

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN DEL**  
**AGUA DEL RÍO ILAVE Y SUS TRIBUTARIOS**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**ABEL AMACHI ORTEGA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÍCOLA**

**PROMOCIÓN 2015**

**PUNO - PERU**

**2017**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
**EVALUACIÓN DE NIVELES DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA DEL RÍO**  
**ILAVE Y SUS TRIBUTARIOS**

TESIS  
 PRESENTADA POR EL BACHILLER:

AMACHI ORTEGA ABEL

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
 INGENIERO AGRÍCOLA



V.B.

APROBADA POR:  
 PRESIDENTE :   
 Ing. M.Sc. Oscar Raul MAMANI LUQUE

PRIMER MIEMBRO :   
 Ing. Ricardo Luis BARDALES VASSI

SEGUNDO MIEMBRO :   
 Ing. M.Sc. Roberto ALFARO ALEJO

DIRECTOR DE TESIS :   
 Ing. Percy Arturo GINEZ CHOQUE

ASESOR DE TESIS :   
 Ing. Fran Olger LINO TALAVERA

Área: Ingeniería y Tecnología  
 Tema: Gestión de Riesgos y Vulnerabilidad Ambiental  
 Línea de investigación: Orientación Territorial Y Medio Ambiente

## DEDICATORIA

**A Dios en primer lugar  
por estar siempre  
guiándome  
e iluminar mi camino.**

**A mis padres Leonardo y Catalina  
por todo el apoyo brindado a mis  
hermanos Walter y Elva por  
siempre estar pendiente de mis  
logros y tropiezos; por siempre  
guiarme por el buen camino.**

**Para Deysi y mi hija adorada  
Adriana Alexandra que  
son la fuente de mi inspiración.**

## AGRADECIMIENTOS

El autor de la presente tesis, expresa su profundo agradecimiento a:

La UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO y en forma muy particular a la FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA y a los docentes quienes con sapiencia impartieron sus conocimientos durante mi formación profesional.

Mis más sinceros agradecimientos y gratitud a los siguientes profesionales: M.Sc. Oscar Raúl MAMANI LUQUE, M.Sc. Roberto ALFARO ALEJO y para el Ing. Ricardo BARDALES VASSI por siempre tener esas palabras de aliento para seguir adelante y poder cumplir los objetivos trazados.

A mis padres por ser siempre mi inspiración para alcanzar mis ideales y metas, mis hermanos por estar apoyándome y guiándome para ser un buen profesional.

A todas aquellas personas que directa e indirectamente han contribuido en la realización de la presente investigación.

**INDICE GENERAL**

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>ii</b>
<b>INDICE GENERAL .....</b>	<b>iii</b>
<b>INDICE DE CUADROS.....</b>	<b>x</b>
<b>INDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>xi</b>
<b>INDICE DE TABLAS .....</b>	<b>xiii</b>
<b>INDICE DE ACRÓNIMOS.....</b>	<b>xiv</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xvi</b>
<b>I. INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.2. ANTECEDENTES.....	4
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	8
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	9
1.4.1    Objetivo general.....	9
1.4.2    Objetivos específicos.....	9
1.5. HIPÓTESIS.....	9
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>10</b>
2.1. GESTIÓN AMBIENTAL.....	10
2.2. CALIDAD DEL AGUA .....	10

2.3. CONTAMINACIÓN DEL AGUA .....	12
2.3.1 Tipos de contaminantes .....	12
2.3.1.1 Contaminación doméstica .....	17
2.3.1.2 Compuestos tóxicos que causan la inhibición y destrucción de la actividad biológica del agua .....	17
2.3.1.3 Materiales que afectan el balance de oxígeno en el agua .....	17
2.3.1.4 Los sólidos inertes en suspensión o disueltos .....	18
2.4. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DE AGUA .....	18
2.5. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA .....	22
2.5.1 Uso de la tierra y su relación con la calidad del agua.....	22
2.5.2 La actividad ganadera y su relación con la calidad del agua .....	24
2.5.3 La agricultura y su influencia en la calidad del agua.....	25
2.5.4 Actividad humana.....	27
2.5.5 Cobertura vegetal.....	28
2.5.6 Actividades forestales .....	29
2.6. CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA EN UNA MICROCUENCA HIDROGRAFICA .....	29
2.7. PROCESOS QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL AGUA EN UNA MICROCUENCA .....	30
2.8. INDICADORES FISICO-QUIMICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CALIDAD DE AGUA .....	32

2.8.1	Indicadores microbiológicos del agua.....	32
2.8.1.1	Coliformes totales.....	33
2.8.1.2	Coliformes termotolerantes (fecales) .....	34
2.8.1.3	Bacterias .....	36
2.8.1.4	Algas .....	37
2.8.1.5	Insectos.....	40
2.8.2	Indicadores organolépticos .....	41
2.8.2.1	Color.....	41
2.8.2.2	Olor y sabor.....	44
2.8.3	Indicadores físicos y químicos del agua.....	47
2.8.3.1	Potencial de hidrogeno (pH) .....	47
2.8.3.2	Temperatura.....	52
2.8.3.3	Conductividad eléctrica.....	55
2.8.3.4	Salinidad.....	57
2.8.3.5	Alcalinidad .....	58
2.8.3.6	Cloruros.....	60
2.8.3.7	Sulfatos .....	63
2.8.3.8	Nitratos.....	67
2.8.3.9	Solidos totales .....	72
2.9.	NORMAS QUE GARANTICEN LA CALIDAD DE AGUA .....	74

2.9.1	Estándares nacionales de calidad ambiental para agua.....	74
2.10.	ELEMENTOS DE VIGILANCIA Y CONTROL.....	74
2.11.	RECOLECCIÓN PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS .....	75
2.11.1	Bacteriológico .....	76
2.11.2	Químico .....	76
<b>III.</b>	<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>78</b>
3.1	CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	78
3.1.1	Ubicación geográfica.....	78
3.1.2	Ubicación hidrográfica.....	78
3.1.3	Ubicación política .....	78
3.1.4	Límites hidrográficos .....	79
3.1.5	Ubicación administrativa .....	82
3.2	ASPECTO SOCIO-ECONOMICO.....	82
3.2.1	Población .....	82
3.2.2	Actividades económicas en la zona de estudio .....	83
3.2.2.1	Actividad agrícola .....	83
3.2.2.2	Actividad pecuaria .....	84
3.2.2.3	Actividad piscicultura .....	85
3.3	ACCESIBILIDAD – VIAS DE COMUNICACIÓN .....	85
3.4	HIDROGRAFÍA .....	87

3.4.1	Área del proyecto .....	87
3.4.2	Sistema hidrográfico .....	88
3.5	CLIMATOLOGIA .....	88
3.5.1	Análisis de los caudales en la cuenca llave.....	89
3.5.1.1	Análisis de consistencia en caudales medios mensuales .....	92
3.5.1.2	Análisis de saltos y tendencias .....	93
3.5.2	Caracterización climatológica.....	96
3.5.3	Precipitación .....	97
3.5.4	Temperatura .....	97
3.5.5	Evaporación .....	98
3.5.6	Humedad relativa .....	99
3.5.7	Velocidad del viento .....	99
3.6	METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN .....	100
3.6.1	Monitoreo de la calidad del agua.....	100
3.6.1.1	Estaciones de monitoreo de calidad del agua .....	100
3.6.1.2	Parámetros a evaluar.....	101
3.6.1.3	Recolección y análisis de muestras de agua .....	103
3.6.1.4	Laboratorio de análisis de agua .....	103
3.6.1.5	Criterios de evaluación.....	104
3.6.1.6	Recopilación de información .....	104

3.6.1.7	Determinación de los constituyentes para la determinación	105
	de la contaminación.....	105
<b>IV.</b>	<b>ANALISIS DE RESULTADOS</b>	<b>107</b>
4.1.	PUNTOS DE MUESTREO.....	107
4.2.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	109
4.2.1.	Fosfatos.....	109
4.2.2.	Sulfatos.....	110
4.2.3.	Nitratos .....	111
4.2.4.	Nitritos.....	112
4.2.5.	Turbiedad.....	113
4.2.6.	Temperatura .....	115
4.2.7.	Potencial de hidrogeniones (pH) .....	116
4.2.8.	Potencial de Oxidación-Reducción (ORP).....	117
4.2.9.	Conductividad .....	118
4.2.10.	Oxígeno disuelto.....	119
4.2.11.	Total de solidos disueltos (STD).....	121
4.2.12.	Salinidad.....	121
4.2.13.	Demanda bioquímica de oxígeno .....	122
4.3.	DISCUSIÓN .....	124
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>.....</b>	<b>125</b>



<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>128</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>130</b>
<b>FOTOGRAFÍAS .....</b>	<b>134</b>
<b>ANEXOS:.....</b>	<b>137</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 01:</b> POBLACIÓN TOTAL - CUENCA DEL RIO ILAVE (IX CENSO POBLACIONAL 2007).....	83
<b>Cuadro 02:</b> DISTANCIA ENTRE CIUDADES Y/O LOCALIDADES.....	86
<b>Cuadro 03:</b> DIAGRAMA DE DOBLE MASA DE LAS DESCARGAS MEDIAS.....	93
<b>Cuadro 04:</b> MENSULE DIAGRAMAS VS. ESTADE DOBLE MASACIÓN BASE DE LAS DESCARGAS MEDIAS .....	93
<b>Cuadro 05:</b> ANÁLISIS DE SALTOS DE LAS DESCARGAS MEDIAS MENSUALES - SERIE HISTÓRICA .....	95
<b>Cuadro 06:</b> ANÁLISIS DE LAS TENDENCIAS DE LAS DESCARGAS MEDIAS MENSUALES – SERIE HISTÓRICA .....	95
<b>Cuadro 07:</b> ESTACIONES METEOROLÓGICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	96
<b>Cuadro 08:</b> PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL.....	97
<b>Cuadro 09:</b> TEMPERATURA MEDIA MENSUAL.....	98
<b>Cuadro 10:</b> EVAPORACIÓN TOTAL MENSUAL.....	98
<b>Cuadro 11:</b> HUMEDAD RELATIVA TOTAL MENSUAL.....	99
<b>Cuadro 12:</b> VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO.....	99
<b>Cuadro 13:</b> DESCRIPCIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO.....	101
<b>Cuadro 14:</b> LISTA INICIAL DE CONSTITUYENTES .....	106
<b>Cuadro 15:</b> RESULTADOS DE LABORATORIO SEGÚN PUNTOS DE MUESTREO.....	108

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 01:</b> FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DEL AGUA EN UNA MICROCUENCA .....	22
<b>Figura 02:</b> BACTERÍAS PATÓGENAS EN EL AGUA .....	40
<b>Figura 03:</b> ANIMALES INVERTEBRADOS DE VIDA LIBRE PRESENTES EN EL AGUA .....	41
<b>Figura 04:</b> POTENCIAL DE HIDROGENO .....	51
<b>Figura 05:</b> UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA CUENCA DEL RIO ILAVE.....	80
<b>Figura 06:</b> UBICACIÓN HIDROGRÁFICA DE LA CUENCA DEL RIO ILAVE.....	81
<b>Figura 07:</b> CAUDAL MEDIO MENSUAL.....	91
<b>Figura 08:</b> CAUDAL MÁXIMA DIARIA.....	91
<b>Figura 09:</b> CAUDAL MÍNIMO DIARIO.....	91
<b>Figura 10:</b> PUNTOS DE MUESTREO.....	102
<b>Figura 11:</b> NIVELES COMPARATIVOS DE FOSFATO .....	110
<b>Figura 12:</b> NIVELES COMPARATIVOS DE SULFATOS .....	111
<b>Figura 13:</b> NIVELES COMPARATIVOS DE NITRATOS .....	112
<b>Figura 14:</b> NIVELES COMPARATIVOS DE NITRITOS .....	113
<b>Figura 15:</b> NIVELES COMPARATIVOS DE TURBIEDAD.....	115
<b>Figura 16:</b> NIVELES COMPARATIVOS DE TEMPERATURA .....	116
<b>Figura 17:</b> NIVELES COMPARATIVOS DE (pH) .....	117

<b>Figura 18:</b> NIVELES COMPARATIVOS DE (ORP) .....	118
<b>Figura 19:</b> NIVELES COMPARATIVOS DE CONDUCTIVIDAD.....	119
<b>Figura 20:</b> NIVELES COMPARATIVOS DE OXÍGENO DISUELTO.....	120
<b>Figura 21:</b> NIVELES COMPARATIVOS DE (STO) .....	121
<b>Figura 22:</b> NIVELES COMPARATIVOS DE SALINIDAD .....	122
<b>Figura 23:</b> NIVELES COMPARATIVOS DE (DBO) .....	123

**INDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 01:</b> ESTÁNDARES PERMISIBLES PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL AGUA CRUDA .....	34
<b>Tabla 02:</b> ESTÁNDARES PERMISIBLES PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL AGUA CRUDA .....	36
<b>Tabla 03:</b> TIPOS DE MICROORGANISMOS EN EL AGUA .....	37
<b>Tabla 04:</b> OLORES CARACTERÍSTICAS DEL AGUA Y SU ORIGEN .....	45
<b>Tabla 05:</b> LIMITES DE PERCEPCION DE ALGUNAS SALES Y COMPUESTOS DEL AGUA .....	45
<b>Tabla 06:</b> RECIPIENTE, TIPO DE PRESERVACIÓN Y TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DE MUESTRA .....	77

## INDICE DE ACRÓNIMOS

ANA	: Autoridad Nacional del Agua
PELT	: Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca
ALA	: Autoridad Local del Agua
LCCA	: Laboratorio de Control de Calidad de Agua
AAA	: Autoridad Administrativa del Agua
INRENA	: Instituto Nacional de Recursos Naturales
DREM	: Dirección Regional de Energía y Minas
MINSA	: Ministerio de Salud

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación está enfocado en analizar y realizar una evaluación de los principales afluentes del río llave hasta su desembocadura para identificar los niveles de contaminación para lo cual se tomó 21 puntos de muestreo los cuales nos ayudaron a cumplir los objetivos del presente trabajo, dentro de los parámetros que se lograron evaluar son: temperatura, conductividad, sólidos totales disueltos, oxígeno disuelto, nitratos, nitritos, sulfatos, pH, DBO5 y coliformes termotolerantes, estos parámetros nos brindaron la información adecuada con la cual se pudo analizar, interpretar y realizar cuadros comparativos de la calidad de agua del río llave, río Huenque, río Blanco y río Grande y ver si se encuentran dentro de los estándares de calidad de acuerdo al D.S. N° 0015-2015-MINAM, para el desarrollo del trabajo de investigación se utilizaron los laboratorios de calidad de aguas del Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca, el trabajo de investigación como parte final logra obtener resultados que ayudan a ubicar los principales focos de contaminación que afectan al río llave teniendo entre los puntos más álgidos la laguna de oxidación de llave y el camal municipal los cuales vierten directamente sus aguas contaminadas al río, es en razón a esto que las instituciones involucradas con el cuidado del medio ambiente deberían de realizar monitoreos constantes de

la calidad del agua en el río llave y sancionar a las personas y/o instituciones involucradas en dicha contaminación, de otro lado la ALA-ILAVE debería de priorizar en la parte social concientizando a los pobladores y/o instituciones para prevenir que esta contaminación siga en aumento.

Palabras claves: Contaminación, río llave, niveles, evaluación.

## ABSTRACT

The present research work is focused on analyzing and performing an evaluation of the main tributaries of the river llave until its mouth to identify the levels of contamination for which 21 sampling points were taken which helped us to fulfill the objectives of this work, The parameters that were evaluated were: temperature, conductivity, dissolved solids, dissolved oxygen, nitrates, nitrites, sulfates, pH, BOD<sub>5</sub> and thermotolerant coliforms, these parameters provided us with adequate information with which we could analyze, interpret and make comparative tables of the water quality of the river llave, Huenque River, Rio Blanco and Rio Grande and see if they meet the quality standards according to DS No. 0015-2015-MINAM, the water quality laboratories of the Binational Lake Titicaca Special Project were used for the development of the research work, the research work as a final part obtains results that help to locate the main sources of contamination that affect the llave river having between the highest points the oxidation lagoon of llave and its municipal road that directly discharge its polluted waters to the river, it is because of this that the institutions involved with the care of the environment should carry out constant monitoring of the water quality in the river llave and sanction the people and / or institutions involved in such pollution, on the other hand, ALA-ILAVE should prioritize in the social part raising the awareness of the inhabitants and / or institutions to prevent this contamination keep increasing.

Keywords: Pollution, river llave, levels, evaluation.

## I. INTRODUCCION

El agua es esencial para la mayoría de las formas de vida conocidas por el hombre, incluida la humana. El acceso al agua se ha incrementado durante las últimas décadas en la superficie terrestre. Sin embargo, estudios de la FAO estiman que uno de cada cinco países en vías de desarrollo tendrá problemas de escasez de agua antes de 2030.

El Lago Titicaca es un ecosistema único en el mundo, debido a sus dimensiones y su ubicación a gran altitud. Este cuerpo de agua se encuentra posicionado en un punto de transición entre dos regiones geográficas muy distintas entre sí: La franja desértica de la Costa del Pacífico hacia el oeste y una gran extensión de región amazónica hacia el este en la Costa Atlántica.

En ausencia de influencia humana las características químicas del agua del lago serían el resultado de una suma de procesos geológicos, biológicos e hidrológicos. Las fuentes antropogénicas principalmente aportan con material disuelto y en suspensión transportados por ríos tributarios al Lago Titicaca. Estos ríos reciben el aporte de actividades urbanas, mineras, agrícolas y de suelos orgánicos lo que a su vez influye en los niveles de metales, nutrientes y los valores de pH en el Lago. De otro modo, las actividades económicas que se desarrollan en el ámbito lacustre, como el turismo y la crianza de truchas, ejercen una presión ambiental en el cuerpo de agua donde se ubican.

En Puno, se han detectado varios procesos de deterioro ambiental, encontramos contaminación por vertidos de aguas residuales y residuos sólidos urbanos en la bahía interior de Puno. En el año 2000 investigaciones a nivel de postgrado de la Universidad Nacional del Altiplano, de la Dirección de Salud Ambiental y de otras entidades han demostrado la grave contaminación que vienen causando los gases y partículas nocivas emitidas por las chimeneas de la fábrica de Cemento Sur S.A. (CESUR) empresa del sector industrial manufacturero, cuya planta se encuentra en el distrito de Caracoto, provincia de San Román, departamento de Puno; otros de los ríos con alto índice de contaminación es el río Ramis donde la principal fuente de contaminación es la minería ilegal es en ese sentido y viendo que con el paso del tiempo la contaminación ambiental afecta directamente el recurso hídrico es que se realizó la evaluación de la calidad de agua del río llave y sus afluentes con la finalidad de determinar la cantidad de contaminantes y realizar una evaluación de parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La contaminación del lago Titicaca está siendo afectado progresivamente por los vertimientos de aguas contaminadas que se realizan sobre los ríos tributarios y de manera directa en estos últimos años en el río llave. Los principales tipos de contaminación que sufre este río son de aguas residuales en lugares focalizados, las aguas residuales que ingresan a este río son de origen doméstico (agua residual urbana) el punto más álgido donde se ubica un alto nivel de contaminación es en la laguna de oxidación del distrito de llave el cual vierte de manera directa las aguas residuales al río llave sin ningún tipo de tratamiento originando una eutrofización la cual

genera un enriquecimiento excesivo en el agua de determinados nutrientes (Fosforo y Nitrógeno) originando el crecimiento de las algas. El problema está en que si hay exceso de nutrientes crecen en abundancia las plantas y otros organismos. Más tarde, cuando mueren, se pudren y llenan el agua de malos olores, dándoles un aspecto nauseabundo y disminuyendo drásticamente su calidad.

Para la evaluación del río llave se considera evaluar los contaminantes de tipo físico, químico, biológico con los siguientes parámetros;

- Temperatura
- Conductividad
- Oxígeno disuelto
- Nitratos
- Nitritos
- Fosfatos
- Sulfatos
- Turbiedad
- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)
- Potencial de Hidrogeno (pH)
- Potencial de Oxidación-Reducción (ORP)
- Total de Solidos Disueltos (STD)
- Salinidad

### **Pregunta de investigación**

¿Cuáles son los niveles de contaminación del río llave y sus tributarios?

## 1.2. ANTECEDENTES

Como antecedentes al estudio de EVALUACION DE NIVELES DE CONTAMINACION DEL AGUA DEL RIO ILAVE Y SUS TRIBUTARIOS, a continuación se describen los principales estudios existentes referidos a la calidad del agua en la cuenca del río llave y sus implicancias:

- En el Informe Final Geo Titicaca Perspectivas del Medio Ambiente en el Sistema Hídrico Titicaca – Desaguadero – Poopó – Salar de Coipasa (TDPS), efectúan un análisis de calidad del agua en el Sistema Hídrico TDPS, identificando la presencia de trazas de metales pesados en varias zonas del lago y en varios puntos de sus tributarios. (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) 2011).
- En el Informe de Monitoreo de Calidad del Agua presentan los resultados de la evaluación de los parámetros de calidad del agua para la cuenca del lago Titicaca, concluyendo que para la mayoría de estaciones de muestreo las concentraciones de metales pesados no superan los Estándares Nacionales de Calidad para Agua Categoría 3 (Ministerio del Ambiente 2009).
- La vegetación natural expuesta a metales pesados puede incluir toxicidad, captación y bioacumulación, ya que esta vegetación sirve de alimento para los animales pudiendo impactar en los procesos metabólicos, inducir cambios fisiológicos e incrementar la susceptibilidad a las enfermedades. Estos pueden ser biológicamente magnificados en la cadena alimenticia ya que el hombre y animales mayores, se contaminarán ingiriendo animales afectados por la

contaminación minera dentro del ámbito del río Ramis. (Dirección Regional de Energía y Minas 2001).

- El trabajo fue realizado en el área de aplazamiento del malecón turístico, en construcción; en la bahía interior del lago Titicaca de la ciudad de Puno - Perú en agosto del 2003; cuyo objetivo general fue analizar la situación de los residuos sólidos urbanos que contaminan el área; y los objetivos específicos: a) identificar el tipo de residuos sólidos urbanos, b) identificar el volumen de los mismos y c) identificar el impacto ambiental ocasionado por los residuos sólidos urbanos. Para realizar el análisis de la situación de los RSU que contaminan el área de influencia, determinamos el área afectada. La toma de muestras se inició en la zona norte del Malecón en construcción, haciendo 10 repeticiones cada 50 metros de distancia mediante cuadrantes aleatorios de 1 m<sup>2</sup> cada uno. Utilizamos la técnica de observación directa, la cuantificación la realizamos mediante cálculo de volúmenes y pesos. Analizamos los datos y obtuvimos los pesos totales por cada ítem de clasificación, así como los porcentajes respectivos; los análisis estadísticos se realizaron con el paquete STATT, a través del estadístico no paramétrico Kruskal-Wallis, con un nivel de confianza del 95%. Encontramos que el porcentaje de residuos orgánicos fue 30% y los inorgánicos 70%, siendo la composición de los residuos orgánicos: Deshechos de cocina (54%), Papeles y cartones (8%), Heces (19%), Huesos (11%), Arbustos (4%), Madera (2%) y Lana (2%) y la de los residuos inorgánicos: bolsas de plástico (13%), Botellas PET (descartables)(6%), Latas (10%), Fierros

(21%), Vidrios (7%), Mayólicas (6%), Zapatos sintéticos (5%), Vasijas de barro (6%) y otros (17%). Existe un mayor porcentaje de residuos orgánicos en la zona Sur del Malecón (43.20%), mientras que en la zona Nor Este encontramos un menor porcentaje (3.06%). El mayor porcentaje de residuos inorgánicos (29,97%), se presenta en la zona Sur Oeste del Malecón. El análisis estadístico resultó para la diferencia entre residuos orgánicos e inorgánicos:  $H_{calc} (0.05)=12,00$  ;  $Gl= 1$  ;  $P= 0,004$ ; para la clasificación de residuos orgánicos:  $H_{calc} (0.05)=33.515$  ;  $Gl= 6$  ;  $P= 0,0009$  y para la clasificación de residuos inorgánicos:  $H_{calc} (0.05)=53.291$  ;  $Gl= 14$  ;  $P= 0,0009$ . (Contaminación por Residuos Sólidos Urbanos en la Bahía del Malecón Turístico de la Ciudad de Puno. Aldo Valderrama y Daniel Córdova. UNA Puno (2003).

- Dentro del contexto del manejo integral, existen dos enfoques:
  - Continuar descargando en forma directa a la bahía interior los desagües tratados.
  - Descartar cualquier tipo de descarga en la Bahía y proyectar un nuevo sistema de tratamiento y disposición final de las aguas en un lugar estratégico fuera del lago Titicaca.

Siendo el objetivo principal la descontaminación de la bahía interior de Puno, la primera de las opciones no contribuye precisamente al logro de ese objetivo, pues como ya se ha mencionado, el sistema actual desde su inicio en el año 1972, ha creado problemas de contaminación y contribuido a la “eutrofización” de las aguas del Titicaca debido a que la descarga del efluente de las lagunas de estabilización contienen nutrientes como los compuestos nitrogenados provenientes de las

reacciones de oxidación y reducción de la materia orgánica así como los fosfatos provenientes de los detergentes que se vierten a los desagües, todos los cuales sirven al desarrollo de las algas. El problema se agrava debido a la diferencia cualitativa de algas entre las existentes en el efluente de la laguna de tratamiento (predominantemente de géneros *Chlorella* y *Vertella*), y las naturales del cuerpo receptor del Lago (del tipo filamentosas), suscitándose una lucha por la supervivencia. El resultado es la muerte de algas, disminución de oxígeno disuelto para la vida de los peces, malos olores y el aumento de material orgánico en el Lago, que luego sedimenta contribuyendo a agotar el oxígeno en las capas más profundas del cuerpo de agua. A lo que se añade la baja penetración de la luz más allá de los dos metros, perjudicándose la fotosíntesis y contribuyendo al proceso de eutrofización. Igualmente, la descarga de los efluentes de la laguna de tratamiento mediante un emisor subacuático en el Lago, conllevaría biológicamente a la formación de una zona anaeróbica con ausencia de oxígeno disuelto, tal como se describió anteriormente, teniéndose por lo tanto el mismo resultado. Debido a la mala ubicación de la laguna de tratamiento (a sotavento de la ciudad y a menos de 500 m de ésta) a lo que se añade el choque biológico de algas de diferente género, están generando no sólo la “eutrofización” del Lago y desaparición de la vida acuática sino también la no menos molesta presencia de malos olores. Todo lo cual puede impedir el desarrollo del “proyecto de descontaminación de la bahía interior de Puno” y su consiguiente potencial turístico. Estos

hechos resultan en una justificación técnica consistente, que sirven para descartar como solución cualquier otra alternativa que plantee la disposición final en el Lago Titicaca y, por lo tanto, se opte por la segunda de las opciones de enfoque propuestas (Conducción, tratamiento y manejo integral de las aguas servidas – ciudad de puno. (Sistema Salcedo – Cancharani). ATA-Asesores Técnicos Asociados S.A. Lima – Octubre 1997. MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA - INSTITUTO NACIONAL DE DESARROLLO - PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA)

### 1.3. JUSTIFICACIÓN

Debido a la gran importancia que tiene el conocer la calidad del agua en la cuenca del río llave, este estudio centrará sus esfuerzos en efectuar un análisis detallado de la evolución en el espacio y tiempo de la calidad del agua del río llave y sus tributarios, mediante una evaluación físico química y microbiológica, datos que servirá para conocer con cierto grado de aproximación el nivel de contaminación de las aguas en la cuenca del río llave desde sus nacientes hasta su desembocadura al lago Titicaca, identificando los vertimientos poblacionales, industriales y mineros, con la finalidad de proporcionar información a los tomadores de decisión o autoridades competentes para que efectúen un control eficaz en los estándares de calidad ambiental (ECA) de los vertimientos producto de las distintas actividades productivas desarrolladas en la cuenca del río llave, y tomar las medidas correctivas necesarias.

## **1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1 Objetivo general.**

Evaluar la calidad del agua en la cuenca del río llave y sus principales tributarios mediante parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

### **1.4.2 Objetivos específicos.**

- Determinar el análisis de la calidad del agua en sus diferentes parámetros a lo largo del periodo de muestreo, tanto a nivel de toda la cuenca como a nivel de estaciones de monitoreo y sus afluentes.
- Analizar la cantidad de contaminantes que afectan la calidad del agua en la cuenca del río llave y sus tributarios.

## **1.5. HIPÓTESIS**

### **Hipótesis general**

La calidad del agua del río llave y sus principales tributarios es buena en sus parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

### **Hipótesis específicas**

- La calidad de agua durante el periodo de monitoreo en toda la cuenca es buena tanto en los afluentes como en el río llave y estaciones de monitoreo.
- La cantidad de contaminantes evaluados afectan la calidad del agua en la cuenca del río llave.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. GESTIÓN AMBIENTAL

Uno de los puntos de partida de la Gestión Ambiental, es el conocimiento y cumplimiento de las Leyes o Normas en materia ambiental, por parte de las personas que dentro de las instituciones toman decisiones en materia de gestión ambiental; por ello es importante puntualizar en detalle la normatividad ambiental pertinente y vigente en el país (Colon E. 2003).

Ante la necesidad de armonizar los objetivos de desarrollo económico y social con un adecuado manejo del medio ambiente, en nuestro país se han establecido instrumentos jurídicos, que por una parte promueven la inversión privada para el aprovechamiento de los recursos naturales en forma sostenida mediante el régimen de concesiones y por otro lado, procuran una adecuada protección del medio ambiente (Colon E. 2003).

### 2.2. CALIDAD DEL AGUA

La calidad del agua está determinada por la composición y concentración de los diferentes elementos que pueda tener ya sea en solución o en suspensión. La calidad del agua de riego determina el tipo de cultivo a sembrar y el tipo de manejo que debe dársele al suelo (Cieza 2014).

La calidad del agua en su forma natural está determinada por una mayor o menor concentración y composición de las sales disueltas que contengan. Para evaluar su calidad es necesario conocer a través de sus respectivos análisis, la cantidad de aniones y cationes existentes. Los principales aniones presentes en el agua son los cloruros, sulfatos, bicarbonatos y nitratos. Por otra parte, los principales cationes son el Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio y otros constituyentes menores como el Boro, Litio, Selenio y metales pesados. El análisis de la sola cantidad de estos constituyentes no hace posible una adecuada evaluación para determinar el efecto que esta agua tienen sobre el suelo y sobre la planta; ya que las condiciones de solubilidad y la capacidad de producir intercambios entre ellos, hace que sus efectos sobre el suelo y su relación con la succión de la planta (presión osmótica) varíen (Benítez 2002).

La expresión "Calidad del Agua se refiere a la calidad del ambiente acuático, entendido éste como una serie de concentraciones, especiaciones y partición física de sustancias inorgánicas u orgánicas, las cuales describen las variaciones espacio – temporales debidas a factores internos y externos al cuerpo de agua, que reflejan la composición y estado de su biota". La calidad del agua está definida por su composición química y por sus características físicas y biológicas, adquiridas a través de los diferentes procesos naturales y antropogénicos. Éstos implican contacto y disolución de los componentes minerales de las rocas sobre las cuales el agua actúa como meteorizante, en sus diferentes estados de agregación (sólido, líquido y gaseoso), además de intervenir como disolvente de los gases presentes en la atmósfera. La calidad del agua y su variación

espacio-temporal se modifica por el influjo de las múltiples actividades socioeconómicas, de acuerdo con las características propias de estas dinámicas (CVC 2008).

### 2.3. CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Contaminación es la acción y efecto de introducir materias o formas de energía, o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica (Gallego 2009).

Dado que el agua rara vez se encuentra en estado puro, la noción de contaminante del agua comprende cualquier organismo vivo, mineral o compuesto químico cuya concentración impida los usos benéficos del agua (Sagardoy 1994).

#### 2.3.1 Tipos de contaminantes

Según la (UNICEF 1999) señala que las categorías de contaminación que impactan a los recursos hídricos se derivan de fuentes puntuales y no puntuales. Éstas afectan y alteran las características naturales de los recursos hídricos, ocasionalmente por actividades naturales, pero en su mayoría el mayor de los impactos es de carácter antropogénico. Dependiendo de su origen existen dos tipos de contaminación de las aguas:

**Contaminación puntual:** es aquella que descarga sus aguas en un cauce natural, proviene de una fuente específica, como suele ser un tubo o dique. En este punto el agua puede ser medida, tratada o controlada. Este tipo de contaminación está generalmente asociada a las industrias y las aguas negras municipales.

**Contaminación difusa:** es el tipo de contaminación producida en un área abierta, sin ninguna fuente específica; este tipo de contaminación está generalmente asociada con actividades de uso de tierra tales como, la agricultura, urbanizaciones, pastoreo y prácticas forestales.

La contaminación puntual es fácil de eliminar, si se cuenta con los medios para almacenar el agua vertida, contaminada y tratarla. Generalmente se utilizan tanques de sedimentación, donde se depositan los sedimentos en el fondo y luego se trata con químicos el agua para ser vertida a las aguas naturales. El sedimento luego se utiliza como abono orgánico y se estabiliza en un lugar seguro. En el caso de la contaminación difusa, su control es más difícil debido a su naturaleza intermitente y su mayor cobertura. Entre las fuentes de mayor dificultad de controlar, y que causan mayor impacto, se encuentran las fuentes no puntuales de contaminación, caso de parcelas donde fluye el agua sobre la superficie de la tierra arrastrando nutrientes, fertilizantes, plaguicidas y otros contaminantes aplicados en las actividades agropecuarias y forestales.

Este tipo de contaminación es causado por escorrentías de tierras agropecuarias, silvicultura, y ocupación urbana. No se produce de un lugar específico y único, sino que resulta de la escorrentía, precipitación y percolación, se presenta cuando la tasa a la cuál los materiales contaminantes que entran en el cuerpo de agua, exceden los niveles naturales (Villegas 1995).

Las fuentes puntuales de contaminación se desplazan por la superficie terrestre o penetran en el suelo arrastrado por el agua de lluvia. Estos contaminantes consiguen abrirse paso hasta las aguas subterráneas, tierras húmedas, ríos, lagos, y finalmente hasta los océanos en forma de sedimentos y cargas químicas. La repercusión de estos contaminantes puede ir desde pequeños trastornos hasta graves catástrofes ecológicas sobre peces, aves, mamíferos y salud humana. La característica principal de estas fuentes es que responden a las condiciones hidrológicas (Ongley, 1997).

Ponen como ejemplo de este tipo de contaminación se pueden mencionar las actividades industriales y la contaminación de origen doméstico como las excretas humanas, grasas, y jabones (Repetto 1990).

Según (Solsana, 2002) nos Indica que el agua se contamina cuando se echan residuos materiales contaminantes a las cabeceras de cuenca y a las fuentes de agua. Puede ser una industria que vierte los desechos de sus procesos químicos al río, puede ser un agricultor que emplea sustancias tóxicas para eliminar plagas o hierbas en sus cultivos, puede ser una persona que deposita basura en los ojos de agua, ríos o lagos, y hasta nosotros mismos en nuestra casas cuando arrojamos por el inodoro pinturas, aceites o sustancias venenosas. Es decir, desde las grandes empresas a los agricultores a mineros y cada uno de nosotros, todas las personas tienen algún grado de responsabilidad en relación con la contaminación. Y si bien es cierto que algunos contaminan más que otros, en realidad todos somos contaminantes potenciales. Dicho de otro

modo, el cuidado y protección de la calidad del agua es responsabilidad de todos.

Desde el punto de vista de salud, la contaminación más importante es la microbiológica y las fuentes de esa contaminación son las que deben vigilarse con mayor atención. En la calidad del agua se investiga los valores máximos de la contaminación que puede tener el agua determinando distintos parámetros con el fin de decidir si la misma es buena o mala, segura o no segura. Pero es importante dar un paso mas allá y evaluar cuales son las probabilidades de que esa agua, que eventualmente en el momento de la prueba podría tener una calidad aceptable, deja de ser segura en pocos días u horas. Por lo tanto, se debe analizar también el riesgo de la contaminación potencial que se pueda presentar. Ello significa que no solo se debe evaluar la calidad intrínseca del agua., sino también la calidad del servicio, entendiendo por el mismo el agua y los elementos que lo contienen o que sirvan para su conducción, almacenamiento y entrega a los usuarios.

Además de los valores de calidad, un buen servicio debe cumplir con los siguientes requisitos que son los denominados “los requisitos de las siete C”.

- Calidad: significa que el agua debe estar libre de elementos que la contaminen a fin de evitar que se convierta en un vehiculo de transmisión de enfermedades.
- Cobertura: significa que el agua debe llegar a todas las personas sin restricciones, es decir, que nadie debe quedar excluido de tener acceso al agua de buena calidad.

- Cantidad: se refiere a la necesidad de que las personas tengan acceso a la cantidad suficiente de agua para su uso personal, para los usos necesarios en su hogar y otros que demanden sus necesidades.
- Continuidad: significa que el servicio de agua debe llegar en forma continua y permanente, pues el suministro por horas puede generar problemas de contaminación en las redes de distribución.
- Condición: se refiere a las condiciones en que se encuentran las instalaciones que llevan el agua a la escuela y en donde se mantiene almacenada. Tiene que ver con la situación de seguridad ante la contaminación, el estado de limpieza de las instalaciones, sobretodo de los tanques y depósitos, y el estado físico general, incluido las fugas, roturas, pérdidas, etc.
- Costo: significa que además del valor natural, el agua segura tiene un costo que debe ser cubierto por los usuarios para cubrir el valor de los insumos necesarios para purificar, el valor de las instalaciones, su mantenimiento y reparación. El costo debe ser razonable para cubrir los costos de tratamiento y también para que los usuarios lo puedan pagar.

Cultura hídrica o cultura del agua: significa que las personas, al reconocer el valor del agua y su relación con la salud, deben hacer un uso racional de ella, preservando adecuadamente para evitar su contaminación y tomando las medidas sanitarias para asegurar el consumo de las futuras generaciones. Quien tiene cultura hídrica reconoce el costo de producir el agua potable y está dispuesto a pagar.

### **2.3.1.1 Contaminación doméstica**

La (APHA. 1992), nos dice que la contaminación doméstica es la producida por las residencias, instalaciones comerciales, públicas y similares. Las aguas contaminadas domésticas poseen características particulares como: tiene un olor característico que es causado por el sulfuro de hidrógeno producido por los organismos anaeróbicos que reducen los sulfates a sulfitos, el color de esta agua suele cambiar de gris a negra, etc.

### **2.3.1.2 Compuestos tóxicos que causan la inhibición y destrucción de la actividad biológica del agua**

(Bonilla, B. 1992), Nos dice que la mayoría de estos materiales provienen de las descargas industriales e incluyen: Metales pesados como residuo de las operaciones de acabado y cromado de metales, repelentes de polilla utilizados en la manufactura de textiles, herbicidas y plaguicidas, etc. Algunas especies de algas pueden liberar toxinas y se han dado casos en los que el ganado muere después de beber agua con ese tipo de toxinas.

### **2.3.1.3 Materiales que afectan el balance de oxígeno en el agua**

- a) Sustancias que consumen oxígeno; estas pueden ser materiales orgánicos que se oxidan bioquímicamente o agentes reductores inorgánicos.
- b) Sustancia que entorpecen la transferencia de oxígeno a través de la interface aire-agua. Los aceites y detergentes pueden formar películas protectoras en la interface, las que reducen la

cantidad de transferencia de oxígeno y amplifican los efectos de sustancias que consumen oxígeno.

- c) La contaminación térmica puede alterar el balance de oxígeno debido a que la concentración de saturación de OD se reduce con el aumento de la temperatura.

#### **2.3.1.4 Los sólidos inertes en suspensión o disueltos**

(De La Lanza, E.1995) Nos dice que estos sólidos causan problemas a altas concentraciones, por ejemplo: los lavados de caolín pueden recubrir el lecho de una corriente lo que impide el crecimiento del alimento para los peces y los aleja de las inmediaciones en forma tan efectiva como lo haría un veneno.

La descarga de agua salobre por el drenaje de las minas puede hacer que un río sea inadecuado para propósitos de abastecimiento de agua.

### **2.4. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DE AGUA**

Se define que cada vez la disponibilidad de agua para consumo humano es menor, debido al crecimiento poblacional, incremento en el consumo per cápita, contaminación de las fuentes de agua en general y al manejo inadecuado de las cuencas hidrográficas (Randulovich, R. 1997).

Tomando como ejemplo los países del Continente Africano, si en Honduras no se define una estrategia de preservación del agua, en los próximos 50 años se quedará sin agua, aunque tenga el suficiente recurso hídrico”, advirtió el coordinador de la Plataforma del Agua del PNUD, Julio Cárcamo, quien sugirió que los distintos sectores del país, involucrados en el tema, tomen acciones inmediatas (Guillen Z. 2002).

(Ongley, E. 1997), Nos dice que aunque el recurso hídrico sea constante, la calidad de la misma va disminuyendo rápidamente, como consecuencia de la contaminación de las fuentes de agua, lo cual genera el estrés hídrico. En la región Centroamericana, la magnitud del problema de la contaminación es alarmante ya que a estas alturas es imposible solucionar el problema mediante la dilución por efecto del aumento del caudal.

Según (OMS.1999), nos dice que el peligro de que ciertos elementos solubles se incorporen al agua, y aún más peligroso, si estos elementos están en contacto directo con estas fuentes de agua, provocarán enfermedades en la salud pública. Las implicaciones de consumir agua contaminada son muchas:

En el contexto de la salud pública se establece que aproximadamente un 80% de todas las enfermedades y más de una tercera parte de las defunciones en los países en vías de desarrollo tienen principal causa la ingestión del agua contaminada. Se estima que el 70% de la población que vive en áreas rurales de países en desarrollo, está principalmente relacionada con la contaminación de agua por heces fecales.

Lo anterior tiene una estrecha relación con la escorrentía superficial, una forma de contaminación difusa o no localizada. La contaminación por fuentes no localizadas contribuye significativamente con niveles altos de agentes patógenos en las fuentes de aguas superficiales, especialmente por coliformes fecales de origen humano y animal. En este sentido, un suministro seguro de agua para uso potable en cantidad, calidad y

continuidad, contribuye a la reducción de la probabilidad de enfermedades transmitidas por la vía fecal y oral.

(Vallejos V. 2001), Lo define como un elemento vital y se usa como parte de la dieta para las necesidades hídricas del organismo. Desde el punto de vista bromatológico interesa por su abundante uso en la industria alimentaria y su uso como bebida. El agua como alimento debe reunir requisitos de composición química e higiene. El agua pura no interesa porque no es alimento. Interesan las aguas naturales con más iones, concentrados de sustancias orgánicas y minerales que proceden del contacto del agua con la atmósfera y el suelo.

(Molina, J. 2002), Nos dice que la importancia del recurso hídrico para la sociedad está considerada como un bien esencial en el crecimiento económico y desarrollo social de las naciones. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO 2002), un sector importante para la economía de muchos países como lo es la agricultura, utiliza alrededor del 70% del total de agua extraída, mientras que el sector industrial utiliza el 20% y el 10 % restante es para consumo doméstico. Además de la disponibilidad, otro problema es la mala calidad del agua. Según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS 2000), hay más de 1,000 millones de personas que carecen de acceso a agua no contaminada, siendo las zonas rurales donde al menos el 29% de los habitantes carece de agua no contaminada y el 62% de sistemas de saneamiento, mientras que en los países en desarrollo, del 90% al 95% de las aguas residuales y el 70% de los desechos industriales se vierten sin ningún tipo de tratamiento en aguas

superficiales, de modo que contaminan las existencias de agua utilizable. A su vez las actividades agrícolas, principalmente de países industrializados, ocasionan gran contaminación de los mantos freáticos y los cuerpos superficiales de agua, a través del escurrimiento de fertilizantes y plaguicidas y la lluvia ácida.

(S.P.D.A. (2007), Señala que los recursos naturales existen en la tierra desde antes de la aparición del hombre en ella; siendo, el agua uno de los recursos mas importantes para la vida de todos los organismos que la habitan. Sin en el agua los seres humanos, animales y plantas, no podrían vivir. Es parte de las riquezas de un país, ya que, está en todos lados, en las nubes, en los ríos, en la nieve y glaciares, en el mar; y ocupa también un 70% de nuestro cuerpo.

¿El agua es importante por qué?

1. Es fuente de vida: sin ella no es posible la vida del ser humano, los animales y las plantas.
2. Es indispensable para las actividades del hombre:
  - Uso domestico
  - Uso ganadero
  - Uso agrícola
  - Uso industrial y energético.

Además, el agua cumple también las siguientes funciones:

- Regula el clima de la tierra conservando temperaturas adecuadas
- Su gran fuerza genera energía

- El agua de lluvia limpia la atmosfera que está sucia por los contaminantes.

Todo eso hace que el agua sea un elemento insustituible y muy valioso que debemos de resaltar el deber y responsabilidad que todos tenemos que cuidarla y protegerla, crear conciencia de que es uno de los recursos naturales más preciados que tenemos y no solo para vivir, sino también para asegurar nuestro desarrollo, pues interviene en las diversas actividades que el hombre desempeña.

## 2.5. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA

### 2.5.1 Uso de la tierra y su relación con la calidad del agua

(Mitchell, M. 2001), Señala que la investigación explora los factores, actividades, procesos y condiciones sociales que estén incidiendo en la cantidad y calidad del agua de la microcuenca como se muestra en la Figura.

**Figura. 01: FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DEL AGUA EN UNA MICROCUENCA**



Los cambios en el uso de la tierra sobre la calidad del agua han sido ampliamente comprobados. Éstos provocan alteraciones en los

regímenes hídricos, cambios dramáticos de la calidad y cantidad del agua, especialmente al uso potable. Las prácticas de manejo en el uso de la tierra tienen una influencia muy fuerte en la calidad y cantidad del agua.

(Sanfeliú, M. 2001), Lo afirma que el 80% del deterioro de la calidad del agua, se debe a sedimentos suspendidos, en su mayoría provenientes de la erosión de suelos como producto de presencia de urbanizaciones, deforestación, actividades agrícolas y ganaderas, siendo este tipo de actividades las que mayor impacto causa en la calidad del agua.

El uso de la tierra tiene efectos sobre los procesos hidrológicos y de sedimentación, y está relacionada con la escorrentía, inundaciones, recarga de agua subterránea, erosión y carga de sedimentos. El tamaño de los granos del suelo, su ordenamiento y su contenido de materia orgánica son factores íntimamente ligado a la capacidad de infiltración y de retención de humedad, por lo que el tipo de suelo predominante en la cuenca, así como su uso, influye de manera notable en la magnitud y distribución de los escurrimientos.

Los impactos de las prácticas del uso de la tierra se pueden agrupar en dos categorías: impactos sobre los valores de uso y valores de no uso. Los valores de uso pueden ser consuntivos, por ejemplo, el riego y el uso doméstico, y no consuntivos, como el transporte. Las masas de agua y las zonas de ribera pueden tener también valores de usos no significativos, por ejemplo como almacén de biodiversidad.

La incertidumbre existente en las relaciones entre las actividades del uso de la tierra en la cuenca alta y los impactos sobre los usuarios de los recursos de la cuenca baja, crea a su vez una incertidumbre en los valores económicos.

### **2.5.2 La actividad ganadera y su relación con la calidad del agua**

(Brooks 2001), Menciona que la ganadería es una de las prácticas de uso de la tierra más comunes, con impactos sobre la calidad del recurso hídrico. Cuando se da un sobre-pastoreo, es un efecto muy negativo desde el punto de vista bacteriológico y químico. Generalmente este efecto se observa en lugares de alta precipitación, fuertes pendientes, cercanos a fuentes de agua. Los contaminantes provenientes de estas áreas son arrastradas con facilidad y rapidez hacia los cuerpos de agua. El impacto más significativo se da en el caso de que estas fuentes hídricas estén desprovistas de cobertura vegetal que les de protección, o la ausencia de una zona de amortiguamiento, ya que estas corrientes arrastran microorganismos patógenos, nutrientes y sólidos suspensos.

Los incrementos de bacterias en el agua se evidencian cuando el ganado pasta en áreas muy cercanas a las fuentes de agua. En un estudio realizado, la cantidad de bacterias en el suelo fue en función del tipo y del número de ganado, y la forma en que los desechos fueron tratados o almacenados. Asimismo, la contaminación de las aguas superficiales por nutrientes provenientes de áreas de pastoreo afecta la calidad del agua.

(Vidal M. 2000), Señala por otra parte que un efecto sobre la calidad del agua se da por la intensidad del sobre-pastoreo, ya que afecta la densidad del suelo, con el incremento del pisoteo, de tal forma que al ocurrir una lluvia o riego, la capacidad de almacenamiento del suelo es superada fácilmente, e inevitablemente ocurrirá arrastre de nutrientes por efecto de la escorrentía y lixiviación a las fuentes de agua. Se ha estimado que en áreas de ganadería con 1% de pendiente basta con 8 toneladas de peso seco por hectárea de estiércol para que las aguas superficiales sean enriquecidas por nitrógeno y fósforo. Los factores que controlan y disminuyen los efectos de la contaminación por el estiércol están íntimamente relacionados a la capacidad de absorción de los cultivos al nitrato y la capacidad de absorción del amonio por parte del suelo. Siendo afectada esta última por la compactación del suelo, lo que provoca una baja liberación de amonio en el suelo y seguido por el transporte a las fuentes de agua mediante la escorrentía.

### **2.5.3 La agricultura y su influencia en la calidad del agua**

(UNICEF 1999), Menciona que la agricultura constituye una de las actividades más practicadas en el mundo, particularmente en áreas rurales. Su impacto sobre la calidad del agua es de mucha importancia. Aproximadamente el 70% de los recursos hídricos del mundo son usados por la agricultura, lo cual significa el principal factor de la degradación de éstos, como consecuencia de la erosión y de la escorrentía química. La agricultura tiene un fuerte impacto sobre el ambiente, especialmente sobre las condiciones de las aguas

superficiales y subterráneas, es considerada como una fuente importante de contaminación en las aguas dulces de América Latina.

Las principales fuentes agrícolas contaminantes la constituyen los fertilizantes, pesticidas y la ausencia del manejo de desechos sólidos.

La agricultura no es solamente el mayor consumidor de los recursos hídricos, sino que debido a las ineficiencias en su distribución y aplicación sus efluentes que retornan a los recursos de aguas superficiales o subterráneas contienen grandes cantidades de sales, nutrientes, productos agroquímicos que también contribuyen al deterioro de su calidad.

Según (Ongley, E. 1997), La agricultura es el mayor usuario del agua dulce a escala mundial y el principal factor de degradación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, debido a la erosión y la escorrentía con productos proveniente de agroquímicos. Esto justifica la preocupación existente por sus repercusiones en la calidad del agua a escala mundial.

(Vidal M. 2000), Dan a conocer que la expansión agrícola y la deforestación en países tropicales son causas de degradación del agua. Se ha demostrado que plaguicidas asociados con sedimentos son una fuente muy común en países del trópico. En la actualidad, los organismos dedicados a determinar la calidad de agua realizan muestreos más diversos, incluyendo agua, sedimento y biota, con la finalidad de determinar con mayor precisión los plaguicidas que se encuentran en el medio acuático.

(Wagner 1996), Señala que en la mayor parte de los países latinoamericanos, uno de los problemas más fuertes es la contaminación derivada de las fuentes no puntuales, como es el caso de la agricultura, dada por el uso de fertilizantes, plaguicidas, insecticidas y residuos que son arrastrados por las lluvias a las fuentes de agua.

La contaminación de aguas superficiales está íntimamente relacionada con el proceso de pérdida de suelos, por el arrastre de sedimentos debido a la agricultura. Ésta posee dos dimensiones principales: la dimensión física, consistente en la pérdida de la capa arable del suelo, y la degradación de la tierra como consecuencia de la erosión laminar y cárcavas que provocan los altos niveles de turbidez. El nitrato es típicamente lixiviado desde los campos cultivados y se mueve a poca profundidad, subterráneamente, hacia las fuentes superficiales; esta lixiviación se reduce hasta en un 15% cuando se dan prácticas de manejo de conservación de suelos y agua.

(Magrath P. 1997), Opina de igual manera al usar estiércol de ganado como abono en la agricultura, una porción significativa de amonio puede ser transportada a los cuerpos de agua por escorrentías de los campos agrícolas. También se han encontrado altos niveles de nitrato en aguas debajo de las tierras de cultivo; el uso excesivo de fertilizantes, así como las corrientes de agua de tormentas conteniendo nitratos de fertilizantes, parece ser la causa.

#### **2.5.4 Actividad humana**

(Mendoza, M. 1996), Señala que el uso inapropiado que el hombre ha hecho de la tierra, eliminando las masas boscosas, ha sido causa

principal en relación con el caudal de los ríos. Es decir, se refleja en la más rápida evacuación del agua y en la calidad de la misma. La recepción de aguas contaminadas se da a través de dos fenómenos: las aguas de lluvias que discurren por el suelo y el subsuelo, que luego de su contacto con ella arrastran sub productos de las actividades humanas que cambian su calidad natural, y las aguas que luego de ser usada y transformada su calidad físico- química, son reintegradas a los cuerpos de aguas naturales. El receptor de todas las aguas que discurren por el territorio de la cuenca es el océano. De igual forma, los acuíferos que son otras fuente de abastecimiento de agua pueden ser contaminadas por las actividades del ser humano.

(Colon, E. 2003), Menciona que el deterioro de la calidad causado por la contaminación influye sobre el uso de las aguas curso abajo, amenaza la salud humana y el funcionamiento de los sistemas acuáticos, induciendo así la efectiva disponibilidad e incrementando la competencia por agua de calidad.

### **2.5.5 Cobertura vegetal**

(Fassaert, C. 2000), Pone de manifiesto que la falta de cobertura vegetal aumenta la escorrentía superficial, agrava el efecto de la lluvia sobre el suelo, haciendo que se aumente la escorrentía superficial, que se rompan los agregados del suelo y que con mayor facilidad las aguas las transporten. Esto evidencia que el estado del suelo y de la vegetación eleva la tasa de sedimentos arrastrados. (Contreras 1982). Manifiesta que la alta cantidad de sedimentos que transportan estas corrientes por la erosión de las zonas agua arriba significa una calidad

inferior del recurso agua, limitando su uso en procesos industriales, hidroenergéticos, de irrigación en zonas agua abajo y un mayor costo en su purificación para el consumo humano.

### **2.5.6 Actividades forestales**

(Fassaert, C. 2000), Menciona de otros factores que afectan la cantidad y calidad del agua son las prácticas de manejo forestal que se realizan en terrenos. Esto se da cuando el manejo forestal cambia la producción del área afectando los niveles de las corrientes externas e internas provocando sedimentación de los canales de riego, incremento de avenidas, riesgos y daños por inundaciones.

Una atención singular merece la cobertura forestal y principalmente la boscosa, la cual es fundamental para garantizar la calidad de agua y niveles aceptables de escurrimiento y conservación de suelos. Cuando el bosque está intacto el agua se mantiene limpia, pero cuando existe la necesidad de talar los árboles con el objetivo de sembrar, la necesidad de leña, la quema en los terrenos, erosión por la necesidad de infraestructura, manejo de la ganadería al aire libre, se tiene un agua con exceso de sedimentos. La cuenca poco a poco se va degradando a tal nivel que hay cauces donde ya no corre el agua.

## **2.6. CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA EN UNA MICROCUENCA HIDROGRAFICA**

(Faustino, J. 1996), Lo define que la cuenca hidrográfica es la unidad de análisis y planificación para darle el enfoque integrado al estudio del recurso hídrico superficial y subterráneo. Es el territorio o espacio de terreno limitado por cerros, partes elevadas y montañas, de los cuales se

configura una red de drenaje superficial, que en presencia de precipitación de lluvias, forma el escurrimiento de un río para conducir sus aguas a un río más grande o a otro río principal, lago o mar.

(Ramakrishna, R. 1997), Señala que en una cuenca hidrográfica se da el deterioro de los suelos, bosques y agua, daño a las aguas superficiales, los cuales de se reflejan como una respuesta inmediata de la cuenca a las alteraciones en la ocurrencia temporal del flujo y el deterioro de la calidad de las aguas de ríos. Los recursos naturales de una cuenca (agua, suelo, biodiversidad) son renovables si se pueden reemplazarse por la vía natural o mediante la intervención humana. Por el contrario, son no renovables cuando no se les puede reemplazar en un periodo de tiempo significativo en términos de las actividades humanas a que están sometidos.

## **2.7. PROCESOS QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL AGUA EN UNA MICROCUENCA**

(Córdoba N. A. 2002), Existen procesos y actividades que se dan en las microcuencas derivadas de sus usos actuales, que causan efectos en la calidad del agua dentro de los más importantes están:

- Existe una sobreutilización de productos agroquímicos en áreas pequeñas, lo que está contribuyendo al deterioro de los suelos y por consiguiente, a la contaminación de las fuentes superficiales y subterráneas.
- No existe un manejo ni conocimiento en la disposición de los desechos sólidos provenientes, tanto de las actividades agrícolas

como de las domésticas, que tienen como destino final el cauce del río.

- La compactación de los suelos comprende procesos que afectan principalmente sus características físicas y constituyen una de las causantes de los procesos de erosión hídrica. También modifican la capacidad de infiltración y alteran el escurrimiento superficial. Cuando el escurrimiento es rápido por no existir cobertura vegetal ni trabajo de conservación de suelos no hay infiltración adecuada y como consecuencia el caudal de los nacimientos baja considerablemente en perjuicio de los habitantes que abastece.
- En las cuencas hidrográficas existen relaciones recíprocas entre el agua, vegetación y el suelo, las cuales al ser alteradas o modificadas por la acción del hombre provocan cambios en su sistema hidrológico que pueden ser apreciados a través de su régimen de caudales y su respuesta hidrológica.

El uso de la tierra es uno de los factores que más influyen en la escorrentía de un área; si una cuenca posee una cobertura vegetal adecuada sobre el suelo, la lluvia no impactará directamente en el mismo, entonces no sólo habrá una alta intercepción sino que la escorrentía llegará a los canales de drenaje en forma lenta y sin mayor arrastre de sedimentos.

Las actividades económicas que se realizan generalmente en las cuencas principalmente son la agricultura y la ganadería, tienen un alto impacto en las partes altas de las cuencas. La consecuencia de estas actividades son principalmente de acumulación de fertilizantes y estiércol que con la lluvia son arrastrados por pequeñas quebradas a los ríos,

panorama muy común en el área rural, donde existe la costumbre y en muchos casos la necesidad, por parte de la población, de utilizar los ríos como fuente de agua para consumo humano.

Entre los problemas más graves que se visualizan están el arrastre por arroyos y quebradas de desechos provenientes de productos químicos que los productores dejan en las parcelas, basura y detergentes, asociados principalmente por el lavado de ropa en los ríos; a esto se le suma la contaminación por plaguicidas producto del lavado de bombas, mochilas. Además, existe un fuerte limitante para el desarrollo y manejo de las microcuencas, debido a la falta de información real de la calidad del agua.

## **2.8. INDICADORES FISICO-QUIMICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CALIDAD DE AGUA**

### **2.8.1 Indicadores microbiológicos del agua**

(OPS/CEPIS. 2004), Señala que la gran variedad de microorganismos patógenos que pueden encontrarse en una muestra de agua, así como la complejidad de la mayor parte de las técnicas de enriquecimiento y aislamiento e identificación, hacen inviable el control rutinario de todos estos microorganismos. Por esta razón se hizo necesario elegir microorganismos indicadores, que deben cumplir con los siguientes requisitos básicos:

- Ser fáciles de cultivar en el laboratorio.
- Ser relativamente inocuos para el hombre y los animales.
- Su concentración debe tener relación con la cantidad de microorganismos patógenos presentes en el agua.

La evaluación de la calidad microbiológica del agua de abastecimiento humano se efectúa mediante la determinación de indicadores. Los que comúnmente se utilizan son los coliformes totales, los coliformes termotolerantes (fecales), la *Escherichia coli* y las bacterias heterotróficas mesófilas aerobias viables.

Se han efectuado interesantes estudios con el objeto de conocer la relación que existe entre la presencia de determinados indicadores de contaminación en el agua de bebida y la prevalencia de enfermedades diarreicas.

#### **2.8.1.1 Coliformes totales**

(OPS/CEPIS. 2004), Señala que los coliformes totales se caracterizan por su capacidad de fermentar la lactosa a 35-37 °C en 24-48 horas y producir ácido y gas. Tienen la enzima cromogénica B galactosidasa, que actúa sobre el nutriente indicador. Este nutriente sirve como fuente de carbono y su efecto consiste en un cambio de color en el medio de cultivo. La reacción se detecta por medio de la técnica de sustrato definido. Las técnicas de análisis más conocidas son la prueba de tubos múltiples y la de filtración con membrana.

Los coliformes totales se reproducen en el ambiente, proporcionan información sobre el proceso de tratamiento y acerca de la calidad sanitaria del agua que ingresa al sistema y de la que circula en el sistema de distribución. No constituyen un indicador de contaminación fecal.

(DIGESA 2000), Señala que pueden hallarse tanto en heces como en el medio ambiente, por ejemplo aguas ricas en nutrientes, suelos, materias vegetales en descomposición. También hay especies que nunca o casi nunca se encuentran en las heces pero que se multiplican en el agua.

Características: El grupo coniforme está formado por todas las bacterias Gram. Negativas aerobias y anaerobias facultativas, no formadoras de esporas, con forma de bastón que fermentan la lactosa, produciendo gas y ácido en 48 horas a 35 °C y desarrollándose en presencia de sales biliares y otros agentes tensoactivos.

Riesgos: Su presencia indicaría ineficiencia en el tratamiento de aguas y de la integridad del sistema de distribución.

- Por ingestión o inhalación puede ocasionar gastroenteritis.

**Tabla 01: ESTÁNDARES PERMISIBLES PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL AGUA CRUDA (Coliformes Totales).**

Ideal	Aceptable	Máximo permisible
Por lo menos 95% de las muestras de un periodo consecutivo de 30 días deberán tener una densidad de Coliformes termotolerantes menos de 100 NMP/100ml	Por lo menos 90% de las muestras de un periodo consecutivo de 30 días deberán tener una densidad de Coliformes termotolerantes menos de 1000 NMP/100ml	Por lo menos 90% de las muestras de un periodo consecutivo de 30 días deberán tener una densidad de Coliformes termotolerantes menos de 5000 NMP/100ml

Fuente: Canadian Drinking water standard and objectives-2000.

### 2.8.1.2 Coliformes termotolerantes (fecales)

(OPS/CEPIS. 2004), Señala que el término de coliforme termotolerante, hace referencia a un grupo de microorganismos que

se caracteriza por tener propiedades químicas del grupo de las coniformes. Pero además por su crecimiento a temperaturas elevadas de incubación (44–45'5 °C), en este grupo se incluyen a los géneros *Escherichia* y *Klebsiella*.

El termino Coliforme fecal es aquel que se caracteriza directa e incuestionablemente relacionado con el hábitat fecal. Uno de los hábitats típicos de este grupo bacteriano es el tracto digestivo de los animales de sangre caliente, aunque también se encuentran en el suelo, plantas, agua, en este grupo se incluye a *Escherichia*, sin embargo, como la detección de coliformes fecales se realiza por su termotolerancia, muchos resultados pueden ser falsos positivos, debido a la presencia de *Klebsiella*, que no tiene por qué indicar contaminación fecal. Por este motivo, se requieren métodos sensibles que permitan medir el grado de contaminación fecal.

Se denomina coliformes termotolerantes a ciertos miembros del grupo de bacterias coliformes totales que están estrechamente relacionados con la contaminación fecal. Por este motivo, antes recibían la denominación de coniformes fecales; estos coliformes generalmente no se multiplican en los ambientes acuáticos.

Se miden por pruebas sencillas, de bajo costo y ampliamente usadas en los programas de vigilancia de la calidad del agua. Las técnicas de análisis más conocidas son la prueba de tubos múltiples y la de filtración con membrana; actualmente el mercado ofrece otras técnicas más avanzadas, pero el empleo de las técnicas tradicionales está aprobado por los estándares internacionales.

(DIGESA 2000), Señala que Los termotolerantes diferentes de Escherichia coli pueden proceder a aguas orgánicamente enriquecidas como efluentes industriales, de materias vegetales y suelos en descomposición.

Características:

Comprende a los géneros de Escherichia y en menor grado Klebsiella, Enterobacter y Citrobacter. Este grupo de organismos puede fermentar la lactosa entre 44 – 45 °C.

Riesgos para la Salud:

Es poco probable que los organismos coliformes termotolerantes vuelvan a desarrollarse en un sistema de distribución a menos que estén presentes nutrientes en cantidad suficiente o que materiales inadecuados entren en contacto con el agua tratada.

Por contacto directo pueden infectar heridas, mucosas de ojos y oídos. Por ingestión ocasionan gastroenteritis aguda.

**Tabla 02: ESTÁNDARES PERMISIBLES PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL AGUA CRUDA (Coliformes Termotolerantes)**

Ideal	Aceptable	Máximo permisible
Por lo menos 95% de las muestras de un periodo consecutivo de 30 días deberán tener una densidad de Coliformes termotolerantes menos de 10 NMP/100ml	Por lo menos 90% de las muestras de un periodo consecutivo de 30 días deberán tener una densidad de Coliformes termotolerantes menos de 100 NMP/100ml	Por lo menos 90% de las muestras de un periodo consecutivo de 30 días deberán tener una densidad de Coliformes termotolerantes menos de 1000 NMP/100ml

Fuente: Canadian Drinking water standard and objectives-2000.

### 2.8.1.3 Bacterias

(OPS/CEPIS. 2004), Define que son seres de organización simple, unicelulares. Se distribuyen en una amplia variedad de sustratos

orgánicos (suelo, agua, polvo atmosférico). La mayor parte de bacterias son beneficiosas para el ecosistema acuático. De ellas depende la mayor parte de las transformaciones orgánicas. Favorecen la autodepuración de los cuerpos de agua. Existe otro grupo de bacterias que son patógenas y que pueden causar enfermedades graves en el hombre y en los animales.

**Tabla 03: TIPOS DE MICROORGANISMOS EN EL AGUA**

Bacterias	Escherichia coli, Salmonella, Shigella, Vibrio cholerae, Yersinia enterocolitica, Campylobacter jejuni.
Virus	Enterovirus, Rotavirus, Adenovirus.
Protozoos	Giardia, Cryptosporidium, Entamoeba histolytica, Balantidium coli.
Helmintos	Ascaris, Trichuris, Taenia.
Cyanobacterias	Anabaena, Microcystis.

Fuente: OPS/CEPIS, 2004

#### 2.8.1.4 Algas

(OPS/CEPIS. 2004), Lo define que son plantas de organización sencilla, fotosintéticas. Presentan clorofila. Existen en formas unicelulares, coloniales y pluricelulares. La clasificación sanitaria de las algas está basada en sus características más saltantes y de fácil observación. Dicha clasificación considera los siguientes grupos:

- Algas azul-verdes
- Algas verdes
- Algas diatomeas y
- Algas flageladas.

En las aguas superficiales existe una diversidad de algas: flotantes, epifitas, litorales y bentónicas. Su reproducción guarda estrecha relación con la naturaleza de los distintos hábitats, caracterizados a su vez por diferentes factores ecológicos como la luz, la temperatura,

los nutrientes como los nitratos y los fosfatos, el oxígeno, el anhídrido carbónico y las sales minerales.

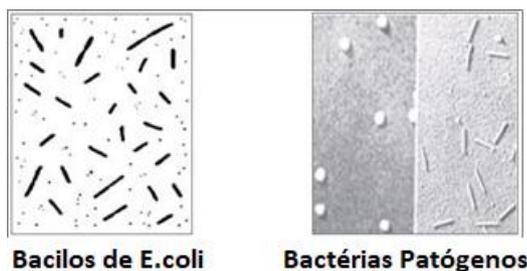
El incremento anormal de las algas se produce por el exceso de nutrientes y cambios en la temperatura. Este fenómeno se conoce como eutrofización o eutroficación y tiene como consecuencia múltiples dificultades en el tratamiento y la desinfección del agua por la producción de trihalometanos y otras sustancias químicas que alteran el sabor y el olor del agua tratada.

Cuando las algas traspasan ciertos valores por unidad de volumen valores que dependen de la especie de alga predominante, la temperatura del agua, el tipo de tratamiento, etc, causan problemas en las plantas de tratamiento. Estos problemas son los siguientes:

- Sabor y olor. Se ha detectado que algunas algas producen olor a pescado, tierra y pasto, entre otros.
- Color. La abundancia de las algas clorófitas produce un color verde en el agua; otras, como la *Oscillatoria rubens*, originan un color rojo.
- Toxicidad. Algunos tipos de algas azul-verdes, actualmente denominadas cianobacterias, causan disturbios gastrointestinales en los seres humanos.
- Corrosión. Algas como la *Oscillatoria* pueden producir corrosión en las piezas o tubos de concreto armado y en los tubos de acero expuestos a la luz. Algunas veces el agua influye en la modificación química del medio.

- Obstrucción de filtros. Cuando la decantación no se realiza en forma adecuada, pueden pasar organismos al filtro y colmatarlo. Las diatomeas constituyen el grupo de algas que causa mayores problemas por poseer cubiertas de sílice que no se destruyen después de su muerte.
- Dificultad en la decantación química. Existen algunos tipos de Cyanobacterias que al envejecer, forman bolas de aire en su citoplasma. Los flóculos de hidrógeno de aluminio aglutinan estas algas sin decantar y causan problemas.
- Alteración del pH. Esta alteración se produce debido al consumo de  $\text{CO}_2$  con precipitación de  $\text{CaCO}_3$ , lo que aumenta el pH. El control de la densidad de algas en las fuentes de agua destinadas al abastecimiento debe efectuarse en forma preventiva. Se debe limitar el ingreso de nitrato y de fosfatos a la fuente. En el caso de que se requiera un proceso correctivo, este puede efectuarse mediante el uso de alguicidas como el sulfato de cobre, el cloro o una combinación de ambos.

En este proceso se deben tomar en cuenta muchos aspectos. Uno de ellos es la cantidad de alguicida que se debe emplear. Se debe utilizar una dosis que no afecte al hombre ni a los peces. La dosis debe calcularse según la especie predominante y su concentración. El sulfato de cobre es uno de los alguicidas más usados. Debe emplearse en dosis inferiores a una parte por millón. En la figura siguiente se puede apreciar bacterias presentes en el agua.

**Figura. 02: BACTERÍAS PATÓGENAS EN EL AGUA.**

Fuente: OPS/CEPIS, 2004

### 2.8.1.5 Insectos

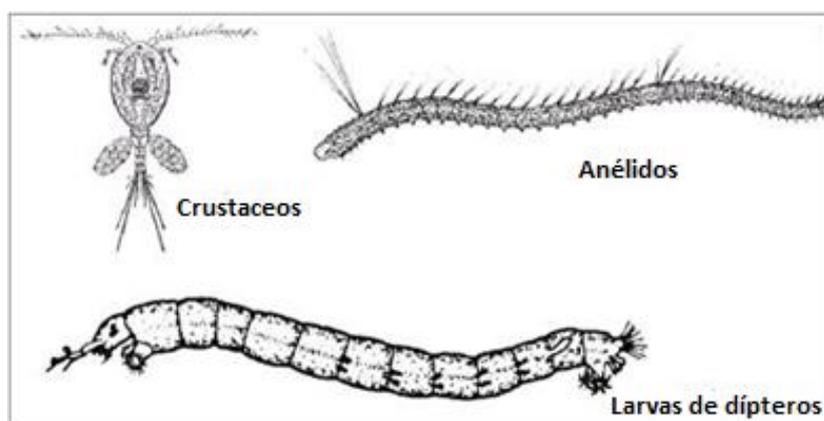
(OPS/CEPIS. 2004), Define que el agua constituye el hábitat de diversos insectos acuáticos que desarrollan su ciclo evolutivo en los diferentes estratos de la columna de agua. Otro grupo de insectos solo desarrolla parte de su ciclo evolutivo en el agua, y en sus estadios larvarios y como huevos conforman el zooplancton en forma temporal.

Los grupos de organismos antes mencionados están en permanente actividad dentro del cuerpo de agua, pero ninguno vive aislado. Su existencia depende del medio, definido tal como vimos anteriormente como puede observarse, los factores que intervienen en los ecosistemas de aguas superficiales son múltiples. Se considera que la calidad del agua superficial es muy variable y necesita caracterizarse durante un periodo determinado para definir los aspectos que deben considerarse en el tratamiento y los parámetros que servirán para el control del mismo, en conclusión, la presencia de los organismos de vida libre en condiciones normales es beneficiosa para las aguas superficiales. Se convierte en un problema cuando su concentración y composición alteran la calidad

del agua y se presentan dificultades para el uso y tratamiento del recurso hídrico.

En el apartado siguiente se puede apreciar figuras de alguno de los insectos que pueden estar presentes en las aguas.

**Figura. 03: ANIMALES INVERTEBRADOS DE VIDA LIBRE PRESENTES EN EL AGUA**



Fuente: (OPS/CEPIS, 2004)

## 2.8.2 Indicadores organolépticos

(OPS/CEPIS. 2004), Lo define a las características Organolépticas del agua, pueden impresionar a los sentidos (vista, olfato, etcétera), tienen directa incidencia sobre las condiciones estéticas y de aceptabilidad del agua. Se consideran importantes las siguientes:

### 2.8.2.1 Color

(OPS/CEPIS. 2004), Indican que esta característica del agua puede estar ligada a la turbiedad o presentarse independientemente de ella. Aún no es posible establecer las estructuras químicas fundamentales de las especies responsables del color. Esta característica del agua se atribuye comúnmente a la presencia de taninos, lignina, ácidos húmicos, ácidos grasos, ácidos fúlvicos, etcétera. Se considera que el color natural del agua, excluyendo el

que resulta de descargas industriales, puede originarse por las siguientes causas:

- la extracción acuosa de sustancias de origen vegetal
- la descomposición de la materia
- la materia orgánica del suelo
- la presencia de hierro, manganeso y otros compuestos metálicos metálicos

En la formación del color en el agua intervienen, entre otros factores, el pH, la temperatura, el tiempo de contacto, la materia disponible y la solubilidad de los compuestos coloreados.

Se denomina color aparente a aquel que presenta el agua cruda o natural y color verdadero al que queda luego de que el agua ha sido filtrada.

Existen muchos métodos de remoción del color. Los principales son la coagulación por compuestos químicos como el alumbre y el sulfato férrico a pH bajos y las unidades de contacto o filtración ascendente. Debido a que el color del agua se origina, en muchos casos, por la presencia de compuestos de naturaleza orgánica, se recomienda que la desinfección se realice luego de que este haya sido removido, para evitar que la aplicación de cloro como desinfectante pueda dar origen a la formación de trihalometanos, compuestos que tienen efecto cancerígeno en animales. El valor guía de la OMS y del Canadá es 15 unidades de color (UC) para aguas de bebida.

(Chávez M. 1998), El color es la capacidad de absorber ciertas radiaciones del espectro visible. El agua pura sólo es azulada en

grandes espesores. No se puede atribuir a ningún constituyente en exclusiva, aunque ciertos colores en aguas naturales son indicativos de la presencia de ciertos contaminantes.

El color verdadero, eliminada la turbidez, es el debido exclusivamente, a sustancias disueltas. Además se tiene el llamado color aparente, que es el color resultante tanto por las sustancias disueltas como por las materias en suspensión. Los colores real y aparente son aproximadamente idénticos en el agua clara y en las aguas de turbidez muy débil.

Las sustancias presentes en las aguas naturales productoras de color son de muy variada naturaleza, proporcionando cada una y en conjunto las diversas tonalidades observables.

La coloración de un agua natural, no polucionada, está causada principalmente por la presencia de sustancias húmicas que le proporcionan el color amarillo, compuestos de hierro que le dan colores rojizos, así como tonalidades negras debidas a la presencia de manganeso. También el contenido de fitoplancton puede afectar a este parámetro del agua.

(DIGESA 2000), Señala que las aguas superficiales pueden parecer altamente coloreadas debido a la presencia de materia pigmentada en suspensión, cuando en realidad el agua no tiene color. El material colorante resulta del contacto con detritus orgánico como hojas, agujas de coníferas y madera, en diversos estados de descomposición, está formado por una considerable variedad de extractos vegetales.

Características: El color causado por la materia en suspensión es llamado color aparente y es diferente al color debido a extractos vegetales u orgánicos, que son coloidales, al que se llama color real. En el análisis del agua es importante diferenciar entre el color aparente y el real.

Riesgos para la Salud:

- No permite el paso de la luz para el desarrollo de la biodiversidad.
- Su presencia indicaría ineficiencia en el tratamiento de aguas y de la integridad del sistema de distribución.

#### **2.8.2.2 Olor y sabor**

(OPS/CEPIS. 2004), Indica que el sabor y el olor están estrechamente relacionados; por eso es común decir que “A lo que huele, sabe el agua”. Estas características constituyen el motivo principal de rechazo por parte del consumidor.

En términos prácticos, la falta de olor puede ser un indicio indirecto de la ausencia de contaminantes, tales como los compuestos fenólicos. Por otra parte, la presencia de olor a sulfuro de hidrógeno puede indicar una acción séptica de compuestos orgánicos en el agua.

En la Tabla 04 presenta un resumen de algunos olores característicos del agua, de acuerdo con su origen.

**Tabla 04: OLORES CARACTERÍSTICAS DEL AGUA Y SU ORIGEN**

<b>Naturaleza</b>	<b>Origen</b>
Olor balsámico	Flores
Dulzor	Coelosphaerium
Olor químico	Aguas residuales industriales
Olor a cloro	Cloro libre
Olor a hidrocarburo	Refinería de petróleo
Olor medicamentoso	Fenol, yodoformo
Olor a azufre	Acido sulfhídrico, H <sub>2</sub> S
Olor a pescado	Pescado, mariscos
Olor séptico	Alcantarilla
Olor a tierra	Arcillas húmedas
Olor a fecaloide	Retrete, alcantarilla
Olor a moho	Cueva húmeda
Olor a legumbres	Hierbas, hojas en descomposición

Fuente: (OPS/CEPIS, 2004)

Las sustancias generadoras de olor y sabor en aguas crudas pueden ser compuestos orgánicos derivados de la actividad de microorganismos y algas o provenir de descargas de desechos industriales.

En el agua se pueden considerar cuatro sabores básicos: ácido, salado, dulce y amargo.

En la tabla N° 05 muestra los límites de percepción de algunas sales y compuestos presentes en el agua.

**Tabla 05: LÍMITES DE PERCEPCIÓN DE ALGUNAS SALES Y COMPUESTOS EN EL AGUA (mg/L)**

<b>Sustancias</b>	<b>Netamente reconocible</b>	<b>Debidamente perceptible</b>	<b>No apreciable</b>
CaCl <sub>2</sub> ; NaCl	600	300	150
MgCl <sub>2</sub>	100	60	---
FeSO <sub>4</sub>	---	3.5	1.75
CuSO <sub>4</sub>	7	3.5	1.75
H <sub>2</sub> S	1.15	0.55	0.3
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4	2	1
Cl <sub>2</sub>	0.1	0.05	0.05
Ca(OCl) <sub>2</sub>	0.5	0.2	0.2

Fuente: (OPS/CEPIS, 2004)

En algunos casos, la eliminación de los olores puede realizarse mediante la aereación o la adición de carbón activado.

La cloración en presencia de compuestos fenólicos puede imprimir un mal sabor en el agua, por la formación de derivados clorados que producen un sabor a derivados fenólicos.

La EPA y la OMS recomiendan como criterio que por razones organolépticas, las fuentes de abastecimiento deben estar razonablemente exentas de olor y sabor; es decir, en términos generales, que se encuentren en un nivel aceptable.

(DIGESA 2000), Señala que el agua en su forma pura, no produce sensaciones olfativas. El olor en el agua puede utilizarse de manera subjetiva para describir cualitativamente su calidad, estado, procedencia o contenido. Aun cuando esta propiedad pueda tener un amplio espectro de posibilidades, para propósitos de calidad de aguas existen ciertos aromas característicos que tipifican algunas fuentes u orígenes, más o menos bien definidos.

Además de estos aromas típicos, existen otras fragancias que tipifican un origen en particular, pero que son menos frecuentes en los estudios de calidad de aguas. Así por ejemplo, las aguas residuales de industrias vinícolas, de industrias cerveceras, de industrias lecheras y de empresas relacionadas con la explotación o procesamiento del petróleo, tienen olores distintivos que son fácil y rápidamente perceptibles y que deben registrarse en las libretas de campo.

Características: El olor se reconoce como factor de calidad que afecta a la aceptabilidad del agua potable (y de los alimentos preparados con ella) que pueda corromperse con la presencia, de peces y otros organismos acuáticos y anular la estética de las aguas de instalaciones de recreo.

Compuestos químicos presentes en el agua como los fenoles, diversos hidrocarburos, cloro, materias orgánicas en descomposición o esencias liberadas por diferentes algas u hongos pueden dar olores y sabores muy fuertes al agua, aunque estén en muy pequeñas concentraciones.

Riesgos para la Salud:

- Malestar, dolor de cabeza, mareos
- Alergias dependiendo del causante del olor.

### **2.8.3 Indicadores físicos y químicos del agua**

(OPS/CEPIS. 2004), Lo define que los parámetros físico-Químicas o las características físico-Químicas del agua se considera que el agua, como solvente universal, puede contener cualquier elemento de la tabla periódica. Sin embargo, pocos son los elementos significativos para el tratamiento del agua cruda con fines de consumo o los que tienen efectos en la salud del consumidor. Se consideran importantes las siguientes:

#### **2.8.3.1 Potencial de hidrogeno (pH)**

(DIGESA 2000), Señala que el pH es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculando el número de iones hidrogeno presentes. Se mide en una escala a partir de 0 a 14, en la

escala 7, la sustancia es neutra. Los valores de pH por debajo de 7 indican que una sustancia es ácida y los valores de pH por encima de 7 indican que es básica o alcalina.

Cuando una sustancia es neutra el número de los átomos de hidrógeno y de oxhidrilos son iguales. Cuando el número de átomos de hidrógeno ( $H^+$ ) excede el número de átomos del oxhidrilo ( $OH^-$ ), la sustancia es ácida.

Características:

- La concentración de ión hidrogeno es un parámetro de calidad de gran importancia tanto para el caso de calidad de las aguas naturales como residuales.
- Todas las fases del tratamiento del agua para suministro y residual, como o la neutralización ácido – base, suavizado, precipitación, coagulación, desinfección y control de la corrosión, depende del pH.
- El agua residual con concentración de ión hidrógeno presenta elevadas dificultades de tratamiento con procesos biológicos y el efluente puede modificar la concentración de ión hidrogeno en las aguas naturales si ésta no se modifica antes de la evacuación de las aguas.
- A una temperatura determinadas, la intensidad del carácter ácido o básico de una solución viene dada por la actividad del ión hidrogeno.
- El pH de los sistemas acuosos puede medirse convenientemente con pH-metro.

Riesgos para la Salud:

- El pH no ejerce efectos directos en los consumidores, es uno de los parámetros indicadores de la calidad del agua. Para que la desinfección con cloro sea eficaz es preferible que sea un pH inferior a 8
- En valores superiores de pH 11 produce irritación ocular y agravación de trastornos cutáneos.

(Romero R. 1999), Indica que es la medida de la concentración de ion hidrogeno en el agua, expresado como el logaritmo negativo de la concentración molar de ion hidrogeno. Aguas residuales en concentración adversas del ion hidrogeno son difíciles de tratar biológicamente, alteran la biota de las fuentes receptoras y eventualmente son fatales para los microorganismos. Aguas con pH menor de seis, en tratamiento biológico, favorecen el crecimiento de los hongos sobre las bacterias. A pH bajo el poder bacteriano del cloro es mayor, por que predomina el  $\text{Cl}_2$ ; a pH alto la forma predominante del nitrógeno amoniacal es la forma gaseosa no iónica ( $\text{NH}_3$ ), la cual es toxica, pero también removible mediante arrastre con aire, especialmente a pH de 10.5 a 11.5. El valor de pH adecuado para diferentes procesos de tratamiento y para la existencia de la mayoría de la vida biológica puede ser muy restrictivo y crítico, pero generalmente es de 6.5 a 8.5.

Para descargas de efluentes de tratamiento secundario se estipula un pH de 6.0 a 9.0 para procesos biológicos de nitrificación se recomienda valores de pH de 7.2 a 9.0 y para desnitrificación de 6.5

a 7.5. En algunas de estabilización las algas usan dióxido de carbono para su actividad fotosintética y esto puede dar como resultado aguas de pH alto, especialmente en aguas de baja alcalinidad. En muchos casos las algas usan el ion bicarbonato como fuente de carbono celular y pueden, también, presentarse variaciones diurnas fuertes de pH. En aguas residuales duras, cuando el pH aumenta, puede predominar la alcalinidad por carbonatos e hidróxidos y producirse la precipitación del carbonato de calcio lo cual impide que el pH siga aumentando.

Entre las reacciones que ocurren en sistemas biológicos y producen disminución de pH se tiene.

- Destrucción de alcalinidad cáustica por producción bioquímica de  $\text{CO}_2$ .
- Oxidación bioquímica de sulfuros.
- Nitrificación.
- Producción de ácidos orgánicos.

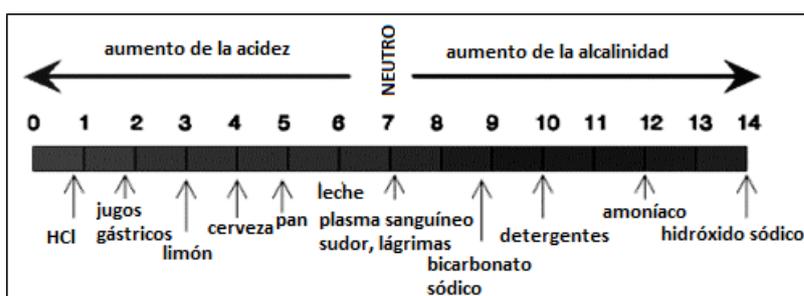
A la vez, la oxidación bioquímica de ácido orgánica y la destrucción de sales de ácidos orgánicos producen incremento de pH.

(UNALM 2004), Explica que, en cualquier forma que se presenta el agua, además de moléculas de ( $\text{H}_2\text{O}$ ), siempre habrá iones libres de hidrogeno. El peso de esos iones en su conjunto que determinan el valor pH. Esos iones libres pueden ser negativos de radical hidroxilo ( $\text{HO}^-$ ) (aniones) o ( $\text{H}^+$ ) son los que determina la acidez. El grado de acidez se determina por el peso de los mismos en gramos por litro de agua. (g/l).

Cada ión de hidrogeno se acopla a una molécula de agua. De ese modo una molécula con un ión agregado deja de ser  $H_2O$  y pasa a ser  $H_3O^+$ . Es así que se forma un ión hidronio.

Un agua neutra contiene igual peso de iones hidroxilo ( $HO^-$ ) que de hidrogeno ( $H^+$ ). Mediante cuidadosas mediciones se pudo establecer que en un litro de agua neutra existen  $1/10^7$  gramos de cada tipo de ion. Esto significa que existe una molécula de agua disociada en sus iones componentes ( $H^+$  y  $HO^-$ ) cada diez millones de moléculas de agua. En la relación logarítmica entre  $1/10^2$  y  $1/10^3$  (pH 2 y pH 3 respectivamente) pH 2 representa una concentración de un centésimo ( $1/10^2$ ) y pH 3 representa una concentración de una milésimo  $1/10^3$  (o sea 10 veces menor). Esta escala llevada a un pH muy extremo convertirá el agua en un medio corrosivo (con extrema acida) o cáustico (con extrema alcalinidad).

**Figura 04: POTENCIAL HIDROGENO**



Fuente: OPS/CEPIS, 2004

La importancia que esto tiene en cualquier actividad donde los valores de pH deben mantener dentro de ciertos parámetros, se pone en evidencia. Un punto de pH significa una concentración diez veces mayor o menor que la anterior o posterior, que en algunos

casos puede significar una concentración de una millonésimos = 1/106 (pH 6), un diez millonésimo 1/107 (pH 7) o un cien millonésimos 1/108 (pH 8). Son simplemente dos puntos de pH pero la concentración es sustancialmente diferente.

En 1909, el químico Danés Sorensen definió el potencial hidrogeno (pH) como el logarítmico negativo de la concentración molar (más exactamente de la actividad molar) de los iones hidrogeno. Esto es:

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

Desde entonces, el termino pH ha sido universalmente utilizado por la facilidad de su uso, evitando así el manejo de cifras largas y complejas. Por ejemplo, una concentración de  $[\text{H}^+] = 1 \times 10^{-8M}$  (.0.00000001) es significativo un pH de 8 ya que:

$$\text{pH} = -\log [10^{-8}] = 8$$

Finalmente indicaremos que durante las últimas dos décadas, la medición de pH ha crecido espectacularmente. Este parámetro ha salido del laboratorio y ahora se está controlando en áreas como el medio ambiente, alimentación, agricultura, horticultura, aguas residuales, industrias farmacéuticas, cosmética, piscicultura, acabados superficiales, textiles, cueros, curtimbres, educación y dondequiera que la calidad sea importante.

### 2.8.3.2 Temperatura

(OPS/CEPIS. 2004), Afirma que Es uno de los parámetros físicos más importantes en el agua, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la

desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración.

Múltiples factores, principalmente ambientales, pueden hacer que la temperatura del agua varíe continuamente.

(DIGESA 2000), Señala que la temperatura del agua es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, así como la aptitud del agua para ciertos usos útiles.

La temperatura es un indicador de la calidad del agua, que influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico, como el pH, el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas.

Características:

- El oxígeno es menos soluble en agua caliente que en agua fría.
- El aumento en las velocidades de las reacciones químicas que produce un aumento de la temperatura, combinado con la reducción de oxígeno presente en las aguas superficiales.
- Es causa frecuente del oxígeno presente en las aguas superficiales, reduciéndose más en los meses de verano
- Un cambio brusco de temperatura puede conducir a un aumento en la mortalidad de la vida acuática.
- Las temperaturas elevadas pueden dar lugar conducir a un aumento en la mortalidad de la vida acuática.

- La temperatura óptima para el desarrollo de las actividades se detienen cuando se alcanza los 50°C a temperaturas de alrededor de 15°C, las bacterias productoras de metano cesan su actividad.

#### Riesgos para la Salud:

- Las temperaturas anormalmente elevadas pueden dar lugar a una indeseada proliferación de plantas acuáticas y hongos.
- En periodos extendido de continua inmersión en agua mas fría ó <15°C puede causar la muerte de algunos bañistas y será riesgo para todo los bañistas que no usen ropa protectora de inmersión. La sobrevivencia de un individuo sumergido en agua por encima de 34 ó 35°C va depender de la tolerancia a una elevada temperatura corporal interna, a un riesgo de daño con la exposición prolongada.

(Ministerio de Energía y Minas (1993), Afirma que el agua extraída de los pozos productivos del Perú tiene temperaturas elevadas en algunos casos (por ejemplo la selva amazónica) y, por lo general, retornan al medio ambiente antes de enfriarse hasta temperatura ambiente. Las descargas de agua a altas temperaturas pueden causar daños a la flora y fauna de las aguas receptoras al interferir con la reproducción de las especies, incrementar el crecimiento de bacterias y otros organismos, acelerar las reacciones químicas, reducir los niveles de oxígeno y acelerar la eutrofización.

(Chávez M. 1998), Menciona que la temperatura es una de las constantes físicas que tienen más importancia en el desarrollo de los

diversos fenómenos que se realizan en el seno del agua, y determina la evolución o tendencia de sus propiedades, ya sean físicas, químicas o biológicas.

La temperatura desempeña un papel muy importante en la solubilidad de las sales y principalmente de los gases, por lo tanto, también en la conductividad y en la determinación del pH, sobre todo. Un incremento de más de 3 °C en una zona respecto de las adyacentes, sería síntoma de que se está produciendo una contaminación térmica, es decir, se está produciendo un vertido de aguas más calientes que las del medio receptor.

### **2.8.3.3 Conductividad eléctrica**

(DIGESA 2000), Señala que depende de la actividad de los tipos de iones disueltos y de la temperatura a la que se realiza la medida. La conductividad es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas, así como la temperatura de la medición.

El agua pura tiene muy poca conductividad, por lo que la medida de la conductividad de un agua nos da una idea de los sólidos disueltos en la misma.

De la conductividad eléctrica, que indica la presencia de sales en el agua, lo que hace aumentar su capacidad de transmitir una corriente eléctrica, propiedad que se utiliza en mediciones de campo o de laboratorio, expresadas en micro Siemens/l ( $\mu\text{S/l}$ ). A partir de la

conductividad se puede obtener los sólidos disueltos multiplicando por un factor entre 0.55 y 0.75.

Los sólidos disueltos totales, expresados en mg/L, pueden ser obtenidos por multiplicación de la conductividad por un factor comprendido entre 0,55 y 0,75. Este factor puede ser determinado para cada cuerpo de agua, pero permanece aproximadamente constante, según las proporciones iónicas en el cuerpo de agua y si éstas permanecen estables.

Características:

- Las soluciones de la mayoría de ácidos, bases y sales presentan coeficientes de conductividad relativamente adecuados.
- Las moléculas de los compuestos orgánicos que no se disocian en soluciones acuosas tienen una conductividad muy escasa o nula.
- La conductividad eléctrica de un agua se utiliza como una medida indirecta de su concentración de sólidos disueltos totales o de minerales en el agua.
- La salinidad del agua se determina midiendo su conductividad eléctrica.
- La presencia de sales afecta el crecimiento de las plantas por tres mecanismos.
  1. Efectos osmóticos, provocados por la concentración total de sales en el agua del suelo.

2. Toxicidad de iones específicos, provocada por la concentración de un ión determinado.

3. Dispersión de las partículas de suelo, provocada por la presencia importante de sodio y por una baja salinidad.

- Es habitual encontrar valores de 700 mS/cm. a 1200 mS/cm de manera natural en cuerpos de agua superficiales.

- La conductividad eléctrica se expresa en mS/cm

(Ministerio de Energía y Minas 1993), Afirma que la conductividad eléctrica de una muestra de agua es una medida de la capacidad que tiene la solución para transmitir corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia, movilidad, valencia y concentración de iones, así como de la temperatura del agua. En el caso de salmueras de campos petroleros y efluentes de refinería, es simplemente un indicador de la salinidad del agua.

#### **2.8.3.4 Salinidad**

(Wagner 1996), Señala que la salinidad es el contenido de sal disuelta en un cuerpo de agua. Dicho de otra manera, es válida la expresión salinidad para referirse al contenido salino en suelos o en agua. El sabor salado del agua se debe a que contiene cloruro de sodio. El porcentaje medio que existe en los océanos es de 35 g/l de agua. Además esta salinidad varía según la intensidad de la evaporación o el aporte de agua dulce de los ríos aumenten en relación a la cantidad de agua. La acción y efecto de variar la salinidad se denomina saladura.

(Ministerio de Energía y Minas. 1993), Afirma que las aguas naturales pueden convertirse en salinas por residuos industriales, aguas de drenaje de carreteras, irrigación, penetración de agua de mar o vertidos mineros o petrolíferos, así mismo las variaciones en los niveles de salinidad pueden ocurrir debido al cambio climático natural. Que origina la pérdida de calidad para el agua potable, efectos sobre los organismos acuáticos y alteraciones en el crecimiento de plantas y producción de las cosechas. Es importante monitorear todos los cambios en la salinidad usando Cl (cloruros) o la (conductividad eléctrica) y, si fuera posible, caracterizar la fuente de salinidad, usando uno o más de los indicadores secundarios.

#### **2.8.3.5 Alcalinidad**

(OPS/CEPIS. 2004), Indican que es la capacidad del agua de neutralizar ácidos. Sin embargo, aniones de ácidos débiles (bicarbonatos, carbonatos, hidróxido, sulfuro, bisulfuro, silicato y fosfato) pueden contribuir a la alcalinidad. La alcalinidad está influenciada por el pH, la composición general del agua, la temperatura y la fuerza iónica.

Por lo general, está presente en las aguas naturales como un equilibrio de carbonatos y bicarbonatos con el ácido carbónico, con tendencia a que prevalezcan los iones de bicarbonato. De ahí que un agua pueda tener baja alcalinidad y un pH relativamente alto o viceversa.

La alcalinidad es importante en el tratamiento del agua porque reacciona con coagulantes hidrolizables (como sales de hierro y

aluminio) durante el proceso de coagulación. Además, este parámetro tiene incidencia sobre el carácter corrosivo o incrustante que pueda tener el agua y, cuando alcanza niveles altos, puede tener efectos sobre el sabor.

Durante el tratamiento, las aguas crudas de muy baja alcalinidad pueden requerir la adición de un alcalinizante primario (como el hidróxido de calcio).

La EPA no hace recomendaciones respecto a la alcalinidad en fuentes de agua, ya que esta se liga a factores como el pH y la dureza, pero concluye que una fuente no debe mostrar cambios bruscos o repentinos en el contenido de la alcalinidad, pues esto podría indicar un cambio en la calidad del agua.

(DIGESA 2000), Señala que La alcalinidad de muchas aguas superficiales depende primordialmente de su contenido en carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos. Los valores determinados pueden incluir también la contribución de boratos, fosfatos, silicatos y otras bases. La determinación de la alcalinidad se utiliza en el control de los procesos de tratamiento de aguas.

Características:

- La alcalinidad del agua es la medida de su capacidad de neutralizar ácidos. También se utiliza el término capacidad de neutralización de ácidos (CNA).
- La alcalinidad de las aguas naturales se debe primariamente a las sales de ácidos débiles, aunque las bases débiles o fuertes también pueden contribuir.

- La alcalinidad del agua natural puede ser causada por, de acuerdo con sus valores de pH, como sigue: (Hidróxido, Carbonato, Bicarbonato).
- La alcalinidad debido a otros materiales es mínima y en realidad no es significativa.
- La alcalinidad del agua se debe principalmente a sales de ácidos débiles y a bases fuertes, y esas sustancias actúan como amortiguadores para resistir la caída del pH.
- Generalmente se expresa en mg/l de  $\text{CaCO}_3$ .

Riesgos para la salud:

- Es un indicador de la calidad general del agua. Si bien no existen riesgos de salud por alcalinidad, se supervisa para controlar el proceso de tratamiento.

#### **2.8.3.6 Cloruros**

(OPS/CEPIS. 2004), Señala que las aguas superficiales normalmente no contienen cloruros en concentraciones tan altas como para afectar el sabor, excepto en aquellas fuentes provenientes de terrenos salinos o de acuíferos con influencia de corrientes marinas.

En las aguas superficiales por lo general no son los cloruros sino los sulfatos y los carbonatos los principales responsables de la salinidad.

A partir de ciertas concentraciones, los cloruros pueden ejercer una acción disolvente sobre ciertas sales presentes en el agua y también

sobre algunos componentes del cemento, al impartirles una acción corrosiva y erosionante, en especial a pH bajo.

Por sus características químicas y la gran solubilidad de la mayoría de los cloruros, su remoción requiere métodos sofisticados y costosos, muchos de ellos impracticables, especialmente cuando se trata de volúmenes relativamente altos.

El método tradicional, que puede resultar más eficiente y práctico, es el de la destilación. Actualmente se está trabajando en este campo para lograr unidades que aprovechen la energía solar y eliminen los cloruros de manera eficiente y a bajo costo. Este sistema puede resultar especialmente útil en comunidades costeras cuya única fuente sea el agua del mar.

Los límites fijados en el agua por las normas de calidad se sustentan más en el gusto que le imparten al agua que en motivos de salubridad.

Tomando en cuenta el límite de percepción del sabor de los cloruros en el agua, se ha establecido un límite de 250 mg/L en aguas de consumo, concentración que puede ser razonablemente excedida según las condiciones locales y la costumbre de los consumidores. La OMS considera que por encima de esta concentración, los cloruros pueden influir en la corrosividad del agua.

(DIGESA 2000), Señala que la concentración de cloruros es una medida específica de la salinidad de las descargas de la industria petrolera. Los cloruros son los principales componentes de las salmueras de petróleo.

El incremento de cloruro en el agua ocasiona el aumento de la corrosividad del agua. El alto contenido de cloruros impide que el agua sea utilizada para el consumo humano o el ganado. Altos porcentajes de cloruros en los cuerpos de agua también pueden matar a la vegetación circundante.

El cloruro, en forma de ión ( $\text{Cl}^-$ ) es uno de los aniones inorgánicos principales en el agua natural y residual. Así mismo el ion cloruro es una de las especies de cloro de importancia en aguas. Las principales formas de cloro en aguas y su correspondiente número de oxidación son:

Características:

- Los cloruros que se encuentran en el agua natural proceden de la disolución de suelos y rocas que los contengan y que están en contacto con el agua. En el caso de las aguas costeras, su presencia también es debida a la intrusión de aguas saladas. Otra fuente de cloruros es la descarga de aguas residuales domésticas, agrícolas e industriales a aguas superficiales.
- Las heces humanas, por ejemplo suponen unos 6 gr. de cloruros por persona día. En lugares donde la dureza del agua sea elevada, los compuestos que reducen la dureza del agua son también una importante fuente de aportación de cloruros.
- Un contenido elevado de cloruro puede dañar las conducciones y estructuras metálicas y perjudicar el crecimiento vegetal.
- El umbral del gusto de los cloruros es de 200 mg/L a 300 mg/L.

Riesgos:

- Los cloruros no tienen un efecto nocivo en la salud, pero en concentraciones superiores a 250 mg/L este valor está basado el sabor del agua el cual es percibido organolépticamente, y no en algún daño fisiológico conocido.

(Chávez M. 1998), Los contenidos de cloruros de las aguas son extremadamente variables, y se deben principalmente a la naturaleza de los terrenos drenados. El gran inconveniente de los cloruros es el sabor desagradable que le proporcionan al agua. También pueden corroer las canalizaciones y depósitos. Además, para el uso agrícola, los contenidos en cloruros del agua pueden limitar ciertos cultivos.

Los cloruros, muy fácilmente solubles, no participan en los procesos biológicos, no desempeñan ningún papel en los fenómenos de descomposición y no sufren, pues, modificaciones. Cuando se comprueba que hay un incremento del porcentaje de cloruros, hay que pensar que hay contaminación de origen humano.

#### **2.8.3.7 Sulfatos**

(OPS/CEPIS. 2004), Indican que los sulfatos son un componente natural de las aguas superficiales y por lo general en ellas no se encuentran en concentraciones que puedan afectar su calidad. Pueden provenir de la oxidación de los sulfuros existentes en el agua y, en función del contenido de calcio, podrían impartirle un carácter ácido.

Los sulfatos de calcio y magnesio contribuyen a la dureza del agua y constituyen la dureza permanente. El sulfato de magnesio confiere al agua un sabor amargo. Un alto contenido de sulfatos puede proporcionar sabor al agua y podría tener un efecto laxante, sobre todo cuando se encuentra presente el magnesio.

Este efecto es más significativo en niños y consumidores no habituados al agua de estas condiciones. Cuando el sulfato se encuentra en concentraciones excesivas en el agua ácida, le confiere propiedades corrosivas. La remoción de sulfato puede resultar costosa y requerir métodos complicados, por lo cual es preferible elegir fuentes naturales con niveles de sulfato por debajo de los límites aconsejados.

Por sus efectos laxantes, su influencia sobre el sabor y porque no hay métodos definidos para su remoción, la OMS recomienda que en aguas destinadas al consumo humano, el límite permisible no exceda 250 mg/L, pero indica, además, que este valor guía está destinado a evitar la probable corrosividad del agua. Las Guías de Calidad para Agua de Bebida del Canadá recomiendan un máximo de 500 mg/L.

(DIGESA 2000), Señala que los sulfatos están presentes en forma natural en numerosos minerales y se utilizan comercialmente, sobre todo en las industrias químicas. Se descargan a través de los desechos industriales y de los depósitos atmosféricos; no obstante las mayores concentraciones se dan, por lo común, en las aguas subterráneas estas se forman al moverse el agua a través de

formaciones rocosas y suelos que contienen minerales sulfatados, una parte del sulfato se disuelve en las aguas subterráneas. El sulfato ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) se distribuye ampliamente en la naturaleza y puede presentarse en aguas naturales en concentraciones que van desde unos pocos a varios miles de mg/l. Los residuos del drenado de minas pueden aportar grandes cantidades de  $\text{SO}_4^{-2}$  debido a la oxidación de la pirita.

Usos: Los sulfatos se aplican en: detergentes, es uno de las siete principales clases de constituyentes en detergentes polvo, vidrio, en teñidos se utilizan para diluir tinturas. El sulfato de aluminio, se emplea para eliminar impurezas solubles del agua, antes de utilizarse en el consumo humano, en la fabricación de papel.

Características:

- Los compuestos sulfatados se originan a partir de la oxidación de las menas de sulfato, la presencia de esquistos, y la existencia de residuos industriales. El sulfato es uno de los principales constituyentes disueltos de la lluvia.
- El umbral del sabor para el sulfato de sodio y sulfato de calcio en agua es: 250 mg/L y 100 mg/L respectivamente

Riesgos: El sulfato es uno de los aniones menos tóxicos; sin embargo, en grandes concentraciones, se han observado catarsis, deshidratación e irritación gastrointestinal.

- Las personas que no están acostumbradas a beber agua con niveles elevados de sulfato pueden experimentar diarrea y deshidratación. Los niños son a menudo más sensibles al

sulfato que los adultos. Como precaución, aguas con un nivel de sulfatos superior a 400 mg/l no deben ser usadas en la preparación de alimentos para niños. Niños mayores y adultos se acostumbran a los niveles altos de sulfato después de unos días.

- Si el sulfato en el agua supera los 250 mg/l, un sabor amargo o medicinal puede hacer que sea desagradable beber esa agua.
- Debido a los efectos gastrointestinales por la ingestión del agua se recomienda, concentraciones no mayores a 500 mg/l.
- Una alta concentración de sulfato en agua potable tiene un efecto laxativo cuando se combina con calcio y magnesio, los dos componentes más comunes de la dureza del agua. Las bacterias, que atacan y reducen los sulfatos, hacen que se forme sulfuro de hidrógeno gas ( $H_2S$ ).

(Chávez M. 1998), Menciona que el ión sulfato ( $SO_4^{=}$ ) es uno de los iones que contribuyen a la salinidad de las aguas, encontrándose en la mayoría de las aguas naturales. Las aguas dulces contienen de 2 a 150 mg/l, y el agua de mar cerca de 3000 mg/l. El origen de los sulfatos se debe fundamentalmente a la disolución de los yesos, dependiendo su concentración de los terrenos drenados. Los sulfatos son, después de los bicarbonatos y de los silicatos, los elementos principales de las aguas continentales, siendo muy importante el conocimiento del contenido de este ión para la utilización de las mismas.

### 2.8.3.8 Nitratos

(OPS/CEPIS. 2004), Indican que el nitrógeno es un nutriente importante para el desarrollo de los animales y las plantas acuáticas. Por lo general, en el agua se lo encuentra formando amoníaco, nitratos y nitritos.

Si un recurso hídrico recibe descargas de aguas residuales domésticas, el nitrógeno estará presente como nitrógeno orgánico amoniacal, el cual, en contacto con el oxígeno disuelto, se irá transformando por oxidación en nitritos y nitratos.

Este proceso de nitrificación depende de la temperatura, del contenido de oxígeno disuelto y del pH del agua.

En general, los nitratos (sales del ácido nítrico,  $\text{HNO}_3$ ) son muy solubles en agua debido a la polaridad del ion. En los sistemas acuáticos y terrestres, los materiales nitrogenados tienden a transformarse en nitratos.

Los nitritos (sales de ácido nitroso,  $\text{HNO}_2$ ) son solubles en agua. Se transforman naturalmente a partir de los nitratos, ya sea por oxidación bacteriana incompleta del nitrógeno en los sistemas acuáticos y terrestres o por reducción bacteriana.

El ion nitrito es menos estable que el ion nitrato. Es muy reactivo y puede actuar como agente oxidante y reductor, por lo que solo se lo encuentra en cantidades apreciables en condiciones de baja oxigenación. Esta es la causa de que los nitritos se transformen rápidamente para dar nitratos y que, generalmente, estos últimos predominen en las aguas, tanto superficiales como subterráneas.

Esta reacción de oxidación se puede efectuar en los sistemas biológicos y también por factores abióticos.

El uso excesivo de fertilizantes nitrogenados, incluyendo el amoníaco, y la contaminación causada por la acumulación de excretas humanas y animales pueden contribuir a elevar la concentración de nitratos en agua. Generalmente, los nitratos son solubles, por lo que son movilizados con facilidad de los sedimentos por las aguas superficiales y subterráneas.

Después de la absorción, tanto nitratos como nitritos se distribuyen con rapidez a todos los tejidos.

Una vez en la sangre, el nitrito reacciona con el ion ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ) de la desoxihemoglobina y forma metahemoglobina, en la cual el hierro se encuentra en estado férrico ( $\text{Fe}^{3+}$ ), por lo que es incapaz de transportar el oxígeno. Por ello se relaciona al nitrito con una anomalía en la sangre de los niños (metahemoglobinemia) por la ingestión de aguas con un contenido mayor de 10 mg/L de nitratos (como N) y como resultado de la conversión de nitrato en nitrito. La mayor parte de estos casos se asocian a aguas que contienen más de 45 mg/L de nitrato (10 mg/L como  $\text{NO}_3\text{-N}$ ).

Aunque se ha comprobado que bebés menores de 6 meses que ingieren nitratos en concentraciones altas pueden morir si no reciben tratamiento inmediato, es importante anotar que no todos los niños que ingieren aguas con altos contenidos de nitratos (10 mg/L o más) necesariamente desarrollan la enfermedad. Para ello se requiere una predisposición natural. En este caso, la edad es un factor

determinante, porque rara vez se presenta en niños de más de seis meses y mucho menos en adultos.

La presencia de nitratos y nitritos no es extraña, especialmente en aguas almacenadas en cisternas en comunidades rurales.

Aunque la toxicidad relativa de los nitratos es bien conocida, es difícil establecer cuál es el nivel de una dosis nociva. Los nitritos tienen mayor efecto nocivo que los nitratos, pero como generalmente en las aguas naturales no se presentan niveles mayores de 1 mg/L y la oxidación con cloro los convierte en nitratos, el problema prácticamente queda solucionado.

Es importante destacar que aunque el agente responsable de esta enfermedad son los nitritos, debido a que estos se forman naturalmente a partir de los nitratos, un factor determinante en la incidencia de esta enfermedad es la concentración de nitratos en el agua y los alimentos. Para dar una idea de la gravedad y magnitud potencial de este problema, basta mencionar que los datos obtenidos a través del Sistema Mundial de Vigilancia del Medio Ambiente (GEMS, por sus siglas en inglés) indican que 10% de los ríos estudiados en todo el mundo tenían concentraciones de nitratos por encima del límite recomendado por la OMS. Los estudios de GEMS también encontraron que en Europa 15% de los ríos tenían concentraciones de nitratos hasta 45 veces mayores que la concentración natural.

Los métodos tradicionales de floculación e incluso ablandamiento con cal no son efectivos para la remoción de nitratos. El más

eficiente es el de resinas de intercambio iónico, que puede remover concentraciones tan altas como 30 mg/L y reducirlas hasta 0,5 mg/L en procesos continuos.

En la práctica, difícilmente los nitritos se encuentran en aguas tratadas debido a que se oxidan fácilmente y se convierten en nitratos durante la cloración. Por sus efectos adversos para la salud de los lactantes y porque no se tienen procesos definitivos para su remoción, el contenido de nitratos en aguas de consumo público no debe exceder, según la EPA, de 10 mg/L. Puesto que los nitritos tienen un efecto tóxico superior a los nitratos, el contenido no debe exceder de un mg/L; en ambos casos, medidos como nitrógeno.

La OMS establece un valor guía provisional de 50 mg/L (N-NO<sub>3</sub>) y 3 mg/L (N-NO<sub>2</sub>), mientras que el Canadá recomienda un máximo de 10 mg/L para el primero y un mg/L para el segundo.

(DIGESA 2000), Señala que los nitritos (NO<sub>2</sub>) son oxidados por el grupo de nitrobacterias para formar nitratos (NO<sub>3</sub>). Los nitratos formados pueden servir como fertilizantes para las plantas. Los nitratos producidos en exceso para las necesidades de la vida vegetal, son transportados por el agua, luego estas se filtran a través del suelo, debido a que el suelo no tiene la capacidad de retenerlos pudiendo encontrarse en concentraciones superiores en aguas subterráneas.

El uso excesivo de fertilizantes nitrogenados incluyendo el amoníaco así como la contaminación causada por la acumulación de excretas humanas y animales puede contribuir a elevar la concentración de

nitratos en el agua, estos son solubles y no adsorben a los componentes del suelo, por lo que son movilizados con facilidad por las aguas superficiales y subterráneas.

Usos: El nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ) o “sal nitro”, o el de sodio ( $\text{NaNO}_3$ ), es usado como agentes antimicrobianos para controlar el crecimiento de bacterias ácido-butíricas formadoras de gas Nitrato de amonio para uso minero.

Características:

- Es más difícil eliminar los nitratos que los fosfatos, se utilizan para su eliminación bacterias desnitrificantes para convertir el nitrato en nitrógeno gaseoso.
- Son muy solubles en el agua debido a la polaridad del Ion, esta es la forma del nitrógeno más Estable termodinámicamente en presencia de oxígeno, por lo que los sistemas acuáticos y nitrogenados tienden a transformarse en nitratos Ión  $\text{NO}_3^-$  y sus sales o sales del ácido nítrico,  $\text{HNO}_3$ .
- Son nutrientes fácilmente asimilables por las plantas, por lo que son utilizadas como fertilizantes. Los aportes de nitratos al mar y al agua de ríos y lagos favorecen el crecimiento de algas (eutrofización).
- El nitrato es la forma más oxidada del nitrógeno que se puede encontrar en las aguas residuales. Cuando un efluente secundario deba ser recuperado para la recarga de agua subterránea, la concentración del nitrato es importante se recomienda  $<1$  mg/l.

Riesgos:

- Los riesgos por la exposición a nitratos y nitritos para la salud no dependen únicamente de la exposición, sino que también influyen la existencia de condiciones favorables para la reducción de nitratos a nitritos y algunos factores inherentes al individuo, esto impide que se pueda formular una relación de dosis-respuesta con respecto a la presencia de nitratos en el agua o en los alimentos.
- En niños menores de 6 meses que consuman agua con concentraciones elevadas de nitratos y nitritos, podrían enfermar gravemente de metahemoglobinemia infantil.

#### **2.8.3.9 Sólidos totales**

(Chávez M. 1998), Menciona que los Sólidos totales se definen como tal a los residuos de material que queda en un recipiente después de la evaporación de una muestra y su consecutivo secado en estufa a temperatura definida. Los sólidos pueden afectar negativamente a la calidad del agua o al suministro para su consumo de varias maneras. Las aguas con abundantes sólidos disueltos no son aceptables al paladar de los consumidores, y pueden inducir una reacción fisiológica desfavorable en el consumidor ocasional. Los sólidos totales incluyen:

- Los sólidos suspendidos, o porción de sólidos totales retenidos por un filtro.
- Los sólidos disueltos totales, o porción de sólidos totales que atraviesa el filtro.

El contenido de materias en suspensión es muy variable según los cursos de agua, de hecho todos las contienen, variando mucho en función de su origen. En el caso de aguas subterráneas, éstas suelen tener menos de 1 mg/l.

(DIGESA 2000), Señala que los sólidos en suspensión son productos de la erosión de los suelos, detritus orgánico y plancton

Los sólidos suspendidos, tales como limo, arena y virus, son generalmente responsables de impurezas visibles. La materia suspendida consiste en partículas muy pequeñas, que no se pueden quitar por medio de deposición. Pueden ser identificadas con la descripción de características visibles del agua, incluyendo turbidez y claridad, gusto, color y olor del agua:

Características:

- Los análisis de sólidos son importantes en el control de procesos de tratamiento biológico y físico de aguas residuales, y para evaluar el cumplimiento de las limitaciones que regulan su vertido.
- Los “sólidos totales” es la expresión que se aplica a los residuos de material que quedan en un recipiente después de la evaporización de una muestra y su consecutivo secado en estufa a temperatura definida.
- Las sustancias no disueltas usualmente se denominan materia suspendida o sólidos suspendidos, pocas veces se realizan pruebas de sólidos suspendidos, estos generalmente se evalúan por medición de turbiedad.

- Sólidos suspendidos y los sólidos suspendidos volátiles se emplean para evaluar la concentración de los residuos domésticos industriales.

Riesgos: Sólidos son los materiales suspendidos o disueltos en aguas limpias y aguas residuales. Los sólidos pueden afectar negativamente a la calidad del agua o a su suministro de varias maneras. Las aguas con abundantes sólidos disueltos suelen ser de inferior potabilidad y pueden inducir una reacción fisiológica desfavorable en el consumidor ocasional.

## **2.9. NORMAS QUE GARANTICEN LA CALIDAD DE AGUA**

### **2.9.1 Estándares nacionales de calidad ambiental para agua**

De acuerdo al decreto supremo N° 015 – 2015 – MINAM, Artículo 1°, se aprueba con el objetivo de establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. Los Estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios en el diseño de las normas legales y las políticas públicas siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.

## **2.10. ELEMENTOS DE VIGILANCIA Y CONTROL**

(Rojas, R. 2005), Indica que la Organización Mundial de la Salud (OMS), ha definido tres elementos básicos que todo programa debe contener y que son perfectamente aplicables al control de la calidad del agua realizado por

el abastecedor. Adicionalmente, existe otros elementos que pueden ser considerados de apoyo que coadyuvan a la implementación de los programas de vigilancia y control. Los elementos básicos son:

- Evaluación de la calidad físico-químico y microbiológica
- Inspección sanitaria y operacional
- Evaluación institucional.

A su vez, los elementos complementarios o de apoyo son:

- Reglamentos y normas
- Recursos humanos, materiales y económicos-financieros
- Capacitación
- Educación sanitaria, encuestas y flujo de información.

(Leal J. y Rodríguez F. E. 1998), Define que el monitoreo es el procedimiento continuo de observación, de medición y evaluación de las acciones del proyecto en forma objetiva, con el fin de identificar impactos ambientales y aplicar las medidas de control ambiental en el momento y en el lugar apropiado. La información recopilada es de importancia para temas de investigación y para prevenir impactos ambientales de proyectos similares.

## **2.11. RECOLECCIÓN PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS**

(ROJAS, R. 2005), considera que la recolección o toma de muestras se ejecuta en función de los tipos de estructuras de vertimiento en los puntos de muestreo, teniendo en cuenta el tipo de análisis de determinación, así mismo indica que es imposible precisar el tiempo que pueda transcurrir

desde la toma de muestra hasta su análisis. En líneas generales debe tenerse en cuenta lo siguiente:

### **2.11.1 Bacteriológico**

Las muestras de agua potable de las que se sospeche que están ligeramente contaminadas y que no tienen ningún tipo de preservación (refrigeración), se pueden aceptar hasta dos horas entre el muestreo y el inicio del análisis. Las muestras refrigeradas deben ser analizadas hasta las 24 horas después de ser tomadas.

### **2.11.2 Químico**

Este grupo de análisis debe dividirse en dos partes: una primera conformada por cloruros, dureza total, nitrato, sulfato pH, conductividad y turbiedad, que solo requieren refrigeración y un periodo máximo de siete días entre el muestreo y el análisis.

El segundo grupo representado por aluminio, hierro y magnesio, requieren para su preservación la adición de 5 ml de ácido nítrico concentrado por litro de muestra y el tiempo entre el muestreo y el análisis puede ser hasta tres meses. En el cuadro N° 02 se presenta algunos tipos de preservantes relacionado al presente trabajo, que deben ser empleados en la conservación de la muestra.

**Tabla 06: RECIPIENTE, TIPO DE PRESERVACIÓN Y TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DE MUESTRA.**

Parámetros	Volumen medido	Recipiente	Preservación	Tiempo de almacenamiento
Temperatura	-	-	-	Registro inmediato
Ph	100 ml	P o V	Refrigeración a 4°C	Ninguno
Conductividad Eléctrica	500 ml	P o V	Refrigeración a 4°C	28 días
Turbiedad	100 ml	P o V	Refrigeración a 4°C	24/48 hrs
Sólidos totales	100 ml	P o V	Refrigeración a 4°C	2 – 7 días
Oxígeno disuelto	30 ml	V	-	Análisis inmediato

Fuente: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (CEPIS).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

##### 3.1.1 Ubicación geográfica

Geográficamente la cuenca del río llave se encuentra en las coordenadas

UTM (WGS84):

Este : 352,353.0 – 452,052.0

Norte : 8'104,770.0 – 8'248,751.0

Altitudinalmente se encuentra entre las altitudes: 3,805.00 – 5,400.00  
m.s.n.m.

##### 3.1.2 Ubicación hidrográfica

La cuenca del río llave, hidrográficamente se encuentra ubicada en:

Vertiente : Titicaca

Sistema Hídrico : TDPS

##### 3.1.3 Ubicación política

La cuenca del río llave, políticamente se encuentra ubicada en:

Región : Puno

Provincia : Chucuito, El Collao y Puno

Distrito : Huacullani, Juli, Capaso, Mazocruz, Conduriri,

Ilave, Acora, Plateria, Chucuito, Laraqueri, Puno y  
San Antonio.

Localidad : Varios

### 3.1.4 Límites hidrográficos

La cuenca del río Ilave, limita con las siguientes cuencas hidrográficas:

- Este : Lago Titicaca, Cuenca río Zapatilla, Pusuma y Mauri  
Chico.
- Oeste : Cuencas río Tambo y laguna Loriscota
- Norte : Cuenca río Illpa, zona Circunlacustre del Lago  
Titicaca
- Sur : Cuenca río Maure.



Figura 06: UBICACIÓN HIDROGRÁFICA DE LA CUENCA DEL RIO ILAVE

MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS CUENCA ILAVE



### **3.1.5 Ubicación administrativa**

La entidad administrativa que regula el uso de los recursos hídricos en la cuenca del río Ilave, es la Administración Local de Agua Ilave, la que tiene una dependencia de orden administrativo del Ministerio de Agricultura a través de la Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional del Agua. Las entidades, en orden jerárquico, que enmarcan la gestión hídrica en la cuenca del río Ilave se mencionan a continuación:

Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), Autoridad Nacional del Agua (ANA), Dirección de Conservación de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos (DCPRH), Administración Local de Agua Ilave (ALA ILAVE).

## **3.2 ASPECTO SOCIO-ECONOMICO**

### **3.2.1 Población**

En el Cuadro N° 01, se presenta la población total de los distritos involucrados en el ámbito del área de la cuenca del río Ilave, según los resultados del IX Censo Nacional de Población efectuada en el año 2005.

La población total de la cuenca del río Ilave es de 275,435 habitantes (139,010 hombres y 136,425 mujeres). En el Cuadro N° 01, se muestra la población, área y densidad de población por distritos.

**Cuadro N° 01: POBLACIÓN TOTAL – CUENCA DEL RÍO ILAVE  
(IX CENSO POBLACIONAL 2007)**

N°	DISTRITO	POBLACION			AREA (Km2)	DENSIDAD (Hab/Km2)
		HOMBRE	MUJER	TOTAL		
1	ACORA	15,233	13,850	29,083	1,941	15
2	CAPAZO	829	751	1,580	1,039	2
3	CHUCUITO	4,712	4,654	9,366	121	77
4	CONDURIRI	1,863	1,813	3,676	1,006	4
5	HUACULLANI	5,464	5,146	10,610	705	15
6	ILAVE	25,696	24,599	50,295	875	58
7	JULI	13,002	12,921	25,923	720	36
8	LARAQUERI	3,037	3,097	6,134	1,633	4
9	MAZOCRUZ	2,234	2,180	4,414	2,524	2
10	PLATERIA	4,482	4,353	8,835	241	37
11	PUNO	61,613	62,293	123,906	461	269
12	SAN ANTONIO	845	768	1,613	377	4
<b>TOTAL</b>		<b>139,010</b>	<b>136,425</b>	<b>275,435</b>	-	-

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) Censo Nacional IX de Población y X de Vivienda 2007.

### 3.2.2 Actividades económicas en la zona de estudio

#### 3.2.2.1 Actividad agrícola

La actividad agrícola es una de las actividades importantes, generalmente en la parte baja de la cuenca del río Ilave, la superficie cultivada es bajo el régimen de secano, es decir, que depende de las lluvias y en mínima proporción es bajo riego. Los cultivos están expuestos a las fuertes heladas es decir a las inclemencias del clima. Los cultivos principales, son: Papa, Cebada (grano y forrajera), Avena (grano y forrajera), Habas grano, Quinoa, Cañihua, Trigo, Arveja, Mashua, Olluco, Oca, Alfalfa, Pastos Cultivados y Hortalizas (cebolla, zanahoria y otros). La mayoría de los cultivos son de

subsistencia, autoconsumo y un mínimo porcentaje se destina al mercado permitiendo la generación de escasos ingresos siendo necesario acudir a la producción de otros departamentos por no llegar a tener la cobertura de demanda interna de alimento; a excepción de la producción de quinua y cañihua.

### **3.2.2.2 Actividad pecuaria**

La ganadería en el ámbito de la cuenca del río llave, es la actividad la actividad principal en la parte media y alta de la cuenca, porque constituyen fuente de ocupación e ingreso para el productor rural, representado por varias especies en menor cantidad en ganado vacuno, ovino, porcino y otros, y en mayor cantidad los camélidos sudamericanos.

La existencia de pastos naturales, cultivos de forrajes y pastos cultivados favorecen la crianza del ganado, siendo los vacunos de doble propósito (carne y leche), los ovinos para carne, porcinos (carne) y en mayor magnitud los camélidos (carne y fibra).

En el ámbito de la cuenca llave, el problema que afronta el productor pecuario es la escasez de alimentos para animales en ciertas épocas del año, una característica del espacio andino es de ser una zona que se ve limitada por las variaciones climáticas, ya que tiene tres épocas bien establecidas: Verano de lluvias (Diciembre a Marzo), Invierno seco (Mayo a Agosto) y Meses transitorios (Abril, Setiembre a Noviembre). Es precisamente durante los meses que dura el invierno, más los meses transitorios, el periodo más crítico para el ganado en lo que representa a disponibilidad de alimento y a las

bajas temperaturas que afecta, disminuyendo en peso (carne), producción de leche y fibra.

En la parte alta de la cuenca llave, subcuencas Alto llave (zonas Chichillapi, Coypa Coypa, Cuirare y otros), Llusta (zona baja, media y alta) y Conduriri (zona media y alta), existen en mayor extensión los bofedales, que actualmente se encuentran bajo riego en forma rústica, y abasteciendo para la alimentación del ganado de Camélidos Sudamericanos.

### **3.2.2.3 Actividad piscicultura**

Es otra actividad del poblador rural en la cuenca del río llave, generalmente se dedican a la crianza de alevinos y engorde de truchas, es rentable en cuanto a otras actividades, lo limitante es la calidad de agua, zona de crianza y la disponibilidad del recurso hídrico. Esta actividad se realiza en la subcuenca Alto llave (zona Chichillapi, Coypa Coypa y otros).

## **3.3 ACCESIBILIDAD – VIAS DE COMUNICACIÓN**

La ciudad de llave es el centro urbano más relevante en la cuenca del río llave, prácticamente las vías de acceso en una unidad móvil desde la ciudad de llave hacia a cualquier lugar de la cuenca es accesible.

Los ejes principales de vías de acceso a la cuenca llave, son los siguientes:

- 1) Puno - Chucuito - Platería - Acora - llave - Juli - Pomata - Zepita - Desaguadero - Mazocruz - Capazo.
- 2) Puno - Chucuito - Platería - Acora - llave - Conduriri - Mazocruz - Capazo.

- 3) Puno - Chucuito - Platería - Acora - Ilave - Totorani - Ayrumas Carumas.
- 4) Puno - Laraqueri - Ayrumas Carumas.
- 5) Puno - San Antonio.

En el siguiente cuadro se muestran las distancias entre ciudades y/o localidades.

**Cuadro Nº 02: DISTANCIA ENTRE CIUDADES Y/O LOCALIDADES**

VIA		DISTANCIA (Km)	Tipo de Vía
DE	A		
Puno	Chucuito	19.0	Asfaltada
Chucuito	Plateria	10.0	Asfaltada
Plateria	Acora	4.0	Asfaltada
Acora	Ilave	22.0	Asfaltada
Ilave	Juli	25.0	Asfaltada
Juli	Pomata	25.0	Asfaltada
Pomata	Zepita	32.0	Asfaltada
Zepita	Desaguadero	10.0	Asfaltada
Desaguadero	Mazocruz	95.0	Asfaltada
Mazocruz	Capazo	50.0	Afirmada
Ilave	Conduriri	68.0	Afirmada
Conduriri	Mazocruz	16.0	Afirmada
Ilave	Totorani	20.0	Afirmada
Totorani	Ayrumas Carumas	30.0	Afirmada
Puno	Laraqueri	41.0	Asfaltada
Laraqueri	Ayrumas -Carumas	42.0	Afirmada
Puno		86.0	Afirmada

Fuente: Elaboración Propia

La vía Puno - Desaguadero, es la carretera principal que comunica con el país vecino Bolivia, además con los departamentos de Tacna y Moquegua.

La carretera Puno - Laraqueri, comunica con el departamento de Moquegua.

Otra vía principal de Puno - Juliaca, comunican con los departamentos de Arequipa y Cuzco.

### 3.4 HIDROGRAFÍA

#### 3.4.1 Área del proyecto

Está representada por el sistema hidrográfico de la cuenca del río llave, que a su vez formada por dos subcuencas principales llamados río Huenque y río Aguas Calientes, el cual desemboca en el lago Titicaca.

La región del Proyecto forma parte de la vertiente de la cuenca hidrográfica del lago Titicaca y Sistema TDPS (lado Peruano). Se caracteriza como un sistema de cuenca endorreica, ubicada entre las provincias de Puno, El Collao y Chucuito en el Departamento de Puno.

La superficie total de la cuenca del río llave es de 7,832.53 Km<sup>2</sup>. Sus características fisiográficas principales que son materia de estudio son las siguientes:

Perímetro de la cuenca	:	631.97 Km.
Cota máxima de la cuenca	:	5,400.00 msnm.
Cota mínima de la cuenca	:	3,805.00 msnm.
Altitud media de la cuenca	:	4,309.31 msnm.
Pendiente media de la cuenca	:	0.0055 m/m
Índice de pendiente de la cuenca	:	0.0654
Cota máxima del cauce principal	:	4,640.00 msnm.
Cota mínima del cauce principal	:	3,805.00 msnm.
Altitud media del cauce principal	:	4,222.50 msnm.
Pendiente media del cauce principal	:	0.0040 m/m

Longitud del cauce principal : 211.00 Km.

Los valores anteriormente citados, toma como referencia la desembocadura al lago Titicaca, lugar donde entrega las aguas de la cuenca en estudio.

Caracterizar la cuenca del río llave, es básicamente caracterizar las subcuencas dentro de ella, ya que el área de drenaje cuyo cauce natural se denomina río llave se ubica en la parte baja desde la confluencia de los ríos Huenque y Aguas Calientes, con una longitud de cauce igual 52.20 Km hasta la desembocadura al lago Titicaca.

#### **3.4.2 Sistema hidrográfico**

El sistema hidrográfico de la cuenca del río llave, se compone básicamente de los ríos Huenque y Aguas Calientes naturalmente. El cauce principal de la cuenca del río llave, nace desde el río Coypa Coypa - río Chichillapi - río Llusta baja - río Huenque - río llave, respectivamente. Las características hidrográficas en las subcuencas de los ríos Huenque y Aguas Calientes son similares.

El sistema hidrográfico de la subcuenca del río Aguas Calientes es: Quebrada Hualla Apacheta - Quebrada Taipicerca - Quebrada Mocsoma - Quebrada San Miguel - río Samigia - río Malcomayo - río Grande - río Aguas Calientes, este confluye con el río Huenque, los cuales forman el río llave.

#### **3.5 CLIMATOLOGIA**

El año se divide en cuatro estaciones astronómicas en función de la actividad atmosférica y de la circulación de masas de aire, no obstante desde el punto de vista climatológico, la región de la cuenca del río llave tiene una estación

húmeda (Diciembre a Marzo), otra seca (Mayo a Agosto) y dos periodos de transición (Abril y Septiembre a Noviembre).

En la estación primavera (setiembre-noviembre), verano (diciembre-febrero), otoño (marzo-mayo) e invierno (junio-agosto); el viento dominante viene del Norte - Este generalmente.

Otro aspecto localizado sobre la región es la anomalía depresionaria provocada por el fuerte calentamiento del suelo árido. En efecto, la altitud media es en torno a 4,300 msnm. Y la presión media es de 650 mb. Esta situación provoca fuertes movimientos convectivos, a la que se añade la humedad producida por la evaporación del lago Titicaca, da como resultado la formación de grandes nubes cúmulus y cumulonimbos sobre la región.

Los principales parámetros climáticos que definen o caracterizan el clima en una cuenca hidrográfica son los siguientes: precipitación, temperatura, humedad relativa y evaporación; son los de mayor importancia en cuanto a la tipificación o caracterización de la climatología de la cuenca del río llave. Estos parámetros provienen de los registros históricos de las distintas estaciones meteorológicas instaladas en la cuenca y zonas aledañas. Estas estaciones están a cargo del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), PELT y PET – Tacna.

### **3.5.1 Análisis de los caudales en la cuenca llave**

En la cuenca del río llave existen dos estaciones hidrométricas con registro de caudales históricos en forma significativa estos son Estación Hidrométrica Puente llave y Estación Hidrométrica Chichillapi para este caso usaremos el primero por su importancia, además se cuenta con la información de descargas históricas de las cuencas del río Ramis, esta

información servirá para realizar el análisis de consistencia de la información de la cuenca del río llave. En el siguiente cuadro se muestra en forma gráfica la longitud de registro histórico de caudales.

La estación hidrométrica Puente llave, geográficamente se localiza en las coordenadas geográficas 16°05'04" de latitud Sur y 69°37'47" de longitud Oeste, y a una altitud de 3,825 msnm en el puente llave, sobre el río llave.

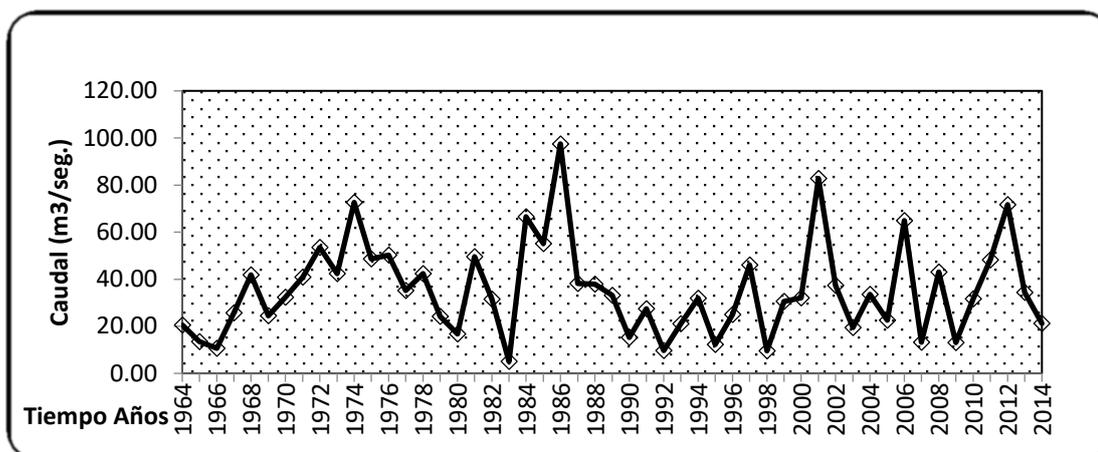
La estación hidrométrica Puente llave de la cuenca del río llave, políticamente se encuentra ubicada en:

- País : Perú
- Región : Puno
- Provincia : El Collao
- Distrito : llave

Se ubica en la parte baja de la cuenca llave, después de la confluencia de los ríos Huenque y Aguas Calientes, mide todo el escurrimiento de la cuenca del río llave, siendo su área de drenaje de 7,771.50 Km<sup>2</sup>. Este punto de aforo se ubica al final de las áreas donde existen las demandas hídricas, por lo tanto el caudal registrado en épocas de estiaje es un caudal remanente de las demandas hídricas. Por otro lado el sistema hidrográfico de la cuenca del río llave aún no está regulado por represamientos.

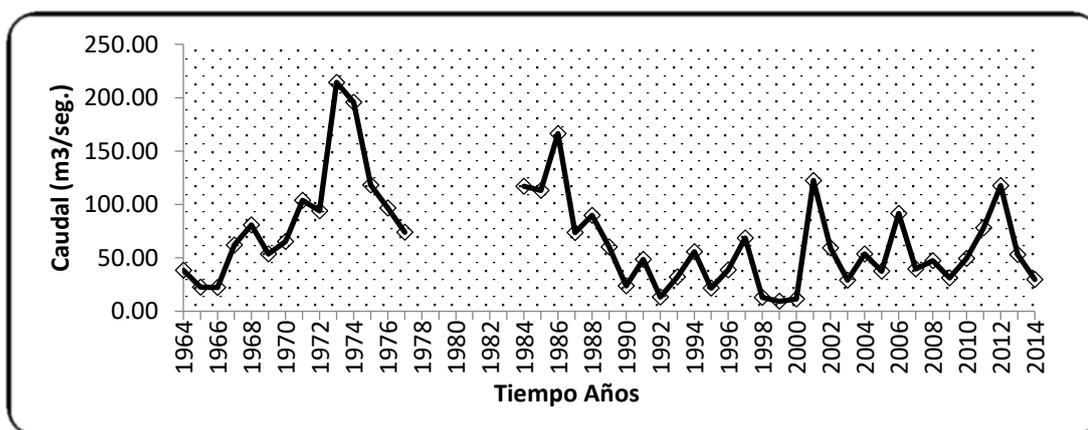
El registro histórico disponible de descargas medias mensuales en esta estación es continuo de un periodo de 1964 – 2014.

**Figura 07: CAUDAL MEDIO MENSUAL**



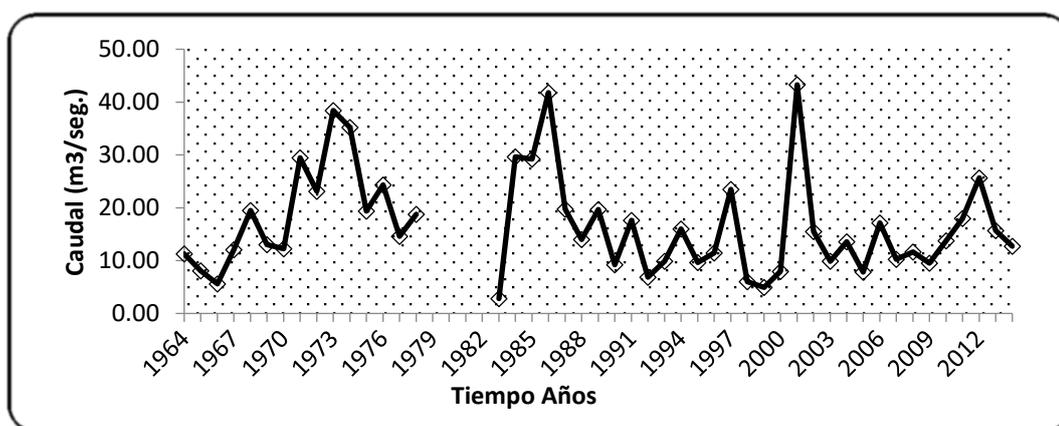
Fuente: Elaboración propia

**Figura 08: CAUDAL MAXIMA DIARIA**



Fuente: Elaboración propia

**Figura 09: CAUDAL MINIMO DIARIO**

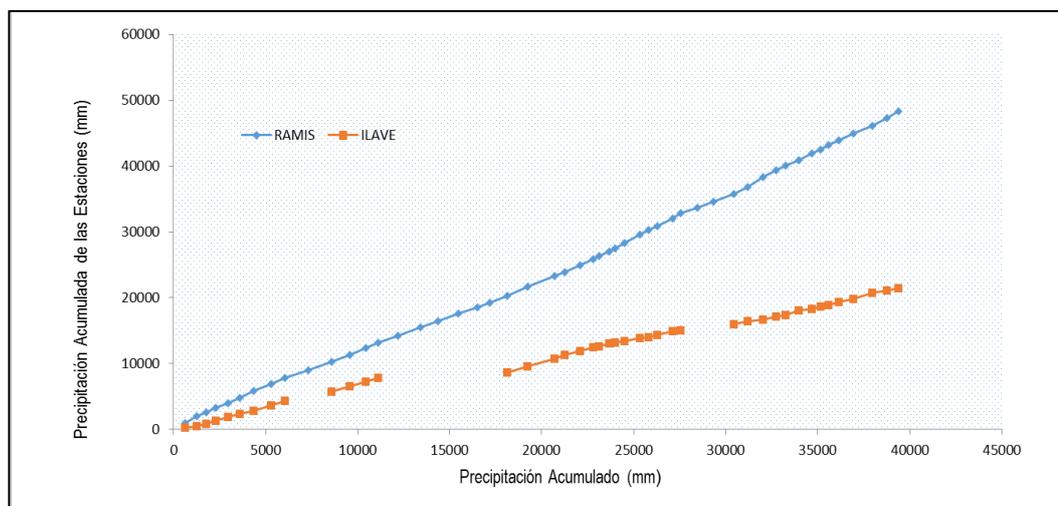


Fuente: Elaboración propia

### 3.5.1.1 Análisis de consistencia en caudales medios mensuales

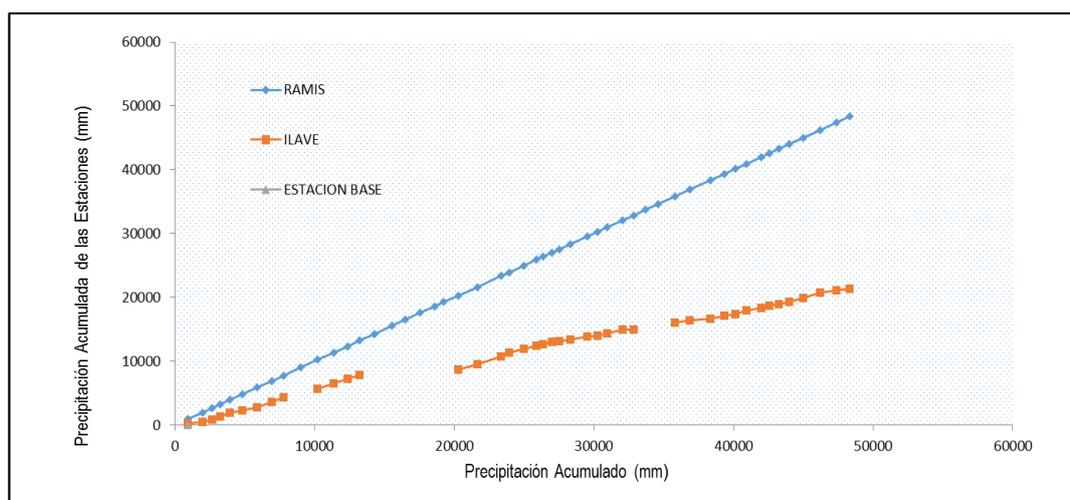
El diagrama de doble masa se obtiene ploteando en el eje de las abscisas el volumen anual promedio acumulado de la variable hidrométrica de los ríos en unidades respectivas y en el eje de las ordenadas los volúmenes anuales acumulados de la variable hidrométrica en unidades correspondientes de cada una de los ríos considerados en el estudio. De los gráficos de doble masa se selecciona una estación más confiable, la que presenta el menor número de quiebres, la cual se usará como estación base para el análisis de otras estaciones. En este análisis, los errores producidos por los fenómenos naturales y sistemáticos son detectados mediante los “quiebres” que se presentan en los diagramas y permite determinar el rango de los períodos dudosos y confiables para cada estación en estudio, la cual debe corregirse utilizando ciertos criterios estadísticos. En este caso, según el análisis de doble masa, no se muestra ningún quiebre en las dos estaciones consideradas en el análisis, los cuadros y gráficos de análisis se muestran a continuación.

**Cuadro 03: DIAGRAMA DE DOBLE MASA DE LAS DESCARGAS MEDIAS MENSUALES.**



Fuente Elaboración Propia

**Cuadro 04: DIAGRAMA DE DOBLE MASA DE LAS DESCARGAS MEDIAS MENSUALES VS. ESTACIÓN BASE.**



Fuente Elaboración Propia

### 3.5.1.2 Análisis de saltos y tendencias

Después de haber analizado los períodos de posible corrección y los períodos de datos que se mantendrán con sus valores originales, se procede al análisis estadístico de Saltos, en los parámetros como la media y la desviación estándar. La consistencia en la media se realiza mediante la prueba estadística "T" de Students y para la

desviación estándar el análisis estadístico consiste en probar, mediante la prueba estadística de "F" de Fisher. Si los parámetros la media y la desviación estándar de los períodos considerados en el análisis son iguales estadísticamente, entonces no se corrige la información de lo contrario se debe corregirse. Después de todo el análisis respectivo la información es una serie homogénea, confiable y consistente al 95% de probabilidad. En este caso, según el análisis realizado en forma anual se obtiene que la serie mensual de las descargas medias de los ríos considerados en el presente estudio, no muestran "Saltos ni tendencias" significativos en los parámetros analizados (media y desviación estándar) en todas las estaciones hidrométricas consideradas, para su posible corrección, sin embargo no se corrige dichas informaciones.

**Cuadro 05: ANÁLISIS DE SALTOS DE LAS DESCARGAS MEDIAS MENSUALES – SERIE HISTÓRICA.**

ESTACION	PERIODO DE ANALISIS		NUMERO DE DATOS, PROMEDIO Y DESVIACION ESTANDAR			CONSISTENCIA EN LA MEDIA				CONSISTENCIA EN LA DESVIACION ESTANDAR			
			N° DATOS	PROMEDIO	DESV. EST.	T calculada Tc	T tabla (95%) Tt	Comparacion	Diferencia Significativa	F calculada Fc	F tabla (95%) Ft	Comparacion	Diferencia Significativa
RAMIS	n1, PD	ENE. 1964-DIC. 1990	324	81.34	94.30	0.6854	1.9639	[Tc]<Tt	NO	1.183	1.2088	Fc<Ft	NO
	n2, PC	ENE. 1991-DIC. 2014	288	76.30	86.70								
ILAVE	n1, PC	ENE. 1964-DIC. 1973	114	44.51	69.07	0.4135	1.9645	[Tc]<Tt	NO	1.1854	1.294	Fc<Ft	NO
	n2, PD	ENE. 1974-DIC. 2014	418	41.28	75.20								

Fuente: Elaboración Propia

**Cuadro 06: ANÁLISIS DE TENDENCIAS DE LAS DESCARGAS MEDIAS MENSUALES – SERIE HISTÓRICA.**

ESTACION	TENDENCIA EN LA:	MEDIA, DES. EST. COEFICIENTES DE REGRESION Y NUMERO DE DATOS DE LAS TENDENCIAS EN LA MEDIA Y EN LA DESVIACION ESTANDAR						ANALISIS ESTADISTICO DE LA TENDENCIA EN LA MEDIA Y EN LA DESVIACION ESTANDAR			
		PARAMETROS		COEFICIENTE DE REGRESION		COEFICIENTE CORRELACION R	N° DATOS	ESTADISTICO T		TENDENCIA SIGNIFICATIVA	
		MEDIA	DES. EST.	Am	Bm			T calculada Tc	T tabla (95%) Tt	Comparacion	TENDENCIA SIGNIFICATIVA
RAMIS	MEDIA (T m)	78.97	90.77	81.5753	-0.0085	-0.0165	612	-0.4076	1.9639	[Tc] < Tt	NO
	DES. EST. (Ts)	88.56	25.81	90.2240	-0.0640	-0.0369	51	-0.2585	2.0086	[Tc] < Tt	NO
ILAVE	MEDIA (T m)	44.53	78.85	58.1524	-0.0688	-0.0996	395	-1.9844	1.9660	[Tc] < Tt	NO
	DES. EST. (Ts)	60.04	40.90	74.9780	-0.6790	-0.2085	43	-1.3651	2.0181	[Tc] < Tt	NO

Fuente: Elaboración Propia

En general, después de haber evaluado, se obtiene que la información hidrométrica de caudales medios mensuales, considerados en el presente estudio es libre de saltos y tendencias, serie homogénea, consistente y confiable al 95% de probabilidad, para su uso de propósitos múltiples.

### 3.5.2 Caracterización climatológica

Referente a información meteorológica, se utilizaron estaciones meteorológicas influyentes en la cuenca llave, podemos afirmar que las más representativas son los parámetros de Precipitación Total Mensual, Precipitación Máxima 24 horas, Humedad Relativa, Velocidad de viento, Evaporación total y Temperatura en un rango de análisis de 51 años, a partir de 1964 – 2014. A continuación se expone cada uno de los parámetros que nos ayudarán a evaluar la oferta y demanda de agua en el área de proyecto.

**Cuadro 07: ESTACIONES METEOROLÓGICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.**

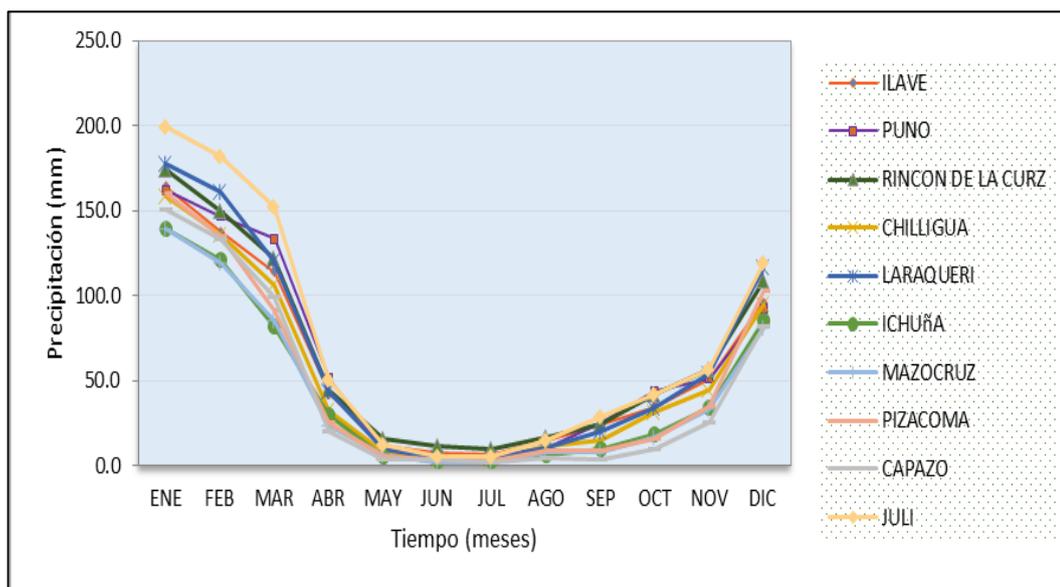
NOMBRE	ZONA	BASSIN	RIVERA	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
CAPAZO	PERU	LAGO TITICACA	ILAVE	-17.188	-69.736	4419
CHILLIGUA	PERU	LAGO TITICACA	ILAVE	-16.533	-69.667	4164
ICHUÑA	PERU	LAGO TITICACA	TAMBO	-16.133	-70.552	3800
ILAVE	PERU	LAGO TITICACA	ILAVE	-16.068	-69.662	3871
LARAQUERI	PERU	LAGO TITICACA	ILAVE	-16.155	-70.083	3900
MAZOCRUZ	PERU	LAGO TITICACA	ILAVE	-16.739	-69.715	4003
PIZACOMA	PERU	LAGO TITICACA	MAURE CHICO	-19.907	-69.369	3930
PUNO	PERU	LAGO TITICACA	INTERC. TITICACA	-15.826	-70.012	3812
RINCON DE LA CRUZ	PERU	LAGO TITICACA	LAGO TITICACA	-15.991	-69.811	3935
JULI	PERU	LAGO TITICACA	LAGO TITICACA	-16.203778	-69.459917	3812

Fuente: Elaboración Propia

### 3.5.3 Precipitación

La precipitación se analiza a nivel de la sub cuenca productora del recurso hídrico, en los que se dispone de Estaciones pluviométricas. La precipitación anual de la Cuenca, varía de 400 a 800 mm, las variaciones se muestra en el Cuadro N° 08.

**Cuadro 08: PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL.**

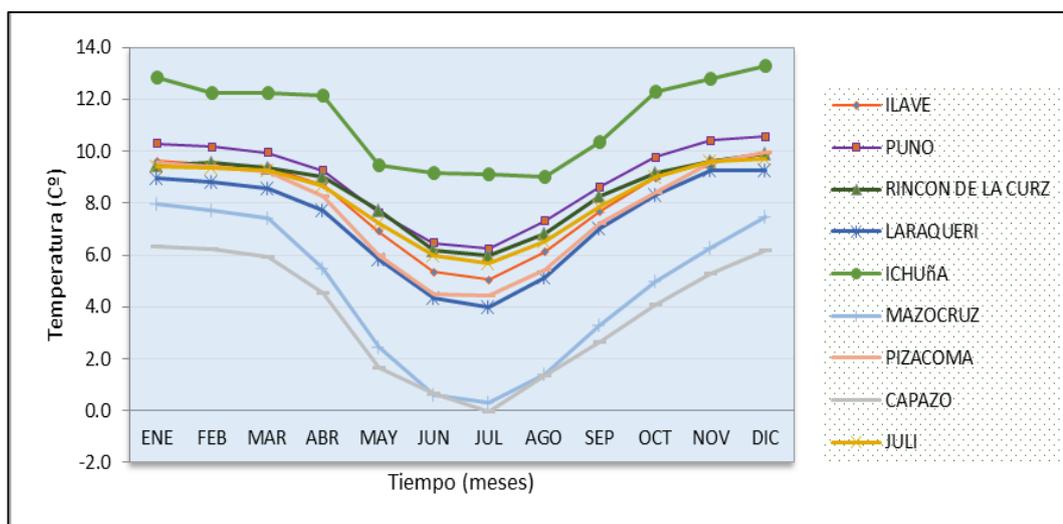


Fuente: Elaboración Propia.

### 3.5.4 Temperatura

Las temperaturas más bajas se producen en el mes de julio, mientras que las más elevadas se registran en los meses de noviembre a marzo. Los valores más altos se registran en el entorno del Lago Titicaca.

**Cuadro 09: TEMPERATURA MEDIA MENSUAL.**

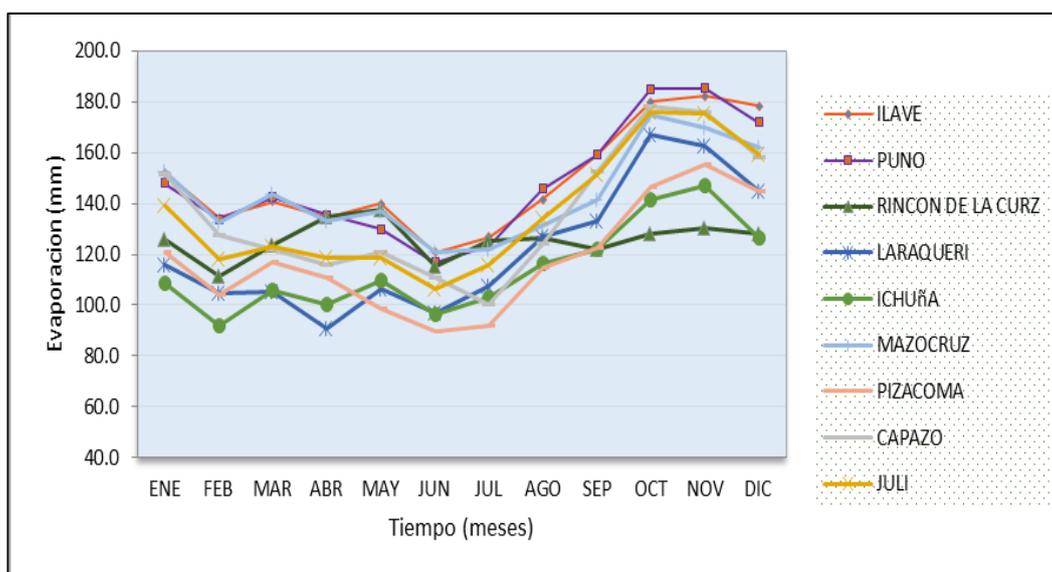


Fuente: Elaboración Propia

### 3.5.5 Evaporación

Los mayores valores de la evaporación media mensual se producen en los meses de octubre y noviembre. Los mayores valores de la evaporación anual en la cuenca varían de 1300.0 a 1,800.0 mm.

**Cuadro 10: EVAPORACIÓN TOTAL MENSUAL**

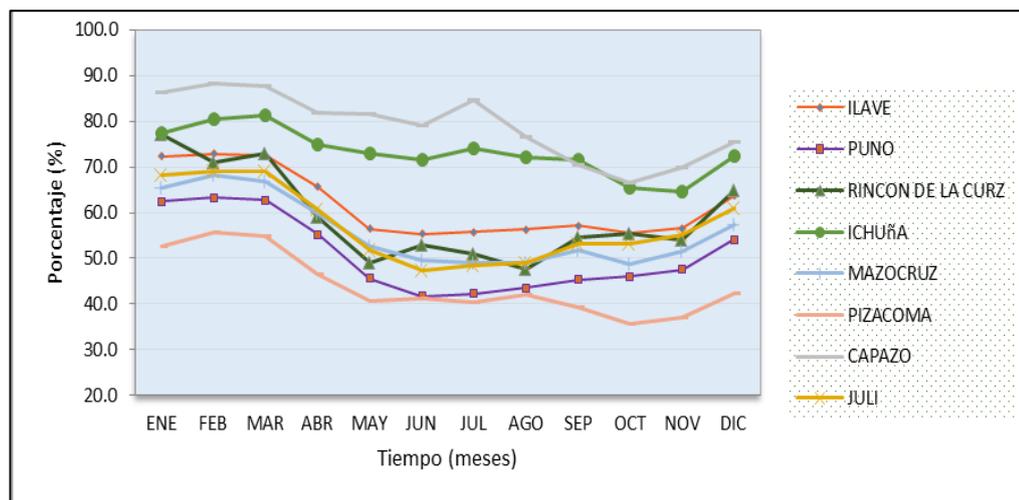


Fuente: Elaboración Propia

### 3.5.6 Humedad relativa

La Humedad relativa mensual en la Cuenca, varía de 35 a 90 %, las variaciones se muestra en el Cuadro N° 11.

**Cuadro 11: HUMEDAD RELATIVA TOTAL MENSUAL.**

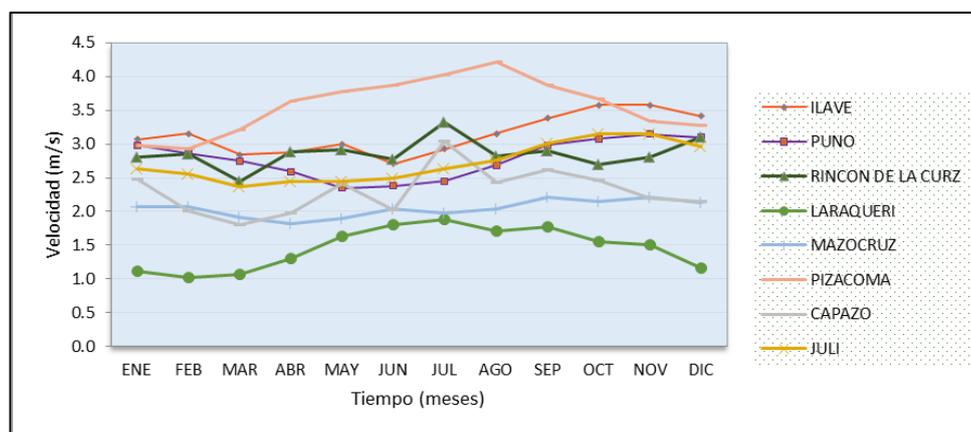


Fuente: Elaboración Propia

### 3.5.7 Velocidad del viento

La variación mensual de la velocidad del viento media mensual, varía de mes a mes, acentuándose los valores más altos durante los meses de agosto hasta diciembre.

**Cuadro 12: VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO.**



Fuente: Elaboración Propia

### **3.6 METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN**

Este ítem incluye el procedimiento seguido para la evaluación espacio – temporal de la calidad del agua en la cuenca del río llave, considerándose para ello dos etapas importantes: (1) Monitoreo de la calidad del agua y (2) Desarrollo y determinación de parámetros físicos, químicos y microbiológicos, los mismos que se detallan a continuación:

#### **3.6.1 Monitoreo de la calidad del agua**

##### **3.6.1.1 Estaciones de monitoreo de calidad del agua**

La localización de la estación de muestreo es un factor clave que puede determinar la validez de la información que se pretende inferir, a través del análisis de las muestras colectadas en la misma.

Los criterios de diseño de la red de monitoreo, deben responder a los Objetivos del Protocolo Nacional de Monitoreo Calidad de Agua emitido por la Autoridad Nacional del Agua, protocolo que será utilizado en el presente trabajo de investigación, tomando en consideración las diferentes fuentes contaminantes a través de los tributarios al río llave.

En el Cuadro 13 se presenta la descripción de cada uno de las 22 estaciones de monitoreo de la calidad del agua por contaminación y en la Figura 10 los puntos de muestreo en la cuenca del río llave.

**Cuadro 13: DESCRIPCIÓN DE ESTACIONES DE MONITOREO**

PUNTOS A TOMAR			DETALLES DE ZONA
DATOS	X	Y	
P-1	451579.416	8229860.557	DESEMBOCADURA RIO ILAVE
P-2	444725.876	8225249.102	SECTOR HUAYCHO
P-3	438159.24	8222413.26	MANTA DE BOMBEO CAMICAHU
P-4	433963.51	8222084.55	CAMAL MUNICIPAL
P-5	433049.04	82222606.25	LAGUNA DE OXIDADON - ILAVE
P-6	42943913	8218425.02	PUNTO DE ENTRADA A POBLACION
P-7	423433.33	8208587.65	UNION RIO GRANDE - HUENQUE
P-8	422830.507	8207001.192	FIN DE RIO HUENQUE
P-9	424260.36	8201807.86	JUNTA DE RIOS SIRAYA
P-10	42387.955	8199853.665	CENTRO POBIADOSIRAYA
P-11	426133.575	8150660.266	PUNTO DE MUESTREO MAZOCRUZ
P-12	424423.05	8146866.06	INICIO MAZOCRUZ
P-13	421890.88	8208217.99	PUNTO DE MUESTREO FIN DE RIOGRANDE
P-14	417849.95	8208660.24	PUNTO DE MUESTREO CHILLICULCO
P-15	413416.76	829384.68	INICIO CHILLICULTO
P-16	409241.46	8209356.762	PUNTO DE MUESTREO FIN DE RIO UNCALLAME
P-17	400979.784	8223372.916	CABECERA RIO GRANDE
P-18	392378.719	8177258.482	CABECERA RIO BLANCO
P-19	396179.29	8185269.9	PUNTO DE MUESTREO AFLUENTES RIO BLANCO
P-20	405721.22	8203624.98'	PUNTO DE MUESTREO AFLUENTES RIO BLANCO
P-21	425352.549	8161019.38	PUNTO DE MUESTREO FIN RIO CONDURIRI

Fuente: Elaboración propia

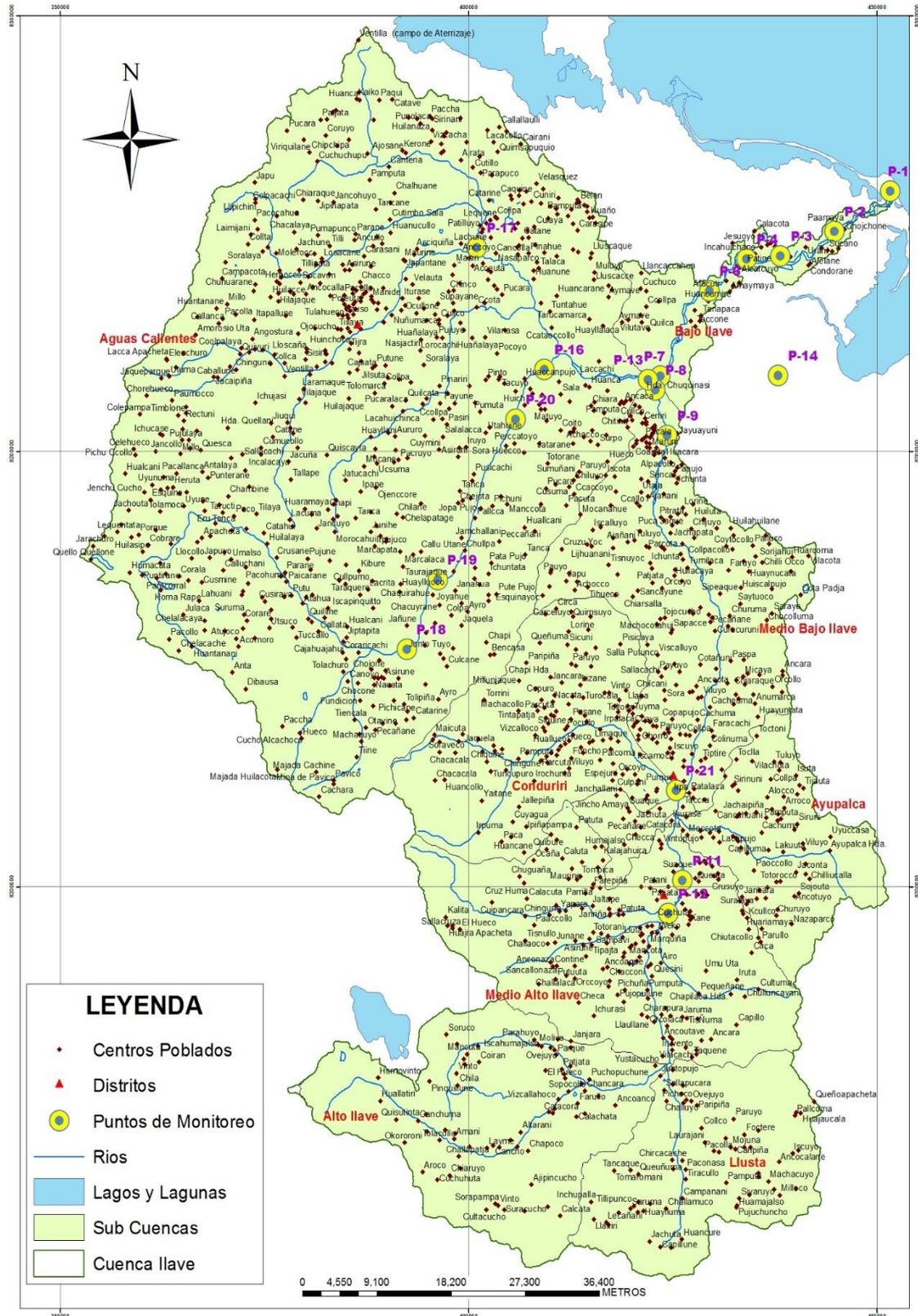
### 3.6.1.2 Parámetros a evaluar

Los parámetros a evaluar en cada uno de los puntos son: Físicos medidos en campo como temperatura, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, oxígeno residual presente, turbiedad y salinidad, así como los parámetros químicos, nutrientes, e indicadores bioquímicos los cuales fueron analizados en el Laboratorio de Control de Calidad del Agua (LCCA) del PELT.

Se utilizó un multiparámetro marca HORIBA Serie U-50, como equipo de campo para medir los parámetros físicos.

Figura 10: PUNTOS DE MUESTREO

MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS CUENCA ILAVE



Fuente: Elaboración Propia

### 3.6.1.3 Recolección y análisis de muestras de agua

La toma de muestras de agua se efectuó teniendo en consideración el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial, aprobado mediante Resolución Jefatural N° 182-2011-ANA, como principal herramienta y los protocolos de monitoreo del LCCA del PELT, como herramienta de apoyo, la toma de muestras se efectuó teniendo en consideración los siguientes aspectos:

- Se tomó una muestra simple por cada punto de monitoreo, utilizando para ello una botella muestreadora de tipo horizontal y 2.2 litros de capacidad.
- El volumen de agua colectado por cada muestra fue de 500 ml, esto concordante con los requerimientos de volumen de agua necesarios para cada uno métodos de ensayo efectuados.
- Las muestras fueron colectadas en envases de polietileno, debidamente etiquetadas y rotuladas según punto de monitoreo.
- Las muestras fueron transportadas hasta el LCCA del PELT en una caja térmica (cooler) antes de las 24 horas y posteriormente fueron refrigeradas a 4°C.

### 3.6.1.4 Laboratorio de análisis de agua

Los ensayos de las muestras fueron efectuados en el Laboratorio de Control de Calidad del Agua (LCCA) del PELT, localizado en la Carretera Panamericana Sur N° 1090, Barco – Chucuito – Puno, el

mismo que cuenta con más de 10 años de experiencia en el análisis de la calidad de las aguas en la cuenca del lago Titicaca.

#### **3.6.1.5 Criterios de evaluación**

Para la evaluación de la calidad del agua en la cuenca del río llave, se tomó en cuenta los valores de los Estándares de Calidad Ambiental establecidos mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, correspondiente a la Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, esto debido a la clasificación de cuerpo de agua superficial y marino – costero que tiene el lago Titicaca según Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA.

#### **3.6.1.6 Recopilación de información**

La información sobre parámetros de calidad del agua de la cuenca del río llave recopilada para el desarrollo de esta investigación, comprende: Temperatura, pH, Conductividad, Sólidos Totales Disueltos, Turbiedad, Salinidad, Oxígeno Disuelto, Porcentaje de Oxígeno, Nitratos, Nitritos, Sulfatos, Fosfatos, Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $DBO_5$ ), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes, esta información es resultado del trabajo de monitoreo realizado para el presente trabajo de investigación “EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN DE LOS PRINCIPALES TRIBUTARIOS DE LA CUENCA DEL RÍO ILAVE” dentro del cual se tomaron 21 estaciones de monitoreo ubicadas en los principales cursos de agua de la cuenca del río llave.

### **3.6.1.7 Determinación de los constituyentes para la determinación de la contaminación**

El primer paso necesario para la preparación de la evaluación de la contaminación, fue decidir qué constituyentes debían considerarse en el análisis. En este caso, los constituyentes representan propiedades físicas, químicas y biológicas del agua. Para comenzar con esta evaluación, inicialmente se creó una lista compuesta por 16 constituyentes (ver Cuadro 15) que cumplen con las propiedades antes mencionadas y que, a su vez, corresponden a los constituyentes determinados en el Laboratorio de Control de Calidad del Agua (LCCA) del Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca (PELT).

La mayoría de los constituyentes elegidos para esta lista inicial están comprendidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (D.S. N° 015-2015-MINAM) para muestrear constituyentes de calidad de agua superficial.

**Cuadro 14: LISTA INICIAL DE CONSTITUYENTES**

<b>N°</b>	<b>Constituyentes</b>	<b>Monitoreo</b>
1	Temperatura	U
2	pH	U
3	Conductividad	U
4	Sólidos Totales Disueltos	U
5	Turbiedad	U
6	Salinidad	U
7	Oxígeno Disuelto	U
8	Porcentaje de Oxígeno	U
9	Nitratos	U
10	Nitritos	U
11	Sulfatos	U
12	Fosfatos	U
13	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	U
14	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	U
15	Coliformes Totales	U
16	Coliformes Termotolerantes	U

U = Monitoreo por contaminación urbana.

Fuente: Elaboración propia

## **IV. ANALISIS DE RESULTADOS**

### **4.1. PUNTOS DE MUESTREO**

Los puntos de muestreo seleccionados se tomaron en base a las magnitud del rio y de acuerdo a la importancia que tiene dentro de la cuenca del Río llave, es en ese sentido que se seleccionaron los 21 puntos de muestreo, dentro de los cuales se tomaron las diferentes muestras para ser analizadas en el laboratorio del PELT.

La interpretación de los resultados se realizara en función a cada parámetro muestreado en función de los puntos del 01 al 21 según el cuadro N° 15 y sus diferentes gráficos de interpretación por tipo de parámetro muestreado.

**Cuadro 15: RESULTADOS DE LABORATORIO SEGÚN PUNTOS DE MUESTREO**

N° CODIGO	PUNTO DE MUESTRA	NUTRIENTES (mg/L)		TEMPERATURA			PH	ORP	CONDUCTIVIDAD	OD	OD%	STD	SALINIDAD	DBO
		FOSFATOS	SULFATOS	NITRATOS	NITRITOS	TURBIEDAD								
P-01		5.214	176.0	1.5	0.0118	12.8	8.82	124	590	6.12	54.7	377	0.03	3.12
P-02		3.872	144.0	0.8	0.0113	5.24	8.2	132	567	6.64	62.5	363	0.03	2.75
P-03		0.626	189.0	0.2	0.0034	7.81	8.29	113	577	7.74	70.8	369	0.03	3.66
P-04		1.697	178.5	1.0	0.0060	6.33	8.27	129	590	6.36	56.4	378	0.03	2
P-05		7.256	342.5	3.8	0.0083	10.2	8.26	140	625	4.92	44	400	0.03	13.83
P-06		4.523	206.0	1.0	0.0041	4.93	7.72	106	588	5.36	48.8	376	0.03	2.67
P-07		2.354	184.5	2.9	0.0037	1.63	8.51	100	466	8.3	77.3	303	0.02	3.42
P-08		0.426	225.0	1.3	0.0024	8.82	8.25	65	647	7.21	66.8	414	0.03	5.17
P-09		0.558	120.5	1.5	0.0208	4.71	8.12	107	618	6.66	64	396	0.03	3.5
P-10		0.782	151.5	2.1	0.0046	1.63	8	84	511	7.92	73.6	346	0.03	2.33
P-11		0.421	119.0	2.1	0.0120	8.82	8.34	90	496	8.28	79.2	314	0.03	2.17
P-12		0.163	129.0	0.5	0.0055	4.71	8.51	67	541	6.58	62	346	0.03	7.25
P-13		0.852	150.5	1.8	0.0091	0.98	8.69	104	454	8.55	83	295	0.02	2.17
P-14		0.834	119.0	0.2	0.0551	1.44	8.37	121	497	6.7	66.8	323	0.02	5.75
P-15		1.217	183.5	1.0	0.0446	9.99	8.36	134	403	7.48	60.8	262	0.02	3.50
P-16		0.637	50.1	0.1	0.0030	10.3	9.38	115	197	9.08	69.8	128	0.01	3.17
P-17		1.173	180.0	0.9	0.0246	9.3	8.35	130	403	7.5	61.8	260	0.02	3
P-18		0.873	120.0	0.4	0.0090	9.5	8.2	125	442	7.8	68.8	256	0.02	3.2
P-19		0.673	90.0	0.2	0.0060	8.9	7.9	127	242	8.1	78.8	250	0.02	3
P-20		0.394	113.0	0.0	0.0146	4.07	7.9	170	460	7.74	72.7	299	0.02	2.5
P-21		0.175	56.0	0.2	0.0032	10.4	8.19	155	124	8.23	70.9	80	0.01	2.83

Fuente: Elaboración propia

## 4.2. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

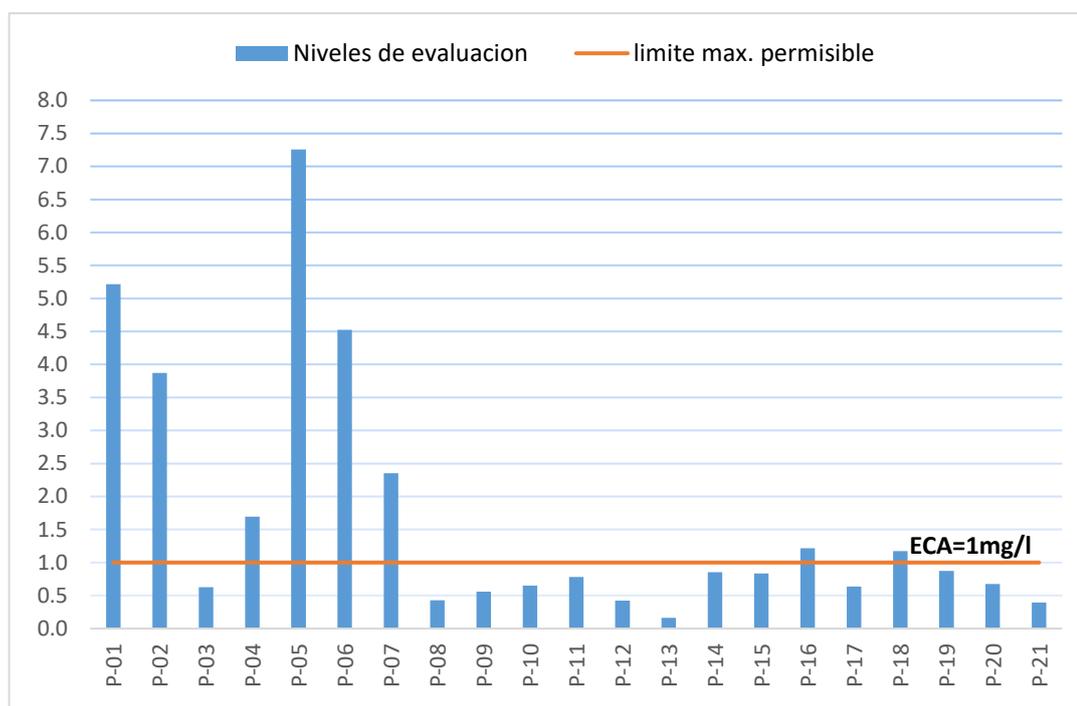
### 4.2.1. Fosfatos

Las concentraciones de fósforo total en los ríos dependen de la naturaleza geológica de las cuencas y de la actividad antropogénica.

La concentración de fosfatos en un agua natural es fundamental para evaluar el riesgo de eutrofización. Este elemento suele ser el factor limitante en los ecosistemas para el crecimiento de los vegetales, y un gran aumento de su concentración puede provocar la eutrofización de las aguas. Así, Los fosfatos están directamente relacionados con la eutrofización de ríos, pero especialmente de lagos y embalses. En lo referente a las aguas de consumo humano, un contenido elevado modifica las características organolépticas y dificulta la floculación - coagulación en las plantas de tratamiento.

Tan sólo 1 gramo de fosfato-fósforo ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ) provoca el crecimiento de hasta 100 gramos de algas. Si el crecimiento de algas es excesivo, cuando estas algas mueren, los procesos de descomposición pueden dar como resultado una alta demanda de oxígeno, agotando el oxígeno presente en el agua. El D.S. 002-2008-MINAM, establece los Estándares de calidad Ambiental, que para el caso de ríos es considerado en la categoría 4 conservaciones del medio acuático con un valor de 0.5 mg/L; registrándose los valores por debajo de los ECA a nivel de todos los puntos de muestreo, con excepción del punto P-05 que es la descarga de las aguas residuales de la ciudad de Ilave, el D.S. 015-2015-MINAM, no establece ningún valor.

Figura 11: NIVELES COMPARATIVOS DE FOSFATO



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2. Sulfatos

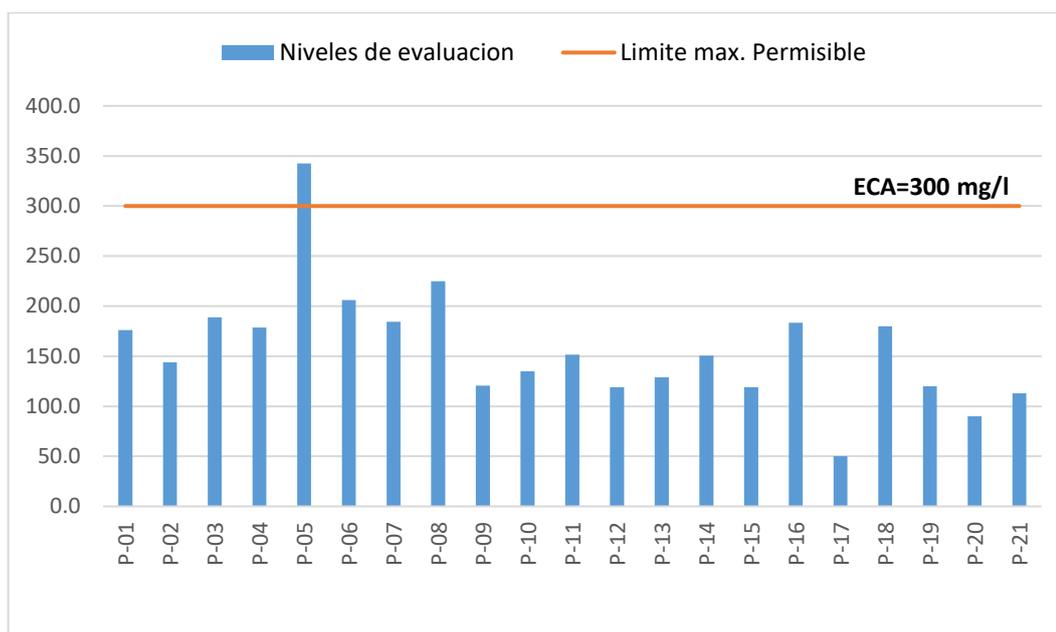
Los sulfatos suelen ser sales solubles en agua, por lo que se distribuyen ampliamente en la naturaleza y pueden presentarse en las aguas naturales en un amplio intervalo de concentraciones.

El origen de los sulfatos se debe fundamentalmente a los procesos de disolución de las tizas, existentes en el terreno, en el agua subterránea.

Los sulfatos y otros iones, como el magnesio o los fosfatos, pueden actuar como laxantes cuando se ingieren en cantidades elevadas que superan la capacidad del intestino para absorberlos.

En el D.S. N° 015-2015-MINAM, no se cuenta con un valor guía de sulfatos en el agua.

**Figura 12: NIVELES COMPARATIVOS DE SULFATOS**



Fuente: Elaboración propia

### 4.2.3. Nitratos

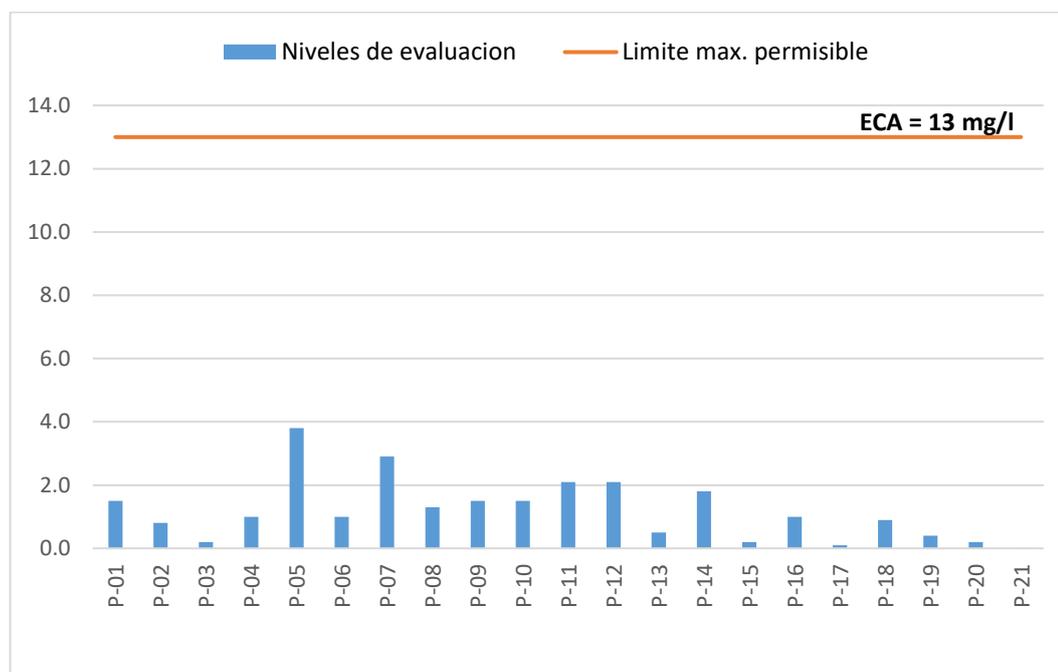
Los nitratos existentes en el agua son, habitualmente, consecuencia de una nitrificación del nitrógeno orgánico o proceden de la disolución de los terrenos atravesados por el agua. Como contaminantes debido a actividades humanas provienen de contaminación orgánica o de la contaminación por abonos químicos.

El D.S. 015-2015-MINAM, establece los Estándares de calidad Ambiental, que para el caso de rios es considerado en la categoría 4 Conservaciones del Ambiente Acuático con un valor de 13 mg/L para los nitratos; registrándose los valores por debajo de los ECA a nivel de todos los puntos de muestreo.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) incluye a los nitratos entre los componentes del agua que pueden ser nocivos para la salud. Son peligrosos para concentraciones superiores a 50 mg/l. El efecto perjudicial de los nitratos se debe a que por acción bacteriana se reducen

a nitritos en el estómago, éstos pasan a la sangre y son responsables de la formación de metahemoglobina en sangre, que disminuye la capacidad de oxigenación.

**Figura 13: NIVELES COMPARATIVOS DE NITRATOS**



Fuente: Elaboración propia

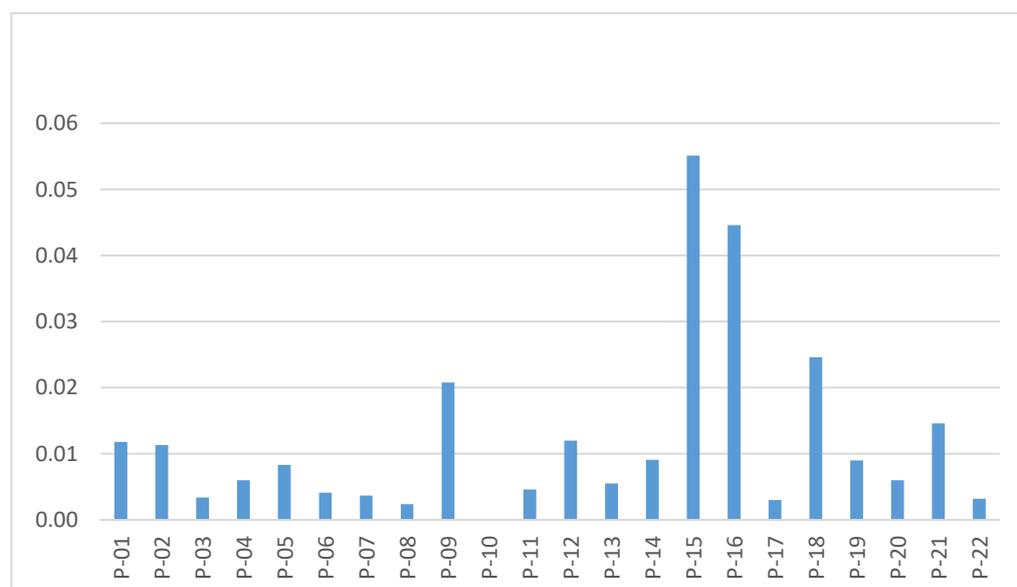
#### 4.2.4. Nitritos

Los nitritos son compuestos no deseados en la composición de las aguas potables de consumo público. Su presencia puede deberse a una oxidación incompleta del amoníaco o a la reducción de nitratos existentes en el agua. La reducción de nitratos a nitritos puede llevarse a efecto por la acción bacteriana. El agua que contenga nitritos puede considerarse sospechosa de una contaminación reciente por materias fecales.

Algunas aguas, debido a los terrenos por donde discurren o a las condiciones de almacenamiento pobre en oxígeno, pueden presentar ciertos contenidos de nitritos.

Los nitritos existentes en un agua pueden tener un efecto perjudicial sobre la salud de quien la consuma, si se encuentran en una concentración bastante elevada. La enfermedad producida por la ingestión de nitritos se denomina metahemoglobinemia. Es recomendable la ausencia de nitritos en un agua de consumo; y como nivel máximo tolerable hasta 0,1 mg NO<sup>2-</sup>/l. Cantidades superiores a ésta hacen suponer que el agua es rica en materia orgánica en vía de oxidación

**Figura 14: NIVELES COMPARATIVOS DE NITRITOS**



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.5. Turbiedad

Se entiende por turbidez o turbiedad la falta de transparencia de un líquido debido a la presencia de partículas en suspensión. Cuantos más sólidos en suspensión haya en el líquido (generalmente se hace

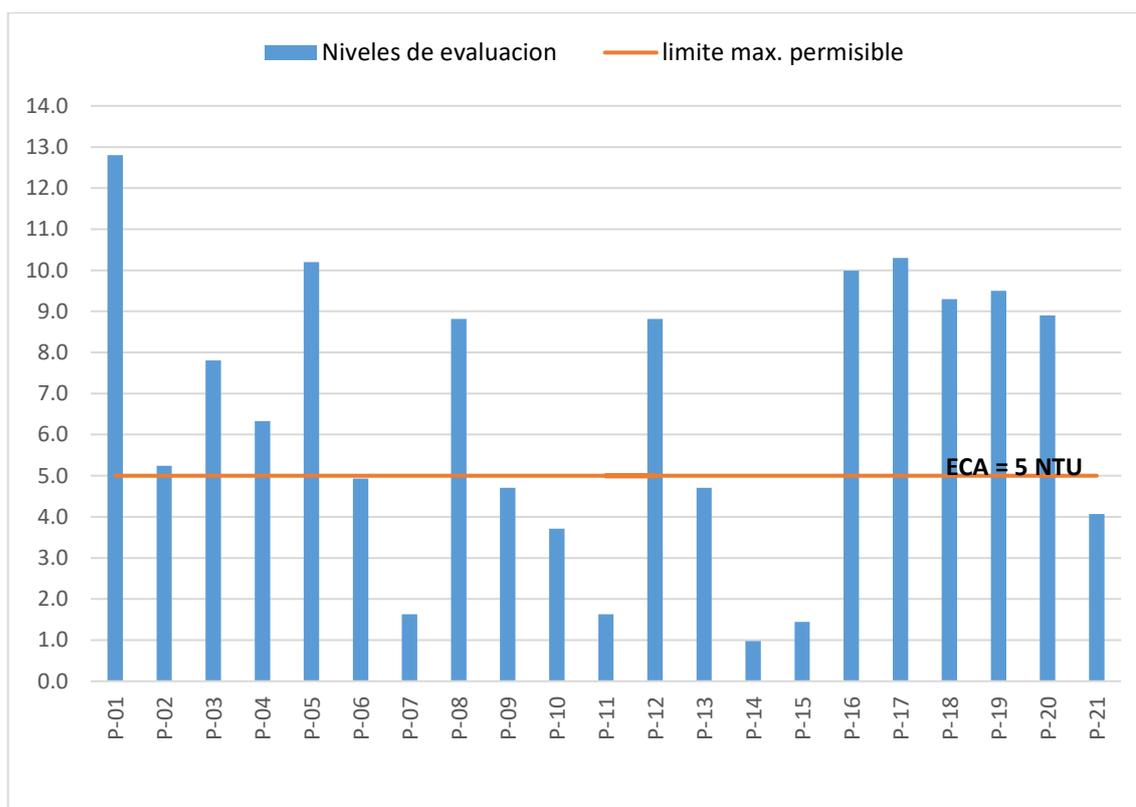
referencia al agua), más sucia parecerá ésta y más alta será la turbidez.

La turbidez es considerada una buena medida de la calidad del agua, cuanto más turbia, menor será su calidad.

Según la OMS (Organización Mundial para la Salud), los ECAs, la turbidez del agua para consumo humano no debe superar en ningún caso las 5 **NTU**, y estará idealmente por debajo de 1 NTU.

Los sistemas filtrantes, de las plantas de tratamiento del agua para consumo humano deben asegurar que la turbidez no supere 1 NTU\* (0.6NTU para filtración convencional o directa) en por lo menos 95% de las muestras diarias de cualquier mes. A partir del 1 de enero del 2002, en los estándares de los EEUU, la turbidez no debe superar 1 NTU, y no debe superar 0.3 en 95% de las muestras diarias de cualquier mes.

Así mismo el ECA para la categoría uno Poblacional y Recreacional para la sub categoría A2 aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional contempla un valor de 100 UNT.

**Figura 15: NIVELES COMPARATIVOS DE TURBIEDAD**

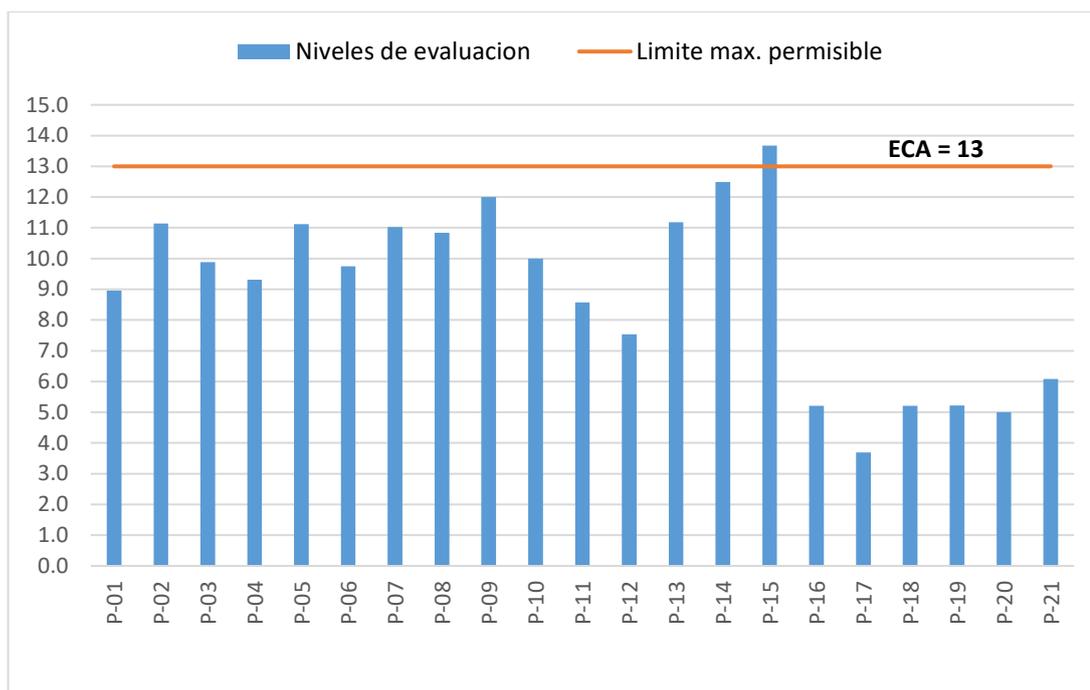
Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.6. Temperatura

El comportamiento de la temperatura en el cuerpo de agua presenta valores normales, observándose temperaturas promedio de 3.69 – 13.67 °C, con excepción del punto P-17 donde se presenta el valor más bajo producto de la temporada de invierno de la región. La estación vigente ocasiona un normal proceso metabólico del plancton, lo que a su vez influye en la temperatura. Las variaciones de temperatura son insignificantes respecto a la profundidad del agua, debido a que en esta época las aguas están mucho más frías, no obstante presentan alguna estratificación superficial inestable, originadas por vientos e intensidad de radiación a profundidades donde la transparencia del agua permite la dispersión de los rayos solares. Los mayores valores de temperatura fueron registrados en zonas donde el caudal del río era escaso, zona

que a pesar de su escasa profundidad está perturbada por la cobertura vegetal de los fondos (algas y macrófitas) y por la cantidad de sólidos disueltos que promueven fenómenos de difracción de los rayos en la columna de agua.

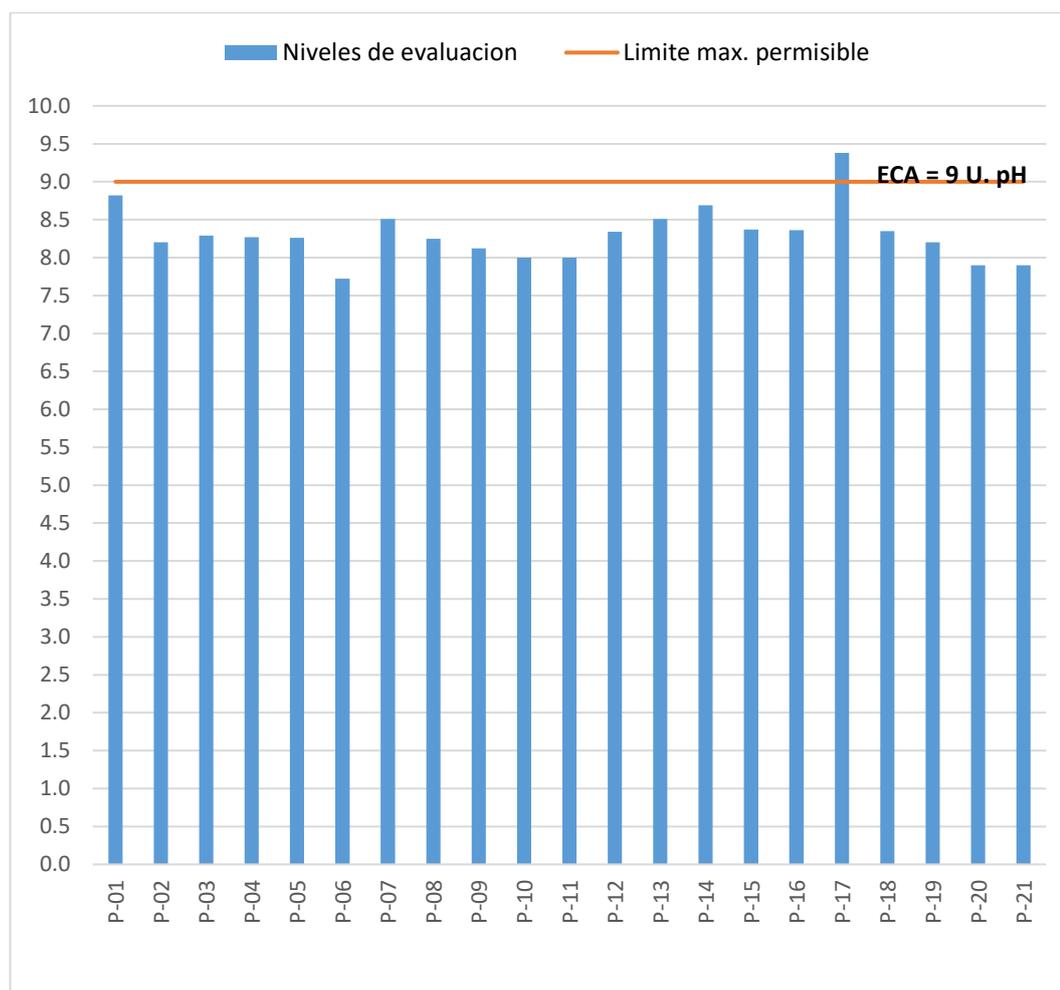
**Figura 16: NIVELES COMPARATIVOS DE TEMPERATURA**



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.7. Potencial de hidrogeniones (pH)

El comportamiento promedio del pH es estable, sin embargo las diferencias tienen lugar en las desembocaduras de ríos afluentes que presentan condiciones ligeramente alcalinas, esto en razón a las descargas de aguas residuales domésticas, sobre pasando en algunos puntos los ECAs 6.5 a 9.0 unidades de pH. Para la categoría cuatro Conservación del Medio Acuático. De otro modo, se observa una ligera disminución del pH en las zonas profundas-intermedias e incrementos hacia el área costera, fenómeno relacionado con el letargo biológico del plancton.

**Figura 17: NIVELES COMPARATIVOS DE (pH)**

Fuente: Elaboración propia

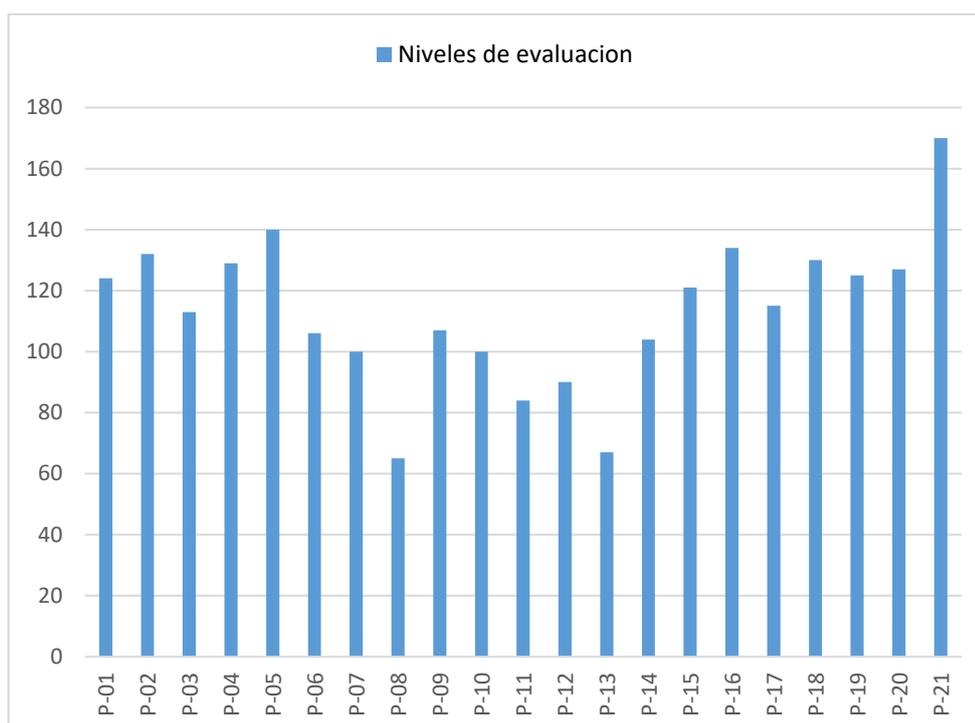
#### 4.2.8. Potencial de Oxidación-Reducción (ORP)

El potencial redox es una forma de medir la energía química de oxidación-reducción mediante un electrodo, convirtiéndola en energía eléctrica. El potencial redox es positivo cuando se produce una oxidación y negativo cuando se produce una reducción. Normalmente, las reacciones redox vienen acompañadas de cambios de pH en el medio.

La oxidación es un proceso durante el cual una molécula o ión pierde electrones, al contrario de la reducción que es cuando los gana. La oxidación siempre está unida a la reducción, de manera que si un elemento se oxida, el otro automáticamente se reduce.

En los 21 puntos monitoreados, el potencial de óxido – reducción, presenta un comportamiento normal para el ecosistema del lago, no presentando anomalías, los estándares de calidad ambiental para la categoría 4 conservación del ambiente acuático no establece valores.

**Figura 18: NIVELES COMPARATIVOS DE (ORP)**



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.9. Conductividad

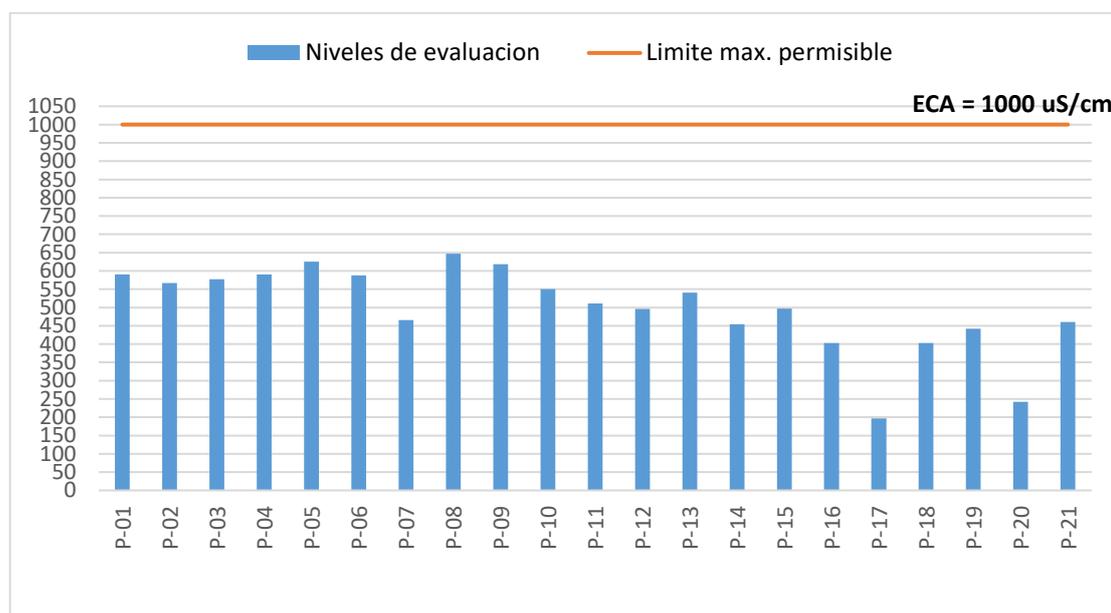
La conductividad es una variable que se controla en muchos sectores, desde la industria química a la agricultura. Esta variable depende de la cantidad de sales disueltas presentes en un líquido y es inversamente proporcional a la resistividad del mismo.

La conductividad se define como la capacidad de una sustancia de conducir la corriente eléctrica y es lo contrario de la resistencia.

La unidad de medición utilizada comúnmente es el Siemens/cm (S/cm), con una magnitud de 10 elevado a -6, es decir microSiemens/cm ( $\mu\text{S/cm}$ ), o en 10 elevado a -3, es decir, miliSiemens (mS/cm).

Los valores encontrados en los 21 puntos de muestreo, no superan el valor establecido por el ECA, que para el caso es de 1000  $\mu\text{S/cm}$ .

**Figura 19: NIVELES COMPARATIVOS DE CONDUCTIVIDAD**



Fuente: Elaboración propia

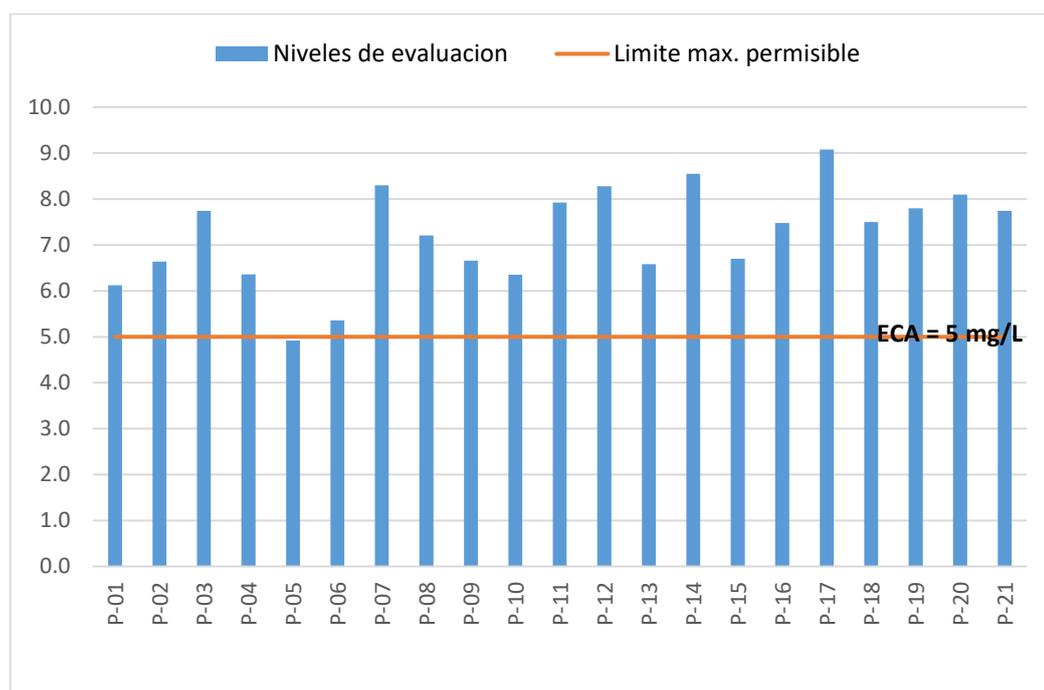
#### 4.2.10. Oxígeno disuelto

La concentración de oxígeno disuelto (OD), en un ambiente acuático es un indicador importante de la calidad del agua y vital para la existencia de la mayor parte de los organismos acuáticos. Algunos organismos, tales como la trucha requieren grandes cantidades de oxígeno disuelto. El oxígeno gaseoso se disuelve en agua por medio de una variedad de procesos – difusión entre la atmósfera y el agua en su superficie, aeración a medida que el agua fluye sobre las rocas, agitación del agua por las olas y el viento y la fotosíntesis de plantas acuáticas.

Existen factores que afectan la concentración de oxígeno disuelto en los ríos, como la temperatura, el flujo de la corriente de agua, la presión del aire, las plantas acuáticas, materia orgánica en descomposición y actividades humanas. Durante el período de monitoreo, la cantidad de oxígeno se halló distribuida de forma uniforme. Se advierte una recuperación en el nivel superficial debido a la aeración mecánica en la capa límite ocasionado por el flujo de viento, esto representa una mejora relativa en la oxigenación del medio.

En general las concentraciones de oxígeno disuelto en las aguas de los ríos monitoreados, son adecuadas. Los ECAs, D.S. N° 0015-2015-MINAM, establece para la Categoría cuatro Conservación del Ambiente Acuático sub categoría E2 Rios, que establece un valor de  $\geq 5$  mg/L, y los resultados reportados con excepción del punto p-05, se encuentran dentro de los valores establecidos por el ECAs.

**Figura 20: NIVELES COMPARATIVOS DE OXÍGENO DISUELTO**



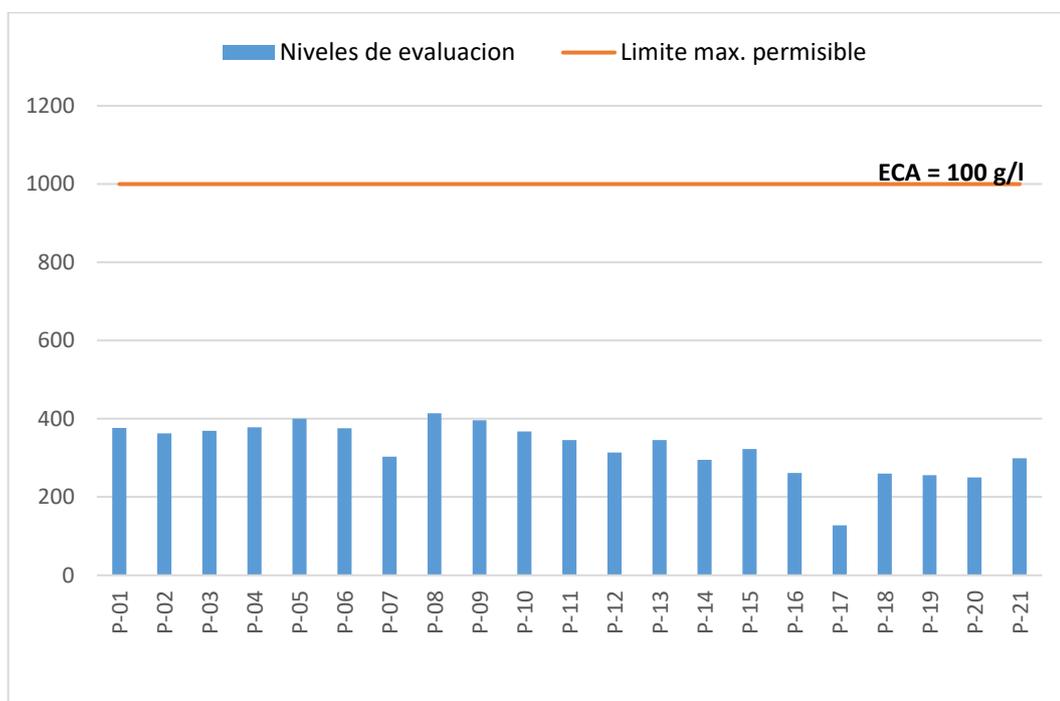
Fuente: Elaboración propia

**4.2.11. Total de solidos disueltos (STD)**

Los TDS (Total dissolved solids) son la suma de los minerales, sales, metales, cationes o aniones disueltos en el agua. Esto incluye cualquier elemento presente en el agua que no sea (H2O) molécula de agua pura y sólidos en suspensión. (Sólidos en suspensión son partículas / sustancias que ni se disuelven ni se asientan en el agua, tales como pulpa de madera.)

Parámetro que no se encuentra en los ECAs para la categoría cuatro Conservación del Ambiente Acuático, según el D.S. N° 015-2015-MINAM, si el agua es utilizado para consumo humano este deberá de ser evaluado según la categoría uno Poblacional y Recreacional.

**Figura 21: NIVELES COMPARATIVOS DE (STD)**



Fuente: Elaboración propia

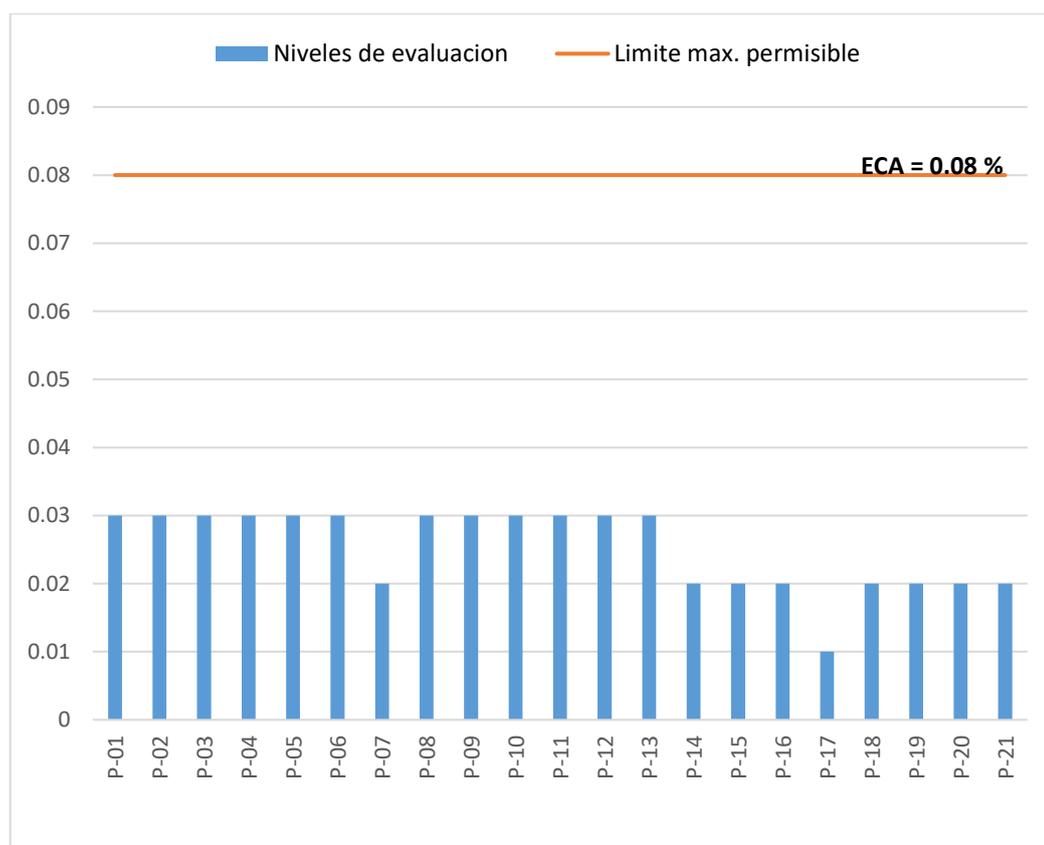
**4.2.12. Salinidad**

El origen de la salinidad en los ríos puede ser natural, debido a la geología del terreno o a la climatología, o bien antropogénico, es decir,

generada por vertidos domésticos e industriales, por la actividad minera o por residuos agrícolas y ganaderos, entre otros.

En ecosistemas fluviales de todo el mundo, el exceso de sal en los ríos a causa de la actividad humana es un factor que condiciona la supervivencia de organismos y comunidades, la biodiversidad y el equilibrio ecológico de todo el ecosistema, y genera también efectos de carácter económico y problemas de salud pública. Esta es una de las conclusiones del artículo publicado en la revista Environmental Pollution, liderado por científicos españoles de la Universidad de Barcelona.

**Figura 22: NIVELES COMPARATIVOS DE SALINIDAD**



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.13. Demanda bioquímica de oxígeno

Se define como DBO<sub>5</sub> de un líquido a la cantidad de oxígeno que los microorganismos, especialmente bacterias (aeróbicas o anaeróbicas

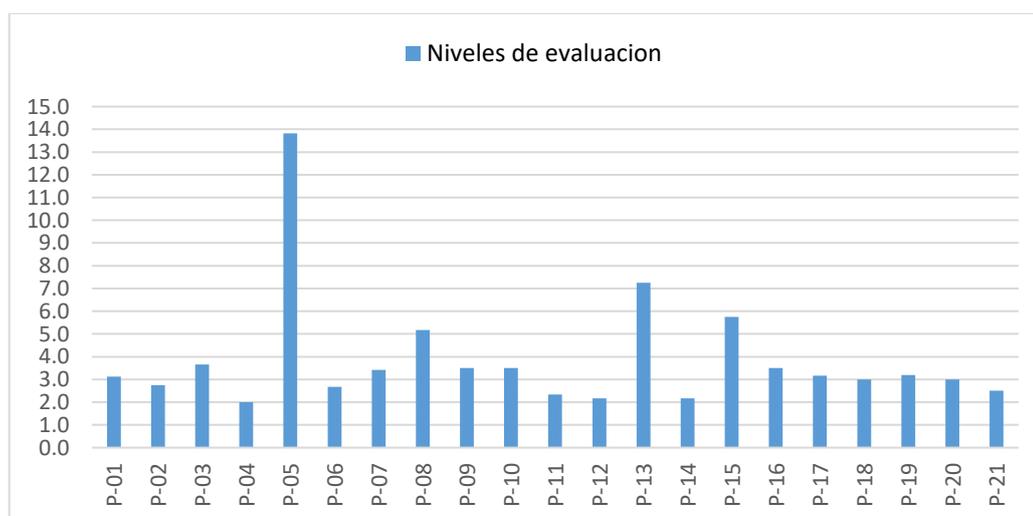
facultativas: Pseudomonas, Escherichia, Aerobacter, Bacillus), hongos y plancton, consumen durante la degradación de las sustancias orgánicas contenidas en la muestra. Se expresa en mg / l. Es un parámetro indispensable cuando se necesita determinar el estado o la calidad del agua de ríos, lagos, lagunas o efluentes.

Cuanto mayor cantidad de materia orgánica contiene la muestra, más oxígeno necesitan sus microorganismos para oxidarla (degradarla).

Como el proceso de descomposición varía según la temperatura, este análisis se realiza en forma estándar durante cinco días a 20 °C; esto se indica como DBO<sub>5</sub>.

De los resultados obtenidos en las estaciones de monitoreo se puede observar que en el punto P-05, la cantidad de DBO<sub>5</sub> se halla por encima del ECA para la categoría cuatro Conservación del Ambiente Acuático, cuyo valor es de 10 mg/L, esto debido a la descarga de las aguas residuales de la ciudad de Ilave al río Ilave.

**Figura 23: NIVELES COMPARATIVOS DE (DBO)**



Fuente: Elaboración propia

### 4.3. DISCUSIÓN

Según el Programa de las Naciones Unidas en el informe final Geo Titicaca Perspectivas del Medio Ambiente en el Sistema Hídrico TDPS identifican la presencia de trazas de metales pesados en varias zonas del lago y en los principales tributarios, con respecto al estudio realizado se identifica que aun este rio no está afectado por la presencia de metales pesados.

En el año 2009 el Ministerio del Ambiente en el Informe de Monitoreo de Calidad de Agua presentan los resultados de la evaluación de parámetros que se realizó en la Cuenca del Lago Titicaca lo cual según los resultados obtenidos para la categoría 3 no superan los valores máximos permisibles, lo cual nos indica que en relación a nuestros resultados obtenidos de esa fecha a la fecha no se ha visto una gran variación ya que en nuestros parámetros evaluados para la categoría 3 se encuentran aun dentro de los límites máximos permisibles.

En el año 2001 la Dirección Regional de Energía y Minas (DREM) en el estudio de calidad de aguas del Rio Ramis nos indica que dicho rio se encuentra expuesto a metales pesados por la contaminación minera lo cual afecta a la vegetación y la cadena alimenticia, en relación al estudio realizado se puede señalar que aun por la zona de llave no existe la contaminación minera.

## CONCLUSIONES

Como resultado final del presente trabajo de Evaluación de Calidad de Aguas, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Se ha logrado identificar un total de 21 puntos de muestreo dentro de la cuenca del Río Ilave obteniendo los siguientes resultados los cuales están en relación a nuestro Objetivo General y Objetivos Específicos, teniendo los siguientes resultados.
  - a) Color: tiene como parámetro de aceptación es (Incoloro) a excepción del punto P-4 Y P-5.
  - b) Fosfatos: Los puntos P-01, P-02, P-04, P-05, P-06, P-07, P-15 Y P-17 para la categoría 4 conservación del medio ambiente no se encuentran dentro de los parámetros de calidad teniendo una variación de 1.5 a 7.5 (mg/l) sobrepasando el valor máximo que es 1.0 (mg/l).
  - c) Sulfatos: Según el D.S. N°015-20015-MINAN no considera a los sulfatos dentro de sus parámetros de evaluación para lo cual como referencia se toma el D.S. N° 002-2008 MINAN donde el valor máximo permisible es de 300(mg/l) y realizando la comparación de los resultados obtenidos el único punto que no se encuentra dentro de los Estándares de Calidad es el P-05.
  - d) Nitratos: Según el D.S. N°015-20015-MINAN el valor máximo permisible es de 13 (mg/l) según nuestros resultados obtenidos los 21 puntos de muestreo se encuentran dentro de los parámetros establecidos.
  - e) Nitritos: según el D.S. N°015-20015-MINAN el nivel máximo permisible es de 0.1 (mg/l) según nuestros resultados obtenidos los 21 puntos de muestreo se encuentran dentro de los parámetros establecidos.

- f) Turbiedad: los puntos P-01, P-02, P-03, P-04, P-05, P-08, P-11, P-15, P-16, P-17, P-18, P-19 y P-21 para la categoría 4 Conservación del Medio Ambiente no se encuentran dentro de los parámetros de calidad teniendo una variación de 5.1 a 12.8 UNT sobrepasando el valor máximo que es 5 NTU.
- g) Temperatura: El punto P-14 para la categoría 4 Conservación del Medio Ambiente no se encuentran dentro de los parámetros de calidad teniendo un parámetro de 13.5°C sobrepasando el valor máximo que es 13°C
- h) Potencial de Hidrogeniones: El punto P-16 para la categoría 4 Conservación del Medio Ambiente no se encuentran dentro de los parámetros de calidad teniendo un parámetro de 9.4 U. pH sobrepasando el valor máximo que es 9 U. pH.
- i) Conductividad: Según el D.S. N°015-20015-MINAN el nivel máximo permisible es de 1000 (uS/cm) según nuestros resultados obtenidos los 21 puntos de muestreo se encuentran dentro de los parámetros establecidos.
- j) Oxígeno Disuelto: el punto P-05 según es el único que no se encuentra dentro de los estándares de calidad el D.S. N°015-20015-MINAN nos dice que el nivel mínimo permisible es de  $\geq 5$  mg/l, teniendo una lectura en este punto de 4.9 mg/l.
- k) Total de Sólidos Disueltos: Según el D.S. N°015-20015-MINAN el nivel máximo permisible es de 1000 (g/l) según nuestros resultados obtenidos los 21 puntos de muestreo se encuentran dentro de los parámetros establecidos.

- l) Salinidad: Según el D.S. N°015-20015-MINAN el nivel máximo permisible es de 0.08% según nuestros resultados obtenidos los 21 puntos de muestreo se encuentran dentro de los parámetros establecidos.
- m) Demanda Bioquímica de Oxígeno: El punto P-05 según es el único que no se encuentra dentro de los estándares de calidad el D.S. N°015-20015-MINAN nos dice que el nivel máximo permisible es de 10 mg/l, teniendo una lectura en este punto de 13.9 mg/l.
- En cuanto a los ríos tributarios Río Grande, Río Blanco, Río Huenque se puede decir que estos se encuentran con una calidad de agua buena presentando una contaminación mínima en cuanto se refiere a la DBO, encontrándose los demás parámetros dentro de los ECAs, para la categoría cuatro conservaciones del Ambiente Acuático.

## RECOMENDACIONES

- Para reducir los índices de contaminación del Río Ilave y sus afluentes, se debe conformar una comisión multisectorial presidida por la Gerencia de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Gobierno Regional y los diferentes sectores involucrados como son la ALA ILAVE, Municipalidad Provincial de Ilave, AAA-TITICACA, Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca; con el fin de proponer medidas correctivas a corto plazo, así como la elaboración de proyectos que permitan el tratamiento de las aguas servidas que produce la ciudad de Ilave como son:
  - o Construcción de una planta de tratamiento
- Coordinaciones con los Alcaldes y otras autoridades que tienen responsabilidad con el medio ambiente, para implementar un proyecto de sensibilización, especialmente en los aspectos de normatividad, manejo de recursos naturales y conservación del medio ambiente, de tal forma tomen conciencia y sean vigilantes y defensores de su medio ambiente y uso adecuado y racional de sus recursos naturales.
- Se recomienda trabajar en la educación ambiental, puesto que no se aprecia la participación ciudadana, en la protección de la calidad ambiental en la Cuenca del Río Ilave. Es necesario, tener en cuenta que los residuos sólidos o líquidos, los generan los habitantes de la Ciudad de Ilave y esta población debe tener conocimiento pleno de los resultados de la generación de residuos sólidos; los ciudadanos como actores directos deben participar en la solución del problema.
- La Autoridad Administrativa del Agua Ilave, que se encuentra dentro del área administrativa del estudio realizado y siendo un ente regulador debería de

tomar la iniciativa para empezar los monitoreos de la calidad de aguas del Río Ilave ya que a medida que va pasando el tiempo la contaminación también va en aumento y si es que no se realiza ningún tipo de acción correctiva para parar esta contaminación en el futuro esta zona se podría convertir en un foco infeccioso de contaminación y producción de enfermedades que afecten a las personas que se encuentran aguas debajo de esta zona; dentro de las acciones que se recomienda que pueda tomar la ALA-ILAVE son:

- Concientización ambiental.
- Monitoreo mensual de calidad de aguas.
- Charlas de orientación a los pobladores que viven en las riveras del Río Ilave.

## BIBLIOGRAFÍA

- APHA, IWWA, WRCF. (1992). Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. España Ed. Díaz de Santo, 1575 p.
- Sociedad Peruana de Desarrollo Ambiental (2007) Boletín. “Cartilla Educativa Agua y Residuos Sólidos”, edición: Mariella Laos, Diseño y Impresión: Remar Impresiones;17 Págs.
- Bonilla, B. J. R. (1992). Flora y vegetación acuática vascular de las Lagunas de Zempoala, Morelos, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 134 p.
- Brooks, KN; (1991). Hydrology and the management of watershed Iowa, USA. 392 Págs.
- Benítez, C. C. (2002). “Sistemas Hidráulicos de Riego”, diseño y construcción, editorial UNSA, Arequipa – Perú.
- Chávez M. (1998). “Contaminación del Agua”. Programa de Máster en Ingeniería Civil, Universidad de Piura-Perú.
- Cieza C. (2014), compendio del curso de riego 1 Universidad Nacional del Altiplano Facultad de Ingeniería Agrícola.
- Colon, E. (2003). Gobernabilidad eficaz del agua; acciones conjuntas en Centroamérica. Global Wáter Partnership de Centroamérica. 36 Págs.
- Córdoba N. A. (2002). Calidad del agua y su relación con los usos actuales de suelo en la subcuenca del rio Jucuapa. Matagalpa, Nicaragua. Tesis Mag Sc. Turrialba, CR, CATIE. 120 Págs.
- CVC (2008) Análisis de aguas y desagües, segunda edición, edición bancos de libros. Universidad nacional de ingeniería. Lima, Peru.76p.
- De la Lanza, E. G. (1995). Química de la fase sedimentaria en las lagunas

- costeras. Contribuciones Biológicas. Publicaciones del Instituto de Biología Nacional. UNAM, México.
- DIGESA. (2000) "Grupo de Estudios Técnico ambiental" (GESTA AGUA), Lima-Perú año 2000.
- Fassaert, C. (2000). Diagnostico participativo con enfoque de genero agroforestería en las Américas. 7 (25) Págs. 25-30
- Faustino, J. (1996). Criterios para la clasificación de los problemas y soluciones en la conservación de suelos y agua. CATIE, Turrialba.60pag.
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) (1999). Manual sobre comunicación en materia de agua, medio ambiente y saneamiento, Serie Directrices técnicas sobre agua, medio ambiente y saneamiento – Núm. 7, NY, Estados Unidos de América.
- Gallego, M. (2009). El agua, vehículo de contaminación, página electrónica en (línea) Turrialba, Costa Rica.
- Guillen Z. R. (2002). Modelación del uso de la tierra para orientar al ordenamiento territorial en la sub cuenca del Rio Copán, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR. CATIE. 90 Págs.
- Leal J. y Rodríguez F. E. (1998). Guía para la evaluación del impacto ambiental de proyectos de desarrollo local, editorial centro de Bartolomé de las casas, Cusco-Perú.
- Magrath, P. (1997). Cost-benefit analysis of client participation in agricultural research: A case study from Ghana. Agren. Network paper no. 74 Págs. 19-36.
- Mendoza, M. (1996). Impacto de la tierra, en la calidad del agua de la

microcuenca río Salados. Cuenca del río San José. Turrialba, CR, CATIE.

81 Págs.

Ministerio de Energía y Minas. (1993). "Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos". Decreto Supremo No. 046-93-EM, 10 de noviembre, 1993, Lima, Perú.

Mitchell, M. (2001). Manual de campo de proyecto del río. Una guía para monitorear la calidad del agua en el río Bravo. Segunda edición. México. 200 Págs.

Molina, J. (2002). "La importancia del recurso hídrico para la sociedad" y El Fondo de Población de las Naciones Unidas (FNUAP 2001).

Ongley, E. (1997). Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos. Estados de la FAO riego y drenaje. Roma, Italia. FAO. 116 Págs.

Organización Mundial de la Salud (OMS 2004) Guías para la calidad de agua potable. 3° Ed. Vol. 1, Recomendaciones. OMS, Ginebra.

Organización Panamericana de la Salud (OPS/CEPIS), (2004). "Tratamiento de Agua para Consumo Humano" Tomo I y II, editado en Lima-Perú.

Randulovich, R. (1997). Sostenibilidad en el uso del agua en América Latina Revista Forestal Centroamericana 18 Págs. 15-20.

Repetto, R. (1990). Deforestation i the tropics. Scientific American, EUA. V, 262 (4) Págs. 36-42.

Rojas. R. (2005). "Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano".

Romero R. (1999) "Calidad de agua" segunda edición, editorial escuela colombiana de ingeniería, alfaomega S.A., impreso en México D.F.

Sagardoy, J. (1994). Irrigation management transfer, selected paper. FAO. Roma, IT. 499 Págs.

- Sanfeliú, M. (2001). Determinación de la calidad del agua de consumo humano de las familias rurales: estudio socioeconómico. Fundación salvadoreña para el desarrollo Económico y Social (FUSADES). San Salvador. El Salvador. 40 Págs.
- Solsana, F. (2002) “Guía para elaborar normas de calidad de agua de bebida en los países en desarrollo”, CEPIS/OPS Lima-Perú.
- U.N.A.L.M. (2004). “Curso de Análisis de Agua, Suelos Agrícolas, Fertiriego, Hdroponia y Calidad de Alimentos”, Lima-Perú.
- Vallejos V. (2001). “Las Aguas Subterráneas en el Altiplano de Puno-Perú”.
- Vidal, M; López, A. Santoalla, M; Valles, V. (2000). Factor analyses for the wáter resources contamination due to the use hte livestock slurries as fertilizers agricultural water managerment. 45 Págs.
- Villegas, J. (1995). Evaluación de la calidad de agua en la Cuenca del Rio Reventado, Cartago, Costa Rica, Bajo el enfoque de indicadores de sostenibilidad. Turrialba, CR. CATIE. 118 Págs.
- Wagner, (1996); Shillings y Libra (2000). Contaminación causas y efectos México. D F. Ediciones Garnika. 424 Págs.
- Ramakrishna, B. (1997). Estrategias de Extensión para el manejo integrado de Cuencas Hidrográficas: Conceptos y Experiencias: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Serie investigación y educación en desarrollo sostenible. San José, CR. 338 Págs.

**ENLACES:**

[www.spda.org.pe](http://www.spda.org.pe):

[www.badad.com/no01/agua.html](http://www.badad.com/no01/agua.html).

## FOTOGRAFIAS



**FOTOGRAFIA 01: SE APRECIA EL MUESTREO PARA DETERMINAR NIVELES DE OXIGENO EN EL RIO ILAVE**



**FOTOGRAFIA 02: SE APRECIA LA DESCARGA QUE REALIZA LA LAGUNA DE AGUAS RESIDUALES AL RIO ILAVE**



**FOTOGRAFIA 03: SE APRECIA EL MUESTREO DE LOS NIVELES DE OXIGENO DEL RIO GRANDE**



**FOTOGRAFIA N° 04: EN LA FOTOGRAFIA SE APRECIA EL TRABAJO DE LABORATORIO CON LAS MUESTRAS RECOLECTADAS.**



**FOTOGRAFIA 05: SE APRECIA A UN TECNICO LABORATORISTA DEL PELT REALIZANDO EL MUESTREO EN UNO DE LOS RIOS AFLUENTES.**



**FOTOGRAFIA 06: SE APRECIA A UN TECNICO LABORATORISTA DEL PELT MIDIENDO LA CANTIDAD DE OXIGENO DISUELTOS EN EL RIO.**

**ANEXOS:**

- a) Planos de Ubicacion
- b) Informe de ensayos
- c) Decreto supremo N° 015-2015 MINAN

**a) Planos de Ubicacion :**

- **LAMINA 1: MAPA DE UBICACIÓN DE LA CUENCA ILAVE EN LA REGION PUNO**
- **LAMINA 2: MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS EN LA CUENCA ILAVE**

**b) Informe de ensayos**

		MINISTERIO DE AGRICULTURA PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT DIRECCIÓN DE ESTUDIOS LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) Carretera Panamericana Sur N° 1090, Barco - Chucuito - Puno; Celular: 950025111		INFORME DE ENSAYO	
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>					
Fecha toma de muestra (dd-mm-aaaa):	13/07/2016	Factura N°:			
Hora toma de muestra (hh:mm):	09:25	Registro de muestreo:			
Fecha de recepción (dd-mm-aaaa):	13/07/2016	Localidad:	Barco		
Fecha de análisis (dd-mm-aaaa):	14/07/2016	Distrito:	Chucuito		
Código de laboratorio:	P-001	Provincia:	Puno		
Código de campo:	P-001	Región:	Puno		
Origen de la muestra:	CUENCA ILAVE - PUNO				
Punto de muestreo:	DESEMBOCADURA RIO ILAVE				
Responsable toma de muestras:	Analista Químico				
Procedimiento de toma de muestras:	Según protocolos de muestreo LCCA - PELT				
Forma de presentación:	Envase de Polietileno y Vidrio acaramelado refrigerado	Número de muestras:	2		
Condiciones de recepción de la muestra:	Sin Preservantes	Cantidad de muestra para ensayo:	500 ml.		
<b>INFORMACIÓN DEL CLIENTE</b>					
Solicitante:	Dirección de Estudios.				
Domicilio legal:	Puno, Jr. Deustua N° 882				
Teléfono:	51352999	Correo electrónico:			
Atención:					
Proyecto:	PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA PELT				
<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>					
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO	ESTANDARES DE CALIDAD ECA 2015	
T °C	grados celsius	8.96	Metodo Electrometrico	Δ 3	
pH	unidad de pH	8.82	Metodo Electrometrico	6.5-9.0	
Conductividad	(μS/cm)	590	Metodo Electrometrico	1000	
OD	mg/L	6.12	Metodo Electrometrico	≥ 5	
O%	%	54.7	Metodo Electrometrico		
S.T.D.	mg/L	377	Metodo Electrometrico		
Nitratos	mg/L	1.5	Metodo de espectrofotometria (uv visible)	13	
Nitritos	mg/L	0.0118	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
Fosfatos	mg/L	5.214	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
Sulfatos	mg/L	176	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
D.B.O (5)	mg/L	8.25	Metodo de Winkler	10	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100 ml.	700	Tubos Multiples	2000	
<small>Según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobado mediante Decreto Supremo Nº 002-2008-MINAM.</small>					
De acuerdo con los parámetros aquí determinados, el producto analizado es:			APTO	para la	CATEGORIA 4 - E2 :
<b>RIOS COSTA Y SIERRA</b>					
<b>OBSERVACIONES HECHAS POR:</b>					
Responsable toma de muestras:	Tco. Laboratorio de calidad de aguas.				
Laboratorio:	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA)				
Otros:					
<b>NOTAS:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>* El resultado: "&lt; valor numerico", significa, que se encuentra debajo del limite de cuantificación indicado.</li> <li>* Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada.</li> <li>* Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio.</li> <li>* Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.</li> <li>* Pasados 10 días hábiles después de entregado el informe, este se considera como aceptado.</li> <li>* Si laboratorio no se hace responsable por la representatividad de la muestra si no ha sido tomada por el personal del Laboratorio de Control de Calidad del Agua del PELT.</li> </ul>					
Fecha del informe (dd-mm-aaaa):	26/07/2016				

		MINISTERIO DE AGRICULTURA PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT DIRECCIÓN DE ESTUDIOS LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) Carretera Panamerica Sur N° 1090, Barco - Chucuito - Puno; Celular: 950025111		INFORME DE ENSAYO	
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>					
Fecha toma de muestra (dd-mm-aaaa):	13/07/2016	Factura N°:			
Hora toma de muestra (hh:mm):	09:50	Registro de muestreo:			
Fecha de recepción (dd-mm-aaaa):	13/07/2016	Localidad:	Barco		
Fecha de análisis (dd-mm-aaaa):	14/07/2016	Distrito:	Chucuito		
Código de laboratorio:	P-002	Provincia:	Puno		
Código de campo:	P-002	Región:	Puno		
Origen de la muestra:	CUENCA ILAVE - PUNO				
Punto de muestreo:	SECTOR HUAYCHO				
Responsable toma de muestras:	Analista Químico				
Procedimiento de toma de muestras:	Según protocolos de muestreo LCCA - PELT				
Forma de presentación:	Envase de Polietileno y Vidrio acaramelado refrigerado	Número de muestras:	2		
Condiciones de recepción de la muestra:	Sin Preservantes	Cantidad de muestra para ensayo:	500 ml.		
<b>INFORMACIÓN DEL CLIENTE</b>					
Solicitante:	Direccion de Estudios.				
Domicilio legal:	Puno, Jr. Deustua N° 882				
Teléfono:	51352999	Correo electrónico:			
Atención:					
Proyecto:	PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT				
<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>					
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO	ESTANDARES DE CALIDAD ECA 2015	
T °C	grados celsius	11.14	Metodo Electrometrico	Δ 3	
pH	unidad de pH	8.2	Metodo Electrometrico	6.5-9.0	
Conductividad	(μS/cm)	567	Metodo Electrometrico	1000	
OD	mg/L	6.64	Metodo Electrometrico	≥ 5	
O%	%	62.5	Metodo Electrometrico		
S.T.D.	mg/L	363	Metodo Electrometrico		
Nitratos	mg/L	0.8	Metodo de espectrofotometria (uv visible)	13	
Nitritos	mg/L	0.0113	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
Fosfatos	mg/L	3.872	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
Sulfatos	mg/L	144	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
D.B.O (5)	mg/L	5.5	Metodo de Winkler	10	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100 ml.	30	Tubos Multiples	2000	
<small>*Segun Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobado mediante Decreto Supremo Nº 002-2008-MINAN.</small>					
De acuerdo con los parámetros aquí determinados, el producto analizado es: <u>APTO</u> para la <u>CATEGORIA 4 - E2 :</u> <u>RIOS COSTA Y SIERRA</u>					
<b>OBSERVACIONES HECHAS POR:</b>					
Responsable toma de muestras:	Tco. Laboratorio de calidad de aguas.				
Laboratorio:	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) - PELT; SEDE CHUCUITO				
Otros:					
<b>NOTAS:</b> * El resultado: "valor numerico", significa, que se encuentra debajo del limite de cuantificación indicado. * Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada. * Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio. * Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. * Pasados 10 días hábiles después de entregado el informe, este se considera como aceptado. * El laboratorio no se hace responsable por la representatividad de la muestra si no ha sido tomada por el personal del Laboratorio de Control de Calidad del Agua del PELT.					
Fecha del informe (dd-mm-aaaa):	26/07/2016				

		MINISTERIO DE AGRICULTURA PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT DIRECCIÓN DE ESTUDIOS LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) Carretera Panamericana Sur Nº 1090, Barco - Chucuito - Puno; Celular: 950025111		INFORME DE ENSAYO	
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>					
Fecha toma de muestra (dd-mm-aaaa):	13/07/2016	Factura Nº:			
Hora toma de muestra (hh:mm):	09:50	Registro de muestreo:			
Fecha de recepción (dd-mm-aaaa):	13/07/2016	Localidad:	Barco		
Fecha de análisis (dd-mm-aaaa):	14/07/2016	Distrito:	Chucuito		
Código de laboratorio:	P-003	Provincia:	Puno		
Código de campo:	P-003	Región:	Puno		
Origen de la muestra:	CUENCA ILAVE - PUNO				
Punto de muestreo:	PLANTA DE BOMBEO CAMIGACHI				
Responsable toma de muestras:	Analista Químico				
Procedimiento de toma de muestras:	Según protocolos de muestreo LCCA - PELT				
Forma de presentación:	Envase de Polietileno y Vidrio acaramelado refrigerado	Número de muestras:	2		
Condiciones de recepción de la muestra:	Sin Preservantes	Cantidad de muestra para ensayo:	500 ml.		
<b>INFORMACIÓN DEL CLIENTE</b>					
Solicitante:	Dirección de Estudios.				
Domicilio legal:	Puno, Jr. Deustua N° 882				
Teléfono:	51352999	Correo electrónico:			
Atención:					
Proyecto:	PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT				
<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>					
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO	ESTANDARES DE CALIDAD ECA 2015	
T °C	grados celsius	9.88	Metodo Electrometrico	Δ 3	
pH	unidad de pH	8.29	Metodo Electrometrico	6.5-9.0	
Conductividad	(µS/cm)	577	Metodo Electrometrico	1000	
OD	mg/L	7.74	Metodo Electrometrico	≥ 5	
O%	%	70.8	Metodo Electrometrico		
S.T.D.	mg/L	369	Metodo Electrometrico		
Nitratos	mg/L	0.2	Metodo de espectrofotometria (uv visible)	13	
Nitritos	mg/L	0.0034	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
Fosfatos	mg/L	0.626	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
Sulfatos	mg/L	189	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
D.B.O (5)	mg/L	4.98	Metodo de Winkler	10	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100 ml.	700	Tubos Multiples	2000	
<small>Según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobado mediante Decreto Supremo Nº 002-2008-MINAN.</small>					
De acuerdo con los parámetros aquí determinados, el producto analizado es: <u>APTO</u> para la <u>CATEGORÍA 4 - E2</u> : <u>RIOS COSTA Y SIERRA</u>					
<b>OBSERVACIONES HECHAS POR:</b>					
Responsable toma de muestras:	Tco. Laboratorio de calidad de aguas.				
Laboratorio:	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) - PELT; SEDE CHUCUITO				
Otros:					
<b>NOTAS:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>* El resultado: "&lt; valor numérico", significa, que se encuentra debajo del limite de cuantificación indicado.</li> <li>* Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada</li> <li>* Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio.</li> <li>* Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.</li> <li>* Pasados 10 días hábiles después de entregado el informe, este se considera como aceptado.</li> <li>* El laboratorio no se hace responsable por la representatividad de la muestra sino ha sido tomada por el personal del Laboratorio de Control de Calidad del Agua del PELT.</li> </ul>					
Fecha del informe (dd-mm-aaaa):	26/07/2016				

		MINISTERIO DE AGRICULTURA PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT DIRECCIÓN DE ESTUDIOS LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) Carretera Panamericana Sur N° 1090, Barco - Chucuito - Puno; Celular: 950025111		INFORME DE ENSAYO	
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>					
Fecha toma de muestra (dd-mm-aaaa):	13/07/2016	Factura N°:			
Hora toma de muestra (hh:mm):	10:09	Registro de muestreo:			
Fecha de recepción (dd-mm-aaaa):	13/07/2016	Localidad:	Barco		
Fecha de análisis (dd-mm-aaaa):	14/07/2016	Distrito:	Chucuito		
Código de laboratorio:	P-004	Provincia:	Puno		
Código de campo:	P-004	Región:	Puno		
Origen de la muestra:	CUENCA ILAVE - PUNO				
Punto de muestreo:	CAMAL MUNICIPAL				
Responsable toma de muestras:	Analista Químico				
Procedimiento de toma de muestras:	Según protocolos de muestreo LCCA - PELT				
Forma de presentación:	Envase de Polietileno y Vidrio acaramelado refrigerado	Número de muestras:	2		
Condiciones de recepción de la muestra:	Sin Preservantes	Cantidad de muestra para ensayo:	500 ml.		
<b>INFORMACIÓN DEL CLIENTE</b>					
Solicitante:	Dirección de Estudios.				
Domicilio legal:	Puno, Jr. Deustua N° 882				
Teléfono:	51352999	Correo electrónico:			
Atención:					
Proyecto:	PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT				
<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>					
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO	ESTANDARES DE CALIDAD ECA 2015	
T °C	grados celsius	9.31	Metodo Electrometrico	Δ 3	
pH	unidad de pH	8.27	Metodo Electrometrico	6.5-9.0	
Conductividad	(μS/cm)	590	Metodo Electrometrico	1000	
OD	mg/L	6.36	Metodo Electrometrico	≥ 5	
O%	%	56.4	Metodo Electrometrico		
S.T.D.	mg/L	378	Metodo Electrometrico		
Nitratos	mg/L	1	Metodo de espectrofotometria (uv visible)	13	
Nitritos	mg/L	0.006	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
Fosfatos	mg/L	1.697	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
Sulfatos	mg/L	278.5	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
D.B.O (5)	mg/L	6.833	Metodo de Winkler	10	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100 ml.	900	Tubos Multiples	2000	
<small>Según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobado mediante Decreto Supremo Nº 002-2008-MINAM.</small>					
De acuerdo con los parámetros aquí determinados, el producto analizado es: <u>APTO</u> para la <u>CATEGORIA 4 - E2 :</u> <u>RIOS COSTA Y SIERRA</u>					
<b>OBSERVACIONES HECHAS POR:</b>					
Responsable toma de muestras:	Tco. Laboratorio de calidad de aguas.				
Laboratorio:	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) - PELT; SEDE CHUCUITO				
Otros:					
<b>NOTAS:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>* El resultado: "&lt; valor numerico", significa, que se encuentra debajo del limite de cuantificación indicado.</li> <li>* Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada</li> <li>* Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio.</li> <li>* Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.</li> <li>* Pasados 10 días hábiles después de entregado el informe, este se considera como aceptado.</li> <li>* El laboratorio no se hace responsable por la representatividad de la muestra si no ha sido tomada por el personal del Laboratorio de Control de Calidad del Agua del PELT.</li> </ul>					
Fecha del informe (dd-mm-aaaa):	26/07/2016				

		MINISTERIO DE AGRICULTURA PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT DIRECCIÓN DE ESTUDIOS LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) Carretera Panamerica Sur N° 1090, Barco - Chucuito - Puno; Celular: 950025111		INFORME DE ENSAYO	
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>					
Fecha toma de muestra (dd-mm-aaaa):	13/07/2016	Factura N°:			
Hora toma de muestra (hh:mm):	11:00	Registro de muestreo:			
Fecha de recepción (dd-mm-aaaa):	13/07/2016	Localidad:	Barco		
Fecha de análisis (dd-mm-aaaa):	14/07/2016	Distrito:	Chucuito		
Código de laboratorio:	P-005	Provincia:	Puno		
Código de campo:	P-005	Región:	Puno		
Origen de la muestra:	CUENCA ILAVE - PUNO				
Punto de muestreo:	LAGUNA DE OXIDACION ILAVE				
Responsable toma de muestras:	Analista Químico				
Procedimiento de toma de muestras:	Según protocolos de muestreo LCCA - PELT				
Forma de presentación:	Envase de Polietileno y Vidrio acaramelado refrigerado	Número de muestras:	2		
Condiciones de recepción de la muestra:	Sin Preservantes	Cantidad de muestra para ensayo:	500 ml.		
<b>INFORMACIÓN DEL CLIENTE</b>					
Solicitante:	Dirección de Estudios.				
Domicilio legal:	Puno Jr. Deustua N° 882				
Teléfono:	51352999	Correo electrónico:			
Atención:					
Proyecto:	PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT				
<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>					
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO	ESTANDARES DE CALIDAD ECA 2015	
T °C	grados celsius	11.12	Metodo Electrometrico	Δ 3	
pH	unidad de pH	8.26	Metodo Electrometrico	6.5-9.0	
Conductividad	(μS/cm)	625	Metodo Electrometrico	1000	
OD	mg/L	4.92	Metodo Electrometrico	≥ 5	
O%	%	44	Metodo Electrometrico		
S.T.D.	mg/L	400	Metodo Electrometrico		
Nitratos	mg/L	3.8	Metodo de espectrofotometria (uv visible)	13	
Nitritos	mg/L	0.0183	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
Fosfatos	mg/L	7.256	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
Sulfatos	mg/L	342.5	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
D.B.O (5)	mg/L	13.83	Metodo de Winkler	10	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100 ml.	900	Tubos Multiples	2000	
<small>Segun Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobado mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM.</small>					
De acuerdo con los parámetros aquí determinados, el producto analizado es: <b>NO APTO</b> para la <b>CATEGORÍA 4 - E2 :</b> <b>RIOS COSTA Y SIERRA</b>					
<b>OBSERVACIONES HECHAS POR:</b>					
Responsable toma de muestras:	Tco. Laboratorio de calidad de aguas.				
Laboratorio:	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) - PELT; SEDE CHUCUITO				
Otros:					
<b>NOTAS:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El resultado: &lt; valor numérico&gt;, significa, que se encuentra debajo del limite de cuantificación indicado.</li> <li>• Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada.</li> <li>• Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio.</li> <li>• Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.</li> <li>• Pasados 10 días hábiles despues de entregado el informe, este se considera como aceptado.</li> <li>• El laboratorio no se hace responsable por la representatividad de la muestra si no ha sido tomada por el personal del Laboratorio de Control de Calidad del Agua del PELT.</li> </ul>					
Fecha del informe (dd-mm-aaaa):	26/07/2016				

		MINISTERIO DE AGRICULTURA PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT DIRECCIÓN DE ESTUDIOS LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) Carretera Panamericana Sur N° 1090, Barco - Chucuito - Puno; Celular: 950025111		INFORME DE ENSAYO	
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>					
Fecha toma de muestra (dd-mm-aaaa):	13/07/2016	Factura N°:			
Hora toma de muestra (hh:mm):	13:40:00 a.m.	Registro de muestreo:			
Fecha de recepción (dd-mm-aaaa):	13/07/2016	Localidad:	Barco		
Fecha de análisis (dd-mm-aaaa):	14/07/2016	Distrito:	Chucuito		
Código de laboratorio:	P-006	Provincia:	Puno		
Código de campo:	P-006	Región:	Puno		
Origen de la muestra:	CUENCA ILAVE-PUNO				
Punto de muestreo:	ENTRADA A LA POBLACION DE ILAVE				
Responsable toma de muestras:	Analista Químico				
Procedimiento de toma de muestras:	Según protocolos de muestreo LCCA - PELT				
Forma de presentación:	Envase de Polietileno y Vidrio acaramelado estéril	Número de muestras:	2		
Condiciones de recepción de la muestra:	Sin Preservantes	Cantidad de muestra para ensayo:	500 ml.		
<b>INFORMACIÓN DEL CLIENTE</b>					
Solicitante:	Dirección de Estudios.				
Domicilio legal:	Puno, Jr. Deustua N° 882				
Teléfono:	51352999	Correo electrónico:			
Atención:					
Proyecto:	PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT				
<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>					
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO	ESTANDARES DE CALIDAD ECA 2015	
T °C	grados celsius	9.75	Metodo Electrometrico	Δ 3	
pH	unidad de pH	7.72	Metodo Electrometrico	6.5-9.0	
Conductividad	(μS/cm)	588	Metodo Electrometrico	1000	
OD	mg/L	5.36	Metodo Electrometrico	≥ 5	
O%	%	48.8	Metodo Electrometrico		
S.T.D.	mg/L	376	Metodo Electrometrico		
Nitratos	mg/L	1	Metodo de espectrofotometria (uv visible)	13	
Nitritos	mg/L	0.0041	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
Fosfatos	mg/L	4.523	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
Sulfatos	mg/L	206	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
D.B.O (5)	mg/L	2.67	Metodo de Winkler	10	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100 ml.	40	Tubos Multiples	2000	
<small><sup>1</sup> Según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobado mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM.</small>					
De acuerdo con los parámetros aquí determinados, el producto analizado es: <u>APTO</u> para la <u>CATEGORIA 4 - E2 :</u> <u>RIOS COSTA Y SIERRA</u>					
<b>OBSERVACIONES HECHAS POR:</b>					
Responsable toma de muestras:	Tco. Laboratorio de calidad de aguas.				
Laboratorio:	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) - PELT; SEDE CHUCUITO				
Otros:					
<b>NOTAS:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>* El resultado: "x valor numerico", significa, que se encuentra debajo del limite de cuantificación indicado.</li> <li>* Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada</li> <li>* Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio.</li> <li>* Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.</li> <li>* Pasados 10 días hábiles después de entregado el informe, este se considera como aceptado.</li> <li>* El laboratorio no se hace responsable por la representatividad de la muestra si no ha sido tomada por el personal del Laboratorio de Control de Calidad del Agua del PELT.</li> </ul>					
Fecha del informe (dd-mm-aaaa):	26/07/2016				

		MINISTERIO DE AGRICULTURA PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT DIRECCIÓN DE ESTUDIOS LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) Carretera Panamerica Sur Nº 1090, Barco - Chucuito - Puno; Celular: 950025111		INFORME DE ENSAYO	
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>					
Fecha toma de muestra (dd-mm-aaaa):	12/07/2016	Factura Nº:			
Hora toma de muestra (hh:mm):	09:50	Registro de muestreo:			
Fecha de recepción (dd-mm-aaaa):	12/07/2016	Localidad:	Barco		
Fecha de análisis (dd-mm-aaaa):	13/07/2016	Distrito:	Chucuito		
Código de laboratorio:	P-009	Provincia:	Puno		
Código de campo:	P-009	Región:	Puno		
Origen de la muestra:	CUENCA ILAVE - PUNO				
Punto de muestreo:	JUNTA DE RIOS SIRAYA				
Responsable toma de muestras:	Analista Químico				
Procedimiento de toma de muestras:	Según protocolos de muestreo LCCA - PELT				
Forma de presentación:	Envase de Polietileno y Vidrio acaramelado refrigerado	Número de muestras:	2		
Condiciones de recepción de la muestra:	Sin Preservantes	Cantidad de muestra para ensayo:	500 ml.		
<b>INFORMACIÓN DEL CLIENTE</b>					
Solicitante:	Dirección de Estudios.				
Domicilio legal:	Puno, Jr. Deustua N° 882				
Teléfono:	51352999	Correo electrónico:			
Atención:					
Proyecto:	PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT				
<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>					
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO	ESTANDARES DE CALIDAD ECA 2015	
T °C	grados celsius	12	Metodo Electrometrico	Δ 3	
pH	unidad de pH	8.12	Metodo Electrometrico	6.5-9.0	
Conductividad	(μS/cm)	612	Metodo Electrometrico	1000	
OD	mg/L	6.66	Metodo Electrometrico	≥ 5	
O%	%	64	Metodo Electrometrico		
S.T.D.	mg/L	396	Metodo Electrometrico		
Nitratos	mg/L	1.5	Metodo de espectrofotometria (uv visible)	13	
Nitritos	mg/L	0.0208	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
Fosfatos	mg/L	0.558	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
Sulfatos	mg/L	120.5	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
D.B.O (5)	mg/L	3.5	Metodo de Winkler	10	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	40	40	Tubos Multiples	2000	
<small>Segun Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobado mediante Decreto Supremo Nº 002-2008-MINAM.</small>					
De acuerdo con los parámetros aquí determinados, el producto analizado es: <b>APTO</b> para la <b>CATEGORÍA 4 - E2 :</b> <b>RIOS COSTA Y SIERRA</b>					
<b>OBSERVACIONES HECHAS POR:</b>					
Responsable toma de muestras:	Tco. Laboratorio de calidad de aguas.				
Laboratorio:	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) - PELT; SEDE CHUCUITO				
Otros:					
<b>NOTAS:</b>					
<small>* El resultado: "c valor numérico", significa, que se encuentra debajo del limite de cuantificación indicado.                      * Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada                      * Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio.                      * Cualquier emienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.                      * Pasados 10 días hábiles después de entregado el informe, este se considera como aceptado.                      * El laboratorio no se hace responsable por la representatividad de la muestra si no ha sido tomada por el personal del Laboratorio de Control de Calidad del Agua del PELT.</small>					
Fecha del informe (dd-mm-aaaa):	26/07/2016				

		MINISTERIO DE AGRICULTURA PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT DIRECCIÓN DE ESTUDIOS LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) Carretera Panamericana Sur Nº 1090, Barco - Chucuito - Puno; Celular: 950025111		INFORME DE ENSAYO	
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>					
Fecha toma de muestra (dd-mm-aaaa):	12/07/2016	Factura Nº:			
Hora toma de muestra (hh:mm):	11:00	Registro de muestreo:			
Fecha de recepción (dd-mm-aaaa):		Localidad:	Barco		
Fecha de análisis (dd-mm-aaaa):		Distrito:	Chucuito		
Código de laboratorio:	P-0010	Provincia:	Puno		
Código de campo:	P-0010	Región:	Puno		
Origen de la muestra:	CUENCA ILAVE - PUNO				
Punto de muestreo:	CENTRO POBLADO SIRAYA				
Responsable toma de muestras:	Analista Químico				
Procedimiento de toma de muestras:	Según protocolos de muestreo LCCA - PELT				
Forma de presentación:	Envase de Polietileno y Vidrio acaramelado refrigerado	Número de muestras:	2		
Condiciones de recepción de la muestra:	Sin Preservantes	Cantidad de muestra para ensayo:	500 ml.		
<b>INFORMACIÓN DEL CLIENTE</b>					
Solicitante:	Dirección de Estudios.				
Domicilio legal:	Puno, Jr. Deustue N° 882				
Teléfono:	51352999	Correo electrónico:			
Atención:					
Proyecto:	PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT				
<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>					
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO	ESTANDARES DE CALIDAD ECA 2015	
T °C	grados celsius	*****	Metodo Electrometrico	Δ 3	
pH	unidad de pH	*****	Metodo Electrometrico	6.5-9.0	
Conductividad	(µS/cm)	*****	Metodo Electrometrico	1000	
OD	mg/L	*****	Metodo Electrometrico	≥ 5	
O%	%	*****	Metodo Electrometrico		
S.T.D.	mg/L	*****	Metodo Electrometrico		
Nitratos	mg/L	*****	Metodo de espectrofotometria (uv visible)	13	
Nitritos	mg/L	*****	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
Fosfatos	mg/L	*****	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
Sulfatos	mg/L	*****	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
D.B.O (5)	mg/L	*****	Metodo de Winkler	10	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100 ml.	*****	Tubos Multiples	2000	
<small>Según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobado mediante Decreto Supremo Nº 002-2008-MINAN.</small>					
De acuerdo con los parámetros aquí determinados, el producto analizado es: <u>APTO</u> para la <u>CATEGORÍA 4 - E2 :</u> <u>RIOS COSTA Y SIERRA</u>					
<b>OBSERVACIONES HECHAS POR:</b>					
Responsable toma de muestras:	Tco. Laboratorio de calidad de aguas.				
Laboratorio:	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) - PELT; SEDE CHUCUITO				
Otros:	<b>EL RIO SE ENCUENTRA SIN AGUA; SECO.</b>				
<b>NOTAS:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>* El resultado: "&lt; valor numérico", significa, que se encuentra debajo del límite de cuantificación indicado.</li> <li>* Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada</li> <li>* Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio.</li> <li>* Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.</li> <li>* Pasados 10 días hábiles después de entregado el informe, este se considera como aceptado.</li> <li>* El laboratorio no se hace responsable por la representatividad de la muestra si no ha sido tomada por el personal del Laboratorio de Control de Calidad del Agua del PELT.</li> </ul>					
Fecha del informe (dd-mm-aaaa):	26/07/2016				

		MINISTERIO DE AGRICULTURA PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT DIRECCIÓN DE ESTUDIOS LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) Carretera Panamericana Sur Nº 1090, Barco - Chucuito - Puno; Celular: 950025111		INFORME DE ENSAYO	
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>					
Fecha toma de muestra (dd-mm-aaaa):	12/07/2016	Factura Nº:			
Hora toma de muestra (hh:mm):	10:10	Registro de muestreo:			
Fecha de recepción (dd-mm-aaaa):	12/07/2016	Localidad:	Barco		
Fecha de análisis (dd-mm-aaaa):	13/07/2016	Distrito:	Chucuito		
Código de laboratorio:	P-011	Provincia:	Puno		
Código de campo:	P-011	Región:	Puno		
Origen de la muestra:	CUENCA ILAVE - PUNO				
Punto de muestreo:	MAZOCRUZ				
Responsable toma de muestras:	Analista Químico				
Procedimiento de toma de muestras:	Según protocolos de muestreo LCCA - PELT				
Forma de presentación:	Envase de Polietileno y Vidrio acaramelado refrigerado	Número de muestras:	2		
Condiciones de recepción de la muestra:	Sin Preservantes	Cantidad de muestra para ensayo:	500 ml.		
<b>INFORMACIÓN DEL CLIENTE</b>					
Solicitante:	Dirección de Estudios.				
Domicilio legal:	Puno, Jr. Deustua N° 882				
Teléfono:	51352999	Correo electrónico:			
Atención:					
Proyecto:	PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT				
<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>					
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO	ESTANDARES DE CALIDAD ECA 2015	
T °C	grados celsius	8.57	Metodo Electrometrico	Δ 3	
pH	unidad de pH	8	Metodo Electrometrico	6.5-9.0	
Conductividad	(µS/cm)	511	Metodo Electrometrico	1000	
OD	mg/L	7.92	Metodo Electrometrico	≥ 5	
O%	%	73.6	Metodo Electrometrico		
S.T.D.	mg/L	346	Metodo Electrometrico		
Nitratos	mg/L	2.1	Metodo de espectrofotometria (uv visible)	13	
Nitritos	mg/L	0.0046	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
Fosfatos	mg/L	0.782	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
Sulfatos	mg/L	151.5	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
D.B.O (5)	mg/L	2.33	Metodo de Winkler	10	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100 ml.	40	Tubos Multiples	2000	
<small>Según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobado mediante Decreto Supremo Nº 002-2008-MINAM.</small>					
De acuerdo con los parámetros aquí determinados, el producto analizado es: <u>APTO</u> para la <u>CATEGORÍA 4 - E2</u> : <b>RIOS COSTA Y SIERRA</b>					
<b>OBSERVACIONES HECHAS POR:</b>					
Responsable toma de muestras:	Tco. Laboratorio de calidad de aguas.				
Laboratorio:	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) - PELT; SEDE CHUCUITO				
Otros:					
<b>NOTAS:</b>					
<small>* El resultado: "&lt; valor numerico", significa, que se encuentra debajo del limite de cuantificación indicado.                  * Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada.                  * Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio.                  * Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.                  * Pasados 10 días hábiles después de entregado el informe, este se considera como aceptado.                  * El laboratorio no se hace responsable por la representatividad de la muestra si no ha sido tomada por el personal del Laboratorio de Control de Calidad del Agua del PELT.</small>					
Fecha del informe (dd-mm-aaaa):	26/07/2016				

		MINISTERIO DE AGRICULTURA PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT DIRECCIÓN DE ESTUDIOS LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) Carretera Panamericana Sur Nº 1090, Barco - Chucuito - Puno; Celular: 950025111		INFORME DE ENSAYO	
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>					
Fecha toma de muestra (dd-mm-aaaa):	13/07/2016	Factura Nº:			
Hora toma de muestra (hh:mm):	09:50	Registro de muestreo:			
Fecha de recepción (dd-mm-aaaa):	12/07/2016	Localidad:	Barco		
Fecha de análisis (dd-mm-aaaa):	13/07/2016	Distrito:	Chucuito		
Código de laboratorio:	P-012	Provincia:	Puno		
Código de campo:	P-012	Región:	Puno		
Origen de la muestra:	CUENCA ILAVE - PUNO				
Punto de muestreo:	INICIO MAZOCRUZ				
Responsable toma de muestras:	Analista Químico				
Procedimiento de toma de muestras:	Según protocolos de muestreo LCCA - PELT				
Forma de presentación:	Envase de Polietileno y Vidrio acaramelado refrigerado	Número de muestras:	2		
Condiciones de recepción de la muestra:	Sin Preservantes	Cantidad de muestra para ensayo:	500 ml.		
<b>INFORMACIÓN DEL CLIENTE</b>					
Solicitante:	Dirección de Estudios.				
Domicilio legal:	Puno, Jr. Deustua N° 882				
Teléfono:	51352999	Correo electrónico:			
Atención:					
Proyecto:	PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT				
<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>					
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO	ESTANDARES DE CALIDAD ECA 2015	
T °C	grados celsius	7.54	Metodo Electrometrico	Δ 3	
pH	unidad de pH	8.34	Metodo Electrometrico	6.5-9.0	
Conductividad	(μS/cm)	496	Metodo Electrometrico	1000	
OD	mg/L	8.28	Metodo Electrometrico	≥ 5	
O%	%	79.2	Metodo Electrometrico		
S.T.D.	mg/L	314	Metodo Electrometrico		
Nitratos	mg/L	2.1	Metodo de espectrofotometria (uv visible)	13	
Nitritos	mg/L	0.012	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
Fosfatos	mg/L	0.421	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
Sulfatos	mg/L	119	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
D.B.O (5)	mg/L	2.17	Metodo de Winkler	10	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100 ml.	30	Tubos Multiples	2000	
<small><sup>1</sup>Segun Estandares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobado mediante Decreto Supremo Nº 002-2008-MINAM.</small>					
De acuerdo con los parámetros aquí determinados, el producto analizado es: <u>APTO</u> para la <u>CATEGORÍA 4 - E2</u> : <u>RIOS COSTA Y SIERRA</u>					
<b>OBSERVACIONES HECHAS POR:</b>					
Responsable toma de muestras:	Tco. Laboratorio de calidad de aguas.				
Laboratorio:	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) - PELT; SEDE CHUCUITO				
Otros:					
<b>NOTAS:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>* El resultado: "&lt; valor numérico", significa, que se encuentra debajo del límite de cuantificación indicado.</li> <li>* Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada</li> <li>* Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio.</li> <li>* Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.</li> <li>* Pasados 10 días hábiles después de entregado el informe, este se considera como aceptado.</li> <li>* El laboratorio no se hace responsable por la representatividad de la muestra si no ha sido tomada por el personal del Laboratorio de Control de Calidad del Agua del PELT.</li> </ul>					
Fecha del informe (dd-mm-aaaa):	26/07/2016				

		<b>MINISTERIO DE AGRICULTURA</b> <b>PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT</b> <b>DIRECCIÓN DE ESTUDIOS</b> <b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA)</b> <small>Carretera Panamericana Sur Nº 1090, Barco - Chucuito - Puno; Celular: 950025111</small>	<b>INFORME DE ENSAYO</b>	
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>				
Fecha toma de muestra (dd-mm-aaaa):	12/07/2016	Factura Nº:		
Hora toma de muestra (hh:mm):	09:50	Registro de muestreo:		
Fecha de recepción (dd-mm-aaaa):	12/07/2016	Localidad:	Barco	
Fecha de análisis (dd-mm-aaaa):	13/07/2016	Distrito:	Chucuito	
Código de laboratorio:	P-0013	Provincia:	Puno	
Código de campo:	P-0013	Región:	Puno	
Origen de la muestra:	CUENCA ILAVE - PUNO			
Punto de muestreo:	FIN DE RIO GRANDE			
Responsable toma de muestras:	Analista Químico			
Procedimiento de toma de muestras:	Según protocolos de muestreo LCCA - PELT			
Forma de presentación:	Envase de Polietileno y Vidrio acaramelado refrigerado	Número de muestras:	2	
Condiciones de recepción de la muestra:	Sin Preservantes	Cantidad de muestra para ensayo:	500 ml.	
<b>INFORMACIÓN DEL CLIENTE</b>				
Solicitante:	Dirección de Estudios.			
Domicilio legal:	Puno, Jr. Deustua N° 862			
Teléfono:	51352999	Correo electrónico:		
Atención:				
Proyecto:	PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT			
<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>				
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO	ESTANDARES DE CALIDAD ECA 2015
T °C	grados celsius	11.18	Metodo Electrometrico	Δ 3
pH	unidad de pH	8.51	Metodo Electrometrico	6.5-9.0
Conductividad	(µS/cm)	541	Metodo Electrometrico	1000
OD	mg/L	6.58	Metodo Electrometrico	≥ 5
O%	%	62	Metodo Electrometrico	
S.T.D.	mg/L	346	Metodo Electrometrico	
Nitratos	mg/L	0.5	Metodo de espectrofotometria (uv visible)	13
Nitritos	mg/L	0.0055	Metodo de espectrofotometria (uv visible)	
Fosfatos	mg/L	0.163	Metodo de espectrofotometria (uv visible)	
Sulfatos	mg/L	129	Metodo de espectrofotometria (uv visible)	
D.B.O (5)	mg/L	7.25	Metodo de Winkler	10
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100 ml.	70	Tubos Multiples	2000
<small>Según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobado mediante Decreto Supremo Nº 002-2008-MINAM.</small>				
De acuerdo con los parámetros aquí determinados, el producto analizado es: <b>APTO</b> para la <b>CATEGORÍA 4 - E2</b> : <b>RIOS COSTA Y SIERRA</b>				
<b>OBSERVACIONES HECHAS POR:</b>				
Responsable toma de muestras:	Tco. Laboratorio de calidad de aguas.			
Laboratorio:	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) - PELT; SEDE CHUCUITO			
Otros:				
<b>NOTAS:</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>* El resultado: "&lt; valor numerico", significa, que se encuentra debajo del limite de cuantificación indicado.</li> <li>* Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada</li> <li>* Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio.</li> <li>* Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.</li> <li>* Pasados 10 días hábiles después de entregado el informe, este se considera como aceptado.</li> <li>* El laboratorio no se hace responsable por la representatividad de la muestra si no ha sido tomada por el personal del Laboratorio de Control de Calidad del Agua del PELT.</li> </ul>				
Fecha del informe (dd-mm-aaaa):	26/07/2016			

		<p align="center"><b>MINISTERIO DE AGRICULTURA</b>  <b>PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT</b>  <b>DIRECCIÓN DE ESTUDIOS</b>  <b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA)</b></p> <p align="center">Carretera Panamerica Sur Nº 1090, Barco - Chucuito - Puno; Celular: 950025111</p>		<p align="center"><b>INFORME DE ENSAYO</b></p>		
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>						
Fecha toma de muestra (dd-mm-aaaa):	12/07/2016	Factura N°:				
Hora toma de muestra (hh:mm):	00:50	Registro de muestreo:				
Fecha de recepción (dd-mm-aaaa):	12/07/2016	Localidad:	Barco			
Fecha de análisis (dd-mm-aaaa):	13/07/2016	Distrito:	Chucuito			
Código de laboratorio:	P-0014	Provincia:	Puno			
Código de campo:	P-0014	Región:	Puno			
Origen de la muestra:	CUENCA ILAVE - PUNO					
Punto de muestreo:	CHILLICULCO					
Responsable toma de muestras:	Analista Químico					
Procedimiento de toma de muestras:	Según protocolos de muestreo LCCA - PELT					
Forma de presentación:	Envase de Polietileno y Vidrio acaramelado estéril	Número de muestras:	2			
Condiciones de recepción de la muestra:	Sin Preservantes	Cantidad de muestra para ensayo:	500 ml.			
<b>INFORMACIÓN DEL CLIENTE</b>						
Solicitante:	Dirección de Estudios.					
Domicilio legal:	Puno, Jr. Deustua N° 882					
Teléfono:	51352999	Correo electrónico:				
Atención:						
Proyecto:	PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT					
<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>						
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO	ESTANDARES DE CALIDAD ECA 2015		
T °C	grados celsius	12.49	Metodo Electrometrico	Δ 3		
pH	unidad de pH	8.69	Metodo Electrometrico	6.5-9.0		
Conductividad	(µS/cm)	454	Metodo Electrometrico	1000		
OD	mg/L	8.55	Metodo Electrometrico	≥ 5		
O%	%	83	Metodo Electrometrico			
S.T.D.	mg/L	295	Metodo Electrometrico			
Nitratos	mg/L	1.8	Metodo de espectrofotometria (uv visible)	13		
Nitritos	mg/L	0.0091	Metodo de espectrofotometria (uv visible)			
Fosfatos	mg/L	0.852	Metodo de espectrofotometria (uv visible)			
Sulfatos	mg/L	150.5	Metodo de espectrofotometria (uv visible)			
D.B.O (5)	mg/L	2.17	Metodo de Winkler	10		
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100 ml.	30	Tubos Multiples	2000		
<small>Según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobado mediante Decreto Supremo Nº 002-2008-MINAM.</small> De acuerdo con los parámetros aquí determinados, el producto analizado es: <u>APTO</u> para la <u>CATEGORÍA 4 - E2</u> : <u>RIOS COSTA Y SIERRA</u>						
<b>OBSERVACIONES HECHAS POR:</b>						
Responsable toma de muestras:	Tco. Laboratorio de calidad de aguas.					
Laboratorio:	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) - PELT; SEDE CHUCUITO					
Otros:						
<b>NOTAS:</b> * El resultado "valor numérico", significa, que se encuentra debajo del límite de cuantificación indicado. * Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada. * Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio. * Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. * Pasados 10 días hábiles después de entregado el informe, este se considera como aceptado. * El laboratorio no se hace responsable por la representatividad de la muestra si no ha sido tomada por el personal del Laboratorio de Control de Calidad del Agua del PELT.						
Fecha del informe (dd-mm-aaaa):	26/07/2016					

		<p align="center"><b>MINISTERIO DE AGRICULTURA</b>  <b>PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT</b>  <b>DIRECCIÓN DE ESTUDIOS</b>  <b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA)</b></p> <p align="center">Carretera Panamerica Sur Nº 1090, Barco - Chucuito - Puno; Celular: 950075111</p>		<p align="center"><b>INFORME DE ENSAYO</b></p>		
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>						
Fecha toma de muestra (dd-mm-aaaa):	12/07/2016	Factura Nº:				
Hora toma de muestra (hh:mm):	11:35	Registro de muestreo:				
Fecha de recepción (dd-mm-aaaa):	12/07/2016	Localidad:	Barco			
Fecha de análisis (dd-mm-aaaa):	13/07/2016	Distrito:	Chucuito			
Código de laboratorio:	P-0015	Provincia:	Puno			
Código de campo:	P-0015	Región:	Puno			
Origen de la muestra:	CUENCA ILAVE - PUNO					
Punto de muestreo:	INICIO CHILLICULCO					
Responsable toma de muestras:	Analista Químico					
Procedimiento de toma de muestras:	Según protocolos de muestreo LCCA - PELT					
Forma de presentación:	Envase de Polietileno y Vidrio acaramelado refrigerado	Número de muestras:	2			
Condiciones de recepción de la muestra:	Sin Preservantes	Cantidad de muestra para ensayo:	500 ml.			
<b>INFORMACIÓN DEL CLIENTE</b>						
Solicitante:	Dirección de Estudios.					
Domicilio legal:	Puno, Jr. Deustua N° 882					
Teléfono:	51352999	Correo electrónico:				
Atención:						
Proyecto:	PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT					
<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>						
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO	ESTANDARES DE CALIDAD ECA 2015		
T °C	grados celsius	13.67	Metodo Electrometrico	Δ 3		
pH	unidad de pH	8.37	Metodo Electrometrico	6.5-9.0		
Conductividad	(μS/cm)	497	Metodo Electrometrico	1000		
OD	mg/L	6.7	Metodo Electrometrico	≥ 5		
O%	%	66.8	Metodo Electrometrico			
S.T.D.	mg/L	323	Metodo Electrometrico			
Nitratos	mg/L	0.2	Metodo de espectrofotometria (uv visible)	13		
Nitritos	mg/L	0.0551	Metodo de espectrofotometria (uv visible)			
Fosfatos	mg/L	0.834	Metodo de espectrofotometria (uv visible)			
Sulfatos	mg/L	119	Metodo de espectrofotometria (uv visible)			
D.B.O (5)	mg/L	5.75	Metodo de Winkler	10		
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100 ml.	210	Tubos Multiples	2000		
<p><small>* Según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobado mediante Decreto Supremo Nº 002-2008-MINAM.</small></p> <p>De acuerdo con los parámetros aquí determinados, el producto analizado es: <u>APTO</u> para la <u>CATEGORIA 4 - E2 :</u>  <u>RIOS COSTA Y SIERRA</u></p>						
<b>OBSERVACIONES HECHAS POR:</b>						
Responsable toma de muestras:	Tco. Laboratorio de calidad de aguas.					
Laboratorio:	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) - PELT; SEDE CHUCUITO					
Otros:						
<b>NOTAS:</b>						
<p>* El resultado: "x valor numérico", significa, que se encuentra debajo del limite de cuantificación indicado.</p> <p>* Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada.</p> <p>* Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio.</p> <p>* Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.</p> <p>* Pasados 10 días hábiles después de entregado el informe, este se considera como aceptado.</p> <p>* El laboratorio no se hace responsable por la representatividad de la muestra si no ha sido tomada por el personal del Laboratorio de Control de Calidad del Agua del PELT.</p>						
Fecha del informe (dd-mm-aaaa):	26/07/2016					

		MINISTERIO DE AGRICULTURA PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT DIRECCIÓN DE ESTUDIOS LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) Carretera Panamericana Sur Nº 1090, Barco - Chucuito - Puno, Celular: 950025111		INFORME DE ENSAYO	
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>					
Fecha toma de muestra (dd-mm-aaaa):	12/07/2016	Factura Nº:			
Hora toma de muestra (hh:mm):	07:40	Registro de muestreo:			
Fecha de recepción (dd-mm-aaaa):	12/07/2016	Localidad:	Barco		
Fecha de análisis (dd-mm-aaaa):	14/07/2016	Distrito:	Chucuito		
Código de laboratorio:	P-0016	Provincia:	Puno		
Código de campo:	P-0016	Región:	Puno		
Origen de la muestra:	CUENCA ILAVE - PUNO				
Punto de muestreo:	FIN DE RIO UNCALLAME				
Responsable toma de muestras:	Analista Químico				
Procedimiento de toma de muestras:	Según protocolos de muestreo LCCA - PELT				
Forma de presentación:	Envase de Polietileno y Vidrio acaramelado refrigerado	Número de muestras:	2		
Condiciones de recepción de la muestra:	Sin Preservantes	Cantidad de muestra para ensayo:	500 ml.		
<b>INFORMACIÓN DEL CLIENTE</b>					
Solicitante:	Direccion de Estudios.				
Domicilio legal:	Puno, Jr. Deustua N° 882				
Teléfono:	51352999	Correo electrónico:			
Atención:					
Proyecto:	PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT				
<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>					
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO	ESTANDARES DE CALIDAD ECA 2015	
T °C	grados celsius	5.21	Metodo Electrometrico	Δ 3	
pH	unidad de pH	8.36	Metodo Electrometrico	6.5-9.0	
Conductividad	(µS/cm)	403	Metodo Electrometrico	1000	
OD	mg/L	7.48	Metodo Electrometrico	≥ 5	
O%	%	60.8	Metodo Electrometrico		
S.T.D.	mg/L	262	Metodo Electrometrico		
Nitratos	mg/L	1	Metodo de espectrofotometria (uv visible)	13	
Nitritos	mg/L	0.0446	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
Fosfatos	mg/L	1.217	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
Sulfatos	mg/L	183.5	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
D.B.O (5)	mg/L	3.5	Metodo de Winkler	10	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100 ml.	30	Tubos Multiples	2000	
<small>Segun Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobado mediante Decreto Supremo Nº 002-2008-MINAM.</small>					
De acuerdo con los parámetros aquí determinados, el producto analizado es: <u>APTO</u> para la <u>CATEGORÍA 4 - E2 :</u> <b>RIOS COSTA Y SIERRA</b>					
<b>OBSERVACIONES HECHAS POR:</b>					
Responsable toma de muestras:	Tco. Laboratorio de calidad de aguas.				
Laboratorio:	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) - PELT; SEDE CHUCUITO				
Otros:					
<b>NOTAS:</b>					
* El resultado: "<valor numérico", significa, que se encuentra debajo del límite de cuantificación indicado. * Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada. * Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio. * Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. * Pasados 10 días hábiles después de entregado el informe, este se considera como aceptado. * El laboratorio no se hace responsable por la representatividad de la muestra si no ha sido tomada por el personal del Laboratorio de Control de Calidad del Agua del PELT.					
Fecha del informe (dd-mm-aaaa):	26/07/2016				

		MINISTERIO DE AGRICULTURA PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT DIRECCIÓN DE ESTUDIOS LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) Carretera Panamericana Sur Nº 1090, Barco - Chucuito - Puno; Celular: 950025111		INFORME DE ENSAYO LCCA-PELT-13-00007	
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>					
Fecha toma de muestra (dd-mm-aaaa):	12/07/2016	Factura Nº:			
Hora toma de muestra (hh:mm):	10:12	Registro de muestreo:			
Fecha de recepción (dd-mm-aaaa):	12/07/2016	Localidad:	Barco		
Fecha de análisis (dd-mm-aaaa):	13/07/2016	Distrito:	Chucuito		
Código de laboratorio:	P-0017	Provincia:	Puno		
Código de campo:	P-0017	Región:	Puno		
Origen de la muestra:	CUENCA ILAVE - PUNO				
Punto de muestreo:	CABECERA RIO GRANDE				
Responsable toma de muestras:	Analista Químico				
Procedimiento de toma de muestras:	Según protocolos de muestreo LCCA - PELT				
Forma de presentación:	Envase de Polietileno y Vidrio acaramelado refrigerado	Número de muestras:	2		
Condiciones de recepción de la muestra:	Sin Preservantes	Cantidad de muestra para ensayo:	500 ml.		
<b>INFORMACIÓN DEL CLIENTE</b>					
Solicitante:	Dirección de Estudios.				
Domicilio legal:	Puno, Jr. Deustua N° 882				
Teléfono:	51352999	Correo electrónico:			
Atención:					
Proyecto:	PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT				
<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>					
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO	ESTANDARES DE CALIDAD ECA 2015	
T °C	grados celsius	4.69	Metodo Electrometrico	Δ 3	
pH	unidad de pH	9.38	Metodo Electrometrico	6.5-9.0	
Conductividad	(μS/cm)	197	Metodo Electrometrico	1000	
OD	mg/L	8.98	Metodo Electrometrico	≥ 5	
O%	%	69.8	Metodo Electrometrico		
S.T.D.	mg/L	128	Metodo Electrometrico		
Nitratos	mg/L	0.1	Metodo de espectrofotometria (uv visible)	13	
Nitritos	mg/L	0.003	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
Fosfatos	mg/L	0.637	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
Sulfatos	mg/L	50.1	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
D.B.O (5)	mg/L	3.17	Metodo de Winkler	10	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100 ml.	110	Tubos Multiples	2000	
<small>Según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobado mediante Decreto Supremo Nº 002-2008-MINAG.</small>					
De acuerdo con los parámetros aquí determinados, el producto analizado es: <u>APTO</u> para la <u>CATEGORIA 4 - E2</u> : <u>RIOS COSTA Y SIERRA</u>					
<b>OBSERVACIONES HECHAS POR:</b>					
Responsable toma de muestras:	Tco. Laboratorio de calidad de aguas.				
Laboratorio:	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) - PELT; SEDE CHUCUITO				
Otros:					
<b>NOTAS:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>* El resultado: "&lt; valor numérico", significa, que se encuentra debajo del límite de cuantificación indicado.</li> <li>* Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada.</li> <li>* Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio.</li> <li>* Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.</li> <li>* Pasados 10 días hábiles después de entregado el informe, este se considera como aceptado.</li> <li>* El laboratorio no se hace responsable por la representatividad de la muestra si no ha sido tomada por el personal del Laboratorio de Control de Calidad del Agua del PELT.</li> </ul>					
Fecha del informe (dd-mm-aaaa):	26/07/2016				

		MINISTERIO DE AGRICULTURA PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT DIRECCIÓN DE ESTUDIOS LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) Carretera Panamerica Sur Nº 1090, Barco - Chucuito - Puno; Celular: 950025111		INFORME DE ENSAYO	
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>					
Fecha toma de muestra (dd-mm-aaaa):	12/07/2016	Factura Nº:			
Hora toma de muestra (hh:mm):	07:30	Registro de muestreo:			
Fecha de recepción (dd-mm-aaaa):	12/07/2016	Localidad:	Barco		
Fecha de análisis (dd-mm-aaaa):	14/07/2016	Distrito:	Chucuito		
Código de laboratorio:	P-0018	Provincia:	Puno		
Código de campo:	P-0018	Región:	Puno		
Origen de la muestra:	CUENCA ILAVE - PUNO				
Punto de muestreo:	CABECERA RIO BLANCO				
Responsable toma de muestras:	Analista Químico				
Procedimiento de toma de muestras:	Según protocolos de muestreo LCCA - PELT				
Forma de presentación:	Envase de Polietileno y Vidrio acaramelado refrigerado	Número de muestras:	2		
Condiciones de recepción de la muestra:	Sin Preservantes	Cantidad de muestra para ensayo:	500 ml.		
<b>INFORMACIÓN DEL CLIENTE</b>					
Solicitante:	Direccion de Estudios.				
Domicilio legal:	Puno, Jr. Deustua N° 882				
Teléfono:	51352999	Correo electrónico:			
Atención:					
Proyecto:	PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT				
<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>					
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO	ESTANDARES DE CALIDAD ECA 2015	
T °C	grados celsius	5.21	Metodo Electrometrico	Δ 3	
pH	unidad de pH	8.35	Metodo Electrometrico	6.5-9.0	
Conductividad	(µS/cm)	403	Metodo Electrometrico	1000	
OD	mg/L	7.5	Metodo Electrometrico	≥ 5	
O%	%	61.8	Metodo Electrometrico		
S.T.D.	mg/L	260	Metodo Electrometrico		
Nitratos	mg/L	0.9	Metodo de espectrofotometria (uv visible)	13	
Nitritos	mg/L	0.0246	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
Fosfatos	mg/L	1.173	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
Sulfatos	mg/L	180	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
D.B.O (5)	mg/L	3	Metodo de Winkler	10	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100 ml.	30	Tubos Multiples	2000	
<small>* Según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobado mediante Decreto Supremo Nº 002-2008-MINAM.</small>					
De acuerdo con los parámetros aquí determinados, el producto analizado es: <u>APTO</u> para la <u>CATEGORÍA 4 - E2</u> : <u>RIOS COSTA Y SIERRA</u>					
<b>OBSERVACIONES HECHAS POR:</b>					
Responsable toma de muestras:	Tco. Laboratorio de calidad de aguas.				
Laboratorio:	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) - PELT; SEDE CHUCUITO				
Otros:					
<b>NOTAS:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>* El resultado: "c valor numérico", significa, que se encuentra debajo del límite de cuantificación indicado.</li> <li>* Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada.</li> <li>* Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio.</li> <li>* Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.</li> <li>* Pasados 10 días hábiles después de entregado el informe, este se considera como aceptado.</li> <li>* El laboratorio no se hace responsable por la representatividad de la muestra si no ha sido tomada por el personal del Laboratorio de Control de Calidad del Agua del PELT.</li> </ul>					
Fecha del informe (dd-mm-aaaa):	26/07/2016				

		MINISTERIO DE AGRICULTURA PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT DIRECCIÓN DE ESTUDIOS LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) Carretera Panamericana Sur N° 1090, Barco - Chucuito - Puno; Celular: 950025111		INFORME DE ENSAYO	
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>					
Fecha toma de muestra (dd-mm-aaaa):	12/07/2016	Factura N°:			
Hora toma de muestra (hh:mm):	07:30	Registro de muestreo:			
Fecha de recepción (dd-mm-aaaa):	12/07/2016	Localidad:	Barco		
Fecha de análisis (dd-mm-aaaa):	14/07/2016	Distrito:	Chucuito		
Código de laboratorio:	P-0019	Provincia:	Puno		
Código de campo:	P-0019	Región:	Puno		
Origen de la muestra:	CUENCA ILAVE - PUNO				
Punto de muestreo:	AFLUENTES RIO BLANCO				
Responsable toma de muestras:	Analista Químico				
Procedimiento de toma de muestras:	Según protocolos de muestreo LCCA - PELT				
Forma de presentación:	Envase de Polietileno y Vidrio acaramelado refrigerado	Número de muestras:	2		
Condiciones de recepción de la muestra:	Sin Preservantes	Cantidad de muestra para ensayo:	500 ml.		
<b>INFORMACIÓN DEL CLIENTE</b>					
Solicitante:	Dirección de Estudios.				
Domicilio legal:	Puno, Jr. Deustua N° 882				
Teléfono:	51352999	Correo electrónico:			
Atención:					
Proyecto:	PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT				
<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>					
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO	ESTANDARES DE CALIDAD ECA 2015	
T °C	grados celsius	5.22	Metodo Electrometrico	Δ 3	
pH	unidad de pH	8.2	Metodo Electrometrico	6.5-9.0	
Conductividad	(µS/cm)	442	Metodo Electrometrico	1000	
OD	mg/L	7.8	Metodo Electrometrico	≥ 5	
O%	%	68.8	Metodo Electrometrico		
S.T.D.	mg/L	256	Metodo Electrometrico		
Nitratos	mg/L	0.4	Metodo de espectrofotometria (uv visible)	13	
Nitritos	mg/L	0.009	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
Fosfatos	mg/L	0.873	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
Sulfatos	mg/L	120	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
D.B.O (5)	mg/L	3.2	Metodo de Winkler	10	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100 ml.	30	Tubos Multiples	2000	
<small>Según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobado mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAN.</small>					
De acuerdo con los parámetros aquí determinados, el producto analizado es: <u>APTO</u> para la <u>CATEGORÍA 4 - E2 :</u> <u>RIOS COSTA Y SIERRA</u>					
<b>OBSERVACIONES HECHAS POR:</b>					
Responsable toma de muestras:	Tco. Laboratorio de calidad de aguas.				
Laboratorio:	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) - PELT; SEDE CHUCUITO				
Otros:					
<b>NOTAS:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>* El resultado: "c valor numérico", significa, que se encuentra debajo del limite de cuantificación indicado.</li> <li>* Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada</li> <li>* Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio.</li> <li>* Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.</li> <li>* Pasados 10 días hábiles después de entregado el informe, este se considera como aceptado.</li> <li>* El laboratorio no se hace responsable por la representatividad de la muestra si no ha sido tomada por el personal del Laboratorio de Control de Calidad del Agua del PELT.</li> </ul>					
Fecha del informe (dd-mm-aaaa):	26/07/2016				

		MINISTERIO DE AGRICULTURA PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT DIRECCIÓN DE ESTUDIOS LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) Carretera Panamerica Sur N° 1090, Barco - Chucuito - Puno; Celular: 950025111		INFORME DE ENSAYO	
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>					
Fecha toma de muestra (dd-mm-aaaa):	12/07/2016	Factura N°:			
Hora toma de muestra (hh:mm):	07:20	Registro de muestreo:			
Fecha de recepción (dd-mm-aaaa):	12/07/2016	Localidad:	Barco		
Fecha de análisis (dd-mm-aaaa):	14/07/2016	Distrito:	Chucuito		
Código de laboratorio:	P-0020	Provincia:	Puno		
Código de campo:	P-0020	Región:	Puno		
Origen de la muestra:	CUENCA ILAVE - PUNO				
Punto de muestreo:	AFLUENTES RIO BLANCO II				
Responsable toma de muestras:	Analista Químico				
Procedimiento de toma de muestras:	Según protocolos de muestreo LCCA - PELT				
Forma de presentación:	Envase de Polietileno y Vidrio acaramelado refrigerado	Número de muestras:	2		
Condiciones de recepción de la muestra:	Sin Preservantes	Cantidad de muestra para ensayo:	500 ml.		
<b>INFORMACIÓN DEL CLIENTE</b>					
Solicitante:	Dirección de Estudios.				
Domicilio legal:	Puno, Jr. Deustua N° 882				
Teléfono:	51352999	Correo electrónico:			
Atención:					
Proyecto:	PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT				
<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>					
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO	ESTANDARES DE CALIDAD ECA 2015	
T °C	grados celsius	5	Metodo Electrometrico	Δ 3	
pH	unidad de pH	7.9	Metodo Electrometrico	6.5-9.0	
Conductividad	(μS/cm)	242	Metodo Electrometrico	1000	
OD	mg/L	8.1	Metodo Electrometrico	≥ 5	
O%	%	78.8	Metodo Electrometrico		
S.T.D.	mg/L	250	Metodo Electrometrico		
Nitratos	mg/L	0.2	Metodo de espectrofotometria (uv visible)	13	
Nitritos	mg/L	0.006	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
Fosfatos	mg/L	0.673	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
Sulfatos	mg/L	90	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
D.B.O (5)	mg/L	3	Metodo de Winkler	10	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100 ml.	30	Tubos Multiples	2000	
<small>Según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobado mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM.</small>					
De acuerdo con los parámetros aquí determinados, el producto analizado es: <b>APTO</b> para la <b>CATEGORIA 4 - E2 :</b> <b>RIOS COSTA Y SIERRA</b>					
<b>OBSERVACIONES HECHAS POR:</b>					
Responsable toma de muestras:	Tco. Laboratorio de calidad de aguas.				
Laboratorio:	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) - PELT; SEDE CHUCUITO				
Otros:					
<b>NOTAS:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>* El resultado: "c valor numérico", significa, que se encuentra debajo del limite de cuantificación indicado.</li> <li>* Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada</li> <li>* Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio.</li> <li>* Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.</li> <li>* Pasados 10 días hábiles después de entregado el informe, este se considera como aceptado.</li> <li>* El laboratorio no se hace responsable por la representatividad de la muestra si no ha sido tomada por el personal del Laboratorio de Control de Calidad del Agua del PELT.</li> </ul>					
Fecha del informe (dd-mm-aaaa):	26/07/2016				

		MINISTERIO DE AGRICULTURA PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT DIRECCIÓN DE ESTUDIOS LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) Carretera Panamericana Sur Nº 1090, Barco - Chucuito - Puno; Celular: 950025111		INFORME DE ENSAYO	
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>					
Fecha toma de muestra (dd-mm-aaaa):	12/07/2016	Factura Nº:			
Hora toma de muestra (hh:mm):	13:10:00 a.m.	Registro de muestreo:			
Fecha de recepción (dd-mm-aaaa):	12/07/2016	Localidad:	Barco		
Fecha de análisis (dd-mm-aaaa):	13/07/2016	Distrito:	Chucuito		
Código de laboratorio:	P-0021	Provincia:	Puno		
Código de campo:	P-0021	Región:	Puno		
Origen de la muestra:	CUENCA ILAVE - PUNO				
Punto de muestreo:	FIN RIO CONDURIRI				
Responsable toma de muestras:	Analista Químico				
Procedimiento de toma de muestras:	Según protocolos de muestreo LCCA - PELT				
Forma de presentación:	Envase de Polietileno y Vidrio acaramelado refrigerado	Número de muestras:	2		
Condiciones de recepción de la muestra:	Sin Preservantes	Cantidad de muestra para ensayo:	500 ml.		
<b>INFORMACIÓN DEL CLIENTE</b>					
Solicitante:	Direccion de Estudios.				
Domicilio legal:	Puno, Jr. Deustua N° 882				
Teléfono:	51352999	Correo electrónico:			
Atención:					
Proyecto:	PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT				
<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>					
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO	ESTANDARES DE CALIDAD ECA 2015	
T °C	grados celsius	6.08	Metodo Electrometrico	Δ 3	
pH	unidad de pH	7.9	Metodo Electrometrico	6.5-9.0	
Conductividad	(µS/cm)	460	Metodo Electrometrico	1000	
OD	mg/L	7.74	Metodo Electrometrico	≥ 5	
O <sub>2</sub> %	%	72.7	Metodo Electrometrico		
S.T.D.	mg/L	299	Metodo Electrometrico		
Nitratos	mg/L	0.01	Metodo de espectrofotometria (uv visible)	13	
Nitritos	mg/L	0.0146	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
Fosfatos	mg/L	0.394	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
Sulfatos	mg/L	113	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
D.B.O (5)	mg/L	2.5	Metodo de Winkler	10	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100 ml.	40	Tubos Multiples	2000	
<small>Según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobado mediante Decreto Supremo Nº 002-2008-MINAM.</small>					
De acuerdo con los parámetros aquí determinados, el producto analizado es: <u>APTO</u> para la <u>CATEGORÍA 4 - E2 :</u> <u>RIOS COSTA Y SIERRA</u>					
<b>OBSERVACIONES HECHAS POR:</b>					
Responsable toma de muestras:	Tco. Laboratorio de calidad de aguas.				
Laboratorio:	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) - PELT; SEDE CHUCUITO				
Otros:					
<b>NOTAS:</b> * El resultado: "c valor numerico", significa, que se encuentra debajo del limite de cuantificación indicado. * Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada. * Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio. * Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. * Pasados 10 días hábiles después de entregado el informe, este se considera como aceptado. * El laboratorio no se hace responsable por la representatividad de la muestra si no ha sido tomada por el personal del Laboratorio de Control de Calidad del Agua del PELT.					
Fecha del informe (dd-mm-aaaa):	26/07/2016				

		MINISTERIO DE AGRICULTURA PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT DIRECCIÓN DE ESTUDIOS LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) <small>Carretera Panamérica Sur N° 1090, Barco - Chucuito - Puno; Celular: 950025111</small>		INFORME DE ENSAYO	
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>					
Fecha toma de muestra (dd-mm-aaaa):	12/07/2016	Factura N°:			
Hora toma de muestra (hh:mm):	08:50	Registro de muestreo:			
Fecha de recepción (dd-mm-aaaa):	12/07/2016	Localidad:	Barco		
Fecha de análisis (dd-mm-aaaa):	13/07/2016	Distrito:	Chucuito		
Código de laboratorio:	P-0022	Provincia:	Puno		
Código de campo:	P-0022	Región:	Puno		
Origen de la muestra:	CUENCA ILAVE - PUNO				
Punto de muestreo:	CABECERA RIO CONDURIRI				
Responsable toma de muestras:	Analista Químico				
Procedimiento de toma de muestras:	Según protocolos de muestreo LCCA - PELT				
Forma de presentación:	Envase de Polietileno y Vidrio acaramelado refrigerado	Número de muestras:	2		
Condiciones de recepción de la muestra:	Sin Preservantes	Cantidad de muestra para ensayo:	500 ml.		
<b>INFORMACIÓN DEL CLIENTE</b>					
Solicitante:	Dirección de Estudios.				
Domicilio legal:	Puno, Jr. Deustua N° 882				
Teléfono:	51352999	Correo electrónico:			
Atención:					
Proyecto:	PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA - PELT				
<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>					
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO	ESTANDARES DE CALIDAD ECA 2015	
T °C	grados celsius	8.18	Metodo Electrometrico	Δ 3	
pH	unidad de pH	8.19	Metodo Electrometrico	6.5-9.0	
Conductividad	(μS/cm)	124	Metodo Electrometrico	1000	
OD	mg/L	8.23	Metodo Electrometrico	≥ 5	
O%	%	70.9	Metodo Electrometrico		
S.T.D.	mg/L	80	Metodo Electrometrico		
Nitratos	mg/L	0.2	Metodo de espectrofotometria (uv visible)	13	
Nitritos	mg/L	0.0032	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
Fosfatos	mg/L	0.175	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
Sulfatos	mg/L	56	Metodo de espectrofotometria (uv visible)		
D.B.O (5)	mg/L	2.83	Metodo de Winkler	10	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100 ml.	30	Tubos Multiples	2000	
<small>Según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobado mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAN.</small>					
De acuerdo con los parámetros aquí determinados, el producto analizado es: <u>APTO</u> para la <u>CATEGORÍA 4 - E2</u> : <u>RIOS COSTA Y SIERRA</u>					
<b>OBSERVACIONES HECHAS POR:</b>					
Responsable toma de muestras:	Tco. Laboratorio de calidad de aguas.				
Laboratorio:	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA (LCCA) - PELT; SEDE CHUCUITO				
Otros:					
<b>NOTAS:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>El resultado: "&lt; valor numérico", significa, que se encuentra debajo del límite de cuantificación indicado.</li> <li>Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada</li> <li>Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio.</li> <li>Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.</li> <li>Pasados 10 días hábiles después de entregado el informe, este se considera como aceptado.</li> <li>El laboratorio no se hace responsable por la representatividad de la muestra si no ha sido tomada por el personal del Laboratorio de Control de Calidad del Agua del PELT.</li> </ul>					
Fecha del informe (dd-mm-aaaa):	26/07/2016				

**c) Decreto supremo N° 015-2015 MINAN**