

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**Evaluación de la calidad del agua para consumo humano del Centro Poblado de  
Huacamayo, distrito de Pozuzo, Provincia de Oxapampa - Perú, 2021**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Ambiental**

**Autor: Bach. Zuly Rossmery LOPEZ HUACHHUA**

**Asesor: Mg. Edson Valery RAMOS PEÑALOZA**

**Oxapampa – Perú – 2022**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**Evaluación de la calidad del agua para consumo humano del Centro Poblado de  
Huacamayo, distrito de Pozuzo, Provincia de Oxapampa - Perú, 2021**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Dr. Hitlser Juan CASTILLO PAREDES  
PRESIDENTE**

---

**Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA  
MIEMBRO**

---

**Mg. Jesús Marino GOMEZ MIGUEL  
MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

La presente investigación, dedico a mi madre Patrocinia, a mis tíos Jesús y Lucy, por ser un apoyo incondicional durante toda mi carrera, a mi hijo Ralph, quien es lo más valioso que Dios me ha dado y ser mi motivo para seguir adelante.

## **AGRADECIMIENTO**

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme permitido llegar hasta este momento importante de mi formación profesional. A mi mamita Patrocinia por haberme criado y cuidado con amor y valores. A mi tía Lucy por estar siempre a mi lado siendo guía para lograr mis metas y no rendirme nunca. A mi tío Jesús por demostrarme que siempre hay momento para educarse y ser mejor profesionalmente. A mi hijo por darme la fuerza que necesite durante estos años de estudio y trabajo para seguir siendo mejor madre, mejor persona, mejor profesional. A mi hermana por ser mi complemento y apoyo siempre. A mis amigos Jhon, Yorka y Mirella por que formamos un buen grupo de trabajo y una amistad que aún perdura a pesar de la distancia.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se realizó en el Centro Poblado Huacamayo, del distrito de Pozuzo, provincia de Oxapampa, con el objetivo de evaluar la calidad de agua para consumo humano, realizando análisis fisicoquímico y bacteriológico del agua. Para realizar dicho estudio, se hace las comparaciones para ver si es apto para consumo humano con el DS N° 031-2010-SA y Estándares de Calidad de Ambiental (DS N°004-2017-MINAM, Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas Superficiales destinadas a la producción de agua potable). Para el análisis se tomó la muestra del Reservorio, con coordenadas UTM Este 441410 Norte 8883915 Altitud 925 msnm, lo cual para la toma de muestra se utilizó la Resolución Directoral N° 160-2015/DIGESA/SA. “Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano”, analizando los parámetros de campo, parámetros fisicoquímicos (Temperatura, Turbiedad, pH, Dureza, Conductividad, Color y Sólidos Disueltos Totales) y bacteriológico (Coliformes Totales y Coliformes Fecales). La recolección de la información se realizó mediante toma de muestras en campo, realizando monitoreo con equipo multiparámetro y para el análisis fisicoquímico y bacteriológico, se envió las muestras en el Laboratorio para su análisis. Los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos fueron: Turbiedad 0.75; Dureza 219.10; Color <5; Sólido Disuelto Totales 175; pH 7.41; Conductividad 410 y variación de Temperatura de 2.11. Los parámetros bacteriológicos fueron: Coliformes Totales <1.1; Coliformes Fecales <1.1, se determinó que la calidad de agua que consume el centro poblado de Huacamayo es apto para el consumo humano ya que los parámetros analizados cumplen con las normativas del DS N° 031-2010-SA y con los Estándares del DS N° 004-2017-MINAM.

**Palabras Clave:** calidad, parámetros, agua para consumo humano.

## ABSTRACT

The present research work was carried out in the Huacamayo Population Center, in the district of Pozuzo, province of Oxapampa, with the objective of evaluating the quality of water for human consumption, carrying out physicochemical and bacteriological analysis of the water. To carry out this study, comparisons are made to see if it is suitable for human consumption with Supreme Decree No. 031-2010-SA and Environmental Quality Standards (DS No. 004-2017-MINAM, Category 1: Population and Recreational, Subcategory A: Surface water intended for the production of drinking water). For the analysis, the sample was taken from the Reservoir, with coordinates UTM East 441410 North 8883915 Altitude 925 masl, which Directorial Resolution No. 160-2015/DIGESA/SA was used for sampling. "Protocol of procedures for the taking of samples, preservation, conservation, transport, storage and reception of water for human consumption", analyzing the field parameters, physicochemical parameters (Temperature, Turbidity, pH, Hardness, Conductivity, Color and Total Dissolved Solids) and bacteriological (Total Coliforms and Fecal Coliforms). The information was collected by taking samples in the field, monitoring with multiparameter equipment and for the physicochemical and bacteriological analysis, the samples were sent to the Laboratory for analysis. The results obtained from the physicochemical parameters were: Turbidity 0.75; Hardness 219.10; Color <5; Total Dissolved Solid 175; pH7.41; Conductivity 410 and Temperature variation of 2.11. The bacteriological parameters were: Total Coliforms <1.1; Fecal Coliforms <1.1, it was determined that the quality of water consumed by the town of Huacamayo is suitable for human consumption since the parameters analyzed comply with the regulations of DS No. 031-2010-SA and with the Standards of DS N ° 004-2017-MINAM.

**Keywords:** Quality, parameters, water for human consumption.

## INTRODUCCIÓN

El agua es el recurso natural más importante del planeta, la cual no tiene sustituto alguno en muchas aplicaciones y/o actividades. Dicho recurso, se usa para el consumo humano, agricultura, ganadería, minería, industria y generación de energía, sin embargo, esta es manejada de una manera inadecuada, lo cual ocasiona una contaminación acuática como son los ríos, lagos y mares (Tebutt 1993). Por esta razón es necesario controlar la calidad de agua que es suministrada a determinada población, con la finalidad de garantizar propiedades adecuadas aptas para el consumo humano, según Mora (2003).

La presente investigación consistirá en determinar los parámetros fisicoquímicos de las aguas que consume la población de Huacamayo y ver si son aptas o no según las normativas del D.S. N° 031-2010-SA y el D.S. N° 004-2017-MINAM, MINSA (2011), MINAM (2017).

A su vez, la presente investigación es establecida de la siguiente manera:

Capítulo I, Planteamiento del Problema, en la cual se desarrolla la determinación y formulación del problema, los objetivos de la investigación, la justificación del problema, la importancia, alcances y las limitaciones en la investigación.

Capítulo II, El marco teórico, en la que se plantea los antecedentes, bases teóricas – científicos, las definiciones de términos, las hipótesis y la identificación de las variables de la presente investigación.

Capítulo III, Metodología, en la cual se desarrolla el tipo de investigación que se va realizar, el diseño, la población y muestra, los métodos de investigación que se va utilizar, las técnicas e instrumentos de recolección de datos y las técnicas de procesamiento y análisis de datos.



Capítulo IV, Resultados y Discusión, en donde se desarrolla el tratamiento estadístico e interpretación de cuadros, presentación de resultados, las pruebas de hipótesis, y discusión de resultados.

Finalmente se incluye las conclusiones, recomendaciones, la referencia bibliográfica y anexos.

## **INDICE**

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**RESUMEN**

**ABSTRACT**

**INTRODUCCIÓN**

**INDICE**

### **CAPITULO I**

#### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

1.1.	Identificación y determinación del Problema.....	1
1.2.	Delimitación de la investigación.....	3
1.3.	Formulación del Problema.....	3
1.3.1.	Problema General.....	3
1.3.2.	Problemas Específicos.....	3
1.4.	Formulación de Objetivos.....	4
1.4.1.	Objetivo General.....	4
1.4.2.	Objetivos Específicos.....	4
1.5.	Justificación del problema.....	4
1.6.	Limitaciones.....	5

### **CAPÍTULO II**

#### **MARCO TEÓRICO**

2.1.	Antecedentes de estudio.....	6
2.1.1.	A Nivel Internacional.....	6
2.1.2.	A Nivel Nacional.....	8
2.2.	Bases Teórico – Científico.....	12
2.2.2.	Agua de consumo humano.....	15
2.2.3.	Parámetros de la calidad del agua.....	17
2.2.4.	Técnicas de muestreo de agua para consumo humano.....	20
2.2.5.	Normativa nacional de calidad del agua.....	30
2.3.	Definición de Términos básicos.....	41
2.3.1.	Agua cruda.....	41
2.3.2.	Agua tratada.....	42
2.3.3.	Agua para consumo humano.....	42

2.3.4. Análisis microbiológico del agua.....	42
2.3.5. Análisis físico y químico del agua .....	42
2.3.6. Cadena de custodia.....	42
2.3.7. Coliformes.....	42
2.3.8. Coliformes totales (CT).....	42
2.3.9. Coliformes termotolerantes (CF) .....	43
2.3.10. Consumidor .....	43
2.3.11. Cloro residual libre.....	43
2.3.12. <i>Escherichia coli</i> – E. Coli .....	43
2.3.13. Gestión de calidad de agua de consumo humano.....	43
2.3.14. Límites máximos permisibles .....	43
2.3.15. Muestra de agua .....	43
2.3.16. Parámetros de campo .....	44
2.3.17. Parámetros microbiológicos.....	44
2.3.18. Parámetros organolépticos .....	44
2.3.19. Parámetros inorgánicos .....	44
2.3.20. Parámetros de control obligatorio (PCO).....	44
2.3.21. Toma de muestra de agua para consumo humano .....	44
2.3.22. Sistema de abastecimiento de agua para consumo humano.....	45
2.4. Formulación de Hipótesis .....	45
2.4.1. Hipótesis General .....	45
2.4.2. Hipótesis Específicos .....	45
2.5. Identificación de Variables .....	45
2.5.1. Variable independiente.....	45
2.5.2. Variable dependiente.....	45
2.5.3. Variables Intervinientes .....	46
2.6. Definición operacional de variables e indicadores .....	46

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA Y TECNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1. Tipo de investigación.....	47
3.2. Nivel de investigación .....	47
3.3. Métodos de la investigación .....	47
3.4. Diseño de la investigación .....	47

3.5. Población y Muestra .....	48
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	48
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	49
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	50
3.8.1. Ubicación de la zona en estudio.....	50
3.8.2. Ubicación de los puntos de monitoreo de agua para consumo humano del Centro Poblado de Huacamayo .....	51
3.8.3. Monitoreo de agua de consumo en el Centro Poblado de Huacamayo.....	51
3.9. Tratamiento Estadístico. ....	52
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica .....	52

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. Descripción del Trabajo de Campo .....	53
4.2. Presentación, análisis e interpretación de Resultados.....	54
4.3. Prueba de Hipótesis .....	58
4.4. Discusión de Resultados .....	58

### **CONCLUSIONES**

### **RECOMENDACIONES**

### **BIBLIOGRÁFICA**

### **ANEXOS**

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

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

Los seres humanos, animales y plantas dependemos del agua. Sin este recurso, el pleno desarrollo de la vida no sería posible, ya que es la fuente principal para el diario vivir. Los estudios muestran que el hombre hace uso y consumo de setenta y cinco mil litros de este recurso a lo largo de su vida, llegando a ser esta en su mayoría agua dulce. Sin embargo, este mismo uso, multiplicado por la cantidad actual de personas en el mundo es exageradamente elevado y la mala gestión de este recurso terminará acabándola. Del mismo modo, se puede denotar que, si bien es cierto, gran parte del ambiente terrestre es agua, no toda ella es apta para su uso o consumo. Estudios demuestran que el 97% de este recurso es agua salada, la cual no es apta para su consumo si es que esta no tiene algún tratamiento, y que tan solo, el 3% del total, es agua dulce. De este 3% se puede encontrar en ríos, lagos, glaciares y aguas subterráneas, los cuales, no son de fácil acceso. A demás, para que estas aguas (aguas dulces) sean destinadas

al consumo humano, no deben sobrepasar ciertos parámetros físicos (Temperatura, turbiedad, conductividad, color, sólidos disueltos totales), químicos (pH, dureza) o microbiológicos (Coliformes totales y coliformes fecales), (MINSA, 2011).

Como ya se hizo mención en el anterior párrafo, la mala gestión de este recurso juega en contra de su cantidad y capacidad de regeneración de este recurso. Toda actividad humana que dependa de este recurso impactará positiva o negativamente sobre esta, siendo esta última de mayor probabilidad. Es de este modo que tanto su composición como sus características se verán afectadas, y, por ende, su calidad.

Sin embargo, al hablar de calidad de un bien o recurso, se debe hacer énfasis al uso que se le dará, ya que no será lo mismo destinar el agua para riego o recreación que para el agua destinada para el consumo humano. Es por ello que, en Perú, mediante el artículo N° 3 del DS 004-2017-MINAM se categoriza el uso de este bien. (MINAM, 2017)

Dos de las actividades que más repercuten sobre el agua es la ganadería y la agricultura, no solo porque hacen un uso elevado de este bien, sino también por los residuos que estas actividades generan.

En el Centro Poblado de Huacamayo, ubicado en Pozuzo, distrito perteneciente a la provincia de Oxapampa, la agricultura y ganadería crece cada vez más, esto debido al aumento poblacional y la necesidad del consumo de alimentos. Sin embargo, esta no es la excepción al buen uso de las técnicas de agricultura y ganadería.

El centro poblado de Huacamayo cuenta con una Junta Administradora de Servicio y Saneamiento (JASS) reconocido por la Municipalidad Distrital de Pozuzo, el cual administra, pero desconocen el manejo adecuado para conservar la cantidad y calidad del agua, es por ello, la finalidad de la presente investigación es para interpretar la calidad del agua de los datos físicos, químicos y bacteriológicos, con el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010-SA, mediante una comparación con los Límites Máximos Permisibles. Los variables que se tendrán en cuenta en este proceso son: pH, temperatura, turbiedad, conductividad, cloro residual, color verdadero, sólidos totales disueltos (SDT), dureza total, coliformes totales y coliformes termotolerantes, (MINSA, 2011).

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

El ámbito que se desarrolló la investigación, comprende el agua de consumo humano del centro poblado de Huacamayo.

## **1.3. Formulación del Problema**

### **1.3.1. Problema General**

¿Cómo es la calidad del agua para consumo humano en el centro poblado de Huacamayo, distrito de Pozuzo, provincia de Oxapampa - Perú, 2021?

### **1.3.2. Problemas Específicos**

¿Cómo son los parámetros fisicoquímicos que tiene el agua de consumo humano del centro poblado de Huacamayo, distrito de Pozuzo, provincia de Oxapampa - Perú, 2021?

¿Cómo son los parámetros bacteriológicos que presenta el agua de consumo humano del centro poblado de Huacamayo, distrito de Pozuzo, provincia de Oxapampa - Perú, 2021?

#### **1.4. Formulación de Objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo General**

Evaluar la Calidad del Agua para consumo humano del centro poblado de Huacamayo, distrito de Pozuzo, provincia de Oxapampa - Perú, 2021.

##### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Determinar los parámetros fisicoquímicos que tiene el agua de consumo humano del centro poblado de Huacamayo, distrito de Pozuzo, provincia de Oxapampa - Perú, 2021.
- Determinar los parámetros bacteriológicos que presenta el agua de consumo humano del centro poblado de Huacamayo, distrito de Pozuzo, provincia de Oxapampa - Perú, 2021.

#### **1.5. Justificación del problema**

La presente investigación, se enfocará en realizar un estudio de la calidad del agua para consumo humano del centro poblado de Huacamayo, a fin de determinar la concentración fisicoquímica, Coliformes totales y Coliformes fecales y compararlas con el reglamento nacional que son los Estándares de Calidad Ambiental, aprobados mediante D.S. 004-2017-MINAM y el reglamento de calidad de agua para consumo humano que es el DS N°031-2010-SA para determinar si la calidad del agua para consumo humano de dicha población es buena y si cumplen los Límites Máximos Permisibles del reglamento, (MINSA, 2011), (MINAM, 2017).



Así mismo, la investigación generará conocimientos que podrán ser usados para la toma de conciencia de los pobladores, con respecto al uso y cuidado de este servicio y como mejorar la calidad de este y por ende la calidad de vida. Además, se prevé incentivar el cuidado y conservación de los bosques, y uso de técnicas y métodos para una agricultura responsable, ya que la mala gestión de estas actividades repercute en la calidad del agua.

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

La investigación tendrá las siguientes limitaciones:

- Falta de equipos apropiados, el cual eleva el costo para la elaboración del presente proyecto.
- El análisis del agua para consumo humano tiene altos costos monetarios.
- El desconocimiento por parte de la JASS, del centro poblado sobre el adecuado manejo de sus recursos hídricos.
- Las vías defectuosas que dificultan la llegada al reservorio del centro poblado de Huacamayo.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

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

En la presente investigación se realizará la búsqueda sistemática de los trabajos de investigación que se están desarrollando a nivel internacional, nacional y local que se detallarán a continuación.

##### **2.1.1. A Nivel Internacional**

- Según, Petro Niebles & Wees Martinez (2014), para optar el título de Ingeniería Ambiental, cuyo objetivo buscó evaluar la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua, la cual era consumida por los pobladores de Tubarco. Para ello, se establecieron nueve puntos de muestreo, de los cuales, se analizaron los parámetros in situ y, posteriormente, en gabinete. Los resultados obtenidos fueron comparados con la normativa vigente del país, mostrando una turbiedad de 1,049 UNT; y una dureza total de 102,022 mg CaCO<sub>3</sub>/l en promedio. Del mismo modo, se observó que la presencia de coliformes totales variaba entre 10 a 30 UFC/100cm<sup>3</sup>. Estos resultados dieron

como concluida la investigación haciendo notar que los parámetros analizados en la mayor parte de los puntos de muestreo sobrepasan los valores establecidos en su normativa, teniendo como deficiencia notable la ausencia de cloro residual libre en el tratamiento, manteniendo así relación con el incumplimiento de los parámetros microbiológicos, particularmente, coliformes totales.

- Según, Pérez López (2016), en su investigación de tema: “Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica”, nos indica que se analizaron parámetros como el potencial de hidrógeno, densidad, alcalinidad total, cloruros, magnesio, dureza total, conductividad eléctrica, con el fin de determinar la calidad del agua, la cual es destinada para el consumo de los pobladores de la región occidental del país, incluyendo Zarcero, Esparza, Poás, San Ramón, Grecia, San Carlos y Naranjo. El autor tuvo como objetivo la comparación de los parámetros obtenidos del análisis de muestras, teniendo un resultado positivo en contraste a la normativa vigente del país costarricense. Cabe señalar que, tanto en San Carlos, como en San Ramón, la alcalinidad total muestreada sobrepasa el límite recomendado para el uso correspondiente. Sin embargo, este no es un parámetro considerado en la normativa del país costarricense. El autor termina la investigación haciendo eco en esta irregularidad, esperando que no afecte de manera negativa en la salud pública.
- Según, Calderón López & Orellana Yáñez (2015), para optar el título de Bioquímica Farmacéutica, con título: “Control de calidad del agua potable que se distribuye en los campus: central, hospitalidad, Balzay, Paraíso, Yanuncay y las granjas de Iquis y Romeral, pertenecientes a la Universidad

de Cuenca”, cuyo objetivo fue analizar los parámetros físicos (temperatura, color, turbiedad, olor), químicos (potencial de hidrógeno, alcalinidad, dureza, oxígeno disuelto, nitritos, cloruros, cobre y hierro) y microbiológicos (coliformes totales y fecales, aerobios mesófilos) del agua potable para determinar la calidad de esta. Al ser destinada para el consumo humano, se compararon los valores con los ya establecidos en la norma INEN 1108:2014, dando estos resultados positivos, cumpliendo con las exigencias físicas y químicas mínimas para la calidad de este recurso, más aún, los resultados microbiológicos demostraron existencia de contaminación, siendo la limpieza y desinfección del recurso la principal medida para cumplir de manera efectiva con la normativa vigente.

### **2.1.2. A Nivel Nacional**

- Atencio Santiago (2018), para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental, sustentó en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión; la tesis: “Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local en la población de la localidad de San Antonio de Rancas, del distrito de Simón Bolívar, provincia y región Pasco-2018”, el estudio se realizó con la finalidad de analizar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, y de esta manera evidenciar la percepción de los pobladores locales. Al igual que en las anteriores investigaciones mencionadas, se tomó en cuenta el D.S. N°031-2010-SA y los ECAs para Aguas, aprobado mediante el D.S. N°004-2017-MINAM, centrado principalmente en la primera categoría, subcategoría A: “Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable”. Para el análisis de la calidad del agua se tomaron en cuenta 2 puntos

de muestreo: la pileta de una vivienda y del reservorio de agua de la localidad de San Antonio de Rancas. Se recolectaron 3 muestras para los análisis físicos, 3 muestras para los análisis químicos y 3 muestras para los análisis microbiológicos. Del mismo modo se encuestó a los pobladores para saber la percepción de estos. Los resultados obtenidos demuestran sobrepresencia de coliformes fecales, siendo de esta manera, no apta para el consumo. Del mismo modo, se evidenció la desinformación de la población, la cual se encuentra satisfecha con la cantidad de agua que perciben, pero sin considerar que esta se encuentra contaminada (MINSA, 2011), (MINAM, 2017).

- Gonzales Tavera (2018), para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental, sustentó en la Universidad Nacional de Ucayali; la tesis: “Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en el asentamiento humano Señor de los Milagros, distrito de Yarinacocha - region Ucayali - 2018”, cuya finalidad fue evaluar la calidad del agua del A.H., la cual es destinada para consumo de los pobladores. Para ello se monitorearon 2 puntos (de mayor población) ubicados dentro de las 4 fuentes de abastecimientos del sector. Las muestras se obtuvieron en los meses de agosto y diciembre por ser época creciente, haciendo 3 repeticiones en cada punto para los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos (pH, conductividad, temperatura, coliformes totales, cloro residual libre, turbiedad); y 1 repetición para metales pesados (boro, cobre, zinc, plomo, níquel). Para determinar si los parámetros obtenidos cumplen con la normativa vigente del Perú, el autor hizo una comparación con los parámetros establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA, evidenciando la inaptitud de este recurso para el consumo humano. Los resultados detallaron

que no se cuenta con cloro residual libre en ambos puntos muestreado, siendo este un parámetro de control obligatorio. Con respecto a los análisis microbiológicos, y al igual que con el anterior parámetro observado, no son aptos para el consumo, comprobando la existencia de coliformes totales y termotolerantes. En consideración al análisis de los metales pesados, de manera general, no hay riesgo significativo mayor ni en menor grado, exceptuando al hierro, el cuál supera los LMPs, sin embargo, este valor se ve afectado por estar presentes de manera natural en la zona de estudio (MINSA, 2011).

- Aguilar Sequeiros & Navarro Alfaro (2017), para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental, sustentó en la Universidad Tecnológica de los Andes; la tesis: “Evaluación de la calidad de agua para consumo Humano de la comunidad de Llañucancha del distrito de Abancay, provincia de Abancay 2017.” En esta investigación, el objetivo fue analizar los siguientes parámetros: conductividad, turbiedad, temperatura, solidos totales disueltos (parámetros físicos); dureza total, sulfatos, pH, alcalinidad (parámetros químicos); coliformes fecales y totales (parámetros bacteriológicos). Para ello hicieron uso de método transmitido en la N.T. N°031.DIGESA, muestreando el agua procedente de la captación de Siracachayoc. Posteriormente, las muestras fueron llevadas a ser analizadas por el laboratorio de calidad de agua de la DIRESA Apurimac. Los datos obtenidos fueron procesados por el software SPS y se puso en evidencia que los parámetros físicos y químicos cumplen con lo establecido en la normativa, siendo aptas para su consumo. Sin embargo, el resultado de los parámetros bacteriológicos demuestra el sobrepaso de los Límites Máximos Permisibles

convirtiendo a este recurso inapropiado para su consumo. Los resultados de los análisis fueron los siguientes:

**Tabla 1**  
Resultados de la investigación

		<b>Resultados</b>
<b>Parámetros Físicos</b>		
pH		7.78 ± 4.0
Temperatura		17.43 ± 8.2
Conductividad		138.12 ± 4.1
Alcalinidad		73.68 ± 10.3
<b>Parámetros químicos</b>		
Dureza Total		74.28 ± 13.3
Calcio		23.35 ± 7.9
Magnesio		4.74 ± 9.8
Cloruros		74 ± 15.6
<b>Parámetros biológicos</b>		
	En la captación	18.67 ± 28.05
Coliformes Totales	En el reservorio	18.08 ± 13.51
	En una pileta domiciliaria	29.08 ± 24.6
	En la captación	6.67 ± 16.83
Coliformes Termotolerantes	En el reservorio	1.75 ± 2.60
	En una pileta domiciliaria	6.25 ± 16.94

Nota. Aguilar Sequeiros & Navarro Alfaro, (2017)

Según la Norma Técnica 031-DIGESA en los parámetros fisicoquímicos se encuentran dentro de los valores normales para agua para consumo humano mientras para los Coliformes totales y termotolerantes el valor normal debe ser

<1 UFC/ml, los cuales exceden en los resultados muy encima de los LMP en cada componente del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano y que las agua no son aptas para consumo humano (MINSA, 2011).

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

### **2.2.1. El agua**

Elemento y servicio brindado por la naturaleza, la cual hace posible el desarrollo de los procesos biológicos. El agua es un recurso indispensable para el sostenimiento y la reproducción.

Del mismo modo, el agua constituye uno de los elementos más abundantes del organismo de los seres humanos, teniendo un promedio de 60% a 70%. Esta varía según las edades. Las personas jóvenes tienen mayor cantidad de agua que las personas adultas.

Único elemento que, según las condiciones, se encuentran en los tres estados de la materia (sólido, líquido y gaseoso). Así mismo, es usada como disolvente para combinar, descomponer y transportar sustancias.

Al igual que los demás ciclos biogeoquímicos, el ciclo del agua (Figura 1) se da de manera natural gracias a ciertos factores ambientales que suceden de día y de noche. Esencialmente el ciclo se da debido a la precipitación de este elemento a la superficie terrestre, esta fluye por las tierras con dirección a los ríos, lagos u otros cuerpos de agua. Así mismo, el agua puede infiltrarse a capas más profundas de la capa terrestre, formando cuerpos de agua subterráneos o escurriéndose a cuerpos de agua exteriores. Una vez completado este ciclo, y por la transpiración misma de las plantas y la tierra, el agua tiene a evaporarse, y subir a la atmósfera en forma gaseosa, para otra vez volver a caer en forma de lluvia, rocío u otro tipo de precipitación, completando así el ciclo del agua (Macheno Dominguez & Ramos Rosero, 2015).



**Figura 1**

*El ciclo del agua*



**Fuente:** USGS, Public domain

### **2.2.1.1. Características físico – químicas**

El agua es un líquido que no posee sabor, ni olor. Como se mencionó con anterioridad, este elemento es el único en alcanzar los tres estados de la materia según las condiciones a la que se encuentre. Para entrar a estado sólido esta debe alcanzar los 0°C (273.15 K), llegando a su punto de congelación. Para entrar al estado gaseoso, se debe buscar alcanzar los 100°C, llegando a su punto de ebullición. Por otro lado, a este elemento se lo conoce como el disolvente universal. Esto gracias a que sus agentes ionizantes, por lo que todas las sustancias son solubles en reacción al agua. Así mismo, el agua reacciona tanto con sales, metales, formando hidratos y ácidos respectivamente. El agua es un líquido, prácticamente, incompresible debido a la fuerte unión de las moléculas (Macheno Dominguez & Ramos Rosero, 2015).

### **2.2.1.2. Fuentes de agua**

El agua suele encontrarse en lagos, ríos, mares, humedad del suelo, cuerpos de agua subterráneas, siendo en su mayoría agua salada (97.5%), y lo restante considerada agua dulce (2.5%), siendo esta última posible para el consumo humano. Si bien es cierto, es un recurso renovable, existe un factor que pone en peligro a este recurso. El crecimiento poblacional y por ende el consumo de este recurso, sea para un consumo individual o uso para la producción de otras materias, disminuye de manera desproporcional la restauración natural de este recurso (Macheno Dominguez & Ramos Rosero, 2015).

Existen diversos tratamientos para que el consumo del agua sea apto. Estas varían según el tipo de fuente al que pertenecen. Las principales se encuentran:

- **Aguas subterráneas:** también conocidos como acuíferos, pues son resultado de la infiltración del agua hacia las capas más profundas de la superficie terrestre. Estos cuerpos de agua son los más susceptibles a contaminarse.
- **Aguas superficiales:** cuerpos de agua que se encuentran sobre la capa terrestre. Estos pueden ser, ríos o lagos y sirven como fuente a abastecimiento para las poblaciones.
- **Aguas de mar:** de manera natural no puede ser consumida por el ser humano, sin embargo, existen procesos de transformación que vuelven posible su consumo, pero el costo de estos es mucho más alto que los tratamientos de agua dulce.

### ***2.2.1.3. Importancia del agua***

Gran parte del desarrollo de la vida se da gracias a este recurso. Sin ello no se podrían realizar actividades básicas como la producción de alimentos, el desarrollo y crecimiento animal y vegetal, y sobretodo el bienestar humano. La negativa de esto es que el agua que posibilita a todo esto solamente se encuentra alrededor del 2,5% en todo el planeta, y si el uso de esta sigue dándose de manera desmesurada, más adelante no se podrá gozar de esta, y por consecuencia, la vida estaría en peligro, ya que, una persona en promedio, no puede sobrevivir más de tres o cuatro días sin beber agua. (Macheno Dominguez & Ramos Rosero, 2015).

## **2.2.2. Agua de consumo humano**

### ***2.2.2.1. Agua Potable***

Entendida a toda agua que, sometida a operaciones o procesos, garantizan que los valores de sus características físicas, químicas y biológicas están dentro de los parámetros establecidos por la normativa y que estos no generan riesgo para su consumo. Primordialmente, la potabilización de este recurso se logra a través de la desinfección con cloro (Macheno Dominguez & Ramos Rosero, 2015).

### ***2.2.2.2. Calidad de agua***

Esta depende del uso al que estará destinado. La calidad de este recurso describe el estado de sus características químicas, físicas y biológicas. En Perú, el uso de este recurso está clasificado en cuatro categorías (Tablas del 2 al 5).

- **Categoría 1-A:** aquellas que están destinadas a la producción de agua potable:

**Tabla 2**  
*Categorización del uso del agua – Categoría 1-A y 1-B*

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>	<b>Subcategoría</b>	<b>Descripción</b>
Categoría 1-A	Agua superficiales destinadas a la producción de agua potable	A1	Agua que puede ser potabilizada con desinfección
		A2	Agua que puede ser potabilizada con tratamiento convencional
		A3	Agua que puede ser potabilizada con tratamiento avanzado
Categoría 1-B	Agua superficiales destinadas a recreación	B1	Contacto primario
		B2	Contacto secundario

**Tabla 3**  
*Categorización del uso del agua – Categoría 2*

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>	<b>Subcategoría</b>	<b>Descripción</b>
Categoría 2: Actividades de extracción y cultivo marino costeras y continentales	Agua de mar	C1	Extracción y cultivo de moluscos bivalvos
		C2	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas
	C3	Otras actividades	
	Agua continental	C4	Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas

**Tabla 4**  
*Categorización del uso del agua – Categoría 3*

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>	<b>Subcategoría</b>	<b>Descripción</b>
Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales	Parámetros para riego de vegetales	D1	Riego de cultivos de tallo alto y bajo

Parámetros para bebida de animales	D2	Bebida de animales
--	----	-----------------------

**Tabla 5**  
*Categorización del uso del agua – Categoría 4*

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>	<b>Subcategoría</b>	<b>Descripción</b>
Categoría 4	Conservación del medio acuático	E1	Lagunas y lagos
		E2: Ríos	Ríos de costa y sierra
			Ríos de selva
		E3: Ecosistemas marino costeras	Estuarios
			Marinos

### 2.2.3. Parámetros de la calidad del agua

Debido a los diversos factores que afectan a la calidad de esta, se pueden considerar como parámetros de calidad a sus orígenes químicos, físicos y biológicos. A groso modo, estos son: pH, temperatura, oxígeno disuelto, DBO, DQO, Sólidos Totales, Coliformes Fecales (Casilla Quispe, 2014).

Los principales parámetros de la calidad del agua reflejan la función física, química y biológica del medio ambiente con el que el agua tiene interacción (Blanco Coaquira, 2018).

#### 2.2.3.1. Parámetros físicos del agua

- **Temperatura:** indica si el cuerpo de agua se encuentra con una mayor o menor temperatura. Este parámetro influye directamente en otros indicadores (Blanco Coaquira, 2018).

- **Conductividad eléctrica:** depende de la temperatura y la cantidad de electrolitos (sales disociadas al disolverse) presentes, así como de su concentración y movilidad de estos. Determina su capacidad de conducir electricidad
- **Sólidos disueltos totales:** conjunto de residuos materiales suspendidos que no pueden depositarse en el fondo del recipiente y que, al evaporarse el cuerpo de agua, estos quedan presentes. Los SDT afectan directamente a la conductividad y turbiedad, olor y color del agua (Blanco Coaquira, 2018).
- **Color verdadero y aparente:** el color verdadero es obtenido una vez hayan sido removidos los materiales en suspensión, mientras que el color aparente incluye a estos materiales suspendidos.
- **Turbiedad:** cantidad de material suspendido en el agua, los cuales bloquean el paso de la luz. La arcilla, plancton y otros microorganismos son parte de estos materiales suspendidos (Arias Ayala, 2018).

#### ***2.2.3.2. Parámetros químicos del agua***

- **Potencial de Hidrógeno (pH):** determina si el recurso actuara como ácido débil o solución alcalina. Teniendo un rango de 0 a 14, siendo 0 un líquido altamente ácido (ácido de baterías), y 14 una solución alcalina alta (limpiador líquido de desagües). Su valor normal o neutro está entre los valores 6.5 y 7.5 (Casilla Quispe, 2014).
- **Alcalinidad:** mide la capacidad que tiene el líquido para neutralizar los ácidos, por lo tanto, expresa cuánto ácido puede absorber sin que varíe el potencial de hidrógeno. En otras palabras, la alcalinidad es la capacidad amortiguadora de una solución (Blanco Coaquira, 2018).

- **Cloruro:** compuesto inorgánico que debe estar presente en aguas destinadas para el consumo humano. Estos no deben sobrepasar los 250 mg/l ya que adquiere un sabor salado fácil detectable al gusto (Blanco Coaquira, 2018).
- **Dureza del agua:** concentración de minerales presentes en un espacio de agua, particularmente sales de calcio y magnesio. La dureza dependerá únicamente de la cantidad de los minerales disueltos que estén presentes. A mayor cantidad de minerales se puede decir que un agua es “dura”, y un agua es “blanda” cuando la cantidad de minerales es baja o está libre de ellos (Blanco Coaquira, 2018).
- **Nitratos:** al estar presentes en el agua pueden ser aprovechados para el desarrollo de los organismos vivientes. Sin embargo, la presencia de estos en grandes cantidades se convierte en un riesgo para la calidad del agua, ya que se genera un crecimiento desmedido de estos organismos, restando el oxígeno presente en el agua e imposibilitando la vida en esta (Aguilar Sequeiros & Navarro Alfaro, 2017).

#### **2.2.3.3. Parámetros Bacteriológicos del agua**

- **Coliformes totales:** bacterias que, en condiciones normales se encuentran en las heces, suelo o plantas en descomposición. La presencia de estos en los cuerpos de agua sirve como indicadores de la mala calidad de la misma. Estas pueden producir efectos perjudiciales para la salud humana (Blanco Coaquira, 2018).
- **Coliformes termotolerantes:** dentro de este apartado se encuentran los bacilos anaerobios, aerobios, bacilos cortos y Gram negativos. Por lo general, la *Escherichia coli* (gram negativo), expresa contaminación fecal

dentro del cuerpo del agua, haciéndola no apta para su consumo (Blanco Coaquira, 2018).

- *Escherichia coli*: bacteria que determina la contaminación biológica de un cuerpo de agua. Su presencia en esta hace que no sea posible su consumo. De manera natural están presentes en la flora microbiana de los intestinos de los animales y del ser humano (Blanco Coaquira, 2018).

#### **2.2.4. Técnicas de muestreo de agua para consumo humano**

Según la DIGESA (2015), “Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte almacenamiento y recepción de agua para consumo humano” aprobado mediante RD N° 160 – 2015 – DIGESA, la cual detalla las actividades para la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano, muestreo y análisis de los parámetros detallados en el D.S. N°031-2010-SA, donde se disponen los procedimientos que aseguren la invariabilidad de las muestras. El objetivo del Protocolo es contar con un procedimiento confiable y seguro, que contribuya a obtener una correcta toma de muestra. (MINSA, 2011)

##### ***2.2.4.1. Preparación de materiales y equipos para muestreo***

En el siguiente apartado detallaremos lo necesario para continuar con el muestreo:



**Tabla 6**  
Materiales, equipos y muestreo

<b>Materiales/Equipos/otros</b>	<b>Descripción</b>
<b>Materiales</b>	- Tablero
	- Fichas de campo
	- Libreta de campo
	- Etiqueta para la identificación de frascos
	- Papel secante
	- Plumón indeleble
	- Frascos de vidrio
	- Frascos de plástico de boca ancha, con cierre hermético de primer uso de 500 ml, 1L
	- Guantes descartables
	- Reactivos para preservar muestras
	- Gotero
	- Agua destilada
	- Caja térmica
	- Ice pack
<b>Equipos</b>	- Cámara fotográfica
	- GPS
	- Medidor multiparámetro
	- Comparador de cloro
<b>Indumentaria de protección</b>	- Turbidímetro
	- Zapato de seguridad
	- Mascarilla cónica
	- Guantes de látex

---

**Consideraciones  
generales**

- Preparar los frascos a utilizar en el muestreo, de acuerdo con la lista de parámetros a evaluar.
  - El frasco para muestras microbiológicas debe ser estéril de vidrio neutro no tóxico, con tapa protectora con cierre hermético, de 500 mL de capacidad que será proporcionada por el laboratorio de control ambiental.
  - Los frascos para muestras microbiológicas no deben ser abiertas hasta el momento del muestreo y no serán enjuagados, debe destaparse el menor tiempo posible, evitando el ingreso de sustancias extrañas que puedan alterar los resultados.
  - El análisis fisicoquímico, microbiológico, parasitológicos e hidrobiológicos, carecen de valor si las muestras analizadas no han sido recolectada, preservadas, conservadas, transportadas, almacenadas e identificados debidamente (DIGESA, 2015).
- 

**2.2.4.2. Procedimiento de muestreo**

**- Ubicación del punto de muestreo**

Una vez determinados los puntos y evaluado la accesibilidad a estos, se programará el número de muestras que se deberán tomar.

Para la recolección de muestras en un sistema de abastecimiento humano se deberá tomar como base los planos del sistema. Se tomarán los siguientes criterios:

➤ **Puntos fijos**, ellos se encuentran:

En la captación

Dependerá de la cantidad de cada toma de captación. Si estas tienen demasiadas, se recomienda sacar las muestras del buzón de reunión; en caso no sean tan abundantes, es obligatorio sacar las muestras de cada punto de captación.

### A la salida del tratamiento de agua

En esta, las muestras se sacarán de la desembocadura del sistema de tratamiento del agua. Esta deberá representar al agua tratada.

### A la salida de la infraestructura(s) de almacenamiento (reservorio(s))

La muestra será sacada del grifo más cercano a los reservorios. En un sistema de bombeo, al ser representativa del agua tratada, es primordial establecer los puntos de muestreo. No están considerados los reservorios flotantes.

### En las áreas intermedias y extremos más alejados de la red de distribución

Si la red es abierta, los puntos de muestreo estarán ubicados en la zona intermedia de la red de distribución, al igual que en los ramales en caso sea el recorrido del agua más largo. Para redes cerradas, los puntos de monitoreo serán en zonas intermedias, en los extremos, al ingreso, en el punto más bajo y el punto más alejado. Si se tienen más redes de distribución, se deberá considerar cada una de ellas.

- **Puntos de interés colectivo:** se localizarán diferentes puntos de muestreo en representación al funcionamiento hidráulico.

En las redes de distribución sectorizadas se deben determinar al menos un punto de muestreo por cada entrada de agua al sector correspondiente;

Se encuentra delimitado por:

Tipo de fuente (superficial, subterránea o mixta).

Zona de presión (hasta 50 metros).

En los sectores de mayor riesgo del sistema de distribución por posible contaminación del agua para consumo humano;

Debido a la baja presión que existe en las tuberías y/o rupturas de estas, son considerados como los de mayor riesgo a sufrir contaminación.

Distribución de forma uniforme a lo largo y ancho del sistema de distribución del agua

Hace referencia a todos los puntos de muestreo identificados dentro del sistema de distribución. Estos deberán equitativos de manera que el muestreo sea representativo para el análisis de calidad del agua.

En aquellos puntos después de la mezcla del agua proveniente de las diferentes fuentes de abastecimiento o tratamiento de agua que ingresan al sistema de distribución

Para determinar sin demora a las fuentes que ocasionan impactos negativos a la calidad del agua, se establecerán puntos de muestreo previos a lugares donde suceda la mezcla de aguas exteriores al sistema de distribución.

En aquellos puntos de abastecimientos para la población, por otros mecanismos que tienen algunas redes de distribución, tales como piletas públicas y surtidores de camiones cisterna.

- **Puntos muestreo provisional:** puntos que, por lo general son tomados cuando surge un imprevisto que pueda ocasionar alteración en la calidad del agua; o cuando los pobladores consumidores emitan reclamos sobre la calidad de esta, o percances que involucren la afección del recurso (DIGESA, 2015).

- **Toma de muestra**

- **Consideraciones generales**

- A fin de que las muestras sean veraces y representativas al del cuerpo de agua emisor, y que se asegure que no habrá modificación durante su muestro y transporte, deberá ser muestreada por un personal autorizado.
- El punto a muestrear será determinado mediante los sistemas de posicionamiento global, y se registrarán sus coordenadas para el registro de la información.
- Dejar un espacio desde la cabeza hasta el contenido de aproximadamente 2,5 cm. Esto permitirá la adición de preservantes y la homogenización de nuestras muestras.

Tomar en cuenta:

### **Captación**

Para manantiales y aguas superficiales, se deberán remover las malezas y desechos que se encuentren en la tapa de la cámara húmeda o rejilla, según corresponda.

### **Reservorios y cisternas**

- Quitar todo residuo presente en la tapa y, posteriormente, remover la tapa con sumo cuidado de que los residuos no caigan al cuerpo de agua.

### **Grifos o caños**

- Primero se identificará un grifo que tenga conexión directa con la red de distribución. Este no deberá poseer filtros o ablandadores. Del mismo modo, no debe haber fugas a lo largo del caño. Si hubiera fugas, se deberá elegir otro punto de muestreo.
- En caso tuviera un filtro, remover antes del muestreo.
- Previo al muestreo se deberá hacer una desinfección interior y exterior del grifo con NaClO.

- Para una mayor precisión en el análisis de datos, se recomienda dejar que el agua caiga durante 2 o 3 minutos. Pasado el tiempo, recién se procederá a tomar la muestra.

**Pozos o reservorios de almacenamiento (en caso no tuviera acceso, grifo o caño o purga)**

- Para el muestreo de pozos o reservorios de almacenamiento, se deberá sujetar el frasco de muestreo a un cordón de nylon, el cual deberá ingresar en la parte media del recipiente, teniendo cuidado de que el frasco choque con las paredes. Del mismo modo, el frasco deberá estar sumergido a unos 30 centímetros (DIGESA, 2015).

➤ **Consideraciones para la medición de parámetros de campo**

- El uso de guantes es esencial para no variar el agua a muestrear.
- Se deberá evaluar los siguientes parámetros: turbiedad, pH, conductividad, temperatura y cloro residual libre. Para ello es necesario contar con equipos calibrados y con un mantenimiento óptimo.
- Los datos serán transcritos en la cadena de custodia. Esta debe ser rellena con letra imprenta, sin borrones y que se encuentren de manera legible (DIGESA, 2015).

➤ **Consideraciones para la toma de muestras microbiológicas**

- Se deberá usar guantes al instante de sacar la muestra.
- Con cuidado de que el interior del frasco o la parte posterior de la tapa toquen cualquier superficie que puedan contaminar la muestra, colocaremos el frasco bajo el chorro agua proveniente del grifo en consideración.
- Dejar un espacio libre para la agitación durante la etapa del análisis.

- En caso de que el agua estuviera clorada, se deberá inhibir la acción de este compuesto.
- La DIGESA nos muestra un listado de requisitos en donde se establecen la cantidad de muestras necesarias (DIGESA, 2015).

➤ **Consideraciones para la toma de muestras físico químico**

Se deberá tener en cuenta que parámetros se analizarán:

**Parámetros Inorgánicos:** la utilización de guantes es esencial al momento de tomar la muestra. Para este parámetro se deberá enjuagar de 2 a 3 veces el frasco con el agua a recolectar. Esto con el fin de homogenizar el espacio al cuál será recepcionado. La muestra deberá llenar por completo el frasco. Posteriormente, se añadirán preservantes adecuados y se cerrará herméticamente.

**Parámetros Orgánicos:** la utilización de guantes es esencial al momento de tomar la muestra. A diferencia de la anterior, esta muestra se tomará sin previo enjuague del recipiente y sobre la superficie del cuerpo de agua.

La Dirección General de Salud nos brinda los requisitos para la recepción de muestras (DIGESA, 2015).

- **Frecuencia de muestreo**

Se recomienda establecer la frecuencia mínima de muestreo, ya que esta puede afectar la representatividad del agua a analizar. Tomar en cuenta el análisis técnico y económico.

Los parámetros de control obligatorio son los siguientes:

- Coliforme totales.
- Coliformes termotolerantes.
- Color.

- Turbiedad.
- Residual de desinfectante (cloro residual).
- pH.

En caso que el cloro residual sea menor a 0.5 mg/l, se procederá a tomar la muestra para el análisis de Coliformes totales y termotolerantes.

Si el análisis presenta presencia de Coliformes termotolerantes, se deberá hacer un análisis de *Escherichia coli*, para confirmar o no la presencia de contaminación fecal.

Para sistemas de agua del ámbito urbano, la determinación de parámetros: color, turbiedad y residual de desinfectante, se realizará semanalmente.

Para sistemas de agua del ámbito rural, la determinación de color, turbiedad y residual de desinfectante, se realizará mensualmente.

#### ***2.2.4.3. Acondicionamiento preservación y traslado de muestras***

##### **a. Rotulado e Identificación de la Muestras de Agua**

Para rotular los frascos a utilizar, se deberá etiquetarlas con letra legible y plumón indeleble. Esta etiqueta debe estar protegida con cinta adhesiva y los datos que abarcarán serán los siguientes:

- Código de identificación de campo.
- Coordenadas.
- Localidad, distrito, provincia, región.
- Punto de muestreo.
- Matriz.



- Fecha y hora de muestreo.
- Tipo de análisis requerido.
- Preservada, nombre del preservante.
- Muestreador.

#### **b. Acondicionamiento y Preservación de Muestras**

- Tener en consideración la temperatura y tiempo desde que la muestra ha sido recolectada para que nuestras muestras sean idóneas para el análisis de laboratorio.
- Al ser recogida la muestra, se deberá adicionar el reactivo preservante.
- Una vez obtenida la muestra, se procede a cerrar el frasco y tapanla para evitar derrames líquidos.
- Homogenizar las muestras agitando los frascos.

#### **c. Conservación y Envío de Muestras**

- Nuestras muestras serán transportadas en cooler, ice pack u otro recipiente similar, a fin de evitar el cambio de temperatura de estas. Del mismo modo, aplicar preservantes de temperatura para mayor eficiencia.
- Los recipientes de vidrios deben ser enviados en cajas térmicas que bloqueen la influencia de luz solar y con el suficiente espacio para colocar el material refrigerante.

#### **d. Medio de Transporte**

- Las muestras no deberán ser transportadas en mochilas, cajas de cartón, bolsas y otros.

- Sin pasar por alto los tiempos establecidos, las muestras deberán ser entregadas al laboratorio con los rótulos adecuados y una solicitud previamente completada.

## **2.2.5. Normativa nacional de calidad del agua**

### ***2.2.5.1. Constitución política del Perú (1993)***

La carta magna es, jerárquicamente, la mayor norma y la más importante del país. En ella nos expresa que toda persona tiene el derecho a gozar de un ambiente sano y adecuado para el desarrollo de la vida (art. 2, inc. 22), (Constitución política del Perú, 1993).

### ***2.2.5.2. Ley general del ambiente, Ley N° 28611***

Conforme a la máxima norma en tema ambiental, se tomaron en cuenta los siguientes artículos:

**Artículo I. Del derecho y deber fundamental:** con mira al presente y al futuro, en el primer artículo de la presente ley se establece que cada persona, natural o jurídica, goza del derecho irrenunciable a vivir en un entorno potencialmente sano y adecuado para desarrollarse como tal, asegurando la salud individual y en masa; así como también, se estipulan los deberes que todo individuo debe cumplir con el entorno para no afectar de manera negativa a las futuras generaciones, logrando así, el desarrollo sostenible.

**Artículo V. Del principio de sostenibilidad:** pretende crear un vínculo positivo entre el aspecto social, ambiental y económico, y de esa manera, impartir la satisfacción de las necesidades del hombre actual y las necesidades de las generaciones futuras.

**Artículo IX. Del principio de responsabilidad ambiental:** imparte, de manera parcial, que toda persona natural o jurídica está obligada a restaurar o reparar los daños que esta haya causado al ambiente. En caso esto no fuera posible, esta deberá compensar los daños ocasionados, sin perjuicio de otras responsabilidades administrativas, civiles o penales.

**Artículo X. Del principio de equidad:** a fin de alcanzar la equidad efectiva, el presente artículo busca diseñar y aplicar políticas ambientales que contribuyan en la erradicación de la pobreza y minorar las inequidades sociales y económicas, adoptando medidas coherentes de carácter temporal, las cuales estarán destinadas a cierto grupo, pretendiendo mejorar su aspecto social o económico.

#### ***2.2.5.3. Ley de recursos hídricos, Ley N°29338***

Según la presente ley, se establece que este recurso es propiedad de la Nación. Su uso racional y justificado podrá ser otorgado en concordancia del interés social y el desarrollo del país. A continuación, se resalta el siguiente artículo:

**Artículo 83°.** Dictamina que está prohibido el derrame de contaminantes, residuos y otro tipo de material que puede significar un impacto negativo al cuerpo de agua receptor. Para mayor detalle, el MINAM con coordinación con la ANA establecieron la relación de sustancias prohibidas.

#### **2.2.5.4. Ley general de salud, Ley N°26842**

El primordial objetivo de esta ley pretende alcanzar el bienestar individual y colectivo, posibilitando el desarrollo de esta. Detalla que el Estado es responsable de promover, vigilar y regular.

**Artículo 103°** señala que tanto como el Estado y toda persona natural o jurídica son responsables de la protección y cuidado del ambiente. Estos están en la obligación de mantener sus parámetros dentro de los parámetros establecidos por la Autoridad de Salud.

**Artículo 104°** toda persona, natural o jurídica, no tiene permitido verter algún material o desecho que contamine las aguas, tierra o aire. En caso esto llegará a suceder, la persona deberá asumir las medidas necesarias para remediar ambiental o momeramente los daños ocasionados.

**Artículo 105°** dictamina que toda medida necesaria para controlar los efectos que estos contaminantes puedan ocasionar a las personas y al ambiente es obligación del Estado en coordinación con los Ministerios competentes.

#### **2.2.5.5. Aprueban estándar de calidad ambiental ECA para agua y establecen disposiciones complementarias – DS 004-2017-MINAM.**

**Artículo 1. Objeto de la norma.** Compila las disposiciones aprobadas por el D.S. N°002-2008-MINAM, el D.S. N°023-2009-MINAM y el D.S. N°015-2015-MINAM. En esta se modifican y eliminan ciertos parámetros, categorías y subcategorías de los Estándares de Calidad Ambiental.

**Artículo 2.** Mediante este artículo se aprueban los ECAs para Aguas. En el anexo se puede verificar los parámetros establecidos.

**Artículo 3.** En este artículo se categoriza el uso del agua, ya que la calidad de esta depende directamente del uso que se le dará. Las subcategorías para el uso de consumo humano son las siguientes:

**Categoría 1: Poblacional y recreacional**

**Subcategoría A:** se trata de aquellos cuerpos de agua exteriores que, con un tratamiento previo, serán destinadas para el abastecimiento y consumo humano.

**A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección:** aquellas aguas que con una simple desinfección (según la normativa), y que, por sus características, tienen las condiciones aptas y necesarias para ser consumidas por el ser humano.

**A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional:** aguas que sometidas a dos o más procesos serán aptas para el consumo humano (según la normativa). Estos procesos pueden ser:

- Coagulación.
- Floculación.
- Decantación.
- Sedimentación o filtración.

**A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado:** aguas que para que su consumo sea posible, deberán ser sometidas a tratamientos que incluyan procesos fisicoquímicos avanzados. Estos pueden ser:

- Percolación.
- Microfiltración.

- Ultrafiltración.
- Carbón activado.
- Ósmosis inversa.

**Tabla 7**

*Categoría 1 poblacional y recreacional. Sub categoría 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>FISICOS-QUIMICOS</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 verdaderos Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	µS/cm	1500	1600	**
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 antropogénico	Ausencia de material flotante de origen antropogénico	Ausencia de material flotante de origen antropogénico
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	**
Amoniac -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	1000	1000	1500
Sulfatos	mg/l	250	500	**
Temperatura	°C	Δ3	Δ3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
<b>INORGÁNICOS</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	**	**
Niquel	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>8</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/l	0.01	0.2	1.0
Trihalometanos (e)		1.0	1.0	1.0
Bromoformo	mg/l	0.1	**	**
Cloroformo	mg/l	0.3	**	**
Dibromoclorometano	mg/l	0.1	**	**
Bromodiclorometano	mg/l	0.06	**	**
<b>I. COMPUESTOS ORGANICOS 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><u>BTEX</u></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><u>Hidrocarburos Aromáticos</u></b>				
Benzo (a) pireno	mg/l	0.0007	0.000	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/l	0.009	0.009	**
Organofosforados				
Malatión	mg/l	0.19	0.0001	**
<b><u>Organoclorados</u></b>				
Aldrin+Dieldrin	mg/l	0.00003	0.00003	**
Clordano	mg/l	0.0002	0.0002	**
Dicloro Difenil				
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	**

Carbamato				
Aldicarb	mg/l	0.01	0.01	**
I.CIANOTOXINAS				
Microcistina-LR	mg/l	0.001	0.001	**
II.BIFENILOS POLICLORADOS				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/l	0.0005	0.0005	**
MCROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	N° Organismo/l	0	**	**
<i>Escherichis Coli</i>	NMP/100 ml	0	**	**
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos, en todos sus estadios evolutivos) (f)	N° Organismo/l	0	<5x10 <sup>6</sup>	<5x10 <sup>6</sup>

Nota: (\*\*) no presenta valor en ese parametro para la sub categoria, MINAM (2017)

#### 2.2.5.6. Aprueban reglamento de la calidad del agua para consumo humano

– D.S. N° 031-2010-SA.

Garantiza la protección y promueve la salud y bienestar poblacional mediante disposiciones relacionadas a la gestión de la calidad del agua destinada al consumo humano. Tanto los reglamentos dictaminados mediante este D.S y por el Estado serán de carácter obligatorio para toda persona natural o jurídica que intervengan en la gestión, operación, administración y mantenimiento de las aguas desde la fuente hasta su consumo. No se están comprendidas las siguientes:

- Las aguas minerales naturales reconocidas por la autoridad competente; y



- Las aguas que, por sus características físicas y químicas, sean calificadas como productos medicinales.

## **Título II Gestión de la Calidad del Agua para Consumo Humano:**

Se detalla que la gestión de la calidad del agua de consumo humano estará a cargo del MINSA, MVCS, Gobiernos locales, provinciales y distritales, empresas proveedoras de agua, organizaciones civiles y comunales que representes a su comunidad.

## **Título II de la Autoridad Competente para la Gestión de la Calidad del Agua para Consumo Humano.**

**Artículo 9.** El encargado de hacer cumplir las normas estipuladas es el MINSA, y lo ejercerá mediante la DIGESA, a nivel regional la DIRESA ejercerá las siguientes funciones:

- Diseñar políticas, normar la vigilancia y procedimientos para autorización del tratamiento del agua para consumo humano.
- Así mismo, elaboración de guías y protocolos para el monitoreo y análisis de los parámetros. Del mismo modo, establecer los requisitos del agua para consumo humano.
- Normar el procedimiento para la declaración de emergencia sanitaria por las Direcciones Regionales de Salud respecto de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano.
- Supervisar el cumplimiento de las normas señaladas en el presente Reglamento en los programas de vigilancia de la calidad de agua para consumo humano en las regiones.
- Otorgará la autorización a los sistemas de tratamiento si esta tiene el expediente técnico aprobado por el ente competente.

## **Artículo 12°. Gobiernos Locales, Provinciales y Distritales**

De acuerdo a su competencia, estos gobiernos tendrán la facultad para gestionar la calidad de agua para el consumo humano. Sus funciones son:

- Buscar que todo sistema de abastecimiento de agua potable sea sostenible en el tiempo.
- Que, según el reglamento, supervisarán que las disposiciones mencionadas sean cumplidas.
- En caso no se estén cumpliendo con los parámetros de calidad, estos deberán informar a la DIRESA y en coordinación, tomar las medidas necesarias.

Sea el caso la existencia de EPRP (empresas prestadoras de régimen privado), los Gobiernos Locales deberán comunicar a la SUNASS para la aplicación de la ley.

## **Título IX. Requisitos de Calidad del Agua para Consumo Humano**

### **Artículo 59°. Agua para el consumo humano:**

Definida como aquellas que se encuentren dentro de los parámetros establecidos en el presente reglamento.

### **Artículo 60°. Parámetros microbiológicos y otros organismos:**

Se detalla que, para el consumo humano, las aguas deberán estar libre de bacterias como: *Escherichia coli*, helmintos y larvas, huevos, coliformes totales y termotolerantes, protozoarios patógenos, algas, nemátodos y otros. Más detalle disponible en el anexo II del presente Decreto.

**Tabla 8**

*Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos.*

Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permissible
1. Bacterias coliformes totales	UFC/100 ml a 35°C	0(*)
2. <i>E. Coli</i>	UFC/100 ml a 44,55°C	0(*)
3. Bacterias coliformes termotolerantes o fecales	UFC/100 ml a 44,55°C	0(*)
4. Bacterias heterotróficas	UFC/100 ml a 35°C	500
5. Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	N° org/l	0
6. Virus	UFC/ml	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos de todos sus estadios evolutivos	N° org/l	0

Nota. UFC=unidad formadora de colonias, (\*) en caso de analizar por la técnica del NMP por tubos multiples= $\leq 1.8/100\text{ml}$ , (MINSA, 2011).

**Artículo 61°.** Establece que el 90% de las muestras tomadas no deberán sobrepasar los parámetros establecidos en el Anexo II del reglamento. Además, señala que, del porcentaje restante, el proveedor evaluará las causas originarias y tomará las medidas necesarias para cumplir con los parámetros establecidos en el presente decreto.

**Tabla 9**

*Límites Máximos Permisibles de Parámetros de Calidad Organoléptica.*

Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permissible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6.5 a 8.5
6. Conductividad (25°C)	$\mu\text{mho/cm}$	1500
7. Sólidos totales disueltos	$\text{mgL}^{-1}$	1000
8. Cloruros	$\text{mg Cl}^{-1}\text{L}^{-1}$	250

9. Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> L <sup>-1</sup>	250
10. Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	500
11. Amoniac	mg N L <sup>-1</sup>	1.5
12. Hierro	mg Fe L <sup>-1</sup>	0.3
13. Manganeso	mg Mn L <sup>-1</sup>	0.4
14. Aluminio	mg Al L <sup>-1</sup>	0.2
15. Cobre	mg Cu L <sup>-1</sup>	2.0
16. Zinc	mg Zn L <sup>-1</sup>	3.0
17. Sodio	mg Na L <sup>-1</sup>	200

Nota. MINSA (2011)

**Artículo 62°. Parámetros inorgánicos y orgánicos:** señala que las aguas designadas para consumo humano no deberán exceder con los LMP adscritos en el Anexo III del presente Decreto y orgánicos señalados en el Anexo III del presente reglamento.

**Artículo 63°. Parámetros de control obligatorio (POC):** establece que los parámetros de control obligatorio son los siguientes:

- Coliformes totales.
- Coliformes termotolerantes.
- Color.
- Turbiedad.
- Residual de desinfectante.
- pH.

Sea el caso que la muestra de positivo a Coliformes termotolerantes, se deberá proceder al descarte de bacterias *Escherichia coli* para confirmar contaminación fecal.

**Artículo 64°. Parámetros adicionales de control obligatorio (PACO):** Si se comprobare que en los resultados de las muestras obtenidas superan los LMP establecidos, se incorporará los parámetros adicionales de control obligatorio (PACO). Estos son:

- Parámetros microbiológicos: Bacterias heterotróficas: virus, huevos y larvas de helmintos, quistes y/o quistes de protozoarios patógenos y organismos de vida libre como las algas, protozoarios, copépodos, rotíferos en todos sus estadios evolutivos.
- Parámetros inorgánicos: Plomo, Arsénico, Mercurio, Cadmio, Cromo total, Antimonio, Selenio, Bario, Flúor y Cianuros, Nitratos, Boro, Clorito, Molibdeno y Uranio.

***2.2.5.7. Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano D.S. N°160-2015./DIGESA/SA.***

En esta se establecen procedimientos confiables y seguros para la obtención correcta de las muestras, así mismo, asegura la preservación, transporte, almacenamiento y recepción de estas, para posteriormente, analizarlas y compararlas con los parámetros establecidos en el D.S N°031-2010-SA, (MINSa, 2011).

De esa manera, se busca estandarizar los procedimientos técnicos y el uso de equipos y materiales para una correcta toma y análisis de muestras.

## **2.3. Definición de Términos básicos**

### **2.3.1. Agua cruda**

Agua que en su estado natural no ha pasado por tratamientos para el abastecimiento (DIGESA, 2015).

### **2.3.2. Agua tratada**

Agua que, a través de diversos procesos ha sido convertida en un bien apto para el consumo humano (DIGESA, 2015).

### **2.3.3. Agua para consumo humano**

Llamase a toda agua que está destinada para su uso y consumo (DIGESA, 2015).

### **2.3.4. Análisis microbiológico del agua**

Estudio realizado a una muestra de agua para determinar la cantidad de microorganismos presentes en esta (DIGESA, 2015).

### **2.3.5. Análisis físico y químico del agua**

Estudio realizado a una muestra de agua para determinar cuan impactadas, físicas o químicas, se encuentran (DIGESA, 2015).

### **2.3.6. Cadena de custodia**

Periodo en el cual se garantiza la idoneidad de la muestra a analizar, desde la toma hasta cuando sea desecha (DIGESA, 2015).

### **2.3.7. Coliformes**

Indican la contaminación del agua y su presencia descarta el consumo humano. Son bacterias anaerobias, que a ciertas temperaturas producen ácidos y gases en un plazo de veinticuatro a cuarenta y ocho horas (DIGESA, 2015).

### **2.3.8. Coliformes totales (CT)**

Bacterias fermentadoras de lactosa. Producen gases a las cuarenta y ocho horas desde su incubación. En ellas está presente la *Escherichia coli*, *Enterobacter* y otros (Sotil Flores, 2017).

### **2.3.9. Coliformes termotolerantes (CF)**

Bacterias que soportan temperaturas de hasta 45°C. Sirven como indicadores de calidad, aunque se encuentran de manera reducida (Sotil Flores, 2017).

### **2.3.10. Consumidor**

Persona natural o jurídica que hace uso o consumo de este bien (DIGESA, 2015).

### **2.3.11. Cloro residual libre**

Se encuentra presente en el agua potable y su presencia asegura el posible consumo de esta. Está presente en forma de HClO y NaClO (DIGESA, 2015).

### **2.3.12. *Escherichia coli* – E. Coli**

Sirve como indicador de contaminación fecal en un cuerpo de agua. Su presencia la convierte en no apta para el consumo humano (DIGESA, 2015).

### **2.3.13. Gestión de calidad de agua de consumo humano**

Acciones técnicas y administrativas cuyo fin es cumplir con los LMP establecidos por el Estado. Garantizar que el agua para consumo humano sea de calidad (MINSAs, 2011).

### **2.3.14. Límites máximos permisibles**

Valores que representan cuanto impacto máximo puede soportar un cuerpo de agua para que esta siga siendo apta para su consumo (DIGESA, 2015).

### **2.3.15. Muestra de agua**

Cantidad necesaria de agua que represente al cuerpo de agua a analizar en un laboratorio (En relación con el momento y emplazamiento) (DIGESA, 2015).

### **2.3.16. Parámetros de campo**

Aquellos que podrán ser analizados al momento de tomar la muestra. Estos son la temperatura; pH; conductividad; turbiedad (DIGESA, 2015).

### **2.3.17. Parámetros microbiológicos**

Detalla que microorganismos son los que, al estar presentes en una muestra, presentan contaminación. Del mismo modo, ciertos de estos microorganismos son patógenos y, por ende, no aptos para su consumo (DIGESA, 2015).

### **2.3.18. Parámetros organolépticos**

Distinguibles a percepción del consumidor, ya que estos son fáciles de manifestarse. Entre ellos está: color, olor, sabor (DIGESA, 2015).

### **2.3.19. Parámetros inorgánicos**

Se caracterizan por no poseer el enlace C-H, no son de origen biológico y por lo general por la presencia de y combinación de metales y no metales (DIGESA, 2015).

### **2.3.20. Parámetros de control obligatorio (PCO)**

Parámetros que su análisis es de carácter obligatorio, ya que de ellos depende la aptitud del consumo humano (DIGESA, 2015).

### **2.3.21. Toma de muestra de agua para consumo humano**

Proceso por el cual se sustrae en un recipiente cierto volumen de agua para posteriormente ser llevada a un laboratorio y ser evaluada. Mediante este análisis se denotará si es factible el consumo de este recurso (DIGESA, 2015).



### **2.3.22. Sistema de abastecimiento de agua para consumo humano**

Instalaciones físicas que operan de forma mecánica para el transporte del agua, desde su captación hasta su consumo (DIGESA, 2015).

## **2.4. Formulación de Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis General**

La calidad del agua para consumo humano del centro poblado Huacamayo del distrito de Pozuzo, provincia de Oxapampa es apto para el consumo.

### **2.4.2. Hipótesis Específicos**

- Los parámetros fisicoquímicos, que tiene el agua de consumo humano del centro poblado Huacamayo, del distrito de Pozuzo, provincia de Oxapampa cumplen con la normativa vigente.
- Los parámetros bacteriológicos que presenta el agua de consumo humano del centro poblado Huacamayo, del distrito de Pozuzo, provincia de Oxapampa, cumplen con la normativa vigente.

## **2.5. Identificación de Variables**

### **2.5.1. Variable independiente**

**Parámetros físicos:** temperatura, turbiedad, conductividad, color, sólidos disuelto totales.

**Parámetros químicos:** pH, dureza.

**Parámetros bacteriológicos:** coliformes totales y coliformes fecales.

### **2.5.2. Variable dependiente**

Calidad de agua para consumo humano

### 2.5.3. Variables Intervinientes

- Contaminación del agua
- Precipitaciones pluviales
- Sistemas de agua sin mantenimiento

## 2.6. Definición operacional de variables e indicadores

**Tabla 10**

Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	INDICE
Calidad de agua para consumo humano	Análisis Físico	temperatura	°C
		turbiedad	NTU
		conductividad	µs/cm
		color	CU
		sólidos disueltos totales	mg/l
	Análisis Químico	pH	
		dureza	CaCo3 mg/l
	Análisis Microbiológico	coliformes totales	NMP/100 ml
		coliformes fecales	NMP/100 ml

**Nota.** Elaboración propia

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TECNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de investigación**

El tipo de investigación es aplicada, debido a que pretende dar a conocer la problemática con la calidad del agua.

#### **3.2. Nivel de investigación**

Los niveles de investigación se desarrollaran dentro del marco descriptivo e interpretativo mediante la recolección de datos, muestreo de agua y análisis.

#### **3.3. Métodos de la investigación**

Para la presente investigación se hizo uso del método descriptivo, ya que se pretende evaluar los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos de la calidad del agua para consumo humano del Centro Poblado de Huacamayo.

#### **3.4. Diseño de la investigación**

Debido a que mediremos los resultados de tal manera que podamos dar con una respuesta final mediante la evaluación de esta, afirmo que el diseño de la investigación es cuantitativa no experimental.

### 3.5. Población y Muestra

#### 3.5.1. Población

Punto de muestreo del agua de consumo humano del Centro Poblado de Huacamayo, distrito de Pozuzo, provincia de Oxapampa (ver Figura 3).

#### 3.5.2. Muestra

Se tomó una muestra de agua en el reservorio del Centro Poblado de Huacamayo, distrito de Pozuzo, provincia de Oxapampa para ser analizado en el laboratorio (ver Figura 5).

**Tabla 11**

*Punto de muestreo de la investigación*

N° de punto de monitoreo	Lugar de muestreo	Coordenadas		
		Este	Norte	Altitud
Punto 1	Reservorio	441410	8883915	925

Nota. Elaboración propia

### 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.6.1 Técnicas de recolección de datos

En primer lugar, se identificó el área de estudio. Seguidamente se utilizó el equipo multiparámetros (Multiparameter HANNA HI 9829), el cual nos ayudó a monitorear las fuentes primarias y así la obtención de datos. Esto se realizó durante los cinco primeros meses del presente año (enero - mayo). Los datos recolectados son rellenados en la ficha de monitoreo (ver figura 6).

Del mismo modo, pero con una sola fecha a realizar (05 de marzo del presente año), se recolectaron los datos para el análisis físico, químico y bacteriológico (ver Figura 7 y 8). Estas muestras fueron llevadas al laboratorio de

Ensayo Servicios Analíticos Generales S.A.C. Acreditado por el Organismo International Accreditation Service, INC. – IAS con registro TL-829 y TL-951 y también acreditado por la INACAL-DA con Registro N° LE-047, para su análisis y posterior reporte (ver Figura 11).

### **3.6.2 Instrumentos de recolección de datos**

Los instrumentos de recolección de datos que se utilizaron en la presente investigación son los siguientes:

- Ficha de muestreo.
- Formatos de Recolección de datos.
- Fichas de laboratorio.
- Redes de muestreo.
- Equipo Multiparámetro.
- GPS.

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

Los datos obtenidos de los resultados de los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos son validados y confiables, por lo que se tiene un informe de ensayo por parte del laboratorio de ensayo acreditado por el Organismo Peruano de Acreditación INACAL-DA con registro N° LE-047 “Servicios Analíticos Generales S.A.C.” (ver Figura 12 y 13). La presente investigación también, cuenta con la operacionalización de las variables (ver el punto 2.6.) y la Matriz de consistencia (ver anexo).

### 3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

#### 3.8.1. Ubicación de la zona en estudio

El Centro Poblado de Huacamayo, perteneciente al distrito de Pozuzo, provincia de Oxapampa y departamento Pasco, la que se encuentra a 780 m.s.n.m. (Figura 2).

#### Ubicación Geográfica:

Departamento : Pasco

Provincia : Oxapampa

Distrito : Pozuzo

Centro Poblado : Huacamayo

Coordenadas UTM:

Coordenadas Este: 440944.00 m E

Coordenadas Norte: 8883875.00 m S

Altitud: 780 m.s.n.m.

#### **Figura 2**

*Ubicación de la zona de estudio*



Fuente: elaboración propia

### **3.8.2. Ubicación de los puntos de monitoreo de agua para consumo humano del Centro Poblado de Huacamayo**

Los puntos de monitoreo para determinar la calidad de agua para consumo humano están ubicados geográficamente en las siguientes coordenadas (Tabla 12)

**Tabla 12**

*Ubicación con Coordenadas UTM de puntos de monitoreo puntual*

N° de puntos	Lugar de muestreo	Coordenadas UTM		
		WGS 84 18L		
		Este	Norte	Altitud
Punto 1	Reservorio	441410	8883915	925

Fuente: elaboración propia

### **3.8.3. Monitoreo de agua de consumo en el Centro Poblado de Huacamayo**

El monitoreo de los parámetros de campo se realizó por 5 meses, de enero hasta mayo del 2021.

Para el monitoreo puntual para ser analizados por el laboratorio se realizó el 5 de marzo del 2021 (ver Figura 9).

Para realizar dichos monitoreos y para los muestreos se siguió la Resolución Directoral N° 160-2015-DIGESA/SA, “Protocolo de Procedimientos para la Toma de Muestras, Preservación, Conservación, Transporte, Almacenamiento y Recepción de Agua para Consumo Humano” (DIGESA, 2015).

### **3.9. Tratamiento Estadístico.**

La exportación de los datos obtenidos de la medición de los parámetros considerados y los resultados conseguidos se va a dar mediante el uso del software Hoja de Cálculo, perteneciente a la empresa Microsoft Office.

### **3.10. Orientación ética filosòfica y epistémica**

La presente investigación, durante el proceso y desarrollo se realizó con forme a los Reglamentos en general de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión como el código de ética para la investigación (Resolucion de Consejo Universitario N°0412-2019-UNDAC-CU), Políticas de investigación, el paso por el software antiplagio, reglamento general de investigación y de la Universidad.



## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del Trabajo de Campo**

Para realizar el trabajo del análisis de la calidad del agua para consumo humano, se tomaron datos de los parámetros de campo que son: pH, Temperatura y Conductividad, (ver tabla 13), la cual se llevó a cabo en un periodo de 5 meses correspondiente de enero a mayo del 2021, de los cuales, se tomó muestra los primeros días de cada mes, con un equipo Multiparámetro. A su vez, también se tomó un muestreo puntual para el análisis físicos-químicos y microbiológicos, el día 5 de marzo del 2021, la cual fue llevado al Laboratorio de Ensayo Servicios Analíticos Generales S.A.C. Acreditado por el Organismo Internacional Accreditation Service ,INC. – IAS con registro N° LE-047, (ver Figura 11).

#### 4.2. Presentación, análisis e interpretación de Resultados.

**Tabla 13**

*Datos obtenidos en monitoreo de parámetros de campo*

N°	MESES DE MUESTREO	UBICACIÓN	FECHA	PARAMETROS DE CAMPO		
				pH	Temperatura (C°)	Conductividad (µs/cm)
1	enero	Reservorio	13/01/2021	8	20	370
2	febrero	Reservorio	03/02/2021	7.81	21.6	415
3	marzo	Reservorio	11/03/2021	7.5	20	350
4	abril	Reservorio	09/04/2021	7.19	22.1	391
5	mayo	Reservorio	11/05/2021	7.84	22	228
PROMEDIO				7.67	21.14	350.8
VARIACIÓN				0.81	2.11	187

**Nota.** Elaboración propia

Como se observa en la tabla 13. El promedio de pH, Temperatura y Conductividad son: 7.67; 21.14; 350.8 respectivamente; y la variación de pH, Temperatura y Conductividad son: 0.81; 2.11; 187 respectivamente.

En el análisis de los parámetros físicos – químicos y bacteriológicos, para ello se realizó un muestreo puntual el día 5 de marzo del 2021, el cual fue llevado al Laboratorio de Ensayo Servicios Analíticos Generales S.A.C. Acreditado por el Organismo International Accreditation Service, INC. – IAS con registro TL-829 y TL-951 y también acreditado por la INACAL-DA con Registro N° LE-047, para su análisis, en la se presenta en las siguientes tablas 14 y 15 respectivamente.

**Tabla 14***Resultados de análisis de parámetros físicos - químicos.*

N°	PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS
1	Turbiedad	NTU	0.75
2	Dureza	CaCo3 mg/l	219.10
3	Color	CU	< 5
4	Sólido Disuelto Totales	mg/l	175
5	pH		7.41
6	Conductividad	µs/cm	410

**Nota.** Elaboración propia

Como se observa en la tabla 14. El resultado de Turbiedad, Dureza, Color, Sólido Disuelto Totales, pH, y Conductividad son: 0.75; 219.10; < 5; 175; 7.41; 410 µs/cm respectivamente.

**Tabla 15***Resultados de análisis de parámetros bacteriológicos.*

N°	PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS
1	coliformes totales	NMP/100 ml	< 1.1
2	coliformes fecales	NMP/100 ml	< 1.1
3	<i>Escherichia coli</i>	ufc/100 ml	< 1
4	bacterias heterotróficas por incorporación	ufc/MI	< 1
5	formas parasitarias	Organismos/l	< 1
6	Organismos de vida libre (Algas, Protozoarios, Copepodos, Rotíferos, Nemátodos)	Org/l	< 1

**Nota.** <1 es equivalente a 0

Como se observa en la tabla 15. El resultado de Coliformes Totales, Coliformes Fecales, *Escherichia Coli*, Bacterias Heterotróficas por incorporación, Formas Parasitarias y Organismos de Vida Libre son: < 1.1; < 1.1; < 1; < 1; < 1; < 1 Org/l respectivamente.

En la tabla 16 se presenta los resultados promedio de los parámetros de campo comparando con las normativas de LMP y ECAs.

**Tabla 16**

*Resultados promedio de parámetros de campo y comparación con LMP y ECAs.*

N°	PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	LMP	ECAs
				(D.S. 031-2010-SA)	(DS 004-2017-MINAM)
1	PH		7,67	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
2	Temperatura	Δ °C	2.11		Δ 3
3	Conductividad	μs/cm	350,8	1500	1500

**Nota.** Elaboración propia, (MINSAs, 2011) , (MINAM, 2017).

Como se puede observar en la tabla 16 el pH, Temperatura y Conductividad se encuentran dentro del rango permitido por el D.S. 031-2010-SA “Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano” y el D.S. 004-2017-MINAM “Estándares de Calidad Ambiental”, Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

En la tabla 17 se presentan los resultados del análisis de los parámetros físicos – químicos y bacteriológicos, que fueron analizados en el Laboratorio de Ensayo Servicios Analíticos Generales S.A.C. comparando con las normativas LMP y ECAs.

**Tabla 17.**

Resultados del análisis de los parámetros físicos-químicos y bacteriológicos, comparando con LMP y ECAsS.

	N°	PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	LMP (D.S. 031- 2010-SA)	ECAs (DS 004- 2017- MINAM)
Parámetros Físicos - Químicos	1	Turbiedad	NTU	0.75	5	5
	2	Dureza	CaCo3 mg/l	219.10	500	500
	3	Color	CU	< 5	15	15
	4	Sólido disuelto totales	mg/l	175	1000	1000
	5	pH		7.41	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
	6	Conductividad	µs/cm	410	1500	1550
Parámetros Bacteriológicos	1	Coliformes totales	NMP/100 ml	< 1.1	< 1.8	50
	2	Coliformes fecales	NMP/100 ml	< 1.1	< 1.8	20
	3	<i>Escherichia coli</i>	ufc/100 ml	< 1	0	0

**Nota.** Elaboración propia, \*<1 es equivalente a 0.

Como se puede observar en la tabla 17 con los que respecta a los parámetros físicos-químicos, los resultados del análisis de la turbiedad, dureza, color, sólido disuelto totales, pH y conductividad son: 0.75; 219.10; < 5; 175; 7.41; 410 lo que significa que los datos obtenidos del análisis se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles del D.S. 031-2010-SA “Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano” y cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección (D.S. 004-2017-MINAM), (MINSAs, 2011), (MINAM, 2017).

Con respecto a los parámetros bacteriológicos, los resultados obtenidos de los análisis de Coliformes Totales, Coliformes Fecales, *Escherichia Coli*, son: < 1.1; < 1.1; < 1. En lo cual se observa que los datos obtenidos del análisis se

encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles del D.S. 031-2010-SA “Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano” y cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección (D.S. 004-2017-MINAM, (MINSAs, 2011), (MINAM, 2017).

#### **4.3. Prueba de Hipótesis**

La hipótesis de la investigación es la siguiente: “La calidad del agua para consumo humano del Centro Poblado Huacamayo del distrito de Pozuzo, provincia de Oxapampa es apto para el consumo humano”.

Una vez realizado y terminado la investigación, se pudo determinar que nuestra hipótesis que fue planteada al inicio de la investigación es válida.

Analizando nuestra hipótesis en concordancia con el DS N°031-2010-SA y DS N° 004-2017-MINAM, determinamos que la calidad del agua que consume la población del centro poblado Huacamayo, es apta para el consumo humano, ya que los parámetros analizados cumplen con los Límites Máximos Permisibles y Estándares de Calidad Ambiental, (MINSAs, 2011), (MINAM, 2017).

#### **4.4. Discusión de Resultados**

Los resultados obtenidos durante la investigación son comparados con el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano (D.S. N° 031-2010-SA) y con el D.S. N° 004-2017-MINAM, que son los Estándares de Calidad Ambiental del Agua, , (MINSAs, 2011), (MINAM, 2017).

En la tabla 13, se observa los datos de monitoreo de los parámetros de campo que fueron realizados en los meses de enero a mayo del presente año se obtuvo lo siguiente: un promedio de pH de 7.67, una variación de Temperatura de 2.11 y un promedio de Conductividad de 350.8  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . En la tabla 16, se observa la comparación de los resultados con los Límites Máximos Permisibles del D.S. N° 031-2010-SA y con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua del D.S. N° 004-2017-MINAM, la cual los resultados están dentro del rango permitido por las normativas vigentes y son aptos para el consumo humano.

En la tabla 17, con respecto a los parámetros físicos-químicos (Turbiedad, Dureza, Color, Sólido Disuelto Totales, pH, Conductividad y Temperatura) se observa, que los resultados no sobrepasan los Límites Máximos Permisibles del D.S. N° 031-2010-SA y los Estándares de Calidad Ambiental para Agua del D.S. N° 004-2017-MINAM, lo cual éstos parámetros son aptos para el consumo humano. Con respecto a los parámetros bacteriológicos, se puede observar que los resultados de los parámetros no sobrepasan los Límites Máximos Permisibles del D.S. N° 031-2010-SA y con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua del D.S. N° 004-2017-MINAM, lo cual estos parámetros son aptos para el consumo humano.

## CONCLUSIONES

La investigación se concluye en lo siguiente:

1. Dentro de los parámetros fisicoquímicos (Turbiedad, Dureza, Color, Sólido Disuelto Totales, pH, Conductividad y Temperatura) del agua de consumo humano del Centro Poblado de Huacamayo, como se indica en la tabla 2, 3 y 5, se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles del D.S. N° 031-2010-SA, Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano y dentro de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 1: Población y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección del D.S. N° 004-2017-MINAM.
2. Dentro de los parámetros bacteriológicos (Coliformes totales, Coliformes fecales, *Escherichia coli*.) del agua de consumo humano del Centro Poblado de Huacamayo, como se indica en la tabla 2, 3 y 5, se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles del D.S. N° 031-2010-SA, Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano y dentro de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 1: Población y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección del D.S. N° 004-2017-MINAM.
3. Se concluye que el agua de consumo humano del centro poblado de Huacamayo es apta, pero a pesar de ello ésta agua, no puede ser consumida directamente, debido a que el sistema de agua está rodeada de terrenos agrícolas y ganaderas, por lo que se recomienda hervir el agua antes de consumirla para evitar riesgos de salud a la población de Huacamayo.



## **RECOMENDACIONES**

Concluida la investigación, se recomienda lo siguiente:

- Realizar monitoreos constantes para tener datos más certeros.
- Realizar monitoreos de parámetros de campo, fisicoquímicos y microbiológicos del agua de consumo humano del Centro Poblado de Huacamayo de acuerdo a etapas de mayor a menor precipitación y comparar los resultados.
- Realizar encuestas a la población sobre si presentan o presentaron síntomas o malestares de enfermedades transmitidas por el agua para consumo humano, para que la investigación sea más exacta y certero.

## BIBLIOGRÁFICA

- Aguilar Sequeiros, O., & Navarro Alfaro, B. (2017). *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano de la comunidad de Llañucancha del distrito de Abancay, provincia de Abancay 2017*. Abancay, Perú: Universidad Tecnológica de los Andes.
- Arias Ayala, J. P. (2018). *Carcterización fisicoquímica y bacteriológica, del agua de consumo humano del centro poblado de Pampa Hermosa, distrito de Chontabamba, provincia de Oxapampa-2018*. Oxapampa: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- Atencio Santiago, H. (2018). *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local en la población de la Localidad de San Antonio de Rancas, del distrito de Simón Bolívar, provincia y región Pasco-2018*. Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- BAIRD, C. (2001). *Química Ambiental*. Barcelona, España: Editorial Reverté S.A.
- Blanco Coaquira, M. (2018). *Estudio de la calidad de agua potable para consumo humano en el distrito de Cabanillas, provincia San Roman, departamento de Puno*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano; Facultad de Ciencias Biológicas.
- Calderón López, C. C., & Orellana Yánez, V. E. (2015). *control de calidad del agua potable que se distribuye en los campus: central, hospitalidad, balzay, paraíso, yanuncay y las granjas de irquis y romeral pertenecientes a la universidad de Cuenca*. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/22285/1/Tesis.pdf>
- Casilla Quispe, S. (2014). *Evaluación de la calidad de agua en los diferentes puntos de descarga de la cuenca del río Suchez*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano Puno; Facultad de Ingeniería Agrícola.
- Cava Suárez, T., & Ramos Arévalo, F. d. (2016). *Caracterización físico - química y microbiológica de agua para consumo humano de la localidad Las Juntas del Distrito Pacora - Lambayeque y propuesta de tratamiento*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo; Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias.
- Congreso contituyente democrático. (1993, 30 de diciembre). *Constitución Política del Perú*. Diario Oficial el Peruano. Obtenido de <https://diariooficial.elperuano.pe/pdf/0001/1-constitucion-politica-del-peru-1.pdf>
- Cordero Ordoñez, M. D., & Ullauri Hernández, P. N. (2011). *Filtros caseros, utilizando ferrocemento, diseño para servicio a 10 familias, constante de 3 unidades de*

*filtros gruesos ascendentes (FGAS), 2 filtros lentos de arena (FLA), sistema para aplicación de cloro y 1 tanque de almacenamiento.* Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca; Facultad de Ingeniería

- DIGESA. (2015). *Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano.* Lima.
- Gail E., C. (29 de Agosto de 2017). USGS. Obtenido de Science for a changing world: <https://water.usgs.gov/gotita/waterquality.html>
- Gonzales Tavera, R. (2018). *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en el asentamiento humano Señor de los Milagros, distrito de Yarinacocha - region Ucayali - 2018.* Yarinacocha, Pucallpa, Ucayali, Perú: Universidad Nacional de Ucayali. Recuperado el 17 de Agosto de 2021, de <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3845/000003406T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Macheno Dominguez, G. A., & Ramos Rosero, C. A. (2015). *Evaluación de la calidad del agua en la quebrada Huarmiyacu del Cantón Urcuquí, provincia de Imbabura para el prediseño de la planta de potabilización de agua para consumo humano de las poblaciones de San Blas y Urcuquí.* Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional; Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental.
- MINAM. (2017). *Aprueban Estandares de Calidad Ambiental (ECA) para agua y establecen Disposiciones Complementarias.* Lima: Ministerio de Medio Ambiente.
- MINSA. (2011). *Reglamento de la calidad del agua para consumo humano* (1ra Edición ed.). Lima, Perú: J.B. GRAFIC E.I.R.L.
- Paredes Díaz, J. (s.f.). *USMP.* Obtenido de <https://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info86/articulos/importanciaAgua.html>
- Pérez López, E. (2016). *Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica* (Vol. 29). Costa Rica: Tecnología en Marcha. doi:DOI: 10.18845/tm.v29i3.2884
- Petro Niebles, A. K., & Wees Martinez, T. D. (2014). *Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua del municipio de turbaco – bolívar, caribe Colombiano.* Turbaco, Bolivar, Colombia: Universidad Tecnológica de Bolívar. Obtenido de <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0067155.pdf>
- Sanabria Suarez, D. (2006). *Conductividad Eléctrica por el método Electrométrico en aguas.* Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

Sigler, A., & Bauder, J. (2012). *Alcalinidad, pH y Sólidos Disueltos Totales*. Montana, Estados Unidos: Universidad Estatal de Montana. Obtenido de [http://region8water.colostate.edu/PDFs/we\\_espanol/Alkalinity\\_pH\\_TDS%202012-11-15-SP.pdf](http://region8water.colostate.edu/PDFs/we_espanol/Alkalinity_pH_TDS%202012-11-15-SP.pdf)

Sotil Flores, H. D. (2017). *Análisis de indicadores de contaminación bacteriológica (Coliformes Totales y Termotolerantes) en el lago de Moronococha*. San Juan, Ucayali, Perú:

Facultad de Ciencia e Ingeniería, Universidad Científica del Perú. Obtenido de <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/274/SOTIL-1-Trabajo-An%C3%A1lisis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vasquez, V. (13 de mayo de 2016). *Blooger*. Obtenido de Fundamentos de la ciencia: <http://metodo2013.blogspot.com/2016/05/importancia-del-ciclo-del-agua-en-el.html>

**ANEXOS**  
**INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS**  
**FOTOS DE MONITOREO DE AGUA**

**Figura 3**

*Visita a campo*



Nota. Elaboración propia

**Figura 4**

*Materiales a usar en campo*



Nota. Elaboración propia

**Figura 5**

*Monitoreo de parámetros de campo*



Nota. Elaboración propia

**Figura 6**

*Rellenado de ficha de campo*



Nota. Elaboración propia

**Figura 7**

*Muestreo para parámetros fisicoquímicos*



Nota. Elaboración propia

**Figura 8**

*Muestreo para parámetros bacteriológicos*



Nota. Elaboración propia

## Figura 9

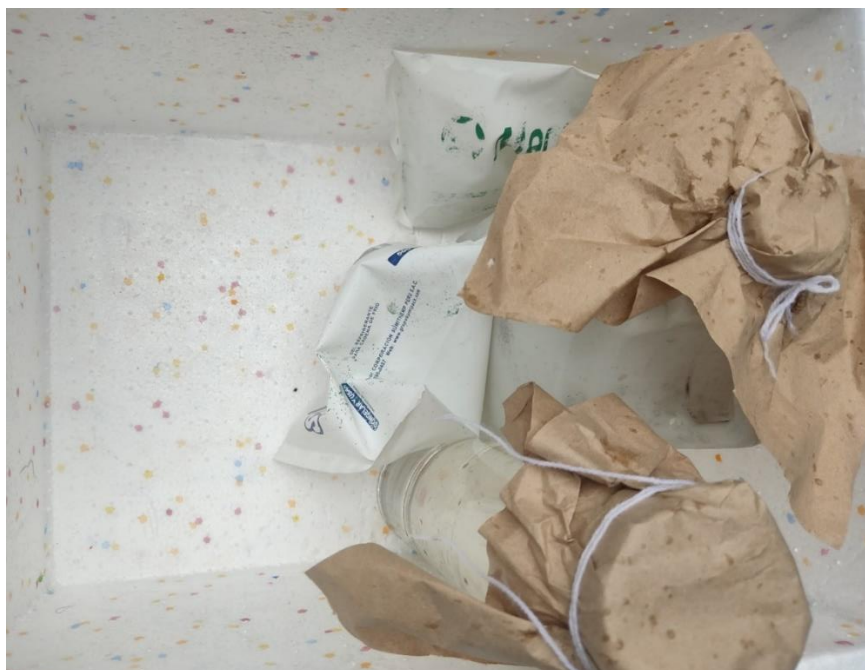
*Conservación y transporte de muestras de agua*



Nota. Elaboración propia

## Figura 10

*Muestras de agua*




Nota. Elaboración propia




Figura 11


Informe de ensayo N° 150882-2021



**LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
INTERNATIONAL ACCREDITATION  
SERVICE, INC. - IAS**  
CON REGISTROS TL-829 Y TL-451



**LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE  
ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE - 047**



Registro N° LE - 047

**INFORME DE ENSAYO N° 150882-2021  
CON VALOR OFICIAL**

<p><b>RAZÓN SOCIAL</b></p> <p><b>DOMICILIO LEGAL</b></p> <p><b>SOLICITADO POR</b></p> <p><b>REFERENCIA</b></p> <p><b>PROCEDENCIA</b></p> <p><b>FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA</b></p> <p><b>FECHA(S) DE ANÁLISIS</b></p> <p><b>FECHA(S) DE MUESTREO</b></p> <p><b>MUESTREADO POR</b></p>	<p>MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE POZUZO</p> <p>CAL. LOS COLOMBOS RRD. S/N CERCADO FRENTE PLAZA - POZUZO - PASCO - OXAPAMPA</p> <p>MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE POZUZO</p> <p>CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS DE AGUA EN EL MARCO DE LA META 5 DEL PLAN DE INCENTIVOS MUNICIPALES 2021</p> <p>PASCO - OXAPAMPA - POZUZO</p> <p>2021-03-05</p> <p>2021-03-05 al 2021-03-16</p> <p>2021-03-05</p> <p>SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C. (1)</p>
--	--

**E. METODOLOGÍA DE ENSAYO:**


Ensayo	Método	L.C.	Unidades
pH (medición en campo)	SMEWW-APHA-APWA-WEF Part 4500-pH B, 23rd Ed. 2017, pH Meter, Electrode Method.	---	Unid. pH
Temperatura (medición en campo)	SMEWW-APHA-APWA-WEF Part 2550-B, 23rd Ed. 2017, Temperature, Laboratory and Field Methods.	---	° C
Conductividad (medición en campo)	SMEWW-APHA-APWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017, Conductivity, Laboratory Method.	---	µS/cm
Color (Color Verdadero)	SMEWW-APHA-APWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017, Color, Spectrophotometric-Single-Wavelength Method (Proposed).	5	CU
Turbiedad	SMEWW-APHA-APWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017, Turbidity, Nephelometric Method.	0.40	NTU
Dureza (Dureza Total)	SMEWW-APHA-APWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed. 2017, Hardness, EDTA Titrimetric Method.	0.92	CaCO <sub>3</sub> mg/L
Mutabilidad Coliformes Totales	SMEWW-APHA-APWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. 2017, Multiple-Tube Fermentation Techniques for Members of the Coliform Group, Standard Total Coliform Fermentation Techniques.	1.1 <sup>(a)</sup>	NMP/100mL
Mutación de Coliformes fecales	SMEWW-APHA-APWA-WEF Part 9221 B-1, 23rd Ed. 2017, Multiple-Tube Fermentation Techniques for Members of the Coliform Group, Fecal Coliform Procedure.	1.1 <sup>(a)</sup>	NMP/100mL
Recuento de Bacterias Heterótrofas por Incorporación	SMEWW-APHA-APWA-WEF Part 9215B, 23rd Ed. 2017, Heterotrophic Plate Count, Pour Plate Method.	1	ufc/mL
Filtración de Membrana para Escherichia coli	SMEWW-APHA-APWA-WEF Part 9222 B, Partonaly E.coli from MP Total Coliform using EC-MUG, Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group.	1	ufc/100mL
Formas Parasitarias en Aguas (Cuantitativa)	SAG-180910 Referenciado en el método identificación y cuantificación de enteroparasitos en aguas residuales, CEPTIS 1593 (Válida). Identificación y/o Cuantificación de Formas Parasitarias en Aguas (Cuantitativo y cualitativo).	1	Org/L
ORGANISMOS DE VIDA LIBRE: Fitoplancton (Algas) + Zooplancton (amococáritas, copepodos, rotíferos y nemátodos)	SMEWW-APHA-APWA-WEF Part 10200 C.1.2, F.2, a, c.1. / Part 10200G, 23rd Ed. 2017, Plankton, Concentration Techniques, Phytoplankton Counting Techniques / Plankton, Zooplankton, Counting Techniques.		Org./L

L.C.: Límite de cuantificación.

(a) Límite de detección del método para estas metodologías por ser variocuantitativas.

(1) Toma de muestra de acuerdo a plan de muestreo N° 150882 y procedimiento PL-003.

Cod. PI000/Revisión 01/F.E. - 09/2020



**Ing. Mario Tello Paucar**  
Director Técnico  
C.I.P. N° 218624  
Servicios Analíticos Generales S.A.C.

**EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU**

OBSERVACIONES: • Esta prohibida la reproducción total o total del presente documento sin el consentimiento escrito de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para los métodos especificados en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al protocolo de conservación del laboratorio por un máximo de 30 días de haber ingresado las mismas al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para cualquier duda o información del presente informe comuníquese al correo: lab@serviciosanaliticos.com. • Cualquier modificación autorizada, tendrá validez únicamente en el momento de la emisión de este documento de legal y los cambios tendrán su propia ley de acuerdo a ley.


**SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.**  
Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Río Norte - Lima y Pasaje Coronado Martín de Sarrat N° 2679 Urb. Chacra Río Norte - Lima  
• Central Telefónica (511) 425-6385 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico: sagperu@sagperu.com

Página 1 de 4


Nota. Laboratorio de Ensayo Servicios Analíticos Generales S.A.C.

Figura 12


Resultados de análisis físico químicos.



LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
INTERNATIONAL ACCREDITATION  
SERVICE, INC. - IAS  
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE  
ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE - 047



INACAL  
CON REGISTRO N° LE - 047

**INFORME DE ENSAYO N° 150882-2021  
CON VALOR OFICIAL**

**III. RESULTADOS:**

Producto declarado	Agua de uso y consumo humano
Matriz analizada	Agua para uso y consumo humano.
Fecha de muestreo	2021-03-03
Hora de inicio de muestreo (h)	13:20
Coordenadas UTM WGS 84 10L	0634108
	88839598
Altitud (metros)	313
Descripción del punto de muestreo	RESERVOIRO UBICADO EN EL CENTRO POBLADO HUANCAYO
Condiciones de la muestra	Preservada / refrigerada.
Código del Cliente	HU-001
Código del Laboratorio	21030405

Ensayos acreditados ante INACAL-DA		
Ensayos	Unidades	Resultado
pH (medición en campo)	uHd, pH	7.41
Temperatura (medición en campo)	° C	22.5
Conductividad (medición en campo)	µS/cm	410
Color <sup>(2)</sup> (Color verdadero)	CU	<5
Turbiedad	NTU	0.75
Dureza (Dureza Total)	CaCO <sub>3</sub> mg/L	219.38
Numeración Coliformes Totales	MPN/100ml	<0.1
Numeración de Coliformes Fecales <sup>(3)</sup>	MPN/100ml	<1.1
Recuento de Bacterias Heterotróficas por incorporación <sup>(4)</sup>	ufu/ml	<1

Ensayos acreditados ante IAS - 829		
Ensayos	Unidades	Resultado
Filtración de Membrana para Escherichia coli	ufc/100mL	<1

Ensayos acreditados ante INACAL-DA		
Ensayos	Unidades	Resultado
Dureza (Dureza Total)	CaCO <sub>3</sub> mg/L	<0.39
Numeración Coliformes Totales	MPN/100mL	///
Color (Color verdadero)	CU	///
Recuento de Bacterias Heterotróficas por incorporación	ufu/ml	///

(2) Color Verdadero. CU: unidades de color. (1 CU es equivalente a 1 Pt-Co).

(3) Coliformes Fecales es lo mismo que coliformes termotolerantes.

(4) Medio de cultivo utilizado FCA, incubación 35°C/48 h a 3 h. Medición de conductividad y pH realizada a 25°C.

Cod. FI 008/Revisión 01/FE: 09/2020

**SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.**

Laboratorio Av. Washington 1565 Urb. Chacarilla Norte - Lima y Pasaje Corredor Milla de Tarma N° 2075 Urb. Chacarilla Norte - Lima

+ Central Telefónica (51) 425-5885 • Web: www.saggen.com • Contacto Electrónico saggen@saggen.com


EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU

Figura 2 de 4


Nota. Laboratorio de Ensayo Servicios Analíticos Generales S.A.C.

Figura 13


Resultados de análisis bacteriológico.



LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
INTERNATIONAL ACCREDITATION  
SERVICE, INC. - IAS  
CON REGISTROS TL-828 Y TL-851



LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE  
ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE - 047



INACAL  
DA - Perú  
Accreditado  
Registro N° LE - 047

### INFORME DE ENSAYO N° 150882-2021 CON VALOR OFICIAL

**II. RESULTADOS:**

Producto declarado	Aquí de uso y consumo humano
Matriz analizada	Aquí de uso y consumo humano.
Fecha de muestreo	2021-01-05
Hora de inicio de muestreo (h)	11:28
Coordenadas UTM WGS 84 18L	64454158
Altitud (metros)	8883158
Descripción del punto de muestreo	RESERVORIO UBICADO EN EL CENTRO PUEBLO HUANCAYO
Condiciones de la muestra	Refrigerada
Código del Cliente	161-001
Código del Laboratorio	21030406

Ensayos acreditados año 2018 - 981

Ensayo	Unidades	R/mult
<b>FORMAS PARASITARIAS</b>		
<b>Género/Especies</b>		
<i>Escherichia coli</i>	Coliformes/L	<1
<i>Escherichia coli</i>	Coliformes/L	<1
<i>Escherichia coli</i>	Coliformes/L	<1
<i>Shigella</i> sp.	Coliformes/L	<1
<i>Salmonella</i> sp.	Coliformes/L	<1
<i>Chilomonas</i> sp.	Coliformes/L	<1
<i>Shistosoma haematobium</i>	Coliformes/L	<1
<i>Salmonella</i> coli	Coliformes/L	<1
<i>Isospora</i> sp.	Oquistos/L	<1
<i>Cyclospora</i> sp.	Oquistos/L	<1
<i>Cryptosporidium</i> sp.	Oocistos/L	<1
<i>Ascaris</i> sp.	Huevos/L	<1
<i>Ancylostomidae</i>	Huevos/L	<1
<i>Enterobius vermicularis</i>	Huevos/L	<1
<i>Trichouris</i> sp.	Huevos/L	<1
<i>Toxocara</i> sp.	Huevos/L	<1
<i>Capillaria</i> sp.	Huevos/L	<1
<i>Strongyloides stercoralis</i>	Huevos/L	<1
<i>Diphylidium</i> sp.	Huevos/L	<1
<i>Tenias</i> sp.	Huevos/L	<1
<i>Hymenolepis</i> sp.	Huevos/L	<1
<i>Diphyllobothrium</i> sp.	Huevos/L	<1
<i>Fasciola</i> sp.	Huevos/L	<1
<i>Paragonimus</i> sp.	Huevos/L	<1
<i>Schistosoma</i> sp.	Huevos/L	<1
<i>Macroronchylidius</i> sp.	Huevos/L	<1
Larvas de helmintos (Metiloplas)	Larvas/L	<1
<b>TOTAL</b>	<b>Organismos/L</b>	<b>&lt;1</b>

Nota: <1 es equivalente a 0, lo que indica la no detección de formas parasitarias.  
Los helmintos (y/o larvas) forman parte de las larvas parasitarias.

Cond. FI 1006/Version 01/FE - 09/2020

**SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.**  
Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matz de Turmel N° 200 Y Urb. Chacra Ríos Norte - Lima  
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico: sagperu@sagperu.com


EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU

Página 3 de 4


Nota. Laboratorio de Ensayo Servicios Analíticos Generales S.A.C.

**Figura 14**


*Resultados para organismos de vida libre.*



LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
INTERNATIONAL ACCREDITATION  
SERVICE, INC. - IAS  
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE  
ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE - 047



INACAL  
DA - Perú  
Laboratorio de  
Acreditación  
Registro N° LE - 047

**INFORME DE ENSAYO N° 150882 - 2021  
CON VALOR OFICIAL**

**II. RESULTADOS PARA ORGANISMOS DE VIDA LIBRE**

Producto declarado	Agua para uso y consumo humano	
Matriz analizada	Agua para uso y consumo humano	
Fecha de muestreo	2021-03-05	
Hora de inicio del muestreo (h)	13:20	
Coordenadas UTM WGS 84 IEL	0461410E	
Altitud (metros)	925	
Descripción del punto de muestreo	RESERVOIRIO UBICADO EN EL CENTRO POBLADO HUANCAPAYO	
Condiciones de la muestra	Preservada	
Código del Cliente	HU-001	
Código del Laboratorio	21030406	
<b>Ensayos acreditados ante INACAL-DA</b>		
Ensayo de Organismos de Vida Libre		
GRUPO	Unidad	Resultados
ALGAS	Org./L	<1
PROTOZOARIOS	Org./L	<1
COPODOS	Org./L	<1
ROTIFEROS	Org./L	<1
NEMATODOS	Org./L	<1
<b>TOTALES DE ORGANISMOS DE VIDA LIBRE (Org./L)</b>		<b>&lt;1</b>

**Nota 1:** La expresión de los resultados es para la matriz de Agua para uso y consumo humano según:  
- Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.

**Nota 2:** <1 es equivalente a cusp, lo que indica la no detección de Organismos/L en la muestra.

Lima, 22 de Marzo del 2021.

Cod. El 0006 Versión 01/FE.: 09/2020

**EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU**

Observaciones: • Este informe de resultados parciales indica el resultado de los análisis realizados en el laboratorio de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento solo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al nivel de prioridad del análisis realizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego de este plazo podrá perderse la ACREDITACIÓN del presente informe con respecto al color, sabor y olor. • Cualquier modificación de información, fecha o especificación del contenido de este informe de resultados es ilegal y no cubierto por el presente documento.

**SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.**  
Laboratorio: Av. Mecánica Unida N° 1508 Urb. Chacarillo Norte - Lima y Pasaje Donceles Milla de Reyes N° 2679 Urb. Chacarillo Norte - Lima  
• Central Telefónica (011) 425-9805 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico: sagperu@sagperu.com

Página 4 de 4

**Nota.** Laboratorio de Ensayo Servicios Analíticos Generales S.A.C.

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

<b>EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL CENTRO POBLADO DE HUACAMAYO, DISTRITO DE POZUZO, PROVINCIA DE OXAPAMPA - PERÚ</b>				
<b>Formulación del problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variabes</b>	<b>Metodología</b>
<b>Problema general</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>Hipótesis general</b>	<b>Variable independiente</b>	<u>Tipo de investigación:</u> el tipo de investigación es aplicada <u>Nivel de investigación:</u> para la presente investigación se hizo uso del método descriptivo. <u>Métodos de la investigación:</u> para la presente investigación se hizo uso del método descriptivo. <u>Diseño de la investigación:</u> cuantitativo no experimental. <u>Población:</u> Punto de muestreo del agua en el C.P. Huacamayo. <u>Muestra:</u> Reservorio del C.P. Huacamayo.
¿Cómo es la calidad del agua para consumo humano en el centro poblado de Huacamayo, distrito de Pozuzo, provincia de Oxapampa - Perú, 2021?	Evaluar la Calidad del Agua para consumo humano del centro poblado de Huacamayo, distrito de Pozuzo, provincia de Oxapampa - Perú, 2021.	La calidad del agua para consumo humano del centro poblado Huacamayo del distrito de Pozuzo, provincia de Oxapampa es apto para el consumo.	<b>Parámetros físicos:</b> temperatura, turbiedad, conductividad, color, sólidos disueltos totales. <b>Parámetros químicos:</b> pH, dureza. <b>Parámetros bacteriológicos:</b> coliformes totales y coliformes fecales.	
<b>Problema específico</b>	<b>Objetivo específico</b>	<b>Hipótesis específico</b>	<b>Variable dependiente</b> Calidad de Agua para Consumo Humano <b>Variable interviniente</b>	
¿Cómo son los parámetros fisicoquímicos que tiene el agua de consumo humano del centro poblado de Huacamayo, distrito de Pozuzo, provincia de Oxapampa - Perú, 2021?	Determinar los parámetros fisicoquímicos que tiene el agua de consumo humano del centro poblado de Huacamayo, distrito de Pozuzo, provincia de Oxapampa - Perú, 2021.	Los parámetros fisicoquímicos, que tiene el agua de consumo humano del centro poblado Huacamayo, del distrito de Pozuzo, provincia de Oxapampa cumplen con los LMP (DS-031-2010-SA)		<b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b>

¿Cómo son los parámetros bacteriológicos que presenta el agua de consumo humano del centro poblado de Huacamayo, distrito de Pozuzo, provincia de Oxapampa - Perú, 2021?	Determinar los parámetros bacteriológicos que presenta el agua de consumo humano del centro poblado de Huacamayo, distrito de Pozuzo, provincia de Oxapampa - Perú, 2021.	Los parámetros bacteriológicos que presenta el agua de consumo humano del centro poblado de Huacamayo, del distrito de Pozuzo, provincia de Oxapampa, cumplen con los LMP. (DS-031-2010-SA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contaminación del agua</li> <li>- Precipitaciones pluviales</li> <li>- Sistemas de agua sin mantenimiento</li> </ul>	<p><u>Técnicas</u>: identificación de la zona de estudio, monitoreo de agua para consumo humano, análisis de agua para consumo humano.</p> <p><u>Instrumentos</u>: fichas de muestreo y de laboratorio, formato de recolección de datos, redes de muestreo, equipo multiparametro, GPS.</p>
--	---	---	---	---

**Nota.** elaboración propia; C.P. (centro poblado) ; LMP (limites máximos permisibles), MINSA (2010).