



ÁREA DE MEDIO AMBIENTE

TÍTULO DEL PROYECTO FINAL **DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN DE LA** **LAGUNA YARINACOA DE PUCALLPA**

Tesis para optar el grado de:
MÁSTER EN GESTIÓN Y AUDITORÍAS AMBIENTALES

Presentado por:
ULISES VINCES PINCHI PINCHI

Director:
DRA. ANN SIBELLE RODRIGUEZ MININNI

PUCALLPA- PERÚ
OCTUBRE 2015

**DEDICO ESTE TRABAJO EN PRIMER
LUGAR A MI ESPOSA NOHEMI RUIZ
GARCÍA, QUE HA TENIDO EL AMOR,
LA PACIENCIA Y LA COMPRENSIÓN
TODO ÉSTE TIEMPO QUE ESTABA
DEDICADO AL ESTUDIO.**

**EN SEGUNDO LUGAR, A MIS HIJOS,
POR LA COMPRENSIÓN QUE HAN
TENIDO CONMIGO Y DARME EL
ALIENTO Y EL ÁNIMO PARA SEGUIR
ADELANTE EN EL ESTUDIO.**

GRACIAS A TODOS FAMILIA.

QUE DIOS LOS BENDIGA

AGRADECIMIENTOS

- A la Fundación Universitaria Iberoamericana (FUNIBER), por darme ésta oportunidad de estudiar la maestría de Auditorías y Gestiones Ambientales.
- A la UNIVERSIDAD EUROPEA DEL ATLÁNTICO con sede en España, que a través de la Fundación Universitaria Iberoamericana (FUNIBER) me da la oportunidad de estudiar la maestría en Auditorías y Gestiones Ambientales.
- A la Doctora Ann Sibelle Rodríguez Mininni, Directora de la Tesis, por haberme apoyado en el desarrollo de la misma con sus orientaciones.
- A todos los docentes de los cursos que he desarrollado en todo el programa de estudio de la maestría.
- Al personal de FUNIBER, sede Lima, por haberme apoyado en los aspectos que requería, para seguir adelante y terminar los estudios de la maestría.
- A la Dirección de Salud Ambiental (DESA) –Pucallpa, por haberme apoyado en el trabajo de campo, para el muestreo de las aguas de la laguna de Yarinacocha.
- A la Autoridad Nacional del Agua (ANA) – Ucayali, por haberme apoyado con algunas indicaciones y orientaciones, para el desarrollo de la presente Tesis.
- A la Ing. Ambiental, Letty Sandoval Mendoza, por haberme apoyado con algunas indicaciones y orientaciones para el desarrollo de la Tesis.
- A mis hijos, Keny Robin Pinchi Ruiz, César Raúl Pinchi Ruiz, Segundo Ulises Pinchi Ruiz, quienes me apoyaron en algunos aspectos de la redacción del presente informe.
- A todas las personas y entidades que de una y otra manera, directa o indirectamente me apoyaron en el desarrollo de la presente Tesis.

COMPROMISO DE AUTOR

Yo, Ulises Vences Pinchi Pinchi con célula de identidad N° 01089063 y alumno del programa académico de Maestría, declaro que:

El contenido del presente documento es un reflejo de mi trabajo personal y manifiesto que ante cualquier notificación de plagio, copia o falta a la fuente original, soy responsable directo legal, económico y administrativo sin afectar al Director del trabajo, a la Universidad y a cuantas instituciones hayan colaborado en dicho trabajo, asumiendo las consecuencias derivadas de tales prácticas.

Firma: _____



Autorización

Pucallpa, 10 de Octubre del 2015

Para:

Fundación Universitaria Iberoamericana - FUNIBER

Att: Dirección Académica

Por este medio autorizo la publicación electrónica de la versión aprobada de mi Proyecto Final bajo el título "Determinación de los Niveles de Contaminación de la laguna Yarinacocha de Pucallpa" en el campus virtual y en otros espacios de divulgación electrónica de esta Institución.

Informo los datos para la descripción del trabajo:

Título	Determinación de los niveles de contaminación de la laguna Yarinacocha de Pucallpa.
Autor	Ulises Vincés Pinchi Pinchi
Resumen	La laguna Yarinacocha está ubicado en el Distrito Del mismo nombre y en sus orillas están asentados pueblos, comunidades, por lo que se realiza el presente trabajo para determinar los niveles de contaminación microbiológica y química, teniendo como resultado una alta contaminación microbiológica en toda la laguna, tanto coliformes totales, coliformes termotolerantes y una baja contaminación o nula de algunos metales pesados de los 32 estudiados, por lo que se recomienda mejorar la infraestructura sanitaria del Distrito de Yarinacocha, instituciones como hospitales, universidades, mercados, centros turísticos y otros.
Programa	Maestría en Gestión y Auditorías Ambientales.
Palabras clave	Contaminación, niveles, microbiológico, metales pesados.
Contacto	elluchador-2040@Hotmail.com

Atentamente,

Firma: _____



ÍNDICE GENERAL

	Página
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
COMPROMISO DE AUTOR	iii
AUTORIZACIÓN	iv
RESUMEN	8
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	15
CAPÍTULO 1: EL AGUA, PROPIEDADES Y COMPONENTES	15
1.1: El agua	15
1.2: Tipos de aguas	17
1.3: Propiedades	18
1.3.1: Propiedades físicas y químicas	18
1.3.2: Propiedades física y químicas más notables	19
1.3.3: Principales características del agua	20
1.3.4: Características químicas	21
1.4: Componentes	23
1.4.1: Microbiología del agua	23
1.4.2: Organismos indicadores	25
1.4.2.1: Las bacterias coliformes	25
1.4.3: Cationes y aniones del agua	27
1.4.4: Los metales	30
1.4.4.1: Los metales pesados	30
1.4.4.2: Los metales en la naturaleza	31
CAPÍTULO 2: CONTAMINACIÓN DE AGUAS	50

2.1: Tipos de contaminación	50
2.2: Estudios de contaminación de aguas en Pucallpa ..	52
2.3: Límites máximos permisibles de calidad de aguas .	55
2.4: Reglamento Peruano de calidad de aguas	57
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS	59
1: ÁREA DE ESTUDIO	59
1.1: Ubicación de la laguna Yarinacocha	59
1.2: Características de las aguas de la laguna Yarinacocha	59
1.2.1: Tributarios de la laguna Yarinacocha	60
1.2.2: Desaguadero de la laguna Yarinacocha ...	60
1.3. Población del Área de estudio	61
2: TIPO DE MUESTREO, PROCESO Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA	62
2.1: Mapas geográfico del área de estudio	62
2.1.1: Mapa de la Región Ucayali	63
2.1.2: Mapa de ubicación de la laguna Yarinacocha	64
2.1.3: Mapa de área de influencia del Área de estudio	65
3: INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y TÉCNICAS	66
3.1: Métodos de investigación	66
3.2: Población y Muestra	66
4: PROCEDIMIENTOS	66
4.1: Procedimiento de recolección de datos	66
4.2: Ubicación geográfica de los puntos muestreados ..	68
4.3: Mapa de ubicación geográfica de los puntos muestreados	68

4.4: Selección de parámetros	70
4.5: Lugar de análisis de las muestras	71
4.6: Métodos de muestreos	71
4.7: Métodos de análisis de los parámetros en estudio	72
CAPÍTULO III: RESULTADOS	74
1. RESULTADO DE ANÁLISIS DE AGUAS DE LA LAGUNA	
YARINACOCHA	74
1.1: Resultado de análisis Físico-Químico y microbiológico	74
1.2: Resultado de análisis químico (primer grupo)	79
• Resultado de análisis químico (segundo grupo) .	83
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN	88
4.1. Análisis microbiológico	88
4.1.1. Coliformes totales	88
4.1.2. Coliformes termotolerantes	88
4.2. Análisis Físico- Químico	90
4.3. Análisis Químico (metales pesados)	93
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	116
5.1. CONCLUSIONES	116
5.2. RECOMENDACIONES	119
CAPITULO VI: REFERENCIAS BILIOGRÁFICAS	121
CAPITULO VII: GLOSARIO	123
CAPITULO VIII: ANEXOS	127

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Modelo mostrando los enlaces de hidrógeno entre Moléculas de agua	18
Figura 2: Mapa de la Región Ucayali	63
Figura 3: Mapa de ubicación de la laguna Yarinacocha	64
Figura 4: Mapa de influencia del área de estudio	65
Figura 5: Mapa de ubicación geográfica de los puntos muestreados	69
Figura 6: Coliformes totales en los sectores 1, 2 y 3	75
Figura 7: Coliformes termotolerantes totales sectores 1,2 y 3	76
Figura 8: Conductividad eléctrica en los sectores 1, 2 y 3	76
Figura 9: Sólidos disueltos totales en los sectores 1, 2 y 3	77
Figura 10: Turbiedad de los sectores 1, 2 y 3	77
Figura 11: pH en los sectores 1, 2 y 3	78
Figura 12: Temperatura de los sectores 1, 2 y 3	78
Figura 13: El silicio en los sectores 1, 2 y 3	79
Figura 14: El mercurio en los sectores 1, 2 y 3	80
Figura 15: El aluminio en los sectores 1, 2 y 3	80
Figura 16: El arsénico en los sectores 1, 2 y 3	80
Figura 17: El bario en los sectores 1, 2 y 3	81
Figura 18: El boro en los sectores 1, 2 y 3	81
Figura 19: El calcio en los sectores 1, 2 y 3	81
Figura 20: El estroncio en los sectores 1, 2 y 3	82
Figura 21: El cobre en los sectores 1, 2 y 3	82
Figura 22: El estaño en los sectores 1, 2 y 3	82
Figura 23: El hierro en los sectores 1, 2 y 3	83
Figura 24: El fósforo en los sectores 1, 2 y 3	84

Figura 25: El litio en los sectores 1, 2 y 3	84
Figura 26: El magnesio en los sectores 1, 2 y 3	84
Figura 27: El manganeso en los sectores 1, 2 y 3	85
Figura 28: El molibdeno en los sectores 1,2 y 3	85
Figura 29: El potasio en los sectores 1, 2 y 3	85
Figura 30: El sodio en los sectores 1, 2 y 3	86
Figura 31: El titanio en los sectores 1, 2 y 3	86
Figura 32: El vanadio en los sectores 1, 2 y 3	86
Figura 33: El zinc en los sectores 1, 2 y 3	87
Figura 34: Muestreo de agua en el sector 1	143
Figura 35: Muestreo de agua en el sector 1	143
Figura 36: Muestreo de agua en el sector 2	144
Figura 37: Muestreo de agua en el sector 2	144
Figura 38: Muestreo de agua en el sector 3	145
Figura 39: Muestreo de agua en el sector 3	145
Figura 40: Vista panorámica de un sector de la laguna Yarinacocha ..	146
Figura 41: Personal técnico DESA-Pucallpa que apoyó en el muestreo del agua y el ejecutor de la tesis	146

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1: Conteo bacteriano típico en aguas	26
Tabla 2: Resumen de los principales indicadores de contaminación en los cuerpos de aguas de Pucallpa	55
Tabla 3: Población del distrito de Yarinacocha según censo del 2007	61
Tabla 4: Distribución educativa de la población de Yarinacocha	61
Tabla 5: Participación en actividades económicas de la población del Distrito de Yarinacocha	62
Tabla 6: Coordenadas geográficas de los puntos muestreados	68
Tabla 7: Parámetros de estudio, indicadores e índice de medidas	70
Tabla 8: Métodos de análisis utilizados por la DESA-Pucallpa.	72
Tabla 9: Método de análisis químico utilizado por ENVIROLAB SAC	73
Tabla 10: Método utilizado por la DESA-Pucallpa en análisis Microbiológico	73
Tabla 11: Resultado del análisis microbiológico y Físico-Químico	75
Tabla 12: Resultado del análisis químico de metales pesados (primer grupo)	79
Tabla 13: Resultado de análisis químico de metales pesados (segundo grupo)	83

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
ANEXO 1: Estándares para agua potable según EPA y otros	128
ANEXO 2: Requisitos de la calidad de agua para consumo para consumo humano D.S. Nº 031-2010-SA	130
ANEXO 3: Límites máximos permisible de parámetros de calidad Organolépticas	131
ANEXO 4: Límites Máximos Permisible de parámetros químicos Inorgánicos	132
ANEXO 5: Límites Máximos permisibles de parámetros químicos Orgánicos	133
ANEXO 6: Límites máximos permisibles de parámetros radiactivos .	136
ANEXO 7: Límites Máximos permisibles según Ley General de aguas.	136
ANEXO 8: Análisis Físico – Microbiológico del Sector 1	137
ANEXO 9: Análisis Físico – Microbiológico del Sector 2	138
ANEXO 10: Análisis Físico – Microbiológico del Sector 3	139
ANEXO 11: Análisis Químico de metales pesados del Sector 1	140
ANEXO 12: Análisis Químico de metales pesados del Sector 2	141
ANEXO 13: Análisis Químico de metales pesados del Sector 3	142
ANEXO 14: Vistas fotográficas del muestreo de agua	143

RESUMEN

La laguna Yarinacocha es una laguna importante en la Región Ucayali desde el punto de vista social y turístico, ubicada específicamente en el Distrito de Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, perteneciente al área metropolitana de la ciudad de Pucallpa, a sus orillas están ubicados la capital del Distrito del mismo nombre, muchos caseríos, comunidades, recreos turísticos, restaurantes, bares, mercados de abastos cercanos, hospitales y otros que de una y otra forma sus desechos y desperdicios fluyen o se van a parar en las aguas de la laguna, y como tal éstas aguas están expuestas a una contaminación permanente, principalmente microbiológica y químicas y que algunas características físicas varíen por encima de los límites permisibles, por lo que se hace necesario conocer las características físicas, químicas y microbiológicas y los niveles de contaminación de sus aguas en dichas características o parámetros, por lo que se realiza el presente trabajo de investigación cuyo título es “Determinación de los Niveles de Contaminación de la Laguna Yarinacocha en Pucallpa”.

El objetivo general del trabajo es plantear alternativas de solución al problema de contaminación de la laguna de Yarinacocha, produciendo una vida saludable a los habitantes ubicados en sus orillas y los objetivos específicos son la determinación de los niveles de contaminación microbiológica de la laguna Yarianacoha, determinar las características físicas y químicas de la laguna de Yarinacocha y determinar los niveles de contaminación con metales de la laguna Yarinacocha.

La metodología utilizada en el presente trabajo fue el no experimental de tipo descriptivo. Es no experimental porque consistió en observar y medir los parámetros físico-químicos y microbiológicos, a partir de los cuales se determinó por comparación en que sector del área en estudio se superan los límites máximos permisibles (LMP) establecidos por las normas legales respectivas, porque son aguas superficiales y para el cual el área de estudio se ha dividido en 3 sectores.

Y es de tipo descriptivo porque se buscó especificar y analizar la calidad de agua en el área de estudio, teniendo en cuenta la influencia que tiene el área de estudio en la población circundante que alberga la laguna de Yarinacocha.

El área de estudio se ha dividido en 3 sectores, el Sector 1 comprende la parte Sur de la laguna, hasta el punto denominado puerto de los boteros, el Sector 2 comprende la parte media de la laguna hasta el caserío o centro poblado Leoncio Prado y el Sector 3 que comprende la parte Norte de la Laguna hasta la finalización de la misma. En cada sector se realizaron 5 sub muestreos en distintos puntos para formar una muestra general del Sector correspondiente, teniendo al final 3 muestras, uno por cada sector, los cuales fueron divididos en 2, uno para el laboratorio de la Dirección de Salud Ambiental de Pucallpa (DESA-Pucallpa) donde se realizaron los análisis microbiológicos, físicos-químicos y la otra mitad enviados a un laboratorio de la ciudad de Lima para el análisis de metales pesados.

Los resultados muestran una alta contaminación microbiológica en los 3 sectores con mayor nivel de contaminación en el Sector 1 y sector 2, una alta turbiedad de las aguas que superan los límites máximos permisibles (LMP), pero en sólidos disueltos totales es bajo no supera a los LMP, para los análisis químicos de metales, se determinaron 32 elementos químicos de los cuales 21 metales fueron detectados como presentes en diferentes niveles y 11 elementos químicos no fueron detectados considerándose como no detectados (ND), de los 21 metales detectados, 4 elementos sobrepasan los LMP, siendo el de mayor contaminación el aluminio en el Sector 1 y en el Sector 3 y en el Sector 2 está ligeramente por debajo del LMP, los otros metales que están con ligera contaminación es decir sobrepasan ligeramente los LMP son el arsénico, el hierro y el molibdeno, los 17 restantes metales no sobrepasan el LMP y por lo tanto se consideran que no contaminan las aguas de la laguna Yarinacocha.

Se recomienda mejora la infraestructura de saneamiento de las áreas urbanas adyacentes a la laguna Yarinacocha, con plantas de tratamiento de aguas servidas sobre todo en la capital del Distrito del mismo nombre y las instituciones como el mercado de abastos y el Hospital Amazónico deben tener su propio sistema de tratamiento de aguas y residuos y que los centros de recreación, restaurantes y otros ubicados a las orillas del lago deben contar con buena infraestructura de saneamiento y cuenten con estudios de impacto ambiental y que se realicen permanentes monitoreos de análisis de las aguas a través de instituciones como la DESA- Pucallpa, el ANA-Ucayali y que sus resultados se difundan y conozca la opinión pública.

ABSTRACT

The Yarinacocha Lagoon is an important gap in the Ucayali Region from the point of view of social and tourism, specifically located in the District of Yarinacocha, province of Coronel Portillo, part of the metropolitan area of the city of Pucallpa, its shores are located the capital district of the same name, many villages, communities, tourist recreation, restaurants, bars, food markets nearby, hospitals and others in one way or another their waste and waste flow or they end up in the waters of the lagoon, and as such these waters are exposed to a permanent, mainly microbiological and chemical contamination and that some physical characteristics vary over the allowable limits, so it is necessary to know the physical, chemical and microbiological characteristics and levels of water contamination in these characteristics or parameters, so this research titled "Determining the pollution levels of the Yarinacocha Lagoon in Pucallpa city" is performed.

The overall objective of the work is suggest alternative solutions to the problem of pollution of Yarinacocha lagoon, producing a healthy life to the people located on its banks and the specific objectives are determining the levels of microbiological contamination of the lagoon Yarinacocha determine the physical and chemical characteristics of the lagoon Yarinacocha and determine the levels of metal contamination in the lagoon Yarinacocha features.

The methodology used in this study was not experimental descriptive. Is not experimental because it was to observe and measure physical, chemical and microbiological parameters, from which it was determined by comparison in that area of the study area the maximum permissible limits (MPL) established by the respective legal standards are exceeded, because They are surface water and for which the study area has been divided into 3 sections.

It is descriptive because it was sought to specify and analyze the quality of water in the study area, taking into account the influence of the study area on the surrounding population that houses the lagoon Yarinacocha.

The study area has been divided into three sectors, Sector 1 comprises the southern part of the lagoon, to the extent known port of the boatmen, the Sector 2 comprises the middle part of the lagoon to the village or town center and Leoncio Prado village and Sector 3 comprising the northern part of the lagoon until the end of it. In each sector 5 sub samples were taken at various points to form a general sample of the corresponding Sector, taking the end 3 samples, one for

each sector, which were divided into two, one for the laboratory of the Environmental Health of Pucallpa (EHP) where microbiological analyzes, physical-chemical were made and the other half sent to a laboratory in Lima for analysis of heavy metals.

The results show a high microbiological contamination in the 3 sectors with higher levels of pollution in the sector 1 and sector 2, a high turbidity of the water that exceed the maximum permissible limits (MPL), total dissolved solids but is under no outperforms MPL, for chemical analysis of metals, 32 chemicals of which 21 metals were detected as present in different levels and 11 chemicals were not detected regarded as not detected (ND) of the 21 detected metals, 4 items were determined exceed the MPL, being the most polluted aluminum in Sector 1 and Sector 3 and Sector 2 is slightly below the MPL, the other metals that are with light pollution that is slightly exceed the MPL are arsenic, iron and molybdenum, the metals remaining 17 do not exceed the MPL and therefore are considered non-polluting the waters of the lagoon Yarinacocha.

It recommends improving sanitation infrastructure of the urban areas adjacent to the Yarinacocha lagoon treatment plants wastewater especially in the capital district of the same name and institutions like the food market and the Amazon Hospital should have its own system and waste water treatment and recreation centers, restaurants and others located on the shores of the lake must have good sanitation infrastructure and provided with environmental impact studies and ongoing monitoring of water analysis conducted through institutions such as the EHP-Pucallpa, the National Water Authority (NWA-Ucayali) and the results are disseminated and meet the public opinion.

Keywords

Water, pollution, level, microbiological, physical-chemical properties, coliform, heavy metals, maximum allowable limit.

INTRODUCCIÓN

Las aguas son fuentes esenciales en los seres vivos, sin el cual los animales, las plantas y el hombre no pueden subsistir en el tiempo y en el espacio, como tal éstas fuentes deben conservarse lo más natural posible para que sean utilizados por los seres vivientes. Dentro de las aguas, las aguas dulces en el planeta, constituyen una mínima parte del total de aguas que existe en la tierra, la mayor parte de las aguas en el planeta son aguas marinas o saladas, que el hombre no puede utilizar para la alimentación y subsistencia, ni en la agricultura ni la ganadería, quedando como fuente de agua, las aguas dulces, que se encuentran en los ríos y en los lagos del mundo, y congelados en los glaciares del planeta, tanto en las cordilleras y los polos Norte y Sur.

El hombre en su actividad diaria, produce una serie de desechos, sean éstos domésticos, urbanos, industriales, rurales y otros, que muchas veces no son recolectados en su oportunidad o de forma eficiente, constituyendo muchas veces los ríos y los lagos, como los vertederos de los residuos líquidos y sólidos, produciendo una contaminación de las aguas, muchas veces irreversible, el cual perjudica a la salud del hombre y los animales.

Los ríos y lagos en el mundo se utilizan no solo como fuente de agua para beber y la alimentación, agricultura y ganadería y como una fuente de distracción y turismo, como vías de comunicación entre los pueblos, para producir energía mediante hidroeléctricas, si no que a través de la historia sus orillas han sido ocupadas y siguen siendo ocupadas por el hombre formando núcleos habitacionales, como chacras, aldeas, comunidades, pueblos, ciudades y en algunos casos, grandes centros urbanos, que producen cantidades enormes de residuos y que en algunos casos en lugares no muy desarrollados y planificados su crecimiento urbano, estos residuos se van a dar en los ríos y lagos donde están asentados o ubicados.

En la región Ucayali, de la Amazonía peruana, específicamente la ciudad de Pucallpa, está ubicado a orillas del río Ucayali, y cuya área

metropolitana conformado por los distritos de Callería, Yarinacocha y Manantay, conforman una población aproximada de 450,000 habitantes y dentro de ésta área urbana está el distrito de Yarinacocha, ubicado a orillas de la laguna del mismo nombre, con una población aproximada de 85,605 habitantes, según el INEI (17), de los cuales el 90.9 % es población urbana que vive en la capital del distrito es decir en Yarinacocha y el 9.1 % es rural y en ambas situaciones no cuentan con un sistema de tratamiento de aguas residuales urbanas y peor rural, y como tal estos residuos líquidos se van a dar en la laguna Yarinacocha, produciendo una contaminación permanente y descontrolada, el cual perjudica la salud de los habitantes, el turismo y hasta la navegación de pequeñas embarcaciones y la fauna ictiológica del mismo.

En éste contexto, es importante y se justifica realizar un estudio de determinación de los niveles de contaminación de las aguas de la laguna de Yarinacocha, ya que la ubicación geográfica de la laguna, tiene una implicancia y relevancia social y económica en el poblador del Distrito de Yarinacocha, Pucallpa y la Región de Ucayali en general, y más aún en los momentos actuales, el estado mismo, está desarrollando proyectos de infraestructura, como el llamado “malecón de yarinacocha” con el fin de dar un mejor servicio a los visitantes y turistas en general planteando como Hipótesis “La laguna Yarinacocha tiene un nivel de contaminación alto en la parte central que queda frente al centro urbano del distrito de Yarinacocha”y de acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo dar las recomendaciones necesarias para la solución al mismo, por lo que el presente trabajo tiene los siguientes objetivos:

3.1.1. Objetivo general.

Plantear alternativas de solución al problema de contaminación de la laguna de Yarinacocha, produciendo una vida saludable a los habitantes ubicados en sus orillas.

3.1.2. Objetivos específicos.

3.1.2.1. Determinar los niveles de contaminación microbiológica de la laguna Yarinacocha.

3.1.2.2. Determinar las características físicas y químicas de la laguna Yarinacocha.

3.1.2.3. Determinar los niveles de contaminación por metales de la laguna Yarinacocha.

La estructura del trabajo comprende el capítulo de Marco Teórico, que es una compilación de antecedentes sobre trabajos de investigación en contaminación de aguas y los principales que intervienen en los trabajos de investigación.

Luego está el capítulo de Materiales y Métodos, donde se describe todo el procedimiento y la metodología empleado en el trabajo de investigación tanto en el campo como en laboratorio, según las normas nacionales e internacionales como la EPA (6), la Ley general de Aguas (19) y la DIGESA (3) sobre estudios de contaminación de aguas superficiales principalmente.

Luego se continúa con el capítulo de Resultados, mostrando el resultado en cuadros y figuras de acuerdo a los objetivos planteados.

Continúa con el capítulo de Discusión de Resultados, donde se realiza un análisis de los resultados comparando con trabajos de investigación realizados en aguas.

Luego se tiene el capítulo de Conclusiones y Recomendaciones, relevando los aspectos más importantes, de acuerdo a los resultados obtenidos y dando las recomendaciones, según los resultados y conclusiones y plantear las soluciones respectivas.

Para terminar con el capítulo de Bibliografía, donde se menciona toda la bibliografía consultada para desarrollar el presente trabajo y concluir con el Anexo, donde se incluyen los cuadros de las normas legales y los resultados de análisis de los laboratorios respectivos.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO 1: EL AGUA, SUS PROPIEDADES Y COMPONENTES.

1.1.- EL AGUA.

Según una publicación de la web (4) el agua es una sustancia que se encuentra en la naturaleza en varios estados, como es el estado líquido, el más abundante, el estado sólido y el estado gaseoso y químicamente está representado por la fórmula H_2O , es decir con 2 átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno a través del enlace respectivo, el cual lo mostramos en la Fig. N° 1.

El agua es esencial para todas las formas de vida, siendo su contenido en la mayoría de seres vivientes entre un 70 % a 80 % de su peso total, aunque en algunas especies sobre todo las acuáticas plantas o animales el contenido sobrepasa el 90 % de su peso total.

El agua se encuentra cubriendo el 71 % de la superficie corteza terrestre y se localiza sobre todo en los océanos del mundo donde se concentra el 96,5 % del agua total, en los glaciares y en los casquetes polares se encuentra el 1,74 %, en forma subterránea como acuíferos y los glaciares continentales como son las cordilleras del mundo se encuentra en 1,72 % y el restante 0,04 % se reparte en los lagos, humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos.

Físicamente el agua circula en un ciclo constante de evaporación o transpiración, denominado evapotranspiración, que forman las nubes y luego las lluvias o precipitación nuevamente a la superficie terrestre que luego discurre hacia los riachuelos, ríos, lagos, mares, infiltración hacia las capas profundas del suelo y otra parte se pierde por evaporación y transpiración principalmente de los vegetales, calculándose que los vientos transportan tanto vapor de agua como el que se vierte en los mares mediante su curso sobre la tierra, en una cantidad aproximada de 45 000 km³ al año. En tierra firme, la evaporación y transpiración contribuyen con 74 000 km³ anuales a causar precipitaciones de 119 000 km³ cada año.

Se calcula que el 70 % del agua dulce se destina a la agricultura, la industria absorbe un promedio del 20 % del consumo mundial, empleándose en tareas de refrigeración, transporte y como disolvente de una gran variedad de sustancias químicas y el consumo doméstico absorbe el 10 % restante.

Otra publicación de la web (5) conceptúa al agua como una sustancia moléculas están compuestas por un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno, el cual se muestra en la Fig. N° 1, es un líquido inodoro, insípido e incoloro, y puede también encontrarse estado sólido (cuando se conoce como hielo) o en estado gaseoso (vapor).

Escasez de agua.

La misma publicación de la Web(5) indica que la escasez de agua es un problema en el planeta tierra, porque alrededor de un 20 % de la población mundial reside en lugares donde no hay suficiente cantidad de agua dulce para el uso doméstico, 25 % enfrenta el problema de la falta de recursos para transportar el agua desde los acuíferos, ríos y lagos, para el consumo.

Para muchos, la escasez de agua se ha convertido en uno de los puntos a resolver más urgentes del siglo XXI, en parte a causa del consumo desmedido que tuvo lugar durante los cien años anteriores, cuyo ritmo duplicó el de natalidad. Si bien no es correcto decir que la Tierra entera sufre de falta de agua, el número de zonas que carece de este recurso vital crece de manera preocupante. Por lo general, la hidrología se vale de la relación entre agua y población para medir la escasez, la cual existe cuando el suministro anual de agua a una región disminuye en 1000 metros cúbicos por persona; se habla estrés hídrico, en cambio, cuando el descenso es de 1700 metros cúbicos. La escasez absoluta se da cuando cada individuo tiene acceso a menos de 500 metros cúbicos por año. En otras palabras, la escasez de agua tiene lugar cuando no se puede satisfacer la demanda de dicho recurso, sea por su cantidad o por su calidad. Es importante recordar que no solo se utiliza para beber, sino que el ser humano le ha dado otros usos, que también entran en la ecuación. Por esta razón, la escasez del agua es un problema que puede surgir de una

demanda excesiva de consumo o de la falta del mínimo necesario para la vida de los usuarios.

1.2. TIPOS DE AGUAS

La publicación de la Web (5) manifiesta que el agua puede estar en estado líquido, sólido o gaseoso, es decir adopta formas distintas en la naturaleza, como vapor de agua, conformando parte de la atmósfera, como agua marina que es la mayor parte en el planeta, como glaciares, en los ríos y lagos y en forma subterránea.

A continuación, se indica las diferentes formas y tipos de agua en la naturaleza.

1.2.1. Según su estado físico: Hielo (estado sólido), agua (estado líquido) y vapor (estado gaseoso).

1.2.2. Según su posición en el ciclo del agua:

1.2.2.1. Hidrometeoro:

Precipitación:

- **Según su desplazamiento:**

Precipitación vertical: lluvia congelada, llovizna, lluvia helada, nieve, granizo blando, gránulos de nieve, perdigones de hielo, agua nieve, pedrisco, cristal de hielo.

Precipitación horizontal:

Rocío, escarcha, congelación atmosférica, hielo glaseado.

- **Según su estado:**

Precipitación líquida: lluvia, lluvia helada, llovizna, llovizna helada, rocío.

Precipitación sólida: Nevasca, granizo blando, gránulos de nieve, perdigones de hielo, lluvia helada, granizo, prisma de hielo, escarcha, congelación atmosférica, hielo glaseado, agua nieve.

Precipitación mixta: se produce con temperaturas cercanas a los 0 °C

1.2.2.2 Partículas de agua en la atmósfera:

- Partículas en suspensión: nubes, niebla, bruma.

- Partículas en ascenso (impulsada por el viento). Ventisca, nieve revuelta.

1.2.3. **Según su circunstancia:** Agua subterránea, agua de deshielo, agua meteórica, agua inherente (la que forma parte de una roca), agua fósil, agua dulce, agua superficial, agua mineral (rica en minerales), agua salobre o ligeramente salada, agua muerta, cuando una masa de agua dulce o ligeramente salada circula sobre una masa de agua más salada, mezclándose ligeramente, agua de mar, salmueras.

1.2.4. **Según sus usos:**

Agua entubada, agua potable, agua purificada, estas aguas son tratadas para algún uso específico, que a su vez pueden ser, destiladas, aguas des ionizada.

1.2.5. **Atendiendo a otras propiedades:**

Agua blanda, agua dura, son de origen subterráneo, aguas hidratos, aguas pesadas, aguas negras, agua tritio, agua disfórica.

1.2.6. **Según su microbiología.**

Agua potable, agua residual, agua de lluvia o de superficie.

1.3. PROPIEDADES DEL AGUA.

Con respecto a las propiedades del agua, la publicación de la Web (5), el autor que publica en ésta web, indica que las propiedades del agua son:

1.3.1. **Propiedades Físicas y Químicas.**

En primer lugar muestra como es el enlace de una molécula de agua con sus enlaces de hidrógeno y oxígeno respectivo.

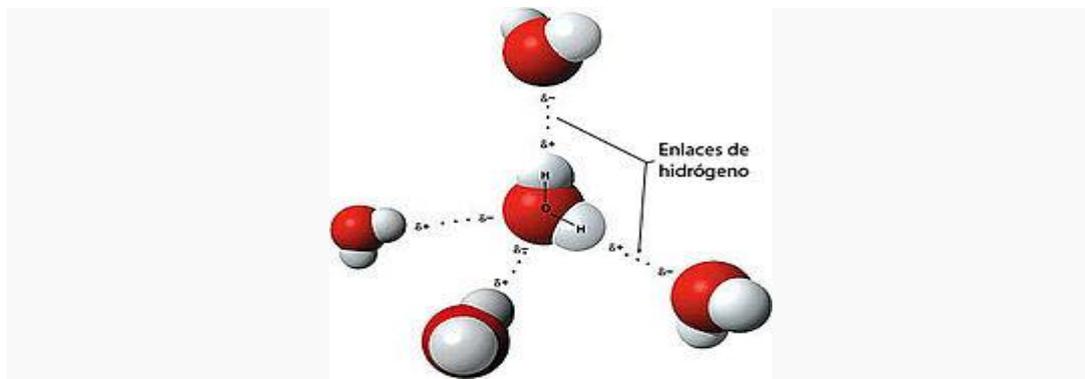


Fig. N° 1 : Modelo mostrando los enlaces de hidrógeno entre moléculas de agua.

El científico Henry Cavendish fue el que descubrió en 1781 que el agua es una sustancia compuesta y no un elemento, como se pensaba desde la Antigüedad y dichos descubrimientos fueron desarrollados por Antoine Laurent de Lavoisier, quien dio a conocer que el agua estaba formada por oxígeno e hidrógeno, fue entonces en 1804, el químico francés Joseph Louis Gay-Lussac y el naturalista y geógrafo alemán Alexander von Humboldt demostraron que el agua estaba formada por dos volúmenes de hidrógeno por cada volumen de oxígeno (H₂O).

1.3.2. Las propiedades físico-químicas más notables del agua son:

Según la web (5) las propiedades físico-químicas más importantes son:

- Que el agua es líquida en condiciones normales de presión y temperatura.
- Que el agua bloquea solo ligeramente la radiación solar ultra violeta fuerte, lo cual permite que las plantas acuáticas absorban la energía lumínica.
- La fuerza de interacción de la tensión superficial del agua es la fuerza de Van der Waals entre moléculas de agua.
- La capilaridad es una propiedad que le da al agua la capacidad de moverse por un tubo estrecho en contra de la gravedad.
- El punto de ebullición es una propiedad que está directamente relacionado con la presión atmosférica.
- El agua es un disolvente muy potente, por lo que se dice que es el disolvente universal
- El agua es miscible con muchos líquidos, como el etanol en cualquier proporción.
- La conductividad eléctrica del agua pura es baja, pero aumenta con la disolución de pequeñas cantidades de iones como el cloruro de sodio.
- El agua tiene el segundo índice más alto de capacidad calorífica, solo por detrás del amoníaco.

- La densidad del agua líquida es estable y varía poco con los cambios de temperatura y presión, pues a presión normal tiene 1 atmósfera.
- El agua se descompone en sus partículas de hidrógeno y oxígeno por electrólisis.
- Los elementos como el litio, el sodio, el calcio, y el potasio y el cesio, que son elementos con mayor electro positividad, desplazan al hidrógeno formando los hidróxidos.

1.3.3. Principales características del agua:

Según CUSTODIO, E. y LLAMAS, M, (2) principales características del agua son

- **Color:** Es la capacidad de absorber ciertas radiaciones del espectro visible.- No se pueden atribuir a ningún constituyente en exclusiva, aunque ciertos colores de aguas naturales son indicativos de ciertos contaminantes. El agua pura sólo, es azulada en grandes espesores. En general presenta colores inducidos por materiales orgánicos de los suelos vegetales, como el color amarillento debido a los ácidos húmicos. La presencia de hierro puede darle color rojizo, y la del manganeso un color negro. El color afecta estéticamente la potabilidad del agua, puede representar un potencial de ciertos productos cuando se utiliza como material de proceso.
- **Sabor y olor:** El sabor y el olor del agua son determinaciones organolépticas de determinación subjetiva, para los que no existen instrumentos de observación, ni registros, ni unidades de medida. Las aguas adquieren un sabor salado a partir de los 300 ppm de Cl y un gusto salado y amargo con más de 450 ppm de SO₄. El CO₂ le da un gusto picante. Trazas de fenoles u otros compuestos orgánicos le confieren un color y sabor desagradables.
- **Conductividad eléctrica:** La conductividad es la capacidad del agua para conducir electricidad y la resistividad eléctrica se define analógicamente como el inverso de la conductividad. Las unidades son microsiemens por centímetro (uS/cm) para la conductividad, y

para la resistividad Ohmio-m (O-m). La variación de temperatura modifica notablemente la conductividad, para disoluciones diluidas se estima que el aumento de temperatura en 1° C se traduce en un aumento aproximado del 2% en la conductividad.

- **Temperatura:** Es el potencial calorífico en grados Celsius de un medio o cuerpo.
- **Turbidez:** Es la dificultad del agua para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, coloidales o muy finos que se presentan principalmente en aguas superficiales. Son difíciles de decantar y filtrar, y pueden dar lugar a la formación de depósitos en las conducciones de agua, equipos de proceso y otros. La medición se hace por comparación con la turbidez inducida por diversas sustancias. La medición en ppm de SiO₂ fue la más utilizada, pero, existen diferencias en los valores obtenidos según la sílice y la técnica empleada por un laboratorio u otro. Las aguas superficiales pueden alcanzar varias decenas de ppm. Las aguas con 1 ppm son aguas muy transparentes y permiten ver a través de él hasta profundidades de 4 a 5 metros.
- **Sólidos disueltos totales:** Es la cantidad de sólidos disueltos en el agua. Está relacionada con la conductividad eléctrica mediante la fórmula $TDS = C.E. (mmhos/cm) \times 700; mg/L$ para considerarse TDS, las sustancias deben ser lo suficientemente pequeñas como para pasar una criba o filtración del tamaño de 2 micras. La medida TDS tiene como principal aplicación el estudio de la calidad del agua de los ríos, lagos y arroyos. Aunque el TDS no tiene la consideración de contaminante grave, es un indicador de las características del agua y de la presencia de contaminantes químicos, es decir, de la composición química y concentración en sales y otras del agua.

1.3.4. Características químicas:

Según los mismos autores, CUSTODIO, y LLAMAS, M. (2) las características químicas del agua más importante son:

- **pH:** Es el logaritmo negativo de la concentración de iones hidrógeno ($\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$). El pH de una solución es la medida de su acidez o más exactamente, una medida de las concentraciones de iones hidrógeno (H^+) en la solución. Juega un papel importante en muchos procesos químicos y biológicos de las aguas, como el equilibrio de carbonatos, procesos redox, solubilidad de metales pesados entre otros.
- **Reacciones Redox:** Los sistemas redox son los que cambian sus estados de valencias al reaccionar, oxidándose unas veces y reduciéndose otras. Es medido por el potencial redox (EH) que mide la estabilidad de un ion en un nivel de oxidación determinado y viene dado por la ecuación de Nernst.
- **Oxígeno disuelto:** Es incorporado en el agua por medio de la disolución del aire al momento de la lluvia y por gases contenidos en la zona no saturada. Su presencia es causante de un medio oxidante importante en la solubilización o insolubilización de iones en el agua con capacidad de cambiar sus valencias y controlar la actividad de los microorganismos en el subsuelo.
- **Dureza:** Mide la capacidad del agua para consumir jabón o producir incrustaciones. En la actualidad se le identifica con el contenido de iones alcalinotérreos (Ca^{+2} y Mg^{+2} principalmente), con las mismas unidades que la alcalinidad, las aguas superficiales tienen menos dureza que las aguas subterráneas.
- **Alcalinidad:** Se le conoce como la capacidad del agua para neutralizar los ácidos, usualmente es expresado como $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de CO_3Ca o $\text{meq}\cdot\text{L}^{-1}$. En la mayoría de aguas naturales la alcalinidad está producida por los iones de carbonato y bicarbonato, los valores están entre $100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ y $300\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ a veces entre 50 y $500\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de CO_3Ca , excepcionalmente hasta $1000\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$
- **Demanda Química de Oxígeno (DQO):** Es la capacidad del agua para consumir oxidante en procesos químicos, mide el contenido en materiales orgánicos oxidables y otras sustancias que consumen oxígeno, como el hierro, el manganeso, amonio, etc. Es un dato

semicuantitativo con unidades mgL^{-1} de O_2 . Los valores superiores a 10 mgL^{-1} puede ser un claro indicio de contaminación. Valores elevados pueden explicar los malos sabores en el agua de consumo humano.

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5):** Es una medida de la cantidad de oxígeno necesario para eliminar la materia orgánica contenida en una agua mediante los procesos biológicos aeróbicos referidos en 5 días. Es una de las medidas de la contaminación en aguas superficiales y aguas subterráneas por lo general con valores menores a 1 mgL^{-1} . Valores altos indican contaminación.

1.4. COMPONENTES DEL AGUA.

1.4.1. Microbiología del agua.

Según GLYNN HENRY, J. Y HEINKE, G.W. (13), en un trabajo sobre Ingeniería Ambiental, sobre microbiología del agua, indican, que el agua al precipitarse a la superficie, ya sea en forma de lluvia, nieve, granizo o cellisca, a medida que cae arrastra partículas de polvo del aire. En los primeros minutos de precipitación el polvo, junto con los pocos microorganismos que contiene, es eliminado del aire.; de ahí en adelante el agua de lluvia está relativamente libre de éstos contaminantes. Al llegar a la superficie el agua que la vegetación no absorbe se filtra al suelo para convertirse en aguas subterráneas, el resto corre hacia arroyos, estanques, ríos, y lagos. El agua de superficie recoge muchas sustancias durante su recorrido por tierras agrícolas y áreas industriales. Los terrenos agrícolas aportan nitratos, fosfatos y otros nutrientes, junto con microorganismos del suelo. El material orgánico como hojas, hierba cortada, deyecciones de aves y animales, y residuos de plantas procesadoras de alimentos, todo ello con su población microbiana asociada, también tiene acceso al agua de superficie. A menos que los contaminantes tóxicos sean excesivos, el resultado es que prácticamente todas las aguas superficiales del mundo sostienen una población microbiana floreciente.

Muchas formas de vida microbiana pueden existir en el agua en tanto satisfagan las necesidades físicas y nutricionales apropiadas para el crecimiento. Las bacterias aerobias y los protozoarios necesitan oxígeno disuelto para crecer. El nitrógeno, y el fósforo. Así como la luz, son indispensables para las algas. El número y tipo de microorganismos presentes constituyen un indicio de la calidad del agua. En el agua limpia o con un bajo contenido de nutrientes, el número total de microorganismos es limitado, pero puede haber una gran variedad de especies. A medida que el contenido de nutrimentos aumenta, también lo hace el número de microorganismos, en tanto el número de especies se reduce. En una corriente anaerobia contaminada predominan pocas especies de bacterias anaerobias o facultativas.- En la tabla siguiente se presenta las cantidades representativas de bacterias en diversas aguas.

Además del comportamiento independiente de los diversos tipos de microorganismos, éstos pueden interactuar unos con otros ya sea de manera cooperativa o competitiva. Ésta clase de interacción con frecuencia se produce en el ambiente, y debemos estar consciente de estas relaciones en el diseño de sistemas de tratamientos de residuos biológicos. A continuación se muestran 3 ejemplos:

- **Algas/ bacterias.** Se crea una estrecha asociación entre algas (que necesitan dióxido de carbono y producen oxígeno) y bacterias aerobias que necesitan oxígeno y producen dióxido de carbono) en estanques de oxidación, pantanos, lagos y otros ambientes similares.
- **Protozoarios/bacterias.** En el tratamiento de aguas residuales municipales por el proceso de lodos activados, las bacterias son los agentes primarios en la conversión de residuos orgánicos en productos finales estables. Al mismo tiempo, los proptozoarios consumen y limitan la población bacteriana en una relación de predador/presa, con la cual se mantiene un equilibrio dinámico en la población microbiana.

- **Bacterias/bacterias.** La digestión anaerobia de materia orgánica pone de manifiesto la interdependencia de dos grupos de bacterias: las formadoras de ácido que convierten la materia orgánica en ácidos orgánicos graso(ej. ácido acético) y de otros tipos, y las formadoras de metano, que utilizan éstos ácidos para producir metano.

1.4.2. Organismos indicadores.

El agua que se utiliza para beber y bañarse puede servir como vehículo para transmitir patógenos entéricos humanos que causan enfermedades transmitidas por agua. La detección de agentes patógenos en el agua es difícil, económicamente costosa y poco práctica en los análisis rutinarios del agua. En su lugar, el agua se valora empleando un sustituto, que actúa como indicador de contaminación fecal. Puesto que los organismos no patógenos también habitan en gran número en el intestino y están siempre presentes en las heces, junto con los agentes patógenos que pudiera haber, pueden servir como indicadores de contaminación fecal.

Las principales características de un buen organismo indicador son:

- Su ausencia implica la inexistencia de patógenos entéricos.
- La densidad de los organismos indicadores está relacionada con la probabilidad de la presencia de patógenos.
- En el medio los organismos indicadores sobreviven un poco más que los patógenos. Es evidente que no existe un organismo ideal indicador de ésta naturaleza. Sin embargo la presencia de coliformes totales, coliformes fecales, estreptococos fecales y ***Clostridium perfringens*** se considera como indicio de contaminación por heces, y por muchos años se ha empleado para valorar la calidad del agua.

1.4.2.1. Las bacterias coliformes.

De los organismos indicadores, las bacterias coliformes totales, son las que se usan con mayor frecuencia como indicador. Este grupo incluye, por definición, “todas las

bacterias aerobias y anaerobias facultativas, gramnegativas, no formadoras de esporas y con forma de bastón, que fermentan lactosa con formación de gases antes de 48 horas a 35°C”

El grupo de coliformes se compone de ***Escherichia coli***, ***Enterobacter aerogenes***, ***Citrobacter freundii*** y bacterias afines.

En el agua potable no debe haber ningún tipo de coliformes, por ello el total de éstas se emplean como indicio de contaminación fecal. En el caso de corrientes contaminadas, salidas de alcantarillado y áreas de natación, el recuento de coliformes totales se hace empleando la prueba con temperatura alta (44.5 ± 0.5°C). La diferencia entre coliformes totales y coliformes fecales se basa en su capacidad o incapacidad para crecer a 44.5 ± 0.5°C. ***Escherichia coli*** es el tipo de coliforme más frecuente y predominante en el intestino humano. Otros miembros del grupo de coliformes, por lo general presentes en el suelo y en la vegetación, también pueden encontrarse en las heces, pero en número reducido. En los países tropicales, ***E.coli*** no es la coliforme intestinal predominante, así que en éste caso la prueba de coliformes totales, más que la de fecales, es la medida más útil de la contaminación.

El recuento de indicadores bacterianos se lleva cabo por medio de dos métodos alternativos: la técnica de fermentación en tubos múltiples, también llamado procedimiento del número más probable (NMP), y el método de la membrana filtrante o método MF.

Tabla Nº 1: Conteo bacteriano típico en agua.

Fuente de agua	Bacterias en 100ml	Bacterias coliformes En 100 ml
Agua de llave o grifo	10	0-1
Agua natural límpia	10^3	0- 10^2
Agua contaminada	10^6 - 10^8	10^3 – 10^5
Aguas negras sin tratar	10^8	10^5

1.4.3. Cationes y aniones del agua.

CUSTODIO, E. y LLAMAS, M. (2) indican que los constituyentes iónicos principales y secundarios son:

➤ Aniones y cationes

- **Cloruros (Cl^-):** Se encuentran formando sales muy solubles asociados al ion sodio pero no quiere decir que ambos estén en las mismas proporciones: es estable y difícilmente precipitable, no se oxida ni se reduce en las aguas naturales.- las concentraciones del ion cloruro se encuentra entre 10 y 250 mgL^{-1} ; una concentración de 300 mgL^{-1} confiere un sabor salado al agua aunque se pueden presentar valores superiores a estos, entre 18000 y 22000 mgL^{-1} como los medidos en agua de mar.
- **Sulfatos (SO_4^{2-}).** El origen principal es la disolución del yeso, anhidrita y terrenos yesíferos, también puede proceder de terrenos formados en condiciones de gran aridez o de un ambiente marino, oxidación de sulfuros de rocas ígneas, metamórficas o sedimentarias. Puede precipitar como SO_4Ca y raramente en forma de SO_4Sr o SO_4Ba , la solubilidad de yeso en agua pura es de 2.095 mgL^{-1} pudiendo llegar a 7.30 gL^{-1} si el contenido de ClNa es de 131 gL^{-1} . Esto indica que el sulfato es muy soluble cuando hay altas salinidades, situación que es favorecida en lixiviados de basureros e

industrias de curtido de cuero donde son usadas sales de cromo en los procesos.

- **Bicarbonatos (HCO_3^-) y Carbonatos (CO_3^{2-}):** Los iones HCO_3^{2-} y CO_3^{2-} representan la alcalinidad del agua en el sentido que proporcionan la capacidad de neutralizar los ácidos al crear una solución tampón que no es más que la capacidad que tiene ésta sustancia ante un ácido para mantener una oposición entre la parte de componente básica de la ácida y mantener así un equilibrio en el pH. El ion bicarbonato se encuentra en el agua en un rango de 50 a 350 mgL^{-1} , algunas veces puede llegar hasta 800 mgL^{-1} .
- **Nitratos (NO_3^-):** Los nitratos, nitritos y amonio son iones especies del nitrógeno que deben ser considerados de forma conjunta, debido a la conversión que se da de una especie a la otra en los procesos redox (óxido-reductor), que son dominados por la presencia o ausencia de oxígeno y por la acción de bacterias específicas, que actúan como catalizadores de las reacciones. Al proceso de oxidación de compuestos reducidos de nitrógeno se le denomina Nitrificación; mientras que a la reducción de compuestos oxidados de nitrógeno se le conoce como Desnitrificación.
- **Los Nitritos (NO_2^-):** Se forman bajo las mismas condiciones pero por oxidación incompleta; y debido a esto se encuentran en pequeñas concentraciones, ya que se encuentran en un estado intermedio entre la oxidación completa (nitratos) y la reducción (amonio), por lo que es muy fácil el que transiten de una zona a otra.
- **El amonio (NH_4^+):** Predomina cuando hay total ausencia de oxígeno (condiciones anaeróbicas, estado reductor), el cual, si llega a tener contacto con el aire se oxida con facilidad a N_2 , NO_2^- o NO_3^- . Los nitratos son originados por los procesos naturales de nitrificación bacteriana, descomposición de la materia orgánica, contaminación urbana, industrial y

ganadera. En muchos casos se asocia a ambientes contaminados en cuyo caso se presenta de forma estratificada, encontrándose concentraciones mayores en las partes someras del acuífero. Se encuentra normalmente en concentraciones entre 0.1 y 10 mgL^{-1} ; pero en aguas contaminadas puede llegar a 200 mgL^{-1} y en algunos casos hasta 1000 mgL^{-1} .

- **Calcio (Ca^{+2}):** Suele ser el catión principal en la mayoría de las aguas naturales debido a su amplia distribución en rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas. En rocas ígneas aparece como constituyente esencial de los silicatos, especialmente en el grupo de las plagioclasas. Las concentraciones de calcio en agua dulce varía de 10 a 250 mgL^{-1} y puede llegar hasta 600 mgL^{-1} en aguas con alto contenido de selenio; en el agua de mar lo normal es 400 mgL^{-1} excepcionalmente $50,000 \text{ mgL}^{-1}$ en salmueras de Cl_2Ca . Su solubilidad en solución depende del equilibrio de $\text{CO}_2\text{---CO}_3\text{H}^- \text{ ---CO}_3^{-2}$ que se ve afectado por el intercambio iónico y puede llegar a precipitarse con facilidad como carbonato de calcio.
- **Magnesio (Mg^{+2}):** El magnesio es menos abundante que el calcio en aguas naturales, procede de la disolución de rocas carbonatadas (dolomitas y calizas dolomíticas), evaporitas, y de la alteración de silicatos magnésicos y ferromagnesianos. Los procesos de intercambio iónico influyen también en las concentraciones de Mg^{+2} en aguas subterráneas. En aguas dulces naturales el contenido en ion Mg^{+2} no suele sobrepasar de 40 mgL^{-1} ; en terrenos calcáreos pueden sobrepasar a veces de 100 mgL^{-1} , y en terrenos evaporíticos pueden alcanzar valores de $1,000 \text{ mgL}^{-1}$
- **Potasio (K^+):** Originado por el ataque a las ortosas y otros silicatos, en ocasiones procede de la contaminación industrial, minera y agrícola. Tiende a fijarse

irreversiblemente en procesos de formación de arcillas y en las superficies de minerales con alta capacidad de intercambio iónico. Las concentraciones del ion potasio varían de 0.1 a 10 mgL⁻¹ en aguas dulces.

- **Hierro (Fe⁺³):** Originado por la disolución de silicatos ferríferos, rocas sedimentarias, sulfuros y óxidos de hierro, algunas veces puede proceder del entubado de pozos. La concentración de éste elemento en el agua está controlada por procesos de equilibrio químico como oxidación-reducción, precipitación, disolución de hidróxidos, carbonatos y sulfuros. Las concentraciones de hierro oscilan entre 1 y 10 mgL⁻¹ aunque en aguas con pH entre 6 y 8 llega a presentar concentraciones de 50 mgL⁻¹. Cuando los bicarbonatos se encuentran por debajo de 61.0 mgL⁻¹, lo normal es que se encuentre en concentraciones inferiores a 0.1 mgL⁻¹.

1.4.4. Los metales.

Los metales se encuentran dispersos en la naturaleza en diferentes formas, por lo que los autores caracterizan a los metales en la siguiente forma:

1.4.4.1. Los metales pesados

Según MOORE, J. Y RAMMAOORTHY, S. (20) caracterizan a los metales pesados, como componentes del agua en la siguiente forma:

Los metales pesados son el grupo de elementos químicos que tienen una densidad relativamente alta y se caracterizan por su toxicidad en concentraciones bajas. Entre éste grupo se incluyen el mercurio (Hg), el aluminio (Al), cadmio (Cd), cobre (Cu), litio (Li), manganeso (Mn), níquel (Ni), arsénico (As), cromo (Cr), plomo Pb), y zinc (Zn). Estos elementos son componentes naturales de la corteza terrestre, no se degradan o destruyen. En pequeñas concentraciones son incorporados por las plantas y animales. La ingesta de los animales se hace a través de los alimentos, agua potable y

el aire. Algunos de estos metales son esenciales para el metabolismo celular. Sin embargo, en concentraciones altas pueden conducir al envenenamiento. Ejemplo de ellos son el cobre, selenio, cinc, entre otros.

1.4.4.2. Los metales en la naturaleza.

De acuerdo a la importancia que tienen los metales y en la naturaleza y por consiguiente en el agua, a continuación se indica la característica de los 32 metales estudiados, en el análisis químico de las aguas, que a continuación se indican: Según WWW.lenntech.es/periódica/elementos/si.htm, (7) describe a los siguientes elementos:

➤ **EL SILICIO (Si)**

El silicio, cuyo símbolo es Si, su número atómico 14 y peso atómico 28.086, es el elemento electropositivo más abundante de la corteza terrestre, está en el grupo de los metaloides con marcado lustre metálico y sumamente quebradizo. Por lo regular, es tetravalente en sus compuestos, aunque algunas veces es divalente, y es netamente electropositivo en su comportamiento químico.

Efectos del Silicio sobre la salud

El elemento silicio es un material inerte, que parece carecer de la propiedad de causar fibrosis en el tejido pulmonar. Sin embargo, se han documentado lesiones pulmonares leves en animales de laboratorio sometidos a inyecciones intratraqueales de polvo de silicio. El polvo de silicio tiene pocos efectos adversos sobre los pulmones y no parece producir enfermedades orgánicas significativas o efectos tóxicos cuando las exposiciones se mantienen por debajo de los límites de exposición recomendados,

pero el silicio puede tener efectos crónicos en la respiración.

➤ **EL CADMIO (Cd)**

Se considera como un elemento raro en la naturaleza, su símbolo es Cd, número atómico 48; tiene relación estrecha con el zinc, con el que se encuentra asociado en la naturaleza, es un metal dúctil, de color blanco argentino con un ligero matiz azulado. Es más blando y maleable que el zinc, pero poco más duro que el estaño. Peso atómico de 112.40 y densidad relativa de 8.65 a 20°C (68°F). Su punto de fusión de 320.9°C (610°F) y de ebullición de 765°C (1410°F) son inferiores a los del zinc. Se le considera al cadmio divalente en todos sus compuestos estables y su ion es incoloro.

Éste elemento no se encuentra libre en la naturaleza y el sulfuro de cadmio llamado greenockita, que es único mineral de cadmio, no es un mineral comercial para metal, todo lo que se produce en la industria es obtenido como sub producto de la fundición y refinamiento de los minerales de zinc.

Efectos del Cadmio sobre la salud

El cadmio se asimila a los humanos a través de la comida, hay alimentos ricos en cadmio, como el cacao, algas secas, mariscos, mejillones, champiñones, patés.

➤ **EL CROMO (Cr)**

El cromo es un elemento químico, cuyo símbolo es Cr, número atómico 24, peso atómico 51.996, en la naturaleza es un metal de color blanco plateado, duro y quebradizo; sin embargo, es relativamente suave y dúctil cuando no está tensionado o cuando está muy

puro. Sus principales usos son la producción de aleaciones anticorrosivas de gran dureza y resistentes al calor y como recubrimiento para galvanizados. El cromo en forma elemental no se encuentra en la naturaleza, su mineral más importante por abundancia es la cromita.

➤ **EL FÓSFORO (P)**

El fósforo es un elemento químico cuyo símbolo es P, número atómico 15, peso atómico 30.9738, es un elemento que forma la base de gran cantidad de compuestos, de los cuales los más importantes son los llamados fosfatos. En todas las formas de vida, los fosfatos desempeñan un papel esencial en los procesos de transferencia de energía, como el metabolismo, la fotosíntesis, la función nerviosa y la acción muscular. Los ácidos nucleicos, que entre otras cosas forman el material hereditario (los cromosomas), son fosfatos, así como cierto número de coenzimas. Los esqueletos de los animales están formados por fosfato de calcio, como tal todos los seres vivos, especialmente las plantas necesitan fósforo para crecer y desarrollarse, por lo que se tiene que aplicar el fósforo a los campos agrícolas donde se siembra un cultivo, Estados Unidos emplea casi las tres cuartas partes del fósforo total como fertilizante de los suelos agrícolas.

➤ **EL LITIO (Li)**

El litio es un elemento químico con símbolo Li, número atómico 3 y en su forma pura, es un metal blando, de color blanco plata, que se oxida rápidamente en aire o agua, es uno de los elementos químicos sólidos más ligeros y se usa principalmente

en aleaciones conductoras de calor y al igual que los demás metales alcalinos es univalente, muy reactivo, por lo que no se encuentra libre en la naturaleza.

➤ **EL MOLIBDENO (Mo)**

Es un elemento químico cuyo símbolo es Mo, con número atómico 42 y peso atómico 95.94; se le considera como uno de los elementos de transición. Metal gris plateado con una densidad de 10.2 g/cm³ (5907 oz/in³), se funde a 2610°C (4730°F).

El molibdeno se encuentra en muchas partes del mundo, y la mayor parte del molibdeno proviene de minas, donde su recuperación es el objetivo primario de la operación minera, el resto se obtiene como sub producto de las operaciones del beneficio del cobre.

Efectos del molibdeno sobre la salud.

Según experimentos realizados en animales, el molibdeno es un compuesto altamente tóxico y se han encontrado signos de la enfermedad denominada gota en trabajadores de fábricas y entre los habitantes de Armenia que es una zona rica en molibdeno.

Efectos ambientales del molibdeno.

Hasta el momento no se han encontrado efectos negativos de éste elemento en el medio ambiente.

➤ **EL SODIO (Na)**

Propiedades químicas del Sodio - Efectos del Sodio sobre la salud - Efectos ambientales del Sodio

Es sodio es un elemento químico cuyo símbolo es Na de número atómico 11 y peso atómico 22.9898. Se le considera como un metal suave, reactivo de bajo punto

de fusión y desde el punto de vista comercial se considera como el metal más importante de los metales alcalinos.

Ocupa el sexto lugar en abundancia todos los elementos de la corteza terrestre, conteniendo el 2.83% de sodio en sus formas combinadas y en agua de mar es el segundo después del cloro en solución en el agua de mar. Las sales de sodio más importante que se encuentra en la naturaleza son el cloruro de sodio, llamado sal de roca, el carbonato de sodio llamado sosa y trona, el borato de sodio denominado bórax, el nitrato de sodio llamado salitre y el sulfato de sodio, las sales de sodio se encuentran en el mar, lagos salados, lagos alcalinos y manantiales minerales.

Efectos del Sodio sobre la salud

El sodio es un componente de la comida para dar el sabor necesario y también es necesario para los humanos para mantener el equilibrio de los sistemas de fluidos, también es necesario para mantener el funcionamiento de nervios y músculos, en cambio el exceso de sodio en el cuerpo humano puede dañar a los riñones y posibilidades de tener hipertensión.

Efectos ambientales del Sodio

El sodio no es móvil en su forma sólida, pero absorbe con facilidad la humedad y una vez en forma líquida se filtra con rapidez en el suelo con la posibilidad de contaminar las reservas de agua.

➤ **EL VANADIO (V)**

Propiedades químicas del Vanadio - Efectos del Vanadio sobre la salud - Efectos ambientales del Vanadio

El vanadio es un elemento químico de símbolo V, número atómico 23, peso atómico 50.942, metal que se utilizo en principios en aleaciones con hierro y acero. Varios de los compuestos de vanadio se emplean en la industria química, sobre todo en la fabricación de catalizadores de oxidación, y en la industria cerámica como agentes colorantes.

En su forma pura es blando y dúctil, el vanadio como metal retiene muy bien su fuerza a temperaturas elevadas y también resiste muy bien a los ácidos clorhídrico y sulfúrico y resiste el ataque del agua salada aireada mejor que la mayor parte de los aceros inoxidable pero no resiste al ácido nítrico.

Efectos del Vanadio sobre la salud

El vanadio se acumula en los seres humanos a través de las comidas como el trigo, semilla de soja, aceite de oliva, aceite de girasol, manzanas y huevos.

El Vanadio puede tener un número de efectos sobre la salud humana, cuando la toma es muy alta. Cuando el Vanadio es acumulado a través del aire, puede causar bronquitis y neumonía.

Los efectos graves del Vanadio son irritación de pulmones, garganta, ojos y cavidades nasales.

Efectos ambientales del Vanadio

El Vanadio puede encontrarse en el ambiente en las algas, en las plantas, peces, invertebrados y muchas otras especies y causa la inhibición de ciertas

enzimas de animales, lo cual tiene varios efectos neurológicos y además puede causar efectos respiratorios, parálisis y efectos en el hígado y los riñones, según menciona el autor.

Según WWW.state.nj.us/health/hhazweb/mercury_sp, (8) menciona sobre el siguiente elemento:

➤ **EL MERCURIO (Hg)**

El mercurio es un elemento químico muy importante en la naturaleza, su símbolo es Hg, número atómico 80, su estudio se basa sobre todo porque es un elemento tóxico para los animales y el hombre, siendo la principal fuente el agua potable, pues los compuestos de mercurio inorgánico son las principales formas de mercurio en el agua potable, en cambio las formas orgánicas de compuestos de mercurio son poco frecuentes en el agua potable, un exceso de mercurio en el ser humano causa daños graves al cerebro, sistema nervioso y los riñones.

Como metal el mercurio es un metal brillante de color blanco y tiene una amplia variedad de usos, se usa en los termómetros y se puede combinar con facilidad para formar compuestos orgánicos e inorgánicos, se usa en lámparas fluorescentes y en los empastes dentales.

Según <https://es.wikipedia.org>. Enciclopedia Wikipedia (9), menciona sobre los elementos que a continuación se indican:

➤ **EL ALUMINIO (Al)**

Elemento químico cuyo símbolo es Al y su número atómico es 13, es un metal no ferromagnético y es el

tercer elemento más común que se encuentra en la corteza terrestre, tal es así que los compuestos de aluminio forman el 8% de la corteza terrestre y está presente en la mayoría de las rocas, en los silicatos como los feldespatos, plagioclasas y micas, y como tal es el componente principal de las arcillas, en la vegetación y en los animales. Como metal se extrae sólo del mineral conocido como bauxita, obteniéndose primero la alúmina, mediante el proceso denominado Bayer y en aluminio metálico mediante electrólisis.

➤ **EL ANTIMONIO (Sb)**

Elemento químico cuyo símbolo es Sb, número atómico 51, es un elemento semi metálico y en su forma estable es un metal blanco azulado y el antimonio negro y amarillo son formas no metálicas inestables, se emplea en aleaciones metálicas y algunos de sus compuestos se emplea en la industria para dar resistencia al fuego, como pinturas, vulcanización del caucho, para fuegos artificiales e inclusive en cerámicas.

➤ **EL BARIO (Ba)**

El bario es un elemento químico cuyo símbolo es Ba, número atómico 56, su principal mena es la baritina y el mineral más común es la barita o sulfato de bario ($BaSO_4$), es un elemento alcalinotérreo y es el 18º elemento más común de la corteza terrestre, reacciona con el cobre y se oxida fácilmente con el agua, es muy reactivo y como tal no existe en forma libre en la naturaleza, aunque existe en forma de férricos o azufres no solubles en agua y a algunos de sus compuestos se les considera hasta diamantes.

➤ **EL BERILIO (Be)**

Es un elemento químico cuyo símbolo es Be y su número atómico es 4, es un elemento químico bivalente alcalinotérreo y como metal es tóxico, de color gris, duro, ligero y quebradizo, se usa principalmente como endurecedor de aleaciones especialmente del cobre, es decir su principal uso del berilio metálico en la manufactura de aleaciones berilio-cobre, tal es así que una adición de 2% de berilio al cobre forma una aleación no magnética 6 veces más fuerte que el mismo cobre.

➤ **EL BISMUTO (Bi)**

Elemento químico cuyo símbolo es Bi, número atómico 83 y se encuentra en el grupo 15 del sistema periódico, ocupa el puesto 73 en abundancia en la corteza terrestre, es un elemento muy conocido desde la antigüedad, pero se le confundía hasta mediados del siglo XVIII con el plomo, estaño y con el zinc, es un metal tan escaso como la plata, los principales depósitos están en Sudamérica.

Entre los elementos no radiactivos, el bismuto tiene el número atómico y la masa atómica (208,98) más altos. Tiene un punto de fusión de 271 °C, un punto de ebullición de 1.560 °C y una densidad de 9,8 g/cm³.

➤ **EL BORO (B)**

El boro es un elemento químico de símbolo B y su número atómico es 5, se le considera como un elemento metaloide, semiconductor y existe en la naturaleza en abundancia en el mineral denominado bórax, es decir no se encuentra en forma libre como boro, como metal ya obtenido se utiliza en la industria del vidrio por ejemplo, los vidrios denominados pirex, esmaltes, principalmente de utensilios de cocina,

también se utiliza para obtener aceros especiales de gran resistencia al impacto y otras aleaciones.

➤ **EL CALCIO (Ca)**

Elemento químico cuyo símbolo es Ca y de número atómico 20, es un metal suave grisáceo y es el quinto metal más abundante en la corteza terrestre y constituye el ion más abundante que se encuentra disuelto en el agua de mar, tanto por su molaridad y masa, después del sodio, cloruros, magnesio y sulfatos.

Se encuentra en los organismos como ion calcio (Ca^{2+}) o formando parte de otras moléculas; en algunos seres vivos se halla precipitado en forma de esqueleto interno o externo, los iones de calcio actúan de co factor en muchas reacciones enzimáticas, intervienen en el metabolismo del glucógeno, y junto al potasio y el sodio regulan la contracción muscular, el porcentaje de calcio en los organismos depende de las especies y en promedio se considera un 2.45 % en conjunto de los seres vivos y en los vegetales representa el 0,007%.

Es un metal alcalino, arde con llama roja formando el óxido de calcio y reacciona violentamente con el agua en su estado de metal para formar el hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$ desprendiendo hidrógeno.

➤ **EL COBALTO (Co)**

El cobalto es un elemento químico de símbolo Co, número atómico 27 y se sitúa en el grupo 9 de la tabla periódica. Es un metal ferromagnético de color blanco azulado y generalmente se le encuentra junto al níquel

y ambos suelen formar parte de los meteoritos de hierro.

El cobalto es un metal ferromagnético, de color blanco azulado. Normalmente se encuentra junto con níquel, y ambos suelen formar parte de los meteoritos de hierro, constituye un elemento químico esencial en los mamíferos en pequeñas cantidades y es un buen agente en el tratamiento de enfermedades producidas por cáncer.

Se emplea en aleaciones de alto rendimiento, siendo éstas comercialmente más caras que las de níquel, su característica principal es su elevada dureza y resistencia al desgaste.

➤ **EL COBRE (Cu)**

El cobre es un elemento químico de símbolo Cu y número atómico 29, es un metal de transición de color rojizo y brillo metálico, junto con la plata y el oro, forman parte de la familia llamada del cobre, una de sus características es uno de los mejores conductores de la electricidad y gracias a su alta conductividad eléctrica, maleabilidad y ductibilidad, se ha convertido en el material más utilizado para fabricar cables eléctricos y artefactos eléctricos.

El cobre posee un importante papel biológico en el proceso de fotosíntesis de las plantas, aunque no forma parte de la composición de la clorofila. El cobre contribuye a la formación de glóbulos rojos y al mantenimiento de los vasos sanguíneos, nervios, sistema inmunitario y huesos y por tanto es un oligoelemento esencial para los seres humanos.

Es un elemento que se encuentra en una gran cantidad de alimentos habituales de la dieta, tales como, ostras, mariscos, legumbres, vísceras y nueces entre otros, además del agua potable y como tal es muy difícil que se produzca una deficiencia de éste elemento en el organismo.

Se le considera el tercer metal más utilizado en el mundo después del hierro y del aluminio.

➤ **EL ESTRONCIO (Sr)**

Es un elemento químico de símbolo Sr y número atómico 38, es un metal blando de color plateado brillante que rápidamente se oxida en presencia del aire tornándose amarillento por la formación de óxido, por su alta reactividad se encuentra en la naturaleza combinado con otros elementos formando compuestos, reacciona rápidamente con el agua liberando hidrógeno molecular para formar el hidróxido de estroncio, el estroncio ayuda a la ciencia forense.

➤ **EL ESTAÑO (Sn)**

El estaño es un elemento químico de símbolo Sn y número atómico 50, es un metal plateado, maleable, que se oxida fácilmente a temperatura de ambiente, cambiando de color a un gris más opaco y resistente a la corrosión, se encuentra en muchas aleaciones y se utiliza en la industria para recubrir otros metales protegiéndoles de la corrosión.

➤ **EL HIERRO (Fe)**

El hierro o fierro es un elemento químico de símbolo Fe, de número atómico 26, es el cuarto metal más abundante de la corteza terrestre y representa el 5 %.

Este metal es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre, representando un 5 % y, como metal sólo el aluminio es el más abundante, pero en masa planetaria representa el 70 % , ya que el núcleo de la tierra está formado por éste elemento en esa proporción. Es un metal maleable, de color gris plateado y presenta propiedades magnéticas; es ferromagnético a temperatura ambiente y presión atmosférica. Es extremadamente duro y denso.

Se encuentra en la naturaleza formando parte de numerosos minerales, entre ellos muchos óxidos, y raramente se encuentra libre y también en los suelos, que cuando se oxidan dan la coloración rojo característico de ciertas arcillas, denominándose arcillas rojas o tierras rojas.

En los animales y en el ser humano se encuentra componiendo la sangre, siendo los glóbulos rojos y la hemoglobina, que tienen en su composición el elemento hierro, por lo que los trastornos de anemia en los humanos por la baja cantidad de glóbulos rojos, la ciencia médica corrige con adición de medicamentos a base de hierro.

➤ **EL MAGNESIO (Mg)**

El magnesio es un elemento químico cuyo símbolo es Mg y su número atómico 12, es el séptimo elemento en abundancia y constituye el 2 % de la corteza terrestre y el tercero más abundante disuelto en el agua de mar. El ion magnesio es esencial para todas las células vivas y en los vegetales es parte componente de la clorofila, como metal puro no se encuentra en la naturaleza y una vez producido a partir de sales de

magnesio, el metal alcalino-térreo es utilizado como un elemento de aleación.

El magnesio no se encuentra en la naturaleza en estado libre (como metal), sino que forma parte de numerosos compuestos, en su mayoría óxidos y sales; es insoluble. El magnesio elemental es un metal liviano, medianamente fuerte, color blanco plateado. En contacto con el aire se vuelve menos lustroso, aunque a diferencia de otros metales alcalinos no necesita ser almacenado en ambientes libres de oxígeno, ya que está protegido por una fina capa de óxido, la cual es bastante impermeable y difícil de sacar, en la medicina humana es utilizado como hidróxido de magnesio o leche de magnesia para el tratamiento de ciertas enfermedades.

➤ **EL MANGANESO (Mn)**

Es un elemento químico de símbolo Mn, número atómico 25, se encuentra como elemento libre en la naturaleza y generalmente combinado con el hierro y otros minerales, como elemento libre se utiliza con aleación de metales industriales de importantes usos sobre todo en los aceros inoxidable.

El elemento es un mineral traza esencial para todos los seres vivos conocidos. En cantidades mayores, y al parecer con una actividad mucho mayor por la inhalación, el manganeso puede causar un síndrome de intoxicación en los mamíferos, con daños neurológicos que a veces son irreversibles.

➤ **EL POTASIO (K)**

El potasio es un elemento químico de símbolo K y de número atómico 19, el hombre le daba el nombre de ceniza de las plantas, porque después de quemar las

plantas, queda la ceniza que tiene bastante contenido de potasio.

Como metal es un metal alcalino de color blanco plateado que abunda en la naturaleza en los elementos relacionados con el agua salada y otros minerales, se oxida rápidamente en el aire, es muy reactivo, especialmente en el agua y se parece químicamente al sodio, se le considera un elemento químico esencial..

Es el quinto metal más ligero y liviano; es un sólido blando que se corta con facilidad con un cuchillo, tiene un punto de fusión muy bajo, arde con llama violeta y presenta un color plateado en las superficies expuestas al aire, en cuyo contacto se oxida con rapidez, lo que obliga a almacenarlo recubierto de aceite, con los cloruros y nitratos se emplea como fertilizantes para las plantas.

El ion K^+ está presente en los extremos de los cromosomas (en los telómeros) estabilizando la estructura. Asimismo, el ion hexahidratado (al igual que el correspondiente ion de magnesio) estabiliza la estructura del ADN y del ARN compensando la carga negativa de los grupos fosfato. Las hortalizas como el brócoli, remolacha, berenjena y coliflor y las frutas como los bananos y los frutales de huesos como el albaricoque, melocotón, cereza, ciruela son alimentos ricos en potasio.

El descenso del nivel de potasio en la sangre provoca hipopotasemia.

Se le considera como un elemento esencial para el crecimiento de las plantas, porque el ion potasio que

se encuentra en la mayoría de los suelos, interviene en la respiración de las plantas.

➤ **LA PLATA (Ag)**

La es un elemento químico de símbolo Ag, número atómico 47, es un metal de transición blanco, brillante, dúctil, blando, maleable, se encuentra en la naturaleza formando parte de los diferentes minerales principalmente en forma de sulfuros y en forma de plata libre, la mayor parte de su producción se obtiene como sub producto de tratamiento de las minas de cobre, plomo, oro y zinc.

Como metal tiene la más alta conductividad eléctrica y conductividad térmica de todos los metales, como plata pura también presenta el color más blanco y el de mayor índice de reflexión que los demás metales, por su alto precio casi no se usa en materiales eléctricos, pero se utiliza bastante en la fabricación de monedas, para darle un valor agregado a las mismas.

➤ **EL SELENIO (Se)**

Elemento químico cuyo símbolo es Se, número atómico 34, es un elemento insoluble en agua y en alcohol, ligeramente soluble en disulfuro de carbono y soluble en el éter.

➤ **EL TITANIO (Ti)**

Elemento químico de símbolo Ti, número atómico 22, es un metal de transición de color gris plata, en aleación es comparado con el acero con el que compite en aplicaciones técnicas, por ser mucho más ligero y resistente a la corrosión, pero mucho más costoso.

Es un metal abundante en la naturaleza; se considera que es el cuarto metal estructural más abundante en la superficie terrestre y el noveno en la gama de metales industriales. No se encuentra en estado puro sino en forma de óxidos, en la escoria de ciertos minerales de hierro y en las cenizas de animales y plantas.

Se le considera un metal biocompatible por lo que se utiliza en la medicina humana para la fabricación de prótesis e implantes de éste metal.

➤ **EL CINC o ZINC (Zn)**

Es un elemento químico de símbolo Zn y número atómico 30, situado en el grupo 12 de la tabla periódica, es un metal o mineral, presenta cierto parecido con el magnesio y con el cadmio, y se aparta del mercurio por sus propiedades físicas y químicas; se le considera el 23º elemento más abundante de la tierra y una de sus aplicaciones más importantes en la industria es el galvanizado del acero.

Según [\(www.who.int/media/centre/factsheets\)](http://www.who.int/media/centre/factsheets). (OMS)/es, (10) menciona sobre los siguientes elementos:

➤ **EL ARSÉNICO (As)**

Es un elemento químico cuyo símbolo es As, de número atómico 33, considerado como un elemento natural de la corteza terrestre; ampliamente distribuido en todo el medio ambiente, está presente en el aire, el agua y la tierra. En su forma inorgánica es muy tóxico.

La exposición a altos niveles de arsénico inorgánico puede deberse a diversas causas, como el consumo de agua contaminada o su uso para la preparación de comidas, para el riego de cultivos alimentarios y para procesos industriales, así como

al consumo de tabaco y de alimentos contaminados con éste elemento, pues la exposición prolongada con aguas contaminadas de arsénico puede causar intoxicaciones crónicas que se manifiesta con problemas de la piel y cáncer de la piel, también se le asocia a la presencia de enfermedades cardiovasculares, neurotoxicidad y diabetes, por el cual una acción importante de prevención en las comunidades, implementar un sistema seguro de agua potable, sin la presencia de éste elemento.

➤ **EL PLOMO (Pb)**

Es un elemento químico con símbolo Pb, número atómico 82, el plomo es un metal tóxico presente de forma natural en la corteza terrestre. Su uso generalizado ha dado lugar en muchas partes del mundo a una importante contaminación del medio ambiente, un nivel considerable de exposición humana y graves problemas de salud pública, por lo que se le considera al plomo como una sustancia tóxica que se va acumulando en el organismo, con efectos dañinos especialmente en los niños, se estima en el mundo por efecto nocivo del plomo causa cada año unas 600,000 casos nuevos de discapacidad intelectual en los niños.

Las principales fuentes de contaminación del plomo están en el entorno de la vida diaria del ser humano, sobre todo a través de los gases que emiten los vehículos que consumen gasolina con aditivos altos de plomo, el cual debe evitarse de inmediato el consumo de dichas formas de combustible. En el ser humano el plomo se distribuye por el organismo hasta alcanzar el cerebro, el hígado, los riñones y

los huesos y se deposita en dientes y huesos, donde se va acumulando con el paso del tiempo. Para evaluar el grado de exposición humana, se suele medir la concentración de plomo en sangre.

Según www.boj.pntic.mec.es/ (11) menciona sobre el siguiente elemento.

➤ **EL NÍQUEL (Ni)**

El níquel es un elemento de símbolo Ni y número atómico 28, es un metal magnético de color blanco plateado, se le ha utilizado desde la antigüedad en acuñación de monedas en aleaciones con el cobre, pero recién por el año 1751 se le reconoce como sustancia elemental cuando el químico sueco Axil Frederic lo logró aislar como metal de una mena de niquelita. Como metal es duro, maleable y dúctil y puede presentar un intenso brillo, éste elemento como metal no es muy activo químicamente, es soluble en ácido nítrico diluido y se convierte en no reactivo en ácido nítrico concentrado y tampoco reacciona con los álcalis, ocupa el puesto 22 entre los elementos de la corteza terrestre.

Según www.batanga.com, (12) menciona sobre el siguiente elemento:

➤ **EL TALIO (TI)**

El talio es un elemento de símbolo TI, de número atómico 81, como metal es muy maleable y blando que puede rebanarse fácilmente, por ejemplo con un cuchillo. Posee un característico color gris brillante y metálico, aunque se empaña rápidamente al entrar en contacto con el aire y toma un color verde con ciertos tonos azulados. Presenta determinadas características que lo asemejan a

elementos como el estaño (Sn) y también el plomo (Pb), sobre todo cuando se expone al aire.

En la naturaleza puede encontrarse en algunos minerales como la lorandita y algunas cantidades puede encontrarse en suelos marinos, es un elemento muy tóxico por lo que debe manipularse con bastante precaución, ya que posiblemente produce cáncer; anteriormente se utilizaba al talio como rodenticida y también como insecticida, pero en muchos países se ha prohibido su uso por su alta toxicidad y contaminante del medio ambiente.

CAPÍTULO 2: CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS.

En el presente capítulo se van a describir los diferentes tipos de contaminación que puede existir en las aguas y algunos estudios realizados sobre contaminación de aguas en Pucallpa y la Amazonía Peruana.

2.1. TIPOS DE CONTAMINACIÓN

De acuerdo a la publicación de la Web (4), la contaminación de las aguas se clasifican en la siguiente forma:

➤ **Derrame del petróleo.**

Tienen efecto localizado sobre la vida silvestre, pero a veces según la dimensión y la cantidad puede extenderse en las aguas por millas, matando peces y aves marinas.

➤ **Contaminación de las aguas superficiales.**

Las aguas superficiales como ríos, lagos y océanos están expuestas a todo tipo de contaminaciones principalmente microbiológicas y químicas.

➤ **Contaminación por absorbentes de oxígeno.**

Las aguas tienen microorganismos aerobios y anaerobios y cuando hay mucha materia biodegradable termina en el agua, ésta estimula el crecimiento de los microorganismos y empiezan a consumir más oxígeno, y cuando el oxígeno se agota y mueren los aeróbicos y los

anaeróbicos empiezan a reproducirse y producen toxinas como amoníaco y sulfuros que al final terminan contaminando las aguas.

➤ **Contaminación de las aguas subterráneas.**

Se produce por ejemplo cuando el hombre aplica productos químicos a los suelos y éstos son lavados por el agua lluvia y absorbidos profundamente en la tierra, llegando a las aguas subterráneas y provocando la contaminación de las mismas.

➤ **Contaminación microbiológica.**

Las aguas están expuestas a la contaminación por microorganismos, que muchos de ellos son parte de la flora microbiana del suelo o de las aguas, como los virus, bacterias, protozoos y si la contaminación sobrepasa los límites máximos permisibles, puede causar la muerte de peces y otras especies y en ser humano puede causar enfermedades graves si se consume dichas aguas.

➤ **Contaminación por materias suspendidas.**

Se produce porque algunos contaminantes como algunas partículas y sustancias químicas no se disuelven fácilmente en el agua y se convierten en contaminantes de la misma asentándose en los cuerpos de agua, por lo que pueden matar a los organismos acuáticos que viven en ella.

➤ **Contaminación química.**

Se produce cuando muchas industrias y agricultores, trabajan con productos químicos que terminan en el agua. Estos incluyen productos químicos que se utilizan para controlar las malas hierbas, los insectos y enfermedades de las plantas. Los metales y solventes de industrias pueden contaminar los cuerpos de agua. Estos son venenosos para muchas formas de vida acuática y puede retrasar su desarrollo, haciéndolos estériles y matándolos.

➤ **Contaminación por nutrientes.**

Se produce cuando algunas aguas residuales, fertilizantes y aguas de alcantarillado tienen altos niveles de nutrientes, y cuando terminan en los cuerpos de aguas estimulan el crecimiento de algas y malezas en el agua, esto hará que el agua no sea potable e incluso obstruye los filtros

y además un exceso de algas consumirá todo el oxígeno del agua y entonces muchos organismos acuáticos se morirán.

2.2.- ESTUDIOS SOBRE CONTAMINACIÓN DE AGUAS EN PUCALLPA.

SALVADOR AGURTO, M.J. y SANDOVAL MENDOZA, .L.L. (22), en un trabajo de contaminación de aguas subterráneas en Pucallpa, concluyen que los pozos muestreados adolecen de un sistema de tratamiento, a excepción de uno de los pozos que no se detectó cloro residual al momento del muestreo.-Así mismo solo dos de ellos tienen una infraestructura adecuada, utilizan bombas sumergibles para transportar agua desde el pozo; además en 8 pozos restantes el agua no se bombea, siendo el balde el método más común para extraer agua.

De igual forma concluyen que tomando en consideración la cantidad de lixiviados que se viene generando en el vertedero (670.11 m³/día), las precipitaciones relativamente abundantes en la zona, las concentraciones de los contaminantes y los problemas técnicos que tiene el botadero de residuos como; no contar con una capa permeable que evite el contacto de los lixiviados con el suelo y la contaminación del agua subterránea, ausencia de un sistema de evacuación de lixiviados, carencia de drenaje de agua pluvial, a pesar que la zona es lluviosa; aparentemente el vertedero está influenciando en la calidad del agua subterránea por medio del lixiviado que se viene generando que son incorporados al agua subterránea al producirse la recarga por precipitación.

En forma general indican los autores en otra conclusión la concentración de los coliformes totales y termotolerantes en los pozos muestreados, a excepción de los pozos 9 y 10, superan los valores máximos admitidos por el Reglamento de Calidad de Aguas para Consumo Humano: D.S. N° 031-2010-SA, consignado en DIGESA (3); esto debido a la mala situación de los pozos tanto constructivo y de mantenimiento.- La presencia de Coliformes Totales y Termotolerantes, debe ser considerado con mucha atención, ya que el agua puede ser vehículo de muchas enfermedades.

En otra conclusión mencionan, la concentración de los metales pesados (con excepción del Al) analizados en el agua subterráneo de pozos de los alrededores del vertedero del km 22 de la carretera Federico Basadre en Pucallpa no superan los valores máximos admitidos por el Reglamento de Calidad de Agua para consumo Humano (D.S. N° 031-2010-SA), consignado por DIGESA (3), esto debido a que los residuos industriales son generalmente reciclados en la zona de estudio y existe poco ingreso de metales al vertedero, y a la buena capacidad de mitigación de los suelos.

De igual forma concluyen, la concentración de aluminio en los pozos muestreados, a excepción de un pozo, sobrepasan los rangos establecidos en el Reglamento de calidad de Agua y hay que realizar mayor número de mediciones de éste parámetro, ya que altas concentraciones de aluminio producen enfermedades, tales como el mal de Alzheimer, que producen daños irreversibles en el cerebro humano.- También concluyen que la calidad microbiológica del agua subterránea en los alrededores del vertedero, puede clasificarse como no contaminadas en un 20 %, contaminación media en un 30 %; por tanto es importante la cloración de los pozos para la purificación de las aguas; ya que el 100 % de pozos estudiados no están clorados.- En cuanto a la clasificación de la calidad físico-químico del agua subterránea en niveles de contaminación en función al número de parámetros físicos-químico que no cumplen los LMP del Reglamento de Calidad de Aguas (pH, turbiedad, cloro residual y aluminio) fueron sin contaminación , aquellos pozos que cumplen con el límite (10%); contaminación media, los pozos en donde 2 o 3 parámetros excedieron el límite (20%), y contaminación alta los pozos en los que se excede el límite en 4 parámetros.- Y como última conclusión del trabajo indican que en la zona del vertedero no se encontró contaminación tanto microbiológica, como físico-químico debido a la profundidad del pozo (70 m.), en un fundo no se detectó contaminación microbiológica, pero la contaminación físico-químico es media, indicando que las aguas están siendo impactadas por lixiviados; y en el caserío La Victoria y la C CNN Nueva Unión es alta, debido a la existencia del flujo de aguas contaminadas.

En otro trabajo también sobre contaminación de aguas GUERRERO SANTANA, E.M. (16) en una de sus conclusiones indica que los valores de los parámetros registrados al afluente de la laguna secundaria muestra un pH promedio de 8.7, teniendo un valor máximo de 9.8 y un mínimo de 7.9, los Sólidos Totales disueltos presentes muestran un promedio de 292.95 mg/l; para el caso de las turbiedad se registró un valor promedio de 91.25 UNT, observando un valor máximo de 278 UNT y un mínimo de 23.4 UNT; el DBO5 presenta un promedio de 418.3 mg/l, teniendo un valor máximo de 1150 mg/l y un mínimo de 100 mg/l; nitratos muestran un valor promedio de 2.12 mg/l con un máximo de 13 mg/l y un mínimo de 0.5 mg/l; así mismo los Nitritos un valor promedio de 36.26 mg/l. La temperatura promedio registrada es de 29.01 °C, con un mínimo de 27.8 °C y un máximo de 30.8 °C. Para el parámetro de Oxígeno disuelto muestra un valor promedio de 4.83 mg/l con un máximo de 9 mg/l y un mínimo de 0,3 mg/l.

En un estudio sobre contaminación ambiental en la Amazonía Peruana, GOMEZ GARCIA R. (14) en una de sus conclusiones indica que los cuerpos de agua adyacentes a la ciudad de Pucallpa y que tienen una mayor incidencia en la población y sus actividades, son: La Laguna Yarinacocha, el río Ucayali y el lago Manantay; de igual forma concluye que la laguna Yarinacocha se encuentra contaminada de nitratos, hidrocarburos, plomo y por coliformes totales.

GOMEZ GARCÍA R. (15), nuevamente hace otros estudios en los mismos lugares, y presenta las siguientes conclusión con respecto a la laguna de Yarinacocha y menciona que ésta laguna se encuentra contaminada por nitratos, hidrocarburos y plomo, tal como se indica en el siguiente cuadro.

Los niveles de nitratos, en las 3 estaciones de muestreo se encuentran por encima de máximo permisible según la Ley General de Aguas N°17752 (19), para los usos de abastecimiento doméstico y para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales. La presencia de los nitratos puede ser debida a la descomposición de la materia orgánica, procedente de las aguas servidas que se vierten en dicha laguna.

Los hidrocarburos aparecen solamente en la estación frente al Puerto Callao, debido a las actividades de las embarcaciones en dicho puerto. Su nivel está por encima del permitido por la Ley General de Aguas (19), para aguas de zonas recreativas de contacto primario.

El plomo, procedente de los derivados de petróleo, aunque aparece en las tres estaciones de muestreo, sus niveles están dentro de los límites permisibles por la Ley General de Aguas (19).

Bacteriológicamente, el lago de Yarinacocha se encuentra contaminado por coliformes totales. La autora del trabajo de investigación muestra un cuadro con los indicadores utilizados, que a continuación se indica:

Tabla N° 2: Resumen de los principales indicadores de contaminación en los Cuerpos de agua de Pucallpa.

Elemento y/o sustancias	RESULTADOS			Máximo Permissible Uso I (*)
	Laguna Yarinacocha	Quebrada Manantay	Pozos Comunales	
1.- Nitratos (ppm)				
Mínimo	4,5	-.-	4,0	0,1
Máximo	4,5	16,0	15,2	
2.- Hidrocarburos (ppm)				
Mínimo	0,0	-.-	0,0	1,5
Máximo	0,3	2,0	0,0	
3.- Plomo (ppm)				
Mínimo	0,002	0,0	0,0	0,1
Máximo	0,003	0,0	0,0	
4.- Coliformes fecales (UFC/ml)				
Mínimo	0,00	-.-	0,00	-.-
Máximo	0,00	1,000	2,00	
5.- Coliformes Totales (UFC/ml)				
Mínimo	55,00	-.-	0,00	-.-
Máximo	58,00	3,000	55,00	

(*) Aguas de abastecimiento doméstico con simple desinfección, según Ley General de Aguas N° 17752 (19)

2.3. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE LA CALIDAD DEL AGUA.

Según la EPA (6), sobre los límites máximos permisibles de la calidad del agua indica: El agua contiene diversas sustancias químicas, físicas y biológicas, disueltas o suspendidas en ella. Desde el momento en que se condensa en forma de lluvia, el agua disuelve los componentes químicos de sus alrededores a medida que cae a través de la atmósfera, corre sobre la superficie del suelo y se filtra a través del mismo; además el agua

contiene organismos vivos que reaccionan con sus elementos físico-químicos. Por éstas razones debe ser tratada a fin de hacerla adecuada para su uso.

El agua que contiene ciertas sustancias químicas u organismos microscópicos puede ser perjudicial para determinados procesos industriales y al mismo tiempo perfectamente idóneo para otros.

Los microorganismos causantes de enfermedades (patógenos) del agua la hacen peligrosa para el consumo humano.- Las aguas subterráneas de áreas con piedra caliza, pueden contener un alto contenido de bicarbonato de calcio (dureza) y requerir ablandamiento previo a su uso.

El agua se evalúa en cuanto a la calidad de sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas. Es necesario que las pruebas que se utilicen para realizarla en relación con cada uno de éstas propiedades produzcan resultados congruentes y tenga aceptación universal, a fin de que sean posibles las comparaciones significativas con los límites de calidad del agua.

Los estándares Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA) por sus siglas en inglés, constituyen un compendio de métodos analíticos que se siguen en Estados Unidos, Canadá y la Organización Mundial de la Salud (OMS) (21), para establecer los límites permisibles para diversos contaminantes del agua potable.

Las sustancias que se encuentran o enumeran bajo el título de estética se han limitado, por que causan colores indeseables, y a menos que se encuentren en exceso rara vez constituyen una amenaza para la salud.

Los límites sugeridos se pueden extender en ciertas áreas en donde el tratamiento es difícil y los usuarios del agua se han acostumbrado a un sabor u olor específico. De las categorías que se enumeran bajo el término de salud se sabe que afectan de manera adversa a los humanos; el hecho de que se excedan los límites especificados puede ser razón suficiente para rechazar a las aguas.

En enero de 1994, existían 84 estándares primarios (6 microbiológicos, 17 para sustancias químicas inorgánicas y 61 para sustancias químicas orgánicas sintéticas) y 15 estándares secundarios. De acuerdo con la enmienda de 1986 a la Safe Drinking Water Act (Ley para el agua potable segura), la EPA está obligada a promulgar estándares para 25 contaminantes nuevos cada 3 años (Ver Anexo N° 1)

Como reflejo del énfasis actual en las sustancias tóxicas en el control de la contaminación del agua, los nuevos estándares para el agua potable se concentraran probablemente en sustancias químicas orgánicas, sintéticas y radionúclidos.

2.4. REGLAMENTO PERUANO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO (D.S. N° 031-2010-SA)

Según la DIGESA (3) que consigna el D.S. N° 031-2010-SA, de acuerdo a ésta norma, se indica:

El agua para consumo humano no debe ser un vehículo de transmisión de enfermedades, por lo que es importante establecer parámetros y sus límites máximos permisibles para garantizar que sea sanitariamente segura.

Éste reglamento tiene por objeto establecer los requisitos físicos, químicos y microbiológicos que debe cumplir el agua potable para proteger la salud pública.

Éste reglamento es de aplicación en todo el territorio nacional y considera todos los servicios públicos, municipales y privados, sea cual fuere el sistema o red de distribución, en lo relativo a la prevención y control de la contaminación de las aguas, cualquiera que sea su estado físico. (Ver Anexos N° 2, 3, 4, 5, 6, 7).Cuando en una muestra se presentan organismos coliformes totales fuera del reglamento, se deben aplicar medidas correctivas y se deben tomar inmediatamente muestras diarias del mismo punto del muestreo y se les debe examinar hasta que los resultados que se obtengan, cuando al menos en dos muestras consecutivas demuestren que el agua es de una calidad que reúne los requisitos exigidos.

2.5. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.

- **Agua potable.**

Según la DIGESA (3) que consigna el reglamento de la calidad del Agua para Consumo Humano, define como agua que puede ser consumida sin restricción debido a que, gracias a un proceso de purificación, no representa un riesgo para la salud. El término se aplica al agua que cumple con las normas de calidad promulgada por las autoridades locales e internacionales.

- **Contaminación.**

Según la DIGESA (3) es la presencia en el ambiente de sustancias, elementos, energía o combinación de ellas en concentraciones y permanencia superiores a las establecidas en la legislación vigente.

- **Metal pesado.**

Según la LEY GENERAL DE RESIDUOS (18) es el metal que tiene una densidad de 5.00 o mayor y elevado peso elemental. La mayoría son tóxicos para el ser humano, incluso a bajas concentraciones.

- **Residuos municipales.**

Según la LEY GENERAL DE RESIDUOS (18) son aquellas sustancias, productos o sub productos en estado sólido o semisólido, de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y al ambiente.

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

1.- ÁREA DE ESTUDIO.

1.1. UBICACIÓN DE LA LAGUNA YARINACOCHA.

1.1.1. Ubicación política.

La laguna Yarinacocha se encuentra ubicada en el Distrito de Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali, País Perú.

1.1.2. Ubicación geográfica.

La Laguna Yarinacocha tiene las siguientes coordenadas:

Latitud Sur : 13° 51' 24"

Longitud Oeste : 71° 01' 30"

Altitud : 150 m.s.n.m.

1.2. CARACTERÍSTICAS DE LA LAGUNA DE YARINACOCHA

VIVANCO PIMENTEL, L. (23), realizó un estudio de la laguna Yarinacocha y menciona que está ubicado en el Distrito del mismo nombre, Provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali, en la Amazonía peruana, es una laguna que nace a consecuencia del estrangulamiento de uno de los meandros del río Ucayali.- Fue originado al reproducirse un cambio de curso del río Ucayali, produciendo en una primera fase un brazo, o variante, que con el paso de los años fue depositando sedimentos hasta llenar casi por completo su entrada en la parte Sur (huellas de ésta acción es el lago Pacacocha, el mismo que también debe haber sido cama o cauce entre otro posible que, con el paso de los años y al sedimentar, cambió su aspecto).

La forma del lago Yarinacocha es semejante a una "V" alargada en lado izquierdo, con un largo total de 20 km, con 12 y 8 km cada segmento.- Su ancho promedio de 650 m. es menor al río que la formó, con máximo de 900 m. aguas abajo, lado norte frente al caserío Santa Rosa y un

mínimo de 400 m. frente a la base del al Fuerza Área Peruana. En uno de sus extremos, cerca de Lobo Caño, se adelgaza rápidamente hasta un ancho de 150 m.

El mismo autor menciona, a orillas de la laguna Yarinacocha se encuentran asentadas varias poblaciones e instituciones, y que en una y otra forma repercuten en las condiciones y características del agua de la laguna. Estas poblaciones son las siguientes: Yarinacocha (capital del distrito), San José, San Juan de Yarinacocha, San Francisco de Yarinacocha (Comunidad nativa), Nuevo Destino, Nueva Luz de Fátimas, San Pablo de Tushmo.- Además se tienen las siguientes instituciones: Planta termoeléctrica de Electro Ucayali, Instituto Pedagógico Bilingüe, FAP- Base Pucallpa, Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía, Instituto Lingüístico de Verano, recreos turísticos.

1.2.1. Tributarios de la laguna.

La laguna Yarinacocha por si sola forma una cuenca hidrográfica, que durante el año, después de la gran creciente del río Ucayali de los meses de enero, febrero, marzo y abril, cuya inundación abarca toda el área de la laguna, se abastece de agua de pequeños tributarios, que nacen de las cochas o pequeños lagos, cuyos cauces discurren por pantanos, aguajales, chacras, caseríos o comunidades, que son núcleos poblaciones, principalmente campesinos dedicados a la pequeña agricultura.

Los tributarios en orden de importancia son los siguientes:

- Cashibocaño, Lobo Caño, Pocacaño, Quebrada de Tushmo, Quebrada de Maputay
- Otras múltiples entradas difusas que se presentan o se forman en épocas de lluvias y de crecientes.

1.2.2. Desagüaderos de la laguna.

El lago evacúa sus aguas principalmente por el lado Norte, hacia donde es menor la pendiente, y sus desagües o

evacuaciones los realiza principalmente por el caño de Yarina, el caño de Panaillo y otras múltiples salidas a través de las cuales no pasan embarcaciones, pero si fluye el agua hacia el río Ucayali.

1.3. POBLACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

Según el INEI (17) de acuerdo al censo del año 2007, la población del distrito de Yarinacocha, ubicado a orillas del lago, se muestra en el siguientes cuadros:

Tabla Nº 3: Población del distrito de Yarinacocha, según el censo del año 2007.

Variables o indicadores	Población	%
Población total	85,605	100.00
Hombres	42,875	50.1
Mujeres	42,730	49.9
Por edades: - de 0-14	30,691	35.9
- 15-64	51,994	60.7
- 65 a más	2,920	3.4
Población /área residencia:		
- urbana	77,789	90.9
- rural	7,816	9.1

Tabla Nº 4: Distribución educativa de la población del distrito de Yarinacocha según el censo del año 2007.

Variables o indicadores	Población	Porcentaje
Asistencia escolar (6-24 años)	25,332	70.1
De 6 – 11 años	10,521	93.6
De 12 – 16 años	9,873	87.3
De 17-24 años	4,938	36.4
Población con educación superior	13,853	25.2
Población analfabeta	1,194	2.2

Tabla Nº 5: Participación en actividades económica de la población del Distrito de Yarinacocha, según censo del año 2007.

Variables o indicadores	Población	Porcentaje
Población con participación en actividades económicas (14 y + años)		
Tasa de actividad de la PEA	31,631	55.3
Hombres	20,501	72.3
Mujeres	11,130	38.6
PEA ocupada	30.498	96.4
-Hombres	19,757	64.38
- Mujeres	10,741	35.22

2. TIPO DE MUESTREO Y PROCESO DE SELECCIÓN DE LA MUESTRA.

El tipo de muestreo se hizo por recolección directa del agua hasta una profundidad de 0.50 m. de la superficie, mediante un frasco recolector de vidrio de boca ancha de 250 ml de capacidad, introducido dentro del agua mediante una tira o cordel, procedimiento consignado en el Reglamento de la calidad del Agua para consumo Humano, consignado en DIGESA (3)

El proceso de selección de la muestra se hizo previo estudio de la dimensión del lago, dividiendo el área total del lago en 3 sectores: 1,2 y 3. El sector 1 se consideró el lado Sur hasta la parte media cercano al centro urbano del Distrito de Yarinacocha. El sector 2, la parte central del lago, hasta la altura de la UNIA. El sector 3, se consideró el lado Norte del lago, es decir desde la UNIA hasta la terminación del lago.

2.1. Mapa geográfico del área de estudio.

A continuación se muestran los mapas que comprende el área de estudio:

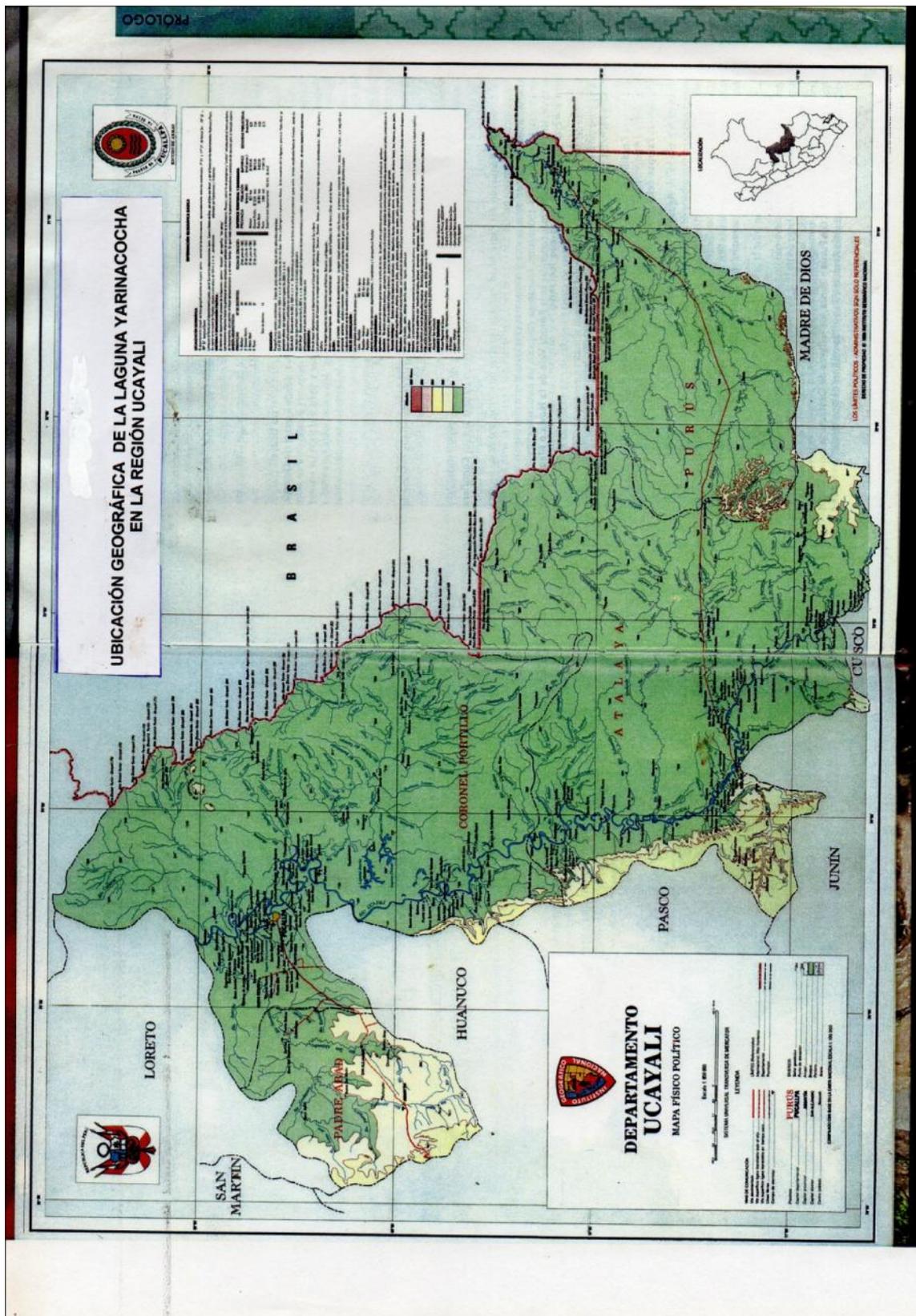
Mapa de la Región Ucayali,

Mapa de ubicación de la laguna Yarinacocha,

Mapa de influencia geográfica de la laguna Yarinacocha o área de estudio.

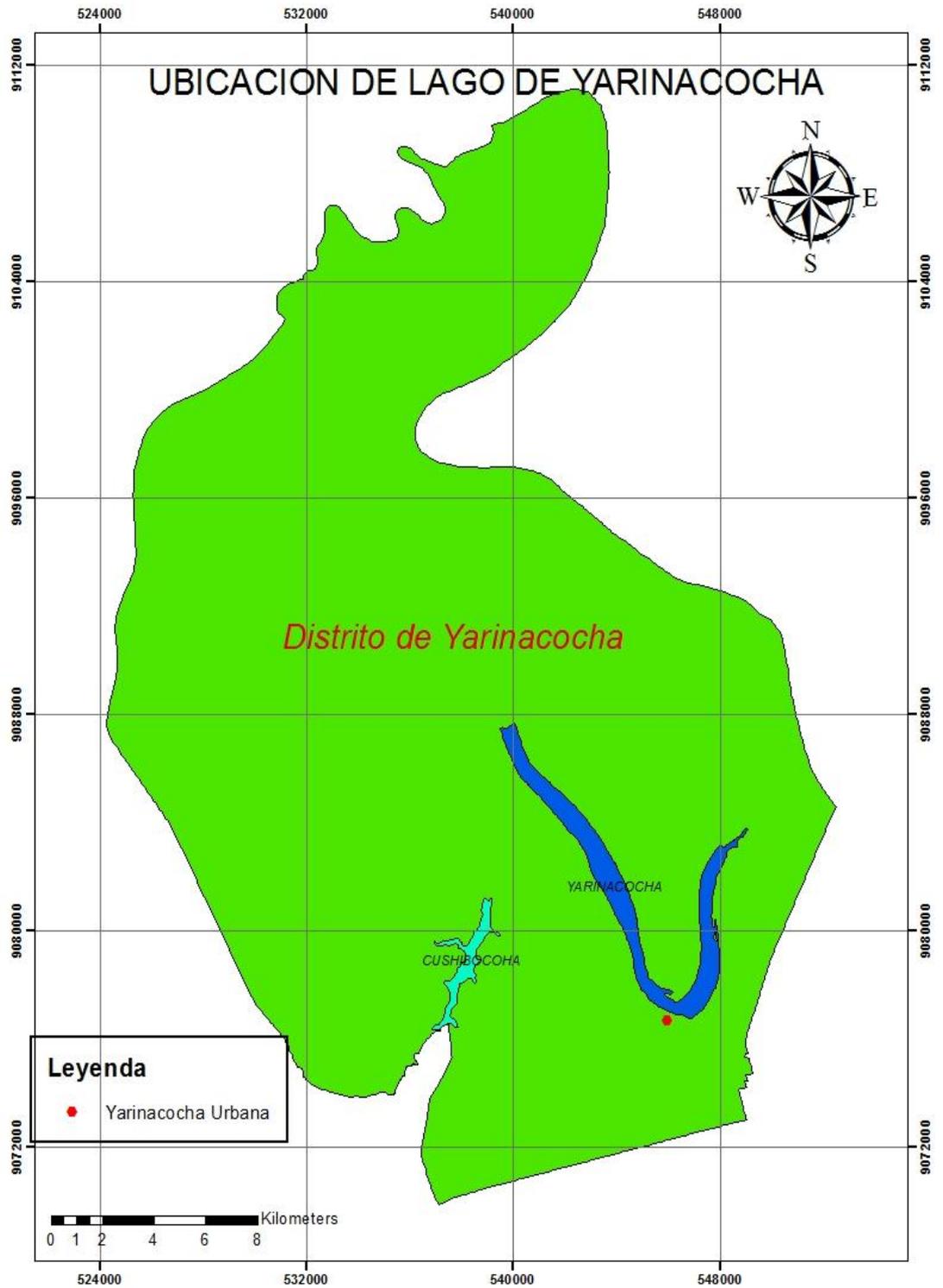
2.1.1. Mapa de la región Ucayali.

Figura N° 2: Mapa de la Región Ucayali.



2.1.2. Mapa de ubicación de la laguna Yarínacocha.

Figura N° 3: Mapa de Ubicación de la Laguna Yarínacocha



2.1.3. Mapa de influencia del Área de Estudio.
Figura N° 4: Mapa de Influencia del Área de Estudio.



3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y TÉCNICAS

3.1. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

- En el presente estudio se utilizó el método de investigación no experimental de tipo descriptivo.
- Es no experimental porque consistió en observar y medir los parámetros físico-químicos y microbiológicos, a partir de los cuales se determinó por comparación en que sector del área en estudio se superan los límites máximos permisibles (LMP) establecidos en el reglamento de calidad de agua para el consumo humano, ya que son aguas superficiales y teniendo en cuenta que el área de estudio se ha dividido en 3 sectores.
- Y es de tipo descriptivo porque se buscó especificar y analizar la calidad del agua en el área de estudio, teniendo en cuenta la influencia que tiene el área de estudio en la población circundante que alberga el área de la laguna de Yarinacocha.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población

Para el presente estudio se consideró toda el área de la laguna Yarinacocha que tiene 20 km. de largo por 600 m. promedio de ancho, es decir un área de 12 km² aproximadamente.

3.2.2. Muestra

El número de muestras tomadas fue de 3 en todo el área de estudio, una muestra general por cada sector, para el cual se tomaron 5 sub muestras en cada sector, para formar una muestra general por cada sector y enviados al laboratorio respectivo.

4. PROCEDIMIENTO.

4.1. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

4.1.1. Ubicación de los sectores y puntos de recolección.

- Para determinar los sectores de estudio se hizo teniendo en cuenta la extensión y dimensión del área de estudio, es decir la laguna Yarinacocha, según la ubicación geográfica que tiene, el cual está posesionado geográficamente, con un extremo al Sur y el otro extremo al Norte, de tal forma que se dividió en tres sectores:
 - Sector N° 1: Que comprende el extremo Sur hasta el lugar denominado puerto de los “boteros”, éste sector comprende además la desembocadura de un tributario denominado “lobo caño”.
 - Sector N° 2: Que comprende la parte central de la laguna, desde el puerto de los “boteros” hasta la altura del Caserío Leoncio Prado, es el sector que tiene la mayor influencia urbana.
 - Sector N° 3: Comprende la parte Norte de la laguna, desde el Caserío Leoncio Prado hasta el final de la laguna, ubicado cerca al caserío San Franco, terminando la laguna en un desaguadero que discurre y fluye hacia el río Ucayali.
- Los puntos de sub muestreo fueron casi equidistantes uno del otro, que en total se tomaron 5 sub muestras por cada sector, para hacer una sola muestra por cada sector y éstas sub muestras se ubicaron también tomando en cuenta la influencia que tiene las aguas de la laguna del área urbana y demográfica circundante hacia la laguna.
- Los puntos de sub muestreo fueron geo referenciados con un GPS Garmin, configurado con el sistema de coordenadas cartográficas WGS84 (Sistema Geodésico Mundial 1984), con una precisión de 5 metros y se procedió a descargar la información registrada con el GPS mediante el Software Mapsource, haciendo uso del Software Excel 2010 y Arc GIS 100 del cual se obtuvieron los datos DEMSRTM en el entorno del Software Global Mapper 13.0, con un ordenador conectado al internet, conforme a las coordenadas geográficas del área de estudio, que se indican en el siguiente cuadro o tabla (Tabla N° 6

) y se procesaron los datos del DEMSRTM del área en estudio para luego plasmarlos en un mapa (Fig. N° 5) de la zona que se muestra a continuación.

4.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PUNTOS MUESTREADOS.

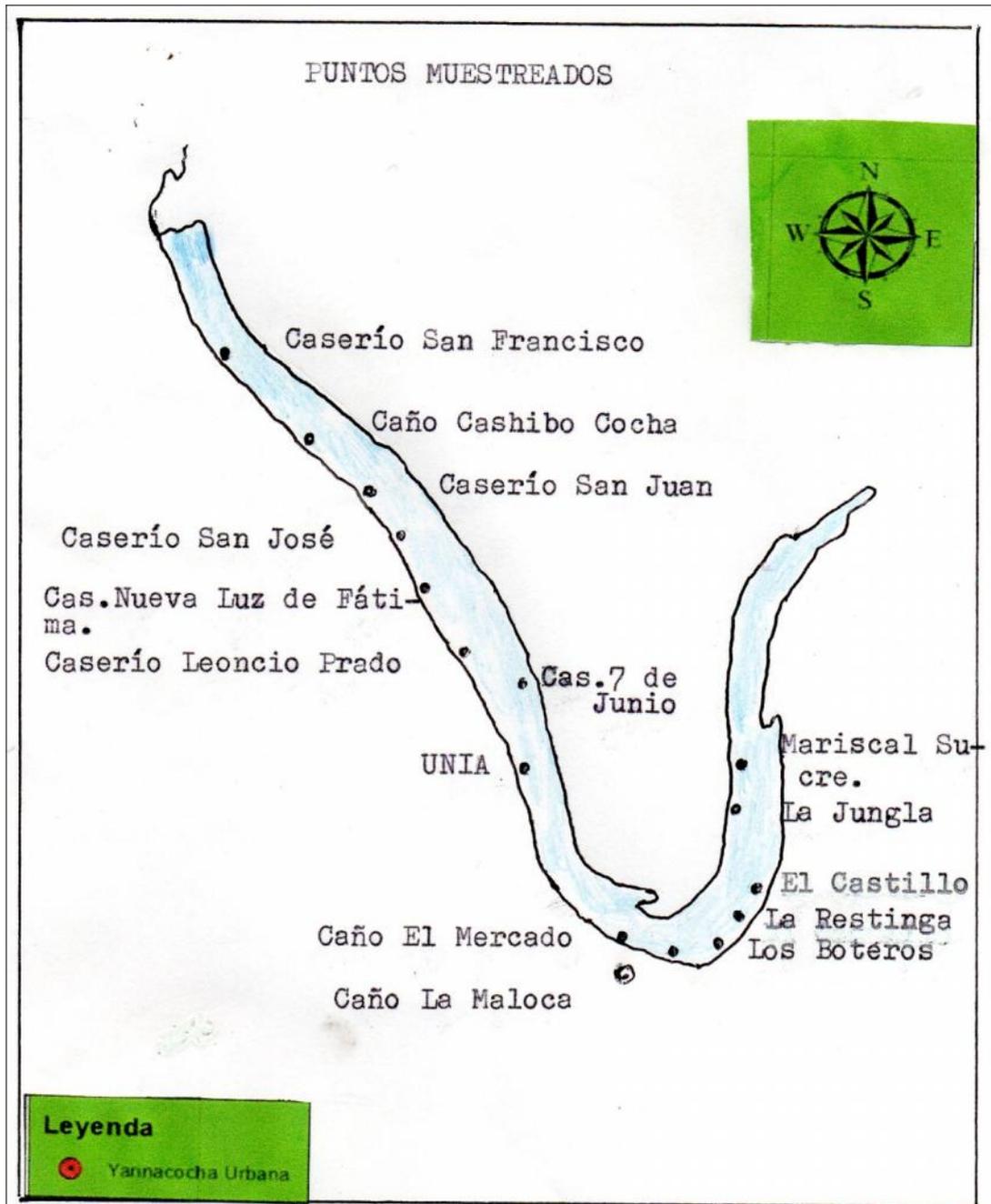
Los puntos fueron determinados con un GPS y las coordenadas se muestran a continuación:

Tabla N° 6: Coordenadas geográficas de los puntos muestreados.

SECTOR	SUB SECTOR	COORDENADAS UTM		PUNTO REFERENCIAL
		X	Y	
Sector 1	Sub sector 1	548058	9078628	El Castillo
	Sub sector 2	547915	9078487	La Restinga
	Sub sector 3	547357	9079086	Mariscal Sucre
	Sub sector 4	547273	9077545	La Jungla
	Sub sector 5	546973	9076930	Los Boteros
Sector 2	Sub sector 1	546731	9076846	Caño la Maloca
	Sub sector 2	544735	9078318	Caño el Mercado
	Sub sector 3	544299	9079936	UNIA
	Sub sector 4	544257	9081559	Caserio 7 d Junio
	Sub sector 5	540271	9085651	Cas.Leoncio Prado
Sector 3	Sub sector 1	550265	9069824	Nueva Luz Fátima
	Sub sector 2	550076	9069209	Cas. San José
	Sub sector 3	551513	9071510	Cas. San Juan
	Sub sector 4	551628	9071748	Caño Cashibococha
	Sub sector 5	551037	9071663	Cas. San Francisco

4.3. MAPA DE UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PUNTOS MUESTREADOS.

Fig. N° 5 : Mapa de ubicación geográfica de puntos muestreados.



4.4. SELECCIÓN DE PARÁMETROS

Los parámetros de análisis se seleccionaron de acuerdo a las normas respectivas: Ley General de Aguas (19) y el D.S.Nº 031-2010-SA (3), al EPA (6) y se muestran en la siguiente tabla:

Tabla Nº 7: Parámetros de estudio, indicadores e índice de medida.

VARIABLES	INDICADORES	ÍNDICE	
Propiedades microbiológicas	-Coliformes totales -Coliformes termotolerantes	NMP/100mL NMP/100mL	
Propiedades Físico-Químicas	-Conductividad -Sólidos disueltos totales -Turbiedad -pH -Temperatura	uS/Cm mg/L UNT Unidades de pH °C	
Metales pesados	-Silicio -Mercurio -Aluminio -Antimonio -Arsénico -Bario -Berilio -Bismuto -Boro -Cadmio -Calcio -Cobalto -Cromo -Cobre -Estroncio -Estaño	-Hierro -Fósforo -Litio -Magnesio -Manganeso -Molibdeno -Níquel -Potasio -Plata -Plomo -Selenio -Sodio -Talio -Titanio -Vanadio -Zinc	mg/l mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L

4.5. LUGAR DE ANÁLISIS DE MUESTRAS

- El análisis de los parámetros físico-químicos (temperatura, conductividad eléctrica, pH, turbiedad,) se efectuaron en el laboratorio de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental (DESA) de Ucayali que queda en el Distrito de Yarinacocha (Ver Anexos N° 8, 9 10)
- Los análisis de los parámetros microbiológicos y los sólidos disueltos totales, también se efectuaron en el Laboratorio de la DESA. (Ver Anexos N° 8, 9, 10)
- El análisis de los demás parámetros químicos (metales pesados) se efectuó en el laboratorio ENVIROLAB PERU-SAC, de la ciudad de Lima, cuyos análisis se basan en EPA 200.7. Determination of Metals and Trace Elements in Waterand Wastesby Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry y EPA METHOD 245.7. Determinación de mercurio en agua por espectrometría de fluorescencia atómica por vapor frio. (Ver Anexos N° 11, 12, 13)

4.6. MÉTODO DE MUESTREO

- El método utilizado fue el muestreo que se utiliza para aguas superficiales, de ríos, lagos o estanques, de acuerdo al documento NTP-ISO5667-5 “Guía para el muestreo de agua para consumo humano y agua utilizada para el procesamiento de comidas”
- Consistió en sumergir una botella de vidrio de boca ancha de 250 ml de capacidad por cada sub muestra, enlazada con una cuerda sujeta por el muestreador u operador hasta una profundidad de 50 cm aproximadamente, recogiendo cada muestra y etiquetado inmediatamente, para evitar mezclas o confusiones. Cada frasco de vidrio fue esterilizado previamente en el laboratorio de la DESA - Pucallpa. En total se utilizaron 15 frascos, es decir 5 por cada sector, los cuales una vez llevados al laboratorio de la DESA fueron vertidos y mezclados en un frasco grande, para convertirse en una mezcla general del sector y así tener 3 muestras generales o sea una muestra por cada sector, (Ver Anexo N° 14), (Figuras N°)
- Las muestras para ENVIROLAB SAC , fueron embazadas de inmediato en los frascos que envió dicho laboratorio y agregado el preservante de acuerdo a lo indicado por dicho laboratorio, que

consistió en agregar a cada frasco con la muestra, 20 gotas de ácido nítrico concentrado (HNO₃) de un frasco tipo gotero que fue enviado por el laboratorio desde Lima y puestos en refrigeración antes de ser llevados a la ciudad de Lima, ya que dichas muestras fueron transportadas hasta la ciudad de Lima por el mismo interesado o ejecutor del proyecto.

4.7. MÉTODO DE ANÁLISIS DE PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS.

4.7.1. Calibración del equipo

Antes de iniciar los análisis físicos, químicos y microbiológicos el laboratorio de la DESA y el laboratorio de ENVIROLAB SAC procedieron a calibrar cada instrumento de medición de acuerdo al manual del usuario.

4.7.2. Análisis físicos

El laboratorio de la DESA utilizó los métodos que se menciona a continuación:

Tabla N° 8: Métodos utilizados por la DESA para la determinación de análisis físico.

Parámetros	Métodos	NTP
Sólidos totales disueltos Conductividad Turbiedad pH Temperatura	Eléctrico Eléctrico Nefelométrico Potenciómetro Calorímetro	-

4.7.3. Análisis químicos

El laboratorio ENVIROLAB SAC utilizó dos métodos de análisis, los cuales se mencionan a continuación:

Tabla N° 9: Métodos de análisis químico utilizado por ENVIROLABSAC

Parámetros	Métodos	EPA
Cadmio,plomo,cobre,arsénico, cromo,aluminio y zinc	Espectrofotometría de absorción Atómica	EPA200.7
Mercurio	Espectrofotometría de Fluorescencia Atómica por Vapor Frio	EPA METHOD 245.7

La metodología usada se basó en los métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos de América. Los resultados obtenidos están dentro del intervalo de confianza del 95%.

4.7.5. Análisis microbiológicos

El laboratorio de la DESA utilizó los métodos que se menciona a continuación:

Tabla N°10: Métodos utilizados por la DESA-Pucallpa para el análisis microbiológico.

Parámetros	Métodos	NTP
Coliformes	Filtración por membrana	NTP214.031
Coliformes Termotolerantes	Filtración por membrana	NTP214.032

CAPITULO III

RESULTADOS.

1. Resultado de Análisis de aguas de la laguna Yarinacocha.

1.1. Resultado del análisis Físico – Químico y Microbiológico

Los resultados físicos-químicos, se muestran en la Tabla N° 8, cuyo muestreo de agua fue realizado el día 04 de agosto del 2015 y los análisis se empezó a realizar el mismo día en los laboratorios de la Dirección de Salud Ambiental de Ucayali, (DESA) con sede en el Distrito de Yarinacocha.

La toma de muestra se realizó siguiendo las indicaciones técnicas para el caso, descrito en el capítulo de metodología y con el apoyo del personal técnico y profesional de la DESA.

La muestra general comprende una muestra por cada sector, teniendo en total 3 muestras, es decir una muestra por cada sector. Ver Anexos...

Los resultados de los análisis comprenden los siguientes parámetros.

- 1.1.1. Coliformes totales**
- 1.1.2. Coliformes termotolerantes**
- 1.1.3. Conductividad.**
- 1.1.4. Sólidos Disueltos Totales (SDT)**
- 1.1.5. Turbiedad**
- 1.1.6. pH**
- 1.1.7. Temperatura**

Tabla N° 11: Resultados de los análisis Microbiológicos y Físico – Químico.

Parámetro	Unidad	Sector 1	Sector 2	Sector 3	LMP
Coliformes totales	NMP/100mL a 35°C	16,000*	3,500*	70*	<1,8/100ml
Coliformes termo tolerantes	NMP/100mL a 44,5°C	16,000*	3,500*	33*	<1,8/100ml
Conductividad	µmho/cm	497	497	327	1 500
SDT	mgL ⁻¹	347	347	228	1000
Turbiedad	UNT	51*	51*	51*	5
pH	Unidades de pH	7.38	7.38	7.70	6,5a8,5
Temperatura	°C	27.7	27,7	27.6	ND

NOTA:

En los resultados microbiológicos, un resultado “<1” es equivalente a “0” indicado como LMP en el D.S.N°031-2010-SA.

DNPSC: demasiado numerosas para ser contadas, >3,000

ND: No define* sobrepasan los LMP

Fig, N° 6: Coliformes Totales de los sectores 1, 2 y 3

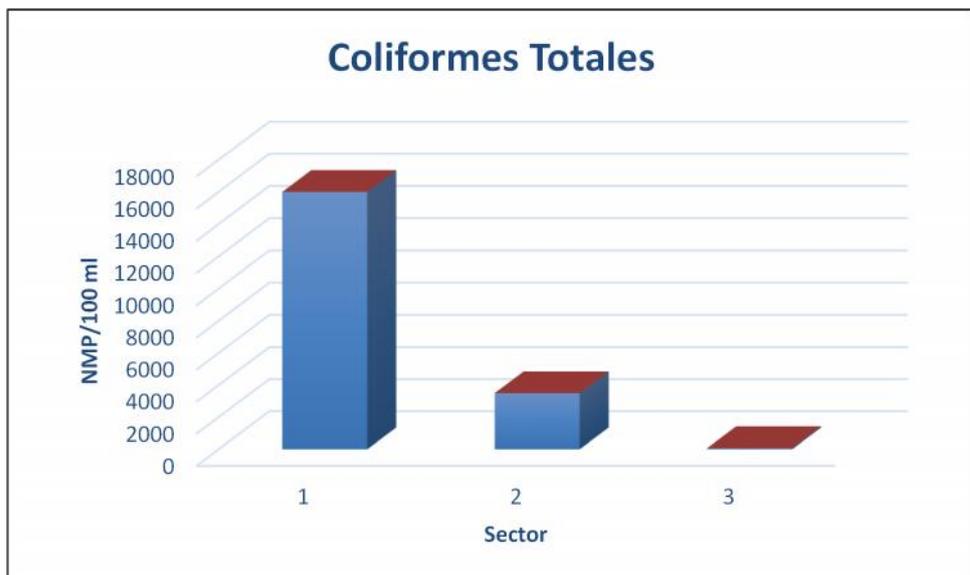


Fig.Nº 7: Coliformes Termotolerantes totales delos sectores 1,2, y 3

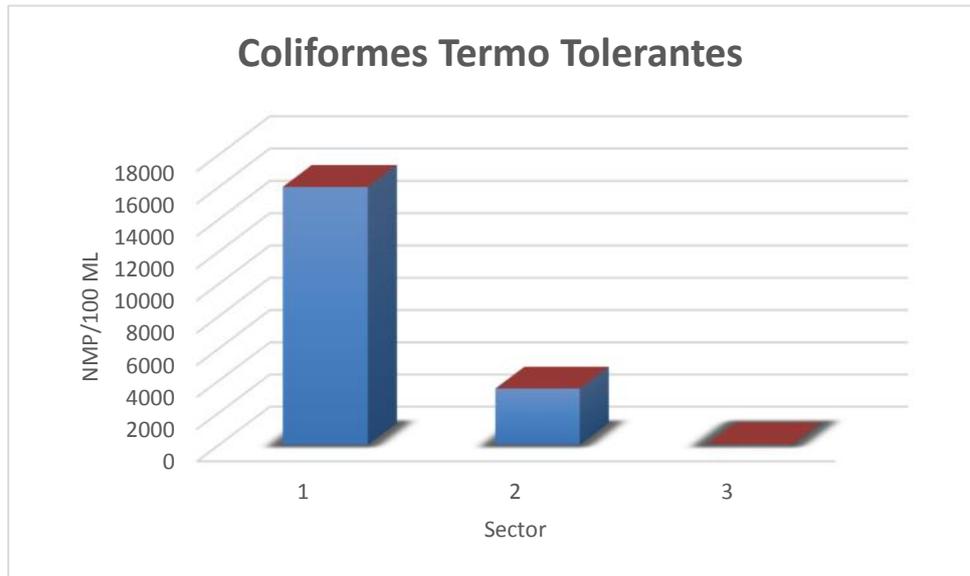
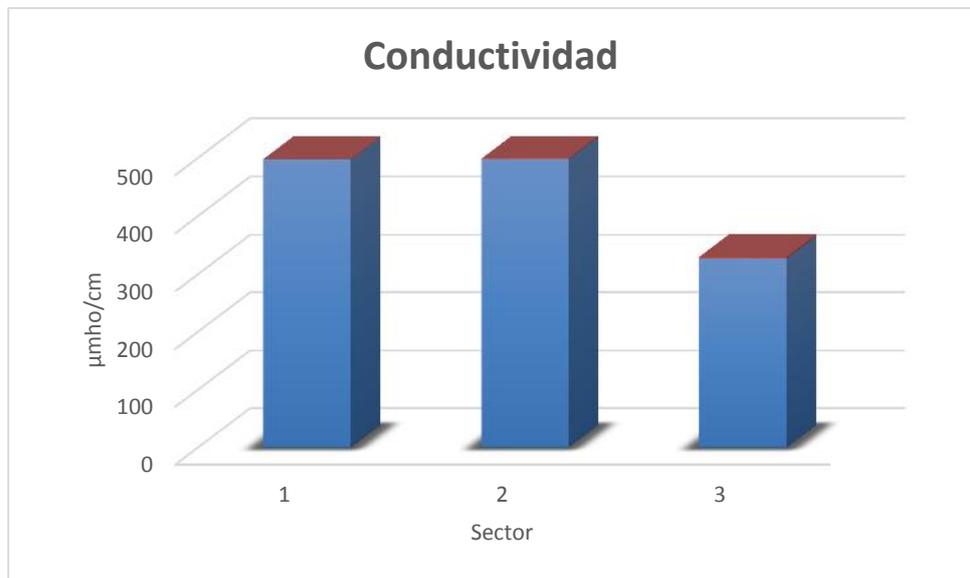


Fig. Nº 8 : Conductividad eléctrica de los sectores 1, 2 y 3.



Fig, N° 9 : Sólidos Disueltos Totales de los sectores 1, 2 y 3

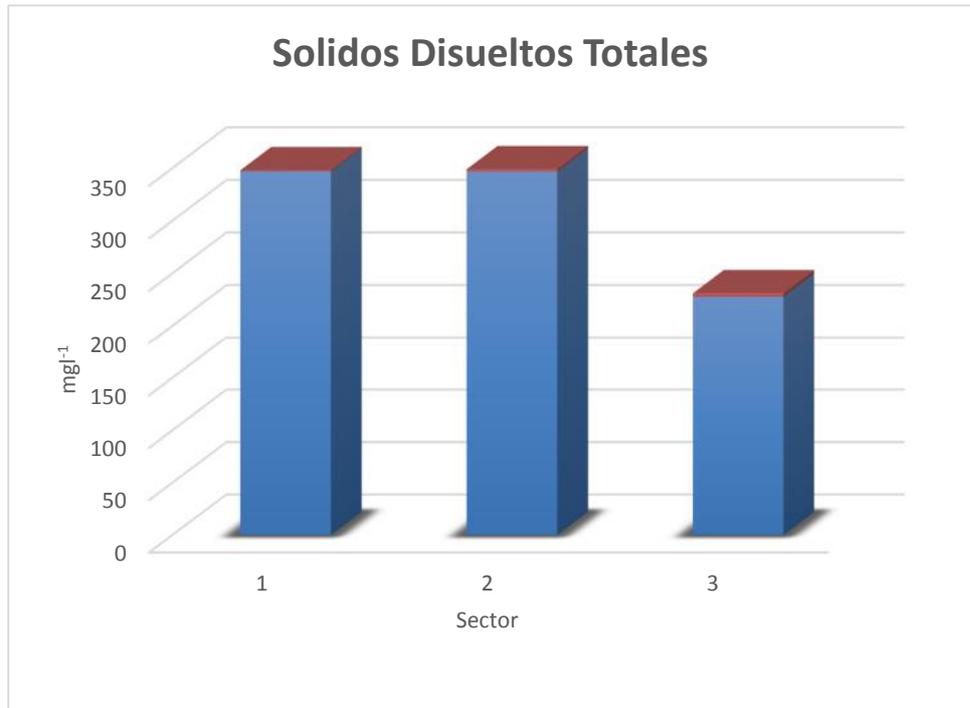


Fig. N° 10 : Turbiedad de los sectores 1, 2 y 3.

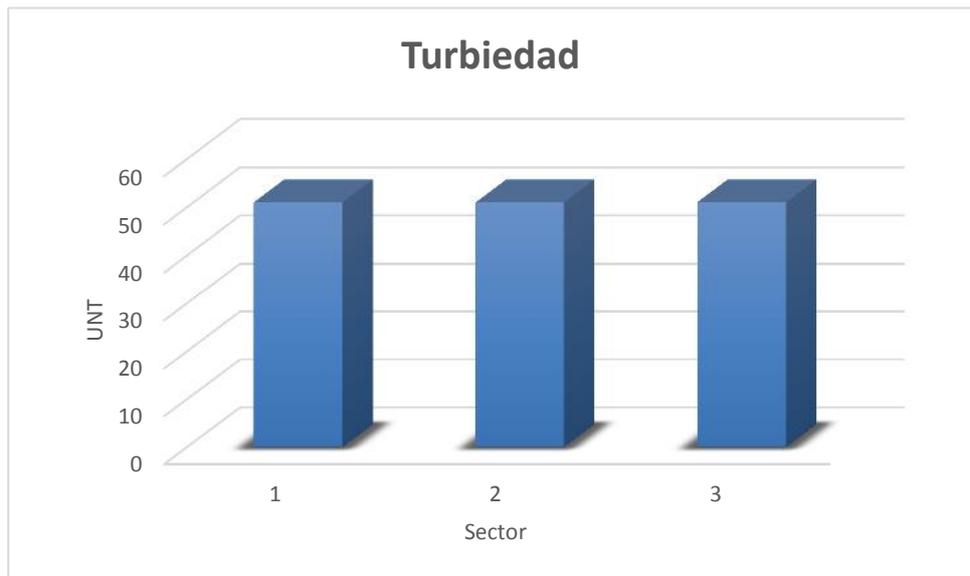


Fig. N°11 : pH de los sectores 1, 2 y 3

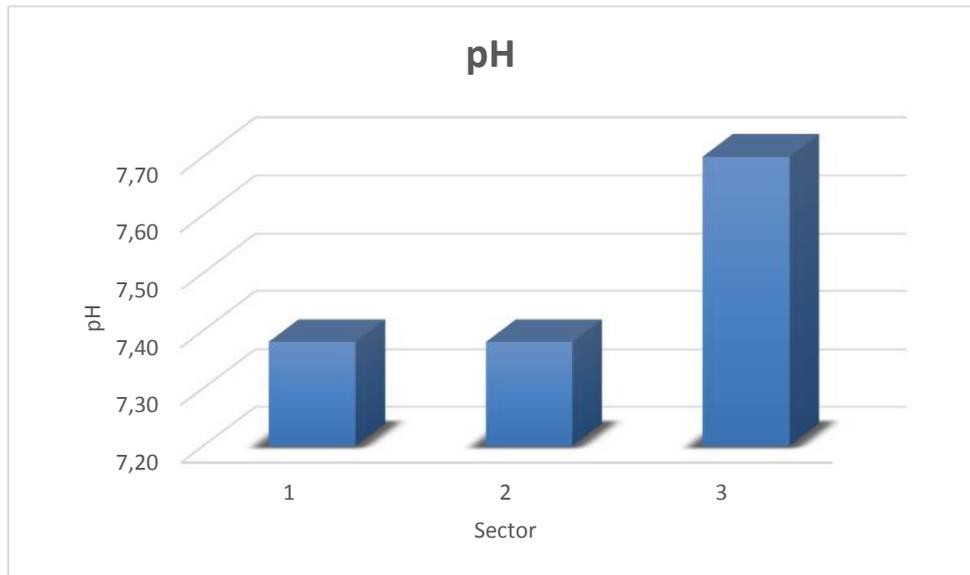
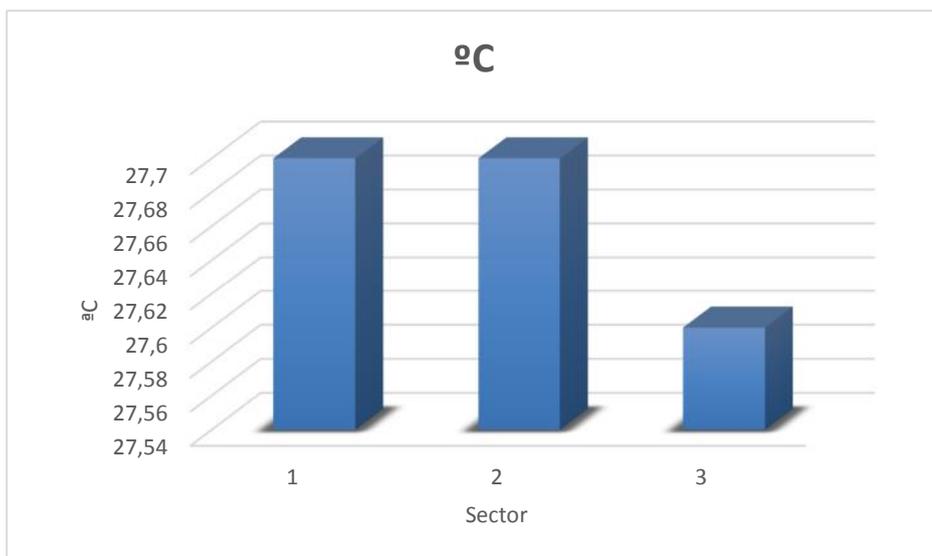


Fig. N° 12 : Temperatura de los sectores 1, 2 y 3



1.2. Resultado del Análisis Químico de la laguna Yarinacocha.

Tabla Nº 12: Resultado del Análisis Químico de metales pesados total (primer grupo)

Parámetro	Unidad	Sector 1	Sector 2	Sector 3	LMP
Silicio	mg/L	11,0	6,99	7,10	100
Mercurio	mg/L	0,0006	0,0001	0,0001	0,001
Aluminio	mg/L	0,593	0,173	0,491	0,2
Antimonio	mg/L	ND	ND	ND	0,020
Arsenico	mg/L	0,028	0,013	0,010	0,010
Bario	mg/L	0,165	0,077	0,083	0,700
Berilio	mg/L	ND	ND	ND	0,1
Bismuto	mg/L	ND	ND	ND	0,5
Boro	mg/L	0.184	0,117	0,0965	1,500
Cadmio	mg/L	ND	ND	ND	0,003
Calcio	mg/L	73,88	49,04	47,59	200,0
Cobalto	mg/L	ND	ND	ND	0,2
Cromo	mg/L	ND	ND	ND	0,050
Cobre	mg/L	0,008	ND	0,006	2,0
Estroncio	mg/L	0,4098	0,2687	0,2444	2,0
Estaño	mg/L	ND	ND	0,005	2,0

Fig. Nº 13: El silicio en los sectores 1, 2 y 3

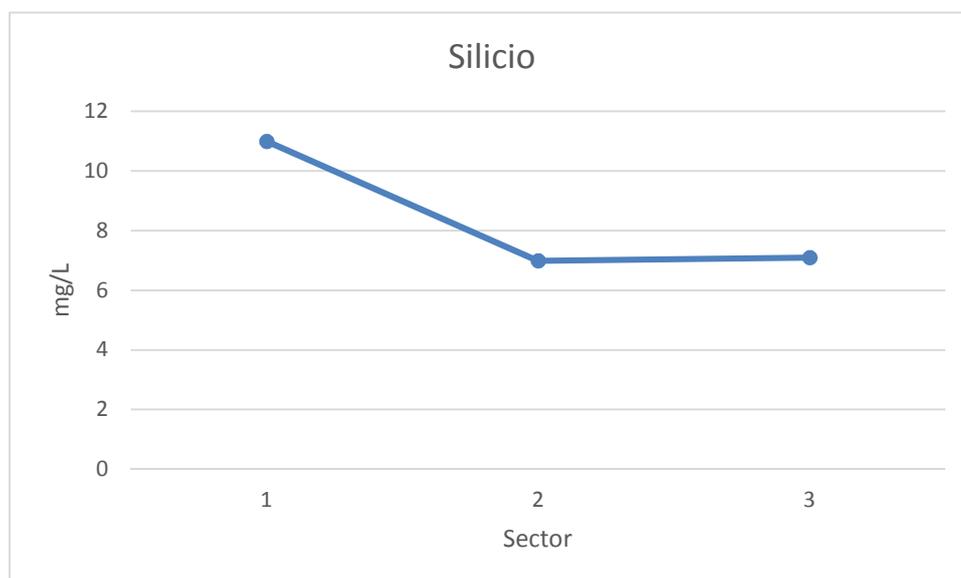


Fig. Nº 14: El mercurio en los sectores 1, 2 y 3

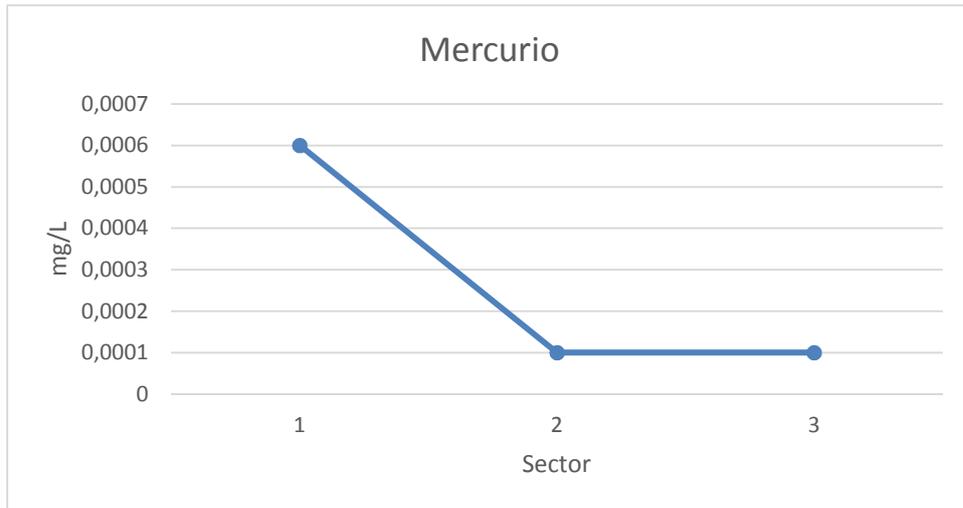


Fig. Nº 15: El aluminio en los sectores 1, 2 y 3

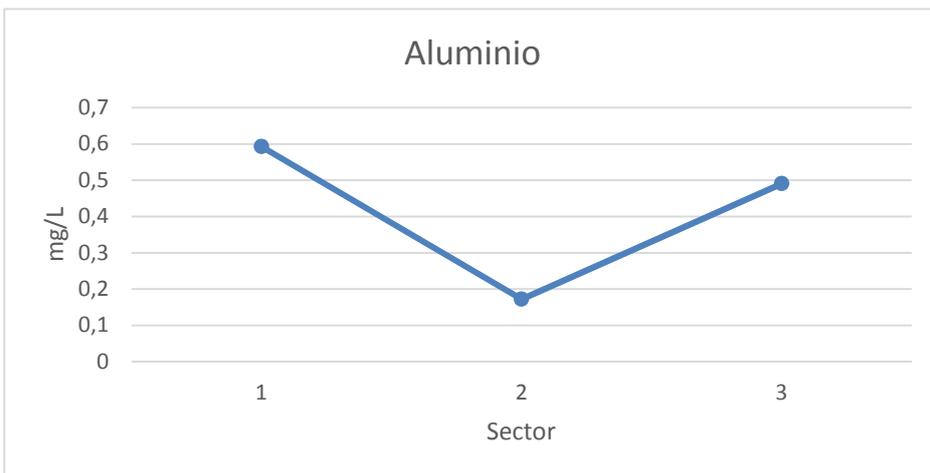


Fig. Nº 16: El arsénico en los sectores 1, 2 y 3.

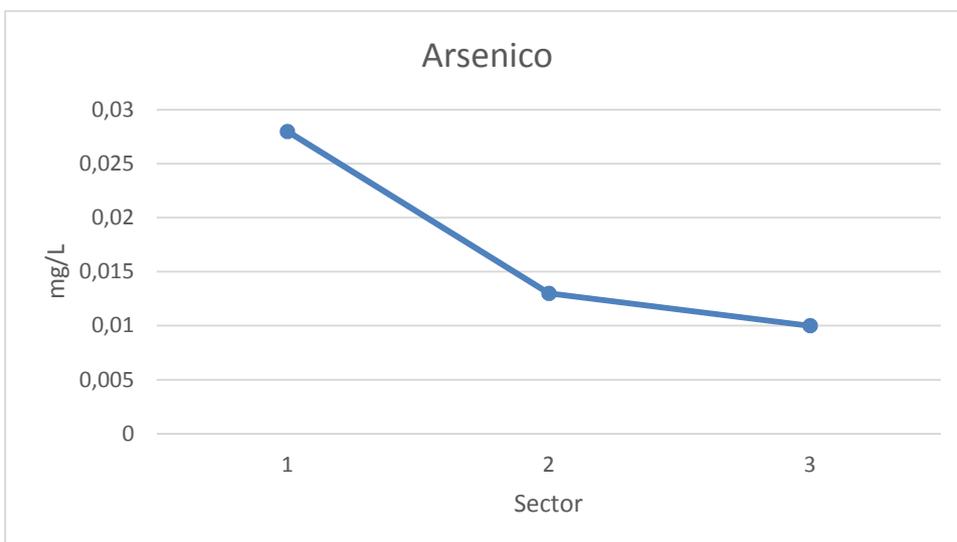


Fig. Nº 17: El bario en los sectores 1, 2 y 3.

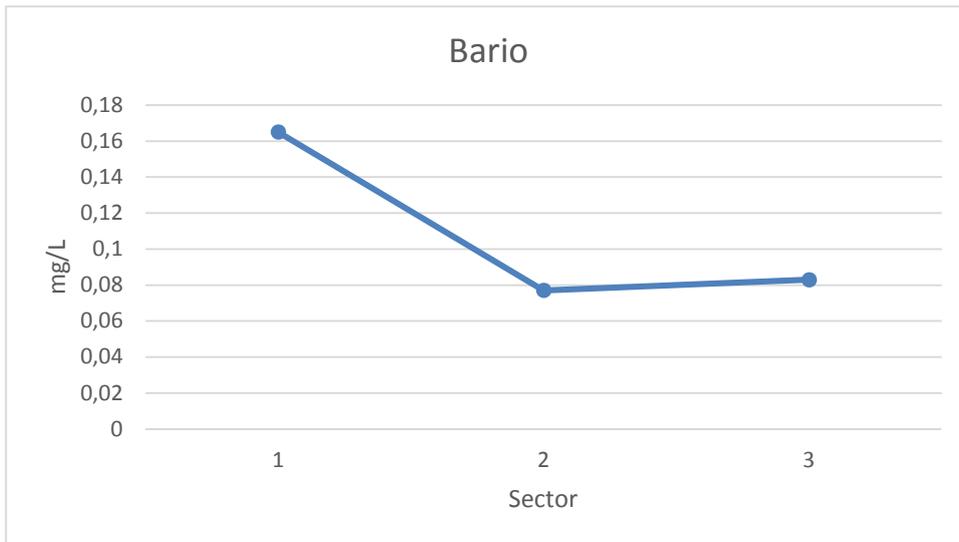


Fig. Nº 18: El boro en los sectores 1, 2 y 3

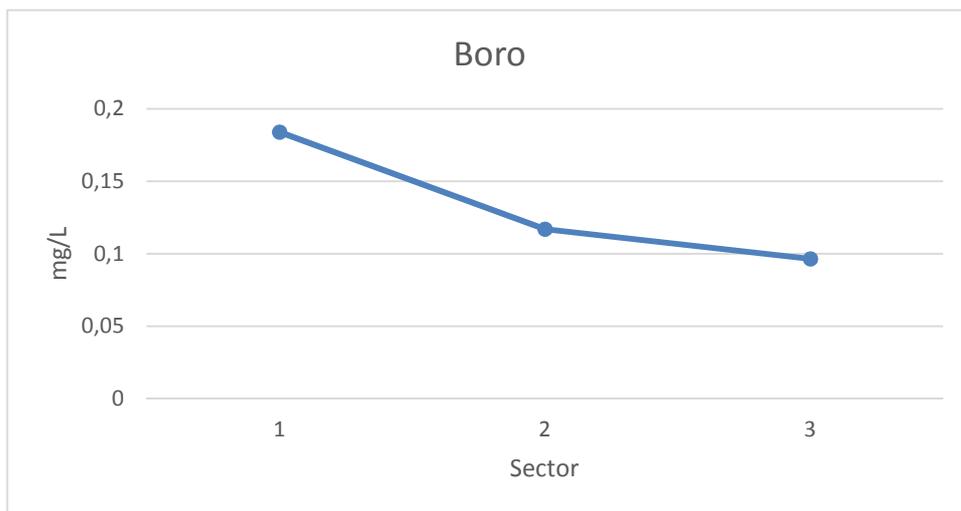


Fig. Nº 19: El calcio en los sectores 1, 2 y 3.

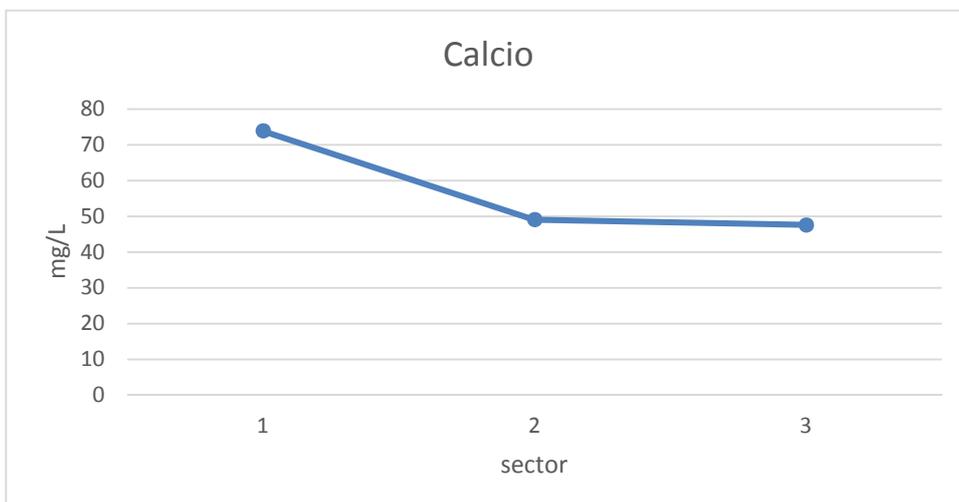


Fig. N° 20: El estroncio en los sectores 1, 2 y 3.

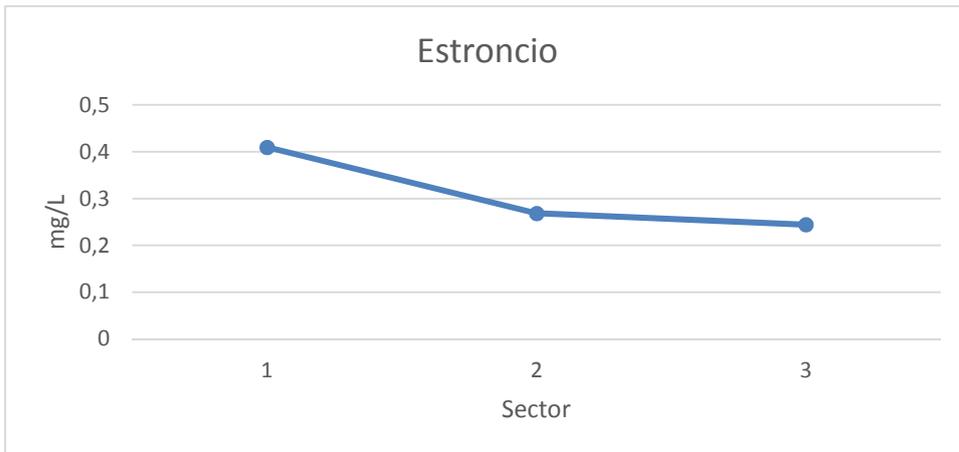


Fig. N° 21: El cobre en los sectores 1, 2 y 3.

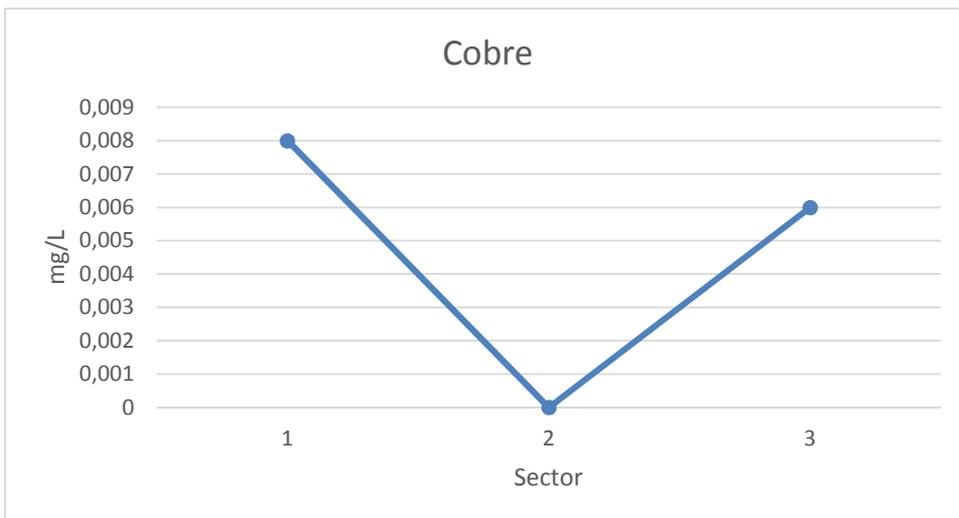


Fig. N° 22: El estaño en los sectores 1, 2 y 3

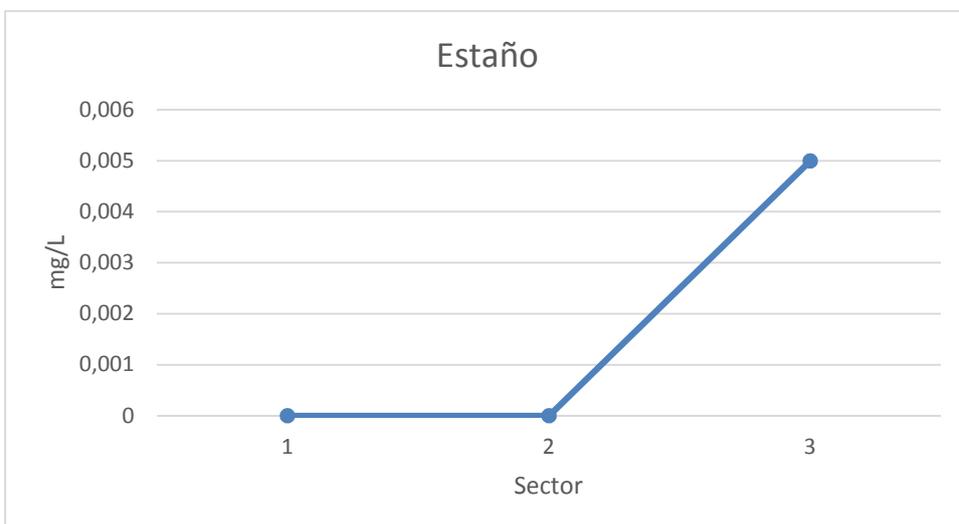


Tabla Nº 13: Resultado del Análisis Químico de metales pesados total (segundo grupo)

Parámetro	Unidad	Sector 1	Sector 2	Sector 3	LMP
Hierro	mg/L	2,158	0,255	0,9758	0,3
Fósforo	mg/L	0,42	0,12	0,18	15,0
Litio	mg/L	0,007	0,005	0,005	2,5
Magnesio	mg/L	10,75	6,348	5,859	150,0
Manganeso	mg/L	0,898	0,060	0,178	0,4
Molibdeno	mg/L	0,002	ND	ND	0,07
Niquel	mg/L	ND	ND	ND	0,020
Potasio	mg/L	3,399	3,13	3,00	100,0
Plata	mg/L	ND	ND	ND	0,1
Plomo	mg/L	ND	ND	ND	0,010
Selenio	mg/L	ND	ND	ND	0,010
Sodio	mg/L	15,02	11,74	11.10	200
Talio	mg/L	ND	ND	ND	0,002
Titanio	mg/L	0,008	0,002	0,007	20,0
Vanadio	mg/L	0,002	0,002	0,003	0,1
Zinc	mg/L	0,032	0,024	0,047	3,0

Fig. Nº 23: El hierro en los sectores 1, 2 y 3.

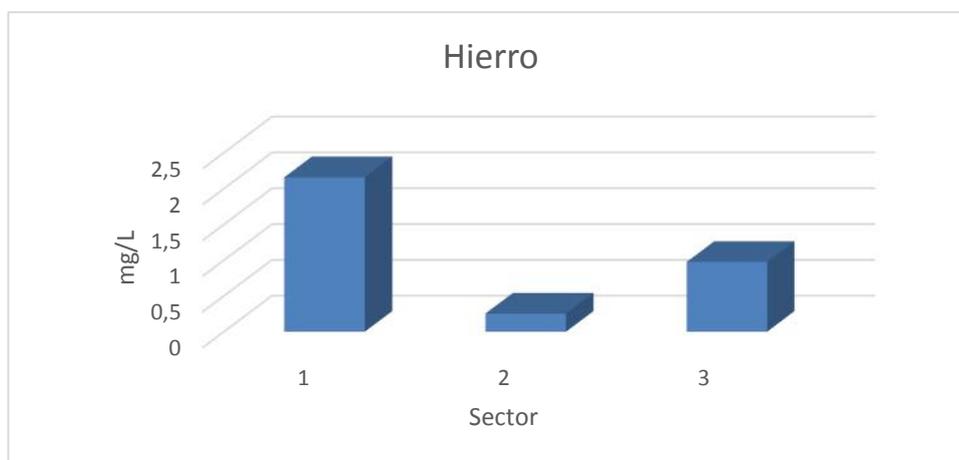


Fig. N° 24: El fósforo en los sectores 1, 2 y 3.

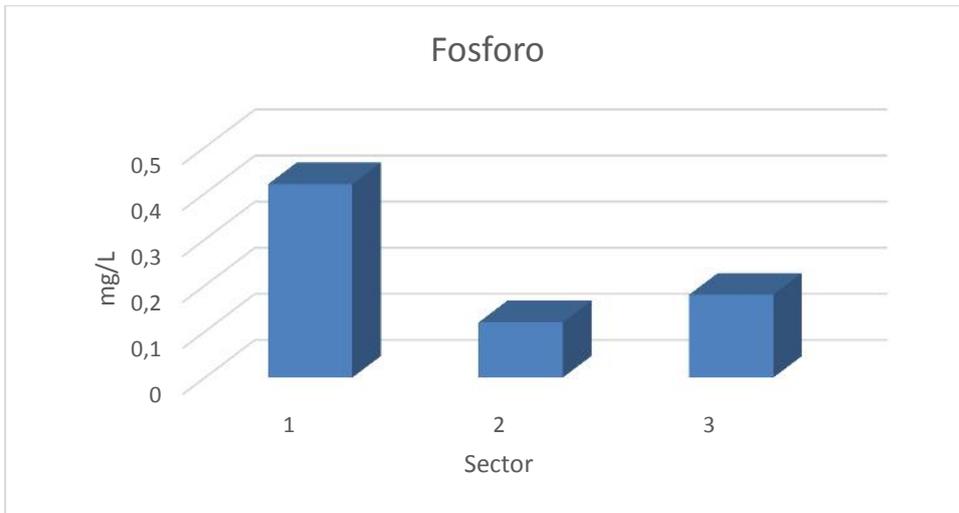


Fig. N° 25: El litio en los sectores 1, 2 y 3.

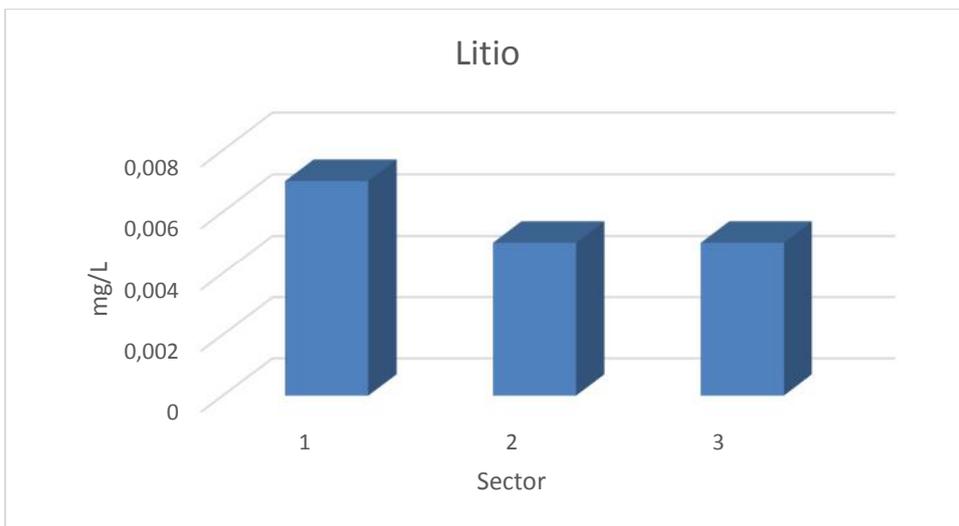


Fig. N° 26: El magnesio en los sectores 1, 2 y 3.

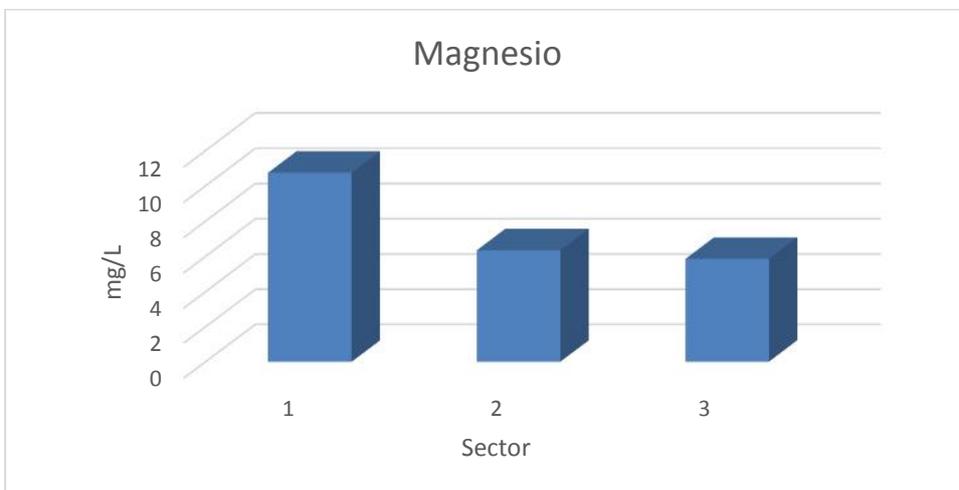


Fig. N° 27: El manganeso en los sectores 1, 2 y 3.

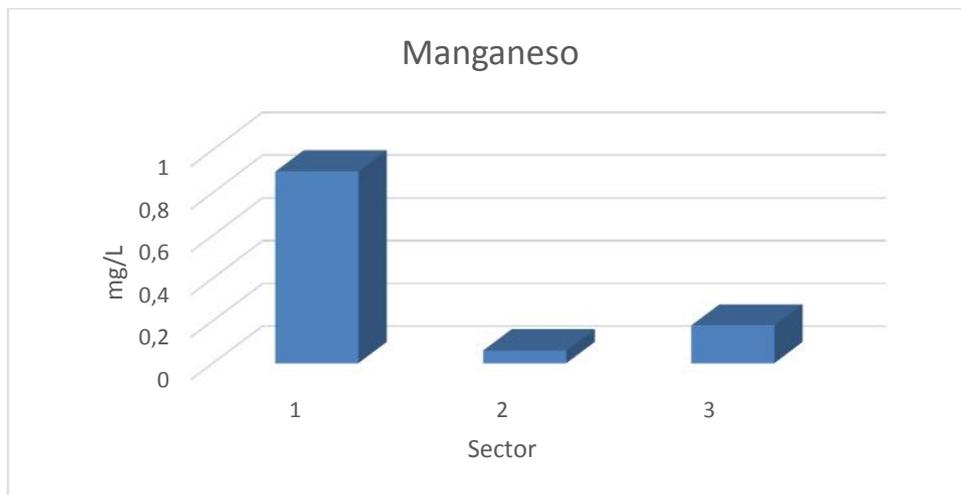


Fig. N° 28: El molibdeno en los sectores 1, 2 y 3.

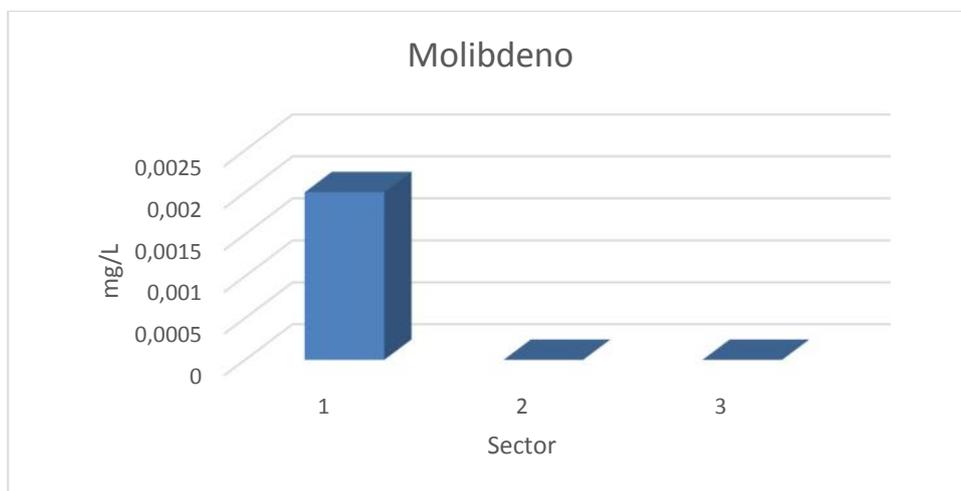


Fig. N° 29: El potasio en los sectores 1, 2 y 3.

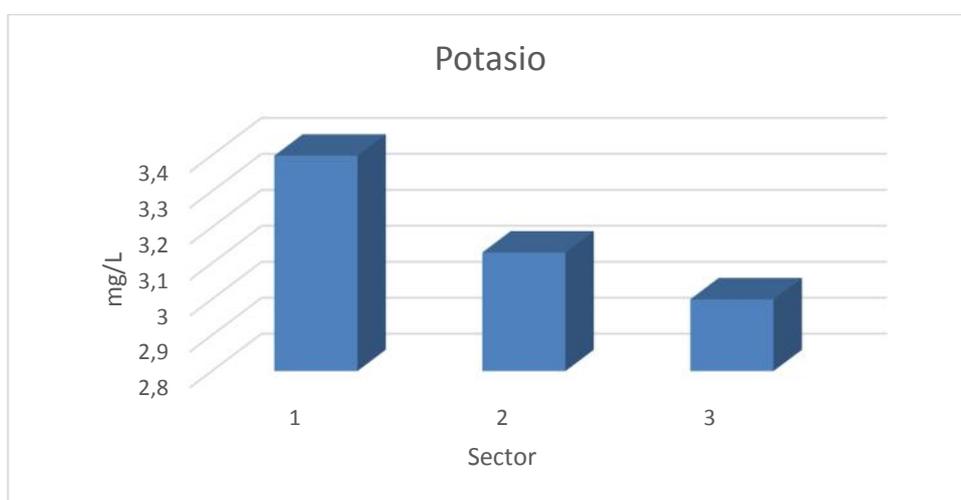


Fig. Nº 30: El sodio en los sectores 1, 2 y 3.

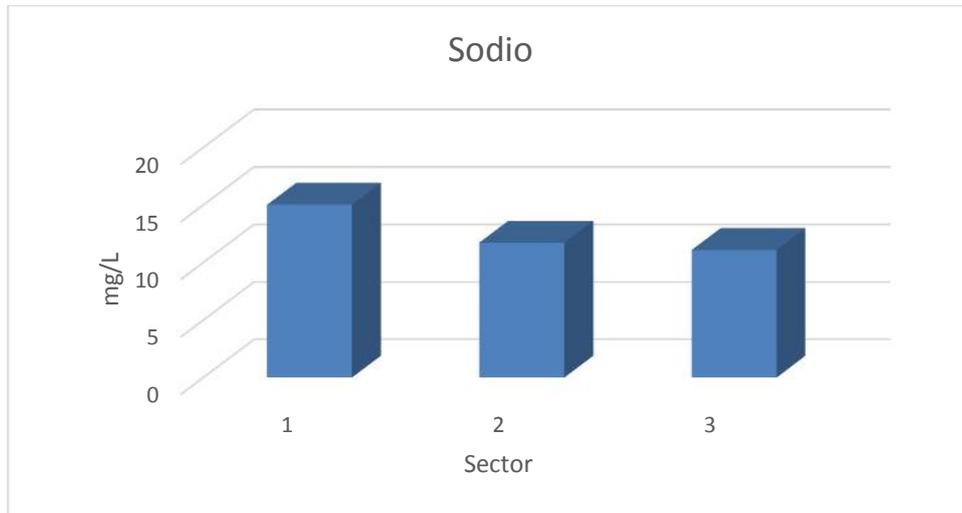


Fig. Nº 31: El titanio en los sectores 1, 2 y 3.

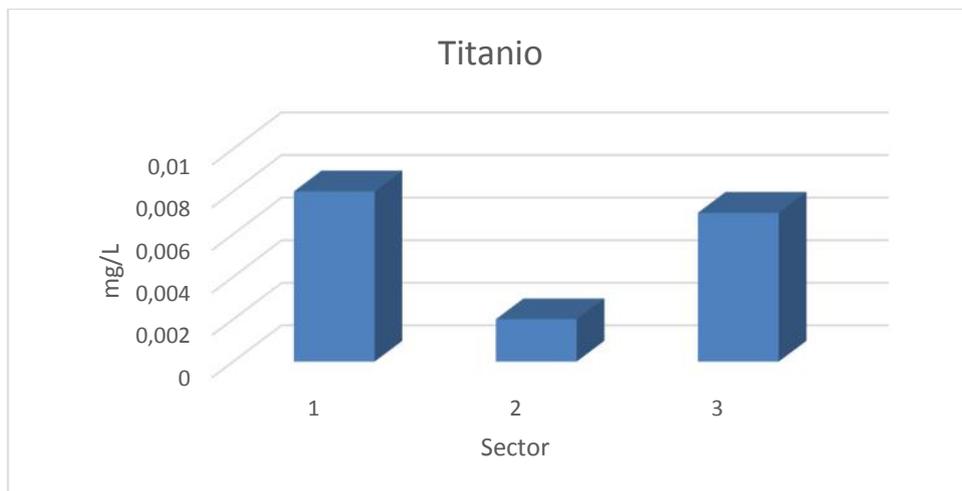


Fig. 32: El vanadio en los sectores 1,2 y 3.

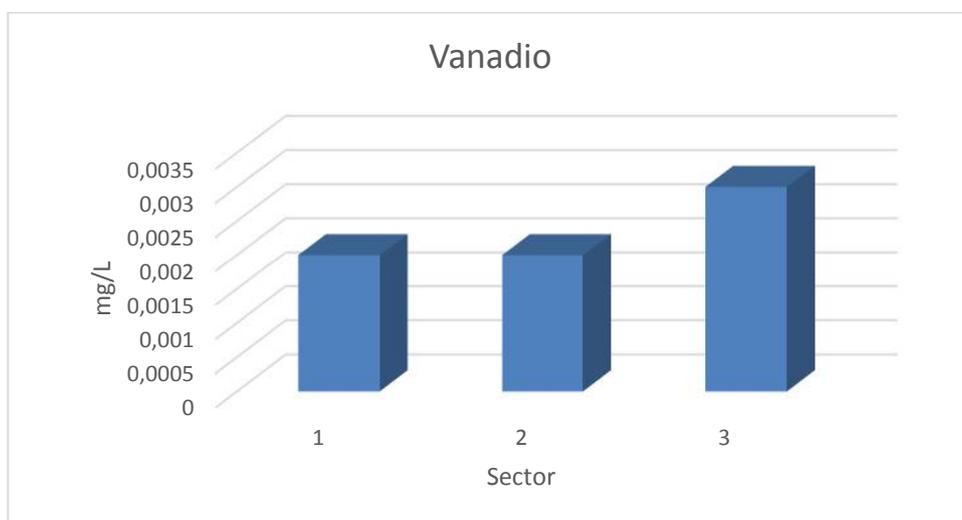
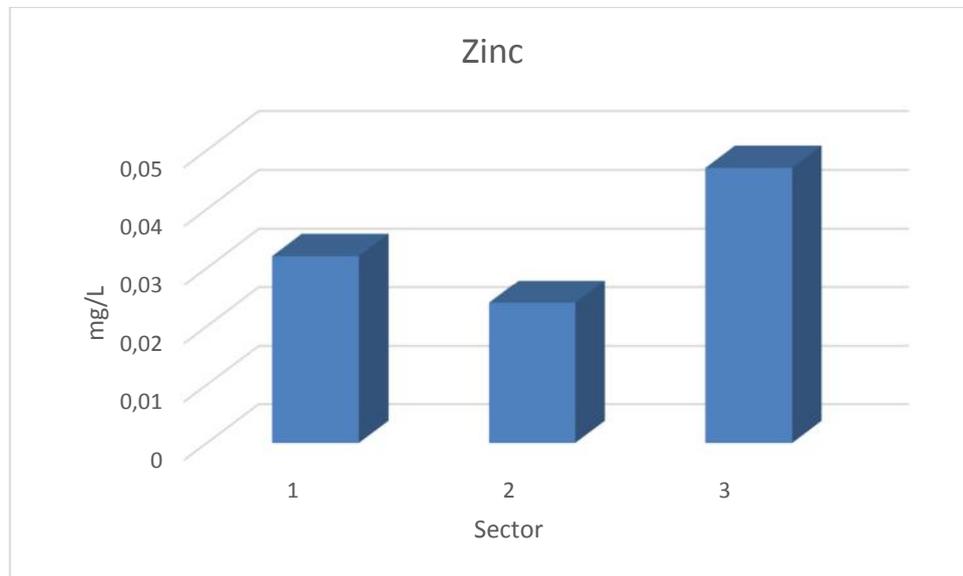


Fig. N° 33: El zinc en los sectores 1, 2 y 3.



CAPITULO IV

DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

4.1.1. Coliformes Totales.

Según el resultado obtenido y que se muestra en las Tabla N° 11 y la Figura N° 6 el Sector 1 tiene 16,000 NMP/100 ml, el Sector 2 tiene 3,500 NMP/100 ml y el Sector 3 con 70 NMP/100 ml de coliformes totales, sobrepasando en todos los sectores ampliamente al LMP, que según la EPA (6) y la DIGESA (3), Anexos N° 1, 2 y 3, es < 1.8/100 ml de NPM de coliformes totales, el cual se considera altamente contaminada en los tres sectores.

Sobre los coliformes totales, GLYNN, J. y HEINKE, G. W. (13) manifiestan que las bacterias coliformes totales, son las que se usan con mayor frecuencia como indicador. Este grupo incluye, por definición, “todas las bacterias aerobias y anaerobias facultativas, gramnegativas, no formadoras de esporas y con forma de bastón, que fermentan lactosa con formación de gases antes de 48 horas a 35°C”

El grupo de coliformes se compone de *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Citrobacter freundii* y bacterias afines.

En el agua potable no debe haber ningún tipo de coliformes, por ello el total de éstas se emplean como indicio de contaminación fecal. En el caso de corrientes contaminadas, salidas de alcantarillado y áreas de natación, el recuento de coliformes totales se hace empleando la prueba con temperatura alta ($44.5 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$).

Los resultados coinciden con los resultados obtenidos por GOMEZ GARCÍA, R. (14) y (15), en 1995 realizó un estudio de las aguas de la laguna de Yarinacocha en dos oportunidades el mismo año y concluye que las aguas de ésta laguna se encuentran contaminadas de coliformes totales.

4.1.2. Coliformes termo tolerantes.

De acuerdo a los resultados obtenidos que se muestran en la Tabla N° 11 y la Figura N° 7, el contenido de coliformes termo tolerantes de

NMP/100ml en el sector 1 es de 16,000 NMP/100 ml, en el sector 2 es 3,500 NMP/100ml y en el sector 3 es de 33 NMP/100ml, superando ampliamente al LMP que según la EPA (6) y la DIGESA (3) y Anexos N° 1, 2, y 3, es de < 1.8/100 ml de NPM de coliformes termotolerantes, considerando altamente contaminadas en todo los sectores.

Sobre los coliformes termotolerantes o coliformes fecales, GLYNN, J. y HEINKE, G. W. (13) manifiestan, la diferencia entre coliformes totales y coliformes fecales o termo tolerantes se basa en su capacidad o incapacidad para crecer a $44.5 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$. *Escherichia coli* es el tipo de coliforme más frecuente y predominante en el intestino humano. Otros miembros del grupo de coliformes, por lo general presentes en el suelo y en la vegetación, también pueden encontrarse en las heces, pero en número reducido. En los países tropicales, *E.coli* no es la coliforme intestinal predominante, así que en éste caso la prueba de coliformes totales, más que la de fecales, es la medida más útil de la contaminación.

El recuento de indicadores bacterianos se lleva cabo por medio de dos métodos alternativos: la técnica de fermentación en tubos múltiples, también llamado procedimiento del número más probable (NMP), y el método de la membrana filtrante o método MF.

En la zona de Pucallpa y otros lugares de la Amazonía, no se tienen reportes de estudios microbiológicos en aguas superficiales considerando la variable coliformes termotolerantes, solamente SALVADOR AGURTO, M. J. y SANDOVAL MENDOZA, L. L. (22) hicieron un estudio de pozos de agua en el año 2,014 en las comunidades adyacentes al vertedero de residuos de la ciudad de Pucallpa, indicando en una de sus conclusiones, en forma general la concentración de los coliformes totales y termotolerantes en los pozos muestreados, a excepción de los pozos 9 y 10, superan los valores máximos admitidos por el Reglamento de Calidad de Aguas para Consumo Humano: D.S. N° 031-2010-SA.

4.2. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO.

4.2.1. Conductividad.

De acuerdo a la Tabla N° 11 de Resultados y la Figura N° 8, la conductividad eléctrica de las aguas de la laguna de Yarinacocha en el Sector 1 es de 497 $\mu\text{mho/cm}$, en el Sector 2 es de 497 $\mu\text{mho/cm}$ y en el Sector 3 es 327 $\mu\text{mho/cm}$.

Considerando de acuerdo a éstos resultados en los 3 sectores la conductividad es bajo, ya que el LMP según la DIGESA (3) y el Anexo N° 3, es de 1,500 $\mu\text{mho/cm}$.

Según la web (5) el agua pura tiene una conductividad eléctrica relativamente baja, pero ese valor se incrementa significativamente con la disolución de una pequeña cantidad de material iónico, como el cloruro de sodio.

De acuerdo a los autores CUSTODIO, E, y LLAMAS, M., definen a la conductividad como la capacidad del agua para conducir electricidad y la resistividad eléctrica se define analógicamente como el inverso de la conductividad. Las unidades son microsiemens por centímetro ($\mu\text{S/cm}$) para la conductividad, y para la resistividad Ohmio-m (O-m). La variación de temperatura modifica notablemente la conductividad, para disoluciones diluidas se estima que el aumento de temperatura en 1° C se traduce en un aumento aproximado del 2% en la conductividad.

En estudios de agua que se realizaron en la zona, no se hizo en ningún caso, sobre éste parámetro, no existiendo punto de comparación con otros trabajos de la zona, basándose el resultado de acuerdo a las normas legales, teniendo una actividad conductiva baja las aguas de la laguna de Yarinacocha.

4.2.2. Solidos Disueltos Totales (SDT).

Según los resultados, consignados en la Tabla N° 11 y la Figura N° 9, el Sector N° 1 y el Sector N° 2 tienen 347 mg/L y el Sector 3 tiene 228 mg/L y el LMP según EPA (6) y la DIGESA (3) y los Anexos

Nº 1 y 3 es de 1000 mg/L, es decir tienen un contenido bajo de sólidos disueltos totales, porque no superan en ningún sector de la laguna el LMP.

Para CUSTODIO, E. y LLAMAS, M. (2), los sólidos disueltos totales, es la cantidad de sólidos disueltos en el agua. Está relacionada con la conductividad eléctrica mediante la fórmula $TDS = C.E. (mmhos/cm) \times 700; mg/L$, para considerarse TDS, las sustancias deben ser lo suficientemente pequeñas como para pasar una criba o filtración del tamaño de 2 micras. La medida TDS tiene como principal aplicación el estudio de la calidad del agua de los ríos, lagos y arroyos. Aunque el TDS no tiene la consideración de contaminante grave, es un indicador de las características del agua y de la presencia de contaminantes químicos, es decir, de la composición química y concentración en sales y otras del agua.

En estudio realizado por GUERRERO SANTANA, E.M. (16) sobre tratamiento de aguas residuales en unas lagunas del Distrito de Manantay, en Pucallpa, encontraron que los sólidos disueltos totales tienen un promedio de 292.95 mg/L, con un máximo de 342 mg/L y un mínimo de 253.6 mg/L, el cual también se considera por debajo del LMP, estos resultados son similares al registrado en la laguna de Yarinacocha en el presente trabajo, es decir las aguas de lagunas de la zona de Pucallpa en la región Ucayali tiene un contenido bajo de sólidos disueltos totales con respecto al LMP que indican las normas respectivas, considerando no contaminadas por los sólidos disueltos.

4.2.3. Turbiedad.

Para CUSTODIO, E. y LLAMAS, M. (2), la turbiedad o turbidez, es la dificultad del agua para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, coloidales o muy finos que se presentan principalmente en aguas superficiales. Son difíciles de decantar y filtrar, y pueden dar lugar a la formación de depósitos en las conducciones de agua, equipos de proceso y otros. La medición se hace por comparación con la turbidez inducida por diversas sustancias. La medición en ppm de SiO₂ fue la más utilizada, pero, existen diferencias en los valores obtenidos según la sílice y la técnica

empleada por un laboratorio u otro. Las aguas superficiales pueden alcanzar varias decenas de ppm. Las aguas con 1 ppm son aguas muy transparentes y permiten ver a través de él hasta profundidades de 4 a 5 metros.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, se muestran en la Tabla N° 11 y la Figura N° 10, los 3 sectores estudiados (1, 2 y 3) de la laguna Yarinacocha tienen una turbiedad de 51 UNT, el cual supera ampliamente al LMP que según la EPA (6), Anexo N° 1, varía entre 0.5 a 1.0 UNT de turbiedad y según la DIGESA (3) Y Anexo N° 3, el LMP es de 5 UNT.

Los resultados obtenidos son similares a los obtenidos por GUERREO SANTANA, E.M. (16) trabajo realizado en una laguna pequeña de Manantay en Pucallpa, que obtiene un promedio de 91.25 UNT, un máximo de 278 UNT y un mínimo de 23.4 UNT de turbiedad, el cual también es alto con respecto al LMP.

4.2.4. pH

Según los autores CUSTODIO, E y LLAMAS, M. (2), pH, es el logaritmo negativo de la concentración de iones hidrógeno ($\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$). El pH de una solución es la medida de su acidez o más exactamente, una medida de las concentraciones de iones hidrógeno (H^+) en la solución. Juega un papel importante en muchos procesos químicos y biológicos de las aguas, como el equilibrio de carbonatos, procesos redox, solubilidad de metales pesados entre otros.

El resultado obtenido en el presente trabajo se muestra en la Tabla N° 11 y la Figura N° 11, donde el Sector 1 y el Sector 2 tienen un pH de 7.38 y el Sector 3 de 7.70, siendo el LMP según la EPA (6) y el Anexo N° 1 y la DIGESA (3) y Anexo N° 3, de 6.5 a 8.5, el cual indica que el pH de la laguna de Yarinacocha está dentro el límite normal aceptable por las normas legales, cuyos datos indican un pH ligeramente alcalino.

El resultado obtenido coincide con el resultado de GUERRERO SANTANA, E.M. (16), que obtuvo un pH promedio de 8.7, que está dentro los límites permisibles de acuerdo a las normas. Los otros

trabajos sobre calidad de aguas en Pucallpa no reportan datos sobre éste parámetro, por lo que no se tienen más puntos de comparación.

4.2.5. Temperatura.

La temperatura, según los autores CUSTODIO, E. y LLAMAS, M. (2) es el potencial calorífico en grados Celsius de un medio o cuerpo.

En el caso de aguas superficiales las normas como la EPA (6), la DIGESA (3), la Ley General de Aguas (19), no indican un límite permisible, por lo que los resultados son la característica propia del agua estudiada.

En el caso del presente trabajo que se muestra en la Tabla N° 11 y la Figura N° 12, muestran que el sector 1 y el Sector 2 tienen 27.7 °C y el Sector 3 tiene 27.6 °C.

En el estudio realizado por GUERRERO SANTANA, E.M. (16), la temperatura promedio que registra es de 29.01 °C, con un mínimo de 27.8 °C y un máximo de 30.8 °C, el cual indica que las aguas estudiadas por ésta autora, son lagunas más pequeñas y por lo tanto con masas de agua más pocas comparadas con las agua de la laguna Yarinacocha, que tiene un nivel de temperatura más bajo, pero que son temperaturas normales, porque son aguas de zonas tropicales.

4.3. ANÁLISIS QUÍMICO (METALES PESADOS)

El resultado de análisis químico de los metales, que fueron 32 en total se presentan en dos tablas, la Tabla N° 12 y la Tabla N° 13, el cual se hará la discusión del resultado por cada elemento o metal estudiado.

Sobre los metales pesados, los autores MOORE, J. Y RAMMAOORTHY, S. (20) caracterizan a los metales pesados, como componentes del agua en la siguiente forma:

Los metales pesados son el grupo de elementos químicos que tienen una densidad relativamente alta y se caracterizan por su toxicidad en concentraciones bajas. Entre éste grupo se incluyen el mercurio (Hg), el aluminio (Al), cadmio (Cd), cobre (Cu), litio (Li), manganeso (Mn), níquel (Ni),

arsénico (As), cromo (Cr), plomo Pb), y zinc (Zn). Estos elementos son componentes naturales de la corteza terrestre, no se degradan o destruyen. En pequeñas concentraciones son incorporados por las plantas y animales.

La ingesta de los animales se hace a través de los alimentos, agua potable y el aire. Algunos de estos metales son esenciales para el metabolismo celular. Sin embargo, en concentraciones altas pueden conducir al envenenamiento. Ejemplo de ellos son el cobre, selenio, cinc, entre otros.

De acuerdo a los resultados obtenidos, las aguas de la laguna Yarinacocha, contiene la mayoría de los 32 elementos estudiados, y a continuación se realiza el análisis y discusión de cada uno de ellos.

4.3.1 El Silicio (Si)

Según los resultados que se muestra en la Tabla N° 12 y la Figura N° 13, en el Sector 1 tiene 11.0 mg/l, el Sector 2 tiene 6.99 mg/L y el Sector 3 tiene 7.10 mg/L, resultados considerados bajos de acuerdo al LMP, que según la Ley general de Aguas (19) y el Anexo N° 7, es de 100 mg/L.

Según la web (7), el silicio cuyo símbolo es Si, número atómico 14 y peso atómico 28.086. El silicio es el elemento electropositivo más abundante de la corteza terrestre. Es un metaloide con marcado lustre metálico y sumamente quebradizo. Por lo regular, es tetravalente en sus compuestos, aunque algunas veces es divalente, y es netamente electropositivo en su comportamiento químico.

La misma fuente (7) indica sobre los efectos del Silicio sobre la salud, indicando que el silicio elemental es un material inerte, que parece carecer de la propiedad de causar fibrosis en el tejido pulmonar. Sin embargo, se han documentado lesiones pulmonares leves en animales de laboratorio sometidos a inyecciones intratraqueales de polvo de silicio. El polvo de silicio tiene pocos efectos adversos sobre los pulmones y no parece producir enfermedades orgánicas significativas o efectos tóxicos cuando las exposiciones se mantienen por debajo de los límites de exposición recomendados. El silicio puede tener efectos crónicos en la respiración.

Los demás trabajos sobre estudio de contaminación de aguas en Ucayali, no reportan datos sobre el silicio, como tal no se tiene punto de comparación de los resultados de éste trabajo con otros trabajos sobre el silicio, pero con el resultado del presente trabajo se puede decir que la laguna de Yarinacocha, no está contaminado con silicio en ningún sector.

4.3.2. El Mercurio (Hg)

De acuerdo al resultado del análisis, el cual se indica en la Tabla N° 12 y en la Figura N° 14, el Sector 1 contiene 0.0006 mg/L, el sector 2 y 3 contienen 0.0001 mg/L, y según el LMP de acuerdo a la DIGESA (3) y el Anexo N° 4 es de 0.001 mg/L, considerando el contenido de éste metal en las aguas de la laguna de Yarinacocha muy bajo, tal como lo especifica las normas legales indicadas.

Según la web (8), el mercurio es un elemento químico muy importante en la naturaleza, su símbolo es Hg, número atómico 80, su estudio se basa sobre todo porque es un elemento tóxico para los animales y el hombre, siendo la principal fuente el agua potable, pues los compuestos de mercurio inorgánico son las principales formas de mercurio en el agua potable, en cambio las formas orgánicas de compuestos de mercurio son poco frecuentes en el agua potable, un exceso de mercurio en el ser humano daños graves al cerebro, sistema nervioso y los riñones. Como metal el mercurio es un metal brillante de color blanco y tiene una amplia variedad de usos, se usa en los termómetros y se puede combinar con facilidad para formar compuestos orgánicos e inorgánicos, se usa en lámparas fluorescentes y en los empastes dentales.

En estudios de aguas superficiales realizados en Pucallpa y otros lugares de la Selva Amazónica, no reportan estudios sobre mercurio, por lo que no se tiene un punto de comparación, basándonos solamente en los resultados del presente trabajo, que las aguas de la laguna Yarinacocha no están contaminadas de éste metal.

4.3.3. El Aluminio (Al)

De acuerdo al resultado obtenido del análisis de las aguas de la laguna Yarinacocha, que se indica en la Tabla N° 12 y Figura N° 15, el aluminio en el Sector 1 tiene un contenido de 0.593 mg/L, en el Sector 2 tiene 0.173 mg/L y en el Sector 3 tiene 0.491 mg/L y el LMP según los estándares es de 0.2 mg/L indicado por la EPA (6), Anexo N° 1, por la DIGESA (3), Anexo N° 3, lo que indica que los Sectores 1 y 3 están contaminados de aluminio y el Sector 2, no presenta contaminación, aunque el resultado de 0.173 mg/L está casi en el límite de la contaminación.

El aluminio es un elemento, según el autor de la web (9) es un elemento químico, de símbolo Al y número atómico 13. Se trata de un metal no ferromagnético. Es el tercer elemento más común encontrado en la corteza terrestre. Los compuestos de aluminio forman el 8 % de la corteza de la tierra y se encuentran presentes en la mayoría de las rocas, de la vegetación y de los animales. En estado natural se encuentra en muchos silicatos (feldespatos, plagioclasas y micas). Como metal se extrae únicamente del mineral conocido con el nombre de bauxita, por transformación primero en alúmina mediante el proceso Bayer y a continuación en aluminio metálico mediante electrólisis.

En estudio realizado en pozos de agua en las comunidades adyacentes al vertedero de la ciudad de Pucallpa, por SALVADOR AGURTO, M.J. y SANDOVAL MENDOZA, L.L. (22), indican en una de sus conclusiones, la concentración de aluminio en los pozos muestreados sobrepasan los rangos establecidos en el Reglamento de la Calidad de Agua para consumo humano (D.S. N° 031-2010-SA), hay que realizar mayor número de mediciones de éste parámetro, ya que altas concentraciones de aluminio producen enfermedades como el mal de Alzheimer, que generan daños irreversibles en el cerebro humano. El resultado obtenido es similar en cuanto a la contaminación por aluminio en éste tipo de aguas, aunque no necesariamente sean aguas superficiales, es decir las

aguas de la laguna Yarinacocha y otras aguas de la zona de Pucallpa están contaminadas de aluminio.

4.3.4. El Arsénico (As)

El resultado del análisis de éste elemento se muestra en la Tabla N° 12 y la Figura N° 16, donde el Sector 1 tiene un contenido de 0.028 mg/L, el Sector 2 tiene un contenido de 0.013 mg/L y el Sector 3 tiene un contenido de 0.010 mg/L, cantidades que sobrepasan el LMP que según la DIGESA (3) y el Anexo N° 4 es de 0.010 mg/L, por lo que se puede considerar las aguas de la laguna Yarinacocha ligeramente contaminadas de arsénico, sólo el Sector 3 está en el límite permisible , pero ya se puede considerar dentro del rango de contaminado por éste elemento.

Con respecto al arsénico, la OMS a través de la web (10), manifiesta

Que el arsénico es un elemento natural de la corteza terrestre; de símbolo As y número atómico 33, ampliamente distribuido en todo el medio ambiente, está presente en el aire, el agua y la tierra. En su forma inorgánica es muy tóxico.

La exposición a altos niveles de arsénico inorgánico puede deberse a diversas causas, como el consumo de agua contaminada o su uso para la preparación de comidas, para el riego de cultivos alimentarios y para procesos industriales, así como al consumo de tabaco y de alimentos contaminados.

La exposición prolongada al arsénico inorgánico, principalmente a través del consumo de agua contaminada o comida preparada con esta y cultivos alimentarios regados con agua rica en arsénico puede causar intoxicación crónica. Los efectos más característicos son la aparición de lesiones cutáneas y cáncer de piel. La intervención más importante en las comunidades afectadas consiste en prevenir que se prolongue la exposición al arsénico implantando un sistema seguro de abastecimiento de agua potable.

Los estudios de aguas superficiales de la zona de Pucallpa, no reportan resultados de éste elemento, pero el resultado del presente trabajo es una alerta para indicar que el arsénico es un elemento que está presente en las aguas de la laguna Yarinacocha por encima de los límites

4.3.5. El Bario (Ba)

Con respecto al elemento bario, los resultados que se muestran en la Tabla N° 12 y la Figura N° 17, indican que el Sector 1 tiene un contenido de 0.165 mg/L, el Sector 2 tiene un contenido de 0.077 mg/L y el Sector 3 tiene un contenido de 0.083 mg/L, cantidades que están por debajo del LMP, según la DIGESA (3) y el Anexo N° 4 es de 0.700 mg/L, por lo que no se considera contaminada las aguas de la laguna Yarinacocha con éste elemento.

De acuerdo a los autores, la web (9), el bario es un elemento químico cuyo símbolo es Ba, número atómico 56, su principal mena es la baritina y el mineral más común es la barita o sulfato de bario ($BaSO_4$), es un elemento alcalinotérreo y es el 18° elemento más común de la corteza terrestre, reacciona con el cobre y se oxida fácilmente con el agua, es muy reactivo y como tal no existe en forma libre en la naturaleza, aunque existe en forma de férricos o azufres no solubles en agua y a algunos de sus compuestos se les considera hasta diamantes.

No se tiene más reportes de estudio de éste elemento en aguas superficiales en la zona de Ucayali, pero con estudio que se hizo en el presente trabajo, es un indicativo para decir que las aguas de la laguna Yarinacocha no se encuentran contaminadas de éste elemento.

4.3.6. El Boro (B)

El resultado de estudio que se hizo de éste elemento y se muestra en la Tabla N° 12 y la Figura N° 18, el Sector 1 contiene 0.184 mg/L, el Sector 2 contiene 0.117 mg/L y el Sector 3 contiene 0.0965 mg/L y según el LMP que indica la DIGESA (3) y el Anexo N° 4 es de 1.500 mg/L, es decir las cantidades reportadas en los tres sectores de la laguna Yarinacocha se encuentran por debajo del LMP, por lo que se

puede indicar que las aguas de la laguna Yarinacocha no se encuentran contaminadas con éste elemento.

Según la Web (9) el boro es un elemento químico de símbolo B y su número atómico es 5, se le considera como un elemento metaloide, semiconductor y existe en la naturaleza en abundancia en el mineral denominado bórax, es decir no se encuentra en forma libre como boro, como metal ya obtenido se utiliza en la industria del vidrio por ejemplo, los vidrios denominados pirex, esmaltes, principalmente de utensilios de cocina, también se utiliza para obtener aceros especiales de gran resistencia al impacto y otras aleaciones.

Como indican los autores el boro es un elemento que no se encuentra libre en la naturaleza, y lo que reporta el presente trabajo, las aguas de la laguna Yarinacocha no se encuentran contaminadas con éste elemento.

4.3.7. El calcio (Ca)

De acuerdo al resultado que se muestra en la Tabla N° 12 y la Figura N° 19, el Sector 1 contiene 73.88 mg/L, el Sector 2 contiene 49.04 mg/L y el sector 3 contiene 47.59 mg/L, lo que indica que el Sector 1 contiene en mayor cantidad éste elemento, seguido del Sector 2 y el Sector 3, entre el Sector 2 y 3 están casi al mismo nivel. De acuerdo al estándar permitido, éste elemento se encuentra por debajo del LMP, que según la Ley general de Aguas (19) y el Anexo N° 7, es de 200.0 mg/L, encontrándose los resultados obtenidos en el presente trabajo, por debajo del LMP, indicándose que no hay contaminación de calcio en las aguas de la laguna Yarinacocha.

El resultado obtenido en el presente trabajo concuerda con el obtenido por SALVADOR AGURTO, M.J. y SANDOVAL MENDOZA, L.L. (22), aunque el trabajo es de agua de pozos es decir provienen de aguas subterráneas, pero está relacionado al estudio de aguas en la zona de Ucayali, en una de sus conclusiones indican, que las concentraciones de los metales pesados (con excepción de Al) no superan los valores

máximos admitidos por el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano del D.S. N° 031-2010- SA.

Sobre el calcio, la web (9) menciona que es un elemento químico cuyo símbolo es Ca y de número atómico 20, es un metal suave grisáceo y es el quinto metal más abundante en la corteza terrestre y constituye el ion más abundante que se encuentra disuelto en el agua de mar, tanto por su molaridad y masa, después del sodio, cloruros, magnesio y sulfatos.

Se encuentra en los organismos como ion calcio (Ca^{2+}) o formando parte de otras moléculas; en algunos seres vivos se halla precipitado en forma de esqueleto interno o externo, los iones de calcio actúan de cofactor en muchas reacciones enzimáticas, intervienen en el metabolismo del glucógeno, y junto al potasio y el sodio regulan la contracción muscular, el porcentaje de calcio en los organismos depende de las especies y en promedio se considera un 2.45 % en conjunto de los seres vivos y en los vegetales representa el 0,007%.

Es un metal alcalino, arde con llama roja formando el óxido de calcio y reacciona violentamente con el agua en su estado de metal para formar el hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$ desprendiendo hidrógeno.

CUSTODIO, E. y LLAMAS, M. (2), manifiestan sobre el Calcio (Ca^{+2}): Suele ser el catión principal en la mayoría de las aguas naturales debido a su amplia distribución en rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas. En rocas ígneas aparece como constituyente esencial de los silicatos, especialmente en el grupo de las plagioclasas. Las concentraciones de calcio en agua dulce varía de 10 a 250 mgL^{-1} y puede llegar hasta 600 mgL^{-1} en aguas con alto contenido de selenio; en el agua de mar lo normal es 400 mgL^{-1} excepcionalmente 50,000 mgL^{-1} en salmueras de Cl_2Ca . Su solubilidad en solución depende del equilibrio de CO_2 — CO_3H^- — CO_3^{2-} que se ve afectado por el intercambio iónico y puede llegar a precipitarse con facilidad como carbonato de calcio.

Con respecto a la contaminación, las aguas de la laguna Yarinacocha, no superan los LMP, por lo que se indica que no hay contaminación de las aguas por éste elemento.

4.3.8. El Cobre (Cu)

Con respecto al elemento cobre, los resultados se consignan en la Tabla N° 12 y la Figura N° 20, el Sector 1 tiene un contenido de 0.008 mg/L, el sector 2 no reporta contenido (ND) y el Sector 3 tiene un contenido de 0.006 mg/L y según el LMP la EPA (6) y Anexo N° 1, indica como LMP 1.0 mg/L y la DIGESA (3) y el Anexo N° 3 indica como LMP 2.0 mg/L, para cualquiera de las dos normas, el contenido de cobre en todos los sectores es mínimo.

Los estudios de aguas superficiales que se hicieron en la región Ucayali o la Amazonía, no reportan estudios sobre éste parámetro, como tal, no se puede realizar una comparación con otros estudios realizados en la zona, salvo el indicado en el elemento calcio, en pozos de agua o sea aguas subterráneas, donde concluyen que no hay contaminación por metales pesados.

Según los autores, indicados por la Web (9) el cobre es un elemento químico de símbolo Cu y número atómico 29, es un metal de transición de color rojizo y brillo metálico, junto con la plata y el oro, forman parte de la familia, llamada del cobre, una de sus características, es uno de los mejores conductores de la electricidad y gracias a su alta conductividad eléctrica, maleabilidad y ductilidad se ha convertido en el material más utilizado para fabricar cables eléctricos y artefactos eléctricos.

El cobre posee un importante papel biológico en el proceso de fotosíntesis de las plantas, aunque no forma parte de la composición de la clorofila. El cobre contribuye a la formación de glóbulos rojos y al mantenimiento de los vasos sanguíneos, nervios, sistema inmunitario y huesos y por tanto es un oligoelemento esencial para los seres humanos.

Es un elemento que se encuentra en una gran cantidad de alimentos habituales de la dieta tales como ostras, mariscos, legumbres, vísceras y nueces entre otros, además del agua potable y como tal es muy difícil que se produzca una deficiencia de éste elemento en el organismo.

Se le considera el tercer metal más utilizado en el mundo después del hierro y del aluminio.

Según el resultado de análisis del presente trabajo, se indica que las aguas de la laguna Yarinacocha no tienen contaminación de éste elemento, existiendo cantidades mínimas por debajo del límite permisible.

4.3.9. El Estroncio (Sr)

El resultado del análisis de éste metal se muestra en la Tabla N° 12 y la Figura N° 21, donde el Sector 1 contiene 0.4098 mg/L, el Sector 2 contiene 0.2687 mg/L y el Sector 3 contiene 0.2444 mg/L, resultados por debajo del LMP que según la Ley General de Aguas (19) y el Anexo N° 7, el LMP es de 2.0 mg/L; el sector 1 tiene mayor contenido, y el Sector 2 y 3 tienen casi similar contenido de estroncio, pero en todos los casos están por debajo del LMP.

Según la página Web (9), el estroncio es un elemento químico de símbolo Sr y número atómico 38, es un metal blando de color plateado brillante que rápidamente se oxida en presencia del aire tornándose amarillento por la formación de óxido, por su alta reactividad se encuentra en la naturaleza combinado con otros elementos formando compuestos, reacciona rápidamente con el agua liberando hidrógeno molecular para formar el hidróxido de estroncio, el estroncio ayuda a la ciencia forense.

No hay estudios de éste elemento en los diferentes estudios de aguas superficiales que se realizaron en la zona o en la Amazonía, los resultados del presente trabajo sirven como referencia sobre contaminación de aguas superficiales en Pucallpa, específicamente de la laguna Yarinacocha, que no presenta contaminación por éste elemento.

4.3.10. Estaño (Sn)

Los resultados de análisis de éste elemento se muestra en la Tabla N° 12 y la Figura N° 21, con los siguientes datos: en el Sector 1 no reporta existencia de éste elemento (ND), el Sector 2 tampoco reporta

existencia de éste elemento (ND), en el Sector 3 se reporta la cantidad de 0.005 mg/L, siendo el LMP de acuerdo a la Ley general de Aguas (19) y el Anexo N° 7, el LMP del estaño es de 2.0 mg/L, con lo que queda indicado que en las aguas de la laguna Yarinacocha no hay presencia de éste elemento, salvo en el Sector 3 en cantidad insignificante.

Según los autores indicado en la Web (9) el estaño es un elemento químico de símbolo Sn y número atómico 50, es un metal plateado, maleable, que se oxida fácilmente a temperatura de ambiente, cambiando de color a un gris más opaco y resistente a la corrosión, se encuentra en muchas aleaciones y se utiliza en la industria para recubrir otros metales protegiéndoles de la corrosión..

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo, se indica que el estaño no está presente en la laguna Yarinacocha y por lo tanto no hay contaminación de las aguas por este elemento.

4.3.11. El Hierro (Fe)

El resultado de análisis del hierro se indica en la Tabla N° 13 y en la Figura N° 23 , indicando que en el sector 1 el contenido es de 2.158 mg/L, en el Sector 2 el contenido es de 0.255 mg/L y en el Sector 3 el contenido es de 0.9758 mg/L y según el estándar permitido de acuerdo a la EPA (6) y Anexo N° 1 y la DIGESA (3), Anexo N° 3, el LMP es de 0.3 mg/L. Según éste resultado en el Sector 1 sobrepasa el contenido de hierro al LMP, en el Sector 2 es casi en el nivel del LMP y en el Sector 3 también supera al LMP.

Según la Web (9) el hierro o fierro es un elemento químico de símbolo Fe, de número atómico 26. Este metal es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre, representando un 5 % y, como metal sólo el aluminio es el más abundante, pero en masa planetaria representa el 70 %, ya que el núcleo de la tierra está formado por éste elemento en esa proporción. Es un metal maleable, de color gris plateado y presenta propiedades magnéticas; es ferro magnético a temperatura ambiente y presión atmosférica. Es extremadamente duro y denso. Se encuentra en la naturaleza formando parte de numerosos

minerales, entre ellos muchos óxidos, y raramente se encuentra libre y también en los suelos, que cuando se oxidan dan la coloración rojo característico de ciertas arcillas, denominándose arcillas rojas o tierras rojas. En los animales y en el ser humano se encuentra componiendo la sangre, siendo los glóbulos rojos y la hemoglobina, que tienen en su composición el elemento hierro, por lo que los trastornos de anemia en los humanos por la baja cantidad de glóbulos rojos, la ciencia médica corrige con adición de medicamentos a base de hierro.

Según los autores CUSTODIO, E. y LLAMAS, M. (2) el Hierro (Fe^{+3}): Originado por la disolución de silicatos ferríferos, rocas sedimentarias, sulfuros y óxidos de hierro, algunas veces puede proceder del entubado de pozos. La concentración de éste elemento en el agua está controlada por procesos de equilibrio químico como oxidación-reducción, precipitación, disolución de hidróxidos, carbonatos y sulfuros. Las concentraciones de hierro oscilan entre 1 y 10 mgL^{-1} aunque en aguas con pH entre 6 y 8 llega a presentar concentraciones de 50 mgL^{-1} . Cuando los bicarbonatos se encuentran por debajo de 61.0 mgL^{-1} , lo normal es que se encuentre en concentraciones inferiores a 0.1 mgL^{-1} .

Según el resultado obtenido se indica que el sector 1 tiene alta contaminación de hierro, y en Sector 2 está casi al límite permisible y en el Sector 3 también supera al límite permisible, se puede deducir que la presencia de hierro por encima del LMP en casi toda la laguna se debe al arrastre por los efluentes tributarios que tiene la laguna y la erosión de los suelos adyacentes por las lluvias, ya que los suelos de la zona de Pucallpa y la Región Ucayali en general son suelos arcillosos con buen contenido de hierro, dando la característica de suelos rojos, según lo que indica autores CUSTODIO Y LLAMAS (2) y la web (9).

4.3.12. El Fósforo (P)

El resultado de análisis del elemento fósforo, se indica en la Tabla N° 13 y en la Figura N° 24, donde el contenido en el Sector 1 es de 0.42 mg/L , en el Sector 2 es de 0.12 mg/L y en el Sector 3 es de 0.18 mg/L , siendo el LMP según las normas sobre contenido en el agua de acuerdo a la Ley General de Aguas (19) y el Anexo N° 7 el LMP es de 15.0

mg/L., lo que indica que el contenido de fósforo en los 3 sectores de la laguna Yarinacocha es bien bajo con respecto al LMP.

Según la Web (7), el fósforo es un elemento químico cuyo símbolo es P, número atómico 15, peso atómico 30.9738, es un elemento que forma la base de gran cantidad de compuestos, de los cuales los más importantes son los llamados fosfatos. En todas las formas de vida, los fosfatos desempeñan un papel esencial en los procesos de transferencia de energía, como el metabolismo, la fotosíntesis, la función nerviosa y la acción muscular. Los ácidos nucleicos, que entre otras cosas forman el material hereditario (los cromosomas), son fosfatos, así como cierto número de coenzimas. Los esqueletos de los animales están formados por fosfato de calcio, como tal todos los seres vivientes, especialmente las plantas necesitan fósforo para crecer y desarrollarse, por lo que se tiene que aplicar el fósforo a los campos agrícolas donde se siembra un cultivo, Estados Unidos emplea casi las tres cuartas partes del fósforo total como fertilizante de los suelos agrícolas.

Los trabajos realizados sobre aguas tanto de la laguna Yarinacocha y otras aguas de la zona, no reportan estudio de éste elemento, como tal no se pueden comparar los resultados obtenidos, basándonos en el resultado de éste trabajo, se indica que la laguna Yarinacocha no está contaminada con éste elemento.

4.3.13. El Litio (Li)

Los resultados de análisis del litio se indica en la Tabla N° 13 y en la Figura N° 25, y según la tabla se tiene en el Sector 1 un contenido de 0.007 mg/L, en el Sector 2 un contenido de 0.005 mg/L y en el Sector 3 un contenido de 0.005 mg/L y el LMP de acuerdo a la norma indicada en la Ley general de Aguas (19) y el Anexo N° 7, el LMP es 2.5 mg/L, observando que en los 3 sectores de la laguna Yarinacocha el contenido de litio es bien bajo con respecto al LMP.

Según los autores indicado en la Web (7) el litio es un elemento químico con símbolo Li, número atómico 3 y en su forma pura, es

un metal blando, de color blanco plata, que se oxida rápidamente en aire o agua, es uno de los elementos químicos sólidos más ligeros y se usa principalmente en aleaciones conductoras de calor y al igual que los demás metales alcalinos es univalente, muy reactivo, por lo que no se encuentra libre en la naturaleza.

En los estudios de agua de la laguna Yarinacocha y otras aguas superficiales de la zona, no se reportan estudios con éste parámetro, y con el resultado obtenido en el presente trabajo se indica que la laguna Yarinacocha no se encuentra contaminada con éste elemento, porque los contenidos en los 3 sectores, es por debajo del límite permisible.

4.3.14. El Magnesio (Mg)

El resultado del análisis del magnesio se presenta en la Tabla N° 13 y la Figura N° 26, siendo en el Sector 1 el contenido de 10.75 mg/L, en el Sector 2 el contenido es de 6.348 mg/L y en el Sector 3 el contenido es de 5.859 mg/L, cantidades que están por debajo de LMP que según la Ley General de Aguas (19) y el Anexo N° 7 es de 150 mg/L, siendo los contenidos de magnesio en los 3 sectores muy por debajo del límite permisible.

Según los autores, indicados en la Web (9) el magnesio es el elemento químico de símbolo Mg y número atómico 12, es el séptimo elemento en abundancia y constituye el 2 % de la corteza terrestre y el tercero más abundante disuelto en el agua de mar. El ion magnesio es esencial para todas las células vivas y en los vegetales es parte componente de la clorofila, como metal puro no se encuentra en la naturaleza y una vez producido a partir de sales de magnesio, el metal alcalino-térreo es utilizado como un elemento de aleación. El magnesio no se encuentra en la naturaleza en estado libre (como metal), sino que forma parte de numerosos compuestos, en su mayoría óxidos y sales; es insoluble. El magnesio elemental es un metal liviano, medianamente fuerte, color blanco plateado. En contacto con el aire se vuelve menos lustroso, aunque a diferencia de otros metales alcalinos no necesita ser almacenado en ambientes libres de oxígeno, ya que está protegido por una fina capa de óxido, la cual es bastante impermeable y difícil de

sacar, en la medicina humana es utilizado como hidróxido de magnesio o leche de magnesia para el tratamiento de ciertas enfermedades.

Y de acuerdo a otros autores como CUSTODIO, E. y LLAMAS, M. (2) el Magnesio (Mg^{+2}), es un elemento menos abundante que el calcio en aguas naturales, procede de la disolución de rocas carbonatadas (dolomitas y calizas dolomíticas), evaporitas, y de la alteración de silicatos magnésicos y ferro magnesianos. Los procesos de intercambio iónico influyen también en las concentraciones de Mg^{+2} en aguas subterráneas. En aguas dulces naturales el contenido en ion Mg^{+2} no suele sobrepasar de 40 mgL^{-1} ; en terrenos calcáreos pueden sobrepasar a veces de 100 mgL^{-1} , y en terrenos evaporíticos pueden alcanzar valores de $1,000\text{ mgL}^{-1}$.

Los trabajos de análisis de aguas en la zona, no reportan estudios de éste elemento, por lo que no se puede hacer comparaciones de los resultados obtenidos.

Con el resultado obtenido en el presente trabajo se indica que las aguas de la laguna Yarinacocha, contienen éste elemento en los 3 sectores pero en bajas concentraciones del LMP, es decir no se considera contaminado el agua de la laguna Yarinacocha por éste elemento.

4.3.15. El Manganeso (Mn)

Los resultados de análisis del manganeso se indican en la Tabla N° 13 y la Figura N° 27, mostrando que en el Sector 1 el contenido es de 0.898 mg/L , en el Sector 2 el contenido es de 0.060 mg/L y en el Sector 3 el contenido es de 0.178 mg/L , siendo LMP de 0.4 mg/L según la EPA (6) y el Anexo N° 1, es de 0.05 mg/L , de acuerdo a éste resultado se indica que el manganeso se encuentra en las aguas de la laguna Yarinacocha, en concentraciones superiores al LMP, siendo en el Sector 1 el de mayor concentración, en el Sector 2 es casi en el límite permisible y en el Sector 3 es alto la concentración de éste elemento.

Según los autores indicados en la Web (9), es un elemento químico de símbolo Mn, número atómico 25, se encuentra como elemento libre en la naturaleza y generalmente combinado con el hierro y otros

minerales, como elemento libre se utiliza con aleación de metales industriales de importantes usos sobre todo en los aceros inoxidables.

El elemento es un mineral traza esencial para todos los seres vivos conocidos. En cantidades mayores, y al parecer con una actividad mucho mayor por la inhalación, el manganeso puede causar un síndrome de intoxicación en los mamíferos, con daños neurológicos que a veces son irreversibles. No se reportan estudios sobre éste elemento en la zona en aguas superficiales, para tener un punto de comparación, pero con los resultados obtenidos, se indica que las aguas de la laguna Yarinacocha, tienen contenido de manganeso en los 3 sectores con niveles de contaminación de acuerdo a los estándares de Límites Máximos Permisibles.

4.3.16. El Molibdeno (Mo)

El estudio del molibdeno se reporta el resultado en la Tabla N° 13 y la Figura N° 28, siendo el contenido en el Sector 1 de 0.002 mg/L, en el sector 2 el contenido es insignificante reportándose como ND, de igual forma en el Sector 3 también se indica como ND y de acuerdo al LMP indicado por la DIGESA (19) y Anexo N° 4, el LMP del molibdeno es de 0.07 mg/L, por lo que se muestra que éste elemento casi no se encuentra presente en las aguas de la laguna de Yarinacocha.

Según la Web (7), el molibdeno es un elemento químico cuyo símbolo es Mo, con número atómico 42 y peso atómico 95.94; se le considera como uno de los elementos de transición. Metal gris plateado con una densidad de 10.2 g/cm³ (5907 oz/in³), se funde a 2610°C (4730°F).

El molibdeno se encuentra en muchas partes del mundo, y la mayor parte del molibdeno proviene de minas, donde su recuperación es el objetivo primario de la operación minera, el resto se obtiene como sub producto de las operaciones del beneficio del cobre. En cuanto a los efectos sobre la salud, los autores mencionan que en experimentos realizados en animales, el molibdeno es un compuesto altamente tóxico y se han encontrado signos de la enfermedad denominada gota en trabajadores de fábricas y entre los habitantes de Armenia que es una

zona rica en molibdeno, y en cuanto a efectos ambientales, los autores mencionan que hasta el momento no se han encontrado efectos negativos de éste elemento en el medio ambiente.

No hay estudios en aguas superficiales sobre éste elemento en la zona de Ucayali, para realizar la comparación del caso con los resultados de éste trabajo, pero los datos obtenidos en el presente estudio, nos indican, que el molibdeno casi no se encuentra en las aguas de la laguna Yarinacocha, por lo que se indica que no hay contaminación de las aguas de la laguna Yarinacocha con molibdeno.

4.3.17. El Potasio (K)

Los resultados de análisis del potasio se consignan en la Tabla N° 13 y la Figura N° 29, teniendo en el Sector 1 un contenido de 3.399 mg/L, el Sector 2 tiene un contenido de 3.13 mg/L y el Sector 3 contiene 3.00 mg/L, estas cantidades son por muy debajo del LMP, según la Ley General de Aguas (19) y Anexo N° 7 es de 100 mg/L, por lo que se puede indicar que el potasio se encuentra presente en las aguas de la laguna Yarinacocha, pero en bajas concentraciones con respecto al LMP.

Según los autores, indicados en la Web (9) el potasio es un elemento químico de símbolo K y de número atómico 19, el hombre le daba el nombre de ceniza de las plantas, porque después de quemar las plantas, queda la ceniza que tiene bastante contenido de potasio. Como metal es un metal alcalino de color blanco plateado que abunda en la naturaleza en los elementos relacionados con el agua salada y otros minerales, se oxida rápidamente en el aire, es muy reactivo, especialmente en el agua y se parece químicamente al sodio, se le considera un elemento químico esencial. Es el quinto metal más ligero y liviano; es un sólido blando que se corta con facilidad con un cuchillo, tiene un punto de fusión muy bajo, arde con llama violeta y presenta un color plateado en las superficies expuestas al aire, en cuyo contacto se oxida con rapidez, lo que obliga a almacenarlo recubierto de aceite, con los cloruros y nitratos se emplea como fertilizantes para las plantas. El ion K^+ está presente en los extremos de los cromosomas (en los telómeros) estabilizando la

estructura. Asimismo, el ion hexahidratado (al igual que el correspondiente ion de magnesio) estabiliza la estructura del ADN y del ARN compensando la carga negativa de los grupos fosfato. Las hortalizas como el brócoli, remolacha, berenjena y coliflor y las frutas como los bananos y los frutales de huesos como el albaricoque, melocotón, cereza, ciruela son alimentos ricos en potasio. El descenso del nivel de potasio en la sangre provoca hipopotasemia. Se le considera como un elemento esencial para el crecimiento de las plantas, porque el ion potasio que se encuentra en la mayoría de los suelos, interviene en la respiración de las plantas.

Otros autores como CUSTODIO, E, y LLAMAS, M. (2), indican que el Potasio (K^+) es originado por el ataque a las ortosas y otros silicatos, en ocasiones procede de la contaminación industrial, minera y agrícola. Tiende a fijarse irreversiblemente en procesos de formación de arcillas y en las superficies de minerales con alta capacidad de intercambio iónico. Las concentraciones del ion potasio varían de 0.1 a 10 mgL^{-1} en aguas dulces.

Los demás estudios de aguas superficiales que se realizaron en la zona de Ucayali no reportan datos de análisis sobre elemento, pero con el resultado del presente trabajo se puede indicar que el potasio se encuentra presente en las aguas de la laguna Yarinacocha, pero en niveles por muy debajo del LMP, por lo tanto no se considera a las aguas de la laguna Yarinacocha contaminado de potasio.

4.3.18. El Sodio (Na)

Los resultados de análisis del sodio se reportan en la Tabla N° 13 y la Figura N° 30, donde se indican que el sodio tiene un contenido en el Sector 1 de 15.02 mg/L, en el Sector 2 tiene un contenido de 11.74 mg/L y el Sector 3 tiene un contenido de 11.10 mg/L, siendo el LMP según la DIGESA (3) y Anexo N° 3 de 200 mg/L, indicándose de acuerdo a éste resultado que las aguas de la laguna Yarinacocha contienen sodio pero en concentraciones mínimas, que según las normas para considerarse en niveles de contaminación debe ser superior al LMP.

Según los autores indicados en la Web (7) es sodio es un elemento químico cuyo símbolo es Na de número atómico 11 y peso atómico 22.9898. Se le considera como un metal suave, reactivo de bajo punto de fusión y desde el punto de vista comercial se considera como el metal más importante de los metales alcalinos. Ocupa el sexto lugar en abundancia de todos los elementos de la corteza terrestre, conteniendo el 2.83% de sodio en sus formas combinadas, y en agua de mar es el segundo después del cloro en solución en el agua de mar. Las sales de sodio más importante que se encuentra en la naturaleza son el cloruro de sodio, llamado sal de roca, el carbonato de sodio llamado sosa y trona, el borato de sodio denominado bórax, el nitrato de sodio llamado salitre y el sulfato de sodio, las sales de sodio se encuentran en el mar, lagos salados, lagos alcalinos y manantiales minerales. Sobre los efectos en la salud, los mismos autores indican el sodio es un componente de la comida para dar el sabor necesario y también es necesario para los humanos para mantener el equilibrio de los sistemas de fluidos, también es necesario para mantener el funcionamiento de nervios y músculos, en cambio el exceso de sodio en el cuerpo humano puede dañar a los riñones y posibilidades de tener hipertensión. Con respecto a los efectos ambientales del sodio, los mismos autores manifiestan el sodio no es móvil en su forma sólida, pero absorbe con facilidad la humedad y una vez en forma líquida se filtra con rapidez en el suelo con la posibilidad de contaminar las reservas de agua.

No se reportan estudio del sodio en aguas superficiales de la zona de Ucayali ni en la Amazonía, pero con los resultados del presente trabajo se indica que el sodio está presente en las aguas de la laguna Yarinacocha, pero en concentraciones mínimas, por debajo del LMP, que según las normas es 200 mg/L, por lo tanto podemos indicar que no hay contaminación de sodio en las aguas de la laguna Yarinacocha.

4.3.19. El Titanio (Ti)

Los resultados de análisis del titanio en las aguas de la laguna Yarinacocha se indican en la Tabla N° 13 y la Figura N° 31, indicando

que en el Sector 1 el contenido es de 0.008 mg/L, en el Sector 2 el contenido es de 0.002 mg/L y en el Sector 3 el contenido es de 0.007 mg/L y según las normas indicado en la Ley General de Aguas (19) Anexo N° 7, el LMP es de 20 mg/L, siendo los resultados en los 3 sectores de la laguna Yarinacocha muy por debajo del LMP.

Los autores indicados en la Web (9), el titanio es un elemento químico de símbolo Ti, número atómico 22, es un metal de transición de color gris plata, en aleación es comparado con el acero con el que compite en aplicaciones técnicas, por ser mucho más ligero y resistente a la corrosión, pero mucho más costoso. Es un metal abundante en la naturaleza; se considera que es el cuarto metal estructural más abundante en la superficie terrestre y el noveno en la gama de metales industriales. No se encuentra en estado puro sino en forma de óxidos, en la escoria de ciertos minerales de hierro y en las cenizas de animales y plantas. Se le considera un metal biocompatible por lo que se utiliza en la medicina humana para la fabricación de prótesis e implantes de éste metal.

No hay estudios de éste elemento de su contenido en aguas superficiales, por lo que no se puede comparar el resultado obtenido en el presente trabajo, pero es una referencia para demás estudios sobre aguas, y por los resultados que se tuvo, el titanio está presente en las aguas de la laguna Yarinacocha en los 3 sectores estudiados, pero en cantidades muy por debajo del LMP, por lo que se indica que las aguas de la laguna Yarinacocha no están contaminadas con titanio.

4.3.20. El Vanadio (V)

Los resultados de análisis del vanadio se indica en la Tabla N° 13 y la Figura N° 32 en el cual se indica que en el Sector 1 y el Sector 2, el contenido de vanadio es de 0.002 mg/L y en el Sector 3 es de 0.003 mg/L y el LMP según la Ley general de Aguas (19) y el Anexo N° 7, el LMP es de 0.1 mg/L, de acuerdo a éste resultado se indica que el vanadio está presente en las aguas de la laguna de Yarinacocha en los

3 sectores, pero en cantidades insignificantes, es decir están por debajo del LMP, como indican las normas.

Según los autores indicados en la Web (7), el vanadio es un elemento químico de símbolo V, número atómico 23, peso atómico 50.942, metal que se utilizo en principios en aleaciones con hierro y acero. Varios de los compuestos de vanadio se emplean en la industria química, sobre todo en la fabricación de catalizadores de oxidación, y en la industria cerámica como agentes colorantes. En su forma pura es blando y dúctil, el vanadio como metal retiene muy bien su fuerza a temperaturas elevadas y también resiste muy bien a los ácidos clorhídrico y sulfúrico y resiste el ataque del agua salada aireada mejor que la mayor parte de los aceros inoxidable pero no resiste al ácido nítrico. Sobre los efectos del vanadio en la salud, los mismos autores indican el vanadio se acumula en los seres humanos a través de las comidas como el trigo, semilla de soja, aceite de oliva, aceite de girasol, manzanas y huevos. El Vanadio puede tener un número de efectos sobre la salud humana, cuando la toma es muy alta. Cuando el Vanadio es acumulado a través del aire, puede causar bronquitis y neumonía. Los efectos graves del Vanadio son irritación de pulmones, garganta, ojos y cavidades nasales. En cuanto a los efectos ambientales indican que el vanadio puede encontrarse en el ambiente en las algas, en las plantas, peces, invertebrados y muchas otras especies y causa la inhibición de ciertas enzimas de animales, lo cual tiene varios efectos neurológicos y además puede causar efectos respiratorios, parálisis y efectos en el hígado y los riñones, según menciona el autor.

En la zona no se reportan estudios de aguas superficiales tomando en cuenta el vanadio, por lo que no se puede hacer comparaciones de los resultados obtenidos en el presente trabajo, pero se puede indicar que las aguas de la laguna Yarinacocha contienen vanadio en los 3 sectores estudiados, pero en cantidades que no sobrepasan los límites permisibles según las normas y como tal no hay contaminación de las aguas de la laguna Yarinacocha con vanadio.

4.3.21. El Zinc (Zn)

Los resultados de análisis del zinc se muestran en la Tabla N° 13 y la Figura N° 33, donde se indica que en el sector 1 el contenido es de 0.032 mg/L, en el Sector 2 es de 0.024 mg/L y en el Sector 3 es de 0.047 mg/L y LMP de acuerdo a la EPA (6) y Anexo n° 1 es de 5.0 mg/L y según la DIGESA (3) y Anexo N° 3 es de 3.0 mg/L, lo que indica que éste elemento se encuentra en las aguas de la laguna Yarinacocha, pero en bajas concentraciones, por debajo de los LMP según las normas tanto de la EPA y de la DIGESA.

De acuerdo a los autores indicados en la Web (9) el zinc o cinc es un elemento químico de símbolo Zn y número atómico 30, situado en el grupo 12 de la tabla periódica, es un metal o mineral, presenta cierto parecido con el magnesio y con el cadmio, y se aparta del mercurio por sus propiedades físicas y químicas; se le considera el 23° elemento más abundante de la tierra y una de sus aplicaciones más importantes en la industria es el galvanizado del acero.

No se tienen reportes de estudio del zinc en aguas superficiales en la zona y en la amazonia, por lo que no se puede comparar los resultados obtenidos en el presente trabajo, pero según los resultados se indica que el zinc es un elemento químico que está en las aguas de la laguna Yarinacocha, pero en bajas concentraciones en los 3 sectores estudiados y según los LMP las aguas de la laguna Yarinacocha no están contaminadas con zinc.

4.3.22. Elementos No Detectados (ND): El Antimonio (Sb), el Berilio (Be), el Bismuto (Bi), el Cadmio (Cd), el Cobalto (Co), el Cromo (Cr), el Níquel (Ni), la Plata (Ag), el Plomo (Pb), el Selenio (Se) y el Talio (Tl)

Los elementos indicados que en total son 11 de los 32 estudiados en el presente trabajo, elementos químicos de la naturaleza, pero que en las aguas de la laguna Yarinacocha no se encontró contenido alguno en los 3 sectores y como tal en toda la laguna, y por lo tanto se indica que en las aguas de la laguna Yarinacocha no fueron detectados (ND) el

antimonio, el berilio, el bismuto, el cadmio, el cobalto, el cromo, el níquel, la plata, el plomo, el selenio y el talio, es decir no hay contaminación de éstos elementos en la laguna Yarinacocha.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES.

- 5.1.1. Se logró con los objetivos de determinar los niveles de contaminación microbiológica, las características físico-químicas y los niveles de contaminación con metales pesados de la laguna Yarinacocha.
- 5.1.2. Los niveles de contaminación de coliformes totales en la laguna Yarinacocha es muy alto en los 3 sectores en que se han dividido la laguna para el estudio, siendo el sector 1 de 16,000 NMP/100mL, el Sector 2 con 3,500 NMP/100mL y el Sector 3 con 70 NMP/100 mL, siendo el LMP de <1.8 NMP/100mL
- 5.1.3. Los niveles de contaminación de coliformes termo tolerantes en la laguna Yarinacocha es muy alto en los 3 sectores, siendo el sector 1 con 16,000 NMP/100mL, el Sector 2 con 3,500 NMP/100mL y el Sector 3 con 33 NMP/100mL, siendo el LMP <1.8 NMP/100mL
- 5.1.4. Los sectores 1 y 2 de la laguna Yarinacocha muestran mayor contaminación en coliformes totales y coliformes termo tolerantes que el Sector 3, debido a la influencia urbana y social que tienen estos sectores, como es, puerto fluvial de botes y otras embarcaciones, restaurantes y bares, mercados de abastos, centros de recreación y turismo, hospital y otros factores contaminantes.
- 5.1.5. La conductividad eléctrica de las aguas de la laguna Yarinacocha es baja, siendo el sector 1 y 2 de 497 $\mu\text{mho/cm}$ y el Sector 3 de 327 $\mu\text{mho/cm}$, siendo el LMP de 1,500 $\mu\text{mho/cm}$.
- 5.1.6. Los sólidos disueltos totales (SDT) en la laguna Yarinacocha son bajos en los 3 sectores con respecto al LMP que es de 1000 mg/L, siendo los niveles de los sectores 1 y 2 de 347 mg/L y el Sector 3 con 228 mg/L, por lo que la mayoría de sólidos disueltos en las aguas de la laguna Yarinacocha no se encuentran en niveles de contaminación.
- 5.1.7. Las aguas de la laguna Yarinacocha, son enturbiadas en un nivel de

51 UNT en los 3 sectores cuando el LMP es de 5 UNT por el ingreso permanente de aguas de los tributarios con una serie de contenidos y además en épocas de creciente ingreso de las aguas del río Ucayali y en épocas de lluvias por erosión de los suelos adyacentes a la laguna.

- 5.1.8.** El pH de las aguas de la laguna de Yarinacocha son ligeramente alcalinas con unidades de 1.38 de pH en los sectores 1 y 2 y de 7.70 de pH en el Sector 3, siendo el LMP para aguas superficiales de 6.5 a 8.5 de pH.
- 5.1.9.** La temperatura de las aguas de la laguna Yarinacocha es propia de las aguas tropicales está en un nivel de 27.7 °C para los sectores 1 y 2 y en el sector 3 de 27.6°C, no existiendo un LMP para éste parámetro, según la región, la geografía o el clima en que se encuentre ubicado el material de estudio.
- 5.1.10.** En el estudio de metales, denominados metales pesados, se pusieron en determinación 32 tipos de metales o elementos químicos pesados, de los cuales 21 elementos fueron detectados presentes en las aguas de la laguna de Yarinacocha y 11 elementos químicos no fueron detectados, considerados como no detectados (ND).
- 5.1.11.** De los 21 elementos químicos presentes en las aguas de la laguna Yarinacocha, de acuerdo a los análisis respectivos, el aluminio (Al) se detectó con niveles de contaminación, porque en 2 sectores sobrepasa el LMP que es de 0.2 mg/L, en el Sector 1 contiene 0.593 mg/L, en el Sector 3 contiene 0.491 mg/L, sólo en el Sector 2 contiene 0.173 mg/L, en forma general se puede considerar las aguas de la laguna Yarinacocha con niveles de contaminación con aluminio.
- 5.1.12.** El arsénico (As) es un elemento químico que se encuentra en niveles de contaminación en las aguas de la laguna Yarinacocha, aunque sobrepasa ligeramente el LMP que es de 0.010 mg/L, siendo la concentración de éste elemento en el Sector 1 de 0.028 mg/L, en

el Sector 2 de 0.013 mg/L y en el sector 3 está en el límite permisible, que es de 0.010 mg/L, por lo que se puede considerar en forma general que las aguas de la laguna Yarinacocha como ligeramente contaminadas con arsénico.

- 5.1.13.** El hierro (Fe) es un metal pesado que se encuentra en un nivel de ligera contaminación en las aguas de la laguna Yarinacocha, porque siendo LMP de 0.3 mg/l, en el Sector 1 se encuentra en un nivel de 2.158 mg/L, en el Sector 3 tiene un nivel de 0.9758 mg/L y el Sector 2 tiene un nivel casi al límite permisible de 0.255 mg/L, pero en forma general las aguas de la laguna Yarinacocha tienen un nivel de contaminación con hierro.
- 5.1.14.** El manganeso (Mn) es un metal pesado que se encuentra en un nivel ligeramente contaminado en las aguas de la laguna Yarinacocha, porque en el Sector 1 tiene un nivel de 0.898 mg/L y sobrepasa al LMP que es de 0.4 mg/L, pero en el Sector 2 tiene un nivel de 0.060 mg/L y en el Sector 3 tiene un nivel de 0.178 mg/L, en forma general se considera con una ligera contaminación a las aguas de la laguna Yarinacocha con manganeso.
- 5.1.15.** De los 21 metales detectados mediante los análisis en las aguas de la laguna Yarinacocha, 17 elementos están presentes por debajo del LMP, por lo tanto las aguas de la laguna Yarinacocha no se encuentran contaminadas con estos metales que son los siguientes: silicio, mercurio, bario, boro, calcio, cobre, estroncio, estaño, fósforo, litio, magnesio, molibdeno, potasio, sodio, titanio vanadio, zinc.
- 5.1.16.** De los 32 elementos químicos o metales pesados puestos en estudio en las aguas de la laguna Yarinacocha, 11 elementos no fueron detectados (ND) en los análisis de laboratorio, por lo tanto las aguas de la laguna Yarinacocha no están contaminadas con éstos elementos químicos y son los siguientes: antimonio, berilio, bismuto, cadmio, cobalto, cromo, níquel, plata, plomo, selenio y talio.
- 5.1.17.** El estudio se realizó en época de estiaje, cuando la masa de agua está en bajo volumen y de igual forma los tributarios aportan o

vierten poca cantidad de agua.

5.2. RECOMENDACIONES

- 5.2.1.** Se recomienda mejorar la infraestructura de agua y desagüe de las áreas urbanas adyacentes a la laguna Yarinacocha.
- 5.2.2.** Se recomienda instalar una planta de tratamiento de aguas servidas en el Distrito de Yarinacocha, el centro urbano más importante adyacente a la laguna Yarinacocha.
- 5.2.3.** Instituciones de salud como el Hospital Amazónico, cuyos desagües se vierten a la laguna Yarinacocha, deben contar con su propia planta de tratamiento de aguas servidas.
- 5.2.4.** Prohibir la instalación y funcionamiento de restaurantes y bares dentro la laguna de Yarinacocha en forma de balsas flotantes, cuyos desechos y aguas servidas son vertidas directamente a las aguas de la laguna Yarinacocha.
- 5.2.5.** Cualquier instalación y funcionamiento de centros de recreos y alojamientos alrededor de la laguna Yarinacocha deben hacerlo previo estudios de impacto ambiental y evitar las contaminaciones que ahora tiene la laguna Yarinacocha.
- 5.2.6.** Prohibir el baño de personas en lugares detectados de alta contaminación microbiológica, declarando zonas no aptas para baño de personas, sobre todo en los sectores 1 y 2 que son los de más alta contaminación microbiológica.
- 5.2.7.** Hacer campañas de educación ambiental para que los visitantes a la laguna Yarinacocha, los usuarios, los transportistas llamados boteros no tiren los desechos al agua y tengan recolectores de desechos en cada bote, complementados con cartillas y afiches y avisos sobre contaminación ambiental.
- 5.2.8.** Recomendamos a las autoridades, instituciones de sanidad realicen permanentes monitoreos sobre la contaminación de la laguna Yarinacocha y que los resultados sean de conocimiento público.

- 5.2.9.** La Autoridad Nacional del Agua (ANA – Ucayali) debe dirigir el estudio de contaminación de las aguas y trabaje en coordinación con los demás sectores involucrados en el tema para realizar los estudios de calidad de aguas en éste caso de la laguna Yarinacocha y los resultados de sus trabajos deben difundirse ante la opinión pública.
- 5.2.10** Realizar el estudio completo de contaminación de las aguas de la laguna Yarinacocha en época de creciente de los ríos y la laguna Yarinacocha.
- 5.2.11** Repetir el estudio de contaminación de metales y las posibles fuentes de contaminación de éstos metales que en el presente trabajo resultaron con niveles de contaminación, principalmente del aluminio.
- 5.2.12** Realizar tratamiento de las aguas de la laguna Yarinacocha en los sectores que resultaron con alta contaminación microbiológica por lo menos en las áreas, donde se bañan masivamente las personas en los días domingos y feriados, sobre todo en los lugares denominados “playa de la restinga” “puerto callao” “playa de tushmo” donde cada domingo o feriados y en épocas de estiaje o verano recurren masivamente las personas a bañarse.

CAPITULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Contaminación del agua. Recuperado de: [vidamásverde.com/2013/8-tipos-de-contaminación del agua/](http://vidamásverde.com/2013/8-tipos-de-contaminación-del-agua/)
2. CUSTODIO, E, y LLAMAS, M. 1,976. Hidrología subterránea. Ediciones OMEGA S.A. Barcelona . España. Segunda Edición. Tomo I y II
3. Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). 2010. Reglamento de la Calidad del Agua para consumo humano. D.S. N° 031-2010.SA.
4. El agua. Recuperado de : definición.de./agua/
5. El agua. Recuperado de: es.wikipedia.org/wiki/agua
6. EPA. 2006. Compilation of Ground – Water Models. Washington DC. United StatesEviromental Agency. 288 p.
7. El silicio. El cadmio. El cromo. El fósforo. El litio y el agua. El molibdeno. El sodio. El vanadio. Recuperado de: www.lentech.es/periódica/elementos.
8. El mercurio. Recuperado de: www.state.nj.us/health/hhazweb/mercury_sp
9. El aluminio. El antimonio. El bario. El berilio. El bismuto. El boro. El calcio. El cobalto. El cobre. El estroncio. El estaño. El hierro. El magnesio. El manganeso. El potasio. La plata. El selenio. El titanio. El zinc. Recuperado de: <https://es.wikipecia.org>. Enciclopedia Wikipedia.
10. El arsénico en el agua. El plomo. Recuperado de: www.who.int/media/centre/factsheets. (OMS)/es
11. El níquel. Recuperado de: www.boj.pntic.mec.es/
12. El talio. Recuperado de: www.batanga.com
13. GLYNN HENRY, J. y HEINKE, G.W. 1,999. Ingeniería Ambiental. Prentice Hall Hispanoamericana S.A. Segunda Edición. Mexico. 800 pg.
14. GOMEZ GARCÍA, R. 1995. Diagnóstico sobre la contaminación ambiental en la Amazonia Peruana. Documento Técnico N° 15. IIAP. Iquitos.Perú 25 pg.
15. GOMEZ GARCÍA, R. 1995. Diagnóstico sobre la contaminación ambiental en la Amazonia Peruana. Documento Técnico N° 20. IIAP. Iquitos. Perú. 62 pg.
16. GUERRERO SANTANA, E.M. 2014. Tratamiento de aguas residuales domésticas con la especie acuática Eichornia crassipes en una laguna de oxidación secundaria del sector 9.Distrito de Manantay. Provincia de Coronel

- Portillo. Ucayali. Tesis para optar el título de Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa. Perú. 166 pg. (8)
17. Instituto Nacional de Estadística e Informática- INEI. 2007. Censo Nacional X de Población. Resultados Definitivos. Lima. Perú.
 18. Ley General de Residuos Sólidos. 2000. Diario Oficial el Peruano. 21 julio. Lima. Perú.
 19. Ley general de Agua N° 17752. 1,969. República del Perú. 32 pg.
 20. Moore, J. y Rammaoorthy, S. 2007. Heavy Metals in Natural Waters. Applied Monitoring and Impact Assessment. Ed. Robert S. DeSanto. 269 pag.
 21. Organización Mundial de la Salud- OMS. 2006. Guías para la Calidad del Agua Potable. Tercera Edición. Vol. 1
 22. SALAVADOR AGURTO, M.J. Y SANDOVAL MENDOZA, L.L. 2014. Análisis de la contaminación de fuentes de aguas subterráneas por lixiviados del entorno del vertedero del km. 22 de la carretera Federico Basadre. Campo Verde. Ucayali. Tesis para optar el título de Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa. Perú. 145 pg.
 23. VIVANCO PIMENTEL, L. 2008. Gran Enciclopedia de la Región Ucayali. Identidad Regional. Editorial Bruño. Lima. Perú. 303 pg.

CAPITULO VII

GLOSARIO

ACUÍFERO: Capa de agua subterránea y transmite en un estrato rocoso permeable de la litósfera de la tierra.

AGUA: Sustancia cuya molécula está formado por 2 moléculas de oxígeno y una molécula de hidrógeno.

AGUA DES IONIZADA: Agua al cual se le han quitado los cationes como sodio, calcio, hierro, cobre y otros y aniones como carbonato, floururo, cloruro, etc.

AGUA DISFÓRICA: Agua pobre en nutrientes y que contiene altas concentraciones de ácido húmico.

AGUA PESADA: Agua que contienen gran cantidad de minerales, principalmente sales de magnesio y de calcio.

AGUA POTABLE: Agua para beber sin que exista riesgo para la salud por ser tratada y sin impurezas.

AGUA RESIDUAL: Agua contaminada con sustancias fecales y orinas, procedente de desechos orgánicos humanos o animales.

AGUA TRITIO: Agua que contiene tritio que es un gas incoloro e inodoro más liviano que el aire.

ALCALINIDAD: Capacidad del agua para neutralizar los ácidos.

ALÓTROPOS: Elementos que pueden existir en varias formas sólidas, líquidas o gaseosas, a causa de la distinta agrupación de los átomos que constituyen sus moléculas.

ALUMINA: Se dice al óxido de aluminio (Al_2O_3).

ALLPA: Tierra en quechua

BARITINA: Mineral no metálico, que viene a ser el bario en forma de sulfato ($BaSO_4$).

BAUXITA: Roca que puede ser tanto blanda como dura compuesto por óxido de aluminio hidratado.

BÓRAX: Mineral de boro con contenido de sal, denominado también sal de boro.

CAÑO: Corriente de agua o riachuelo que constituye el drenaje de lagos, zona pantanosas o anegadas.

COCHA: Laguna pequeña, también se entiende como charco.

COLIFORME: Bacterias aerobias y anaerobias, facultativas, gran negativas, presentes en el ambiente o en tracto intestinal del hombre.

CONDUCTIVIDAD: Capacidad del agua para conducir electricidad.

COORDENADA: Ubicación geográfica según la Latitud y la Longitud.

CORROSIÓN: Deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico de su entorno.

DESAGUADERO: Río o canal por donde sale el agua de una laguna.

DESA: Dirección de Salud Ambiental

DISCURRIR: Fluido de una corriente de agua de pantanos, humedales, lagos, a otros lugares.

DIGESA: Dirección General de Salud Ambiental.

DIVALENTE: Elemento químico con dos valencias.

DUREZA: Capacidad del agua para consumir el jabón.

EPA: Environmental Protection Agency.

EVAPORÍTICO: Clase de minerales sedimentarios que se forman por la precipitación a partir de un fluido acuoso en proceso de evaporación.

FAO: Organismo para la agricultura y la alimentación.

FERRO MAGNÉTICO: Mineral con capacidad de reaccionar a un campo magnético.

GLACIAR: Masa de hielo que se origina y se acumula en la superficie terrestre.

HEMOGLOBINA: Pigmento rojo contenido en los hematíes de la sangre de los vertebrados, cuya función consiste en captar el oxígeno de los alveolos pulmonares y llevarlos a los tejidos.

HIPOPOTASEMIA: Trastorno en el equilibrio hidroelectrolítico del cuerpo humano, el cual se caracteriza por el descenso de ion potasio en la sangre.

HUMEDALES: Zonas de la tierra generalmente planas, cuya superficie se encuentra de manera permanente húmeda o con contenido de aguas.

INCOLORO: Materia que no tiene color característico.

INODORO: Materia que no tiene olor característico.

INSECTICIDA: Compuesto químico para matar insectos.

INSÍPIDO: Materia sin gusto característico

LAGUNA: Masa de agua rodeado de tierra u bosques.

LORANDITA: Mineral de la clase de los sulfuros, químicamente es un complejo sulfuro-arseniuro de talio anhidro

MENA: Mineral de un elemento químico del que se puede extraer aquel elemento porque contiene en cantidades suficientes.

METALES: Elementos químicos de densidad alta o elevada.

METALOIDE: Minerales intermedios entre metales y no metales y conducen calor y electricidad.

MICAS: Minerales pertenecientes a un grupo de silicatos de aluminio, hierro, calcio, magnesio y minerales alcalinos.

MICROBIOLOGÍA: Ciencia que estudia a los microbios.

MISCIBLE: Propiedad de algunos líquidos para mezclarse en cualquier proporción formando una disolución.

MUESTREO: Acción de sacar muestras para un estudio.

PANTANO: Depresión de terreno de poca profundidad, en la que se acumula y estanca agua en forma natural y cuyo fondo es cenagoso.

pH: Potencial del ion hidrógeno.

PLAGIOCLASAS: Conjunto de minerales que comprende la serie albita-anortita, sección triclinica del grupo de los feldspatos.

PUCA: Colorado en quechua.

REACTIVO: Toda sustancia que reacciona con otra en una reacción química, originando otra de propiedades y características diferentes.

RODENTICIDA: Minerales que en su forma inorgánica son muy tóxicos, más que en su forma orgánica y sirven para fabricar pesticidas.

SALITRE: Mineral que se forma por la mezcla de nitrato de potasio y nitrato de sodio.

SALMUERA: Agua con alta concentración de sal o cloruro de sodio (NaCl)

SOSA: Agua sin sal o contiene poca sal.

SUELO: Parte superficial de la corteza terrestre biológicamente activa.

TERMÓMETRO: Instrumento que sirve para medir la temperatura.

TRIBUTARIO: Ríos o canales que desembocan en una laguna.

TRONA: Minerales que están formados por un complejo carbonato y bicarbonato hidratado de sodio.

TURBIDEZ: Dificultad del agua para transmitir la luz.

UNIVALENTE: Elemento químico con una valencia.

YARINA: Planta palmera, muy común en los bosques de la Amazonía.

YESÍFERO: Lugar donde se encuentra canteras del mineral yeso.

CAPITULO VIII

ANEXOS

ANEXO N° 1: ESTÁNDARES PARA AGUA POTABLE, SEGÚN EPA Y OTROS

Contaminante	Estados Unidos (U. S. EPA, 1993)	Canadá (NHW, 1993)	Internacional (WHO, 1984)
ESTÁNDARES PRIMARIOS^a (salud) MCL			
Coliformes totales	≤5 % de muestras positivas	0/ 100 mL	0
<i>Giardia lamblia</i>	TT ^b		
<i>Legionella</i> , recuento normal en placa, virus	TT (SW) ^b	—	—
Turbidez (NTU, unidades de turbidez nefelométrica)	0.5 – 1.0 NTU	1.0 NTU	1.0 NTU
Sustancias químicas inorgánicas (µg/ L)			
Antimonio	6	—	—
Arsénico	50 ^c	25 ^c	50
Asbesto (fibras de > 10 µm de longitud)	7 x 10 ⁶ /L	—	—
Bario	2000	1000	—
Berilio	4	—	—
Cadmio	5	5	5
Cromo	100	50	50
Cobre	TT ^b	—	—

Flúor	4000 ^c	1500	1500
Plomo	TT ^b	10	50
Mercurio	2 (inorgánico)	1	1
Níquel	100	—	—
Nitrato + nitrito	10,000	10,000	10,000
Selenio	50	10	10
Talio	2	—	—

Sustancias químicas orgánicas seleccionadas^d (µg/ L)			
Endrín	2	—	—
Lindano	0.2	4	3
Metoxiclor	40	900	30
Toxafeno	3	—	—
2,4 – D	70	100 ^c	100
2,4,5 – TP	50	—	—
Trihalometanos (total)	100 (1995)	350 (1995)	—

ESTÁNDARES SECUNDARIOS^e (estética)

Aluminio	0.5 – 0.20 mg/ L	—	0.2 mg/ L
Cloruro	250 mg/ L	250 mg/ L	250 mg/ L
Color	15 unidades de color	15 unidades de color	15 unidades de color
Cobre	1.0 mg/ L	1.0 mg/ L	1.0 mg/ L
Corrosividad	No corrosivo	—	—
Flúor	2.0 mg/ L ^c	—	—
Agentes espumantes	0.5 mg/ L	—	—
Hierro	0.3 mg/ L	0.3 mg/ L	0.3 mg/ L
Manganeso	0.05 mg/ L	0.05 mg/ L	0.1 mg/ L
Olor	3 TON	No ofensivo	—
pH	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5
Plata	0.1 mg/ L	—	—
Sulfato	250 mg/ L	500 mg/ L	400 mg/ L
Sólidos disueltos totales	500 mg/ L	500 mg/ L	1000 mg/ L
Zinc	5.0 mg/ L	5.0 mg/ L	5.0 mg/ L

^aLos estándares primarios de EUA, llamados *Maximum Contaminant Levels* (MCL, niveles máximos de contaminante), se deben respetar por ley.

^bEstándares basados en los requisitos mínimos de *Treatment Technique* (TT, técnica de tratamiento) o TT (SW) para aguas superficiales.

^cEn revisión (EUA) o paut provisional (Canadá).

^dList parcial. Hay MCL promulgados para 61 sustancias orgánicas sintéticas y 16 “propuestos” (U.S. EPA, 1993).

^eLos estándares secundarios de EUA, llamados *Secondary MCLs* (MCL secundarios), no son de observancia obligatoria por ley.

**ANEXO N° 2: REQUISITOS DE LA CALIDAD DE AGUA PARA
CONSUMO HUMANO- D.S. N° 031-2010-SA**

**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA PARÁMETROS
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS.**

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. <i>E. Coli</i>	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y quistes de protozoarios patógenos.	N° org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, copépodos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	N° org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

(*) Encasode analizar por latécnica del NMP por tubos múltiples = <1,8/100ml

**ANEXO Nº 3: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS
DE CALIDAD ORGANOLÉPTICAS. D.S. Nº 031-2010-SA**

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	umho/cm	1500
7. Sólidos totales disueltos	mgL ⁻¹	1 000
8. Cloruros	mgCl ⁻ L ⁻¹	250
9. Sulfatos	mgSO ₄ ⁼ L ⁻¹	250
10. Dureza total	mgCaCO ₃ L ⁻¹	500
11. Amoníaco	mgNL ⁻¹	1,5
12. Hierro	mgFeL ⁻¹	0,3
13. Manganeseo	¹ mgMnL ⁻¹	0,4
14. Aluminio	¹ mgAl L ⁻¹	0,2
15. Cobre	¹ mgCuL ⁻¹	2,0
16. Zinc	¹ mg Zn L ⁻¹	3,0
17. Sodio	mgNaL ⁻¹	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

**ANEXO N°4: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE
PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS**

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mgSbL ⁻¹	0,020
2. Arsénico(nota1)	mgAsL ⁻¹	0,010
3. Bario	mgBaL ⁻¹	0,700
4. Boro	mgBL ⁻¹ mg	1,500
5. Cadmio	CdL ⁻¹	0,003
6. Cianuro	mgCN ⁻¹ L ⁻¹	0,070
7. Cloro (nota2)	mgL ⁻¹	5
8. Clorito	mgL ⁻¹	0,7
9. Clorato	mgL ⁻¹	0,7
10. Cromototal	mgCrL ⁻¹	0,050
11. Flúor	mgFL ⁻¹	1,000
12. Mercurio	mgHgL ⁻¹	0,001
13. Niquel	mgNiL ⁻¹	0,020
14. Nitratos	mgNO ₃ L ⁻¹	50,00
15. Nitritos	mgNO ₂ L ⁻¹	3,00Exposición corta 0,20Exposición larga
16. Plomo	mgPbL ⁻¹	0,010
17. Selenio	mgSeL ⁻¹	0,010
18. Molibdeno	mgMoL ⁻¹	0,07
19. Uranio	mgUL ⁻¹	0,015

Nota1: Encasodelossistemasexistentesseestableceránlosplanesdeadeacuaciónsanitariaelplazop aralograrelítemáximopermisibleparaelsécode0,010mgL⁻¹.

Nota2: Paraunadesinfeccióneficazenlasredesdedistribuciónlaconcentraciónresiduallibre decloronodebeser menorde0,5mgL⁻¹.

**ANEXO Nº5: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE
PARÁMETROS QUÍMICOS ORGÁNICOS**

Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Trihalometanos totales (nota 3)	mgL ⁻¹	1,00
2. Hidrocarburo disuelto en agua Isionado; aceite mineral	mgL ⁻¹	0,01
3. Aceites y grasas	mgL ⁻¹	0,5
4. Alacloro	mgL ⁻¹	0,020
5. Aldicarb	mgL ⁻¹	0,010
6. Aldrín y dieldrín	mgL ⁻¹	0,0000
7. Benceno	mgL ⁻¹	0,010
8. Clordano (total de isómeros)	mgL ⁻¹	0,0002
9. DDT (total de isómeros)	mgL ⁻¹	0,001
10. Endrin	mgL ⁻¹	0,0006
11. Gamma HCH (lindano)	mgL ⁻¹	0,002
12. Hexaclorobenceno	mgL ⁻¹	0,001
13. Heptacloroy heptacloroepóxido	mgL ⁻¹	0,0000
14. Metoxicloro	mgL ⁻¹	0,020
15. Pentaclorofenol	mgL ⁻¹	0,009
16. 2,4-D	mgL ⁻¹	0,030
17. Acrilamida	mgL ⁻¹	0,0005
18. Epiclorhidrina	mgL ⁻¹	0,0004
19. Cloruro de vinilo	mgL ⁻¹	0,0003
20. Benzopireno	mgL ⁻¹	0,0007
21. 1,2-dicloroetano	mgL ⁻¹	0,03
22. Tetracloroetano	mgL ⁻¹	0,04
23. Monocloramina	mgL ⁻¹	3
24. Tricloroetano	mgL ⁻¹	0,07
25. Tetracloruro de carbono	mgL ⁻¹	0,004
26. Ftalato de di(2-etilhexilo)	mgL ⁻¹	0,008

27.1,2- Diclorobenceno	mgL ⁻¹	1
28.1,4- Diclorobenceno	mgL ⁻¹	0,3
29.1,1- Dicloroeteno	mgL ⁻¹	0,03
30.1,2- Dicloroeteno	mgL ⁻¹	0,05
31.Diclorometano	mgL ⁻¹	0,02
32.Ácidoedético(EDTA)	mgL ⁻¹	0,6
33.Etilbenceno	mgL ⁻¹	0,3
34.Hexaclorobutadieno	mgL ⁻¹	0,0006
35.AcidoNitrilotriacético	mgL ⁻¹	0,2
36.Estireno	mgL ⁻¹	0,02
37. Tolueno	mgL ⁻¹	0,7
38. Xileno	mgL ⁻¹	0,5
39.Atrazina	mgL ⁻¹	0,002
40.Carbofurano	mgL ⁻¹	0,007
41.Clorotoluron	mgL ⁻¹	0,03
42.Cianazina	mgL ⁻¹	0,0006
43.2,4- DB	mgL ⁻¹	0,09
44.1,2- Dibromo-3- Cloropropano	mgL ⁻¹	0,001
45.1,2- Dibromoetano	mgL ⁻¹	0,0004
46.1,2- Dicloropropano(1,2- DCP)	mgL ⁻¹	0,04
47.1,3- Dicloropropeno	mgL ⁻¹	0,02
48.Dicloroprop	mgL ⁻¹	0,1
49.Dimetato	mgL ⁻¹	0,006
50.Fenoprop	mgL ⁻¹	0,009
51. Isoproturon	mgL ⁻¹	0,009
52.MCPA	mgL ⁻¹	0,002
53.Mecoprop	mgL ⁻¹	0,01
54.Metolacloro	mgL ⁻¹	0,01
55.Molinato	mgL ⁻¹	0,006
56.Pendimetalina	mgL ⁻¹	0,02
57.Simazina	mgL ⁻¹	0,002
58.2,4,5- T	mgL ⁻¹	0,009
59. Terbutilazina	mgL ⁻¹	0,007
60. Trifluralina	mgL ⁻¹	0,02
61.Cloropirifos	mgL ⁻¹	0,03
62.Piriproxifeno	mgL ⁻¹	0,3
63.Microcistin-LR	mgL ⁻¹	0,001
64.Bromato	mgL ⁻¹	0,01
65. Bromodiclorometano	mgL ⁻¹	0,06

66. Bromoformo	mgL ⁻¹	0,1
67. Hidratodecloral (tricloroacetaldehido)	mgL ⁻¹	0,01
68. Cloroformo	mgL ⁻¹	0,2
69. Clorurodecianógeno (como CN)	mgL ⁻¹	0,07
70. Dibromoacetoniitrilo	mgL ⁻¹	0,07
71. Dibromoclorometano	mgL ⁻¹	0,1
72. Dicloroacetato	mgL ⁻¹	0,05
73. Dicloroacetoniitrilo	mgL ⁻¹	0,02
74. Formaldehído	mgL ⁻¹	0,9
75. Monocloroacetato	mgL ⁻¹	0,02
76. Tricloroacetato	mgL ⁻¹	0,2
77. 2,4,6- Triclorofenol	mgL ⁻¹	0,2

Nota3: La suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Cloroformo, Dibromoclorometano, Bromodichlorometano y Bromoformo) con respecto a sus límites máximos permisibles no deberá exceder el valor de 1,00 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{C_{\text{cloroformo}}}{LMP_{\text{cloroformo}}} + \frac{C_{\text{Dibromoclorometano}}}{LMP_{\text{Dibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromodichlorometano}}}{LMP_{\text{Bromodichlorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromoformo}}}{LMP_{\text{Bromoformo}}} \leq 1$$

Donde, C: concentración en mg/L, y LMP: límite máximo permisible en mg/L

**ANEXO Nº 6: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PRÁMETROS
RADIATIVOS.**

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Dosis de referencia total	mSv/año	0,1
(nota1)		
2. Actividad global	Bq/L	0,5
3. Actividad global	Bq/L	1,0

Nota1: Si la actividad global de una muestra es mayor a 0,5 Bq/L o la actividad global es mayor a 1 Bq/L, se deberán determinar las concentraciones de los distintos radionúclidos y calcular la dosis de referencia total; si ésta es mayor a 0,1 mSv/año se deberán examinar medidas correctivas; si es menor a 0,1 mSv/año el agua se puede seguir utilizando para el consumo.

ANEXO Nº 7: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES SEGÚN LEY GENERAL DE AGUAS.

Parámetro	Unidad de medida	LMP
Silicio	mg/L	100
Bismuto	mg/L	20
Calcio	mg/L	200
Cromo	mg/L	0.050
Estroncio	mg/L	2.0
Estaño	mg/L	2.0
Fósforo	mg/L	15
Magnesio	mg/L	150
Potasio	mg/L	100
Talio	mg/L	0.002
Titanio	mg/L	20
Vanadio	mg/L	3.0

ANEXO N° 8: ANALISIS FISICO - MICROBIOLOGICO DEL SECTOR 1



MINISTERIO DE SALUD
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD DE UCAYALI
Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental



LABORATORIO AMBIENTAL
Av. Yarina 360, 2° piso – Yarina Cocha – Coronel Portillo -
Ucayali
Telefax (061) 596275

INFORME DE ENSAYO DE AGUAS MW/FQ 458-15

Solicitante : DESA Ucayali-Unidad de Ecología y Protección al Ambiente

Localidad:	YARINACOCHA	Muestra tomada por:	Daniel Mori Ríos
Distrito:	YARINACOCHA	N° de muestras:	01
Provincia:	CORONEL PORTILLO	Fecha Toma de Muestra:	04/08/15 – 09:35 am
Departamento:	UCAYALI	Fecha de Recepción:	04/08/15 – 02:25 pm
Tipo de muestra:	AGUA SUPERFICIAL	Fecha de Análisis:	04/08/15 – 02:45 pm
Propietario:	-----	Fecha de Reporte:	11/08/15 – 11:59 am
Código N°: MW/FQ 458-15	Procedencia: LAGUNA	Referencia:	SECTOR 01

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

ENSAYOS	CÓDIGO N° MW/FQ 458-15		
	Índice de NMP/100 mL	Límite de confianza 95%	
		Bajo	Alto
COLIFORMES TOTALES	1,6x10 ⁴	4x10 ²	4,6x10 ⁴
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	1,6x10 ⁴	4x10 ²	4,6x10 ⁴

RESULTADOS DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS

ENSAYOS	Código N° 458-15
CONDUCTIVIDAD (μ S/cm)	497
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (mg/L)	347
TURBIEDAD (UNT)	51
pH (unidades de pH)	7.38
TEMPERATURA (°C)	27.7

ENSAYOS	METODOLOGÍA	UNIDADES
Coliformes Totales	Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 21th. edition, 2005, parte 9221B	NMP/100 mL
Coliformes Termotolerantes	Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 21th. edition, 2005, parte 9221E	NMP/100 mL
<i>Escherichiacoli</i>	Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 21th. edition, 2005, parte 9221F1	NMP / 100 mL
Conductividad	Eléctrico	μ S/cm
Sólidos Disueltos Totales	Eléctrico	mg/L
Turbiedad	Nefelométrico	UNT
pH	Potenciométrico	Unidad de pH
Temperatura	Calorimétrico	°C

NMP: Número más probable LMP: Límite máximo permisible ND: No determinado
<1,8 NMP/100 mL: Significa ausencia, inferior al valor indicado (1,8), no cuantificable por el método empleado

Los resultados del presente Informe corresponden sólo a las muestras ensayadas.
Este informe sólo puede ser reproducido en su totalidad, salvo autorización escrita del Laboratorio Ambiental DESA Ucayali.

DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD UCAYALI
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
Diana Castillo Llanos
Bleg. Diana Castillo Llanos
C8P. 9434
LABORATORIO AMBIENTAL



DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD UCAYALI
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
Daniel Mori Ríos
Ing. Daniel Fernando Mori Ríos
CIP. 17.233.311
Responsable de la Unidad de Ecología y Protección al Ambiente

ANEXO N° 9: ANÁLISIS FÍSICO - MICROBIOLÓGICO DEL SECTOR 2



MINISTERIO DE SALUD
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD DE UCAYALI
Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental



LABORATORIO AMBIENTAL
Av. Yarina 360, 2° piso – Yarinacocha – Coronel Portillo -
Ucayali
Telefax (061) 596275

INFORME DE ENSAYO DE AGUAS MW/FQ 459-15

Solicitante : DESA Ucayali-Unidad de Ecología y Protección al Ambiente

Localidad:	YARINACOCHA	Muestra tomada por:	Daniel Mori Rios
Distrito:	YARINACOCHA	N° de muestras:	01
Provincia:	CORONEL PORTILLO	Fecha Toma de Muestra:	04/08/15 – 10:38 am
Departamento:	UCAYALI	Fecha de Recepción:	04/08/15 – 02:25 pm
Tipo de muestra:	AGUA SUPERFICIAL	Fecha de Análisis:	04/08/15 – 02:45 pm
Propietario:	-----	Fecha de Reporte:	11/08/15 – 11:59 am
Código N°: MW/FQ 459-15	Procedencia: LAGUNA	Referencia:	SECTOR 02

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

ENSAYOS	CÓDIGO N° MW/FQ 459-15		
	Índice de NMP/100 mL	Limite de confianza 95%	
		Bajo	Alto
COLIFORMES TOTALES	3.5×10^3	1×10^2	1.1×10^4
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	3.5×10^3	1×10^2	1.1×10^4

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

ENSAYOS	Código N° 459-15
CONDUCTIVIDAD (μ S/cm)	497
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (mg/L)	347
TURBIEDAD (UNT)	51
pH (unidades de pH)	7.38
TEMPERATURA (°C)	27.7

ENSAYOS	METODOLOGÍA	UNIDADES
Coliformes Totales	Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 21th. edition, 2005, parte 9221B	NMP/100 mL
Coliformes Termotolerantes	Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 21th. edition, 2005, parte 9221E	NMP/100 mL
<i>Escherichiacoli</i>	Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 21th. edition, 2005, parte 9221F1	NMP / 100 mL
Conductividad	Eléctrico	μ S/cm
Sólidos Disueltos Totales	Eléctrico	mg/L
Turbiedad	Nefelométrico	UNT
pH	Potenciométrico	Unidad de pH
Temperatura	Calorimétrico	°C

NMP: Número más probable LMP: Limite máximo permisible ND: No determinado
 <1,8 NMP/100 mL: Significa ausencia, inferior al valor indicado (1,8), no cuantificable por el método empleado

Los resultados del presente Informe corresponden sólo a las muestras ensayadas.
 Este informe sólo puede ser reproducido en su totalidad, salvo autorización escrita del Laboratorio Ambiental DESA Ucayali.

DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD UCAYALI
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
Juan Carlos
Blgo. Diana C. Llanos
C.R.P. 9434
LABORATORIO AMBIENTAL



DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD UCAYALI
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
Daniel Mori Rios
Ing. Daniel Fernando Mori Rios
CIP 1723314
Responsable de la Unidad de Ecología y Protección al Ambiente

ANEXO Nº 10: ANALISIS FISICOS MICROBIOLÓGICOS DEL SECTOR 3



MINISTERIO DE SALUD
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD DE UCAYALI
Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental



LABORATORIO AMBIENTAL
Av. Yarina 360, 2º piso – Yarinacocha – Coronel Portillo -
Ucayali
Telefax (061) 596275

|| INFORME DE ENSAYO DE AGUAS MW/FQ 460-15

Solicitante : DESA Ucayali-Unidad de Ecología y Protección al Ambiente

Localidad:	YARINACOCHA	Muestra tomada por:	Daniel Mori Ríos
Distrito:	YARINACOCHA	Nº de muestras:	01
Provincia:	CORONEL PORTILLO	Fecha Toma de Muestra:	04/08/15 – 11:00 am
Departamento:	UCAYALI	Fecha de Recepción:	04/08/15 – 02:25 pm
Tipo de muestra:	AGUA SUPERFICIAL	Fecha de Análisis:	04/08/15 – 02:45 pm
Propietario:	-----	Fecha de Reporte:	11/08/15 – 11:59 am
Código N°: MW/FQ 460-15	Procedencia: LAGUNA	Referencia: SECTOR 03	

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

ENSAYOS	CÓDIGO N° MW/FQ 460-15		
	Índice de NMP/100 mL	Límite de confianza 95%	
		Bajo	Alto
COLIFORMES TOTALES	7x10	2.2x10	1.7x10
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	3.3x10	1x10	1x10 ²

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

ENSAYOS	Código N°
	460-15
CONDUCTIVIDAD (µ S/cm)	327
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (mg/L)	228
TURBIEDAD (UNT)	51
pH (unidades de pH)	7.70
TEMPERATURA (°C)	27.6

ENSAYOS	METODOLOGÍA	UNIDADES
ColiformesTotales	Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 21th. edition, 2005, parte 9221B	NMP/100 mL
ColiformesTermotolerantes	Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 21th. edition, 2005, parte 9221E	NMP/100 mL
<i>Escherichiacoli</i>	Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 21th. edition, 2005, parte 9221F1	NMP / 100 mL
Conductividad	Eléctrico	µ S/cm
Sólidos Disueltos Totales	Eléctrico	mg/L
Turbiedad	Nefelométrico	UNT
pH	Potenciométrico	Unidad de pH
Temperatura	Calorimétrico	°C

NMP: Número más probable LMP: Límite máximo permisible ND: No determinado
<1,8 NMP/100 mL: Significa ausencia, inferior al valor indicado (1,8), no cuantificable por el método empleado

Los resultados del presente Informe corresponden sólo a las muestras ensayadas.
Este informe sólo puede ser reproducido en su totalidad, salvo autorización escrita del Laboratorio Ambiental DESA Ucayali.

DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD UCAYALI
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL

Bloq. Diana Castillo Llanos
C.B.P. 9434
LABORATORIO AMBIENTAL



DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD UCAYALI
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL

Ing. Daniel Fernando Mori Ríos
CIP 17243
Responsable de la Unidad de Ecología y Medio Ambiente

ANEXO N° 11: ANÁLISIS QUÍMICO DEL SECTOR 1



Información General

Matriz: Agua
 Solicitud de Análisis: Cotización N° 25116 (Ago-131)
 Muestreado por: Cliente
 Procedencia: Laguna Yarinacocha - Pucallpa

Identificación de Laboratorio: S-0001180500
 Tipo de Muestra: Agua Superficial
 Identificación de Muestra: Sector I
 Fecha de Recepción/Inicio de Análisis: 2015-08-06
 Fecha y hora de Muestreo: 2015-08-04 09:35

Análisis	Fecha de Fin de Análisis	Resultado	Unidad
N.D.: Significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis ().			
Química			
*Silicio Total por ICP-AES en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May1994.	2015-08-11		
Silicio Total		11,0	mg/L
Mercurio Total en Agua. EPA Method 245.7(Val), Febrero 2005	2015-08-11		
Mercurio Total		0,000 6	mg/L
Metales Totales en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	2015-08-11		
Aluminio Total		0,593	mg/L
Antimonio Total		ND(<0,006)	mg/L
Arsénico Total		0,028	mg/L
Bario Total		0,165	mg/L
Berilio Total		ND(<0,000 5)	mg/L
Bismuto Total(Validado)		ND(<0,01)	mg/L
Boro Total		0,184	mg/L
Cadmio Total		ND(<0,001)	mg/L
Calcio Total		73,88	mg/L
Cobalto Total		ND(<0,001)	mg/L
Cromo Total		ND(<0,001)	mg/L
Cobre Total		0,008	mg/L
Estroncio Total		0,409 8	mg/L
Estaño Total		ND(<0,003)	mg/L
Hierro Total		2,158	mg/L
Fósforo Total		0,42	mg/L
Litio Total		0,007	mg/L
Magnesio Total		10,75	mg/L
Manganeso Total		0,898	mg/L
Molibdeno Total		0,002	mg/L
Níquel Total		ND(<0,002)	mg/L
Potasio Total		3,39	mg/L
Plata Total		ND(<0,002)	mg/L
Plomo Total		ND(<0,001)	mg/L
Selenio Total		ND(<0,006)	mg/L
Sodio Total		15,02	mg/L
Talio Total		ND(<0,007)	mg/L
Titanio Total		0,008	mg/L
Vanadio Total		0,002	mg/L
Zinc Total		0,032	mg/L

FI20150814193005

J-00181027

pág 2 de 5

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito de NSF Envirolab. Solamente los documentos originales son válidos y NSF Envirolab no se responsabiliza por la validez de las copias. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.

ANEXO Nº 12: ANÁLISIS QUÍMICO DEL SECTOR 2



Inassa
ENVIROLAB



Identificación de Laboratorio: S-0001180502
 Tipo de Muestra: Agua Superficial
 Identificación de Muestra: Sector II
 Fecha de Recepción/Inicio de Análisis: 2015-08-06
 Fecha y hora de Muestreo: 2015-08-04 10:20

Análisis	Fecha de Fin de Análisis	Resultado	Unidad
N.D.: Significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis ().			
Química			
*Silicio Total por ICP-AES en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994.	2015-08-11		
Silicio Total		6,99	mg/L
Mercurio Total en Agua. EPA Method 245.7(Va), Febrero 2005	2015-08-11		
Mercurio Total		0,000 1	mg/L
Metales Totales en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	2015-08-11		
Aluminio Total		0,173	mg/L
Antimonio Total		ND(<0,006)	mg/L
Arsénico Total		0,013	mg/L
Bario Total		0,077	mg/L
Berilio Total		ND(<0,000 5)	mg/L
Bismuto Total(Validado)		ND(<0,01)	mg/L
Boro Total		0,117	mg/L
Cadmio Total		ND(<0,001)	mg/L
Calcio Total		49,04	mg/L
Cobalto Total		ND(<0,001)	mg/L
Cromo Total		ND(<0,001)	mg/L
Cobre Total		ND(<0,002)	mg/L
Estroncio Total		0,268 7	mg/L
Estaño Total		ND(<0,003)	mg/L
Hierro Total		0,255	mg/L
Fósforo Total		0,12	mg/L
Litio Total		0,005	mg/L
Magnesio Total		6,348	mg/L
Manganeso Total		0,060	mg/L
Molibdeno Total		ND(<0,002)	mg/L
Níquel Total		ND(<0,002)	mg/L
Potasio Total		3,13	mg/L
Plata Total		ND(<0,002)	mg/L
Plomo Total		ND(<0,001)	mg/L
Selenio Total		ND(<0,006)	mg/L
Sodio Total		11,74	mg/L
Talio Total		ND(<0,007)	mg/L
Titanio Total		0,002	mg/L
Vanadio Total		0,002	mg/L
Zinc Total		0,024	mg/L

FI20150814193005

J-00181027

pág 3 de 5

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito de NSF Envirolab. Solamente los documentos originales son válidos y NSF Envirolab no se responsabiliza por la validez de las copias. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.

ANEXO N° 13: ANÁLISIS QUÍMICO DEL SECTOR 3



Inassa
ENVIROLAB



Identificación de Laboratorio: S-0001180504
 Tipo de Muestra: Agua Superficial
 Identificación de Muestra: Sector III
 Fecha de Recepción/Inicio de Análisis: 2015-08-06
 Fecha y hora de Muestreo: 2015-08-04 11:00

Análisis	Fecha de Fin de Análisis	Resultado	Unidad
N.D.: Significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis ().			
Química			
*Silicio Total por ICP-AES en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994.	2015-08-11		
Silicio Total		7,10	mg/L
Mercurio Total en Agua. EPA Method 245.7 (Val), Febrero 2005	2015-08-11		
Mercurio Total		0,000 1	mg/L
Metales Totales en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	2015-08-11		
Aluminio Total		0,491	mg/L
Antimonio Total		ND(<0,006)	mg/L
Arsénico Total		0,010	mg/L
Bario Total		0,083	mg/L
Berilio Total		ND(<0,000 5)	mg/L
Bismuto Total(Validado)		ND(<0,01)	mg/L
Boro Total		0,096 5	mg/L
Cadmio Total		ND(<0,001)	mg/L
Calcio Total		47,59	mg/L
Cobalto Total		ND(<0,001)	mg/L
Cromo Total		ND(<0,001)	mg/L
Cobre Total		0,006	mg/L
Estroncio Total		0,244 4	mg/L
Estaño Total		0,005	mg/L
Hierro Total		0,975 8	mg/L
Fósforo Total		0,18	mg/L
Litio Total		0,005	mg/L
Magnesio Total		5,859	mg/L
Manganeso Total		0,178	mg/L
Molibdeno Total		ND(<0,002)	mg/L
Níquel Total		ND(<0,002)	mg/L
Potasio Total		3,00	mg/L
Plata Total		ND(<0,002)	mg/L
Plomo Total		ND(<0,001)	mg/L
Selenio Total		ND(<0,006)	mg/L
Sodio Total		11,10	mg/L
Talio Total		ND(<0,007)	mg/L
Titanio Total		0,007	mg/L
Vanadio Total		0,003	mg/L
Zinc Total		0,047	mg/L

F120150814193005

J-00181027

pág 4 de 5

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito de NSF EnviroLab. Solamente los documentos originales son válidos y NSF EnviroLab no se responsabiliza por la validez de las copias. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.

ANEXO Nº 14: VISTAS FOTOGRÁFICAS DEL MUESTREO DE AGUA



FIG. Nº 34: MUESTREO DE AGUA EN EL SECTOR 1



FIG. Nº 35: MUESTREO DE AGUA EN EL SECTOR 1



FIG. Nº 36: MUESTREO DE AGUA EN EL SECTOR 2



FIG. Nº 37: MUESTREO DE AGUA EN EL SECTOR 2



FIG. Nº 38: MUESTREO DE AGUA EN EL SECTOR 3



FIG. Nº 39: MUESTREO DE AGUA EN EL SECTOR 3



FIG. Nº 40: VISTA PANORÁMICA DE UN SECTOR DE LA LAGUNA



FIG. Nº 41: PERSONAL TÉCNICO DE LA DESA –PUCALLPA QUE APOYÓ EN EL MUESTREO Y EL EJECUTOR DE LA TESIS.