIAMA ORDÓÑEZ, MSc. | Presidente |
| Ing. JORGE ANTONIO SUÁREZ RUMICHE, MSc. | Miembro |
| Ing. ROSA ISABEL SOUZA NÁJAR | Miembro |
| Ing. CÉSAR AUGUSTO SÁENZ SÁNCHEZ, Dr. | Asesor |

Luego de haber escuchado con mucha atención la exposición y formuladas las preguntas respectivas las que fueron respondidas en forma detallada, el Jurado Calificador - previa deliberación- llegó a las siguientes conclusiones:

La tesis ha sido: Aprobada Por: unanimidad

Con calificación de: Bueno

Siendo las once horas y quince minutos se dio por concluido el acto, felicitando a los sustentantes por la exposición.


Ing. SUMNER SHAPIAMA ORDÓÑEZ, MSc.
Presidente


Ing. JORGE ANTONIO SUÁREZ RUMICHE, MSc.
Miembro


Ing. ROSA ISABEL SOUZA NÁJAR, MSc.
Miembro

MIEMBROS DEL JURADO



ING°. SUMNER SHAPIAMA ORDÓÑEZ, MSc.
CIP 32944
Presidente



ING°. JORGE ANTONIO SUÁREZ RUMICHE, MSc.
CIP 60878
Miembro



ING°. ROSA ISABEL SOUZA NAJAR Mtro.
CIP 61519
Miembro



ING°. CESAR AUGUSTO SÁENZ SÁNCHEZ Dr. 
CIP 32630
Asesor

DEDICATORIAS

A Dios que nos ha dado la vida, la fuerza y la gracia para estar aquí. A nuestros queridos padres por dejar en nosotros la sabiduría y el conocimiento para poder triunfar en la vida; a nuestros queridos hijos y esposo (a) por el apoyo y el cariño incondicional; y a mis demás amigos y familiares por apoyarme en los momentos más difíciles de nuestras vidas.

Benjamín Jimmy Johana Luz

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana por brindarme la oportunidad de forjarme como profesional para así poder superarme en la vida, y poner en práctica los conocimientos adquiridos dentro de él.

A Dios por darme la salud y la fuerza para seguir adelante en este camino de lucha.

A mis padres, Benjamín y Lesly por estar siempre pendientes de mí, con su apoyo incondicional en los momentos difíciles.

A mi padre por haberme enseñado el gran respeto y humildad que es esta hermosa carrera y en mi vida.

A mis hijos, Mijhael Zamir y Raziel Kamil por darme siempre su apoyo moral y espiritual, en cada momento de mi vida.

BENJAMIN JIMMY

A la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana Y en especial a la facultad de Ingeniería Química y toda su plana docente por brindarme los conocimientos necesarios para desempeñarme eficientemente como profesional, para así poder superarme en la vida, y lograr mis metas personales y profesionales.

Al Ingeniero Cesar Sáenz quien en vida nos orientó durante el desarrollo de la tesis y con su perseverancia logro la culminación de este trabajo.

A Dios por darme la salud y la fuerza para seguir adelante en este camino de lucha.

A mis padres, Vicente y Nery por estar siempre conmigo ayudándome a superar las dificultades de la vida.

A mi querido esposo, Christian, a mis hijos Tiffany, Nicole, Alejandro y Salvador por darme siempre su cariño y comprensión en cada momento de mi vida.

JOHANA LUZ

INDICE GENERAL

	<u>Pág.</u>
PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
MIEMBROS DEL JURADO	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
INDICE GENERAL	vii
INDICE DE CUADROS	ix
INDICE DE FOTOS	x
GLOSARIO DE TERMINOS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: CONCEPTOS BÁSICOS	5
1.1 Contaminación Ambiental	5
1.2 Tipos de contaminación y contaminantes	7
1.2.1 Natural	11
1.2.2 Contaminación Antrópica	13
CAPITULO II: ASPECTO METODOLÓGICO	16
2.1 Metodología de trabajo	16
2.2 Etapas	16
2.2.1 Pre-Campo	16
2.2.2 Campo	17

2.2.3 Postcampo	18
CAPITULO III: PROTOCOLO DE MONITOREO	18
3.1 Análisis <i>in situ</i> y conceptos referenciales	19
3.2 Análisis en laboratorio y conceptos referenciales	22
3.3 Conceptos paramétricas de referencia	34
3.4 Puntos de muestreo	49
3.5 Georreferenciación de los puntos de muestreo	49
CAPITULO IV: EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS	51
4.1 Equipo de trabajo	51
4.2 Materiales usados	51
4.3 Reactivos empleados	52
CAPITULO V: HIDROLOGÍA E HIDROGRAFÍA DEL LAGO “QUISTO COCHA”	52
5.1 Sistema Hidrológico	52
5.2 Sistema Hidrográfico	53
5.3 Clasificación del cuerpo agua del lago “Quisto Cocha”	54
CAPITULO VI : RESULTADOS	54
CAPITULO VII : DISCUSIÓN	60
CAPITULO VIII : CONCLUSIÓN	67
CAPITULO IX : RECOMENDACIÓN	70
CAPITULO X : BIBLIOGRAFÍA	71
ANEXO	77

INDICE DE CUADROS.

	<u>Pág.</u>
Cuadro 01: Rangos de concentración de oxígeno disuelto y consecuencias ecosistémicas frecuentes.	36
Cuadro 02: Clasificación de la dureza del agua.	43
Cuadro 03: Puntos de monitoreo – Lago Quisto Cocha.	49
Cuadro 04: Monitoreo en vaciante	49
Cuadro 05: Monitoreo en media creciente.	50
Cuadro 06: Monitoreo en creciente.	50
Cuadro 07: Análisis de agua.	54
Cuadro 08: Análisis de efluentes gaseosos, sonoros y georreferencia.	55
Cuadro 09: Valor de los análisis en vaciante.	56
Cuadro 10: Valor de los análisis en media creciente.	57
Cuadro 11: Valor de los análisis en creciente.	58
Cuadro 12: Valores medios de los análisis en vaciante, media Creciente y Creciente.	59
Cuadro 13: Conservación de las muestras.	78
Cuadro 14: Cadena de Custodia.	79
Cuadro 15: Matriz de Consistencia.	80

INDICE DE FOTOS.

	<u>Pág.</u>
Foto 01: Lago "Quisto Cocha".	2
Foto 02: Contaminación por basura-Sector Belén-Iquitos.	13
Foto 03: Lago Quito Cocha – vista panorámica	53
Foto 04: Rota Vapor.	93
Foto 05: Conductímetro	93
Foto 06: Ph-Meter	93
Foto 07: Espectrofotómetro DR-2010	93
Foto 08: Botellas de Borosilicato	94
Foto 09: Placa Petri	94
Foto 10: Vasos de precipitado	94
Foto 11: Probetas graduadas	94
Foto 12: Hexano	95
Foto 13: Búfer-Ph 4, 7 y 10	95
Foto 14: Cloroformo	95
Foto 15: Ácido Sulfúrico	95
Galeria de Fotos	96 - 98

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Antropogénica	: Actividades provocadas por las personas
Tahuampa	: Cuerpo de agua, producida por inundaciones
LMP	: Límite Máximo Permisible.
O.D .	: Oxígeno Disuelto.
CO ₂	: Dióxido de Carbono.
UFC/100MI	: Unidades Formadoras de Colonias en 100 MI.
EPA	: Enviromental Protección Agency
ANA	: Autoridad Nacional del Agua
MTBE	: Metil-Terst-Butil-Éter
OMS	: Organización Mundial de la Salud
dB	: Decibeles
UTM	: Unidades Técnicas de Posicionamiento
TDS	: Sólidos Totales Disueltos
IIAP	: Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana.
ppm	: Partes Por Millón
mg/L	: Miligramos por Litro
EPS-RS	: Empresa Prestadora de Servicio de Residuos
Solidos	
DIGESA	: Dirección General de Salud
UE	: Unión Europea
Ph	: Potencial de Hidrogeno
UNAP	: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana
FIQ	: Facultad de Ingeniería Química
SENAMHI	: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
A/G	: Aceites y Grasas
MINAM	: Ministério del Ambiente
H ₂ S	: Ácido Sulfhídrico
Nox	: Óxido de Nitrógeno
Sox	: Óxido de Azufre
µS/cm	: Micro Siemens por centímetro

RESUMEN

El lago Quisto Cocha, viene siendo contaminado por sólidos orgánicos e inorgánicos y sólidos fecales, de humanos, animales cuadrúpedos y aves, sin el menor tratamiento químico y biológico, infestado el cuerpo de agua y haciéndole intolerable, para el consumo humano. Se hace necesaria la evaluación del impacto ambiental y conocer de cerca el daño provocado sobre todo a la biomasa del área comprometida y al medio ambiente, donde el planteamiento del problema enfoca la caracterización física, química y bacteriológica de este cuerpo de agua.

La caracterización física-química y bacteriológica de las aguas del lago “Quisto Cocha”, sirva para mejorarla, en bien de la salubridad del lago y de los visitantes que concurren a ella y de garantizar la existencia de las especies acuáticas y el ecosistema. Que, la solución de los impactos negativos ambientales, se hagan de inmediatos, para evitar daños irreversibles, al medio ambiente. Estas determinaciones, conducen a formular la hipótesis, enfocando la caracterización de las aguas del lago Quisto Cocha-Loreto.

El trabajo de investigación, establece como objetivo, caracterizar el grado de contaminación del lago Quisto Cocha y determina los cuidados necesarios, para que, las personas, que acuden a este centro turístico, incluyendo a las especies acuáticas habidas en el lago, estén libres de posibles patologías y propone, al mismo tiempo, soluciones a los responsables de su administración, manteniendo un ambiente sano y seguro, en cualquier época del año.

Los resultados se muestran en los Cuadros: 08, 09 y 10, donde parámetros, como Potencial de Hidrogeno (pH), en todas las estaciones muestreadas y los Nitratos, solamente en la estación de creciente; se hallan fuera de los Límites Máximos Permisibles (LMP), de la norma legal peruana. Merecen comentario aparte, los parámetros de Oxígeno Disuelto (O.D.), cuyos

valores indican, que se trata de un cuerpo receptor de agua con oxígeno, garantizando la existencia de la biomasa. Igual ocurre con los Aceites y Grasas (A/G), que no existe peligro de la presencia de películas grasas en la superficie, facilitando la captación de la luz solar y facilitando la fotosíntesis, de los microorganismos presentes. El Dióxido de Carbono (CO_2), a pesar que, la legislación peruana no presenta LMP, su presencia en exceso en el cuerpo de agua, causa modificación de los valores del pH, incrementando la acidez y por ende, el hábitat de muchas especies acuáticas, del lago en estudio.

ABSTRACT

Lake Quisto Cocha has been contaminated by organic and inorganic solids and fecal solids, from humans, quadruped animals and birds, without the least chemical and biological treatment, infesting the body of water and making it intolerable for human consumption. It is necessary to evaluate the environmental impact and to know closely the damage caused to the environment and especially to the biomass of the compromised area, where the problem statement focuses on the physical, chemical and bacteriological characterization of this body of water.

The physical-chemical and bacteriological characterization of the waters of the "Quisto Cocha" lake, serves to improve it, for the good of the health of the people who attend it and to guarantee the existence of aquatic species and the ecosystem. That the solution of negative environmental impacts be done immediately, to avoid irreversible damage to the environment. These determinations lead to formulate the hypothesis, focusing on the characterization of the waters of Lake Quisto Cocha-Loreto.

The research work establishes the objective of characterizing the degree of contamination of Lake Quisto Cocha and determines the necessary care, so that the people who come to this tourist center, including the aquatic species found in the lake, are free of possible pathologies and proposes, at the same time, solutions to those responsible for its administration, maintaining a healthy and safe environment, at any time of the year.

The results are shown in Tables: 08, 09 and 10, where parameters, such as Hydrogen Potential (pH), in all sampled stations and Nitrates, only in the rising season; They are outside the Maximum Permissible Limits (MPL) of the Peruvian legal standard. The parameters of Dissolved Oxygen (D.O.) deserve a separate comment, whose values indicate that it is a water body with oxygen, guaranteeing the existence of biomass. The same occurs with Oils and Fats (A / G), that there is no danger of the presence of greasy films

on the surface, facilitating the capture of sunlight and facilitating photosynthesis of the microorganisms present. Carbon Dioxide (CO₂), despite the fact that Peruvian legislation does not present PML, its presence in excess in the body of water causes modification of pH values, increasing acidity and therefore, the habitat of many aquatic species. , of the lake under study

INTRODUCCIÓN

Por mandato del organismo Mundial que es la “Organización de las Naciones Unidas (ONU)”, se realizan en algún país del mundo, conferencias y acuerdos, para disminuir la emanación de gases de efecto invernadero. Estamos viviendo momentos alarmantes, sobre el comportamiento climático, con grandes inundaciones, sequías y fenómenos atmosféricos, que afectan cada vez más rápida, de la diversidad biológica.

Los lagos y lagunas, son cuerpos de aguas, llamadas Lénticas de origen y características diferentes. En nuestro país, tenemos en la costa, en los andes y en la Amazonía peruana. Dentro la clasificación ambiental, tienen diversos orígenes y muchos de ellos, hasta ahora, no son estudiados en su comportamiento químico, físico y bacteriológico **(MACO & MISAJEL, 2005)**.

Muchas lagunas, tienen origen tectónico y fueron formadas en depresiones originadas, debido a los procesos de hundimiento y levantamiento del suelo. En la Amazonía, frecuentemente se presentan dentro de la Selva Alta. Algunas se distinguen por ser pequeñas y de formas más o menos redondeadas **(IIAP, 2005)**. En la Selva Alta, son de gran dimensión y presentan formas irregulares, como el caso del lago Sauce (Región San Martín) y de las Lagunas Burlan y Pomacochas (Región Amazonas). En el llano amazónico, también existen lagunas y lagos, que se han formado por el hundimiento del terreno; como: la laguna Imiría (Región Ucayali) y el lago Rimachi (Región Loreto), **(MACO, 2004^a)**. Otras, sus orígenes son fluviales, como resultante de la migración de costado de los cursos de agua. Durante este proceso, un meandro del río, puede ser aislado del cauce primario a través del fenómeno llamado regionalmente “rompeo”. De esta forma, se origina un tipo distinto de cuerpo de agua, denominado “tipishca” y la porción de tierra rodeada por este nuevo cuerpo de agua, pasa a la categoría de isla. A medida, que se desarrollan los procesos de

sedimentación, las tipishcas, se van cerrando en uno de sus extremos, para convertirse en una laguna típica, que tiene la forma semilunar o de herradura, denominada localmente “cocha”. De su ubicación y de la influencia del río principal, se pueden clasificar en lagunas de várzea y en lagunas de agua negra (IIAP & WWF, 1999C).

La Amazonía peruana y sobretodo, la Región Loreto, está siendo amenazada, por el cambio climático, con lluvias torrenciales y momentos de sol, inusuales, en cualquier época del año; donde, cerca de la ciudad de Iquitos, se halla el lago “Quisto Cocha”, lugar de esparcimiento, de cientos de visitantes, de todos los distritos aledaños al lago. Estas aguas; son necesarias cuidarlas y protegerlas, de la contaminación, sobre todo, antrópica.

El lago “Quisto Cocha”, es un centro turístico, por lo que, se hace necesario, el control Físico-Químico y Bacteriológico, del espejo de agua, con la finalidad de prevenir a las personas, que acuden a ella, de posibles daños a la salud y bio diversidad, existentes.

Foto 01: Lago “Quisto Cocha”.



Fuente: Elaboración propia.

El proyecto de investigación, contempla la caracterización de parámetros químicos, físicos y bacteriológicos, de la calidad de las aguas del lago “Quisto Cocha”. Considerando, que la población Iquiteña, asista a este sitio

turístico, con características zoológicas; todos los días de la semana, como turismo o de diversión; resultando entonces, de gran importancia, cuidarla y preservarla.

Los lagos circundantes a la ciudad de Iquitos, tienen problemas de carácter medio ambiental, en lo que respecta a su contenido (desechos sólidos orgánicos e inorgánicos y aguas servidas y/o municipales). Podemos citar trabajos de investigación realizados en cuerpos de agua de lagos y lagunas, a nivel internacional, nacional y regional.

A nivel **internacional (RODRÍGUEZ, 2000)**; realizó un estudio de la calidad de agua de la laguna recreacional del Centro-Oeste, de la provincia de Córdoba, del país de Argentina, Universidad Nacional de Río Cuarto y la Universidad Nacional de Córdoba. El objetivo de este trabajo, fue la estimación de las fluctuaciones físico-químicas, bacteriológicas y ficológicas, en la laguna Suco, con los riesgos potenciales para el hombre y el ambiente, evaluando la calidad del ambiente para el uso recreacional y el recurso ictícola. **(Rivas, 2009)**; en su trabajo “Nitrógeno y fósforo totales de los ríos tributarios al sistema lago de Maracaibo, Venezuela”, indica, que los nutrientes primarios fósforo y nitrógeno son constituyentes de los detergentes, fertilizantes y de las descargas de aguas residuales industriales y domésticas. En Venezuela, esas descargas a los ríos y al Lago de Maracaibo, causan enriquecimiento por nutrientes y minerales, originando una eutrofización secundaria en los ríos o en las aguas retenidas en las desembocaduras. **(Riofrío, 2001)**; en la Región Ucayali, durante el año 2001, hicieron la caracterización limnológica de las especies predominantes en la laguna de Cashibococha. La misma, presenta aguas de color verdoso a café oscuro, con Ph entre 6 a 6,8, Conductividad entre 10 y 30 Ms.cm⁻¹, Transparencia de 21 a 59 cm y Alcalinidad Total entre 14 y 22 mg CaCO₃/L. La temperatura superficial del agua osciló entre 24,4 y 37 °C y el Oxígeno Disuelto entre 1,3 y 7,4 mg/L. Los análisis bacteriológicos, registraron recuentos de aerobios mesófilos entre 350 y 3600 UFC/mL. Los coliformes totales, oscilaron entre 3 y 43 NMP/100 mL.

A nivel nacional; la Región Ucayali-2001, caracterizó las especies predominantes en la laguna de Cashibococha. Este cuerpo de agua de color verdoso, presenta un pH entre 6 a 6,8, Conductividad Eléctrica entre 10 y 30 mS.cm⁻¹, y Alcalinidad Total entre 14 y 22 mg/L como CaCO₃ y Oxígeno Disuelto entre 1,3 y 7,4 mg/L. **(GÓMEZ, 1995)**; encontró que, la laguna de Yarinacocha, se encuentra contaminada por hidrocarburos, nitratos, por coliformes totales y plomo.

A nivel regional **(BURGA, 2005)**; Tesis de grado, indica, que los lagos de Rumo Cocha, y Morona Cocha, contienen contaminación, fuera de los LMP, por hidrocarburos; Mientras, que los demás parámetros, alcanzan, solamente trazas, de contaminantes. **(RÍOS, 1995)**; estudió la fauna ictiológica de la Laguna Quisto Cocha, encontrando, poblaciones mayores a los establecido, de Plancton y Fitoplancton, en este tipo de aguas. **IAAP (1985, 1988)**; encontraron valores, fuera de los LMP, en los lagos de Rumo Cocha y Morona Cocha, de parámetros, como: hidrocarburos, nitratos y coliformes fecales, plomo y arsénico. **(RUÍZ, 2016)**; en su tesis de pregrado, estudió al lago Morona Cocha y reporto datos, fuera de los Limites Máximos Permisible, especificados por noma peruana, como el pH=5,9 en vaciante (LMP=6,5-9,0) y los Nitratos en verano con 24,33 mg/L; en media creciente con 24,66 mg/L y en creciente con 27,00mg/L; siendo (LMP=13,00 mg/L).

En la Amazonía peruana, sobre todo, en la Región Loreto, los lagos circundantes a los centros poblados, no fueron estudiados, ni para fines de caza y pesca y reproducción, ni mucho menos para turismo. Por ser Quisto Cocha, un lago altamente turístico, requiere de protección y cuidado, para garantizar la salud de los asistentes y por la conservación del ecosistema; por lo que, necesitamos conocer el grado de contaminación de estas aguas. De manera, que se justifica, la ejecución del proyecto de investigación planteado.

Al mismo tiempo, se expresan los objetivos del proyecto, que, permitirá conocer la caracterización física, química y bacteriológicas de las aguas del lago “Quisto Cocha” y comparar el grado de contaminación con los Límites Máximos Permisibles (LMP), de la normatividad peruana (**Ley N° 28611**): Ley General del Ambiente; (**DS: N° 015-2015-MINAM**): Límites Máximos Permisibles, en aguas territoriales; (**RJ. 202-2010, ANA**): Clasificación de Cuerpos de Aguas Superficiales y Marino Costeros; **Ley 29338, 2009**: Ley de Recursos Hídricos y lo recomendado por el **OMS** y leyes ambientales de otros países.

CAPITULO I: CONCEPTOS BÁSICOS

1.1 Contaminación Ambiental

Está acabando con la vida de muchas especies, cada día aumenta su proporción en nuestro planeta siendo los seres humanos el mayor causante de este deterioro, sabiendo que el ser humano, el ser más inteligente, sería tan incapaz de cuidar el propio planeta tierra. La destrucción de la capa de ozono, la polución y la basura son factores que destrozan al medio ambiente. La superpoblación está destruyendo las áreas o zonas verdes, el uso desmesurado de los terrenos de cultivo y los pocos bosques no permite la oxigenación del medio ambiente; los vehículos que también despiden anhídrido carbónico, que contaminan el aire que respiramos. La Quema de basura ilógicamente, los desechos tóxicos de fábricas que son arrojados inescrupulosamente a los mares y ríos contaminándolos, llegando hasta en oportunidades a matar a los seres vivos como los animales y peces que habitan en ese hábitat. La consecuencia de toda esta contaminación sin control está haciendo que haya un calentamiento global, está ocasionando que se derriten los glaciales y eso provoca cambios bruscos del clima mundial, ocasionando tormentas eléctricas que jamás han tenido tal intensidad y en lugares que hacía mucho tiempo no se ocurrían, maremotos, tornados, terremotos, tifones. Creando una abertura o hueco de la capa de ozono, dejando entrar a la tierra los rayos ultravioletas que van directamente a la piel de los seres humano

provocando enfermedades de la piel exactamente cáncer. Presencia en el ambiente de agentes químicos, físicos y biológicos en concentraciones, tales, que puedan ser tóxicos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población mundial, perjudiciales para la vida vegetal o animal, que impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos. Es la integración a los cuerpos receptores de sustancias líquidas, sólidas o gaseosas, siempre que perturben desfavorablemente las condiciones naturales del mismo y que afecten la higiene, la salud o el bienestar de la población. Es uno de los problemas ambientales más importantes, que afectan a nuestro planeta tierra y surge cuando se produce una alteración, como resultado de la adición de cualquier sustancia al medio ambiente, en cantidad tal, que cause efectos desfavorables a los animales, al ser humano, vegetales o materiales expuestos a dosis que sobrepasen los niveles aceptables en la naturaleza. La contaminación puede surgir a partir de ciertas manifestaciones de la naturaleza (fuentes naturales) o bien debido a los diferentes procesos productivos de las personas, en sus actividades diarias **(CISNEROS, 2014)**.

La contaminación ocurre cuando el entorno natural no puede destruir un elemento sin crear algún daño a sí mismo. Los elementos involucrados no son producidos por la naturaleza, y el proceso de destrucción puede variar desde unos pocos días hasta miles de años (es decir, por ejemplo, el caso de los contaminantes radiactivos). En otras palabras, la contaminación tiene lugar cuando la naturaleza no sabe cómo descomponer un elemento que se le ha introducido de una manera antinatural.

La contaminación ambiental debe considerarse en serio, ya que tiene un efecto negativo hacia los elementos naturales que son una necesidad absoluta en la vida del planeta tierra, como el aire y el agua. De hecho, sin él, o si estuvieran presentes en cantidades diferentes, los seres humanos, incluidos los animales, y las plantas no podrían identificar varios tipos de contaminación en la Tierra: contaminación del aire, contaminación del agua y contaminación del suelo **(EMAGEN, 2014)**.

Es el conjunto de seres vivos (seres humanos, animales y plantas) y su espacio físico y las interacciones que se dan entre ellos. Significa todo cambio indeseable en algunas características del ambiente que afecta negativamente a todos los seres vivos del planeta tierra. Estos cambios se generan en forma natural o por acciones de los seres humano; siendo los tipos de contaminación ambiental: Contaminación del aire, Contaminación del agua, Contaminación del suelo, Contaminación visual, Contaminación térmica, Contaminación sonora (**VALLEJOS, 2008**).

1.2 Tipos de contaminación y contaminantes

La contaminación, es la introducción de sustancias en un medio, que provocan sea inseguro y no apto para su uso. El medio puede ser un hábitat o un ecosistema, un medio físico o un ser vivo. El contaminante puede ser una sustancia química o forma de energía, como calor, sonido, radiactividad o luz. Es la alteración negativa del estado natural del medio y se genera, como consecuencia de las actividades humanas. Existen formas de combatir la contaminación; como normas y leyes internacionales que reglamentan o regularizan las emisiones contaminantes de los países que adhieren estas políticas ambientales. Está ligada al desarrollo social y económico. Actualmente muchas organizaciones internacionales, como el Organismo de las Naciones Unidas (ONU), ubican al desarrollo sostenible, como una de las formas de proteger al medio ambiente para las actuales y futuras generaciones de seres vivos que habitan en el planeta. (**SPETH, 2004**).

La contaminación puede ocurrir en el agua, suelo y el aire de diferentes modos y formas. Existen varios tipos de contaminación, que se clasifican en función de tres (03) criterios: a) por medio afectado, b) por método contaminante y c) por extensión de la fuente.

➤ **Por el medio afectado**

- ✓ Contaminación del aire: consiste en el libramiento de sustancias químicas en la atmósfera terrestre, las cuales alteran su composición y

suponen un alto riesgo para la salud de las personas y de los seres vivos. Esta contaminación es producto de los humos de los tubos de escape de los vehículos motorizados, las chimeneas de las fábricas, quema de basura, polvos industriales (concentrado de minerales, cemento, yeso), incendios forestales y erupciones volcánicas. Que, expulsan al aire gases contaminantes, como dióxido de azufre o monóxido de carbono.

Por otro lado, esta contaminación puede tener una condición general o local. Es local, cuando los efectos del foco de emisión, afectan solamente a las inmediaciones del mismo. Es general, cuando las características del contaminante, afectan al equilibrio de zonas distantes al foco emisor, Es la suma dañina a la atmósfera de gases tóxicos, que afectan el normal desarrollo de los animales, plantas y que afectan negativamente, la salubridad de los seres humanos.

- ✓ Contaminación del agua: Por presencia de desechos en el agua y sus causas se refieren al arrojado de residuos sólidos domésticos no peligrosos e industriales, derrames de petróleo y descarga de aceites usados. La contaminación en los lagos, ríos y mares, por esta razón, se ha convertido en foco de infecciones y enfermedades, que afectan a los seres humanos.

Es incorporación al agua de materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, aguas residuales y residuos industriales, que deterioran la calidad del agua, haciéndola no apta, para usos pre-establecidos.

- ✓ Contaminación del suelo: Cuando se introducen productos químicos, como metales pesados de baterías, pesticidas y el petróleo y sus derivados. Los vertederos y cinturones ecológicos, que sirven para enterrar las inmensas cantidades de basura, contribuyen a la contaminación del suelo y entran en contacto directo con la persona.

lincorporación al suelo de materias extrañas, como desechos industriales, productos químicos, desechos tóxicos y basura, y produce un desequilibrio químico, físico y biológico que afectan negativamente a los animales, plantas y seres humanos.

- ✓ La contaminación del suelo es la inclusión de sustancias extrañas a la superficie terrestre. Estos elementos desfavorecen de forma peligrosa la salud de los animales, plantas y seres humanos. Muchas veces este tipo de contaminación entra en contacto con el agua potable de estos sitios agravando el escenario. Contaminación del suelo: Cuando se introducen productos químicos, como metales pesados de baterías, pesticidas y el petróleo y sus derivados. Los vertederos y cinturones ecológicos, que sirven para enterrar las inmensas cantidades de basura, contribuyen a la contaminación del suelo y entran en contacto directo con la persona. lincorporación al suelo de materias extrañas, como productos químicos, desechos tóxicos, basura y desechos industriales y produce un desequilibrio químico, físico y biológico que afecta negativamente los animales, plantas y seres humanos. Uno de los propósitos además de investigar e informarnos sobre el tema es que este proyecto nos contribuye también a tomar conciencia y transmitir a los demás ideas para el cuidado de la calidad del suelo. El objetivo general es conceptualizar los diferentes subtemas de la contaminación de la calidad del suelo basados en datos reales, actuales y comprobados con la finalidad de demostrar los graves problemas que se derivan de este valioso tema. Los objetivos específicos fueron mostrar los factores principales donde se originan estos hechos. Presentar las investigaciones acerca del tema y así contribuir al enriquecimiento de nuestra educación ambiental (TUN, 2015).

➤ **Por el medio contaminante**

- ✓ Química: La contaminación se encuentra en materiales primordiales para la vida humana, como los alimentos, la tierra, el agua y el aire. En los medios indicados, se introduce un determinado compuesto químico.

- ✓ Radiactiva: Se deriva del esparcimiento de materiales radiactivos, como uranio enriquecido, que se utiliza en instalaciones de investigación o médicas, submarinos, munición blindada con metal aleado con uranio, reactores nucleares de centrales energéticas y satélites artificiales, La contaminación radiactiva, se produce por accidentes (Chernóbil), por uso y disposición final, deliberada de los residuos radiactivos.
- ✓ Térmica: Por la emisión de fluidos a elevada temperatura e influenciado por el ser humano. Este aumento artificial de la temperatura, causa el cambio climático, que existe ahora en la actualidad.
- ✓ Acústica: Presencia de altos decibelios en lugares determinados, causados por actividades humanas, como transporte, construcción de edificios, obras públicas e industria. Los efectos son fisiológicos, por la pérdida de audición y psicológicos, como estrés, insomnio y la capacidad mental de concentración.
- ✓ Visual: Alteración visual del paisaje natural, rural o urbano, por la presencia de torres de energía eléctrica, publicidades en avenidas y carreteras, minas a cielo abierto y vertederos.
- ✓ Lumínica: Por iluminación artificial excesiva, se da durante la noche en las cercanías de las ciudades. Por eso, los centros de investigación de astronomía y observatorios, se construyen lejos de las ciudades.
- ✓ Electromagnética: Causada por radiaciones del espectro electromagnético de equipos electrónicos, como celulares móviles, ordenadores, torres de alta tensión y transformadores, antenas de telefonía móvil y electrodomésticos.
- ✓ Microbiológica: Producida por aguas contaminadas, como aguas servidas, subterráneas o superficiales, que ocasionan enfermedades en humanos y animales.
- ✓ Genética: Se debe a la transferencia incontrolada o no del material genético de las plantas y afecta al patrimonio genético de poblaciones y especies, afectando la biodiversidad genética (**CALVO, 2012**).

➤ **Por extensión de la fuente**

- ✓ Puntual: Es posible ubicar al agente contaminante en un punto determinado.
- ✓ Lineal: Cuando la contaminación se produce a lo largo de una línea.
- ✓ Difusa: Aquí, la contaminación se distribuye homogéneamente por toda el área de incidencia, de una actividad determinada.

Los tipos de contaminación que se han descrito anteriormente están interconectados. La contaminación lumínica, requiere energía para producirse, la planta eléctrica quema combustibles fósiles, para suministrar la electricidad. Esto contribuye a la contaminación atmosférica, provocando lluvia ácida y cae sobre ríos, mares, lagos y tierra, originando la contaminación del suelo y del agua **(CALVO, 2012)**.

1.2.1 Natural.

Se trata principalmente, en la contaminación que está provocada por partículas naturales y por agentes. Es la contaminación, provocada por diversos y variados integrantes de la naturaleza, se produce por materiales diluidos en el agua, cuando los seres acuáticos pasan por diferentes áreas o zonas, también por los restos vegetales y animales y además, por distintos minerales, que se encuentran cerca de la superficie acuática o introducida en ella. Entre las causas más frecuentes de esta contaminación, encontramos los huracanes, los terremotos e incluso los volcanes. En caso del aire, es frecuente que esté contaminado por las partículas en suspensión, que liberan la erupción de los volcanes. Entre las clases más destacadas podemos citar la del suelo, aire y agua **(OJEDA, 2011)**.

Podemos expresar, todo lo antes dicho, que el proceso de contaminación ambiental, toma dos corrientes definidas y diferenciadas por sus características propias, como la contaminación natural y antropogénica.

La contaminación de la calidad del aire: Se entiende por contaminación atmosférica, a la presencia en la atmósfera de sustancias en una cantidad

que implique molestias o peligro para la salud de los seres humanos y de los demás seres vivos (CO, CO₂, CFC, Nox, O₃) y para evitar y/o minimizar, este tipo de contaminación, debemos no cargar gasolina en días de mayor cantidad de ozono, no circular a alta velocidad, mantenga su automóvil en buen estado, utilice un vehículo alternativo. En la contaminación de la calidad del aire de forma natural, se pueden destacar formas, como las erupciones volcánicas, que provocan distintos y diversos elementos contaminantes, esta materia contaminante suele presentarse en estado gaseoso, pero hay veces en las que se presentan de forma sólida y líquida. Todos los volcanes al erupcionar emiten diversas sustancias como pueden ser el hidrogeno, el metano, el azufre, el cloro, el flúor, y el dióxido de carbono. Estas sustancias no solo alteran la calidad del aire, sino que también alteran al agua y al suelo **(OJEDA, 2011)**.

La Contaminación del suelo: Provocada, por materiales tóxicos, por la concentración y densidad de elementos, como materiales tóxicos, materiales metálicos y los fenómenos atmosféricos, que provocan grandes problemas en el suelo. Las corrientes de aire, provocan distintos y variados elementos contaminantes, como las tormentas, las tormentas provocan polvo y partículas, que se quedan flotando o suspendidas en el aire. Los incendios forestales, sean provocados por actividad humana o natural, ambos expulsan una gran cantidad de gases nocivos, como polvo, humo, monóxido de carbono y el dióxido de carbono y cenizas.

La Contaminación del agua: Producida, por minerales que se introducen en el agua; habiendo otras, que forman parte integrante de ella y perjudican a la salud de los seres vivos, como cobre, hierro y fluoruros. No solo eso, sino que hay muchos elementos que son introducidos en la calidad del agua de manera natural, los cuales son muy dañinos para la salud, aunque sea en mínimas cantidades o proporciones, como cadmio, plomo, bario y mercurio **(OJEDA, 2011)**.

1.2.2 Contaminación antrópica.

Son generados por procesos industriales, como minería, petrolera, mataderos, frigoríficos y curtiembres. Comerciales, como envolturas y empaques; domiciliarias (envases, pañales, restos de jardinería), agrícolas (agroquímicos); fuentes móviles, como gases de combustión de los vehículos motorizados. Tradicionalmente el medio ambiente se ha dividido, para su respectivo estudio e interpretación, en esos tres componentes: aire, agua y suelo; sin embargo, existen otros más, la mayoría de los contaminantes interactúan con más de uno de los elementos del ambiente

Foto 02: Contaminación por basura-Sector Belén-Iquitos.



Fuente: Elaboración propia.

La contaminación causada por los seres humanos siempre ha existido, sin embargo, en la actualidad está alcanzando grandes proporciones siniestras. Es innegable que cada día miles de toneladas de sustancias extrañas, se incorporan al medio ambiente, las cuales modifican sus características químicas, físicas y biológicas con grandes perjuicios para la biota. Por ello, en este tema se tratarán las diversas modalidades de este tipo de contaminación ambiental. En general los contaminantes se catalogan en: contaminantes de la calidad del aire, calidad del agua y calidad del suelo. Las fuentes de contaminación se clasifican en contaminación directa e contaminación indirectas. La contaminación directa procede de afluentes industriales, de la minería, los rellenos sanitarios, del

servicio doméstico y de algunos usos agrícolas. En su mayoría provienen de las alcantarillas, las tuberías, caños, cuerpos de aguas superficiales, derrames de buques tanque y cargueros, automotores, pozos petroleros, fabricas, etcétera. Por su parte la contaminación indirecta proviene, en muchos casos, de los escurrimientos naturales hacia los mantos de agua subterránea sobre regiones extensas, tanto de la agricultura, como la captación de contaminantes de la calidad del aire y de la calidad del suelo que son arrastrados por el viento y la lluvia.

Los seres humanos a pesar de ser una especie más pensante del planeta tierra no se comporta igual que los demás, esto se debe a su cultura y al conjunto de actividades económicas y sociales que desarrolla. El hombre como especie tiene las necesidades de energía, tanto para realizar sus necesidades biológicas, como para llevar a cabo sus actividades económicas y culturales.

Así mismo, el ser humano se comporta de una manera singular debido al estilo de vida que se ha generado mediante la ciencia, demandando al medio ambiente cuotas de energía muy superiores a las requeridas como ente biológico, de modo que la manufactura minería, agrícola, industrial, energética y el sistema de transporte introducen una gran diversidad de sustancias a los ecosistemas, tales como los productos de desecho de cada modalidad de fabricación.

Es indudable que en los últimos 5 siglos el nivel de transformación del medio por los defectos del hombre y su condición de vida se han multiplicado tanto por la explosión demográfica como por la cuantía de desechos que desencadena la actual cultura consumista, con ello, se está llegando al límite de la resistencia de muchos ecosistemas, y al mismo tiempo que pone en peligro la sostenibilidad de la biosfera.

En la ecología, los riesgos se entienden como la posibilidad de sufrir un detrimento debido a una amenaza. Un peligro es una sustancia o acción que causa estragos, enfermedades, pérdida económica y deterioro del

medio ambiente. La mayoría de los peligros provienen de la exposición a varios factores del medio ambiente.

La contaminación de la calidad del agua es permanente, abundante y variada, ya que interviene en todos los procesos de transformación, industriales, mineros, agrícolas y de uso doméstico. Por lo tanto, el agua es un elemento esencial y requiere de un riguroso cuidado específico dada su importancia.

A medida que los seres humanos avanza en la industrialización y en la urbanización, el problema de la contaminación se vuelve más complicada, ya que el dinamismo humano ha transformado, en muchos lugares, a los lagos y a los ríos en enormes cloacas, cuya calidad de esas aguas, son escasos de oxígeno, no logran mantener la vida, debido a su alto contenido de microorganismos patógenos y metales dañinos como el mercurio y el plomo, que son venenos acumulativos en el tejido de los seres vivos **(NIETO, 2002)**.

Tipos de contaminantes (INSPIR-ACCIÓN, 2014).

Se refiere a todo aquello, que ayuda a la contaminación ambiental, donde sea que se produzca, como:

- ✓ Sólidos: Basura, como restos de materia orgánica y envases.
- ✓ Líquidos: Pueden ser derrames de combustibles, como el petróleo y aguas negras con desechos industriales.
- ✓ Gaseosos: Por la quema combustibles fósiles y derivados del petróleo.
- ✓ No degradables: No se descomponen por procesos naturales, como metales pesados. Esta contaminación, es muy costosa o imposible eliminarlos; además, son acumulables en los tejidos.
- ✓ Degradación lenta: Requieren de tiempo para degradarse, como plásticos y DDT.
- ✓ Degradables: Se reducen a niveles aceptables, mediante proceso naturales químicos, físicos y biológicos.

- ✓ Biodegradables: Contaminantes químicos diversos y complejos, que, por la acción de organismos vivos, se desarreglan en compuestos químicos sencillos, como las aguas residuales humanas en un río.

CAPITULO II: ASPECTO METODOLÓGICO

2.1 Metodología de trabajo

El proyecto de investigación, es **Descriptivo–Correlacional**.

A) Descriptivo, porque, describe los hechos, tal como son observados. B) Correlacional, porque, estudia las relaciones entre las variables independientes y dependientes; o sea, estudia la correlación entre dos variables (**FERRER, 2010**).

Se estudian las aguas del lago Quisto Cocha, construyendo cuadros de análisis físicos, químicos y bacteriológicos y comparándolas, con estudios hechos, por otros investigadores, en aguas de lagos con características parecidas, a fin de establecer el grado de contaminación encontrado.

Para este estudio, se establecen tres momentos de muestreo: Vaciante, Media Creciente y Creciente, tomando en cuenta las etapas de Pre-Campo, Campo y Postcampo.

2.2 Etapas

2.2.1. Pre–Campo:

Consiste, en preparar con anticipación los materiales dentro del laboratorio, plan de trabajo, lista de chequeo, equipos portátiles, hoja de campo, plano de ubicación o mapa con los puntos de monitoreo, movilidad. Tiene como objetivo, cubrir todos los elementos indispensables para llevar a cabo un monitoreo de forma sólida o efectiva. Se inicia con la preparación del material necesarios para la toma de muestra y la elección del personal capacitado, para el desarrollo del monitoreo. Verificar con una lista de chequeo (check list), que se tienen todos los implementos, para salir al campo. Las coordenadas de cada punto a monitorear, deben ser

introducido en un GPS, para facilitar su locación (**DGCAVMGA/MINAM, 2010**).

2.2.2. Campo:

Al llegar al punto de muestreo, se debe mirar el lugar previamente, para establecer el punto más apropiado, para recolectar la muestra y continuar con los siguientes pasos (**DGCAVMGA/MINAM, 2010**):

- ✓ Observa y anotar las características del cuerpo de agua, como color, olor, presencia de residuos, de vegetación acuática, de animales y actividades antrópicas.
- ✓ Anotar las coordenadas del punto de muestreo en UTM.
- ✓ Tener listas botellas a utilizar, según lista de parámetros a evaluar.
- ✓ Las muestras serán recolectados y preservados, teniendo en cuenta cada uno de los parámetros considerados.
- ✓ Rotular los frascos.
- ✓ Los frascos, agua destilada y preservantes, debe hacerse en coolers, para que no se contaminen.
- ✓ Las muestras, se almacenan en recipiente térmico (cooler), de forma vertical y considerando, que el recipiente de vidrio se encuentre apropiadamente identificado y protegido para así evitar su rompimiento.
- ✓ Anotar los valores de los parámetros de campo, como Conductividad eléctrica, Temperatura, Ph, Oxígeno Disuelto, TSD, Turbiedad.
- ✓ Las mediciones, pueden hacerse en el cuerpo de agua, siempre que las condiciones lo permitan, como seguridad de equipos y representatividad de la lectura; de lo contrario, recolectar una muestra en un envase adecuado, para tomar la lecturas (La lectura del Oxígeno Disuelto, se debe realizar de manera inmediata).
- ✓ La lectura del caudal (Si es parte del programa de monitoreo), podrá realizarse considerando los criterios antes mencionados.
- ✓ Ejecutar la cadena de custodia, debidamente, con los datos obtenidos o recogidos durante los trabajos realizados.
- ✓ Si fuera necesario el envío de muestras perecibles, como Coliformes, DBO, al laboratorio, para su análisis, deben ir acompañadas de su cadena de custodia.

- ✓ Finalizado el monitoreo, las muestras de agua, serán transportadas al laboratorio, refrigeradas, con Ice pack, llevando consigo la cadena de custodia.

2.2.3. Postcampo

Se refiere fundamentalmente, a la recopilación de los datos realizados en la etapa de campo (*in situ* y laboratorio). Estos datos, son procesados, para cada momento del monitoreo, comparando resultados, con trabajos de investigación similares, se discuten los valores, teniendo presente los LMP, de las normas peruanas y otras referentes; hechos que permiten establecer una conclusión más real, de conformidad con los objetivos de la investigación y que permitan claramente, establecer recomendaciones al proyecto.

CAPITULO III: PROTOCOLO DE MONITOREO.

El monitoreo ambiental, se realiza para determinar la presencia y concentración de contaminantes en el medio ambiente; así como, el estado de preservación de los recursos naturales. Se efectúa de acuerdo a la función evaluadora del OEFA, con el propósito de buscar, quién es el responsable de la alteración ambiental identificada. A través de dicha actividad, se brinda amparo, para las acciones de fiscalización, supervisión y sanción ambiental, en tanto, que permite conocer el nivel de daño ambiental, que puede ser atribuido a un responsable (**OEFA, 2013**).

El monitoreo ambiental, es una acción, para conocer cuál es, cómo se encuentra, el estado de cosas en materia ambiental de un hábitat y por tanto, resulta ser una actividad de ayuda en lo que respecta al cuidado del medio ambiente, ya que del resultado que arroje, sabremos cuál es la situación concreta.

Aquí, se observarán con detenimiento, todos aquellos factores, contaminantes o elementos nocivos, como sustancias químicas, toxinas,

bacterias, virus, presentes en un área determinado, ya sea un espacio de trabajo o una región territorial y permitiendo saber, el estado de conservación de los recursos naturales del lugar de incidencia del proyecto. El monitoreo, mide el grado de toxicidad presente en los espacios, si es grave, muy grave o nulo y con esta información, poder implementar un plan de acción en el problema. La contaminación ambiental, es una amenaza y entonces, el monitoreo ambiental, surge como una expectativa, para poder rebatir este estado de cosas lamentable para la humanidad y el planeta. Además, de anticipar un impacto negativo, puede aportar en el delineamiento del proyecto y de este modo, evitar de plano el choque en el medio ambiente. Es preferible anticipar, que curar y en el caso de la contaminación ambiental, poder identificar de antemano los problemas y así evitarnos complicaciones futuras. La idea del monitoreo ambiental, es identificar culpabilidad y que se alejen terminantemente de esta práctica.

El **monitoreo ambiental**, viene acompañado del término **protocolo**, que se refiere al conjunto de normas y reglas, que una persona deberá observar, respetar y acatar, cuando se mueva en determinados ámbitos ya sea por una cuestión de circunstancia especial y son de estricto cumplimiento y que no pasarán desapercibidas en los ojos de aquellos, que respetan y piden respetar los protocolos, que esté en vigencia en ese momento. Corresponde a los ensayos para la evaluación de muestras, sean ellas, agua, suelo o aire, según el caso a que se refiera el protocolo, que se constituyen en fuente de conocimientos de las áreas a que se refiere el proyecto de investigación, para lograr los resultados más adecuados **(Definición ABC 2007)**.

3.1 Análisis *in situ* y conceptos referenciales.

Se determinaron parámetros, como: Temperatura del agua y aire, pH, Conductividad, Transparencia, CO₂, Georreferencia (GPS) y Sonido (Sonómetro).

❖ **Determinación de Temperatura (METALF, 2002).**

Características:

- Equipo : Termómetro, bulbo tubular con Mercurio.
- Unidad : °C
- Método : HASH-Electrométrico

❖ **Determinación del pH (METALF, 2002).**

Características:

Método : Electrométrico.
Marca : HACH
Electrodo : De Calomel.
Modelo : EC10 50050.

❖ **Conductividad Eléctrica (DE ZUANE, 1997)**

Características:

- Método : EPA 120,1.
- Marca : CONDUCTIVITY/TDS METER,
- Unidades: MicroSiemes/Centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

Proceso:

1. 1er Paso: Lavar bien con agua destilada, el pico sensibilizador del conductímetro.
2. 2do Paso: En un Vaso de Precipitado de 250 ml, verter 100 ml, de la muestra problema.
3. 3er Paso: Filtrar si es necesario.
4. 4to Paso: Insertar en la muestra el pico sensibilizador del Conductímetro.
5. 5to Paso: Dejar que el valor se estabilice.
6. 6to Paso: Encender el equipo.
7. 7mo Paso: Visualizar y anotar el resultado en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

❖ **Sólidos Totales Disueltos (STD)**

Se multiplica el valor de la conductividad eléctrica (C.E), por un factor establecido, equivalente a 0,55), (**CHAMORRO Y VEGAS, 2003**),

❖ **Transparencia.**

Características:

Método: Promedio Aritmético, blanco-negro o amarillo-negro, diámetro 20 cm o 30 cm, cuerda centimetrada cuelga del centro del disco

Equipo : Disco Secchi

Proceso:

1. 1er Paso: Insertar lentamente el disco, en el agua, hasta que se note con dificultad la coloración de la parte superior del disco.
2. 2do Paso: Levantar, leer y anotar la profundidad indicada en centímetros, sobre la cuerda.

❖ **Análisis de Dióxido de Carbono (CO₂).**

Características:

Método : **HACH** (Titulación)

Modelo : CA-23.

Catalogo : 1436-01

Reactivos:

1. Hidróxido de Sodio en solución (Titulante), al 0,01 N.
2. Fenolftaleína (Indicador), al 0,1 %.

Proceso:

1. 1er Paso: Purificar 50 ml. de la muestra problema en un Erlenmeyer de 150 mL.
2. 2do Paso: Transferir a un vial, 15 ml. de la muestra filtrada.
3. 3er Paso: Adicionar 1 gota de Fenolftaleína (Indicador), al 0,1 %.
4. 4to Paso: Agregar gota a gota Hidróxido de Sodio en solución (Titulante), al 0,01 N y mezclar con cada gota vertida.
5. 5to Paso: Continúe adicionando, hasta conseguir una coloración Rosada y persistente, por 30 segundos.

6. 6to Paso: Cuente las gotas adicionadas y multiplique por el valor de cada rango tomado, para el análisis (Por 1,2 rango bajo, por 2 medio y por 5 alto).
7. 7mo Paso: El valor obtenido se expresará en mg/L de Dióxido de Carbono.

3.2 Análisis en laboratorio y conceptos referenciales.

Se establecieron los análisis de los siguientes parámetros: Oxígeno Disuelto (O.D.), Cloruros Cl^{-1}), Dureza Total (D.Tot.), Dureza de Calcio (D.Ca) y Dureza de Magnesio (D.Mg), Coliformes Totales (Colif.Tot. y Coliformes Termotolerantes (Colif. Termot.), Plomo (Pb), Bario (Ba), Cadmio (Ba), Aceites y Grasas (A/G), Alcalinidad, Nitratos y Nitritos.

❖ Oxígeno Disuelto (O.D.).

Características:

Método : Titulación,
Modelo : CA-OX-2p23/Test Kit-Cat. Nro. 1469-00.
Equipo : HACH.
Unidades : mg/L.

Reactivos:

- a. Sulfato de Manganeso
- b. Ácido sulfámico (Reactivo en Cápsula)
- c. Tiosulfato Sódico (Titulante)
- d. Hidróxido de Litio y Ácido de Sodio.

Proceso:

1. 1er Paso: Llenar el matraz con la muestra, evite la formación de burbujas, al llenar.
2. 2do Paso: Incline ligeramente el matraz y coloque el tapón de un golpe, para evitar atrapar burbujas del aire (si se notase burbujas, desechar la muestra y empezar de nuevo).
3. 3er Paso: Destapar y agregar dos almohadillas (Floculante), una de ellas, conteniendo 10 mg de Sulfato de Manganeso y otra, conteniendo en conjunto, 10 mg de hidróxido de Litio y Ácido de Sodio.

4. 4to Paso: Agitar vigorosamente el matraz, para mezclar, se notarán flóculos de precipitado. Si se forma un precipitado **naranja-marrón**, indica la presencia de Oxígeno, en la muestra.
5. 5to Paso: Cuando el precipitado se deposite, aproximadamente hasta la mitad del volumen del matraz. Los flóculos no se depositarán, si existieran altas concentraciones de Cloro. En todo caso, espere de 4 min a 5 min, antes de continuar.
6. 6to Paso: Destapar y añadir el contenido de una cápsula de reactivo (3), Tapa el matraz suavemente, para evitar atrapar burbujas de aire (si se notase burbujas, desechar la muestra y empezar de nuevo el análisis).
7. 7mo Paso: sacudir energicamente el matraz, los fóculos, se disolverán y la muestra se tornará **amarilla**, si contiene Oxígeno Disuelto.
8. 8vo Paso: Llene al máximo la probeta, con la muestra, hasta aquí preparada.
9. 9no Paso: Lleva el contenido de la probeta al matraz, para mezclar.
10. 10mo Paso: Introduzca gota a gota de Tiosulfato Sódico (Titulante).
11. 11vo Paso: Cuente las gotas añadidas.
12. 12vo Paso: Agite hasta mezclar cada gota añadida.
13. 13vo Paso: Continúe añadiendo, hasta que la muestra se vuelva **incolora**.
14. 14vo Paso: El número total de gotas, de la solución valorada, equivale al total de Oxígeno Disuelto, expresado en **mg/L**.

❖ **Análisis de Cloruros (Cl^{-1}).**

Características:

Método: Titulación

Reactivos:

1. Nitrato de Plata 0,01N (titulante).
2. Cromato de Potasio (5%).

Proceso:

1. 1er Paso: colocar en una bureta, 50 ml de Nitrato de Plata 0,01N (titilante).

2. 2do Paso: Tomar 100 ml de muestra problema, agregar 5 gotas de Cromato de Potasio al 5%.
3. 3er Paso: La solución, se tornará **amarillenta**.
4. 4to Paso: Titular, gota a gota, hasta que la solución **amarillenta**, cambie a una coloración **rojo ladrillo**.
5. 5to Paso: Cerrar la bureta.
6. 6to Paso: Leer los mililitros gastados de la bureta.
7. 7mo Paso: Expresar el valor obtenido, en **mg/L o ppm**.

Fórmula:

$$g_{Cl-1} = \frac{N \times V_{mL1} \times 0.0355}{V_{mL2}}$$

Donde:

- N = Concentración (del Nitrato de Plata).
 V₍₁₎ = Volumen gastado del titulante.
 V₍₂₎ = Volumen de la muestra problema titulada.
 0,0355 = Peso mili equivalente gramo del Cloro (Pmeq_{Cloro}
 = 35,5/1000)

❖ **Análisis de Dureza Total (D.Tot.).**

Características:

Método: Titulación

Reactivos:

1. Solución Buffer, pH=10.
2. EDTA, 0.01 M
3. Indicador Negro de Ericromo (NET).

Proceso:

1. 1er Paso: Tomar un Erlenmeyer de 250 ml, limpio y seco.
2. 2do Paso: Introducir 100 ml, de la muestra problema.
3. 3er Paso: Adicionar 2 ml, de Solución Buffer, con Ph 10.
4. 4to Paso: sacudir con cuidado, la muestra no cambia de color.
5. 5to Paso: Adicionar 4 gotas del indicador Negro de Ericromo (NET) ó 0,01g.

- 6to Paso: Titular con solución de EDTA, 0.01M, hasta que el color cambie de rojo vino a una coloración azul.
- 7mo Paso: El resultado, se expresa en ppm ó mg/L, como Carbonato de Calcio.

Fórmula:

$$g_{CaCO_3} = \frac{N \times V_{mL1} \times 0.05}{V_{mL2}}$$

Donde:

- N = Concentración (del EDTA).
V₍₁₎ = Volumen gastado del titulante.
V₍₂₎ = Volumen de la muestra problema titulada.
0,05 = Peso miliequivalente gramo del Carbonato de Calcio
(P_{meq}Carbonato de Calcio = 100/2000).

❖ **Análisis de Dureza de Calcio (D.Ca).**

Características:

- Equipo : Titulador (EDTA, 0.01 M).
Método : APHA (Volumetría)

Reactivos:

1. Indicador Negro de Ericromo (NET).
2. Solución Buffer, pH=10.
3. EDTA (Solución Titulante) 0.01 M.

Proceso:

1. 1er Paso: Tomar un Erlenmeyer de 250 mL, limpio y seco.
2. 2do Paso: Introducir 100 mL, de la muestra problema.
3. 3er Paso: Adicionar 2 mL, de Solución Buffer, con pH 10.
4. 4to Paso: sacudir con cuidado, la muestra no cambia de color.
5. 5to Paso: Adicionar 4 gotas del indicador Negro de Ericromo (NET) ó 0,01g.
6. 6to Paso: Titular con solución de EDTA, 0.01M, hasta que el color cambie de rojo

7. 7mo Paso: vino a una coloración azul.
8. 8vo Paso: El resultado, se expresa en ppm ó mg/L, como Carbonato de Calcio.

Fórmula:

$$g_{CaCO_3} = \frac{N \times V_{mL_1} \times 0.02}{V_{mL_2}}$$

Donde:

- N = Concentración (EDTA).
- V₍₁₎ = Volumen gastado del titulante.
- V₍₂₎ = Volumen de la muestra problema titulada.
- 0,02 = Peso mili equivalente gramo de Calcio
(PmeqCarbonato de Calcio = 40/2000).

❖ **Fórmula de la Dureza de Magnesio (D.Mg).**

(La Dureza de magnesio (D.Mg), se halla por diferencia, entre la dureza Total (D.T.) y la dureza de Calcio (D.Ca)).

$$D.Mg = (D.T.) - (D.Ca) = \text{expresado como } CaCO_3$$

❖ **Análisis de Coliformes Totales (Colif.Tot.).**

Características:

Equipo : Filtración con membrana
Método : APHA

Reactivos:

1. Solución m-ENDO-B.

Proceso:

1. 1er Paso: Tomar la muestra problema indicada.
2. 2do Paso: Armar el equipo de filtración.
3. 3er Paso: Llevar una membrana filtrante al equipo de filtración.
4. 4to Paso: Colocar una almohada en la placa Petri.

5. 5to Paso: Agregar a la placa Petri, 2 mL, de la solución m-ENDO-B (servirá de alimento a las bacterias).
6. 6to Paso: Tomar 1 mL, de la muestra problema y esparcirla en el papel filtro.
7. 7mo Paso: Luego, filtrar.
8. 8vo Paso: Llevar a la placa Petri, el papel filtrado.
9. 9no Paso: Tapar la placa Petri y voltearla.
10. 10mo Paso: Colocarla boca abajo, la placa Petri.
11. 11vo Paso: Dejar en reposo por de 1 hora, aproximadamente.
12. 12vo Paso: Cumplida la hora, llevar a la incubadora, por un espacio de 18 a 24 h, a temperatura de 35,5 °C.
13. 13vo Paso: Sacar la placa de la incubadora, leer las manchas que tengan una coloración plateada.

❖ **Coliformes Termotolerantes (Colif. Termot.).**

Características:

Equipo : Filtración con membrana

Método : APHA

Reactivos:

1. Solución m-FC

Proceso:

1. 1er Paso: Tomar la muestra problema indicada.
2. 2do Paso: Armar el equipo de filtración.
3. 3er Paso: colocar una membrana filtrante en el equipo de filtración.
4. 4to Paso: Ubicar una almohadilla en la placa Petri.
5. 5to Paso: Agregar a la placa Petri, 2 mL, de la solución m-FC (servirá de alimento a las bacterias).
6. 6to Paso: Tomar 1 mL, de la muestra, esparcirla por la zona del papel filtro.
7. 7mo Paso: Realizado esto, filtrar.
8. 8vo Paso: Llevar a la placa Petri, el papel filtrado.

9. 9no Paso: Tapar la placa Petri y voltearla. ponerla boca abajo.
10. 10mo Paso: Dejar en reposo por 1 hora, aproximadamente.
11. 11vo Paso: Cumplido el tiempo, llevar a la incubadora por 24 h, a temperatura de 44,5°C.
12. 12vo Paso: Leer las manchas que tengan una coloración **rojo ladrillo**.

❖ **Análisis de Plomo (Pb).**

Características:

Equipo : Espectrofotómetro DR-2010

Método : APHA 3500-Pb-D Dítizona

Reactivos:

1. Dithi Ver (Almohadilla).
2. Hidróxido de Sodio, 5 N.
3. Almohadilla Buffer (Tipo Citrato).
4. Cloroformo

Proceso:

1. 1er Paso: Tomar una pera limpia y seca.
2. 2do Paso: Llevar a la pera, 250 mL, de la muestra.
3. 3er Paso: Adicione el contenido de una almohadilla buffer (tipo citrato) y mezclar.
4. 4to Paso: Llevar a una probeta, 60 mL de Cloroformo y mezclar con el contenido de una almohadilla de Dithi Ver.
5. 5to Paso: Tomar 30 mL, de la probeta del punto "d".
6. 6to Paso: Adicionar a la pera y mezclar.
7. 7mo Paso: Agregar 5 mL, de Hidróxido de Sodio, 5 N, agitar hasta obtener una coloración **naranja o rosada** (sino apareciera dicha coloración, agregar unos cuantos ml, más, hasta obtener la coloración deseada) y llevar a un pH = 11.
8. 8vo Paso: Agregar 1g ó 10 gotas de Cianuro de Potasio y mezclar.

9. 9no Paso: Acondicionar en el extremo más fino de la pera, una pequeña bola de algodón (sirve de filtro), dejar en reposo 1 minuto, aproximadamente.
10. 10mo Paso: Separar dos celdas de vidrio (A y B).
11. 11vo Paso: En la celda "A", colocar 25 ml, de la muestra filtrada.
12. 12vo Paso: Preparar el aparato (Espectrofotómetro DR-2000 ó DR-2010):
13. 13vo Paso: Acomodar la muestra "B", en el equipo (conteniendo Cloroformo), servirá de blanco y apretar Zero.
14. 14vo Paso: Esperar, que aparezcan las unidades (0,00 mg/L).
15. 15vo Paso: Retirar la muestra en blanco, rápidamente y llevar la muestra problema "A", a al equipo.
16. 16vo Paso: Esperar, que se estabilice, leer el valor y dividirlo entre 1000, para expresarle en mg/L).

❖ **Análisis de Bario (Ba).**

Características:

Equipo : Espectrofotómetro DR-2010

Método : APHA 3500-Ba-D Di tizona

Reactivos:

1. Reactivo Bari Ver 4-Barium-PowderPillow.

Proceso:

1. 1er Paso: Llevar a un Erlenmeyer, 100 ml, de muestra problema.
2. 2do Paso: Tomar dos celdas limpias y secas, de 25 ml.
3. 3er Paso: Introducir en una de ellas, 25 ml, de la muestra filtrada (servirá de blanco).
4. 4to Paso: Llevar a la otra celda, 25 ml, de la muestra problema.
5. 5to Paso: Introduzca una almohadilla de reactivo Bari Ver 4-Barium-PowderPillow.
6. 6to Paso: Prender el espectrofotómetro DR- 000 ó DR-2010).

7. 7mo Paso: Esperar 5 minutos, hasta obtener el sonido de una campanilla.
8. 8vo Paso: Llevar la muestra en blanco, al aparato y apretar Zero.
9. 9no Paso: Esperar que la pantalla nos muestre 0,00 mg/L.
10. 10mo Paso: Retirar la muestra en blanco rápidamente y llevar la muestra problema.
11. 11vo Paso: Esperar que se estabilice y leer el valor mostrado en mg/L.

❖ **Análisis de Cadmio (Cd)**

Características:

Equipo : Espectrofotómetro DR-2010

Método : APHA 3500-Cd-D Di tizona

Reactivos:

1. Cianuro de Potasio.
2. Hidróxido de Sodio (50 %).
3. Almohadilla Buffer (tipo citrato).
4. Cloroformo
5. Reactivo Dithi Ver.

Proceso:

1. 1er Paso: Llevar a una pera, 250 ml, de la muestra problema.
2. 2do Paso: Adicionar a la pera, una almohada Buffer (tipo citrato) y mezclar.
3. 3er Paso: En una probeta de 100 ml, verter 60 ml, de Cloroformo y mezclar con el contenido de una almohadilla de Dithi Ver.
4. 4to Paso: Tomar 30 ml, de la probeta del punto "c".
5. 5to Paso: Adicionar 20 ml, de Hidróxido de Sodio (50 %), mezclar.
6. 6to Paso: Agregar 1 g ó 10 gotas de Cianuro de Potasio y mezclar.
7. 7mo Paso: Llevar a la pera del punto "b" y mezclar.
8. 8vo Paso: Poner en el pico más fino de la pera, una pequeña bola de algodón (sirve como filtro) y dejar en reposo por 1 minuto aproximadamente.
9. 9no Paso: Separar dos celdas de vidrio (A y B).

10. 10mo Paso: En la celda "A", poner 25 ml, de Cloroformo, que servirá de blanco.
11. 11vo Paso: En la celda "B", colocar 25 ml, de la muestra problema.
12. 12vo Paso: Encender el aparato (DR-2010 ó DR-2000).
13. 13vo Paso: Llevar la muestra en blanco, al aparato y apretar "Zero".
14. 14vo Paso: Esperar que aparezca 0,00 mg/L.
15. 15vo Paso: Retirar la muestra en blanco rápidamente y llevar la muestra problema.
16. 16vo Paso: ENTER.
17. 17vo Paso: Esperar que se estabilice y leer y anotar el valor en mg/L.

❖ **Análisis de Aceites y Grasas (A/G).**

Características:

Equipo: Rota Vapor y Balanza analítica

Método: US-EPA 1664 (Gravimétrico)

Reactivos:

1. Hexano (QP)
2. Ácido Sulfúrico (14,5 N).

Proceso:

1. 1er Paso: Medir en una pera, para filtración 350 ml, de la muestra problema.
2. 2do Paso: Agregar 4 mL, de ácido sulfúrico (14,5 N).
3. 3er Paso: Preparación: 394 ml, de Ácido Sulfúrico, en 1 litro de agua destilada.
4. 4to Paso: Insertar 30 ml, de Hexano.
5. 5to Paso: Agitar y dejar en reposo por 10 minutos (colocar en la parte final de la pera, una bola de algodón, para filtración).
6. 6to Paso: Filtrar, en un balón pequeño de 50 mL, con boca aforada, previamente pesado.
7. 7mo Paso: Concentrar el filtrado en un rota vapor, a presión reducida.
8. 8vo Paso: Dejar enfriar.
9. 9no Paso: Colocar el balón en un desecador con sálico gel, por espacio de 1 h, aproximadamente

10. 10mo Paso: Pesar nuevamente el balón, en una balanza analítica de cuatro dígitos.
11. 11vo Paso: Por diferencia de peso, establecer las concentraciones del Aceite y Grasa, expresadas en ppm o mg/L.

Fórmula:

$$A/G \text{ (mg/L)} = \frac{(W_2 - W_1) \text{ g}}{V_{(L)} \text{ de muestra}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{\text{g}} = \dots \text{ mg/L (A/G)}$$

❖ **Análisis de Alcalinidad.**

Características:

Método : APHA 2320 B (Titulométrico)

Equipo : Titulador

Reactivo:

1. (H₂SO₄ (0,02 N).
2. Anaranjado de Metilo

Proceso:

1. 1er Paso: Llevar a un Erlenmeyer, 100 ml, de muestra problema y añadir gotas de Anaranjado de Metilo, hasta que se torne amarillento.
2. 2do Paso: Titular con solución de Ácido Sulfúrico (0,02 N), hasta que el color amarillento, cambie a anaranjado.
3. 3er Paso: Expresar el valor obtenido, en ppm de CaCO₃.

Fórmula:

$$g_{CaCO_3} = \frac{N \times V_{mL_1} \times 0.05}{V_{mL_2}}$$

Donde:

- N = Concentración (del H₂SO₄).
- V₍₁₎ = Volumen gastado del titulante.
- V₍₂₎ = Volumen de la muestra problema titulada.
- 0,05 = Peso miliequivalente gramo del Carbonato de Calcio (P_{meq}Carbonato de Calcio = 100/2000).

❖ NITRATO

Características:

Equipo : HACH-Test Kit-Company P.O. BOX 389
Módulo : NI-12
Método : Colorimétrico

Proceso:

1. 1er Paso: Separe el disco para Nitratos (Rango: 0-55 mg/L)
2. 2do Paso: Separe dos tubos, limpios y secos
3. 3er Paso: Lleve al primer tubo, 5 ml de la muestra (Servirá de blanco)
4. 4to Paso: Lleve al segundo tubo, 5 ml de muestra y adicione una almohadilla del reactivo NitraVer 5. Mezcle con cuidado y aparecerá una coloración ámbar, dejar que reacciones por un minuto, hasta que la coloración se estabilice.
5. 5to Paso: Llevar el tubo al equipo, paralelo al primer tubo.
6. 6to Paso: Introducir el disco, para nitratos, en el equipo.
7. 7mo Paso: Girar el disco lentamente, hasta que las coloraciones de los tubos, se iguales.
8. 8vo Paso: Leer el valor y multiplicarle por 4,4 y expresarle en mg/L.

Fórmula:

$$(X) \times (Y) = (Z) \text{ mg/L}$$

Donde:

X = Valor observado (Disco colorímetro)

Y = Factor establecido (4,4)

Z = Resultado (mg/L)

❖ NITRITO

Características:

Equipo : HACH-Test Kit-Company P.O. BOX 389
Modelo : NI-12
Método : Colorimétrico

Pasos :

1. 1er Paso: Separe el disco para Nitratos (Rango: 0-5,5 mg/L)
2. 2do Paso: Separe dos tubos, limpios y secos
3. 3er Paso: Lleve al primer tubo, 5 ml de la muestra (Servirá de blanco)
4. 4to Paso: Lleve al segundo tubo, 5 ml de muestra y adicione una almohadilla del reactivo NitriVer 3. Mezcle con cuidado y aparecerá una coloración ámbar, dejar que reacciones por un minuto, hasta que la coloración se estabilice.
5. 5to Paso: Llevar el tubo al equipo, paralelo al primer tubo.
6. 6to Paso: Insertar el disco, para nitratos, en el equipo.
7. 7mo Paso: Girar el disco lentamente, hasta que las coloraciones de los tubos, se iguales.
8. 8vo Paso: Leer el valor y multiplicarle por 3,3 y expresarle en mg/L.

Fórmula:

$$(X) \times (Y) = (Z) \text{ mg/L}$$

Donde:

X = Valor observado (Disco colorímetro)

Y = Factor establecido (4,4)

Z = Resultado (mg/L)

3.3 Conceptos paramétricas de referencia.

(Determinaciones conceptuales de algunos parámetros medidos):

❖ **pH**

Es la medida de las concentraciones de iones de hidrógeno en el agua, donde, los valores con pH, mayores de 11, producen irritación ocular y trastornos cutáneos. Se miden convencionalmente, con el pH-metro. Aguas con pH ácido, pueden ser dañinas a la vida acuática y para el ser humano. (METALF-2002).

$$\text{pH} = \text{Log } 1/ [\text{H}^+] = - \text{Log} [\text{H}^+]$$

❖ **Temperatura:**

Se mide con un equipo llamado termómetro y que se toma del medio ambiente actual, por lo que, si se toma de varios puntos en una determinada zona a un mismo tiempo, puede cambiar. Porque, en un ambiente frío, no será igual a la de un lugar cálido.

La temperatura, es una medición de la energía calorífica, presente en un compuesto, sea esta líquida, sólida o gaseosa. El **calor**, a su vez, es energía que se manifiesta como vibración molecular de un compuesto o como radiación electromagnética. El calor, es el fenómeno, mientras que la temperatura es una forma de medición. De acuerdo al Sistema Internacional de Unidades (SIU), la temperatura se mide en grados kelvin (K), aunque en el ámbito científico, en grado Celsius (°C) o grado Fahrenheit (°F).

La proporción entre ambas medidas se puede establecer mediante las siguientes fórmulas:

$$\text{Temp.}^{\circ}\text{C} = (\text{°F}-32) * 1/1.8$$

$$\text{Temp.}^{\circ}\text{F} = (\text{°C} * 1.8) + 32$$

Magnitud física, que indica la intensidad de frío o calor de un cuerpo, de un objeto o del medio ambiente, en general, es medido por un equipo llamado termómetro. El concepto de calor, está asociado con una temperatura más alta, mientras que el término frío, se asocia con una temperatura más baja (**ZEMANSKY, 1985**).

❖ **Oxígeno Disuelto (O.D.).**

Es la medida del oxígeno disuelto (O.D) en la calidad del agua, expresado normalmente en ppm (partes por millón). La solubilidad del oxígeno (O₂) en el agua, depende de la temperatura: a mayor temperatura menos oxígeno (O₂) se disuelve. En un cuerpo de agua se produce y a la vez se consume oxígeno. La producción de oxígeno (O₂) está relacionada con la fotosíntesis, mientras el consumo dependerá de la respiración, descomposición de sustancias orgánicas y otras reacciones químicas. La

concentración total de oxígeno (O₂) disuelto (O.D.), dependerá del balance entre todos estos fenómenos. Si es consumido más oxígeno que el que se produce y capta en el sistema, el contenido de oxígeno (O₂) caerá, pudiendo alcanzar niveles por debajo de los necesarios para la vida de muchos organismos. Los peces son particularmente sensibles a la hipoxia (bajas de O.D.).

Cuadro 1: “Rangos de concentración de oxígeno disuelto y Consecuencias ecosistémicas frecuentes”.

Oxígeno Disuelto (O.D) (mg/L)	“Condición”	“Consecuencias”
Rango de 0	Anoxia	Muerte masiva de organismos aerobios
Rango de 0-5	Hipoxia	Desaparición de organismos y especies sensibles
Rango de 5 -8	Aceptable	[OD] adecuadas para la vida de la gran mayoría de especies de peces y otros organismos acuáticos.
rango de 8-13	Buena	
➤ 13	Sobrenaturada	Sistemas en plena producción fotosintética.

Fuente: RED MAPSA, 2007.

El oxígeno (O₂) presente en la calidad del agua procede de la disolución del oxígeno (O₂) atmosférico y de la actividad fotosintética de los organismos acuáticos y es consumido por organismos heterótrofos y autótrofos, produciéndose un balance dinámico en la concentración de oxígeno (O₂) en el agua. Hay factores ambientales abióticos, que condicionan el contenido de en el agua, como la temperatura del medio acuático, la altura sobre el nivel del mar (menor la cantidad disueltos en agua a medida que escalamos en altura), la cantidad de sales disueltas (cuanto mayor sea la salinidad menor, será la capacidad del medio acuático para disolver gases) y las características del cauce (flujos turbulentos

favorecen la mezcla y disolución de gases). Niveles de 5 ó 6 ppm, son adecuados para la mayoría de las especies, por debajo de 3 ppm, son dañinos se forma una condición Hipoxia y menos de 2 ppm fatales, se forma una condición Anoxia, para la mayoría de las mismas (**RED MAPSA, 2007**).

❖ **Transparencia**

La transparencia es una propiedad óptica de la materia, que tiene diversas propiedades y grados. Un material es translúcido, cuando deja pasar la luz, pero, no deja ver nítidamente los objetos, es opaco, cuando impide el paso de la luz. Un material, presenta transparencia, cuando deja pasar fácilmente la luz. Al propagarse la luz en un medio acuoso, la luz se extingue por fenómenos de dispersión y absorción. El agua pura, interacciona con la luz y contribuye a su extinción, pero si consideramos, además, las sustancias que se encuentren disueltas y las partículas en suspensión, los sistemas acuáticos presentarán una zona iluminada en su superficie, tornándose cada vez más oscura en función del color, turbidez del agua y del aumento de la profundidad.

Se cuantifica como transmitancia, al porcentaje de intensidad lumínica que atraviesa la muestra.

Para esto se utiliza un espectrofotómetro o un colorímetro, en el campo, se usa el disco Secchi (medición de la penetración luminosa y la turbidez en masas de agua como mares, ríos y lagos). Además, indica, cuál es el nivel de penetración de la luz, dentro del cauce del río. Porque, es una manera de ver, si existen elementos en suspensión en el río y si corresponde la misma penetración de luz en cada uno de los puntos de muestreo. Para los lagos, determinar la profundidad a la que penetra la luz, define la extensión de la zona litoral e informa sobre la porción de la columna de agua en la que podría realizarse la fotosíntesis y por lo tanto puedan vivir plantas. En algunos sistemas, es frecuente encontrar aguas turbias verdosas, dominadas por organismos fotosintéticos microscópicos, como fitoplancton,

ver cartilla sobre eutrofización. Aguas con aspecto barroso, coloración por la suspensión de sedimentos por la acción de la corriente, del viento o por los aportes externos. Entre los últimos, la erosión en la cuenca de drenaje o la descarga de efluentes, pueden aumentar el nivel normal de sedimentos en suspensión, disminuyendo la penetración de la luz en el agua y a su vez afectando o limitando la capacidad de vida de algunas poblaciones biológicas. Para los lagos, determinar la profundidad a la que penetra la luz, define la extensión de la zona litoral e informa sobre cuál es la porción de la columna de agua en la que podría realizarse fotosíntesis y por lo tanto, vivir plantas. En algunos sistemas es frecuente encontrar sistemas con sus aguas turbias verdosas, dominadas por organismos fotosintéticos microscópicos (fitoplancton, ver cartilla sobre eutrofización). En general, en las aguas naturales traslúcidas, pero, con colores amarilloamarronados, predominan sustancias húmicas disueltas, provenientes de la descomposición de la biomasa vegetal (sistemas denominados distróficos), **(RED MAPSA, 2007).**

❖ **Conductividad Eléctrica**

La conductividad eléctrica (C.E), refleja la capacidad del agua para conducir corriente eléctrica y está directamente relacionada con las concentraciones de sales disueltas en el agua. Por lo tanto, la conductividad eléctrica está relacionada con los Sólidos Totales Disueltos (TDS). Las sales en el agua, se disuelven en iones con carga positiva (+) e iones con carga negativa (-), que conducen electricidad. El agua destilada no contiene sales disueltas y no conduce electricidad y tiene una conductividad eléctrica (C.E) de cero. El Efecto de la Temperatura a la Conductividad Eléctrica (C.E) del agua, mientras más alta, sea la temperatura, más alta, sería la conductividad eléctrica y aumenta en 2 a 3 %, para un aumento de 1 grado Celsius de la temperatura del agua. La Conductividad Eléctrica (C.E), es una medida de la resistencia, que opone el agua u otro cuerpo, al paso de la corriente eléctrica. La conductividad del agua, está relacionada con la concentración de las sales en disolución, cuya disociación genera iones capaces de transportar la energía eléctrica. Como la solubilidad de las sales

en el agua depende de la temperatura, evidentemente, la conductividad varía con la temperatura del agua y aumenta, conforme aumenta la temperatura del agua. Para estandarizar la medición de la conductividad eléctrica (C.E), se referencia a una temperatura de medida, generalmente a 20 ó 25 °C. Para calcular la conductividad eléctrica (C.E) a 20°C a partir de un dato a 25°C se utiliza un factor de conversión: $CE\ 20^{\circ}C = CE\ 25^{\circ}C / 0,90$. En las redes de control de aguas naturales se suele medir la conductividad a 20°C. Se expresa en unidades de mS/cm (microSiemens por centímetro). La Conductividad eléctrica (C.E) del agua aumenta en un 2-3% para un aumento de 1 grado Celsius de la temperatura del agua. Muchos medidores de Conductividad Eléctrica (C.E) que existen en el mercado normalizan automáticamente las lecturas a 25°C (**SMARK, 2012**).

❖ **Sólidos Totales Disueltos (T.D.S.)**

Es la cantidad total de sólidos disueltos en el agua, principalmente de las sales minerales. La conversión del T.D.S., a la conductividad eléctrica puede ser realizada mediante la siguiente relación (Es una relación aproximada):

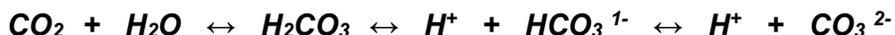
$$T.D.S. (ppm) = 0.64 \times EC (\mu S/cm)$$

La cantidad total de solidos disueltos (T.D.S) es medido en ppm (partes por millón) o en mg/l.

Cantidad total de sólidos disueltos (T.D.S) en el agua, principalmente, de las sales minerales y se mide en ppm (partes por millón) o en mg/L. La conductividad eléctrica (C.E), refleja la capacidad del agua, para conducir corriente eléctrica y está directamente relacionada con la concentración de sales disueltas en ella, que hacen en iones con carga positiva (+) e iones con carga negativa (-). Por lo tanto, la conductividad eléctrica está relacionada con la cantidad Total de Solidos Disueltos (T.D.S) (**SMARK, 2012**).

❖ Dióxido de Carbono (CO₂).

Es un gas incoloro, denso y poco reactivo; y forma parte de la composición de la tropósfera (capa de la atmósfera más próxima a la Tierra). Actualmente, en una proporción de 350 ppm. (Partes por millón). Su ciclo en la naturaleza está vinculado al del oxígeno (O₂). El balance del dióxido de carbono (CO₂), es sumamente complejo por las interacciones que existen entre la reserva atmosférica de este gas, las plantas que lo consumen en el proceso de la fotosíntesis y es transferido desde la tropósfera a los océanos. El análisis de gases retenidos en muestras de hielo obtenidas a distintas profundidades en Antártida y Groenlandia, ha permitido conocer la concentración de dióxido de carbono (CO₂) atmosférico y de otros gases del llamado efecto invernadero, durante por lo menos los últimos 150 000 años. Estas concentraciones, han variado en la escala temporal de las glaciaciones, con concentraciones bajas durante los períodos glaciales (temperaturas bajas) y relativamente altas durante los períodos interglaciales (temperaturas altas), con transiciones rápidas tanto en la variación de la temperatura como de la concentración de dióxido de carbono (CO₂). Se estima que este aumento es causado por una concurrencia de factores entre los cuales el uso de combustibles fósiles (petróleo y derivados, carbón y gas) y las quemaduras con fines agrícolas pueden señalarse como los más significativos. Se calcula que este aumento del nivel de dióxido de carbono (CO₂) ocasione cambios climáticos considerables. El dióxido de carbono (CO₂) disuelto en agua da lugar al llamado equilibrio carbónico, de gran importancia en la química del agua:



El origen del El dióxido de carbono CO₂ disuelto en el agua, se debe a factores, como:

- ◆ Respiración de los organismos acuáticos
- ◆ Descomposición de materia orgánica
- ◆ Disolución de los carbonatos
- ◆ Agua de lluvia Eliminación del dióxido de carbono CO₂:

- ◆ La Fotosíntesis se determina mediante valoración ácido-base con disolución de NaOH diluida, en la cual se utiliza la fenolftaleína como indicador de punto final.

El dióxido de carbono (CO₂) es un Gas incoloro, sin olor ni sabor, está presente en la atmósfera de forma natural. No es Letal. Desempeña un papel importante en el ciclo del carbono durante el proceso de la fotosíntesis. El (CO₂) es un gas, que produce un importante efecto de atrapamiento del calor, llamado efecto invernadero y es uno de los gases que más influye en el problema del medio ambiental, sobre el calentamiento global del planeta y el consiguiente cambio climático. El El dióxido de carbono (CO₂), emitido a la atmósfera, si supera al contenido en los océanos, ríos, etc., es absorbido con facilidad por el agua, convirtiéndose en Ácido Carbónico (H₂CO₃). Este ácido débil, influye sobre los silicatos, que provienen de las rocas y se producen los iones Bicarbonato (HCO₃⁻), que son asimilados por los animales acuáticos, en la formación de sus tejidos. Una vez, que estos seres vivos mueren, quedan depositados en los sedimentos calcáreos de los fondos marinos. En efecto, el Calcio soluble, reacciona con los iones Bicarbonato del agua (muy solubles), del siguiente modo:



En algunas ocasiones, la materia orgánica, queda sepultada sin producirse el contacto entre ésta y el oxígeno, lo que evita la descomposición aerobia y a través de la fermentación, provoca la transformación de esta materia, en carbón, petróleo y gas natural **(RAYNAUD, 1993)**

❖ **Cloruros (Cl⁻¹).**

Las aguas superficiales, por lo general, no contienen cloruros en concentraciones elevadas y no afectan al sabor. En aguas superficiales, los responsables de la salinidad, son los Sulfatos y Carbonatos y no los Cloruros (Cl⁻¹). El Organismo Mundial de la Salud (OMS), recomienda un

límite máximo permisible (LMP), de 250 mg/L, arriba de este valor, puede influir en la corrosividad del agua. El aumento de cloruros (Cl^{-1}) en el agua, aumenta al mismo tiempo, la corrosividad. El alto contenido de cloruros (Cl^{-1}), impide que el agua sea utilizada para consumo humano y para el ganado. Además, puede matar a la flora circundante. El Cloruro (Cl^{-1}) en forma de ión, es uno de los aniones inorgánicos importantes en aguas naturales y residuales. Los cloruros (Cl^{-1}), que encuentran en el agua natural, proceden de la disolución de rocas y suelos, que los contengan y que, están en contacto con el agua. Las descargas orgánicas, provenientes de los desechos humanos, también, son fuentes de cloruros (6 gr. personas/día). Los compuestos que reducen la dureza del agua, son también, fuente importante de la formación de cloruros (Cl^{-1}). Fuentes con elevado contenido de cloruros, dañan las estructuras metálicas. El umbral del gusto de los cloruros (Cl^{-1}), se halla entre 200 mg/L a 300 mg/L. (METALF, 2002).

❖ Alcalinidad

La Capacidad del agua, para neutralizar ácidos y su presencia en las aguas naturales, es casi una constante, como equilibrando al contenido de los Bicarbonatos y los Carbonatos con Ácido Carbónico, prevaleciendo los iones Carbonatos. Por eso, un agua puede tener baja Alcalinidad; pero, un pH alto o viceversa. La basicidad o alcalinidad, es la capacidad acido neutralizante de una sustancia química en solución acuosa y se expresa en equivalentes de base por litro o en su equivalente de carbonato cálcico. Debido a que la alcalinidad de la mayoría de las aguas naturales está compuesta casi íntegramente de iones de bicarbonato y de carbonato, las determinaciones de alcalinidad pueden dar estimaciones exactas de las concentraciones de estos iones. La alcalinidad, es la medida de la capacidad tampón de una disolución acuosa o lo que es lo mismo, la capacidad de ésta, para mantener su pH estable, frente a la adición de un ácido o una base. O sea, es una cantidad o suma de concentraciones y por tanto actividad química del bicarbonato, carbonato y óxidos. Está presente en el tratamiento del agua, pues, reacciona con coagulantes

hidrolizables (sales de Hierro y Aluminio), durante el proceso de coagulación y tiene incidencia sobre el carácter corrosivo o incrustante, que puede tener el agua y cuando alcanza niveles elevados, tiene efectos sobre el sabor (**BORRÁS, 2007**)

❖ **Dureza Total (D.Tot.), Dureza de Calcio (D.Ca) y Dureza de Magnesio (D.Mg).**

Representa una medida de la cantidad de metales alcalinotérreos en el agua, como Magnesio y Calcio, provenientes de la disolución de rocas y minerales que será tanto mayor cuanto más elevada sea la acidez del agua. Es una medida, del estado de mineralización del agua. Se expresa como mg/L de CaCO_3 . Existen distintos tipos de dureza:

- **Dureza total:** Suma total de las concentraciones de sales de magnesio y de calcio, y se puede medir por volumetría con EDTA y se expresa en forma de Carbonato de Calcio u Óxido de Calcio.
- **Dureza temporal:** Corresponde a la proporcionada por los hidrogeno-carbonatos de magnesio y calcio y desaparece por ebullición, que hace que precipiten los carbonatos. También desaparece por adición de hidróxido de calcio.
- **Dureza permanente:** Existe después de la ebullición del agua, es la diferencia entre las dos anteriores durezas. En función de este estado de mineralización, podemos distinguir distintos tipos de aguas:

Cuadro 02: Clasificación de la dureza del agua.

1. Clasificación	Dureza (mg de CaCO_3 /L)
2. Blandas	0-100
3. Moderadamente duras	101-200
4. Duras	201-300
5. Muy duras	> 300

Fuente: WWA-WWA, 1992.

Es una medida de la capacidad de una muestra de agua, para precipitar jabón. Hoy en día, la dureza total (**D.Tot.**), es la suma de las concentraciones de magnesio y calcio; ambas expresadas como miligramos (mg) de CaCO_3/L . No existen efectos perjudiciales para la salud por consumir agua blanda o dura, pero, de la presencia de aguas duras, resultan dos consecuencias económicamente importantes: 1) Las aguas duras, requieren considerablemente, más cantidad de jabón, para formar espuma y limpiar materiales en comparación con las aguas blandas. 2) Las aguas duras, precipitan a los carbonatos en los sistemas de tuberías a temperaturas altas (fenómeno conocido como sarro). Los carbonatos de magnesio y de calcio, son dos de las pocas sales comunes cuya solubilidad disminuye con el aumento de temperatura. La aparición de los detergentes sintéticos, ha reducido significativamente los problemas asociados con el agua dura y con su incapacidad para la formación de la espuma. Sin embargo, el depósito de sarro continúa siendo un problema. El origen de una muestra de agua, generalmente determina su dureza. Las aguas superficiales, comúnmente contienen menos dureza que las aguas subterráneas. La dureza del agua subterránea, se puede explicar por las formaciones geológicas en donde surge el agua. La presencia de carbonatos en suelos superficiales y en sedimentos aumenta la dureza en el agua superficial. De manera similar, las formaciones de caliza en el subsuelo, aumentan la dureza del agua subterránea. Los valores de dureza pueden variar desde unos pocos hasta cientos de miligramos (mg) de CaCO_3/L . La dureza del agua proviene de sales de cationes metálicos divalentes. Estos iones son capaces de reaccionar con jabón y formar precipitados o en la presencia de aniones apropiados, formar sarro en tuberías de agua caliente. Los principales cationes causantes de dureza son, los cationes de magnesio y calcio, aunque el hierro, estroncio, y manganeso, también pueden contribuir a la dureza del agua. Es común comparar el valor de la alcalinidad en una muestra de agua con su valor de dureza; ambos son expresados en miligramos (mg) de CaCO_3/L . En el

caso en que el valor de la dureza del agua sea mayor que el valor de la alcalinidad total, el valor de dureza que es igual al de la alcalinidad se denomina “dureza de carbonatos” mientras que el exceso se conoce como la “dureza de no-carbonatos”. A su vez, cuando la dureza es igual a o menor que la alcalinidad total, toda la dureza es dureza de carbonatos y no habrá dureza de no-carbonatos en esa muestra. **Hay dos métodos para determinar la dureza del agua. El que se describe y se implementa aquí está basado en un método de titulación con un agente quelante. La base de este método es que, a valores específicos de pH, el ácido etilendiaminotetraacético, o EDTA, forma un complejo con cationes bivalentes. Entonces, titulando un volumen conocido de muestra con una solución de EDTA estandarizada (de concentración conocida) se puede medir la concentración de cationes divalentes en una muestra de agua. El punto final en esta titulación se observa con un indicador colorimétrico, negro de eriocromo T. En la ausencia de metales divalentes, el color del indicador es azul.** Pero cuando se añade indicador a una muestra de agua dura de pH 10, el indicador forma un complejo de color rojo-vino con los cationes divalentes. Durante la titulación con EDTA, los cationes forman complejos con el EDTA y eventualmente, hay un punto donde el EDTA ha formado complejos con todos los iones libres y el indicador regresa a su color azul, indicando que en el punto final de la titulación sólo hay complejos de EDTA con los iones de la dureza (WWA-WWA, 1992).

❖ **Aceites y Grasas (A/G).**

Sustancia soluble en Cloroformo, incluye otros materiales extraídos por el disolvente de una mezcla acidificada, tales como, los compuestos de tintes orgánicos, azufre y clorofila, no volatilizados durante la prueba, se expresa en mg/L. La presencia de Aceites y Grasas (A/G) en el agua, alteran su color, calidad, olor, sabor y apariencia.

El aceite, proveniente del petróleo en las aguas, es perjudicial para la vida acuática, porque forma una película sobre la superficie del agua, reduce la

aireación y disminuye la penetración de la luz solar, necesaria para la realización de la fotosíntesis de las plantas acuáticas (**INADE-PEDIC, 2001**).

❖ **Cadmio (Cd).**

Muy Dañino, se acumula en los tejidos del hígado y los riñones. En el organismo, algunos iones de Calcio (Ca^{+2}), son reemplazados fácilmente, por iones de Cadmio (Cd^{+2}), ambos tienen el mismo estado de oxidación y causan fragilidad en los huesos y fácilmente provocan fracturas y reduce los niveles de Hierro hepático. La vida media de este metal pesado **Cadmio (Cd)**, se calcula entre 10 años y 30 años que permanece en el organismo, especialmente en el hígado y los riñones. Tanto la Organización Mundial de la Salud (OMS) y EPA, recomiendan, que el límite máximo permisible (LMP), debe fluctuar, entre 0,003 mg/L y 0,005 mg/L; pero, por ser bioacumulable, recomiendan, lo menor posible (**APHA, AWWA, WPCF, 1992**).

❖ **Plomo (Pb).**

Es Dañino, sobre todo para las mujeres embarazadas y para todos los niños. (**APHA, AWWA, WPCF, 1992**).

Se hallan en los almacenamientos de baterías y fundiciones de plomo. El envenenamiento por este metal, es muy nocivo y puede generar graves trastornos, como retraso mental e incluso el fallecimiento. Ya que Afectan al hígado y a los riñones. Causan molestias en la piel, mareos, dolor de cabeza y pérdida de la conciencia e inhibición del crecimiento, de la fotosíntesis y de la acción enzimática.

❖ **Bario (Ba).**

Metal venenoso, acarréa trastornos cardíacos, vasculares, nerviosos y aumento de la presión arterial. Una dosis de 0,80 mg/L a 0,90 mg/L, como Cloruro de Bario, resultaría, hasta dañina. La contaminación de Bario (Ba), en el agua, proviene fundamentalmente, de las perforaciones de Hidrocarburos de Petróleo, refinerías metálicas o

erosiones de depósitos naturales. Aproximadamente, un 80% del Sulfato de Bario, se utiliza para aumentar la densidad del fluido, para lavado de perforaciones en la extracción del petróleo (**APHA, AWWA, WPCF, 1992**).

Los compuestos del Bario (Ba), llegan en la mayoría de los casos al medio ambiente, a través de efluentes industriales. Con una mínima cantidad de 0,1 mg/L de Bario, ya resultan afectados los microorganismos y a partir de 1 g/L, se inhibe la capacidad de autodepuración de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos.

❖ **Coliformes Totales**

Constituyen un grupo heterogéneo con hábitat primordialmente intestinal, para la mayoría de las especies que involucra, es constante, abundante y casi exclusivo de la materia fecal, su capacidad de sobrevivencia y multiplicación fuera del intestino también se observan en aguas potables, por lo que este grupo se utiliza como indicador de contaminación fecal en agua; encontrándose que mientras mayor sea el número de coliformes en agua, mayor será la posibilidad de estar frente a una contaminación reciente. Cuando los coliformes, llegan a los alimentos, no sólo sobreviven, sino que se multiplican, por lo que en los alimentos el grupo coliforme, adquiere un significado distinto al que recibe en el agua. Cuando los productos alimenticios han recibido un tratamiento térmico (cocción, pasteurización, horneado, etc.), estos microorganismos se utilizan como indicadores de malas prácticas sanitarias. El grupo de bacterias coliformes totales, comprende a todos los bacilos Gram-negativos aerobios o anaerobios facultativos, no esporulados, que fermentan la lactosa con producción de gas en un lapso máximo de 48 h. a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Este grupo está conformado por 4 géneros principalmente: Enterobacter, Escherichia, Citrobacter y Klebsiella. Los Coliformes Totales, son bacterias asociadas con los desechos humanos y de animales, expresada en Unidades Formadoras de Colonia en 100 MI, de muestra problema, (UFC/100 MI).

Proporcionan, una medida de la contaminación del agua proveniente de las excretas de las personas y/o animales domésticos y silvestres. Se basan en medir la presencia de microorganismos, como son las bacterias colifórmicas, producto de la contaminación fecal y los microorganismos patógenos que originan el cólera. **(CCAYAC-M-004, 2006)**

❖ **Coliformes Termotolerantes (Colif. Termot.).**

Son un Sub grupo de bacterias colifórmicas y habitan en el intestino de las personas y animales de sangre caliente. Se expresan en Unidades Formadoras de Colonia en 100 mL de muestra problema, (UFC/100 mL). Los coliformes fecales en particular, se han seleccionado como indicadores de contaminación fecal, debido a su relación con el grupo tifoide-paratifoide y a su alta concentración en diferentes tipos de muestras. Los coliformes fecales, son un subgrupo de los coliformes totales, capaz de fermentar la lactosa a 44.5°C. Aproximadamente el 95% del grupo de los coliformes presentes en heces fecales, están formados por *Escherichia coli* y ciertas especies de *Klebsiella*. Ya que los coliformes fecales, se encuentran casi exclusivamente en las heces de animales y seres humanos, el Agua potable para comunidades rurales, reuso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas, se considera que reflejan mejor la presencia de contaminación fecal. Otro de los aspectos negativos del uso de los coliformes totales como indicador es el hecho de que algunos coliformes son capaces de multiplicarse en el agua. Los coliformes fecales, se denominan termotolerantes, por su capacidad de soportar temperaturas más elevadas. Esta denominación, está ganando más adeptos actualmente, pues sería una forma más adecuada de definir este subgrupo, que se diferencia de los coliformes totales, por la característica de crecer a una temperatura superior **(MADIGAN, 1997)**.

3.4 Puntos de muestreo.

Para establecer los puntos de muestreo, se debe tener en cuenta, los lugares más representativos, para esperar que las muestras contengan los compuestos esperados.

Cuadro 03: Puntos de monitoreo – Lago Quisto Cocha

Punto de monitoreo	Lugar
01	Área de Bañistas.
02	500 m (Brazo derecho) del área de bañistas.
03	500 m (Brazo izquierdo) del área de bañistas.

Fuente: Elaboración propia-2016.

3.5 Georreferencia de los puntos de muestreo.

Se seleccionaron tres (03) puntos de monitoreo (Área de Bañistas, 500 m brazo derecho del área de bañistas, 500 m Brazo izquierdo del área de bañistas, ubicados geográficamente, mediante el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y registrados en sistemas de coordenadas UTM (Mercator Transversal Universal), (**Cuadro 02**). Además, los monitores, se establecieron en las estaciones de vaciante, media creciente y creciente.

Cuadro 04: Monitoreo en vaciante.

Momento Hidrológico	Coordenadas (UTM)		Lugar	Descripción
	Este	Norte		
Vaciante	18M 0686384	9576536	Área de Bañistas.	Se recogieron muestras, a 25 m de la orilla,
	18M 0686447	9576332	500 m (Brazo derecho) del área de bañistas.	Se recogieron muestras, a 25 m de la orilla,
	18M 0686430	9576790	500 m (Brazo izquierdo) del área de bañistas	Se recogieron muestras, a 25 m de la orilla,

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 05: Monitoreo en media creciente.

Momento Hidrológico	Coordenadas (UTM)		Lugar	Descripción
	Este	Norte		
Media Creciente	18M 0686374	9576534	Área de Bañistas.	Se recogieron muestras, a 20 m de la orilla,
	18M 0686420	9566788	500 m (Brazo derecho) del área de bañistas.	Se recogieron muestras, a 20 m de la orilla,
	18M 0686433	9576342	500 m (Brazo izquierdo) del área de bañistas	Se recogieron muestras, a 20 m de la orilla,

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 06: Monitoreo en creciente.

Momento Hidrológico	Coordenadas (UTM)		Lugar	Descripción
	Este	Norte		
Creciente	18M 0686371	9576537	Área de Bañistas.	Se recogieron muestras, a 20 m de la orilla,
	18M 0686431	9566792	500 m (Brazo derecho) del área de bañistas.	Se recogieron muestras, a 20 m de la orilla,
	18M 0686438	9576355	500 m (Brazo izquierdo) del área de bañistas	Se recogieron muestras, a 20 m de la orilla,

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO IV: EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS

4.1 Equipo de trabajo.

- Computadora ADVANCE-17
- GPS
- Conductímetro
- Rota Vapor
- Disco Sechi
- Equipo de filtración
- Impresora PIXMA-lp2700
- Espectrofotómetro DR-2010
- Ph-Meter
- Turbidímetro
- Termómetro
- USB-4G.
- Refrigeradora

4.2 Materiales usados.

- Pera de decantación,
- Botella de Borosilicato de 1 L,
- Vaso de precipitado
- Botella de Plástico de 1 L,
- Papel A4
- Probeta graduada
- Algodón
- Pipeta
- Erlenmeyer
- Placa Petri
- Bureta
- Pinza

4.3 Reactivos empleados.

- Hidróxido de Sodio, 5 N
- Cloroformo
- Ácido Sulfúrico (14,5 N)
- Hexano
- Buffer (Tipo citrato)
- Diti Ver (Almohadilla)
- Buffer, Ph 10
- Cromato de Potasio, 5%
- Indicador Negro de Eriocromo
- Ácido Sulfúrico (H₂SO₄) 0,02 N
- Alcohol
- Anaranjado de Metilo
- Agua Destilada
- Solución **m – FC**
- Nitrato de Plata 0,01N
- Solución Buffer (NaOH), Ph 10
- Tiosulfato Sódico (Titulante)
- **Solución m – ENDO – B**
- Cianuro de Potasio (KCN)
- Solución de EDTA 0.01M, (Sal di sódica)

CAPITULO V: HIDROLOGÍA E HIDROGRAFÍA DEL LAGO “QUISTO COCHA”.

5.1 Sistema Hidrológico.

Existen ríos que provienen del Ecuador, como el Napo y Putumayo, que presentan un proceso hidrológico, diferentes a otros ríos de la región Amazónica. Los ríos provenientes de los Andes Peruanos, como el Ucayali, Marañón, Huallaga, Tigre, Pastaza, Morona, entre otros, presentan cuatro fases estacionarias, bien definidas: la estación de lluvias, comienza en

marzo, abril y termina en mayo, la media creciente, se da entre los meses de junio - julio, la estación de vaciante, aparece, entre los meses de agosto-septiembre-octubre y la media vaciante, se da, en los meses de noviembre-diciembre-enero y febrero (**BENITES, 2009**).

El cuerpo de agua, del lago “Quisto Cocha”, presenta aguas negras, por ser abastecido por filtraciones de zonas húmicas, pantanosas, aguajales, humedales naturales y la descomposición tánica de especies arbóreas.

Foto 03: Lago Quisto Cocha-Vista panorámica.



Fuente: Elaboración propio.

5.2 Sistema Hidrográfico.

Quisto Cocha, se caracteriza por su cercanía con la ciudad de Iquitos y se ubica a la altura del km 7, al suroeste de la carretera Iquitos-Nauta. Pudiendo llegar, desde cualquier punto de la ciudad de Iquitos y otros distritos, en minibuses, autos, moto carros, motos.

Este lago, como la mayoría de ellos, tiene la forma de una media luna, con orillas inundables en época de lluvias constantes, cubierta de espesa vegetación, de especies diferentes, propias de los lagos amazónicos; con tierra areno-arcillosa y húmica. Dentro la hidrografía, el lago cuenta con un complejo turístico, que, embellecen aún más, esta área territorial de 369 ha de bosque natural y cuenta, con una playa artificial (Tunchi Playa), donde

los visitantes, pueden bañarse, disfrutar del sol, de sus blancas arenas y hermosos paisaje.

El público puede visitar el museo, el acuario, el serpentario y el zoológico, donde se observan animales de la región y el vivero forestal con especies ornamentales, frutales, maderables y plantas medicinales (BENITES, 2009).

5.3. Clasificación del cuerpo agua del lago “QUISTO COCHA”.

Laguna de cuerpo léntico y agua negra, adyacente al río Nanay y la ciudad de Iquitos, con meandros antiguos, abandonados por el río (ÁLVAREZ, 2007). En este caso, el Nanay, cuya coloración de sus aguas, se debe a la pigmentación tánica de las plantas, filtraciones de aguajales, humedales naturales, sustancias húmicas y ácidos fúlvicos (SIOLI, 1968).

CAPITULO VI: RESULTADOS

Campo

➤ Parámetros y Análisis *IN SITU*:

Cuadro 07: Análisis de agua.

Parámetros	Punto 1 Área de bañistas	Punto 2 500 m Brazo derecho del área de bañistas	Punto 3 500 m Brazo izquierdo del área de bañistas
Estación de Vaciante			
Ph	5,68	5,35	5,33
Temp. Aire	34,60 °C	34,20 °C	34,60 °C
Temp. Agua	30,00 °C	29,00 °C	29,00 °C
Conductividad	35,00 µS/cm	38,00 µS/cm	38,00 µS/cm
CO ₂	28,00 mg/L	27,00 mg/L	25,00 mg/L

Transparencia	140,00 cm	138,00 cm	139 cm
Estación de Media Creciente			
Ph	5,70	5,65	5,73
Temp. Aire	32,00 °C	32,20 °C	32,60 °C
Temp. Agua	30,10 °C	30,30 °C	30,30 °C
Conductividad	45,00 µS/cm	41,00 µS/cm	42,00 µS/cm
CO ₂	24,10 mg/L	21,00 mg/L	21,00 mg/L
Transparencia	97,00 cm	99,00 cm	98,00 cm
Estación de Creciente			
Ph	5,80	6,00	6,00
Temp. Aire	29,15 °C	29,15 °C	29,15 °C
Temp. Agua	28,60 °C	31,90 °C	30,80 °C
Conductividad	55 µS/cm	51 µS/cm	52 µS/cm
CO ₂	14,40 mg/L	15,20 mg/L	15,20 mg/L
Transparencia	85,00 cm	90,00 cm	90,00 cm

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 08: Análisis de efluentes gaseosos, sonoros y georreferencia.

Puntos	Sonido (Db)	Gases			Georreferenciación (UTM)	
		H ₂ S (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)	Este	Norte
ESTACIÓN DE VACIANTE						
1	55	1,10	1,00	0,50	18M 0686384	9576536
2	52	1,20	1,10	0,53	18M 0686447	9576332
3	44	1,20	1,10	0,55	18M 0686430	9576790
ESTACIÓN DE MEDIA CRECIENTE						
1	52	1,20	1,40	0,60	18M 0686004	9576104
2	45	1,00	4,42	0,65	18M 0686100	9566800
3	41	1,00	1,45	0,67	18M 0686103	9576849
ESTACIÓN DE CRECIENTE						
1	57	1,00	1,40	0,65	18M 0686374	9576534
2	50	1,20	1,42	0,65	18M 0686420	9566788
3	45	1,00	1,40	0,67	18M 0686433	9576342

Fuente: Elaboración propia.

Laboratorio

➤ Parámetros y Análisis:

Cuadro 09: Valor de los análisis en vaciante.

Fuente: DS: 015-MINAM-2015

Puntos	Ph	Temp. (°C)	Transparencia (cm)	Conductiv. (µS/cm)	TDS (mg/L)	O ₂ (mg/L)	CO ₂ (mg/L)	Cloruros (mg/L)	Alcal. (mg/L)	D.T. (mg/L)	D.Ca (mg/L)	D.Mg (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Nitritos (mg/L)	A/G (mg/L)	Colif. Totales (UFC / 100MI)	Colif. Termotol. (UFC / 100MI)	Cadmio (mg/L)	Bario (mg/L)	Pb (mg/L)
1	5,68	30,0	140	35,0	19,25	8,3	28,0	10,1	14,4	6,0	2,0	4,0	10,0	0,08	1,8	140,0	28,0	ND	ND	ND
2	5,35	29,0	138	38,0	20,90	7,4	27,0	9,0	14,4	5,0	1,8	3,2	9,0	0,08	2,0	100,0	20,0	ND	ND	ND
3	5,33	29,0	139	38,0	20,90	7,3	25,0	9,8	14,6	5,3	1,2	4,1	9,0	0,09	2,0	110,0	22,0	ND	ND	ND
Promedio	5,5	29,3	139,0	37,0	20,4	7,7	26,7	9,6	14,5	5,3	1,7	3,8	9,3	0,08	1,9	116,7	23,3	-----	-----	-----
LMP	6,5-9,0	Δ3	-----	1000	500	≥ 5	NS	250	NS	200	75	30	13	NS	5	5000	1000	0,00025	0,7	0,0025

Cuadro 10: Valor de los análisis en media creciente.

Puntos	Ph	Temp. (°C)	Transparencia (cm)	Conductiv. (µS/cm)	TDS (mg/L)	O ₂ (mg/L)	CO ₂ (mg/L)	Cloruros(mg/L)	Alcal. (mg/L)	D.T. (mg/L)	D.Ca (mg/L)	D.Mg (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Nitritos (mg/L)	A/G (mg/L)	Colif- Totales (UFC / 100ML)	Colif- Termotol. (UFC / 100ML)	Cadmio (mg/L)	Bario (mg/L)	Pb (mg/L),5,
1	5,70	30,1	87,0	45,0	24,8	12,4	24,1	9,2	14,0	6,0	1,4	4,6	12,0	0,15	2,40	110	22	ND	ND	ND
2	5,65	30,3	99,0	41,0	22,6	10,2	21,0	9,1	13,5	5,7	1,5	4,2	13,5	0,09	2,40	90	18	ND	ND	ND
3	5,73	30,3	98,0	42,0	23,1	10,6	21,0	8,9	13,5	6,0	1,4	4,6	13,0	0,09	2,20	90	18	ND	ND	ND
Promedio	5,7	30,2	94,7	42,7	23,5	11,1	22,0	9,1	13,7	5,6	1,4	4,5	12,8	0,1	2,3	96,7	19,3	-----	-----	-----
LMP	6,5-9,0	Δ3	-----	1000	500	≥ 5	NS	250	NS	200	75	30	13	NS	5	5000	1000	0,00025	0,7	0,0025

Fuente: DS: 015-MINAM-2015

Cuadro 11: Valor de los análisis en creciente.

Fuente: DS: 015-MINAM-2015

Puntos	Ph	Temp. (°C)	Transparencia (cm)	Conductiv. μ S/cm	TDS mg/L	O ₂ mg/L	CO ₂ mg/L	Cloruros mg/L	Alcal. Mg/L	D.T. mg/L	D.Ca mg/L	D.Mg mg/L	Nitratos mg/L	Nitritos	A/G mg/L	Colif- Totales UFC / 100MI	Colif- Termotol. UFC / 100MI	Cadmio mg/L	Bario mg/L	Pb mg/L
1	5,80	28,6	85,0	55	30,3	14,6	16,4	8,17	13,0	12,25	2,0	10,25	16,0	0,2	2,8	100	20,0	ND	ND	ND
2	6,00	31,9	90,0	51	28,1	15,2	15,2	8,34	11,5	10,00	2,2	7,80	16,4	0,3	2,5	92	18,4	ND	ND	ND
3	6,00	30,8	90,0	52	28,6	14,8	15,2	6,57	10,0	8,50	1,8	6,70	17,0	0,3	2,5	90	18,0	ND	ND	ND
Promedio	5,90	30,4	88,3	52,7	29,0	14,9	15,6	7,7	11,5	10,3	2,0	8,3	16,5	0,3	2,6	94,0	18,8	-----	-----	-----
LMP	6,5-9,0	Δ 3	-----	1000	500	\geq 5	NS	250	NS	200	75	30	13	NS	5	5000	1000	0,00025	0,70	0,0025

Cuadro 12: Valores medios de los análisis en vaciante, media creciente y creciente.

Puntos	Ph	Temp. (°C)	Transparencia (cm)	Conductiv. (µS/cm)	TDS (mg/L)	O ₂ (mg/L)	CO ₂ (mg/L)	Cloruros (mg/L)	Alcal. (mg/L)	D.T. (mg/L)	D.Ca (mg/L)	D.Mg (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Nitritos (mg/L)	A/G (mg/L)	Coliformes Totales (UFC / 100MI)	Coliformes Termotol. (UFC / 100MI)	Cadmio (mg/L)	Bario (mg/L)	Pb (mg/L)
Vaciante	5,5	29,3	139,0	37,0	20,4	7,7	26,7	9,6	14,5	5,3	1,7	3,8	9,3	0,08	1,9	116,7	23,3	-----	-----	-----
Media creciente	5,7	30,2	94,7	42,7	23,5	11,1	22,0	9,1	13,7	5,6	1,4	4,5	12,8	0,1	2,3	96,7	19,3	-----	-----	-----
Creciente	5,90	30,4	88,3	52,7	29,0	14,9	15,6	7,7	11,5	10,3	2,0	8,3	16,5	0,3	2,6	94,0	18,8	-----	-----	-----
Promedio Total	5,7	30,0	108,2	43,1	24,3	11,2	21,4	8,8	13,2	7,1	1,7	5,5	12,9	0,16	2,2	102,5	20,5	-----	-----	-----
LMP	6,5-9,0	Δ3	-----	1000	500	≥ 5	NS	250	NS	200	75	30	13	NS	5	5000	1000	0,00025	0,7	0,0025

Fuente: DS: 015-MINAM-2015

CAPITULO VII: DISCUSIÓN

1. **Potencial de Hidrogeno (pH)**, medida de las concentraciones de iones de hidrógeno en el agua, donde, valores con Ph, mayores de 11, produce irritación ocular y trastornos cutáneos. Trabajos realizados por **BURGA, 2005**; reporta que el Ph del lago Rumo Cocha es 4,30; **INADE, 2008**; indica que el Ph de la laguna Huamán Cocha, es 6,7. El LMP, establece valores entre 6,5 y 9,0 (**D.S. 015-2015-MINAM**). El Ph del lago Quisto Cocha, reporta valores en vaciante de 5,68; 5,35 y 5,33. En media creciente de 5,7; 5,65 y 5,73. En creciente, se tiene valores de 5,8; 6,0 y 6,0 respectivamente. De manera tal que, de acuerdo a la norma peruana, se considera, ligeramente ácida en las diferentes estaciones medidas; por lo que las especies acuáticas, pueden permanecer en este hábitat.
2. La **Temperatura**, es una medida de la energía calorífica, presente en una sustancia, sea esta líquida, sólida o gaseosa. El **calor**, a su vez, es energía que se manifiesta como vibración molecular de una sustancia o como radiación electromagnética. El calor, es el fenómeno, mientras que la temperatura es una forma de medir al calor. De acuerdo al Sistema Internacional de Unidades (SI), la temperatura se mide en grados kelvin (K), aunque en el ámbito científico, en grado Celsius (°C) o grado Fahrenheit (°F).

Los valores encontrados en el proyecto de tesis de investigación en el lago Quisto Cocha, se expresa de la siguiente manera: en vaciante indica una $T_{\text{agua}}=30,0; 29,9; 29,0$ °C; en media creciente ($T_{\text{agua}}=30,1; 30,3; 30,3$ °C) y creciente ($T_{\text{agua}}=28,6; 31,9; 30,8$ °C), con un gradiente de tolerancia ($\Delta 3$ °C); estipulada la normatividad peruana (D.S. 015-2015-MINAM). Trabajos realizados por **SÁENZ, 2008**; reportó temperaturas en las lagunas de Pinsha Cocha ($T_{\text{agua}}=25,65$ °C) y Raya Tipishca ($T_{\text{agua}}=26,50$

°C), también cumplen con las condiciones estipuladas en el decreto Supremo, estipulado.

3. Oxígeno Disuelto (O.D).

Es la cantidad o medida del Oxígeno (O₂) gaseosa, disuelto en el agua, esta expresado normalmente en la unidad de medida de ppm (partes por millón). La solubilidad del oxígeno (O₂) disuelto en el agua, depende de la temperatura: a altas temperatura menos oxígeno se disolverán.

Los datos del proyecto, indican que en vaciante es (8,3; 7,4 y 7,3) mg/L, en media creciente (12,4; 10,2 y 10,6) mg/L y en creciente, alcanza valores de (14,6; 15,2 y 14,8) mg/L; siendo los LMP de $\geq 5,0$ mg/L (D.S. 015-2015-MINAM). Trabajos hechos por: **SÁENZ, 2008**; en las lagunas de Tipishca Cocha (3,20 mg/L) y Raya Tipishca (3,00 mg/L) y por **INADE, 2008**; en las lagunas de Atún Cocha (OD=6,5 mg/L) y Huamán Cocha (OD=5,4 mg/L)

Indicando entonces, que en las aguas del lago Quisto Cocha, la subsistencia de las especies acuáticas (Flota y Fauna), no corren peligro. Toda vez que, niveles de 5 ó 6 mg/L, son adecuados ya que hay suficiente oxígeno para la mayoría de las especies, por debajo de 3 mg/L, son dañinos el ecosistema experimentara Hipoxia y menos de 2 mg/L es letales y el ecosistema sufrirá Anoxia.

4. Transparencia.

La transparencia es una propiedad óptica de la materia, que tiene diversos grados. Un material es translúcido, cuando deja pasar la luz, pero, no deja ver nítidamente los objetos, y es opaco, cuando impide el paso de la luz.

INADE-2008, encuentra transparencias en los lagos de Atún Cocha (40,0 cm), Huamán Cocha (10,0 cm). **SÁENZ, 2008**; reporta transparencia en las lagunas Tipishca Cocha de 60,0 cm y Pinsha Cocha de 4,00 cm. El

proyecto de investigación, reporta: en vaciante (140,0; 138,0 y 139,0) cm; media creciente (87,0; 99,0 y 98,0) cm y creciente (85,0; 90,0 y 90,0) cm. No existe LMP en la normatividad peruana, en lo que respecta a este parámetro, cuanto menor sean los sólidos en suspensión, el cuerpo de agua se torna más transparente y limpio, favoreciendo la penetración de la luz solar y por cierto la fotosíntesis y la producción de oxígeno, en dicho cuerpo de agua.

5. **Conductividad Eléctrica.**

Es una medida de la resistencia a paso de la electricidad de los materiales, que opone el agua u otro cuerpo, al paso de la corriente eléctrica. La conductividad eléctrica en el agua, está relacionada con la existencia o concentración de las sales en disolución, cuya disociación genera iones positivos y negativos, capaces de trasladar la energía eléctrica. Estos conductores iónicos son los electrolitos

BURGA, 2005; en su trabajo de tesis, reporta valores en Rumo Cocha, de (9,2 y 11,5) $\mu\text{S/cm}$. **SÁENZ, 2008**; en las lagunas de Pinsha Cocha 13,0 $\mu\text{S/cm}$ y Raya Tipishca 16,0 $\mu\text{S/cm}$. **INADE, 2008**; reporta para la laguna de Yuto Cocha (10,0 $\mu\text{S/cm}$), Cocha Paparo (10,0 $\mu\text{S/cm}$) y Cocha Roca Fuerte (10,0 $\mu\text{S/cm}$). El trabajo de investigación, indica valores para el lago Quisto Cocha, en vaciante (35,0; 38,0 y 38,0) $\mu\text{S/cm}$, en media creciente (45,0; 41,0 y 42,0) $\mu\text{S/cm}$, y creciente (55,0; 51,0 y 52,0) $\mu\text{S/cm}$. El LMP, de la normatividad peruana es de 1000,0 $\mu\text{S/cm}$. Indica, entonces, que el lago Quisto Cocha, es resistenten al paso de la corriente eléctrica.

6. **Dióxido de Carbono (CO₂).**

Es un Gas sin olor ni sabor, incoloro e incombustible, está presente en la atmósfera en baja concentración de forma natural. No es dañino o toxico. Desempeña un importante proceso de la fotosíntesis. Es un gas,

incolore, denso que produce un efecto de atrapamiento del calor, lo cual ha generado los cambios climáticos.

INADE, 2008; reporta de las lagunas de Yuto Cocha (15,0) mg/L, Cocha Paparo (20,0) mg/L y Cocha Roca Fuerte (23,0) mg/L, respectivamente. **SÁENZ, 2008**; encontró valores de 13,2 mg/L (Tipishca Cocha), 14,8 mg/L (Pinsha Cocha) y 13,2 mg/L (Raya Tipishca). Los valores reportados por el proyecto de investigación, durante las estaciones muestreadas: en vaciante (28,0; 27,0 y 25,0) mg/L, en media creciente (24,1; 21,0 y 21,0) mg/L y en creciente (16,4; 15,2 y 15,2) mg/L. No existe LMP, en la normatividad peruana, pero, cuanto mayor sea el valor del CO₂, tanto mayor será la acidez de ese cuerpo de agua. En nuestro caso, tenemos una laguna relativamente ácida.

7. **Cloruros (Cl⁻¹).**

En forma de ión, es uno de los aniones inorgánicos principales en aguas naturales y residuales y los cloruros, que encuentran en el agua natural, proceden de la disolución de suelos y rocas, que los contengan y que, están en contacto con el agua. Las aguas superficiales, por lo general, no contienen cloruros en concentraciones elevadas y no afectan al sabor. En aguas superficiales, los responsables de la salinidad, son los Sulfatos y Carbonatos y no los Cloruros. El Organismo Mundial de la Salud (OMS), recomienda un límite máximo permisible (LMP), de 250 mg/L, arriba de este valor, puede influir en la corrosividad del agua.

Estudios realizados por **BURGA, 2005**; indican valores en vaciante, media vaciante y creciente (9,0; 3,0 y 1,0) mg/L en el lago Rumo Cocha. **INADE, 2008**; indica, que en las lagunas de Yuto Cocha, Cocha Paparo y Cocha Roca Fuerte, son (12,0; 20,0 y 16,0) mg/L, respectivamente. El proyecto de investigación reporta valores de las estaciones monitoreadas en el lago Quisto Cocha: vaciante (10,1; 9,0 y 9,8) mg/L, media creciente (9,2; 9,1 y

8,9) mg/L, creciente (8,17; 8,34 y 6,57) mg/L. La legislación peruana indica un LMP para este parámetro de 250,0 mg/L; cuanto mayor sea la concentración de cloruros, el Ph, se hará más ácido, aumentando la corrosión.

8. **Alcalinidad**

Capacidad del agua, para neutralizar ácidos y su presencia en aguas naturales, es casi una constante, como equilibrando al contenido de Bicarbonatos y Carbonatos con Ácido Carbónico, prevaleciendo los iones Carbonatos. Por eso, un agua puede tener baja Alcalinidad; pero, un pH alto o viceversa.

Trabajos hechos **BURGA, 2005**; en la laguna de Rumo Cocha, encontró valores de 22,6 mg/L (Vaciante), 10,6 mg/L (Media Creciente) y 17,0 mg/L (Creciente). **RUÍZ, 2016**; en su trabajo de tesis, encontró en el lago Morona Cocha, valores en vaciante (31,0; 30,0 y 30,2) m/L; en media creciente (27,0; 18,0 y 20,0) mg/L y en creciente (37,0; 36,0 y 36,0) mg/L. El proyecto de investigación, reporta valores, de: en vaciante (9,0; 8,0 y 8,0) mg/L, en media creciente (11,0; 7,5 y 7,5) mg/L y en creciente (13,0; 11,5 y 10,0) mg/L. De tal forma, que las aguas de esta laguna, son ligeramente básicas y ligeramente ácidas.

9. **Dureza Total (D.Tot.), Dureza de Calcio (D.Ca) y Dureza de Magnesio (D.Mg).**

Representa una medida de la cantidad de metales alcalinotérreos en el agua, como Magnesio y Calcio, provenientes de la disolución de rocas y minerales que será tanto mayor cuanto más elevada sea la acidez del agua.

SÁENZ, 2008; en su tesis doctoral, encontró valores de D.T., en Tipishca Cocha de 22,0 mg/L y Pinza Cocha de 24,7 mg/L (Río Marañón). **RUÍZ, 2016**; en su tesis de pre-grado, reporta para el lago Morona Cocha, valores de D.T., en verano (21,0; 19,0 y 20,0) mg/L; en media creciente (15,0; 13,5 y 14,0) m g/L y creciente (11,0; 11,0 y 11,0) mg/L. El trabajo de investigación realizado, proporciona de las estaciones monitoreadas, la D.T., en vaciante (6,0; 5,0 y 5,3) mg/L; en media creciente (6,0; 5,7 y 6,0) mg/L; en creciente (12,25; 10,0 y 8,5) mg/L. La D.Ca, en vaciante (2,0; 1,8 y 1,2) mg/L; en media creciente (1,4; 1,5 y 1,4) mg/L; en creciente (2,0; 2,2 y 1,8) mg/L. La D.Mg, se reporta, en vaciante (4,0; 3,2 y 4,1) mg/L; en media creciente (4,6; 4,2 y 4,6) mg/L; en creciente (10,25; 7,0 y 6,7) mg/L. Lo que explica, que las aguas de la laguna Quisto Cocha, son blandas.

10. **Aceites y Grasas (A/G).**

Sustancia soluble en Cloroformo, incluye otros materiales extraídos por el disolvente de una mezcla acidificada, tales como, los compuestos de tintes orgánicos, azufre y clorofila, no volatilizados durante la prueba, se expresa en mg/L. La presencia de Aceites y Grasas (A/G) en el agua, alteran su color, olor, calidad, sabor y apariencia.

Trabajos hechos por **BURGA 2005**, en la laguna de Rumo Cocha, encuentra valores de A/G en vaciante (9,7) mg/L, media creciente (13,3) mg/L y creciente (9,3) mg/L. **RUÍZ, 2016**; en su tesis de pre-grado, sobre el lago Morona Cocha, reporta valores de A/G, en verano (3,0; 2,5 y 2,4) mg/L; en media creciente (2,5; 1,4 y 2,2) m g/L y creciente (2,0; 1,0 y 2,0) mg/L. Los valores del proyecto en vaciante (1,8; 2,2 y 2,2) mg/L, en media creciente (2,4; 2,4 y 2,2) mg/L y en creciente (2,8; 2,5 y 2,5) mg/L. La norma legal peruana indica un LMP de 5,00 mg/L, para aguas amazónicas. De tal forma, que el cuerpo de agua de la laguna Quisto Cocha, se halla dentro de los límites permisibles.

11. Coliformes Termotolerantes (Colif.Termot.) y Coliformes Totales (Colif.Tot.).

Los Coliformes Totales, son bacterias asociadas con los desechos de los humanos y de otros animales, de sangre caliente o fría. Mientras que, los Coliformes Termotolerantes, son un sub grupo de bacterias colifórmicas, que habitan en el intestino de los seres humanos y animales de sangre caliente.

El proyecto de investigación, hecho en el lago Quisto Cocha, reporta valores de las estaciones monitoreadas, para C.Totales., en vaciante (140,0; 100,0 y 110,0) UFC/100 MI; en media creciente (110,0; 90,0 y 90,0) UFC/100 MI y en creciente (100,0; 92,0 y 90,0) UFC/100 MI. En C.Termotolerantes, encontramos valores en vaciante (28,0; 20,0 y 22,0) UFC/100 MI; en medio creciente (22,0; 18,0 y 18,0) UFC/100 ml y en creciente (20,0; 18,4 y 18,0) UFC/100 MI. La normatividad peruana indica 2000 UFC/100 MI (D.S.: 015-2015-MINAM). A pesar de ello, no son aptas para consumo humano, debiendo ser tratadas químicamente o hervirlas en todo caso.

12. Metales pesados

Cadmio (Cd), tóxico y se acumula en los tejidos del hígado y los riñones, causan fragilidad en los huesos y fácilmente provocan fracturas y reduce los niveles de Hierro hepático. Plomo (Pb), peligroso, para los niños y mujeres embarazadas, puede generar trastornos, como retraso mental e incluso la muerte. Bario (Ba), tóxico, acarreá trastornos cardíacos, vasculares, nerviosos y aumento de la presión arterial.

En los análisis practicados sobre estos metales pesados, no se detectaron presencia alguna de ellos, en las aguas del lago Quisto Cocha.

CAPITULO VIII: CONCLUSIÓN

- El **Potencial de Hidrogeno** (pH), es ligeramente ácido, a lo largo de las estaciones monitoreadas; debiendo ser ácido, por tener origen amazónico (debido a las filtraciones húmicas, las descomposiciones orgánicas, presencia de taninos). Esta ligera acidez, en este cuerpo de agua, se debe a factores externos, como la presencia del zoológico, a orillas del lago; así como, la asistencia a diario de bañistas locales y foráneos e instalación de restaurantes y venta ambulatoria de comida, durante todo el año.

- Los valores del **Oxígeno Disuelto** (O.D.), en el lago Quisto Cocha, están comprendidos dentro lo recomendado por la legislación peruana (≥ 5 ; DS: 015-MINAM-2015); garantizando la presencia de especies vegetales, animales anfibios, aves y peces. Niveles de Oxígeno Disuelto, entre 5 ó 6 mg/L, es un hábitat para las especies acuáticas, menos de 3 mg/L, causan problemas a la vida acuática y menos de 2 mg/L, las consecuencias son terribles, para especies que lo habitan.

- **Conductividad**
Según los Cuadros 8, 9 y 10; indican valores bajos en las estaciones trabajadas, frente a los LMP, establecidos por **DS: 015-MINAM-2015**, que indica 1000,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$. De tal forma, que las aguas del lago Quisto Cocha, son pocas conductoras de la electricidad.

- **Dióxido de Carbono** (CO_2).
Este parámetro, en verano, alcanza un valor mayor, que en media creciente y en creciente; debido a que, disminuye a medida que, aumenta el volumen de agua del lago (Cuadros 8, 9 y 10). La normatividad peruana ni el OMS, indican LMP; sin embargo, es importante tener en cuenta sus valores, porque, cuanto mayor sea el CO_2 , tanto mayor será la acidez de ese cuerpo

de agua, por la reacción entre una molécula de agua y una de CO₂. Resultando un Ácido Carbónico, que contribuye a la acidificación del cuerpo de agua.

➤ **Cloruros (Cl⁻¹).**

El estudio realizado, demuestra, que, los valores decrecen según la estación, mayor en vaciante, disminuye en media creciente y mucho menos en creciente (Cuadros 8, 9 y 10); la norma peruana (**DS: 015-MINAM-2015**), determina un LMP de 250,0 mg/L. Pues, los valores hallados, indican estar por debajo de este límite. De tal manera, que, la corrosión a los cuerpos metálicos, sobre todo, embarcaciones fluviales, puentes y otras construcciones, son casi nulas.

Alcalinidad

La alcalinidad, según la normatividad peruana (**DS: 015-MINAM-2015**), no presenta LMP. Sin embargo, tiene que ver con el Ph, del cuerpo de agua. A mayor alcalinidad, el Ph disminuye o viceversa (Cuadros 8, 9 y 10).

➤ **Dureza de Magnesio (D.Mg), Dureza Total (D.Tot.) y Dureza de Calcio (D.Ca).**

Del valor de estos parámetros, depende la dureza y suavidad de un determinado cuerpo de agua. Las aguas del lago Quisto Cocha, son suaves, tal como lo indican los Cuadros 8, 9 y 10; haciendo, que los compuestos jabonosos, reaccionen favorablemente y están dentro los LMP, de la legislación peruana (**DS: 015-MINAM-2015**).

➤ **Aceites y Grasas (A/G).**

Para los A/G, el **DS: 015-MINAM-2015**, establece un LMP, de 5,00 mg/L; los Cuadros 8, 9 y 10, que representan diferentes estaciones del año, muestran valores por debajo de lo permisible, permitiendo que la luz

solar, penetre en ella, favoreciendo la fotosíntesis, para la producción de Oxígeno y con ello, la vida de las especies acuáticas.

➤ **Coliformes Termotolerantes (Colif.Termot.) y Coliformes Totales (Colif.Tot.).**

Son los indicadores de cuerpos de aguas sanas. Los valores encontrados en las estaciones estudiadas, indican valores bajos, con respecto a los LMP de la norma (5000,00 UFC/100 MI y para Coliformes Totales y 1000,00 UFC/100 MI). Sin embargo, estas aguas del lago Quistocochas no son aptas para que los humanos lo consuman, salvo tratamiento químico o en todo caso, hervido.

➤ **Metales pesados**

Sobre los metales pesados, como Bario (Ba), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb), tal como se muestran en los Cuadros 8, 9 y 10, los análisis, no detectaron valores numéricos algunos; pues, estos parámetros en el agua, son causales de graves enfermedades, que dañan las especies acuáticas y la salud de las personas.

CAPITULO IX: RECOMENDACIÓN.

- ❖ Referente a los Aceites y Grasas (A/G), la normatividad peruana establece, para aguas superficiales Amazónicas, 5,00 mg/L (**DS: 015-MINAM-2015**). Este parámetro de A/G, durante las estaciones estudiadas, se mantiene por debajo de los LMP. Pero, es necesario mantener controlado, para permitir la fotosíntesis y producción de O.D., que, ayudarían la permanencia en este hábitat, a las especies acuáticas (Flora y Fauna). Para ello, es necesario desarrollar charlas de concientización y cuidado, al personal responsable del parque, turistas que asistan al mismo y a la población aledaña al parque; para no tirar al suelo, basura orgánica e inorgánica.

- ❖ Los **Coliformes Totales** (Colif.Tot.) y **Coliformes Termotolerantes** (Colif.Termot.), son parámetros, que merecen un especial cuidado, a pesar de tener valores, que no sobrepasan LMP (5000,00 y 1000,00) UFC/100 MI), de la legislación peruana (**DS: 015-MINAM-2015**). Estas aguas no son aptas para el consumo humano, salvo, previo tratamiento con sustancias químicas o en todo caso, hervidas.

- ❖ Se recomienda, desarrollar un proyecto de tratamiento de aguas servidas y sólidos excretales, de personas y animales del zoológico, en una poza de oxidación, para evitar, en todo caso, la contaminación directa de las aguas de la laguna de Quisto Cocha.

- ❖ Se recomienda, evitar la deforestación de las riberas del lago, concientizar a la población, en lugares como Clubes de Madre, Asociaciones Deportivas y Comunales, APAFAS y Centros Educativos de todos los niveles, para evitar la contaminación por erosión.

CAPITULO X: BIBLIOGRAFÍA

1. MACO & MISAJEL, 2005 MACO & MISAJEL, 2005 Características de las aguas Amazónicas. Recuperado de: http://www.siaguaamazonia.org.pe/caracteristicas_hidricos.htmlS.
2. IIAP 2005 Trabajo de investigación, reportado por MACO & MISAJEL.
3. MACO G.J. 2004^a Trabajo realizado-Instituto de investigación de la Amazonia Peruana (IIAP).
4. IIAP & WWF 1999C Reportado por el Instituto de Investigación de La Amazonía Peruana.
5. RODRÍGUEZ J., 2000 Estudio de la calidad de agua de la laguna recreacional del Centro-Oeste de la provincia de Córdoba, Argentina, Universidad Nacional de Río Cuarto y la Universidad Nacional de Córdoba.
6. RIVAS D.E., 2009 “Nitrógeno y fósforo totales de los ríos tributarios al sistema lago de Maracaibo, Venezuela”.
7. RIOFRÍO P.G., 2001 Caracterización limnológica de las especies predominantes en la laguna de Cashibococha.
8. GÓMEZ G. R., 1995 Diagnostico sobre la contaminación ambiental en la Amazonía Peruana.
9. BURGA F.L., 2005 Evaluación de la contaminación por Hidrocarburos y metales pesados en los cuerpos de agua circundantes a la ciudad de Iquitos, Loreto, Perú.

10. RÍOS I. E., 1995 Estudio de la fauna ictiológica de la Laguna Quisto Cocha, poblaciones de Plancton y Fitoplancton.
11. IIAP (1985-1988) y GÓMEZ (1994, 1998), Trabajos de investigación en los lagos de Rumo Cocha y Morona Cocha.
12. RUÍZ C.V.M. 2016 Tesis de grado: Estudio y análisis Físico-Químico y Bacteriológico, del cuerpo de agua del Lago Morona Cocha-Iquitos-Loreto.
13. Ley N° 28611: Ley General del Ambiente.
14. DS: N° 015-2015-MINAM: Límites Máximos Permisibles, en aguas territoriales.
15. RJ. 202-2010-ANA: Clasificación de Cuerpos de Aguas Superficiales y Marino Costeros.
16. Ley 29338 2009 Ley de Recursos Hídricos.
17. CISNEROS DEL RIO N., 2014 La Contaminación del Medio Ambiente. Tomado de: <http://platea.pntic.mec.es/~jsanch14/mo2.htm>.
18. EMAGEN 2014 Contaminación Ambiental. Recuperado de: <https://emagen.com.mx/contaminacion-ambiental/>.
19. VALLEJOS M., 2008 Contaminación ambiental. Tipos de contaminación. Causas de contaminación. Medio ambiente. Recuperado de: <http://www.biodisol.com/biocombustibles/contaminacion-ambiental-tipos-de-contaminacion-causas-de-contaminacion-agua-suelo-aire-sonora-visual-termica/>.

20. SPETH J. G., 2004 Red Sky at Morning: America and the Crisis of the Global Environment New Haven: Yale University Press, pp 95.
21. TUN S.S.H., 2015 La Contaminación Del Suelo. Recuperado de: <http://lizbeth-lcads.blogspot.pe/2015/11/>.
22. CALVO M., 2012 Tipos de contaminación. Disponible en: <https://twenergy.com/a/tipos-de-contaminacion-525>.
23. OJEDA A.C., 2011 Contaminación Natural. Disponible en: <https://es.slideshare.net/CinthiaOjedaAlegre/contaminacion-natural>.
24. NIETO S., 2002 Guía interactiva del estudiante, el universo y la tierra. Rezza editores, Disponible en: <http://contaminacion-ambiente.blogspot.pe/>.
25. INSPIR ACCIÓN 2014 Tipos de contaminación. Disponible en: <https://www.inspiration.org/>.
26. FERRER J., I.U.T.A. 2010 Conceptos Básica de Metodología de la Investigación. Disponible en: <http://metodologia02.blogspot.pe/>.
27. DGCAVMGA/MINAM 2010 DIRECCIÓN GENERAL DE CALIDAD AMBIENTAL DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE “Protocolo de Monitoreo de Aguas Superficiales Continentales del Perú”.
28. OEFA 2013 ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL (Dirección de Evaluación Actividades de Evaluación Ambiental, Plan Operativo Institucional, lima, Perú.

29. Definición ABC 2007 Definición de Monitoreo Ambiental. Disponible en:
<https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/monitoreo-ambiental.php>.
30. METALF & EDDY 2002 Ingeniería de aguas residuales, Mc Graw-Hill, V.1, pp.97.
31. De Zuane, John 1997. Handbook of Drinking Water Quality (2nd edición). John Wiley and Sons. ISBN 0-471-28789-X.
32. CHAMORRO Y VEGAS, 2003. Guía para el muestreo de la Calidad del Agua, SENAMHI.
33. Zemansky M.W. 1985 «Calor y termodinámica». Madrid: McGraw-Hill. ISBN 84-85240-85-5. Disponible en:
<http://i3campus.co/CONTENIDOS/wikipedia/content/a/temperatura.html>.
34. RED MAPSA 2007 Oxígeno Disuelto. Disponible en:
http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/artillas/tematicas/OD.pdf.
35. SMARK 2012 La conductividad Eléctrica del Agua. Disponible en:
<http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/electrical-conductivity>.
36. RAYNAUD, D., J. JOUZEL, J.M. BARNOLA, J. CHAPPELLAZ, R.J. DELMAS & C. LORIUS, 1993. *The ice core record of greenhouse gases*. Science, 259:926-934. Disponible en: <https://www.mendoza-conicet.gob.ar/portal/enciclopedia/terminos/DioxiCar.htm>.
37. BORRÁS P.C., 2007 CULTIVO INTENSIVO DE LA ANGUILA EUROPEA: (*Anguilla anguilla*, L., 1758). José María Franquet

Bernis. ISBN 9788496331440. Consultado el 2018-01-29.. Disponible en:
<https://es.wikipedia.org/wiki/Alcalinidad>.

38. WWA-WWA (Water and Wastewater American Water Works Association) 1992 Standard Methods for the Examination.
39. INADE-PEDIC, 2001 Zonificación Ecológica Económica del sector Napo Tamboryacu, INADE, Iquitos, 250 pp.
40. APHA, AWWA, WPCF 1992 Métodos Normalizados para Análisis de Aguas potables y Residuales. Ediciones DÍAZ DE SANTOS.
41. CCAYAC-M-004 2006 “Estimación de la densidad microbiana por la técnica del número más probable, detección de coliformes totales, coliformes fecales y Escherichia coli por el número más probable. Disponible en:
http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Analisis_Agua_NMP_22309.pdf.
42. MADIGAN, METAL 1997 “Biología de los microorganismos”. Prentice Hall. Madrid. Octava edición. 986 págs. Disponible en:
http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/ripda/pdfs/Capitulo_20.pdf.
43. BENÍTEZ J., 2009 Hidrología- Complejo turístico de Quisto Cocha. Disponible en:
<http://projects.inweh.unu.edu/inweh/inweh/content/2364/IW%20LEARN/RelatorioFinalJorgeBenitesVisaoPeru.html>.
44. BENÍTEZ J., 2009 Hidrografía-Complejo turístico de Quisto Cocha. Disponible en: <http://www.enperu.org/complejo-turistico-de-quistocochasitios-turisticos-de-loreto-turismo-por-loreto.html>.

- 45.ÁLVAREZ J, ARAUJO A, GRANDES F. 2007 Sistematización de experiencias de manejo de recursos en las comunidades locales de la RNAM.
- 46.SIOLI H. 1968 Principal Biotopes of Primary Production in the Waters of Amazonia. En: Proc. Symp. RecentAdv. Trop. Ecol., 591-600.
- 47.INADE 2008 Zonificación Ecológica Económica Bellavista-Mazán, Iquitos, Loreto, Perú.
- 48.SÁENZ S. C. A., 2008 Propuesta de manejo ambiental para recuperar la cuenca de Morona, debido a la contaminación por actividades de Hidrocarburos, Loreto.
- 49.FERNÁNDEZ, 2011 Monitoreo de aguas superficiales. Disponible en: <http://www.google.com.pe/imgres?imgurl=http://2.bp.blogspot.com>.
- 50.DIGESA, 2007 Protocolo de monitoreo de calidad de recursos hídricos superficiales. Disponible en: [http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_tecnicos/protocolo-monitoreo-calidad-recursos-hidricos-superficiales-\(continentales\).pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_tecnicos/protocolo-monitoreo-calidad-recursos-hidricos-superficiales-(continentales).pdf).

ANEXO

ANEXO 1: CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS

Cuadro 13: Parámetros, materiales, volúmenes, conservación y tiempo de conservación.

Parámetro	Material del frasco	Volumen requerido	Conservación/ preservación	Tiempo máximo para análisis
Temperatura	Medición en el campo			
Transparencia	Medición en el campo			
Turbiedad	B,P	0,2 L	4 °C	24 h
pH	B, P	0,25 L	Sin Preserv.	En el campo
Conductividad	B, P	0,2 L	4 °C	28 días
TDS	B, P	0,25 mL	4 °C	7 días
Alcalinidad	B,P	0,2 mL	4 °C	24 días
Dureza	B,P	0,5 L	H ₂ SO ₄ ; pH < 2	03 meses
Durea de calcio	B,P	0,5 L	H ₂ SO ₄ ; pH < 2	03 meses
Dureza de magnesio	B,P	0,5 L	H ₂ SO ₄ ; pH < 2	03 meses
Cloruro	B, P	0,2 L	Sin preserv.	28 días
Oxígeno Disuelto (O ₂)	Medición en el campo			
Dióxido Carbono (CO ₂)	B, p	0,1 l	Análisis de inmediato	
Nitrógeno Amoniacal	B, P	0,5 L	H ₂ SO ₄ ; pH < 2	28 días
Aceites y Grasas (A/G)	B	1 L	H ₂ SO ₄ ; pH < 2	28 días
Bario	B, P	1 L	HNO ₃ ; pH < 2	02 meses
Mercurio	B, P	0,5 L	HNO ₃ ; pH < 2	28 días
Cromo Hexavalente	B, P	1 L	HNO ₃ ; pH < 2	02 meses
Cadmio	B, P	1 L	HNO ₃ ; pH < 2	02 meses

Fuente: DIGESA, 2007.

ANEXO 3: MATRIZ DE CONSISTENCIA.

Cuadro 15: Caracterización del medio Físico-Químico y Bacteriológico, de las Aguas del Lago Quisto Cocha-Iquitos-Loreto.

Problema	Objetivo	Indicadores	Índices	Informantes	Responsables
¿En qué medida, podemos caracterizar las aguas del lago "Quisto Cocha?	Caracterizar el medio Físico-Químico y Bacteriológico, de las Aguas del Lago Quisto Cocha-Iquitos- Loreto.	Determinación de impactos Ubicación geográfica Puntos de monitoreo	Análisis de parámetros <i>in situ</i> y en laboratorio Coordenadas-UTM, en tres estaciones del año: vaciante media creciente y creciente - Punto 01: Bañistas - Punto 02: 500m (brazo derecho)-área de bañistas. - Punto 03: 500m (brazo izquierdo)-área de bañistas.	>Internet >Biblioteca Central UNAP. >Biblioteca Central FIQ.	Tesistas
		Análisis- calidad agua. Análisis bacteriológico	# de análisis <i>in situ</i> : pH, Temperatura, CO ₂ , Transparencia, Conductividad, Sólidos Totales Disueltos, Efluentes gaseosos y acústicos. # de análisis en el laboratorio: Dióxido de Carbono, Cloruros, Cloruros, Alcalinidad Total, Dureza Total, Dureza de Calcio, Dureza de Magnesio, Aceites y Grasas, Nitratos y Nitritos, Bario, Cadmio, Plomo, Coliformes Totales y Termotolerantes	Laboratorio Bibliografía	Tesistas. FIQ-UNAP. Laborato-rio LEMA-FIQ-UNAP
		Descontaminación de las aguas (Recomendación)	Propuestas de descontaminación de las aguas.		
		LMP	Norma Legales: - DS.Nº 002-2008-MINAM - RM N° 141-2011-MINAM (Ratificación de lineamiento para la aplicación de LMP), Ley General del Ambiente - Ley N° 28611. - Organización Mundial de la Salud (OMS), 1995. Otros: - PLUSPETROL NORTE-SUCURSAL DEL PERÚ. - CEPESA-GEMA (contratista).	Laboratorio Bibliografía	Tesistas.

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 4: CÁLCULOS Y RESULTADOS

I. CLORUROS (Cl⁻¹)

(Estación: Creciente)

❖ Punto 01: Playa de bañistas

Fórmula:

$$g_{Cl} = \frac{N \times V_{mL_1} \times 0.0355}{V_{mL_2}}$$

Donde:

- $V_{(1)}$ = Volumen gastado del titulante.
 $V_{(2)}$ = Volumen de la muestra problema titulada.
 N = Concentración (del Nitrato de Plata).
 $0,0355$ = Peso mili equivalente gramo del Cloro
($P_{meq_{Cloro}} = 35,5/1000$)

- # meq-g $AgNO_3$ = # meq-g Cl^-
- $N_{AgNO_3} \times meq-g_{AgNO_3} = \frac{g_{Cl^-}}{p_{meq-g_{Cl^-}}}$
- $N_{AgNO_3} \times meq-g_{AgNO_3} \times p_{meq-g_{Cl^-}} = g_{Cl^-}$

mL gastados de $AgNO_3$ = 2,3 mL

$$0,01 \times 2,3 \times \frac{35,5}{1 \times 1000} = g_{Cl^-}$$

$$g_{Cl^-} = 0,0008165 \text{ g}$$

$$\frac{0,0008165 \text{ g}}{100 \text{ mL}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = \frac{8,165 \text{ mg}}{\text{L}} = \mathbf{8,17 \text{ ppm } Cl^-}$$

❖ Punto 02: 300 m lado derecho playa de bañistas

Fórmula:

$$g_{Cl} = \frac{N \times V_{mL_1} \times 0.0355}{V_{mL_2}}$$

Donde:

- $V_{(1)}$ = Volumen gastado del titulante.
 $V_{(2)}$ = Volumen de la muestra problema titulada.
 N = Concentración (del Nitrato de Plata).
 $0,0355$ = Peso mili equivalente gramo del Cloro
(Pmeq_{Cloro} = 35,5/1000)

- # meq-g AgNO₃ = # meq-g Cl⁻
- $N_{AgNO_3} \times \text{meq-g}_{AgNO_3} = \frac{g_{Cl^-}}{pmeq-g_{Cl^-}}$
- $N_{AgNO_3} \times \text{meq-g}_{AgNO_3} \times pmeq-g_{Cl^-} = g_{Cl^-}$

mL gastados de AgNO₃ = 3,35 mL

$$0,01 \times 2,35 \times \frac{35.5}{1 \times 1000} = g_{Cl^-}$$

$$g_{Cl^-} = 0,0008343 \text{ g}$$

$$\frac{0,0008343 \text{ g}}{100 \text{ mL}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = \frac{8,343 \text{ mg}}{\text{L}} = \mathbf{8,34 \text{ ppm Cl}^-}$$

❖ Punto 03: 300 m lado izquierdo Playa de bañistas

Fórmula:

$$g_{Cl} = \frac{N \times V_{mL_1} \times 0.0355}{V_{mL_2}}$$

Donde:

- $V_{(1)}$ = Volumen gastado del titulante.
 $V_{(2)}$ = Volumen de la muestra problema titulada.
 N = Concentración (del Nitrato de Plata).
 $0,0355$ = Peso mili equivalente gramo del Cloro
(Pmeq_{Cloro} = 35,5/1000)

- # meq-g $\text{AgNO}_3 = \# \text{ meq-g Cl}^-$
- $N_{\text{AgNO}_3} \times \text{ meq-g }_{\text{AgNO}_3} = \frac{\text{ g Cl}^-}{\text{ pmeq-g Cl}^-}$
- $N_{\text{AgNO}_3} \times \text{ meq-g }_{\text{AgNO}_3} \times \text{ pmeq-g }_{\text{Cl}^-} = \text{ g Cl}^-$

mL gastados de $\text{AgNO}_3 = 1,85 \text{ mL}$

$$0,01 \times 1,85 \times \frac{35,5}{1 \times 1000} = \text{ g Cl}^-$$

$$\text{ g Cl}^- = 0,0006568 \text{ g}$$

$$\frac{0,0006568 \text{ g}}{100 \text{ mL}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = \frac{6,568 \text{ mg}}{\text{ L}} = \mathbf{6,57 \text{ ppm Cl}^-}$$

II. DUREZA TOTAL (D.Tot.)

(Estación: Creciente)

- ✓ Punto 01: Playa de bañistas

Fórmula:

$$\text{ g}_{\text{CaCO}_3} = \frac{N \times V_{\text{mL}_1} \times 0,05}{V_{\text{mL}_2}}$$

Donde:

- $V_{(1)}$ = Volumen gastado del titulante.
- $V_{(2)}$ = Volumen de la muestra problema titulada.
- N = Concentración (del EDTA).
- $0,05$ = Peso miliequivalente gramo del Carbonato de Calcio
($\text{Pmeq}_{\text{Carbonato de Calcio}} = 100/2000$).

- # meq-g_{EDTA} = # meq-g CaCO_3
- $N_{\text{EDTA}} \times \text{ meq-g }_{\text{EDTA}} = \frac{\text{ g CaCO}_3}{\text{ pmeq-g CaCO}_3}$
- $N_{\text{EDTA}} \times \text{ meq-g }_{\text{EDTA}} \times \text{ pmeq-g }_{\text{CaCO}_3} = \text{ g CaCO}_3$

mL gastados de EDTA = 1,225 mL (EDTA).

$$0,02 \times 1,225 \times \frac{100}{2 \times 1000} = \text{g CaCO}_3$$

$$\text{g CaCO}_3 = 0,001225 \text{ g}$$

$$\frac{0,001225 \text{ g}}{100 \text{ mL}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = \frac{12,25 \text{ mg}}{\text{L}} = \mathbf{12,25 \text{ ppm CaCO}_3}$$

✓ Punto 02: 300 m lado derecho playa de bañistas

$$\bullet \quad \# \text{ meq-g}_{\text{EDTA}} = \# \text{ meq-g}_{\text{CaCO}_3}$$

$$\bullet \quad N_{\text{EDTA}} \times \text{meq-g}_{\text{EDTA}} = \frac{\text{g CaCO}_3}{\text{pmeq-g}_{\text{CaCO}_3}}$$

$$\bullet \quad N_{\text{EDTA}} \times \text{meq-g}_{\text{EDTA}} \times \text{pmeq-g}_{\text{CaCO}_3} = \text{g CaCO}_3$$

mL gastados de **EDTA** = 1 mL (**EDTA**).

$$0,02 \times 1 \times \frac{100}{2 \times 1000} = \text{g CaCO}_3$$

$$\text{g CaCO}_3 = 0,001 \text{ g}$$

$$\frac{0,001 \text{ g}}{100 \text{ mL}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = \frac{10 \text{ mg}}{\text{L}} = \mathbf{10 \text{ ppm CaCO}_3}$$

✓ Punto 03: 300 m lado izquierdo Playa de bañistas

mL gastados de **EDTA** = 0,85 mL (**EDTA**).

$$\bullet \quad \# \text{ meq-g}_{\text{EDTA}} = \# \text{ meq-g}_{\text{CaCO}_3}$$

$$\bullet \quad N_{\text{EDTA}} \times \text{meq-g}_{\text{EDTA}} = \frac{\text{g CaCO}_3}{\text{pmeq-g}_{\text{CaCO}_3}}$$

$$\bullet \quad N_{\text{EDTA}} \times \text{meq-g}_{\text{EDTA}} \times \text{pmeq-g}_{\text{CaCO}_3} = \text{g CaCO}_3$$

$$0,02 \times 0,85 \times \frac{100}{2 \times 1000} = \text{g CaCO}_3$$

$$\text{g CaCO}_3 = 0,00085 \text{ g}$$

$$\frac{0,00085 \text{ g}}{100 \text{ mL}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = \frac{8,5 \text{ mg}}{\text{L}} = \mathbf{8,5 \text{ ppm CaCO}_3}$$

III. DUREZA DE CALCIO (Ca⁺⁺).

(Estación: Creciente).

✓ Punto 01: Playa de bañistas

- # meq-g EDTA = # meq-g Ca
- $N_{\text{EDTA}} \times \text{meq-g EDTA} = \frac{\text{g Ca}}{\rho_{\text{meq-g c}}}$
- $N_{\text{EDTA}} \times \text{meq-g EDTA} \times \rho_{\text{meq-g CaCO}_3} = \text{gCa}$

mL gastados de **EDTA** = 0,5 mL (**EDTA**).

$$0,02 \times 0,5 \times \frac{40}{2 \times 1000} = \text{g CaCO}_3$$

$$\text{g CaCO}_3 = 0,0002 \text{ g}$$

$$\frac{0,0002 \text{ g}}{100 \text{ mL}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = \frac{2 \text{ mg}}{\text{L}} = \mathbf{2 \text{ ppm CaCO}_3}$$

✓ Punto 02: 300 m lado derecho playa de bañistas

mL gastados de **EDTA** = 0,55 mL (**EDTA**).

$$0,02 \times 0,55 \times \frac{40}{2 \times 1000} = \text{g CaCO}_3$$

$$\text{g CaCO}_3 = 0,00022 \text{ g}$$

$$\frac{0,00022 \text{ g}}{100 \text{ mL}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = \frac{2,2 \text{ mg}}{\text{L}} = \mathbf{2,2 \text{ ppm CaCO}_3}$$

✓ Punto 03: 300 m lado izquierdo Playa de bañistas

mL gastados de **EDTA** = 0,45 mL (**EDTA**).

$$0,02 \times 0,45 \times \frac{40}{2 \times 1000} = \text{g CaCO}_3$$

$$\text{g CaCO}_3 = 0,00018 \text{ g}$$

$$0,18 \times \frac{\text{g}}{100 \text{ mL}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = \frac{1,8 \text{ mg}}{\text{L}} = \mathbf{1,8 \text{ ppm CaCO}_3}$$

IV. DUREZA DE MAGNESIO (Mg⁺⁺).

(Resulta por diferencia de la Dureza Total, menos la Dureza de Calcio, tendremos).

- ✓ Punto 01: Playa de bañistas
 - $D.T = D. Ca^{++} + D.Mg^{++}$
 - $D.Mg^{++} = D. T - D. Ca^{++}$
 - $D.Mg^{++} = 12,25 - 2 = 10,25 \text{ ppm } CaCO_3$

- ✓ Punto 02: 300 m lado derecho playa de bañistas
 - $D.T = D. Ca^{++} + D.Mg^{++}$
 - $D.Mg^{++} = D. T - D. Ca^{++}$
 - $D.Mg^{++} = 10 - 2,2 = 7,8 \text{ ppm } CaCO_3$

- ✓ Punto 03: 300 m lado izquierdo Playa de bañistas
 - $D.T = D. Ca^{++} + D.Mg^{++}$
 - $D.Mg^{++} = D. T - D. Ca^{++}$
 - $D.Mg^{++} = 8,5 - 1,8 = 6,7 \text{ ppm } CaCO_3$

V. ALCALINIDAD.

(Estación: Creciente)

- ✓ Punto 01: Playa de bañistas

Fórmula:

$$g_{CaCO_3} = \frac{N \times V_{mL1} \times 0.05}{V_{mL2}}$$

Donde:

- V_1 = Volumen gastado del titulante.
- V_2 = Volumen de la muestra problema titulada.
- N = Concentración (del H₂SO₄).
- 0,05 = Peso miliequivalente gramo del Carbonato de Calcio (P_{meqCarbonato} de Calcio = 100/2000).

$$\# \text{ meq-g H}_2\text{SO}_4 = \# \text{ meq-g CaCO}_3$$

$$N_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times \text{mL-g H}_2\text{SO}_4 = \frac{\text{g CaCO}_3}{\text{pmeq-g CaCO}_3}$$

$$N_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times \text{mL-g H}_2\text{SO}_4 \times \text{pmeq-q CaCO}_3 = \text{g CaCO}_3$$

$$\text{mL gastados de H}_2\text{SO}_4 = 1,3 \text{ mL}$$

$$0,02 \times 1,3 \times \frac{100}{2 \times 1000} = \text{g CaCO}_3$$

$$\text{g CaCO}_3 = 0,0013 \text{ g}$$

$$\frac{0,0013 \text{ g}}{100 \text{ mL}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = \frac{13 \text{ mg}}{\text{L}} = \mathbf{13 \text{ ppm CaCO}_3}$$

✓ Punto 02: 300 m lado derecho playa de bañistas

Fórmula:

$$\text{gCaCO}_3 = \frac{N \times V_{\text{mL}_1} \times 0,05}{V_{\text{mL}_2}}$$

Donde:

V_1 = Volumen gastado del titulante.

V_2 = Volumen de la muestra problema titulada.

N = Concentración (del H_2SO_4).

$0,05$ = Peso miliequivalente gramo del Carbonato de Calcio ($\text{Pmeq}_{\text{Carbonato de Calcio}} = 100/2000$)

$$\# \text{ meq-g H}_2\text{SO}_4 = \# \text{ meq-g CaCO}_3$$

$$N_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times \text{mL-g H}_2\text{SO}_4 = \frac{\text{g CaCO}_3}{\text{pmeq-g CaCO}_3}$$

$$N_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times \text{mL-g H}_2\text{SO}_4 \times \text{pmeq-q CaCO}_3 = \text{g CaCO}_3$$

$$\text{mL gastados de H}_2\text{SO}_4 = 1,15 \text{ mL}$$

$$0,02 \times 1,15 \times \frac{100}{2 \times 1000} = \text{g CaCO}_3$$

$$\text{g CaCO}_3 = 0,00115 \text{ g}$$

$$\frac{0.00115 \text{ g}}{100 \text{ mL}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = \frac{11,5 \text{ mg}}{\text{L}} = \mathbf{11,5 \text{ ppm CaCO}_3}$$

✓ Punto 03: 300 m lado izquierdo Playa de bañistas

Fórmula:

$$g_{\text{CaCO}_3} = \frac{N \times V_{\text{mL}_1} \times 0.05}{V_{\text{mL}_2}}$$

Donde:

V_1 = Volumen gastado del titulante.

V_2 = Volumen de la muestra problema titulada.

N = Concentración (del H_2SO_4).

0,05 = Peso miliequivalente gramo del Carbonato de Calcio ($\text{Pmeq}_{\text{Carbonato de Calcio}} = 100/2000$)

meq-g H_2SO_4 = # meq-g CaCO_3

$$N_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times \text{mL-g}_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{g_{\text{CaCO}_3}}{\text{pmeq-g}_{\text{CaCO}_3}}$$

$$N_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times \text{mL-g}_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times \text{pmeq-g}_{\text{CaCO}_3} = g_{\text{CaCO}_3}$$

mL gastados de $\text{H}_2\text{SO}_4 = 1 \text{ mL}$

$$0,02 \times 1 \times \frac{100}{2 \times 1000} = g_{\text{CaCO}_3}$$

$g_{\text{CaCO}_3} = 0,001 \text{ g}$

$$\frac{0.001 \text{ g}}{100 \text{ mL}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = \frac{10 \text{ mg}}{\text{L}} = \mathbf{10 \text{ ppm CaCO}_3}$$

VI. ACEITES Y GRASAS

(Estación: Creciente)

✓ Punto 01: Playa de bañistas

W_1 = Peso del balón vacío (40,00 g)

W_2 = Peso del balón, más muestra seca (40,00035 g)

V_L = Volumen de la muestra (0,350 mL)

Fórmula:

$$A/G \text{ (mg/L)} = \frac{(W_2 - W_1) \text{ g}}{V_L \text{ de muestra}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{\text{g}} = \dots \text{ mg/L (A/G)}$$

$$A/G \text{ (mg/L)} = \frac{(40,00098 - 40,00) \text{ g}}{0,350 \text{ mL}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{\text{g}} = 2,8 \text{ mg/L (A/G)}$$

✓ Punto 02: 300 m lado derecho playa de bañistas

W_1 = Peso del balón vacío (40,00 g)

W_2 = Peso del balón, más muestra seca (40,0004 g)

V_L = Volumen de la muestra (0,350 mL)

Fórmula:

$$A/G \text{ (mg/L)} = \frac{(W_2 - W_1) \text{ g}}{V_L \text{ de muestra}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{\text{g}} = \dots \text{ mg/L (A/G)}$$

$$A/G \text{ (mg/L)} = \frac{(40,00088 - 40,00) \text{ g}}{0,350 \text{ mL}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{\text{g}} = 2,5 \text{ mg/L (A/G)}$$

✓ Punto 03: 300 m lado izquierdo Playa de bañistas

W_1 = Peso del balón vacío (40,00 g)

W_2 = Peso del balón, más muestra seca (40,00038 g)

V_L = Volumen de la muestra (0,350 mL)

Fórmula:

$$A/G \text{ (mg/L)} = \frac{(W_2 - W_1) \text{ g}}{V_{(L)} \text{ de muestra}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{\text{g}} = \dots \text{ mg/L (A/G)}$$

$$A/G \text{ (mg/L)} = \frac{(40,00086 - 40,00) \text{ g}}{0,350 \text{ mL}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{\text{g}} = 2,5 \text{ mg/L (A/G)}$$

VII. NITRATOS

(Estación: Creciente)

✓ Punto 01: Playa de bañistas

Fórmula:

$$(X) \times (Y) = (Z) \text{ mg/L}$$

Donde:

X = Valor observado (Disco colorímetro)

Y = Factor establecido (4,4)

Z = Resultado (mg/L)

$$3,64 \times 4,4 = 16,0 \text{ mg/L}$$

✓ Punto 02: 300 m lado derecho playa de bañistas

Fórmula:

$$(X) \times (Y) = (Z) \text{ mg/L}$$

Donde:

X = Valor observado (Disco colorímetro)

Y = Factor establecido (4,4)

Z = Resultado (mg/L)

$$(X) \times (Y) = (Z) \text{ mg/L}$$

$$3,73 \times 4,4 = 16,4 \text{ mg/L}$$

- ✓ Punto 03: 300 m lado izquierdo Playa de bañistas

Fórmula:

$$(X) \times (Y) = (Z) \text{ mg/L}$$

$$3,85 \times 4,4 = 17,0 \text{ mg/L}$$

Donde:

X = Valor observado (Disco colorímetro)

Y = Factor establecido (4,4)

Z = Resultado (mg/L)

VIII. NITRITOS

(Estación: Creciente)

- ✓ Punto 01: Playa de bañistas

Fórmula:

$$(X) \times (Y) = (Z) \text{ mg/L}$$

$$0,065 \times 3,3 = 0,2 \text{ mg/L}$$

Donde:

X = Valor observado (Disco colorímetro)

Y = Factor establecido (3,3)

Z = Resultado (mg/L)

- ✓ Punto 02: 300 m lado derecho playa de bañistas

Fórmula:

$$(X) \times (Y) = (Z) \text{ mg/L}$$

$$0,090 \times 3,3 = 3,0 \text{ mg/L}$$

Donde:

X = Valor observado (Disco colorímetro)

Y = Factor establecido (3,3)

Z = Resultado (mg/L)

✓ Punto 03: 300 m lado izquierdo Playa de bañistas

Fórmula:

$$(X) \times (Y) = (Z) \text{ mg/L}$$

$$0,095 \times 3,3 = 0,3 \text{ mg/L}$$

Donde:

X = Valor observado (Disco colorímetro)

Y = Factor establecido (3,3)

Z = Resultado (mg/L)

ANEXO 5: EQUIPOS

Fotos 04: Rota Vapor



Foto 05: Conductímetro

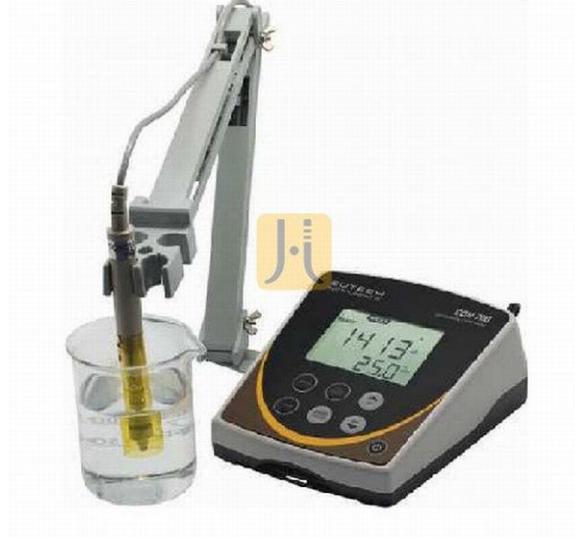


Foto 06: Ph-Meter

Foto 07: Espectrofotómetro DR-2010.



ANEXO 6: MATERIALES

Foto 08: Botellas de Borosilicato



Foto 09: Placa Petri



Foto. 10: Vasos de precipitado



Foto 11: Probetas graduadas



ANEXO 7: REACTIVOS

Foto 12: Hexano



Foto 13: Bufere-Ph 4, 7 y 10



Foto 14: Cloroformo

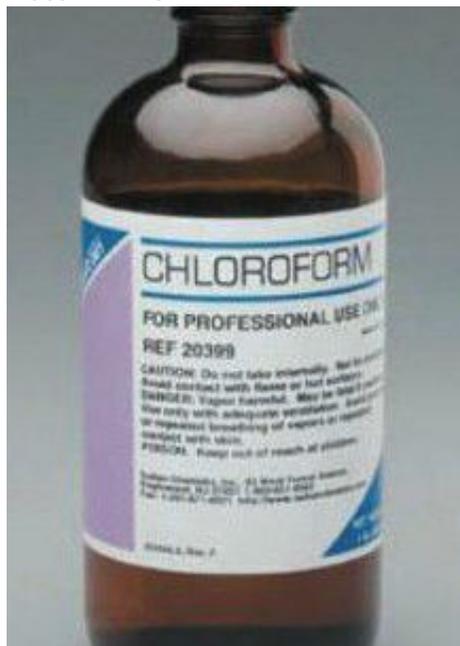
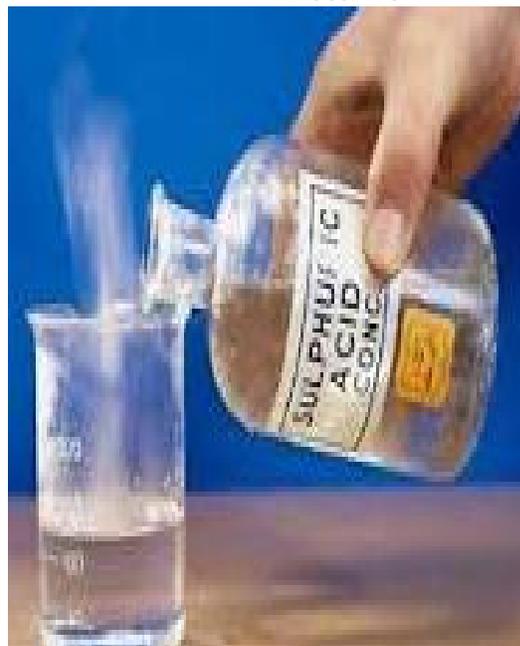


Foto 15 Ácido Sulfúrico



ANEXO 8: GALERIA DE FOTOS

Foto a1: Lago Quisto Cocha-Vaciante-2016.



Foro a2: Conductividad



Foto a3: Temperatura del agua



Foto a4: Dióxido de Carbono



Foto a5: Lago Quisto Cocha en media creciente.
(Medición de sonido).



Foto a6: Análisis de CO₂



Fotos a7: Lago Quisto Cocha (En Crescente).



Foto a8: Conductividad eléctrica.



Foto a9: Análisis de CO₂.



Foto a10: Toma de muestra.



Foto a11: Transparencia (Disco Secchi).



Foto a12: Botellas con muestra.

