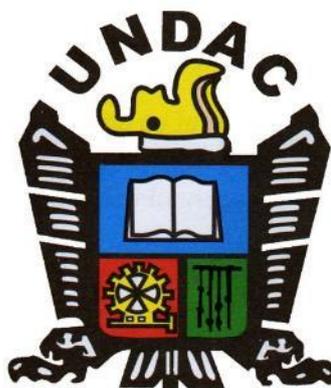


**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**Verificación del cumplimiento de los parámetros del ECA agua para los anexos de Rio Pisco y Mesapata mediante el análisis fisicoquímico y microbiológico – del Distrito de Oxapampa – Pasco.**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Ambiental**

**Autor: Bach. Rosa Irene del Pilar GALLARDO LOCONI**

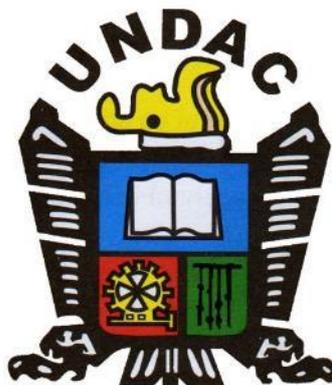
**Asesor: Mg. Lucio ROJAS VITOR**

**Oxapampa – Perú – 2021**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**Verificación del cumplimiento de los parámetros del ECA agua para los anexos de  
Rio Pisco y Mesapata mediante el análisis fisicoquímico y microbiológico – del  
Distrito de Oxapampa – Pasco.**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado

---

M.Sc. Eleuterio Andrés ZAVALA SANCHEZ  
**PRESIDENTE**

---

Mg. Luis Alberto PACHECO PEÑA  
MIEMBRO

---

Mg. Anderson MARCELO MANRIQUE  
MIEMBRO

## **DEDICATORIA**

Esta tesis lo dedico primero a Dios quien me dio la vida y la sabiduría, a mi padre que está en el cielo, madre “mi mamita”, quienes son los pilares fundamentales en mi vida dignos ejemplos de trabajo y constancia quienes con sus esfuerzos supieron sacarme adelante, y a mis hermanos y primos, quienes siempre me han dado su apoyo y su ayuda.

## **RECONOCIMIENTO**

A Dios, por regalarme muchas bendiciones en este camino largo y difícil, tú has sido mi fortaleza para soportar todas las adversidades y contigo lo he logrado.

A mi madre, hermanos y primos, que siempre me han dado su apoyo incondicional y a quienes debo este logro profesional, por todo su dedicación y esfuerzo incondicional para darme una formación académica y sobre todo humanista y espiritual. Ellos son parte de este triunfo y para ellos todo mi agradecimiento.

Al Programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, de manera especial a todos los docentes que compartieron su conocimiento laboral en mi formación profesional.

Al asesor de tesis, por su sentido crítico, por sus valiosas y acertadas sugerencias en el desarrollo de la tesis.

## RESUMEN

La investigación titulada “Verificación del cumplimiento de los parámetros del ECA agua para los anexos de Rio Pisco y Mesapata mediante el análisis fisicoquímico y microbiológico del distrito de Oxapampa – Pasco”; cuyo objetivo es establecer si los parámetros físico – químicos y microbiológicos en la captación Rio Pisco – Mesapata cumplen con los parámetros del D.S. N° 004 – 2017 – MINAM se modificó los ECA – Agua, empleo el método observacional, prospectivo, descriptivo y longitudinal; La población muestral estuvo conformada por el agua de la captación Rio Pisco – Mesapata, de donde se recolecto las muestras de agua para su análisis fisicoquímico y microbiológico en el laboratorio Servicios Analíticos Generales. La comparación del sistema de hipótesis se realizó mediante la prueba de la “T” Student, procesada en el SPSS V22.para obtener los resultados. Respecto a la observación físico – químico y microbiológico de la captación “Río Pisco – Mesapata”; se tiene los siguientes resultados de los parámetros físico – químicos los cuales cumplen con la norma legal vigente, por otra parte, los resultados microbiológicos no cumplen con lo establecido en el D.S. N° 004 – 2017 – MINAM.

**Palabras Claves:** Parámetros, monitoreo, captación y ECA agua

## **ABSTRACT**

The investigation entitled "Verification of compliance with the ECA water parameters for the annexes of Rio Pisco and Mesapata through the physicochemical and microbiological analysis of the district of Oxapampa - Pasco"; whose objective is to establish if the physical-chemical and microbiological parameters in the Rio Pisco-Mesapata catchment comply with the parameters of the S.D. N ° 004 - 2017 - MINAM modified the RCTs - Water, using the observational, prospective, descriptive and longitudinal method; The sample population was made up of the water from the Rio Pisco - Mesapata catchment, from which the water samples were collected for their physicochemical and microbiological analysis in the General Analytical Services laboratory. The comparison of the hypothesis system was carried out by means of the Student "T" test, processed in the SPSS V22. to obtain the results. Regarding the physical - chemical and microbiological observation of the catchment "Río Pisco - Mesapata"; The following results of the physical-chemical parameters are obtained, which comply with the current legal norm, on the other hand, the microbiological results do not comply with the provisions of the S.D. N ° 004 - 2017 - MINAM.

**Key Words:** Parameters, monitoring, catchment and ECA water

## INTRODUCCIÓN

El recurso natural agua es de vital importancia para el desarrollo humano y en especial para su consumo, donde se deben de cumplir ciertos criterios normativos como los parámetros determinados en su calidad, donde tiene una característica principal la cual debe ser inocua para que no tenga riesgo en la salud de los seres humanos. Podemos decir que el agua no debe tener ninguna alteración para no afectar en la salud humana. Uno de los problemas más usuales en el agua se da por las heces de los seres humanos y de los animales

En el mundo, en la zona de Latinoamérica es donde los cuerpos de agua en la parte microbiológica son seguras, porque el agua no se encuentra algún microorganismo nocivo de las heces. Un medio de contaminación de diversas enfermedades del ser humano es el agua donde al consumir es un vehículo de ingesta de bacterias las cuales pueden ocasionar daños en la salud humana.

En el país siendo muy diverso tiene las siguientes regiones como son: costa, selva y sierra; siendo un país con un gran almacenaje de agua dulce en comparación a los demás países del mundo, pero al tener una explotación demográfica sin control nos trae como consecuencia que no toda la población tiene acceso al agua potable por las inexistencias de algún sistema de agua potable los cuales pueden ocasionar alguna EDA, el cual es una de las causas de muerte a nivel mundial (OMS, 2006). Al tener este problema los gobiernos deben de incrementar sus presupuestos en temas de salud para utilizarlos en la prevención y fortalecimiento de las instituciones de salud públicos; también el tema económico va a repercutir en la economía familiar para afrontar alguna enfermedad ocasionada por el consumo de agua no potable o no apta para el consumo de las personas, esto nos traerá como consecuencia la disminución de la esperanza de vida de las familias azarosas.

La tesis de investigación, “Verificación del cumplimiento de los parámetros del ECA agua para los anexos de Rio Pisco y Mesapata mediante el análisis fisicoquímico y microbiológico – del distrito de Oxapampa – Pasco”, se contrasto los resultados obtenidos de los parámetros físico – químicos y microbiológicos con el D.S. N° 004 – 2017 – MINAM, donde se determina las disposiciones generales en relación al manejo y su calidad en el agua potable para la ingesta en el ser humano, para proteger su inocuidad, para advertir los factores de riesgos salubres, así como preservar e impulsar el bienestar y la salud en la población.

La calidad del agua potable es una preocupación en diversos países de Latinoamérica y el resto del mundo, los cuales son países en vías de desarrollo y países desarrollados, por las diversas consecuencias de la salud en la población. Existen agentes sépticos y los productos químicos son muy tóxicos los cuales tienen alto índice de factores de riesgo; por ello se realizó la verificación de la calidad del agua en la captación Río Pisco – Mesapata, es una medida de la condición del agua en relación a los requisitos para consumo humano, se observó la problemática de la calidad del agua de consumo en las localidades de Rio Pisco y Mesapata.

La tesis, se ejecutó con el determinar si los parámetros fisicoquímico y microbiológico de la captación de Rio Pisco – Mesapata y cumplen con los parámetros por el D.S. N° 004 – 2017 – MINAM, a continuación, se detalla el contenido de la tesis.

En el primer capítulo se desarrolló la formulación del planteamiento de la tesis, seguidamente se describió el problema, después se formuló el problema, continuamos con la formulación de los objetivos de la investigación, después se redactó la justificación, limitaciones y se determinó si es viable o no el trabajo de investigación.

En el segundo capítulo se desarrolló el marco teórico el cual guiara la investigación en la tesis, primero se realizó una búsqueda de información de los antecedentes

internacionales, nacionales y para terminar regionales o locales, después se redactó las bases teóricas, seguidamente la definición conceptual, la formulación del sistema de hipótesis luego las variables y para concluir su operacionalización.

En el tercer capítulo se desarrolló el análisis de la metodología de la investigación donde se determinó el tipo de investigación, después se determinó la población y la muestra, seguidamente se explicó las técnicas e instrumentos para medir las variables y la técnica para la exposición de los datos.

En el cuarto capítulo describo los resultados que se obtuvieron previo a un análisis físico – químico y microbiológico por medio del procesamiento de datos y la prueba del sistema de hipótesis que se planteó.

Para terminar, se realizó la discusión de los resultados obtenidos con los diversos autores mencionados.

## INDICE

<b>DEDICATORIA</b>	<b>I</b>
<b>RECONOCIMIENTO</b>	<b>II</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>III</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>IV</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>V</b>
<b>CAPITULO I</b>	<b>1</b>
<b>PROBLEMA DE INVESTIGACION</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Identificación y Determinación del Problema</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Delimitación de la investigación</b>	<b>2</b>
<b>1.3. Formulación del Problema</b>	<b>3</b>
<b>1.3.1. Problema principal</b>	<b>3</b>
<b>1.3.2. Problemas específicos</b>	<b>3</b>
<b>1.4. Formulación de Objetivos</b>	<b>3</b>
<b>1.4.1. Objetivo general</b>	<b>3</b>
<b>1.4.2. Objetivos específicos</b>	<b>3</b>
<b>1.5. Justificación de la Investigación</b>	<b>4</b>
<b>1.6. Limitaciones de la investigación</b>	<b>4</b>
<b>CAPITULO II</b>	<b>6</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>6</b>
<b>2.1. Antecedentes de estudio.</b>	<b>6</b>
<b>2.1.1. A nivel nacional</b>	<b>6</b>
<b>2.1.2. A nivel internacional</b>	<b>8</b>
<b>2.2. Bases Teóricas – Científicas</b>	<b>10</b>
<b>2.2.1. El agua y la actividad humana</b>	<b>10</b>
<b>2.2.2. Ciclo hidrológico</b>	<b>11</b>
<b>2.2.3. Manantiales según su origen</b>	<b>11</b>
<b>2.2.4. Aguas subterráneas</b>	<b>12</b>
<b>2.2.5. Manantiales</b>	<b>12</b>
<b>2.2.6. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua</b>	<b>13</b>
<b>2.2.7. Aspectos Legales</b>	<b>18</b>

2.2.8.	Evaluación de los parámetros del agua para consumo humano	20
2.3.	Definición de Términos Básicos	20
2.3.1.	Agua residual	21
2.3.2.	Agua tratada	21
2.3.3.	Estándar de calidad ambiental (ECA)	21
2.3.4.	Cadena de custodia	21
2.3.5.	Calidad de agua	21
2.3.6.	Cuerpo receptor	22
2.3.7.	Caudal	22
2.3.8.	Monitoreo de calidad de agua	22
2.3.9.	Muestra de agua	22
2.3.10.	Preservante químico	22
2.3.11.	Protocolo	23
2.3.12.	Punto de monitoreo	23
2.3.13.	Punto de control	23
2.3.14.	Río	23
2.3.15.	Agua superficial	23
2.4.	Formulación de Hipótesis	23
2.4.1.	Hipótesis General	24
2.4.2.	Hipótesis Específicas	24
2.5.	Identificación de las variables	24
2.5.1.	Variable Independiente	24
2.5.3.	Variable interviniente	24
2.6.	Definición Operacional de variables e Indicadores	24
CAPITULO III		26
MÉTODOLÓGÍA Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN		26
3.1.	Tipo de Investigación	26
3.2.	Método de investigación	26
3.2.1.	Etapas de Investigación	31
3.3.	Diseño de investigación	32
3.4.	Población y Muestra	32

<b>3.5.</b>	<b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....</b>	<b>33</b>
<b>3.5.1.</b>	<b>Materiales _____</b>	<b>33</b>
<b>3.5.2.</b>	<b>Equipos _____</b>	<b>34</b>
<b>3.6.</b>	<b>Técnicas de procesamiento y análisis de los datos.....</b>	<b>34</b>
<b>3.7.</b>	<b>Tratamiento Estadístico.....</b>	<b>36</b>
<b>3.8.</b>	<b>Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación</b>	<b>36</b>
<b>3.9.</b>	<b>Orientación ética.....</b>	<b>37</b>
<b>CAPITULO IV _____</b>		<b>38</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN _____</b>		<b>38</b>
<b>4.1.</b>	<b>Descripción del trabajo de campo.....</b>	<b>38</b>
<b>4.1.1.</b>	<b>Área de influencia _____</b>	<b>38</b>
<b>4.1.2.</b>	<b>Recursos hídricos y calidad del agua _____</b>	<b>39</b>
<b>4.1.3.</b>	<b>Reconocimiento y descarte de fuentes _____</b>	<b>39</b>
<b>4.1.4.</b>	<b>Análisis de la fuente adoptada _____</b>	<b>40</b>
<b>4.2.</b>	<b>Presentación, análisis e interpretación de resultados.....</b>	<b>41</b>
<b>4.2.1.</b>	<b>Resultados de la calidad del agua _____</b>	<b>41</b>
<b>4.3.</b>	<b>Prueba de Hipótesis.....</b>	<b>45</b>
<b>4.4.</b>	<b>Discusión de resultados.....</b>	<b>45</b>
<b>4.4.1.</b>	<b>Graficas de los parámetros medidos en campo. _____</b>	<b>46</b>
-	<b>Conductividad Eléctrica (C.E.) _____</b>	<b>46</b>
<b>4.4.2.</b>	<b>Gráficas de los resultados de parámetros fisicoquímicos _____</b>	<b>47</b>
-	<b>Turbiedad _____</b>	<b>48</b>
-	<b>Solidos Totales Disueltos (STD) _____</b>	<b>48</b>
-	<b>Cloruros _____</b>	<b>49</b>
-	<b>Sulfatos _____</b>	<b>50</b>
-	<b>Dureza _____</b>	<b>50</b>
-	<b>Cianuro Total _____</b>	<b>51</b>
-	<b>Fluoruros _____</b>	<b>52</b>
-	<b>Nitratos _____</b>	<b>52</b>
-	<b>Nitritos _____</b>	<b>53</b>

<b>4.4.3.</b>	<b>Grafica de parámetros microbiológicos y parasitológicos</b>	<b>54</b>
-	<b>Coliformes Totales</b>	<b>54</b>
-	<b>Escherichia Coli</b>	<b>55</b>

**CONCLUSIONES**

**RECOMENDACIONES**

**BIBLIOGRAFÍA**

**ANEXOS**

## INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Definición operacional de variables e indicadores .....	24
Tabla N° 2: Parámetros medidos en campo .....	289
Tabla N° 3: Parámetros fisicoquímicos.....	299
Tabla N° 4: Parámetros metálicos. ....	30
Tabla N° 5: Parámetros microbiológicos .....	311
Tabla N° 6: Parámetros parasitológicos .....	311
Tabla N° 7: Parámetro hidrobiológico .....	311
Tabla N° 8: Ubicación de los puntos de monitoreo de calidad de agua .....	40
Tabla N° 9: Descripción de captaciones.....	411
Tabla N° 10: Resultados de parámetros medidos en campo .....	411
Tabla N° 11: Resultados de parámetros fisicoquímicos.....	422
Tabla N° 12: Resultados de Metales pesados.....	433
Tabla N° 13: Resultados de parámetros microbiológicos .....	444
Tabla N° 14: Resultados de parámetros parasitológicos .....	444
Tabla N° 15: Resultados del parámetro hidrobiológico .....	444

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración N° 1: Concentración de pH en el agua .....	46
Ilustración N° 2: Conductividad eléctrica en el agua .....	477
Ilustración N° 3: Color de agua .....	477
Ilustración N° 4: Turbiedad en el agua.....	488
Ilustración N° 5: Sólidos totales disueltos en el agua .....	499
Ilustración N° 6: Concentración de Cloruros en el agua .....	499
Ilustración N° 7: Concentración de Cloruros en el agua .....	50
Ilustración N° 8: Dureza del agua .....	511
Ilustración N° 9: Cianuro Total en el Agua.....	511
Ilustración N° 10: Fluoruros en el Agua.....	522
Ilustración N° 11: Nitratos en el Agua .....	533
Ilustración N° 12: Nitritos en el Agua.....	533
Ilustración N° 13: Coliformes Termotolerantes en el Agua.....	544
Ilustración N° 14: Coliformes Totales en el Agua .....	555
Ilustración N° 15: Coliformes Totales en el Agua .....	566
Ilustración N° 16: OVL en el Agua.....	577
Ilustración N° 17: Formas Parasitarias en el Agua.....	588

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACION**

#### **1.1. Identificación y Determinación del Problema**

El agua es un problema vigente y complejo a nivel mundial en el que intervienen diversos factores como es el aumento desmedido de la población el genera mayor cantidad de uso de agua para el consumo humano, el aumento de empresas industriales, la sobreexplotación y la alteración del estado natural de este recurso hídrico. El agua no potable y el saneamiento deficiente vienen a ser las causas principales de la mortalidad infantil en menores de cinco años en países en vía de desarrollo. Las enfermedades gastrointestinales y falta de higiene están asociadas a la escasez de agua, saneamientos inadecuados, aguas contaminadas que contienen agentes patógenos que son la principal causante de muertes a 1,5 millones de niños al año. Se calcula que alrededor 1 100 millones de habitantes tienen escasea el agua potable y otros 2.400 millones no tienen infraestructura de saneamiento.

Según la FAO nuestro país es el octavo en el mundo al tener reservas de agua dulce el cual comprende el 2% del planeta, pero debemos de tener en cuenta que

los servicios de agua potable y alcantarillado en nuestro país es insuficiente para atender la demanda de la población, esto se da mayormente en las provincias, se tiene que uno de cada cinco habitantes en el Perú no tienen acceso al tan privilegiado agua potable, hay regiones como son: Ucayali, Pasco, Huancavelica y Loreto, tienen el servicio de agua potable entre el 51% y 60% de las viviendas; y en las zonas rurales solo el 2% tiene acceso al servicio de agua potable; asimismo, seis millones de peruanos que no tienen al acceso de saneamiento básico. En la capital del país, más de un millón de habitantes no tiene acceso al agua potable, esto nos indica el ANA, Lima sufre de insuficiencia austera del líquido elemento como es el agua por las siguientes características como es el crecimiento poblacional, cambio climático y el desperdicio en los diferentes usos, como dato tenemos que el 30% del agua que se produce en el país no se cobra por el mal uso como son las conexiones clandestinas y la rotura de los tubos en las redes primarias y secundarias.

Muchos de los pobladores e incluso estudiantes no tienen un conocimiento real de la problemática del agua que existe en nuestra provincia de Huánuco, acerca de cómo se abastecen las personas que viven en las zonas denominadas urbano-marginales y sus secuelas en la salud.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

Alcanzando un punto crítico de la caracterización de las muestras de agua para su análisis y caracterización nos centramos en la investigación de las concentraciones físico – química y microbiológica que desempeña el recurso hídrico de la captación para los anexos Rio Pisco y Mesapata para las poblaciones respectivas. En un valor determinado de conocer las diferentes características de esta fuente de agua y así verificar el cumplimiento de los parámetros del ECA

AGUA vs los resultados obtenidos; y a su vez determinar si esta es apta para el consumo humano.

### **1.3. Formulación del Problema**

#### **1.3.1. Problema principal**

¿Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en la captación Río Pisco – Mesapata cumplen con lo establecido en el ECA Agua?

#### **1.3.2. Problemas específicos**

- ¿Cuáles son las cuantificaciones físicas – químicos de la captación Río Pisco – Mesapata de los anexos de Mesapata y Río Pisco?
- ¿Cuáles son los parámetros microbiológicos de la captación Río Pisco – Mesapata de los anexos de Mesapata y Río Pisco?
- ¿En qué categoría del ECA agua se encuentran la captación Río Pisco – Mesapata de los anexos de Mesapata y Río Pisco?

### **1.4. Formulación de Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Valuar los parámetros físicos – químico y microbiológico de la captación Río Pisco – Mesapata de los anexos de Mesapata y Río Pisco para verificar el cumplimiento del Estándar de Calidad de Agua.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Establecer los parámetros físicos – químico en la captación Río Pisco – Mesapata de los anexos de Mesapata y Río Pisco.
- Determinar la concentración microbiológica de la captación Río Pisco – Mesapata de los anexos de Mesapata y Río Pisco.
- Determinar qué categoría del ECA agua se encuentran la captación Río Pisco – Mesapata de los anexos de Mesapata y Río Pisco.

### **1.5. Justificación de la Investigación**

En la captación de agua de Río Pisco – Mesapata es una fuente de agua que abastece a los anexos de Río Pisco y Mesapata y que está siendo utilizado para actividades domésticas de los pobladores de estos anexos.

La realización de la presente tesis de investigación es necesaria para conocer la problemática del agua potable, en los diversos parámetros físicos, químicos y microbiológicos de una captación y sus posibles efectos toxicológicos que pueden ocasionar en el cuerpo humano deteriorando la salud de la población de los anexos de Mesapata y Río Pisco.

Esta evaluación de los parámetros sirvió para que la población de los anexos de Mesapata y Río Pisco conozca los resultados analizados en la investigación, la información fue relevante para dar un buen uso al agua y tener mejores estrategias que nos permitan realzar prevenciones sobre el consumo del agua.

Este estudio contribuye al ATM de la Municipalidad Provincial de Oxapampa y otras entidades involucradas para un estudio posterior y tener una iniciativa para la realización de proyectos abocados al abastecimiento de agua en zonas inclinadas como son los cerros.

### **1.6. Limitaciones de la investigación**

Para la tesis se tuvo las limitaciones:

Limitantes teóricas, es decir no se contó con antecedentes ni estudios similares de análisis fisicoquímico y microbiológico en las diferentes fuentes de agua de los Anexos de Mesapata y Río Pisco.

Limitante de la distancia hacia el lugar de estudio, dado que el acceso hacia la captación no cuenta carretera afirmada lo cual hace difícil que transite un vehículo, el recorrido caminado es de 1 hora desde el anexo de Río Pisco, además

es una zona con un alto nivel inseguridad ciudadana, por lo cual solo se visto el lugar en horario diurno.

El costo por el procesamiento por los parámetros físico – químicos y microbiológicos en la captación de Río Pisco – Mesapata, al no tener un presupuesto asignado para las diversas actividades del monitoreo por alguna institución, estos costos serán asumidos por mi persona para desarrollar de la mejor manera este proyecto.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio.**

##### **2.1.1. A nivel nacional**

Zegarra Chávez indica que tiene como objetivo principal conocer el comportamiento de la calidad del agua en los parámetros fisicoquímica y microbiológica del manantial denominado Huañambra. Se realizaron los análisis respectivos a los siguientes parámetros como son el pH, CE, turbidez, alcalinidad, dureza total, solidos totales, sulfatos, nitratos, cloruros, Fe, nitritos, Cu, Cr, Al, Cd, Pb y Zn, lo cuales fueron monitoreados en el manantial Huañambra, estos dieron los siguientes resultados que nos indican que no existe contaminación por que las cantidades son mínimas que el ECA del agua indica. Lo que, si nos indica que los parámetros microbiológicos si existe indicios de contaminación, porque los resultados están por encima del ECA agua, en los coliformes totales y fecales se superaron los rangos establecidos en el mes de marzo y febrero

respectivamente con valores de 1760 UFC/100ml y 1120 UFC/100ml respectivamente (2016).

Fabián Paulino & Mendoza Wong, tienen como objetivo analizar las propiedades del agua para formular algunas estrategias de participación para una buena utilización. Se obtuvieron resultados no alentadores en los coliformes totales y termotolerantes en dos puntos de muestreo como son el 3 y 4, los cuales no cumplen con el D.S. N° 031 – 2010 – SA y otros instrumentos como las guías de la OMS, los cuales nos indican que no cumplen con los valores determinados, también en el parámetro organoléptico en las muestras 3 y 4 se comparó los resultados con el D.S. N° 031 – 2010 – SA, se tiene que las muestras cumplen con los valores establecidos en dicho decreto. (2015)

Frías Quiñones & Montilla Cabudiva, propusieron como un objetivo principal la evaluación de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en su investigación, donde concluyeron que los parámetros físicos como es el pH, no están dentro del rango del ECA agua. También en los parámetros químicos como el fosfato, OD, aceites y grasas están significativamente un poco elevados del ECA agua; pero en los parámetros microbiológicos como los coliformes termotolerantes y totales están muy elevados de los permitido por el ECA agua vigentes en el país (2016).

Valdivia Martel, Se propuso como un objetivo principal la evaluación de la calidad del agua para el uso doméstico, con las EDAs en menores de 0 a 5 años de edad en el centro poblado de Pachachupán, en los meses de enero – junio del 2017. Los análisis lo realizó la DIRESA – Huanuco, donde se llega a la conclusión que el agua que se viene consumiendo los pobladores

no es apta para consumo o ingesta de las personas, en su captación de la quebrada Tullca, también en la represa del lugar, por tener los resultados por encima de los LMP del D.S. 031 – 2010 – SA (2017).

Berrios Marcelo, indico que con el objetivo de estudio que demostraría la contaminación que sufre el río Niño a causa de las aguas residuales provenientes de la población, también el afluente del río Higueras en los meses de marzo – agosto del 2018. Luego se llegó a determinar que existe la contaminación en los parámetros físico, química y microbiológica donde superan los valores límites que se establecen en el ECA agua en las descargas de las aguas residuales (2018).

#### **2.1.2. A nivel internacional**

Reina Mora, menciona que determino la calidad del agua en el río Bejuco según el aspecto físico, químico y microbiológico y se relacionan con el ICA y TULSMA, donde se ubicaron tres puntos de muestreo, y se monitoreo en estiaje y avenida donde se obtuvo resultados muy sorprendentes, tal es así que en el DBO<sub>5</sub> en los puntos de muestreo 1, 2 y 3 en época de estiaje y avenida, en el monitoreo realizado en las dos épocas los LMP están por encima del marco jurídico, con una excepción en el punto de muestreo uno, donde en la época de estiaje los resultados nos indican que están dentro de los niveles que se establecen en la norma para el uso del agua en los domicilios. Luego de describir los resultados realizados en los tres puntos de muestreo en las épocas de estiaje y avenida, para ser relacionados con el ICA donde se evidencia que el agua en la microcuenca del Bejuco la contaminación es mínima a pesar que la actividad agrícola contribuye en forma continua en la contaminación (2013).

Espinel Pino & Espinel Pino, indican que al realizar el estudio de la micro cuenca el Membrillo los cuales se utilizan para el consumo humano se debe realizar de una manera urgente el tratamiento adecuado por el alto de contaminación de estas aguas, por el contrario, para el uso de estas aguas en la actividad agrícola no necesita tratamiento por estar dentro del ICA por su uso. También debemos mencionar que la contaminación de este cuerpo de agua no tiene un patrón que predomina ni para las zonas altas, medias y bajas, pero en una comunidad en especifica como es el de Chapuli 1 es donde tiene el agua de mejor calidad. En los demás puntos de monitoreo el grado de la contaminación se debe básicamente por las actividades humanas que se realizan al entorno de la micro cuenca (2012).

(Petro Niebles & Wees Martinez, 2014), Mencionan que tenían como objetivo principal ver la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano en la ciudad de Turbaco, se realizó un monitoreo donde se obtuvieron resultados en campo, laboratorio y se utilizó algunas herramientas de gestión ambiental. Llegamos a la conclusión que el monitoreo que se realizó al agua potable en los diversos puntos de muestreo de la ciudad para tener exactamente los parámetros requeridos, estos nos indican que no hay existencia bacteriológica, en la parte fisicoquímica para el cloro residual no tienen los valores mínimos que pide la normativa Colombiana expedido el año 2007 (2014).

Reascos Chamorro & Yar Saavedra Indican que al determinar las condiciones del agua para consumo humano y también formular un sistema de monitoreo participativo que sea sostenido en el tiempo. En los análisis realizados a los diversos parámetros, los cuales se realizaron en diversas

fases, podemos indicar que en la primera fase que los cuerpos de agua no cumplen con las normativas vigentes para la captación, tratamiento, distribución para el consumo del agua apta para el ser humano, esto nos indica que la falta de infraestructura o las mismas condiciones del cuerpo del agua, también por la ganadería o también la deficiente dosificación del cloro y también por una mala conexión de las redes domiciliarias (2011).

Bonilla Portilla, planteo como objetivo el análisis del comportamiento hidrológico del manantial “El Castillo” a través del registro de parámetros hidrogeoquímicos, caudales y presencia de lluvia; durante los meses de enero 2010 – diciembre 2012. Concluyo que el ion Cloruro y el ion Sulfato son iones caracterizados por su mayor persistencia en el agua; su rango de concentración fue de 17 mg/L a 21 mg/L. para cloruros y de 25mg/L a 35 mg/L para sulfatos. Estas variaciones proponen un cambio importante hidrogeológicamente en el agua. El rango de la conductividad se da entre los 300  $\mu\text{s}/\text{cm}^2$  y los 360  $\mu\text{s}/\text{cm}^2$ , por su parte, la dureza fue de 80 mg/L y la alcalinidad fue de 52 mg/L a 65 mg/L. De estas propiedades se encuentra una reciprocidad con el tiempo de manera positiva, por lo que probablemente estos valores seguirán ampliándose con respecto a la estación (2013).

## **2.2. Bases Teóricas – Científicas**

### **2.2.1. El agua y la actividad humana**

Según Piqueras Urban en nuestro ambiente el agua dulce es necesario para vivir en una forma óptima, pero debemos de entender que no hay mucha disponibilidad o es caza en algunos lugares del mundo y la distribución no es igual. Existe una variación en función a su cantidad en épocas de estiaje

y avenida, también un factor predominante son las actividades antrópicas que se realizan en los diferentes cuerpos de agua. La diversidad de usos se sujeta en las personas y sus necesidades, la agricultura y industrial. También se puede determinar que es escasa por la cantidad de usuarios es muy alta en diversas partes del mundo, en los últimos años las zonas agrícolas necesitan una gran cantidad de agua para producir los frutos; las industrias no son ajenas al gran consumo de agua para sus diversas actividades propias de las diferentes industrias (2015).

### **2.2.2. Ciclo hidrológico**

Moreno Rudloff nos indica que tiene varios subsistemas los cuales se encuentran conectados a través de la transferencia del agua en las diferentes etapas. Se puede indicar también a las inmensas cantidades de agua en sus diferentes estados como vapor, hielo o líquido, estos a su vez se encuentran en movimientos constantes entre todas las zonas del sistema climático (en las nubes y aguas subterráneas) (2018).

### **2.2.3. Manantiales según su origen**

Rubio Campos et al., nos indican que los cuerpos de agua se acumulan en el sub suelo donde se impregna y satura las formaciones rocosas las cuales son permeables donde ocupan el macro y micro poro, desde la parte inferior en las formaciones rocosas donde lo almacenan hasta un determinado nivel freático, la calidad de las aguas son variables en dichos suelos, hay mucha relación con la naturaleza de los diversos materiales que circulan, debemos de entender que el agua subterránea perdura mucho más tiempo en los sub suelos y por eso tiende a lavar los materiales que tienen cantidades pequeñas de sal. Los arroyos son de mucha importancia en la vida humana, de mayor

consideración en zonas áridas o semiáridas, donde solucionan los problemas de dotación de agua para ser utilizados en actividades agrícolas y domésticas (2009).

#### **2.2.4. Aguas subterráneas**

Zegarra Chávez indica que son aquellas que están por el subsuelo de la superficie terrestre y que frecuentemente se almacenan en acuíferos. Un acuífero es una formación geológica donde se puede acumular una gran cantidad de agua el cual tiene una permeabilidad que retiene los cuerpos de agua. En los fundamentos geológicos nos indica que los acuíferos tienen diferentes tipos de material como las rocas permeables sedimentarias, el ripio, rocas cristalizadas, área suelta, piedras de lodo, rocas cristalizadas, lava volcánica quebrantada entre otras. Las aguas subterráneas se forman naturalmente por las infiltraciones de la lluvia a través del suelo, también por el deshielo de los nevados el cual gotea por la parte inferior de las lagunas o los ríos, cuando hay un exceso de lluvia aumentara la recarga de los acuíferos, estas aguas cuando llega al acuífero no se quedan ahí, toman un curso y buscando por donde salir a la superficie (2016).

#### **2.2.5. Manantiales**

Para Bonilla Portilla, estos nacen de las altas montañas, el agua de las precipitaciones se infiltra sobre la superficie terrestre y termina emergiendo, que son grietas donde sale el agua al cual lo llamamos manantial, estos vienen ligados a la alta impermeabilidad en los subsuelos, al tener esto se obliga al agua a salir a la superficie y no seguir infiltrándose; en otras ocasiones por la geología de los suelos subterráneos se acaloran por la

fricción con las rocas ígneas y estos nos dan como resultado las aguas termales (2013).

#### **2.2.5.1. Tipos de manantiales.**

Fibras y Normas de Colombia S.A.S., clasifica en 2 tipos esenciales (2018):

**Perennes.-** Se da cuando el movimiento de los manantiales es sostenido en los 365 días.

**Estacionales.-** Sucede esto cuando hay una escases de agua, esto se debe a que se secan algunos cuerpos de agua en diferentes temporadas, con mayor frecuencia se da en épocas de estiaje o también cuando no existe precipitaciones.

#### **2.2.6. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua**

Zegarra Chávez señala que los parámetros físicos del agua varían en el espacio y en el tiempo y entre las más representativas se encuentran (2016):

- **pH.-** Es un indicador o medida del agua para determinar si es ácido o básico, el cual nos dice que un  $\text{pH} < 7$  es un indicativo que el agua es ácido, pero si tenemos un  $\text{pH} > 7$  nos indica que el agua es básico; mayormente las aguas de fuentes naturales tienen un pH en un rango de 4 a 9, aunque en algunos sitios tienen un pH levemente alcalino por la presencia de algunas formaciones calcáreas; también es muy importante conocer su pH para saber si el agua es corrosiva o incrustante, cuando se tiene un pH bajo fácilmente los elementos tóxicos y otros elementos adquieren mayor movilidad y estos pueden ser consumidos por ciertos organismos o absorbidos por las plantas entre ellas acuáticas.

- **Temperatura.**- Es la medición del contenido calorífico del agua, es un parámetro de fácil registro y poca variación que nos puede ofrecer información preciado relacionada con el tipo de medio por donde se traslada el agua subterránea y la distancia vertical mediante el gradiente geotérmico (la temperatura aumenta 1°C por cada 33 m de profundidad). Es un parámetro significativo en lo que se describe al control del quimismo de las aguas.
- **Conductividad Eléctrica.**- Tiene la capacidad de ser un conductor de la electricidad, pero debemos de tener en cuenta que el agua en su estado natural o pura no tiene esa propiedad de conducir electricidad; al tener claro cuando hay electricidad en el agua, podemos determinar que cuando se mide el agua y conduce electricidad se determina que existe algunas alteraciones o impurezas que están en el agua. El equipo que se utiliza para medir la conductividad eléctrica se llama el conductivímetro, tiene la unidad de medida de los microsiemen/centímetro (uS/cm)
- **Sólidos Totales Disueltos.**- Se refieren a la concentración de los componentes disueltos presentes en las aguas naturales, y la salinidad a la concentración total de los componentes iónicos. Su medición se da en ppm o mg/L, este parámetro puede verse afectado por la temperatura y el pH por la precipitación o disolución de sales. Los STD, la salinidad y la conductividad eléctrica conllevan una relación al ser los parámetros que miden las soluciones disueltas en el agua.

Murillo, señala que los parámetros químicos del agua pueden ser perjudiciales de acuerdo con su concentración y composición (2006).

Describiremos los más resaltantes o importantes para un monitoreo para consumo humano:

- **Alcalinidad.**- Tiene la capacidad de tener en neutro el agua, otra característica importante es que el nivel del pH no debe ser básico o ácido en el agua; cuando la alcalinidad en el agua debe tener alrededor de pH 7, pero cuando las condiciones no son óptimas la acidez se eleva en el agua y por consiguiente la alcalinidad se acorta, por esta situación va causar daños muy perjudiciales en la vida acuática, la alcalinidad se expresa en ppm o mg/L de carbonato, la alcalinidad no tiene mucha importancia inmediata en temas de salud, pero se debe considerar en los procesos de tratamiento de agua como en la coagulación o corrección del poder oxidante en el agua.
- **Dureza Total.**- Es la concentración de minerales que existen en un cuerpo de agua, específicamente sales de calcio como de magnesio o hierro, además el grado de dureza tiene mucha relación con la proporción de la concentración de sales alcalinas, estas no representan ningún riesgo para la salud humana, pero el efecto más significativo son en los sitios donde el abastecimiento del agua tiene una elevada dureza, esto se da por las formaciones calcáreas.
- **Cloruros.**- Son sales que son el resultado de la unión del cloro gas y un metal que respectivamente son un ion negativo y positivo, al tener altas concentraciones de cloruro el agua tendrá un sabor insípido, al tener un catión muy predominante como el Na, una concentración de cloruro de 250 mg/L tiene un sabor salado que es perceptible, en cambio cuando hay mucho calcio y magnesio, es indetectable.

- **Sulfatos.-** Es la derivación del ácido sulfúrico el cual se puede encontrar en las aguas en su estado natural el cual es un componente que se encuentra disuelto en las precipitaciones, estos se aprovechan como origen del  $O_2$  en las bacterias, en condiciones anaeróbicas, el cual se convierte en  $H_2 S$ , también pueden tener origen de la oxidación de las bacterias de los compuestos azufrados, donde se inserta sulfuros metálicos y también los compuestos orgánicos.
- **Nitratos.-** Son elementos indeseables en el agua subterránea tienen una composición de químicos inorgánicos que derivan del N, el nitrato está en un estado natural pero en mínimas cantidades en la superficie terrestre, en cambio en las aguas del sub suelo pueden a con llevar la enfermedad comúnmente conocida como la metahemoglobina, es cuando el cuerpo humano intercambia  $NO_2^-$  en los grupos heme de la sangre, los cuales se encargan de la movilidad de la sangre en todo el cuerpo humano.
- **Plomo.-** Es un metal soberanamente nocivo y afecta a la mayoría de los órganos de nuestro cuerpo humano y en especial al sistema nervioso. La afección del plomo en la salud es de naturaleza toxicológica y se evalúan a través de niveles de plomo en la sangren llevando como resultado problemas neurotóxicos, incluyendo daño cerebral irreversible y síntomas de problemas gastrointestinales.
- **Arsénico.-** Es un elemento químico intensamente tóxico para todos los sirves vivos de la tierra, es común en el agua del sub suelo a nivel mundial, estas concentraciones de arsénico han sido lo suficientemente significativas para intoxicar a quienes las consuman puede traer como

consecuencia enfermedades como el cáncer a la piel, vejiga y riñones entre otras enfermedades.

Solórzano Ponce menciona que los parámetros microbiológicos del agua son obligatorios para aquellas personas jurídicas venden agua para consumo humano (2005), tenemos los más comunes que a continuación describiremos:

- **Coliformes totales.**- Pertenecen a la familia de las Enterobacterias, las cuales tienen diferentes variedades entre ellas la escherichia, serratia entre otros; al estar presente en el agua trae consigo la contaminación microbiana de los cuerpos de agua, los cuales no sabemos cuándo inician y de mala calidad el agua.
- **Coliformes termotolerantes.**- Al tener presencia de los coliformes en los sistemas de agua es un indicador que el agua está contaminado por las conocidas aguas negras o algún desecho en proceso putrefacción; siempre las bacterias como los coliformes se encuentran en mayor cantidad en la superficie del cuerpo del agua o en el fondo del cuerpo del agua.
- **Huevos y larvas de Helmintos.**- Los helmintos son los gusanos parasitarios que producen infecciones y enfermedades gastrointestinales más comunes que afectan a las personas y animales. El agua tiene la función más significativa en la movilización de los patógenos.
- **Bacterias Heterotróficas.**- Estas bacterias se alimentan de otros organismos para conseguir la materia orgánica y así poder sintetizarla, ellos no tienen un sistema de producción de alimentos independiente.

Gracias a este proceso se da la obtención de energía, nitrógeno y carbono. Generalmente estas conservan la gran adaptabilidad, además pueden soportar condiciones desfavorables de obtener el oxígeno y subsistir mayor tiempo que los otros microorganismos en los cuerpos de agua.

### **2.2.7. Aspectos Legales**

En el marco jurídico con respecto al cuidado y preservación del medio ambiente es muy diverso, además siempre hay que tener en cuenta los ODS que a partir de ellos se elaboran las normas internas de cada país, debemos de entender que el presente estudio se enfoca en el ODS 6 que tiene que ver con la conservación del recurso agua y su acceso en las poblaciones, la norma máxima que tenemos en el país es la constitución política, al tener estos instrumento de gestión se elabora las normas legales.

#### **2.2.7.1. Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano (DS N° 031 – 2010 – SA)**

Donde nos indica que el servicio debe ser adecuado desde el tratamiento hasta la distribución por las redes de agua potable, y también por consiguiente no debe causar daño a la población; también nos indica que la se debe asegurar la calidad, y como aseguramos realizando un control de calidad antes de distribuir el agua, también debemos de entender que si existen errores en su proceso se tendrán que realizar las correcciones necesarias. Aquellas personas jurídicas que tiene la autorización para distribuir agua deben realizar un control de calidad a los siguientes parámetros como: Coliformes totales, Coliformes

termotolerantes, Color, Turbiedad, Residual de desinfectante y pH, en una forma obligatoria, al tener ciertos parámetros que estén por encima de los LMP se deberá de investigar y realizar las medidas correctivas

#### **2.2.7.2. Decreto Supremo N° 004 – 2017 – MINAM**

El ECA Agua se deben de cumplir en forma obligatoria en los diversos tipos de usos de los cuerpos de agua, también una vez que se aplique este instrumento de gestión se podrá elaborar normas relacionadas a la conservación del recurso agua y otros instrumentos de gestión tal como determina la Ley N° 28611. El ECA para Agua es un referente obligatorio para diseñar y aplicar todos los instrumentos de gestión ambiental.

#### **2.2.7.3. Protocolo de Procedimiento Para la Toma de Muestras, Preservación, Conservación, Transporte, Almacenamiento y Recepción De Agua Para Consumo Humano (R.D. N° 160 – 2015/DIGESA/SA).**

En este protocolo se normaliza los procesos técnicos, materiales y los equipos que se van a utilizar, además los criterios técnicos para los diferentes procesos para realizar el monitoreo respectivo desde la toma de muestra hasta llegar al laboratorio y deben asegurar que las muestras no se contaminen y tener un resultado confiable porque debemos de entender que estos monitoreos son para consumo humano. Este protocolo es de aplicación a nivel nacional y de utilización en forma obligatoria para DIGESA, los laboratorios de control ambiental, las DIRESAS, las GERESAS

entre otras instituciones del control de la calidad del agua para consumo humano que realizan la vigilancia de estos.

### **2.2.8. Evaluación de los parámetros del agua para consumo humano**

- Aspectos Generales

El agua que se monitorea debe tener una clasificación, además se debe dar un tratamiento y se obtendrán los resultados de las pruebas en ese sentido se podrá garantizar si los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos son óptimas para el consumo humano. En las investigaciones sanitarias podemos determinar que el agua que producen tiene las condiciones que se desean o tienen alguna variación, esto dependerá del lugar donde se encuentre operativo el sistema de cloración.

Cuando podemos decir que el agua es potable, cuando se realizan pruebas en los laboratorios acreditados como son los físicos, químicos y bacteriológicos, al tener los resultados y están dentro del rango del marco legal vigente podemos decir que el agua es de calidad y podemos indicar que si es apta para el uso y consumo humano, pero aquellos cuerpos de agua que han sido contaminadas por las aguas residuales o heces no se puede considerar de calidad optima

Podemos decir que el agua no tiene patógenos y algunas sustancias químicas las cuales causan problemas en la salud, podemos indicar que es potable y aquellas aguas que tuvieran cualquier alteración como son las aguas negras, efluentes industriales entre otros podemos denominarlas como no potable.

### **2.3. Definición de Términos Básicos**

### **2.3.1. Agua residual**

Según la OEFA podemos conceptualizar que es toda agua que no tiene las características naturales más por el contrario se modificó por las actividades humanas (2018, p. 6).

### **2.3.2. Agua tratada**

*Reglamento de La Calidad Del Agua Para Consumo Humano: D.S. N° 031-2010-SA*, nos indica que es aquella agua tratada que se sometió a los procesos físicos, químicos o biológicos para que sea un producto que no va causar daño en el consumo de las personas (2011)

### **2.3.3. Estándar de calidad ambiental (ECA)**

Según el MINAM es la cantidad de o grado de sustancias, elementos, también de los parámetros físicos, químicos y biológicos, en cualquier cuerpo de agua como receptor, el cual no va significar ningún riesgo en la salud de las personas tampoco en el ambiente (2017).

### **2.3.4. Cadena de custodia**

La OEFA indica que es un instrumento de recolección de información en los monitoreos de calidad del agua donde nos garantizara sobre el cuidado de las muestras que se tienen desde la recolección hasta la llegada al laboratorio para los resultados respectivos (2015).

### **2.3.5. Calidad de agua**

Para el *Protocolo Nacional Para El Monitoreo de La Calidad de Los Recursos Hídricos Superficiales* indica que es la investigación que nos permitirá conocer el estado del agua en una forma natural, además debemos

determinar la capacidad de disolución de los contaminantes y se debe clasificar los diferentes cuerpos de agua, esta clasificación nos permitirá la identificación de los cuerpos de agua y la calidad si son aptas para diferentes usos que deben ser prioritarios y la protección o su conservación.

#### **2.3.6. Cuerpo receptor**

DIGESA dice que son cuerpos de agua que se encuentran a nivel nacional, los cuales reciben diversas descargas de efluentes o diversos vertimientos de alguna actividad productiva (2005).

#### **2.3.7. Caudal**

Fibras y Normas de Colombia S.A.S., es la porción del agua que se desliza por un determinado lugar en un tiempo determinado (2018).

#### **2.3.8. Monitoreo de calidad de agua**

La OEFA explica que es un procedimiento que nos permitirá tener resultados en la medición de la calidad del con el objeto de tener un seguimiento sobre el comportamiento de los contaminantes a los diferentes usos del agua y del control de las diversas fuentes de contaminación (2015).

#### **2.3.9. Muestra de agua**

OEFA, es la porción de un cuerpo de agua que es extraída para poder saber cuáles son las características y sus condiciones en un determinado momento (2015).

#### **2.3.10. Preservante químico**

Según Gold Fields viene hacer una solución química el cual va estabilizar las muestras obtenidas en un monitoreo, para una buena conservación de la muestra de agua hasta realizar el análisis (2017)

#### **2.3.11. Protocolo**

OEFA es un instrumento en el cual nos indica como se debe realizar los procedimientos e instrucciones en un monitoreo ambiental (2015)

#### **2.3.12. Punto de monitoreo**

Según la OEFA es la ubicación geográfica de un punto, donde se realiza la evaluación de la calidad (OEFA, 2015).

#### **2.3.13. Punto de control**

OEFA menciona que es un lugar donde ya se tiene predeterminado el monitoreo de un cuerpo de agua para su respectiva evaluación en calidad y cantidad, tiene como principio la fiscalización de efluentes que son autorizados (2015).

#### **2.3.14. Río**

OEFA, dice que el caudal de un determinado cuerpo de agua que sigue su curso, tiene un caudal acorde a las necesidades que uno necesita, estas aguas se descargan en los cuerpos de agua marítima, rio o lagos (2015).

#### **2.3.15. Agua superficial**

Gianoli et al., son las aguas que tienen un curso definido los cuales se encuentran en la superficie donde forman corrientes de agua, los cuales también provienen de las escorrentías del subsuelo al tener una salida estos llegan a las superficies y forman también las aguas superficiales (2019).

### **2.4. Formulación de Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis General**

Existe asociación entre el análisis fisicoquímico y microbiológico de la captación Río Pisco – Mesapata con el cumplimiento del D.S N° 004 – 2017 – MINAM de los anexos Mesapata y Río Pisco – Oxapampa – Pasco.

### **2.4.2. Hipótesis Específicas**

- El análisis fisicoquímico de la captación Río Pisco – Mesapata, no tiene asociación con el cumplimiento del D.S N° 004 – 2017 – MINAM de los anexos Mesapata y Río Pisco – Oxapampa – Pasco.
- El análisis microbiológico de la captación Río Pisco – Mesapata, no tiene asociación con el cumplimiento del D.S N° 004 – 2017 – MINAM de los anexos Mesapata y Río Pisco – Oxapampa – Pasco.

## **2.5. Identificación de las variables**

### **2.5.1. Variable Independiente**

Análisis fisicoquímico y microbiológico.

### **2.5.2. Variable Dependiente**

Cumplimiento del reglamento de la calidad del agua.

### **2.5.3. Variable interviniente**

Las normas legales que tiene que ver con el agua para consumo humano, el primero es el ECA agua donde se identifica que tipo de agua se debe tener para el tratamiento y segundo los LMP que es un decreto supremo el cual se aplica en la distribución de los usuarios o los que tienen una conexión domiciliaria.

## **2.6. Definición Operacional de variables e Indicadores**

**Tabla N° 1: Definición operacional de variables e indicadores**

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICION OPERACIONAL</b>	<b>INDICADORES</b>
-----------------	-------------------------------	--------------------

Análisis fisicoquímico y microbiológico	Elementos fisicoquímicos	Und. pH, $\mu$ S/cm, mg/L, %.
	Elementos microbiológicos	NMP/dl
Cumplimiento del reglamento de la calidad del agua.	Análisis de la calidad del agua	Estándares de Calidad del Agua (ECA)

**Fuente:** *Elaboración propia.*

## **CAPITULO III**

### **MÉTODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de Investigación**

De acuerdo con los objetivos planteados la tesis fue de tipo descriptivo porque estuvo dirigido al estudio de la calidad del agua de la captación “Río Pisco – Mesapata”. La tesis siguió las siguientes características:

- Intervención del investigador: Observacional, no hubo intervención por parte de la investigadora.
- Planificación de las mediciones de la variable en la tesis: Prospectivo, debido a que la investigadora realizo mediciones, es decir, se empleó identificaciones primarias.
- Número de variables analíticas: Descriptivo, debido a que la variable en estudio se constituyó en la variable de interés.
- Número de mediciones de la variable en estudio: Longitudinal, debido a que el estudio contemplo más de una medición de la variable de interés, (Supo & Cavero, 2014).

#### **3.2. Método de investigación**

En la presente investigación se realizaron diversas coordinaciones para la participación y coordinación para poder participar juntamente con la consultora contratada para realizar el monitoreo ambiental, la consultora contratada está debidamente registrada en el banco de empresas del SENACE, se debe tener en cuenta que se debe realizar los programas de vigilancia y control sanitario para el abastecimiento del agua para el consumo humano del MINSA a través de DIGESA.

La metodología tiene tres etapas para desarrollar el proyecto:

La primera etapa se realiza en gabinete (etapa preliminar), en esta etapa se realizan las coordinaciones en la MPO y la consultora para la realización y ejecución del monitoreo de la calidad del agua, en esta etapa se deben revisar los equipos de monitoreo los cuales deben estar calibrados para desarrollar el trabajo en campo, también se deben tener los reactivos químicos para la conservación de las muestras y otros usos, y tener las fichas de cadena de custodia, además la verificación de la parte de los bienes e insumos en general.

En la segunda etapa que se realiza en el campo, se va a realizar la toma de muestras, previamente se debe haber ubicado los puntos donde se realizarán los monitoreos, también el ATM debe dar más impulso en las áreas de cloración de la captación, al tener las cosas claras se debe con el procedimiento en esta parte del protocolo de monitoreo, nuevamente en la segunda etapa también se debe tener en cuenta el protocolo que uniformiza los diversos procedimientos en la parte técnica, en los equipos y materiales que se utilizan desde la toma de muestras, la preservación, su conservación, su traslado, su almacenaje y por último la recepción en el laboratorio donde analizarán las muestras que son para consumo humano. Según la R.D. N° 160 – 2015/DIGESA/SA nos indica como se deben

preservar las muestras, los diversos procedimientos y las recomendaciones sobre el uso correcto de los materiales y envases que requieren en el monitoreo de los parámetros que se deben analizar. Todos estos pasos nos dan entender que la toma de muestras de los diversos parámetros se tomaron las muestras en los puntos ya determinados con anticipación donde se cumplieron con los procedimientos establecidos y trasladadas al laboratorio

**Tabla N° 2: Parámetros medidos en campo**

PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO DE ENSAYO
Cloro residual/libre	Cl <sub>2</sub> mg/L	SAG-150502 Rev. 01 (Validado). Referenciado en SMEWWAPHAWWA-WEF 4500-CI G. 2018. Determinación de Cloro Libre (Cloro Residual)
Conductividad Eléctrica (C.E.)	uS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method.
pH	Unid. pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method.

*Fuente: SAG - Informes de Ensayo*

En la tercera fase, se realiza los análisis de las diferentes muestras tomadas para la capacidad de agua en los diferentes parámetros según los métodos de ensayo que le corresponde.

A continuación, hay varias tablas donde se describirán los parámetros, su unidad de medida y los diversos métodos de análisis que tiene cada uno de los parámetros mencionados.

**Tabla N° 3: Prámetros fisicoquímicos**

Parámetro	Unidad	Método de ensayo
Color (Color verdadero)	CV	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017. Color. Spectrophotometric-Single-Wavelength Method (Proposed).
Turbiedad	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017. Turbidity. Nephelometric Method.
Sólidos disueltos totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C.
Cloruros	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl <sup>-</sup> B, 23rd Ed. 2017. Chloride. Argentometric Method.
Sulfatos	SO <sup>4+</sup> mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 SO 2- E. 23rd Ed. 2017.4 Sulfate. Turbidimetric Method.
Dureza (Dureza total)	CaCO <sub>3</sub>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed. 2017. Hardness. EDTA Titrimetric Method.
Cianuro Total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN <sup>-</sup> C,E, 23rd Ed. 2017. Cyanide. Total Cyanide after Distillation. Colorimetric Method.
Fluoruros (F-)	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-F B, D, 23rd Ed. 2017. Fluoride. Preliminary Distillation Step. SPADNS Method.
Nitratos	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O3 - B, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Nitrate). Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method.
Nitritos	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO2- B. Nitrogen (Nitrite). Colorimetric Method.

*Fuente: SAG - Informes de Ensayo*

**Tabla N° 4: Parametros metalicos.**

Parámetro	Unidad	Método de ensayo
Metales Totales	Plata	mg/L
	Aluminio	mg/L
	Arsénico	mg/L
	Bario	mg/L
	Berilo	mg/L
	Cadmio	mg/L
	Cobalto	mg/L
	Cromo	mg/L
	Cobre	mg/L
	Mercurio	mg/L
	Manganeso	mg/L
	Molibdeno	mg/L
	Níquel	mg/L
	Plomo	mg/L
	Antimonio	mg/L
	Selenio	mg/L
	Talio	mg/L
	Torio	mg/L
	Uranio	mg/L
	Vanadio	mg/L
	Zinc	mg/L
	Litio	mg/L
	Bismuto	mg/L
	Boro	mg/L
	Sodio	mg/L
	Magnesio	mg/L
	Silicio	mg/L
	Sílice	mg/L
	Silicato	mg/L
	Fosforo	mg/L
	Potasio	mg/L
	Calcio	mg/L
	Titanio	mg/L
	Hierro	mg/L
Galio	mg/L	
Germanio	mg/L	
Rubidio	mg/L	
Estroncio	mg/L	
Zirconio	mg/L	
Niobio	mg/L	
Indio	mg/L	
Estaño	mg/L	
Cesio	mg/L	
Lantano	mg/L	
Cerio	mg/L	
Terbio	mg/L	
Lutecio	mg/L	
Tantalio	mg/L	
Wolframio	mg/L	

EPA Method 200.8 Revision 5.4 (1994). Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry.

EPA Method 200.8 Revision 5.4. 1994 (Validado). Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry.

Fuente: SAG - Informes de Ensayo

**Tabla N° 5: Parámetros microbiológicos**

Parámetro	Unidad	Método de ensayo
Numeración Coliformes Totales	NMP/100MI	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Numeración Coliformes Fecales	NMP/100MI	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.
Numeración Escherichia coli	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 G (ítem 2), 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation. Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures (PROPOSED).

*Fuente: Laboratorio SAG - Informes de Ensayo*

**Tabla N° 6: Parámetros parasitológicos**

Parámetro	Unidad	Método de ensayo
Formas parasitarias en aguas	N° Organismo/L	SAG-160930 Referenciado en el método identificación y cuantificación de enteroparasitos en aguas residuales. CEPIS 1993 (Validado). Identificación y/o Cuantificación de Formas Parasitarias en Aguas (cuantitativo y cualitativo).

*Fuente: Laboratorio SAG – Informes de Ensayo*

**Tabla N° 7: Parámetro hidrobiológico**

Parámetro	Unidad	Método de ensayo
Organismos de vida libre: Fitoplancton (Algas) + Zooplancton (protozoarios, copépodos, rotíferos y nematodos)	Organismo/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 C.1.2, F.2. a, c.1. / Part 10200G, 23rd Ed. 2017. Plankton. Concentration Techniques. Phytoplankton Counting Techniques / Plankton.

*Fuente: Laboratorio SAG - Informes de Ensayo*

### 3.2.1. Etapa Final de Gabinete

En esta parte del monitoreo se trabaja todo en gabinete, donde se elabora el informe final de la calidad del agua de “Rio Pisco – Mesapata” en los diferentes parámetros, donde se describirá toda información

correspondiente a las etapas previas, también se interpretará cada uno de los resultados con la normativa legal vigente en calidad de agua, también se elaborará un plano de ubicación del punto de muestreo entre otros documentos que el usuario requiere.

### **3.3. Diseño de investigación**

En la monografía se determinó que se aplicara el diseño de investigación No – experimental u Observacional (Supo & Cavero, 2014), con mediciones Longitudinales, donde no va existir ninguna manipulación de las variables donde se muestrearan en un momento y tiempo específico, además de describirán las características físicas, químicas y microbiológicas, para así determinar la calidad del agua para consumo humano de la captación “Río Pisco – Mesapata”. Se recolecto las muestras en su estado natural para realizar el análisis respectivo. El esquema que resume el diseño anteriormente mencionado se muestra a continuación:

$$X_1: O_1 O_2 O_3 O_4 \dots O_n$$

$X_1$ : Variable análisis de fisicoquímico y microbiológico.

$O_i$ : Observación  $i$   $i=1 \dots n$

### **3.4. Población y Muestra**

#### **3.4.1. Población (N)**

Se determino la población que debe estar conformada por el agua de la captación de “Río Pisco – Mesapata” y la cual es consumida por los anexos del mismo nombre.

#### **3.4.2. Muestra (n)**

La muestra se determinó que es el punto de monitoreo en la captación de Río Pisco – Mesapata.

### **3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

En la recolección de datos para el monitoreo se enmarca en función al D.S. N° 004 – 2017 – MINAM, donde nos indica una categorización y subcategorización y debemos de entender que este tipo de captación está determinado en la sub categoría A1 – Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, debemos de entender que esa captación tiene las características y condiciones para que este tipo de aguas solo necesita una simple desinfección para ser consumida por las personas.

Para realizar el muestreo respectivo se debe tener una logística primordial que debe ser necesaria, donde se planifica, ejecuta y asegura la calidad del muestreo, entre ellos los recursos humanos donde los que están a cargo del monitoreo debe tener conocimientos previos sobre toma de muestras, su conservación, el traslado de las muestras y debe saber identificar los puntos de muestreo, en cuanto a los recursos económicos se debe tener disponibilidad de un presupuesto para las diversas actividades que se realizan en la toma de muestras; para poder tener éxito en los monitoreos se debe realizar una planificación que comienza en las oficinas o gabinete para realizar todo el diseño del monitoreo en los diversos puntos ya identificados, también se debe ver toda la logística incluyendo equipos y materiales y demás para no tener contratiempos en el desarrollo del trabajo.

#### **3.5.1. Materiales**

##### **— Materiales Cartográficos**

La información cartográfica que se ha utilizado es la Carta Nacional de Pasco (cuadrángulo 20 m), a escala 1:100 000 elaborada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) del año 1983 y Shape files para

la elaboración de los mapas brindados por del Ministerio del Ambiente y Autoridad Nacional del Agua. También se utilizó el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de cuerpos naturales de Agua Superficial.

### **3.5.2. Equipos**

Para el procesamiento de la información y redacción de la tesis se ha utilizado una computadora portátil Core I5 marca HP para campo para ingresar las coordenadas y ubicación de los puntos, una Impresora Epson Multifuncional C 380 y millares de papel para la impresión del documento, útiles de escritorio como lapiceros, lápices, resaltadores; para la elaboración de los mapas se hizo uso del programa Arcgis versión 9.3; una cámara fotográfica Canon de 12 mega pixeles, modelo: POWERSHOT con serie: 642060027582 para la captura de fotografías del área de estudio; un GPS marca GARMIN, Modelo: ETREX 10 con serie: 2DR516240 para la verificación de las estaciones de monitoreo y un multiparametro marca: WTW, modelo: MULTI 3430 para medición de T, pH y OD.

### **3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de los datos**

Se procedió a la siguiente secuencia para el análisis de datos para este punto se utilizó la muestra de sondeo que es básicamente la toma de las muestras en un determinado momento en un solo lugar donde la representación de la composición de la fuente sea representativa en un momento y lugar, también se debe considerar los siguientes procedimientos:

#### **— Etiquetado de la muestra**

Se debe utilizar etiquetas las cuales deben contener la siguiente información muy relevante, deben rotular la fecha, hora, lugar y coordenadas UTM del punto de muestreo, además alguna característica del lugar.

— **Sellado de la muestra**

Se debe tener en consideración el sellado del frasco de la muestra para evitar adulterar la muestra y debe contener los datos más relevantes.

— **Libro de registro de campo**

Es el registro de la información del proceso de la toma de muestras de los puntos mencionados en un libro o cuaderno donde debe estar como mínimo la siguiente información: ubicación del punto de monitoreo, objetivo de la muestra, nombre y dirección del contacto de campo, productor del material del que ha hecho la toma.

— **Registro de la cadena de vigilancia**

Se debe tener una cadena custodia del monitoreo donde se debe considerar la siguiente información como el numero de la muestra, nombre del muestreador, día, lugar y hora del muestreo, tipo de muestra y una rubrica de los participantes en la cadena de custodia.

— **Hoja de petición de análisis de la muestra**

Las muestras obtenidas deben una orden de análisis del laboratorio para su respectivo análisis.

— **Envío de las muestras al laboratorio**

Para que ingrese al laboratorio debe tener el formato de la cadena de custodia y la hoja de petición de los análisis.

— **Recepción y almacenamiento de la muestra**

En el laboratorio, la persona encargada recibe la muestra e inspecciona su estado y sello, comprueba la información de la etiqueta y la del sello comparándolas con la del registro de la cadena de vigilancia, le asigna el número de laboratorio, la registra en el libro de entrada al laboratorio y la guarda en una habitación o cabina de almacenamiento hasta que se asigna a un analista.

— **Asignación de la muestra para ser analizada**

Para que sea analizada en los laboratorios el supervisor designa al analista la responsabilidad de la vigilancia y el cuidado de las muestras.

Para la toma muestras, APHA-AWWA-WPCF (1992) considera:

— **Toma manual**

Cuando se procede en forma manual no se necesita de ningún equipo, pero a futuro este tipo de muestreo va resultar costoso si se realiza a gran escala.

— **Interpretación de datos**

Una vez ordenados los datos se pasa a interpretarlos de acuerdo con la realidad del estudio.

### **3.7. Tratamiento Estadístico**

Luego de la recolección de datos se procedió al tratamiento estadístico con el software de Microsoft Excel, describiendo los parámetros medidos en las elaboraciones de cuadros y resultados comparados con los Estándares de Calidad de agua.

### **3.8. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación**

La selección respectiva de los instrumentos fue a través de profesionales de la MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE OXAPAMPA, con la cual su validación y confiabilidad parte de los guías establecidos para la toma de muestras y como

ultima selección es el análisis de las muestras realizado por el Laboratorio Acreditado “Servicios Analíticos Generales” S.A.C, que realizo el seguimiento respectivo para la obtención de los resultados.

### **3.9. Orientación ética**

Estuvo basado en el cumplimiento de la ECA Agua: Subcategoría A1 de los parámetros establecidos para el desarrollo de forma responsable y la ética de la preservación del recurso hídrico.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo**

##### **4.1.1. Área de influencia**

Se toma en consideración al área de influencia directa, como el área en la cual se desarrolla el presente proyecto de investigación; cuyas actividades podrían causar afectaciones en el componente ambiental y social.

##### **A. Descripción del medio físico**

###### **— Meteorología y clima**

Los anexos de Rio Pisco y Mesapata de acuerdo con el mapa de climas elaborado por la Zonificación Ecológica y Económica de la Provincia de Oxapampa, se encuentran ubicados en el área que abarca el clima B2 r B4' a'. El cual se caracteriza por ser Moderadamente húmedo y semicálido con déficit pequeño de agua en meses secos.

La temperatura promedio anual es alta, con un régimen de valores elevados en los meses de verano (de enero a marzo) y atenuadas en los meses de otoño y primavera (de abril a noviembre). Las precipitaciones

son máximas de enero a marzo y mínimas de julio a agosto. Es decir, destacan dos periodos, bien diferenciados en el año: uno lluvioso estival (que llueve en el verano); y, otro invernal con precipitaciones escasas.

#### **B. Temperatura**

La temperatura está sujeta a diferentes factores tales como: altitud, latitud, topográficos, estacionales, entre otros. Rio Pisco presenta una temperatura anual aprox. de 20.6 °C, la que varía conforme a los diversos pisos ecológicos y microclimas que presenta la geografía local.

#### **C. Precipitación**

Las lluvias están presentes todo el año, sobre todo en la temporada húmeda. La precipitación promedio anual registrada en los últimos 4 años alcanza los 1411.0 mm anuales.

#### **4.1.2. Recursos hídricos y calidad del agua**

El origen de la dotación del agua es el manantial denominado Mesapata el cual tiene un caudal moderado. Se realizó una evaluación visual en campo del cuerpo de agua, donde presentan las siguientes características físicas como: organolépticas, turbidez y T°; los cuales a simple vista se dice que son aceptables y tiene buenas condiciones, pero debemos tener en cuenta que en forma visual no indica que la calidad de la fuente es aceptada, debemos entender que este cuerpo de agua se afecta por los diversos procesos naturales propios del lugar, también el uso de exagerado de productos fitosanitarios el cual tiene uso del control de plagas en diversas áreas de agricultura.

#### **4.1.3. Reconocimiento y descarte de fuentes**

En inicio del muestreo se reconoció el terreno y la ubicación de los puntos y su accesibilidad desde del anexo de Mesapata. Después de conocer los puntos de monitoreo y el representaba mejor la toma de muestras y con la ayuda de los coterráneos se decidió por el siguiente punto de muestreo la cual es más significativa y representativa del lugar.

**Tabla N° 8: Ubicación de los puntos de monitoreo de calidad de agua**

Código	Nombre de la Captación	Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m)	Zona
		ESTE	NORTE		
P – 04	Río Pisco – Mesapata	461831	8814226	1346	18 L

*Fuente: Elaboración Propia*

#### **4.1.4. Análisis de la fuente adoptada**

La fuente de agua se ubica en un lugar estratégico para poder ser captado, luego de la identificación del punto se determinó el caudal para esto se evaluó 5 veces el aforo de la cala de reunión, para determinar se eliminó el mínimo y máximo valor y luego se determina se sacó un promedio y se halló el caudal.

#### **4.1.5. Descripción de la captación**

Describiremos cuantas familias son atendidas, según tratamiento y a que población se abastece con agua potable.

**Tabla N° 9: Descripción de captaciones.**

<b>Nombre de la Captación</b>	<b>N° de Familias</b>	<b>Sistema de tratamiento</b>	<b>Comunidad Abastecida</b>
Río Pisco – Mesapata	70	Captación superficial. Gravedad con tratamiento.	Río Pisco Bajo y Mesapata

*Fuente: Elaboración propia*

#### **4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados**

Se obtuvo Dos muestras una para el análisis físico- químico y la otra para el análisis microbiológico. Para el muestreo bacteriológico se almacena en una vasija estéril de 1 litro de contenido y se trasladó inmediatamente al laboratorio para que procedan con el Análisis Físico – químico y el Análisis bacteriológico.

##### **4.2.1. Resultados de la calidad del agua**

###### **- Captación “Río Pisco – Mesapata”**

A continuación, se presentarán los resultados de los análisis realizados en el laboratorio y también de los obtenidos en campo, en la captación “Río Pisco – Mesapata”.

**Tabla N° 10: Resultados de parámetros medidos en campo**

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>ECA Agua SUBCATEGORÍA A1</b>	<b>Cumplimiento</b>
Cloro residual/libre	<0.1 Cl <sub>2</sub> mg/L	**	**
Conductividad Eléctrica (C.E.)	511 $\mu$ S/cm	1500 $\mu$ S/cm	SI
pH	8.11 unid. de pH	6.5 a 8.5	SI

*Fuente: Fuente: SAG - Informe de Ensayo N° 132940-2019*

(\*) D.S. N° 004-2017-MINAM

(\*\*) No aplica para los ECA Agua

**Tabla N° 11: Resultados de parámetros fisicoquímicos**

Parámetro	Resultado	ECA Agua (*) SUBCATEGORÍA A1	Cumplimiento
Color	<5 CV	15 CV	SI
Turbiedad	1.6 NTU	15 NTU	SI
Sólidos disueltos totales	322 mg/L	1 000 mg/L	SI
Cloruros	33.63 mg/L	250 mg/L	SI
Sulfatos	64.69 mg/L	250 mg/L	SI
Dureza (Dureza total)	170 mg/L	500 mg/l	SI
Cianuro Total	<0.005 mg/L	0.07 mg/L	SI
Fluoruros (F-)	0.24 mg/L	1.5 mg/L	SI
Nitratos	0.533 mg/L	50 mg/L	SI
Nitritos	<0.003 mg/L	3 mg/L	SI

*Fuente: SAG - Informe de Ensayo N° 133160-2019*

(\*) D.S. N° 004-2017-MINAM

**Tabla N° 12: Resultados de Metales pesados**

Parámetro	Resultado	ECA Agua (*) SUBCATEGORÍA A1	Cumplimiento
Aluminio	0.00092 mg/L	0.9 mg/L	SI
Antimonio	0.31 mg/L	0.02 mg/L	NO
Arsénico	<0.0001 mg/L	0.01 mg/L	SI
Bario	0.0001 mg/L	0.7 mg/L	SI
Berilo	<u>0.0172 mg/L</u>	0.012 mg/L	NO
Bismuto	0.00001 mg/L	**	**
Boro	<0.000005 mg/L	2.4 mg/L	SI
Cadmio	<u>0.0062 mg/L</u>	0.003 mg/L	NO
Calcio	<0.00003 mg/L	**	**
Cerio	45.444 mg/L	**	**
Cesio	<u>&lt;0.000004 mg/L</u>	**	**
Cobalto	<0.00003 mg/L	**	**
Cobre	<0.000005 mg/L	2 mg/L	SI
Cromo	0.0018 mg/L	0.05 mg/L	SI
Estaño	<0.0002 mg/L	**	**
Estroncio	<0.0006 mg/L	**	**
Fosforo	0.23997 mg/L	**	**
Galio	0.02 mg/L	**	**
Germanio	<0.00003 mg/L	**	**
Hierro	<0.00002 mg/L	**	**
Indio	0.01528 mg/L	**	**
Lantano	<0.00003 mg/L	**	**
Litio	<0.000002 mg/L	**	**
Lutecio	<0.000001 mg/L	**	**
Magnesio	6.137 mg/L	**	**
Manganeso	0.001488 mg/L	0.4 mg/L	SI
Mercurio	<0.00002 mg/L	0.001 mg/L	SI
Molibdeno	0.00093 mg/L	0.07 mg/L	SI

*Fuente: SAG - Informe de Ensayo N° 133160-2019*

(\*) D.S. N° 004-2017-MINAM. (\*\*) No aplica para los ECA Agua

**Tabla N° 13: Resultados de parámetros microbiológicos**

Parámetro	Resultado	ECA Agua (*) SUBCATEGORÍA A1	Cumplimiento
Numeración Coliformes Totales	23 NMP/100mL	50 NMP/100mL	SI
Numeración Coliformes Termotolerantes (o Fecales)	16 NMP/100mL	20 NMP/100mL	SI
Numeración <i>Escherichia coli</i>	12 NMP/100mL	0 NMP/100mL	NO

Fuente: SAG - Informe de Ensayo N° 133160-2019

(\*) D.S. N° 004-2017-MINAM. (\*\*) No aplica para los ECA Agua

**Tabla N° 14: Resultados de parámetros parasitológicos**

Parámetro	Resultado	ECA Agua (*) SUBCATEGORÍA A1	Cumplimiento
Formas parasitarias en aguas	0 Organismo/L	0 Organismo/L	SI

Fuente: SAG - Informe de Ensayo N° 133160-2019

(\*) D.S. N° 004-2017-MINAM

**Tabla N° 15: Resultados del parámetro hidrobiológico**

Parámetro	Resultado	ECA Agua (*) SUBCATEGORÍA A1	Cumplimiento
Organismos de vida libre: Fitoplancton (Algas) + Zooplancton (protozoarios, copépodos, rotíferos y nematodos)	1008 Organismo o/L	0 Organismo/L	NO

Fuente: SAG - Informe de Ensayo N° 133160-019

(\*) D.S. N° 004-2017-MINAM

De los resultados presentados para la Captación “Río Pisco - Mesapata” se observa que los parámetros medidos en campo (pH, Conductividad Eléctrica), fisicoquímicos (Color, Turbiedad, Sólidos Disueltos Totales, Cloruros, Sulfatos, Dureza total, Cianuro Total, Fluoruros, Nitratos y

Nitritos) y Metales Pesados (excepto Antimonio, Berilio y Cadmio); así como, los parámetros parasitológicos (Formas parasitarias en agua), parámetros microbiológicos (Coliformes Totales y Coliformes Fecales) SI CUMPLEN con los valores establecidos en los ECA Agua: Subcategoría A1. Mientras que los parámetros Antimonio, Berilio, Cadmio, *Escherichia coli* y Organismos de Vida Libre NO CUMPLEN, respecto a los valores establecidos en los ECA Agua: Subcategoría A1.

#### **4.3. Prueba de Hipótesis**

Para la investigación realizada se planteó la hipótesis general expresando lo siguiente: “Existe asociación entre el análisis fisicoquímico y microbiológico de la captación Río Pisco – Mesapata con el cumplimiento del D.S N° 004 – 2017 – MINAM de los anexos Mesapata y Río Pisco – Oxapampa – Pasco”. Finalizada la investigación realizada se puede mencionar que la hipótesis es válida, ya que SI existe asociación entre el análisis fisicoquímico y microbiológico de la captación Río Pisco – Mesapata con el cumplimiento del D.S N° 004 – 2017 – MINAM de los anexos Mesapata y Río Pisco – Oxapampa – Pasco.

#### **4.4. Discusión de resultados**

De los resultados presentados para la Captación “Río Pisco - Mesapata” se observa que los parámetros medidos en campo (pH, Conductividad Eléctrica), fisicoquímicos (Color, Turbiedad, Sólidos Disueltos Totales, Cloruros, Sulfatos, Dureza total, Cianuro Total, Fluoruros, Nitratos y Nitritos) y Metales Pesados (excepto Antimonio, Berilio y Cadmio); así como, los parámetros parasitológicos (Formas parasitarias en agua), parámetros microbiológicos (Coliformes Totales y Coliformes Fecales) SI CUMPLEN con los valores establecidos en los ECA Agua: Subcategoría A1. Mientras que los parámetros Antimonio, Berilio,

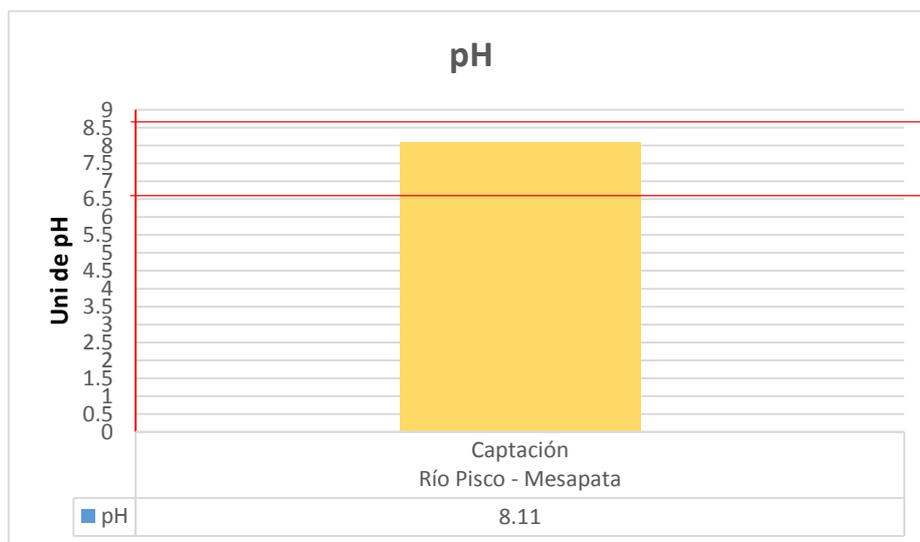
Cadmio, Escherichia coli y Organismos de Vida Libre **NO CUMPLEN**, respecto a los valores establecidos en los ECA Agua: Subcategoría A1. Para lo cual se realizó una grafica para cada uno de los parámetros analizados y así poder hacer un análisis exhaustivo de los resultados obtenidos.

#### 4.4.1. Graficas de los parámetros medidos en campo.

##### - pH

En la Ilustración 1 se grafica el valor de pH del punto de evaluación, obtenido en campo, correspondiente a la captación de agua. El valor de pH obtenido en el único punto de monitoreo **NO EXCEDEN** el rango referencial del ECA – Agua: Subcategoría A1 (6,5 – 8,5 unidad de pH).

**Ilustración N° 1: Concentración de pH en el agua**

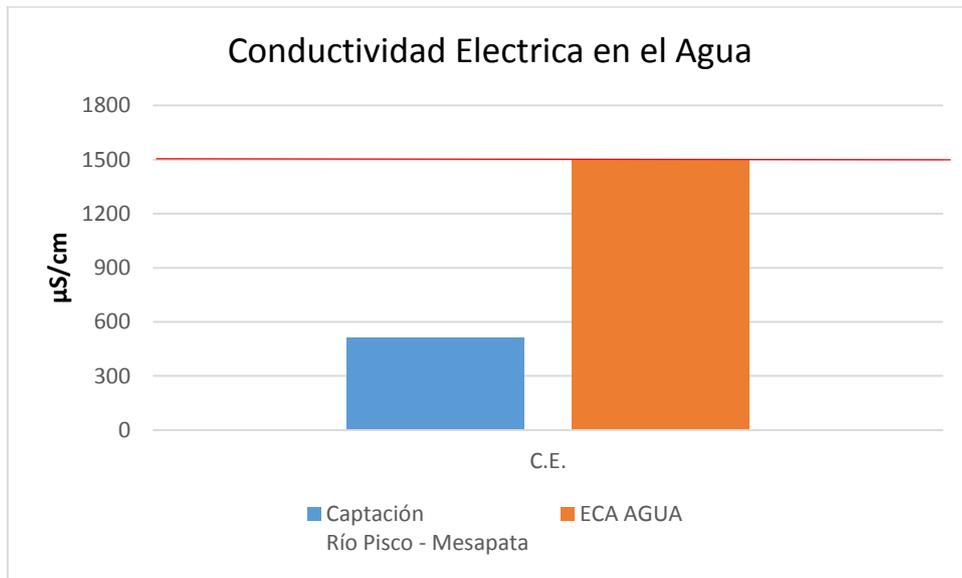


*Fuente: Elaboración propia*

##### - Conductividad Eléctrica (C.E.)

En la Ilustración 2 se grafica el valor de conductividad eléctrica (C.E.) del punto de evaluación, obtenido en campo, correspondiente a la captación de agua. El valor de C.E. obtenido en el punto de monitoreo **NO EXCEDEN** el valor referencial del ECA – Agua: Subcategoría A1 (1 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Este resultado no representa un riesgo para la salud y el ambiente.

## Ilustración N° 2: Conductividad eléctrica en el agua



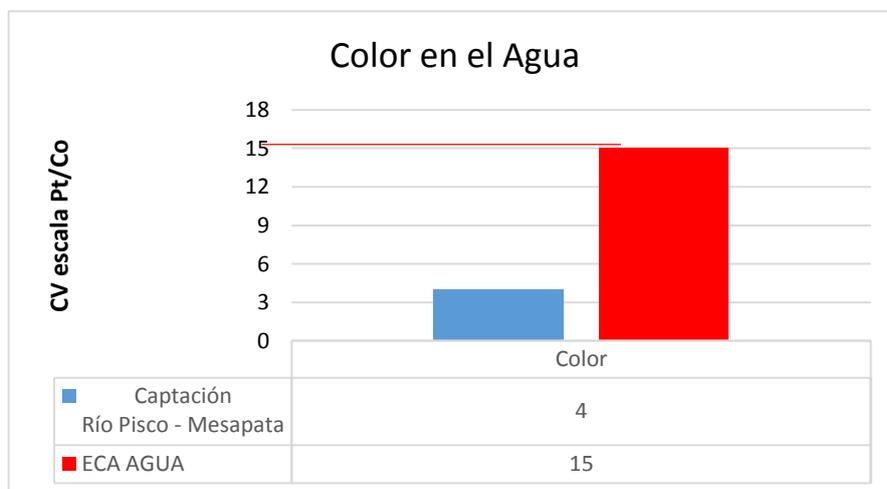
*Fuente: Elaboración Propia*

### 4.4.2. Gráficas de los resultados de parámetros fisicoquímicos

#### - Color

En la Ilustración 3 se grafican el valor de Color del Agua del punto de Evaluación, analizado por el laboratorio acreditado, correspondiente a la captación de agua. El valor del parámetro Color obtenido en el punto de monitoreo NO EXCEDEN el valor referencial del ECA-Agua: Subcategoría A1 (15 UCV).

## Ilustración N° 3: Color de agua

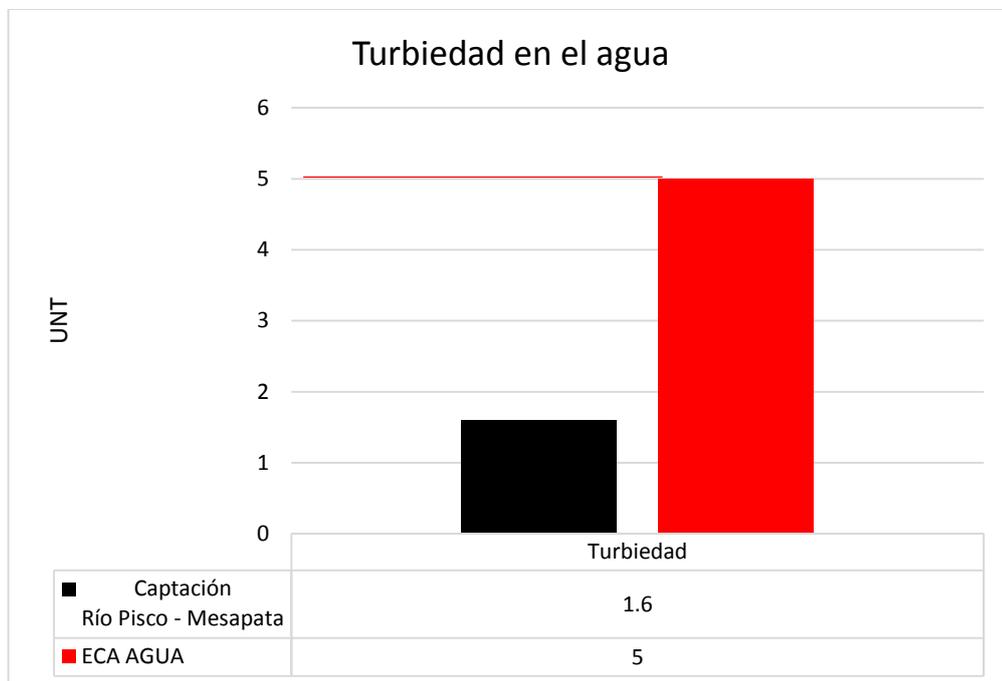


*Fuente: Elaboración Propia*

### - **Turbiedad**

En la Ilustración 4 se grafica el valor de Turbiedad del punto de evaluación, analizado por el laboratorio acreditado, correspondiente a la captación de agua. El valor del parámetro Turbiedad obtenido en el punto de monitoreo NO EXCEDEN el valor referencial del ECA – Agua: Subcategoría A1 (5 UNT).

**Ilustración N° 4: Turbiedad en el agua**

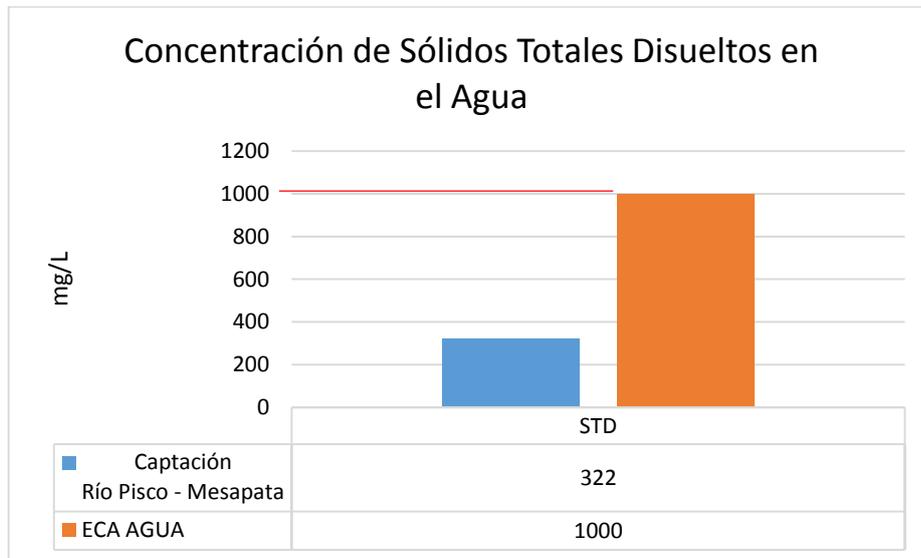


*Fuente: Elaboración Propia*

### - **Solidos Totales Disueltos (STD)**

En la se Ilustración 5 grafica el valor de Solidos Totales Disueltos del punto de evaluación, analizado por el laboratorio acreditado, correspondiente a la captación de agua. El valor de Color obtenido en el punto de monitoreo NO EXCEDEN el valor referencial del ECA – Agua: Subcategoría A1 (1 000 mg/L). Este resultado no representa un riesgo para la salud y el ambiente.

### Ilustración N° 5: Sólidos totales disueltos en el agua

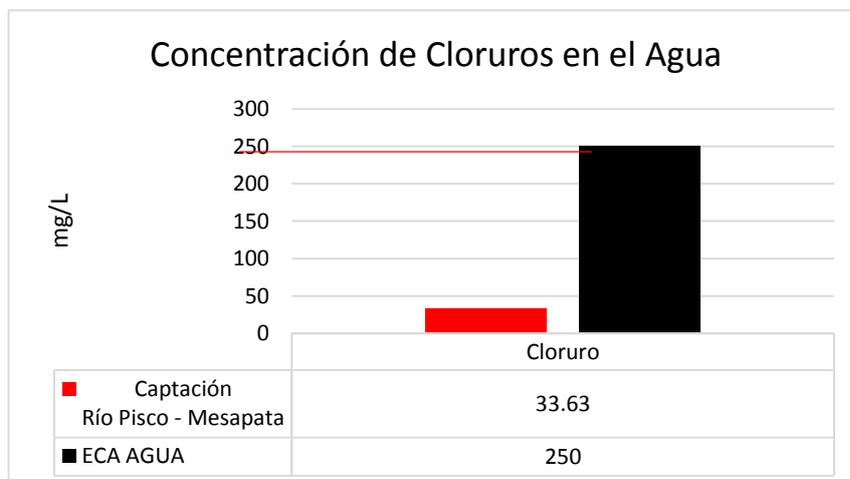


*Fuente: Elaboración Propia*

#### - Cloruros

En la Ilustración 6 se grafica el valor de Cloruros del punto de evaluación, analizado por el laboratorio acreditado, correspondiente a la captación de agua. El valor del parámetro Cloruros obtenido en el punto de monitoreo NO EXCEDEN el valor referencial del ECA – Agua: Subcategoría A1 (250 mg/L). Este resultado no representa un riesgo para la salud y el ambiente.

### Ilustración N° 6: Concentración de Cloruros en el agua

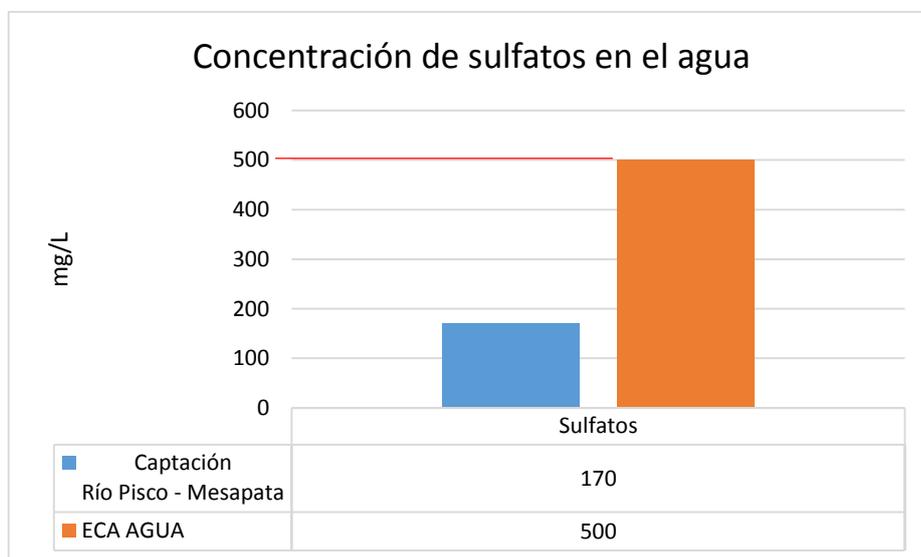


*Fuente: Elaboración Propia*

### - Sulfatos

En la Ilustración 7 se grafica el valor de Sulfatos del punto de evaluación, analizado por el laboratorio acreditado, correspondiente a la captación de agua. El valor del parámetro Sulfatos obtenido en el punto de monitoreo NO EXCEDEN el valor referencial del ECA – Agua: Subcategoría A1 (250 mg/L). Este resultado no representa un riesgo para la salud y el ambiente.

### Ilustración N° 7: Concentración de Cloruros en el agua

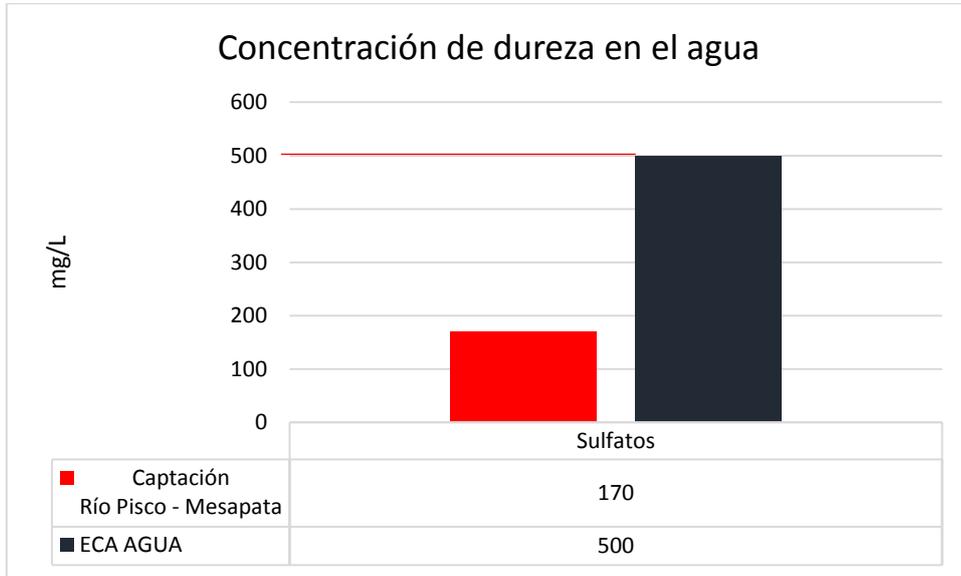


*Fuente: Elaboración Propia*

### - Dureza

En la Ilustración 8 se grafica el valor de Dureza del punto de evaluación, analizado por el laboratorio acreditado, correspondiente a la captación de agua. El valor del parámetro Dureza obtenido en el punto de monitoreo NO EXCEDEN el valor referencial del ECA – Agua: Subcategoría A1 (500 mg/L). Este resultado no representa un riesgo para la salud y el ambiente.

### Ilustración N° 8: Dureza del agua

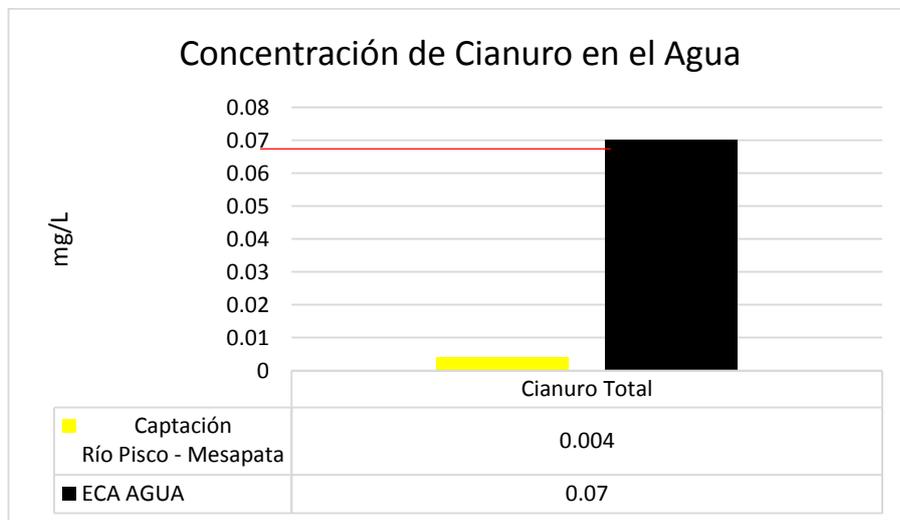


Fuente: Elaboración Propia

#### - Cianuro Total

En la Ilustración 09 se grafica el valor de Cianuro total del punto de evaluación, analizado por el laboratorio acreditado, correspondiente a la captación de agua. Los valores del parámetro Cianuro total obtenidos en los distintos puntos de monitoreo NO EXCEDEN el valor referencial del ECA – Agua: Subcategoría A1 (0.07 mg/L). Este resultado no representa un riesgo para la salud y el ambiente.

### Ilustración N° 9: Cianuro Total en el Agua

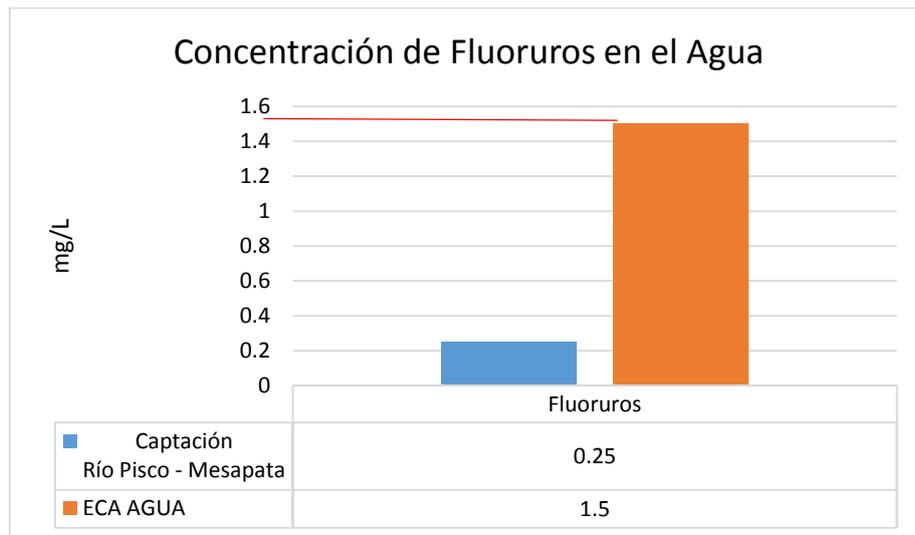


*Fuente: Elaboración Propia*

- **Fluoruros**

En la Ilustración 10 se grafica el valor de Fluoruros del punto de evaluación, analizado por el laboratorio acreditado, correspondiente a la captación de agua. El valor del parámetro Fluoruros obtenido en el punto de monitoreo NO EXCEDEN el valor referencial del ECA – Agua: Subcategoría A1 (1.5 mg/L). Este resultado no representa un riesgo para la salud y el ambiente.

**Ilustración N° 10: Fluoruros en el Agua**

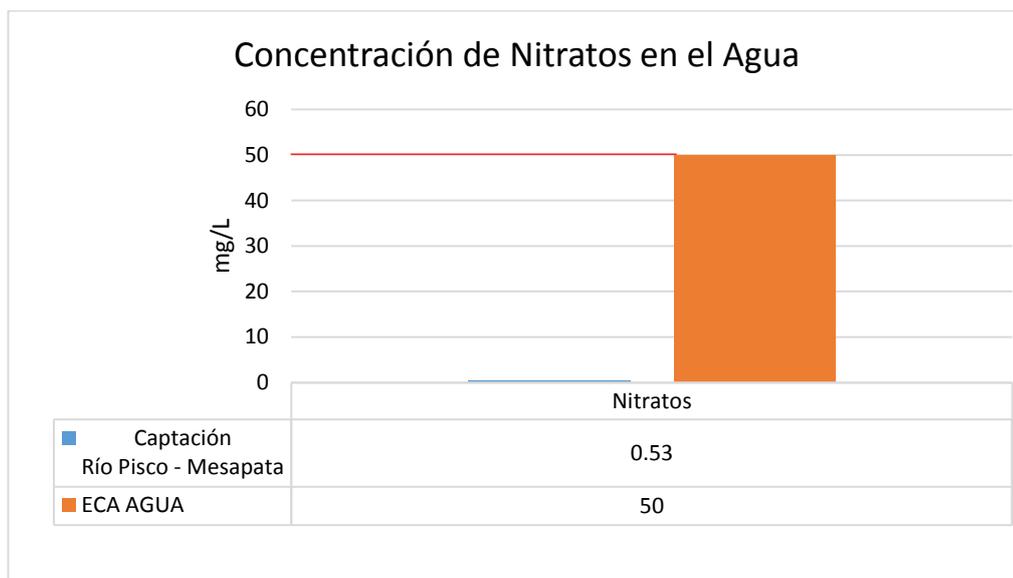


*Fuente: Elaboración Propia*

- **Nitratos**

En la Ilustración 11 se grafica el valor de Nitratos del punto de evaluación, analizado por el laboratorio acreditado, correspondiente a la captación de agua. El valor del parámetro Nitratos obtenido en el punto de monitoreo NO EXCEDEN el valor referencial del ECA – Agua: Subcategoría A1 (50 mg/L). Este resultado no representa un riesgo para la salud y el ambiente.

### Ilustración N° 11: Nitratos en el Agua

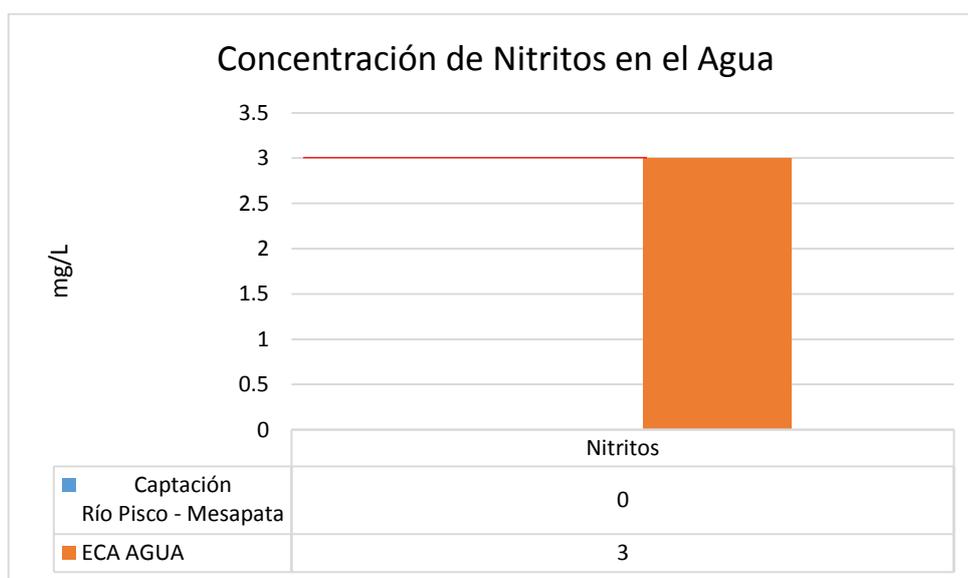


*Fuente: Elaboración Propia*

#### - Nitritos

En la Ilustración 12 se grafica el valor de Nitritos del punto de evaluación, analizado por el laboratorio acreditado, correspondiente a la captación de agua. El valor del parámetro Nitritos obtenidos en el punto de monitoreo NO EXCEDEN el valor referencial del ECA – Agua: Subcategoría A1 (3 mg/L). Este resultado no representa un riesgo para la salud y el ambiente.

### : Ilustración N° 12: Nitritos en el Agua



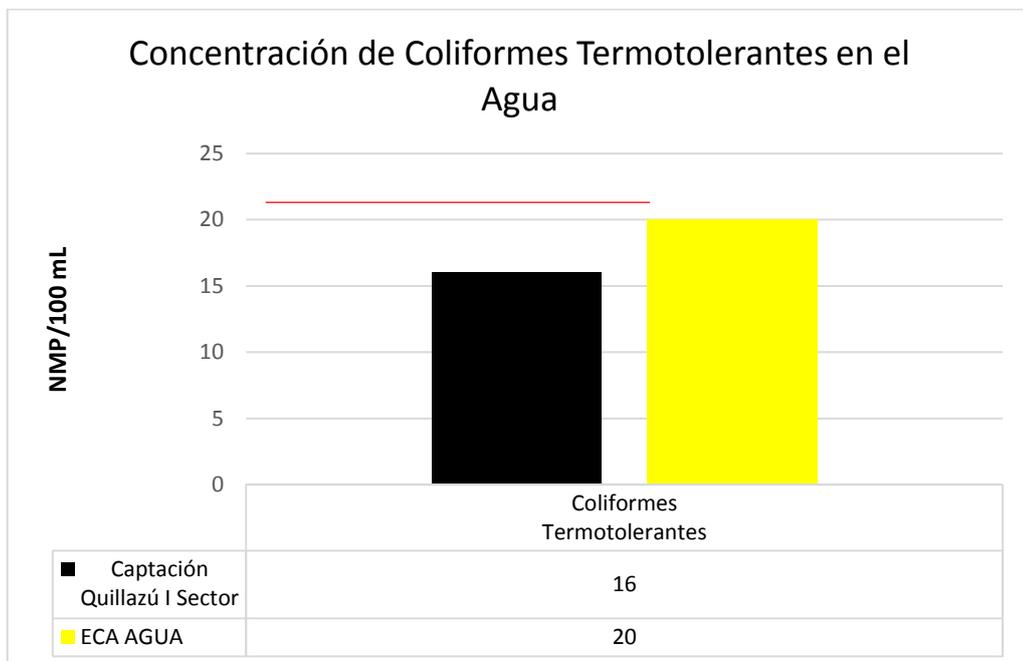
*Fuente: Elaboración Propia*

#### 4.4.3. Grafica de parámetros microbiológicos y parasitológicos

##### - Coliformes Termotolerantes (o Fecales)

En la Ilustración 13 se grafica el valor de concentración de Coliformes Termotolerantes del punto de evaluación, analizado por el laboratorio acreditado, correspondiente a la captación de agua. El valor del parámetro Coliformes Termotolerantes obtenido en el punto de monitoreo NO EXCEDEN el valor referencial del ECA – Agua: Subcategoría A1 (20 NMP/100mL).

**Ilustración N° 13: Coliformes Termotolerantes en el Agua**



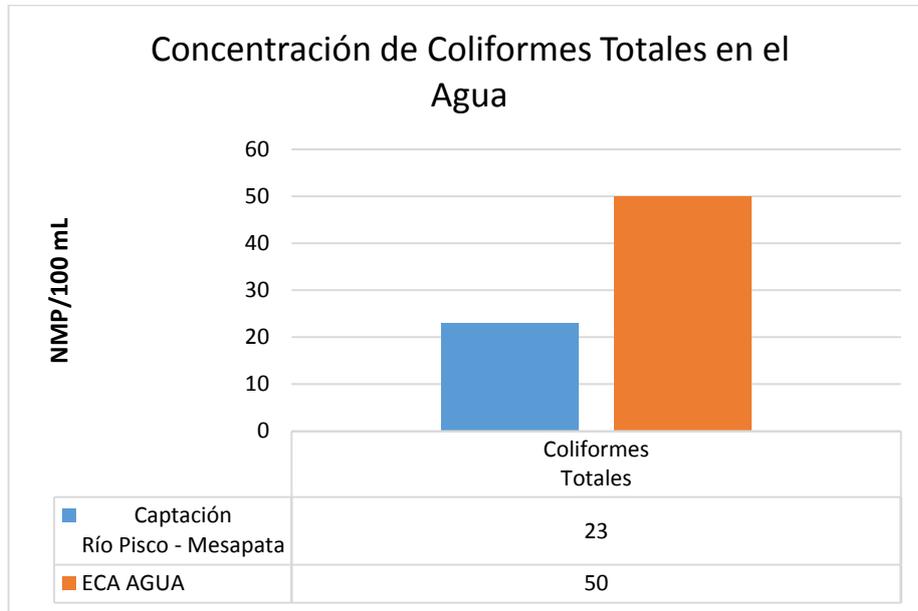
*Fuente: Elaboración Propia*

##### - Coliformes Totales

En la Ilustración 14 se grafica el valor de concentración de Coliformes Totales del punto de evaluación, analizado por el laboratorio acreditado, correspondiente a las captacion de agua. El valor del parámetro Coliformes Totales obtenido en el punto de monitoreo NO EXCEDEN en

su mayoría el valor referencial del ECA – Agua: Subcategoría A1 (50 NMP/100mL).

#### Ilustración N° 14: Coliformes Totales en el Agua

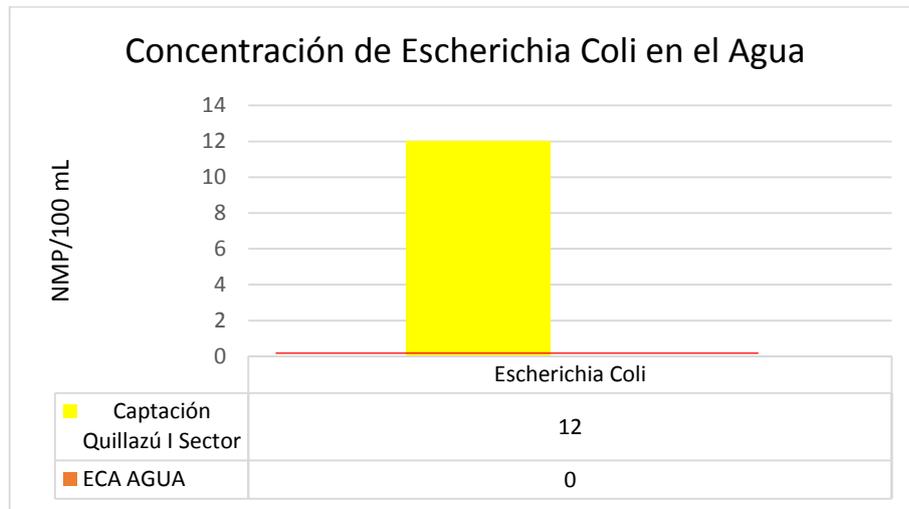


*Fuente: Elaboración Propia*

#### - **Escherichia Coli**

En la Ilustración 15 se grafica el valor de concentración de *E.coli* del punto de evaluación, analizado por el laboratorio acreditado, correspondiente a la captación de agua. El valor del parámetro *E.Coli* obtenido en el punto de monitoreo EXCEDE el valor referencial del ECA – Agua: Subcategoría A1 (0 NMP/100mL).

### Ilustración N° 15: Coliformes Totales en el Agua

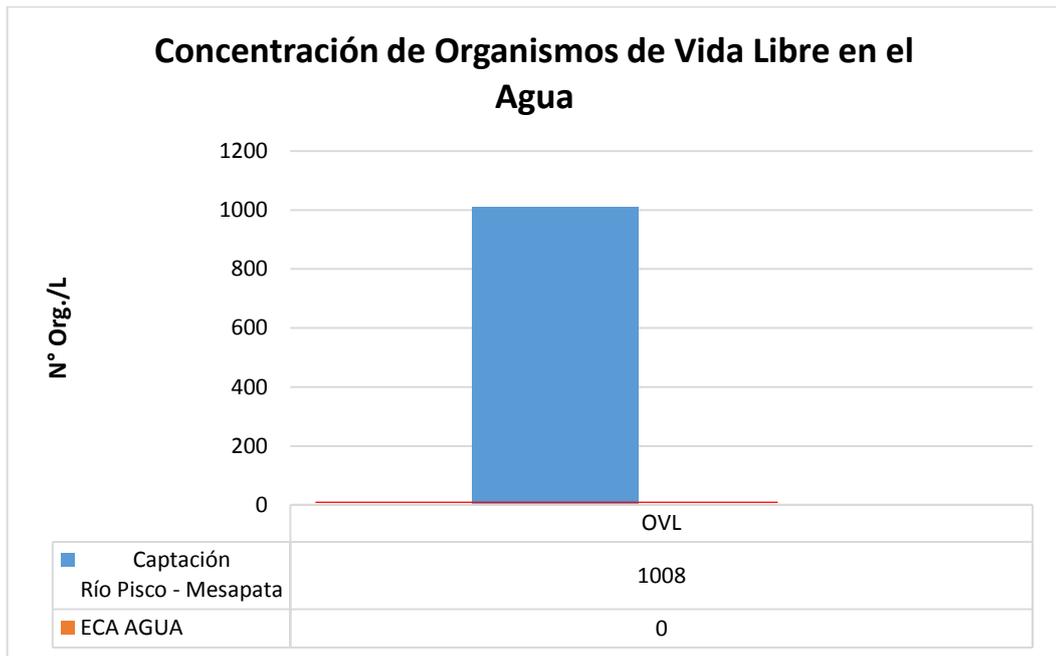


*Fuente: Elaboración Propia*

#### - Organismo de vida libre (OVL)

En la Ilustración 16 se grafica el valor de concentración de Organismos de Vida Libre del punto de evaluación, analizado por el laboratorio acreditado, correspondiente a la captación de agua. El valor del parámetro Organismos de Vida Libre obtenido en el punto de monitoreo EXCEDE el valor referencial del ECA – Agua: Subcategoría A1 (0 N° Org./L).

### Ilustración N° 16: OVL en el Agua

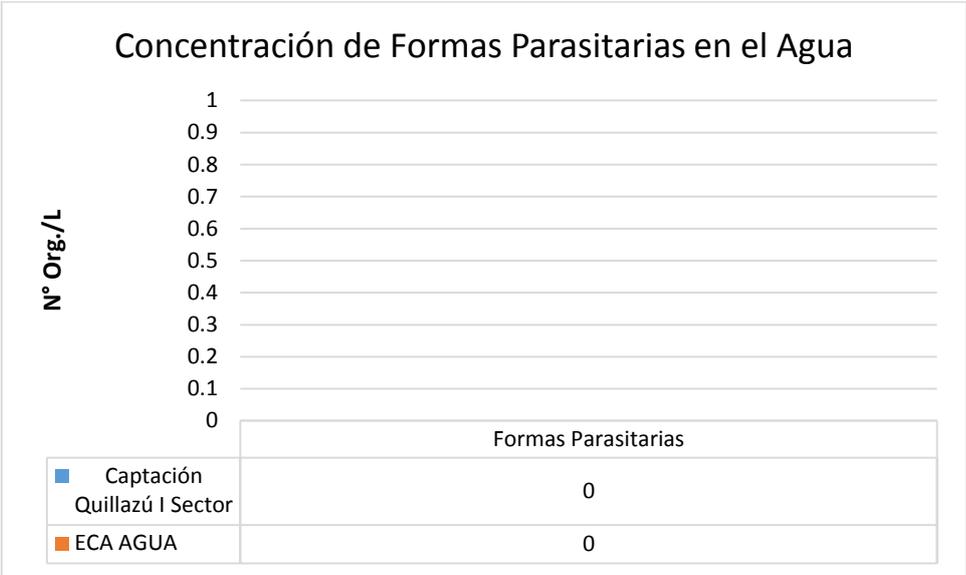


**Fuente:** Elaboración Propia

#### - **Formas Parasitarias en el Agua**

En la ilustración 17 se grafica el valor de concentración de Formas Parasitarias del punto de evaluación, analizado por el laboratorio acreditado, correspondiente a la captación de agua. El valor del parámetro Formas Parasitarias obtenido en el punto de monitoreo NO EXCEDEN el valor referencial del ECA - Agua: Subcategoría A1 (0 Org./L).

**Ilustración N° 17: Formas Parasitarias en el Agua**



*Fuente: Elaboración Propia*

## CONCLUSIONES

1. De acuerdo al planteamiento general del problema, concluyo que los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en la captación Rio Pisco – Mesapata si cumplen con lo establecido en el ECA Agua, exceptuando el E. COLI, ya que al tener la mínima presencia de agentes patógenos (microbiológicos) nos da como un indicador de calidad, sobre la contaminación; cuando existe la presencia de E. Coli en los cuerpos de agua, esto nos indica una mayor probabilidad que esta contenga alto grado de contaminación microbiológica.
2. De acuerdo con lo planteado en uno de los problemas específicos; la captación Rio – Pisco – Mesapata pertenece a la categoría A – 1 SEGÚN EL D.S 004-2017-MINAM, debido a que los agentes microbiológicos encontrados no son agresivos y pueden ser atenuados con una desinfección, la cual puede ser con un sistema convencional.
3. De acuerdo con el objetivo general planteado, se logró cuantificar y valorar a los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la captación Rio Pisco – Mesapata de los anexos de Mesapata y Rio Pisco para verificar el cumplimiento del Estándar de Calidad de Agua.
4. Se confirma la HIPOTESIS GENERAL de la tesis, ya que SI existe asociación entre el análisis fisicoquímico y microbiológico de la captación Rio Pisco – Mesapata con el cumplimiento del D.S N° 004 – 2017 – MINAM de los anexos Mesapata y Rio Pisco – Oxapampa – Pasco.
5. Los resultados de las concentraciones de los parámetros requeridos de pH, conductividad eléctrica (C.E.), monitoreado en el punto de captación se encuentran por debajo del ECA para Agua: Subcategoría A1 (D.S N° 004 – 2017 – MINAM).

6. Los resultados de las concentraciones de los parámetros requeridos de Sólidos totales disueltos, Cloruros, Sulfatos, Dureza total, Cianuro total, Fluoruros, Nitratos y Nitritos analizados para la captación se encuentran por debajo del ECA para Agua: Subcategoría A1 (D.S N° 004 – 2017 – MINAM).
7. Los resultados de las concentraciones de los parámetros de Metales Pesados analizados, en el punto de captación se encuentran por debajo del ECA para Agua: Subcategoría A1 (D.S N° 004 – 2017 – MINAM), excepto en los valores de Antimonio (0.031 mg/L), Berilio (0.0172 mg/L) y Cadmio (0.0062 mg/L) superan los valores establecidos en los ECA-Agua (0.02 mg/L, 0.012 mg/L, 0.003 mg/L respectivamente).
8. El resultado de la concentración del parámetro requerido de Coliformes Termotolerantes, analizado en el punto de captación se encuentran por debajo del ECA para Agua: Subcategoría A1 (D.S N° 004 – 2017 – MINAM).
9. El resultado de la concentración del parámetro requerido de Coliformes Totales, analizado en el punto de captación se encuentran por debajo del ECA para Agua: Subcategoría A1 (D.S N° 004 – 2017 – MINAM).
10. El resultado de la concentración del parámetro requerido de *Escherichia coli*, analizado en el punto de captación se encuentran por encima del ECA para Agua: Subcategoría A1 (D.S N° 004 – 2017 – MINAM). Al tener la mínima presencia de agentes patógenos (microbiológicos) nos da como un indicador de calidad sobre la contaminación, cuando existe la presencia de E.coli en los cuerpos de agua, esto nos indica una mayor probabilidad que esta contenga alto grado de contaminación microbiológica.

11. Cabe resaltar que la presencia de Coliformes fecales son indicadores de la existencia de contaminación fecal con heces humanas o de animales de sangre caliente en las fuentes de captación.
12. El resultado de la concentración del parámetro requerido de Formas parasitarias en aguas, analizado en los puntos de captación se encuentran por debajo del ECA para Agua: Subcategoría A1 (D.S N° 004 – 2017 – MINAM).
13. El resultado de la concentración del parámetro Organismos de Vida Libre analizado en el punto de captación superan los valores establecidos en los ECA para Agua: Subcategoría A1 (D.S N° 004 – 2017 – MINAM). Los resultados de los análisis revelan una contaminación casi generalizada por este tipo de organismos, principalmente del grupo algas.
14. Llego a la conclusión que el tipo de tratamiento según las normas vigentes sea de modo convencional por pertenecer a la categoría A – 1 lo que significa que el agua de consumo de personas se trate por desinfección.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda implementar un sistema de tratamiento previo para la remoción de metales pesados como el Antimonio, Berilio, cadmio y otros que resulten en elevadas de concentraciones, con la finalidad de brindar una calidad de agua libre de metales pesados a las comunidades abastecidas, y así cumplir de conformidad con la normativa vigente.
2. Se recomienda la implementación de un tratamiento convencional con desinfección a las captaciones para la eliminación total de agentes microbiológicos como Coliformes Totales, Termotolerantes *Escherichia coli* antes de su distribución al abastecimiento de agua para consumo humano a las comunidades y cumplir de conformidad con la normativa vigente.
3. Se recomienda la implementación de tratamiento convencional, que puede ser mediante sedimentación con filtro lento u otro, incluyendo una posterior desinfección para la eliminación total de agentes parasitológicos como son las larvas de huevos de helmintos y otros, antes de su distribución a las redes al abastecimiento de agua para consumo humano a las comunidades y cumplir de conformidad con la normativa vigente.
4. Se recomienda la implementación de tratamiento convencional, que puede ser mediante sedimentación con filtro lento u otro, incluyendo una posterior desinfección para la remoción de organismos de vida libre como algas, protozoos, nematodos, caracoles, entre otros, ya que estos pueden ser portadores de enfermedades; así mismo, la desinfección mediante cloración deberá realizarse con un residual de cloro superior a 0.5 mg/L antes de su distribución a las redes al abastecimiento de agua para consumo humano a las comunidades y cumplir de conformidad con la normativa vigente.

5. Publicar los resultados de la presente investigación a los ciudadanos que viven en los Anexos de Río Pisco y Mesapata; para apoyar en la conservación del medio ambiente y más aun las caberas de cuenca para tener mayor cantidad de agua en las poblaciones que usan esta captación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. *Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales*, 1 (2016) (testimony of Autoridad Nacional del Agua).  
[https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo\\_nacional\\_para\\_el\\_monitoreo\\_de\\_la\\_calidad\\_de\\_los\\_recursos\\_hidricos\\_superficiales.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo_nacional_para_el_monitoreo_de_la_calidad_de_los_recursos_hidricos_superficiales.pdf)
2. Berrios Marcelo, L. (2018). Contaminación del río niño, afluente del río higuera por descarga de aguas residuales De la ciudad de Margos, distrito de Margos, departamento de Huánuco, periodo Marzo - Agosto 2018 [Universidad de Huánuco]. In *Universidad de Huánuco*. <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/1284>
3. Bonilla Portilla, F. A. (2013). *Análisis de parámetros hidrogeoquímicos del manantial El Castillo, Xalapa durante el período 2010-2012* [Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Químicas. Región Xalapa].  
<http://cdigital.uv.mx/handle/123456789/42125>
4. DIGESA. (2005). *Procedimiento para el seguimiento y control de los expedientes en abandono y denegados*.  
[http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/pdf/proced\\_APRHI/Vertimientos/TEXTO/02.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/pdf/proced_APRHI/Vertimientos/TEXTO/02.pdf)
5. *Reglamento de la calidad del agua para consumo humano: D.S. N° 031-2010-SA*, 1 (2011) (testimony of Dirección General de Salud Ambiental – Lima: Ministerio de Salud).  
[http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento\\_Calidad\\_Agua.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf)
6. Espinel Pino, V. D., & Espinel Pino, E. I. (2012). Calidad del agua de la microcuenca de membrillo del embalse Sixto Duran Ballén, Bolívar – Manabí. *Revista Espamciencia*, 3(2), 155–164.

- [http://revistasespam.espam.edu.ec/index.php/Revista\\_ESPAMCIENCIA/article/view/49](http://revistasespam.espam.edu.ec/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/49)
7. Fabián Paulino, L., & Mendoza Wong, J. N. (2015). *Análisis de la calidad del agua potable y estrategias de intervención para su mejor uso en el distrito de Huaura* [Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrión]. [http://200.48.129.167/bitstream/handle/UNJFSC/129/RESUMEN-TFCAIA\\_TI-AM20.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://200.48.129.167/bitstream/handle/UNJFSC/129/RESUMEN-TFCAIA_TI-AM20.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
  8. Fibras y Normas de Colombia S.A.S. (2018). *Manantial Definición, Clasificación, Características y Tipos. \* TÉRMINOS Y DEFINICIONES*. Blog. <https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/manantial-definicion-clasificacion-caracteristicas-tipos/>
  9. Frías Quiñones, T. D. M., & Montilla Cabudiva, L. (2016). *Evaluación de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en el sector puerto de productores río Itaya, Loreto Perú 2014-2015* [Universidad Científica del Perú]. <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/114/FRÍAS-MONTILLA-Evaluación-1-Trabajo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
  10. Gianoli, A., Hung, A., & Shiva, C. (2019). Relación entre coliformes totales y termotolerantes con factores fisicoquímicos del agua en seis playas de la bahía de Sechura-Piura 2016-2017. *Salud y Tecnología Veterinaria*, 6(2), 62. <https://doi.org/10.20453/stv.v6i2.3460>
  11. Gold Fields. (2017). *Sistema integrado de gestión - Toma de muestras*. [https://www.goldfields.com.pe/SSYMA/procedimientos\\_control\\_ambiental/SSYMA-P22.07\\_Toma\\_de\\_muestras\\_V8.pdf](https://www.goldfields.com.pe/SSYMA/procedimientos_control_ambiental/SSYMA-P22.07_Toma_de_muestras_V8.pdf)
  12. MINAM. (2017). *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias - DECRETO SUPREMO - N° 004-2017-*

<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-estandares-de-calidad-ambiental-eca-para-agua-y-e-decreto-supremo-n-004-2017-minam-1529835-2/>

13. Moreno Rudloff, V. V. (2018). *Radiación solar y vapor de agua: implicancias en el ciclo hidrológico y atmósfera terrestre bajo forzamiento radiativo por CO2* [Universidad de Chile]. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/168697>
14. Murillo, H. L. (2006). *Determinación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua en el manantial el tembladero del municipio de Panchimalco departamento de San Salvador* [Universidad de el Slvador]. <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/5111/1/10131044.pdf>
15. OEFA. (2015). *Instrumentos Básicos para la fiscalización ambiental*. [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=13978.8](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=13978.8)
16. OEFA. (2018). *Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales*. [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=7827](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827)
17. Petro Niebles, A. K., & Wees Martinez, T. del C. (2014). *Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua del municipio de Turbaco - Bolívar, Caribe Colombiano* [Universidad Tecnológica de Bolívar]. <https://repositorio.utb.edu.co/bitstream/handle/20.500.12585/1725/0067155.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
18. Piqueras Urban, V. (2015). *Calidad físico-química del agua en los manantiales de los términos municipales de Benafer, Caudiel y Viver (Castellón)* [Universidad Politècnica de València]. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/55816/PIQUERAS - Calidad fisicoquímica del agua en los manantiales de los términos municipales de Bena....pdf?sequence=4>

19. Reascos Chamorro, B. A., & Yar Saavedra, B. M. (2011). *Evaluación de la calidad del agua para el consumo humano de las comunidades del Cantón Cotacachi y propuesta de medidas correctivas* [Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/221>
20. Reina Mora, A. M. (2013). *Evaluación de la calidad de agua en la microcuenca del río Bejuco mediante la aplicación de indicadores físico-químicos y microbiológicos* [Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”]. <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/194/1/TMA60.pdf>
21. Rubio Campos, J. C., López Geta, J. A., & Fernández-Palacios Carmona, J. M. (2009). *El agua subterránea en el Parque Natural de Despeñaperros y el Paraje Natural de la Cascada de Cimbarra: Vol. Primer* (Instituto Geológico y Minero de España (ed.); Primero). Madrid. <https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/documents/20151/5395847/GuiaAguaDespenaperros.pdf/79fcb8cb-9824-d856-4bcf-244cc2f170e1?t=1619426485323>
22. Solórzano Ponce, R. Y. (2005). *Determinación de la calidad del agua para consumo humano y uso industrial proveniente de la planta de tratamiento La Carbonera, Municipio de Sanarate, Departamento de el Progreso, Guatemala*. [Universidad de San Carlos de Guatemala]. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0970\\_Q.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0970_Q.pdf)
23. Supo, F., & Cavero, H. (2014). *Cómo diseñar y formular una tesis de Maestría y Doctorado* (Vol. 1). <https://www.felipesupo.com/wp-content/uploads/2020/02/Fundamentos-de-la-Investigación-Científica.pdf>
24. Valdivia Martel, P. S. (2017). *La calidad del agua de consumo doméstico en relación con las enfermedades diarreicas agudas en niños de 0 a 5 años en el Centro Poblado de Pachachupan - Distrito de Chinchao, Provincia Huánuco, Región Huánuco*,

Enero – Junio 2017 [Universidad de Huanuco].

<https://core.ac.uk/download/pdf/132349116.pdf>

25. Zegarra Chávez, D. (2016a). *Evaluación de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del manantial Huañambra en José Gálvez-Celendín* [Universidad Nacional de Cajamarca].

<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1761/TESIS-DIANA>

ZEGARRA CHÁVEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y

26. Zegarra Chávez, D. (2016b). *UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Evaluación de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del manantial Para Optar el Título Profesional de: INGENIERO AMBIENTAL DIANA ZEGARRA CHÁVEZ* [Universidad Nacional de Cajamarca].

<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1761/TESIS-DIANA>

ZEGARRA CHÁVEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y

27. OMS. (2006). Guías para la calidad de agua potable. Ginebra-Suiza. 45p. Obtenido de Organización Mundial de la Salud.

<https://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/39098>

28. OMS (2006). Agua, saneamiento y salud: Enfermedades relacionadas con el agua (en línea).

[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/diseases/diseasefact/es/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/diseasefact/es/index.html).

**ANEXOS**

**ANEXO N° 1**

**MATRIZ DE CONSISTENCIA PARA EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**TITULO DE TESIS: VERIFICACION DEL CUMPLIMIENTO DE LOS PARAMETROS DEL ECA AGUA PARA LOS ANEXOS DEL RIO PISCO Y MESAPATA MEDIANTE ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DISTRITO DE OXAPAMPA – PASCO.**

<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPOTESIS GENERAL</b>	<b>IDENTIFICACION DE VARIABLES</b>
¿Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en la captación Río Pisco – Mesapata cumplen con lo establecido en el ECA Agua?	Valuar los parámetros físicos – químico y microbiológico de la captación Río Pisco – Mesapata de los anexos de Mesapata y Río Pisco para verificar el cumplimiento del Estándar de Calidad de Agua.	Existe asociación entre el análisis fisicoquímico y microbiológico de la captación Río Pisco – Mesapata con el cumplimiento del D.S N° 004 – 2017 – MINAM de los anexos Mesapata y Río Pisco – Oxapampa – Pasco.	<b>Variable Independiente</b> Análisis fisicoquímicos y microbiológicos.
<b>Problema Especifico 1</b> ¿Cuáles son las cuantificaciones físicas – químicas de la captación Río Pisco – Mesapata de los anexos de Mesapata y Río Pisco?	<b>Objetivo Especifico 1</b> Establecer los parámetros físicos – químicos en la captación Río Pisco – Mesapata de los anexos de Mesapata y Río Pisco.	<b>Hipótesis Especifica 1</b> El análisis fisicoquímico de la captación Río Pisco – Mesapata, no tiene asociación con el cumplimiento del D.S N° 004 – 2017 – MINAM de los anexos Mesapata y Río Pisco – Oxapampa – Pasco.	<b>Variable Dependiente</b> Cumplimiento del reglamento de la calidad del agua.
<b>Problema Especifico 2</b> ¿Cuáles son los parámetros microbiológicos de la captación Río Pisco – Mesapata de los anexos de Mesapata y Río Pisco?	<b>Objetivo Especifico 2</b> Determinar la concentración microbiológica de la captación Río Pisco – Mesapata de los anexos de Mesapata y Río Pisco?	<b>Hipótesis Especifica 2</b> El análisis microbiológico de la captación Río Pisco – Mesapata, no tiene asociación con el cumplimiento del D.S N° 004 – 2017 – MINAM de los anexos Mesapata y Río Pisco – Oxapampa – Pasco.	<b>Variable Interviniente</b> Normas legales de agua para consumo humano. DS.004-2017-MINAM RD.106-2015-DIGESA
<b>Problema Especifico 3</b> ¿En qué categoría del ECA agua se encuentran la captación Río Pisco – Mesapata de los anexos de Mesapata y Río Pisco?	<b>Objetivo Especifico 3</b> Determinar qué categoría del ECA agua se encuentran la captación Río Pisco – Mesapata de los anexos de Mesapata y Río Pisco.		

DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	POBLACION Y MUESTRA	INSTRUMENTOS Y MATERIALES												
<table border="1" data-bbox="331 357 584 1241"> <thead> <tr> <th data-bbox="331 970 495 1241">VARIABLE</th> <th data-bbox="331 651 495 970">DEFINICION OPERACIONAL</th> <th data-bbox="331 357 495 651">INDICADORES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="405 970 495 1241">Análisis fisicoquímico y microbiológico</td> <td data-bbox="405 651 495 970">Elementos fisicoquímicos</td> <td data-bbox="405 357 495 651">Und. pH, <math>\mu\text{S/cm}</math>, mg/L, %.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="495 970 584 1241">Cumplimiento del reglamento de la calidad del agua.</td> <td data-bbox="495 651 584 970">Elementos microbiológicos</td> <td data-bbox="495 357 584 651">NMP/dl</td> </tr> <tr> <td data-bbox="584 970 584 1241"></td> <td data-bbox="584 651 584 970">Análisis de la calidad del agua</td> <td data-bbox="584 357 584 651">Estándares de Calidad del Agua (ECA)</td> </tr> </tbody> </table>	VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	Análisis fisicoquímico y microbiológico	Elementos fisicoquímicos	Und. pH, $\mu\text{S/cm}$ , mg/L, %.	Cumplimiento del reglamento de la calidad del agua.	Elementos microbiológicos	NMP/dl		Análisis de la calidad del agua	Estándares de Calidad del Agua (ECA)	<p>En la investigación se determinó que se aplicara el diseño de investigación No – experimental u Observacional, con mediciones Longitudinales, donde no va existir ninguna manipulación de las variables donde se muestrearan en un momento y tiempo específico, además de describirán las características físicas, químicas y microbiológicas, para así determinar la calidad del agua para consumo humano de la captación “Río Pisco – Mesapata”. Se recolecto las muestras en su estado natural para realizar el análisis respectivo. El esquema que resume el diseño anteriormente mencionado se muestra a continuación:</p> <p style="text-align: center;"> <math>X_1: O_1 O_2 O_3 O_4 \dots O_n</math>  <math>X_1</math>: Variable análisis de fisicoquímico y microbiológico.  <math>O_i</math>: Observación <math>i = 1 \dots n</math> </p>	<p style="text-align: center;"><b>Población (N)</b></p> <p>Se determino la población que debe estar conformada por el agua de la captación de “Río Pisco – Mesapata” y la cual es consumida por los anexos del mismo nombre.</p> <p style="text-align: center;"><b>Muestra (n)</b></p> <p>La muestra se determinó que es el punto de monitoreo en la captacion de Río Pisco – Mesapata.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Instrumentos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Multiparámetro</li> <li>✓ GPS</li> <li>✓ Laptop Core i5</li> <li>✓ Cámara digital</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Materiales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cadena custodia</li> <li>✓ Pizeta con agua destilada</li> <li>✓ Frascos de vidrio esterilizado</li> <li>✓ Cooler y gel pack</li> <li>✓ Plumón / lapicero</li> </ul>
VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES													
Análisis fisicoquímico y microbiológico	Elementos fisicoquímicos	Und. pH, $\mu\text{S/cm}$ , mg/L, %.													
Cumplimiento del reglamento de la calidad del agua.	Elementos microbiológicos	NMP/dl													
	Análisis de la calidad del agua	Estándares de Calidad del Agua (ECA)													

## RESULTADOS

### Resultados de parámetros medidos en campo

Parámetro	Resultado	ECA Agua SUBCATEGORÍA A1	Cumplimiento
Cloro residual/libre	<0.1 Cl <sub>2</sub> mg/L	**	**
Conductividad Eléctrica (C.E.)	511 µS/cm	1500 µS/cm	SI
pH	8.11 unid. de pH	6.5 a 8.5	SI

### Resultados de parámetros fisicoquímicos

Parámetro	Resultado	ECA Agua (*) SUBCATEGORÍA A1	Cumplimiento
Color	<5 CV	15 CV	SI
Turbiedad	1.6 NTU	15 NTU	SI
Sólidos disueltos totales	322 mg/L	1 000 mg/L	SI
Cloruros	33.63 mg/L	250 mg/L	SI
Sulfatos	64.69 mg/L	250 mg/L	SI
Dureza (Dureza total)	170 mg/L	500 mg/l	SI
Cianuro Total	<0.005 mg/L	0.07 mg/L	SI
Fluoruros (F-)	0.24 mg/L	1.5 mg/L	SI
Nitratos	0.533 mg/L	50 mg/L	SI
Nitritos	<0.003 mg/L	3 mg/L	SI

### Resultados de parámetros microbiológicos

Parámetro	Resultado	ECA Agua (*) SUBCATEGORÍA A1	Cumplimiento
Numeración Coliformes Totales	23 NMP/100mL	50 NMP/100mL	SI
Numeración Coliformes Termotolerantes (o Fecales)	16 NMP/100mL	20 NMP/100mL	SI
Numeración <i>Escherichia coli</i>	12 NMP/100mL	0 NMP/100mL	NO

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De los resultados presentados para la Captación “Río Pisco - Mesapata” se observa que los parámetros medidos en campo (pH, Conductividad Eléctrica), fisicoquímicos (Color, Turbiedad, Sólidos Disueltos Totales, Cloruros, Sulfatos, Dureza total, Cianuro Total, Fluoruros, Nitratos y Nitritos) y Metales Pesados (excepto Antimonio, Berilio y Cadmio); así como, los parámetros parasitológicos (Formas parasitarias en agua), parámetros microbiológicos (Coliformes Totales y Coliformes Fecales) **SI CUMPLEN** con los valores establecidos en los ECA Agua: Subcategoría A1. Mientras que los parámetros Antimonio, Berilio, Cadmio, *Escherichia coli* y Organismos de Vida Libre **NO CUMPLEN**, respecto a los valores establecidos en los ECA Agua: Subcategoría A1. Para lo cual se realizó una grafica para cada uno de los parámetros analizados y así poder hacer un análisis exhaustivo de los resultados obtenidos.

## CONCLUSIONES

De acuerdo al planteamiento general del problema, concluyo que los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en la captación Rio Pisco – Mesapata si cumplen con lo establecido en el ECA Agua, exceptuando el E. COLI, ya que al tener la mínima presencia de agentes patógenos (microbiológicos) nos da como un indicador de calidad, sobre la contaminación; cuando existe la presencia de E. Coli en los cuerpos de agua, esto nos indica una mayor probabilidad que esta contenga alto grado de contaminación microbiológica.

De acuerdo con lo planteado en uno de los problemas específicos; la captación Rio – Pisco – Mesapata pertenece a la categoría A – 1 SEGÚN EL D.S 004-2017-MINAM, debido a que los agentes microbiológicos encontrados no son agresivos y pueden ser atenuados con una desinfección, la cual puede ser con un sistema convencional.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda implementar un sistema de tratamiento previo para la remoción de metales pesados como el Antimonio, Berilio, cadmio y otros que resulten en elevadas concentraciones, con la finalidad de brindar una calidad de agua libre de metales pesados a las comunidades abastecidas, y así cumplir de conformidad con la normativa vigente.

Publicar los resultados de la presente investigación a los ciudadanos que viven en los Anexos de Rio Pisco y Mesapata; para apoyar en la conservación del medio ambiente y mas aun las caberas de cuenca para tener mayor cantidad de agua en las poblaciones que usan esta captación.

## ANEXO N° 1 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La presente investigación se realizó con los instrumentos necesarios, lo cual consta del equipo de medición fisicoquímico, microbiológico y parasitológico; los cuales son recomendados a ser utilizados mediante el Protocolo para la toma de muestras, preservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano; aprobado mediante RD 160-2015/DIGESA-SA, y fueron utilizados por el laboratorio para obtener los resultados necesarios. De los datos obtenidos se procede a la comparación de valores de forma puntual con las normativas ambientales en este caso DS. 004-2017-MINSA Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, para así verificar su cumplimiento con los valores obtenidos. Haciendo así mención de los valores que la normativa indica estar apta para el consumo humano.

### Categoría 1: Poblacional y Recreacional

#### Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	( $\mu$ S/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) (d)	mg/L	3	3	**
Amoniaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
<b>NORGÁNICOS</b>				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
<b>ORGÁNICOS</b>				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C <sub>1</sub> - C <sub>24</sub> )	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos (e)	(e)	1,0	1,0	1,0
Bromoformo	mg/L	0,1	**	**
Cloroformo	mg/L	0,3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodichlorometano	mg/L	0,06	**	**
<b>I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES</b>				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2 Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2 Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
<b>BTEX</b>				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**
<b>Hidrocarburos Aromáticos</b>				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
<b>Organofosforados</b>				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
<b>Organoclorados</b>				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
Dicloro Difeníl Tricloroetano (DDT)	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	**
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
<b>Carbamato</b>				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
<b>II. CIANOTOXINAS</b>				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
<b>III. BIFENILOS POLICLORADOS</b>				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	**
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b>				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
Escherichia coli	NMP/100 ml	0	**	**
Vibrio cholerae	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos) (f)	N° Organismo/L	0	<5x10 <sup>6</sup>	<5x10 <sup>6</sup>

Fuente: D.S. 004-2017-MI

**ANEXO 03  
PANEL FOTOGRÁFICO**



**PUNTO DE PARTIDA: RIO PISCO BAJO**



**CAPTACIÓN RIO PISCO - MESAPATA**



**PERSONAL DE LABORATORIO REALIZANDO EL  
ROTULADO DE LA MUESTRA**



**GUARDANDO LAS MUESTRAS  
TOMADAS PARA SU CONSERVACIÓN.**



**MUESTRAS LISTA PARA SER  
LLEVADAS AL LABORATORIO.**