



**Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**  
**Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental**

**Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua para consumo humano del Centro Poblado Los Olivos – Provincia de Barranca**

**Tesis**

**Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental**

**Autor**

**Rodil Jackson, Ichiparra Aguirre**

**Asesor**

**Mg. José Saúl, Orbegoso López**

**Huacho – Perú**

**2023**



**Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Reconocimiento:** Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales.

**Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



# UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

## LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIAS, INDUSTRIAS ALIMENTARIAS  
Y AMBIENTAL

### INFORMACIÓN DE METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Rodil Jackson Ichiparra Aguirre	71343037	02 de octubre del 2023
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
José Saúl Orbegoso López	06800598	0000 – 0003 – 4866 - 3404
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CODIGO ORCID
Gladys Vega Ventocilla	23014434	0000 – 0002 – 5009 - 2607
Tania Ivette Méndez Izquierdo	46925087	0000 – 0002 – 2473 - 4610
Hellen Yahaira Huertas Pomassoncco	46741141	0000 – 0002 – 4204 - 7320

# EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL CENTRO POBLADO LOS OLIVOS – PROVINCIA DE BARRANCA

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.unsch.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>2</b>	<b>Submitted to Universidad Técnica de Machala</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>3</b>	<b>Submitted to Universidad Continental</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.urp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>5</b>	<b>Submitted to Escuela Politecnica Nacional</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorio.unsm.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>PROYECTOS ESPECIALES PACIFICO S.A.. "EIA del Proyecto L.T. 220 kV Tintaya – Socabaya y Subestaciones Asociadas-IGA0006987", R.D. N° 256-2012-MEM-AAE, 2020</b> Publicación	<b>&lt;1%</b>



**“Evaluación de la calidad Físicoquímica y Microbiológica del Agua  
para Consumo Humano del Centro Poblado Los Olivos – Provincia de  
Barranca”**

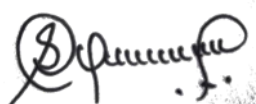
**Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**

**Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental**

**Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental**

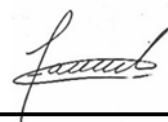
**“Evaluación de la calidad Físicoquímica y Microbiológica del Agua  
para Consumo Humano del Centro Poblado Los Olivos – Provincia de  
Barranca”**

**Jurado evaluador:**



---

**Mg. GLADYS VEGA VENTOCILLA**  
**Presidenta**



---

**Mg. TANIA IVETTE MÉNDEZ IZQUIERDO**  
**Secretario**



---

**Mg. HELLEN HUERTA POMASSONCO**  
**Vocal**



---

**Mg. JOSÉ SAÚL ORBEGOSO LÓPEZ**  
**Asesor**

**HUACHO-PERÚ**

**2023**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación le dedico de manera especial a mi Mamá y Hermana pues ellas fueron el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional.

A mi Tío y Tía por estar siempre conmigo apoyándome incondicionalmente en cada momento.

**Rodil Jackson Ichiparra Aguirre**

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, doy gracias a Dios por darme la vida y salud para seguir con cada uno de mis metas, gracias al Magister Ing. José Saúl Orbegoso López, por brindarme su apoyo, amistad y asesoría durante la realización de mi trabajo de investigación, mi segunda casa la Universidad por permitirme convertirme en ser un profesional en lo que tanto me apasiona, gracias a cada maestro que hizo parte de este proceso integral de formación.

**Rodil Jackson Ichiparra Aguirre**

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO .....	viii
ÍNDICE.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT .....	xv
INTRODUCCIÓN.....	xvi
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	1
1.2 Formulación del problema .....	3
1.2.1 Problema general.....	3
1.2.2 Problema específicos.....	3
1.3 Objetivos de la investigación .....	3
1.3.1 Objetivo general .....	3
1.3.2 Objetivo específicos .....	4
1.4 Justificación de la investigación .....	4
1.5 Delimitación del estudio .....	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Antecedentes de la investigación.....	6
2.2 Investigaciones internacionales .....	6
2.3 Investigaciones nacionales.....	7
2.3.1 Bases teóricas .....	9
2.3.2 Definición de términos básicos .....	24
2.4 Hipótesis de investigación .....	28

2.4.1 Hipótesis general .....	28
2.4.2 Hipótesis específicas .....	28
2.4.3 Operacionalización de las variables .....	28
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA .....	30
3.1 Diseño metodológico .....	30
3.2 Población y muestra .....	31
3.2.1 Población .....	31
3.2.2 Muestra .....	31
3.3 Técnicas de recolección de datos .....	31
3.4 Técnicas para el procesamiento de la información .....	37
CAPÍTULO IV. RESULTADOS .....	37
4.1 Análisis de resultados .....	37
4.2 Contrastación de hipótesis .....	57
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN .....	59
5.1 Discusión de resultados .....	59
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	61
6.1 Conclusiones .....	61
6.2 Recomendaciones .....	61
REFERENCIAS .....	62
ANEXOS .....	67

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación Geográfica del Centro Poblado los Olivos .....	37
Figura 2: Georreferenciación del punto de monitoreo.....	38
Figura 3: Comportamiento del Ph de la estación AG-Captación .....	38
Figura 4: Comportamiento del Ph de la estación AG-GR.....	39
Figura 5: Comportamiento del Oxígeno Disuelto de la estación GR-Captación .....	39
Figura 6: Comportamiento del Oxígeno Disuelto de la estación AG-GR.....	39
Figura 7: Comportamiento de Turbidez de la estación AG-Captación .....	39
Figura 8: Comportamiento de Turbidez de la estación AG-GR.....	41
Figura 9: Comportamiento del Color de la estación AG-Captación .....	42
Figura 10: Comportamiento del Color de la estación AG-GR .....	42
Figura 11: Comportamiento de Temperatura de la estación AG-Captación .....	43
Figura 12: Comportamiento de Temperatura de la estación AG-GR.....	43
Figura 13: Comportamiento de Conductividad Eléctrica de la estación AG-Captación	44
Figura 14: Comportamiento de Conductividad Eléctrica de la estación AG-GR.....	45
Figura 15: Comportamiento del DBO de la estación AG-Captación .....	45
Figura 16: Comportamiento del DQO de la estación AG-Captación .....	46
Figura 17: Comportamiento de Nitrato de la estación AG-Captación .....	46
Figura 18: Comportamiento de Nitrato de la estación AG-GR.....	47
Figura 19: Comportamiento de Solidos Totales Disueltos de la estación AG-Captación .....	48
Figura 20: Comportamiento de Solidos Totales Disueltos de la estación AG-GR .....	48
Figura 21: Comportamiento de Amoniac de la estación AG-Captación.....	49
Figura 22: Comportamiento de Amoniac de la estación AG-GR.....	49
Figura 23: Comportamiento de Arsenico de la estación AG-Captación .....	49
Figura 24: Comportamiento de Arsenico de la estación AG-GR.....	49
Figura 25: Comportamiento de Cobre de la estación AG-Captación.....	51
Figura 26: Comportamiento de Cobre de la estación AG-GR .....	52
Figura 27: Comportamiento de Plomo de la estación AG-Captación .....	52
Figura 28: Comportamiento de Plomo de la estación AG-GR.....	53
Figura 29: Comportamiento de Heptacloro de la estación AG-Captación.....	53
Figura 30: Comportamiento de Heptacloro de la estación AG-GR.....	54
Figura 31: Comportamiento de Coliformes Totales de la estación AG-Captación.....	54

Figura 32: Comportamiento de Coliformes Totales de la Estación AG-GR.....	55
Figura 33: Comportamiento de Coliformes Fecales de la estación AG-Captación.....	56
Figura 34: Comportamiento de Coliformes Fecales de la estación AG-GR .....	56
Figura 35: Comportamiento de Escherichia coli de la estación AG-Captación .....	56
Figura 36: Comportamiento de Escherichia coli de la estación AG-GR.....	56
Figura 37: Limpieza y desinfección para la toma de muestra de la estación AG-GR....	71
Figura 38: Muestreo de parámetros en situ de la estación AG-GR.....	72
Figura 39: Toma de muestra de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la estación AG- GR. ....	72
Figura 40: Rotulado de los frascos para la toma de muestra .....	73
Figura 41: Recolección de muestra de la estación AG-Captación .....	73
Figura 42: Muestreo de parámetro en situ de la estación AG-Captación .....	74
Figura 43: Toma de muestra de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la estación AG-Captación.....	74
Figura 44: Cadena de custodia de las dos estaciones de monitoreo de agua.....	75
Figura 45: Rotulado de los frascos para la toma de muestra de la estación AG-GR del mes de julio.....	75
Figura 46: Procedimiento de limpieza y desinfección para la toma de muestra .....	75
Figura 47: Muestreo de parámetro en situ de la estación AG-GR del mes de julio .....	90
Figura 48: Toma de muestra de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la estación AG-GR del mes de julio .....	90
Figura 49: Recolección de muestra de la estación AG-Captación del mes de julio .....	91
Figura 50: Muestreo de parámetro en situ estación AG-Captación del mes de julio .....	91
Figura 51: Toma de muestra de la estación AG-Captación del mes de julio .....	92
Figura 52: Preservación de las muestras de la estación AG-Captación del mes de julio	92
Figura 53: Cadena de custodia de las dos estaciones de monitoreo de agua del mes de julio.....	75



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	29
Tabla 2 Preservación, conservación y tiempo de almacenamiento .....	36
Tabla 3 Comparación de Resultados de la estación AG-Captación y AG-GR .....	57
Tabla 4 Comparación de resultados de la estación AG-Captación y AG-GR.....	57
Tabla 5 Límites máximos permisibles para agua de consumo .....	69
Tabla 6 Estándar de calidad ambiental para agua.....	70

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua para consumo humano, del centro poblado Los Olivos- Provincia de Barranca; se empleó una metodología de tipo descriptivo y cuantitativo, tomándose las muestras en dos puntos, lo que permitió determinar que la calidad y turbidez del agua, tanto como los parámetros microbiológicos del agua, como los coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*, superan los límites máximos permisibles (LMP) y los estándares de calidad ambiental (ECA), en las dos estaciones del mes de mayo y julio; por lo que se concluyó que, los resultados obtenidos en turbidez en el mes de mayo es de 162.10 NTU en la estación AG-Captación y 432 NTU en la estación AG-GR y en el mes de julio se obtuvo 51.20 NTU en la estación AG-Captación y 12.5 NTU en la estación AG-GR, superando la normativa de los 5 NTU. Por otro lado, el parámetro Demanda Química de Oxígeno en el mes de mayo se obtuvo 20.7 NTU, superando la normativa que es de 10 mg/l. El parámetro Coliformes Totales en el mes de mayo se obtuvo 92000.0 NMP/100ml en la estación AG-Captación y 102.0 UFC/100ml en la estación AG-GR y en el mes de julio se obtuvo 9200.0 NMP/100ml en la estación AG-Captación. El parámetro Coliformes Termotolerantes en el mes de mayo se obtuvo 14000.0 NMP/100ml en la estación AG-Captación, 82.0 UFC/100ml en la estación AG-GR y en el mes de julio se obtuvo 5400.0 NMP/100ml en la estación AG-Captación superando la normativa y el parámetro *Escherichia coli* en el mes de mayo se obtuvo 14000.0 NMP/100ml en la estación AG-Captación, 61.0 UFC/100ml en la estación AG-GR y en el mes de julio se obtuvo 470.0 NMP/100ml en la estación AG-Captación, 3.0 UFC/100ml en la estación AG-GR superando la normativa en LMP y ECA, donde los análisis de las muestras reflejan que la calidad de agua que consume actualmente la población del centro poblado Los Olivos – Provincia de Barranca, no reúne los requisitos de calidad fisicoquímica y microbiológica de un agua saludable, pues no se ajusta al cumplimiento de la normativa establecida por la organización mundial de la salud (OMS), para su consumo.

Palabras clave: turbidez, termotolerantes, *Escherichia coli*, calidad fisicoquímica

## ABSTRACT

The objective of this research work was to evaluate the physicochemical and microbiological quality of water for human consumption, from the Los Olivos-Province of Barranca populated center; A descriptive and quantitative methodology was used, taking the samples at two points, which allowed determining that the quality and turbidity of the water, as well as the microbiological parameters of the water, such as total coliforms, thermotolerant coliforms and *Escherichia coli*, they exceed the maximum permissible limits (LMP) and the environmental quality standards (ECA), in the two seasons of the month of May and July; Therefore, it was concluded that the results obtained in turbidity in the month of May is 162.10 NTU at the AG-Captación station and 432 NTU at the AG-GR station and in the month of July 51.20 NTU was obtained at the AG-Captación station and 12.5 NTU at the AG station -GR, exceeding the 5 NTU regulations. On the other hand, the Chemical Oxygen Demand parameter in the month of May was obtained 20.7 NTU, exceeding the regulation that is 10 mg/l. The Total Coliforms parameter in the month of May was obtained 92000.0 NMP/100ml at the AG-Caption station and 102.0 CFU/100ml at the AG-GR station and in the month of July 9200.0 NMP/100ml was obtained at the AG-Capture station. The Thermotolerant Coliforms parameter in the month of May was obtained 14000.0 NMP/100ml at the AG-Caption station, 82.0 CFU/100ml at the AG-GR station and in the month of July 5400.0 NMP/100ml was obtained at the AG-Capture station exceeding the regulations and the *Escherichia coli* parameter, in the month of May, 14000.0 NMP/100ml was obtained at the AG-Capture station, 61.0 CFU/100ml at the AG-GR station and in the month of July 470.0 NMP/100ml were obtained at the station AG-Recruitment, 3.0 CFU/100mL at the AG-GR station exceeding the regulations in LMP and ECA, where the analysis of the samples reflect that the quality of water currently consumed by the population of the Los Olivos town center - Province of Barranca, does not meet the physicochemical and microbiological quality requirements of healthy water. because it does not comply with the regulations established by the world health organization (WHO), for its consumption.

Keywords: turbidity, thermotolerant, *Escherichia coli*, physicochemical quality

## INTRODUCCIÓN

La Dirección General de Salud Ambiental del ministerio de Salud, (DIGESA, MINSA, 2020) establece que:

El uso de agua física cumple con satisfacer las necesidades poblacionales y del ambiente. Por otro lado, cuando se refiere a la gestión del agua para núcleos urbanos, se debe tomar en cuenta que son dependientes de sus propias tierras como suministro de agua, “por lo que las cuencas hidrográficas influyen tanto en el coste del tratamiento del agua como en la calidad del agua bruta”.

Organización de las Naciones Unidas (2023) afirma que:

El agua está en el medio del desarrollo sostenible, sin embargo, décadas de la mala gestión y de uso inadecuado han intensificado el estrés hídrico. Donde actualmente nos enfrentamos a una crisis mundial, ya que se calcula que más de 800.000 personas fallecen cada año por enfermedades por ingesta de agua no apta para su consumo.

Por este motivo, la calidad del agua es quizá el elemento más crucial para garantizar la salud pública, en donde principalmente los niños y lactantes menores de cinco años pueden sufrir deterioro cognitivo y retraso del desarrollo como consecuencia de diversas infecciones acuáticas.

Valencia (2016) afirma que: “El agua no potable contaminada con patógenos es la vía de propagación de las infecciones transmitidas por el agua. Casi el 3,6% de todas las enfermedades a nivel mundial son enfermedades diarreicas, lo que subraya la necesidad de agua potable”.

A pesar de que los contaminantes emergentes están presentes en el medio acuático, en su mayoría se producen por el vertido de efluentes de aguas residuales municipales. La presencia de estas toxinas suscita gran preocupación debido a sus posibles efectos ecológicos (como la alteración endocrina) en la biota del medio ambiente.

Numerosos contaminantes están relacionados con el agua que procede de diversas fuentes. El agua debe ser tratada para eliminar los contaminantes químicos y biológicos con el fin de hacerla utilizable y potable.

Según la Organización Mundial de la Salud (2006) afirma que:

Varios problemas de purificación del agua, o de tratamiento del agua, se deben abordar en el punto de uso (PoUWT). Estos métodos permiten mejorar la calidad general del agua. Por otro lado, la afección conocida como vibriosis en humanos, es causada por una docena de especies diferentes de *Vibrio*; las tres especies más prevalentes son *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio vulnificus* y *Vibrio alginolyticus*.

El Instituto Nacional de Calidad (2021) menciona que “en los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC), se han reportado 80.000 infecciones anuales de vibriosis, siendo el consumo de alimentos y agua contaminados la causa principal de alrededor de 65% de estas infecciones”.

En cuanto al *Vibrio cholerae*, es la bacteria que más frecuentemente causa enfermedades transmitidas por el consumo de agua insalubre, como el cólera, una enfermedad gastrointestinal diarreica grave. Sotil (2017) afirma que: “el agua está contaminada por las heces, que es la forma en que el cólera se propaga por el subcontinente indio. Al verter aguas residuales sin tratar en ríos y fuentes de abastecimiento, el agua se contamina”.

Paredes y Quinto (2016) mencionan que: “las bacterias coliformes son un grupo de gérmenes puramente saludables que suelen estar presentes en los intestinos de los animales de sangre caliente como parte de la flora natural”.

Por cuanto Ministerio del Ambiente (2017) refiere que:

La capacidad de desarrollarse a altas temperaturas distingue a los coliformes fecales, un subconjunto de los coliformes totales. Este subgrupo está relacionado exclusivamente con las heces de los animales de sangre caliente. Aunque el coliforme fecal en sí no es una bacteria dañina, sí señala la presencia de una.

Las bacterias coliformes totales son un grupo de gérmenes en su mayoría inofensivos que se encuentran en cantidades suficientes en los intestinos de animales de sangre caliente y fría, incluidos los humanos. Desempeñan un papel importante en la digestión de los alimentos. Las bacterias coliformes fecales son un subconjunto especial de estos géneros, y *E. coli* es con mucho su componente más prevalente e importante.

Las numerosas especies de este género son todas no peligrosas. *E. coli* O157:H7 es una de las cepas de *E. coli* que causa enfermedades intestinales y es responsable de ciertos casos de enfermedad intestinal.

Instituto Nacional de Calidad (2021) afirma que: “Las bacterias coliformes fecales son muy importantes para detectar la contaminación por aguas residuales en un arroyo y la posible presencia de otros gérmenes nocivos”.

Un desinfectante habitual para la filtración del agua es el cloro. Sin embargo, la exposición tanto aguda como a largo plazo al hipoclorito de calcio o al ácido hipocloroso tiene efectos nocivos en el organismo de los mamíferos y de las personas. Petro y Wees (2014) establecen que “la exposición prolongada puede provocar depresiones cardíacas, hepáticas y cerebrales. En el experimento in vitro, también se observaron disminuciones en el riñón y la glándula salival”.

El presente trabajo de investigación tuvo como finalidad realizar la evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua para consumo humano del centro poblado Los Olivos-Provincia de Barranca, lo que se enmarca dentro del requerimiento, cada vez en aumento a nivel mundial, del consumo de agua dulce y de un suministro fiable, los que constituyen dos de los principales factores que contribuyen a la escasez de agua. Los dos mayores consumidores de agua en términos de consumo global son la agricultura y las ciudades.

## **CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción de la realidad problemática**

La Organización Mundial de la Salud (2006) considera como uno de los derechos humanos fundamentales, por lo que es necesario, para gozar de buena salud, disponer de agua potable limpia. Por su parte, el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), señalan que, miles y millones de personas en todo el mundo siguen careciendo de acceso al agua potable, donde el agua de alta calidad es esencial para la productividad y la longevidad humanas, el suministro de agua potable de alta calidad a los hogares suele considerarse una estrategia clave para mejorar la salud, en donde la OMS calcula que cada año se producen 4.000 millones de casos de diarrea y 2,2 millones de muertes. Una de las principales causas de esta enfermedad se ha relacionado con el consumo de agua contaminada.

A pesar de que el 70% del planeta está cubierto de agua, el agua dulce sólo representa alrededor del 3% del total, y la mayor parte de esta agua está atrapada en glaciares y hielos polares y es inaccesible para el ser humano. Se prevé que la escasez de agua potable limpia y utilizable se convierta en un grave problema en muchas regiones del planeta, ya que las reservas de agua dulce se agotan cada vez más tratando de satisfacer las necesidades de la industria, la agricultura y una población en constante crecimiento

Las fuentes más fundamentales de agua potable son los cursos de agua superficiales, como los ríos, los embalses y las aguas subterráneas. Aun así, toda el agua está contaminada en diversos grados por la contaminación antropogénica conformada por los desechos y microorganismos presentes en las aguas residuales doméstica e industrial sin tratar, la lixiviación de las tierras agrícolas y las explotaciones ganaderas. Estos contaminantes pueden proceder de los estratos geológicos o de la contaminación antropogénica causada por microbios.

Según la Organización Mundial de la Salud (2006) afirma que:

1.100 millones de personas en todo el mundo dependen de lagos, ríos y pozos abiertos contaminados para obtener agua potable. En muchas regiones urbanas y rurales, el agua de manantial se sigue utilizando a menudo para el abastecimiento doméstico sin ningún tratamiento o desinfección previos. Esto supone un grave peligro para la salud pública.

Según las estimaciones, las enfermedades relacionadas con el agua son responsables del 80% de las enfermedades y muertes en los países subdesarrollados.

Ercilio et al. (2005) señalan que:

Sudamérica es la sub región que concentra un 29% de los recursos hídricos totales del planeta y el aumento de la población humana y la urbanización fueron las dos causas principales del progresivo deterioro de la calidad del agua, a medida que la contaminación del agua se convertía en un problema grave, los hogares, sobre todo en las zonas metropolitanas, empezaron a equiparse con un sistema de filtración del agua. La presencia de contaminantes en el agua que se bebe a diario, como metales pesados y sustancias químicas nocivas, es lo que preocupa a la gente.

El color, el sabor, el aroma y la turbidez son las características físicas que tienen más probabilidades de generar quejas de los consumidores.

La mala calidad ambiental del agua provocada por la contaminación química o microbiana de las granjas, las ciudades y la industria es un problema que está empeorando. Según datos de las Naciones Unidas, más del 80% de las aguas residuales producidas en el mundo se devuelven al medio ambiente sin tratar. A este nivel de contaminación, tanto la vida acuática como las personas están en peligro.

La confederación internacional OXFAM (2017) preciso que:

Siendo el Perú uno de los países más ricos en el mundo en agua, entre 7 y 8 millones de familias peruanas no cuentan con agua potable, la principal fuente de agua potable fiable y segura es el agua filtrada. Sin embargo, la eficacia de los sistemas de filtrado para cumplir las leyes sigue siendo cuestionable, ya que el aspecto exterior de un agua incolora, inodora e incluso insípida no significa que sea segura para beber. En realidad, hay que evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua potable.

A nivel local, el centro poblado Los Olivos se encuentra ubicado en el Distrito de Supe - Provincia de Barranca – Departamento de Lima, en la cuenca baja del río Pativilca, de coordenadas UTM WGS84 Zona 18L E 203336 N 8806543 y una altitud de 100 m.s.n.m., las fuentes de agua potable están contaminadas, siendo medios importantes para la propagación de muchas enfermedades infecciosas. La evaluación de la calidad del agua bruta es esencial para mantener la calidad de los recursos hídricos para el desarrollo sostenible y mejorar la calidad del agua potable antes de que llegue al público, ya que la calidad del agua es dinámica en tiempo y lugar.



El agua proveniente del río Pativilca es aprovechado por los usuarios para el riego agrario, los químicos que utilizan, los envases de los fertilizantes como herbicidas, fungicidas entre otros y los animales muertos son arrastrados por la corriente del agua, esta agua de riego es captada por los usuarios del centro poblado los Olivos en un tanque, luego mediante tuberías es llevada en otro tanque que se encuentra en el pueblo para su recolección y ser distribuida a las viviendas sin ningún tratamiento para su consumo.

Las familias del centro poblado los Olivos se encuentran preocupadas por la mala calidad de agua que ellos consumen y las enfermedades continuas como la diarrea, dolores de estómago, que a la larga puede ocasionar cáncer y daños al sistema nervioso.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿Es posible evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua para consumo humano del centro poblado Los Olivos-Provincia de Barranca?

### **1.2.2 Problema específicos**

¿Es posible determinar las características físicas del agua para consumo humano del centro poblado Los Olivos-Provincia de Barranca?

¿Es posible determinar las características químicas del agua para consumo humano del centro poblado Los Olivos-Provincia de Barranca?

¿Es posible determinar la calidad microbiológica del agua para consumo humano del centro poblado Los Olivos-Provincia de Barranca?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivo general**

Evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua para consumo humano del centro poblado Los Olivos-Provincia de Barranca.

### **1.3.2 Objetivo específicos**

Determinar las características físicas del agua para consumo humano del centro poblado Los Olivos-Provincia de Barranca.

Determinar las características químicas del agua para consumo humano del centro poblado Los Olivos-Provincia de Barranca.

Determinar la calidad microbiológica del agua para consumo humano del centro poblado Los Olivos-Provincia de Barranca.

### **1.4 Justificación de la investigación**

Es necesario conocer la calidad del agua para consumo humano en el centro poblado los Olivos – Provincia de Barranca. La aceptabilidad del agua para diversas aplicaciones se denomina calidad del agua y depende de sus características físicas, químicas, biológicas y organolépticas (relacionadas con el sabor). Determinar, por tanto, la calidad del agua, es especialmente importante porque se relaciona directamente al consumo humano y a la salud, a los usos industriales y domésticos y al medio ambiente. Los requisitos de cumplimiento de la calidad del agua, según Dirección General de Salud Ambiental (2010) son “analizar la calidad del agua utilizando métodos de laboratorio o kits de prueba rápidos. Los resultados más precisos se obtienen mediante pruebas de laboratorio, que examinan numerosos factores y llevan más tiempo”. Las tiras reactivas y otros kits de análisis caseros proporcionan resultados rápidos, pero su precisión es menor.

Los municipios y los productores de agua embotellada suelen publicar sus datos de calidad del agua en sus sitios web para que el público en general pueda consultarlos. Las métricas de calidad del agua evaluadas deben ajustarse a las normas de la administración local, que a menudo se ven afectadas por normas globales establecidas por empresas o grupos de calidad del agua

Dependiendo de las exigencias y las circunstancias locales de la zona, el análisis de la calidad del agua puede hacerse en casa o en un laboratorio. El examen instrumental y químico de las muestras de agua recogidas sobre el terreno sirve de base para la evaluación de la calidad del agua en el laboratorio. En los laboratorios pueden medirse diversas propiedades físicas, químicas y biológicas de estas muestras, con resultados muy precisos.

Para comprobar rápidamente la presencia y/o concentración de contaminantes comunes del agua, se emplean técnicas de análisis de la calidad del agua en casa, como tiras, discos de colores y equipos digitales. Estas pruebas pueden realizarse en casa y utilizarse como métodos de cribado para evaluar si es necesario realizar más pruebas de laboratorio sobre la calidad del agua. Sirven como herramientas de cribado preliminar en entornos comerciales o industriales. Esta imagen muestra un juego estándar de tiras reactivas, en este caso para comprobar la calidad del agua del acuario.

En lo social, la salud de la flora y la fauna de lagos, ríos, marismas y humedales dependen, en gran medida de la calidad ambiental del agua. Tiene efectos sobre los seres humanos y los animales superiores que dependen de estos ecosistemas para el ciclo de nutrientes y la producción de alimentos. Como resultado, varias subcategorías de la calidad ambiental del agua han sido controladas.

Este estudio es importante para el centro poblado los olivos ya que beneficiara la calidad de vida de la población, mediante los indicadores bacteriológicas y fisicoquímicas que servirán de base para que realicen su manejo adecuado para su tratamiento.

## **1.5 Delimitación del estudio**

### **Delimitación temporal**

Entre diciembre del 2021 hasta febrero de 2023.

### **Delimitación espacial**

Se realizó la toma de muestra en dos puntos de monitoreo, ingreso al reservorio y el grifo de agua, del centro poblado los Olivos, Distrito de Supe – Provincia de Barranca.

### **Delimitación teórica**

En la investigación fue considerado la contaminación química, biológica que pueden causar enfermedades en la salud.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de la investigación

### 2.2 Investigaciones internacionales

Valencia (2016) realizó un estudio titulado “*Evaluación de la calidad de agua para consumo en la cabecera municipal de Riosucio Departamento de Chocó-Colombia*”, planteó como objetivo establecer el nivel de calidad de agua como fuente de consumo humano, metodología cuantitativa, tipo descriptivo, muestra de varios puntos, como resultado obtuvo que el agua se encuentra contaminada con presencia de coliformes totales, fecales; y, los parámetros fisicoquímicos superando el límite máximo aceptable, la cual concluye que el agua no es apta para su consumo. En el análisis de coliformes empleó diversos medios bacteriológicos, como el agar bilis rojo violeta, el agar/caldo m-Endo, el caldo triptosa con lauril sulfato y el caldo bilis verde brillante, para detectar la presencia de bacterias coliformes en el agua y los alimentos. La lactosa es el principal azúcar fermentable en la mayoría de estos medios. La transferencia de posibles colonias de coliformes a un tubo de fermentación puede utilizarse en determinadas técnicas, como las que utilizan agar biliar rojo violeta, para validar que las colonias están produciendo ácido, en donde se toman más muestras de agua y a menudo revisan todo el sistema abastecimiento de agua puede solucionar el problema con reparaciones, tratamiento o mejores procedimientos de funcionamiento y mantenimiento si la evaluación determina el origen de la contaminación.

Caranqui (2016) realizó un estudio titulado “*Evaluación Físico-Químico y Microbiológico del agua para consumo Humano de la comunidad centro Flores, Parroquia Flores, Provincia de Chimborazo*” como objetivo establecer el nivel de aceptación del agua para el consumo de los ciudadanos, la metodología tipo descriptivo, cuantitativo, comparativo; muestra toma de varios puntos, como resultado la calidad de agua supera el valor establecido en ciertos parámetros químicos y microbiológicos, las bacterias coliformes se clasifican en tres categorías. Cada una tiene un grado distinto de peligrosidad y cada una es una señal de la pureza del agua potable. Los coliformes fecales incluyen el subgrupo E. coli. En los laboratorios se analizan muestras de agua potable para determinar la presencia de coliformes totales, concluye que el hecho de que se encuentren en el agua potable sugiere que puede haber organismos patógenos (agentes

patógenos) en el sistema de abastecimiento de agua. La mayoría de las enfermedades que pueden contaminar las fuentes de agua se originan en excrementos humanos o animales. Los análisis para detectar la presencia de bacterias coliformes son sencillos y asequibles. Los sistemas de abastecimiento de agua buscan la causa de la contaminación y restablecen la seguridad del agua potable si las pruebas revelan la presencia de bacterias coliformes en una muestra de agua.

Petro y Wees (2014) realizaron un estudio titulado “*Evaluación de la calidad Fisicoquímica y Microbiológica del agua del Municipio de Turbaco – Bolívar – Caribe Colombiano*”, como objetivo evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua consumida en el municipio de Turbaco; en cuanto a la metodología tipo experimental; cuantitativo, descriptiva, muestra tres de diversos puntos, la mayoría de las enfermedades que pueden contaminar las fuentes de agua se originan en los excrementos humanos o animales. Los análisis para detectar todos los patógenos potenciales en el agua potable son difíciles, largos y costosos. Las bacterias coliformes pueden analizarse de forma sencilla y barata. Los operadores de los sistemas de abastecimiento de agua buscan la causa de la contaminación y restablecen la seguridad del agua potable si se detectan bacterias coliformes en una muestra de agua. el parámetro microbiológico coliformes totales guarda cierta relación con el incumplimiento en algunas estaciones; y sus conclusiones que el agua del municipio de Turbaco tiene un déficit en calidad microbiológica. Los coliformes totales se comprueban cuando se envía una muestra de agua a un laboratorio. Dependiendo del procedimiento de análisis del laboratorio, si se detectan coliformes totales mínimos que exige la normativa colombiana.

### **2.3 Investigaciones nacionales**

Cisneros (2019) realizó un estudio titulado “*Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en Comas (Lima), Quispicanchi (Cusco) y Coronel Portillo (Ucayali) durante el 2017*”, tuvo como objetivo determinar el nivel de calidad del agua para consumo humano, metodología tipo descriptivo; los resultados obtenidos fueron que los parámetros microbiológicos superan los límites en Quispicanchi y Coronel Portillo, donde las bacterias coliformes se clasifican como bacterias en forma de bastoncillos, Gram negativas, no formadoras de esporas, móviles o no móviles. Cuando se cultivan a 35-37°C, estas bacterias pueden fermentar la lactosa y producir ácido y gas. A menudo se utilizan como indicador de la limpieza de los alimentos y el agua. Aunque los

coliformes por sí solos no suelen provocar enfermedades importantes, son fáciles de cultivar y su presencia se utiliza para sugerir la presencia de otros organismos patógenos de origen fecal. Los coliformes pueden encontrarse en el suelo, el agua y las plantas. Estos patógenos incluyen bacterias, virus, protozoos y varios parásitos multicelulares que pueden causar enfermedades. Los procesos coliformes pueden llevarse a cabo en circunstancias aeróbicas o anaeróbicas.

Aguilar y Navarro (2017) realizaron un estudio titulado “*Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la comunidad de Llañucancha del Distrito de Abancay, Provincia de Abancay 2017*”, como objetivo evaluar la calidad de agua para consumo humano en la comunidad; la metodología tipo descriptivo, cuantitativo, no experimental; los resultados las bacterias coliformes totales y termotolerantes exceden en los resultados ya que son un grupo de microorganismos, en su mayoría inoos, que abundan en los intestinos de los animales de sangre caliente y fría, incluidos los humanos. Ayudan a digerir los alimentos, las bacterias coliformes fecales, de las que *Escherichia coli* es el componente más prevalente, son un subconjunto particular de este conjunto. Estos organismos son exclusivos de las heces de los animales de sangre caliente y pueden distinguirse de todo el grupo de los coliformes por su capacidad para desarrollarse a altas temperaturas.

Paredes y Quinto (2016) realizaron un estudio titulado “*Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano en el distrito de Palca Provincia de Tarma Región Junín*”, plantearon como objetivo evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo, la metodología tipo descriptivo, cuantitativo, transversal, muestra toma de varios puntos; como resultado los parámetros microbiológicos superan los límites permisibles. Cuando se encuentran bacterias coliformes fecales en hábitats acuáticos, significa que las heces humanas o animales u otros excrementos han contaminado el agua. Concluyen que el agua de consumo en el Distrito de palpa no cumple con la normativa establecida para su consumo. El agua de origen puede haber estado contaminada en el momento en que esto ocurrió con patógenos, bacterias productoras de enfermedades o virus, que también pueden encontrarse en la materia fecal, en donde la fiebre tifoidea, la gastroenteritis bacteriana y vírica y la hepatitis A son algunas de las enfermedades patógenas que pueden propagarse por el agua. La contaminación fecal es una señal de que quienes están expuestos al agua contaminada pueden correr el riesgo de sufrir problemas de salud.

### **2.3.1 Bases teóricas**

#### **El agua**

Peón (2007) indica que:

El agua cubre el 71% de la superficie geográfica del globo, es una de las sustancias fundamentales sobre las que está construido el planeta Tierra. El agua es un líquido translúcido que no tiene sabor, color ni olor. Tiene una composición química formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno.

Existen tres estados diferentes del agua: sólido (hielo), líquido o gaseoso (vapor). Los océanos, los ríos, los mares, los lagos, los manantiales y la lluvia son ejemplos del estado líquido, que es el más frecuente en la superficie terrestre y el responsable de las funciones esenciales de los seres vivos. Las superficies de nieve y hielo son ejemplos de estado sólido. Estado gaseoso: Las características térmicas son similares a las del vapor de agua atmosférico.

#### **Agua de consumo**

Organización Mundial de la Salud (2006) define:

El agua de consumo como la sustancia que no ocasiona ningún riesgo para la salud y es necesaria para la vida de todos los seres vivos. Sin agua, no hay vida en la Tierra. ¿Por qué es esencial el agua? Principalmente, porque el agua constituye aproximadamente el 60% de nuestro peso corporal. Para mantener otros procesos internos y ayudar a regular la temperatura corporal, nuestro cuerpo necesita agua en todas las células, órganos y tejidos. Beber líquidos y consumir alimentos que contengan agua es esencial para rehidratarnos, ya que nuestro cuerpo pierde agua al respirar, sudar y digerir.

Los procesos de digestión, circulación, absorción, sudoración, respiración, producción de saliva y aporte de nutrientes hacen que nuestro cuerpo pierda agua. Es crucial mantenerse hidratado consumiendo bebidas y comidas con alto contenido en agua.

#### **Calidad del agua**

Lozano (2013) dice que:

Para determinar la calidad del agua (turbidez) se utilizan numerosas variables, como la cantidad de sal (o salinidad), los niveles de bacterias, las concentraciones de oxígeno disuelto y la cantidad de residuos que flotan en el agua. Para evaluar la calidad del agua

en determinadas masas de agua, también pueden realizarse mediciones de la cantidad de pesticidas, herbicidas, metales pesados y otros contaminantes. Reducir o dejar de utilizar fertilizantes, herbicidas y pesticidas son medidas que se pueden tomar para evitar la degradación de las aguas. También se puede apoyar y participar en programas avanzados de tratamiento de aguas residuales que eliminan los nutrientes no deseados y las bacterias nocivas.

Según Lozano (2018), “La calidad del agua se determina mediante medidas científicas, no es tan sencillo como decir ‘esa agua es excelente’ o ‘esa agua es terrible’. El agua contaminada puede poner en peligro la salud de las personas”. Los ecosistemas también son susceptibles a los riesgos para la salud derivados de la mala calidad del agua.

El agua limpia con muy poco contenido de fertilizantes es ideal para las poblaciones de pastos marinos y arrecifes de coral. El crecimiento excesivo de algas provocado por la sobreabundancia de nutrientes en el agua puede asfixiar a los corales y las praderas marinas. Metales, aceites, pesticidas y fertilizantes son sólo algunos de los contaminantes que entran en el agua desde la tierra y causan un crecimiento excesivo de algas y otros efectos negativos.

### **Calidad microbiológica del agua**

Organización Mundial de la Salud (2006) refiere que:

La calidad microbiológica del agua y las mediciones suelen presentar una gran heterogeneidad según el área geográfica. Los autores llegaron a la conclusión de que es necesario desarrollar un sistema de vigilancia para identificar los peligros reales para la seguridad alimentaria, ya que aún no está claro el verdadero riesgo de contaminación en las fuentes de agua de riego.

Las variaciones en los resultados espaciotemporales de la vigilancia microbiológica de la calidad del agua pueden ser una manifestación del tamaño de la observación. Muy a menudo, el orden de la corriente, la región desde la que se produce la escorrentía y/o el drenaje, o la secuencia jerárquica de la parcela-campo-cuenca caracterizan las escalas espaciales en la investigación microbiológica de la calidad del agua. Las escalas temporales vienen determinadas por la duración del intervalo de tiempo entre muestreos de agua o la duración del tiempo que se tarda en recoger una muestra de agua.



Existen muchos más factores, como la precipitación, que es un potente regulador de la calidad microbiológica del agua, por lo cual cada control puede identificarse por una serie de características que podrían utilizarse para pronosticar la calidad microbiológica del agua. A menudo es necesario seleccionar y comparar métodos estadísticos que puedan minimizar el número de predictores y proporcionar modelos de predicción más fiables.

### **Calidad química del agua**

Según la Organización Mundial de la Salud (2006) define que:

Los análisis de la calidad del agua son un componente crucial de la vigilancia medioambiental. La mala calidad del agua repercute en la ecología circundante, además en la vida acuática. Cada factor que afecta a la calidad del agua en el medio ambiente se debe tratar con profundidad. Las características termodinámicas de la calidad del agua incluyen la turbidez y la temperatura. Las propiedades químicas incluyen elementos como el pH y el oxígeno disuelto. Estos factores se aplican tanto a las aguas subterráneas como a las operaciones industriales, además de a los estudios de las aguas superficiales del océano, los lagos y los ríos.

El control de la calidad del agua puede utilizarse para identificar las influencias humanas en un ecosistema y prever y aprender de los procesos naturales del medio ambiente. Además, estos esfuerzos de medición pueden ayudar en iniciativas de restauración o garantizar el cumplimiento de la normativa medioambiental.

### **Aspectos microbiológicos**

La Organización Mundial de la Salud (2006) afirma que:

Los seres unicelulares conocidos como bacterias sólo pueden verse con un microscopio muy potente. Las bacterias pueden encontrarse dentro y fuera de nuestro cuerpo, así como en la tierra, el agua y el aire. Pueden ayudarnos reciclando la basura, favoreciendo el crecimiento de plantas que fijan el nitrógeno y produciendo ciertos alimentos. Pueden ponernos en peligro al propagar enfermedades y estropear los alimentos. Las numerosas variedades de bacterias coliformes son un problema para el medio ambiente. Una categoría de gérmenes conocida como bacterias coliformes fecales se transmite a través de las heces de personas, animales y fauna salvaje.

Si las circunstancias son favorables para su crecimiento, las bacterias se multiplican rápidamente. En hábitats oscuros, cálidos, húmedos y con alimentos, la mayoría de las

bacterias prosperan. Algunas bacterias se reproducen y crean colonias que pueden llegar a ser visibles debido a su tamaño. Calculamos el número de bacterias coliformes fecales que había inicialmente cultivando y contando las colonias de una muestra de agua de un arroyo.

Las bacterias coliformes fecales pueden llegar a los ríos a través de las aguas residuales humanas no tratadas, la escorrentía agrícola y el vertido directo de residuos de animales y aves. Durante la temporada de lluvias, las fosas sépticas de las viviendas pueden saturarse, lo que permite que los desechos humanos no tratados se viertan en las zanjas de drenaje y en los lagos vecinos. La contaminación por coliformes fecales puede deberse a actividades agrícolas como dejar que los excrementos de los animales lleguen a los arroyos vecinos durante la estación de lluvias, aplicar abono y estiércol a los campos durante la estación húmeda y dejar que el ganado beba de los arroyos.

### **Aspectos químicos**

La Organización Mundial de la Salud (2006) define que:

El agua es fundamental para la vida de las personas, su ausencia provoca lo contrario, ya que proporciona a todo tipo de criaturas la capacidad de vivir y florecer. Es el único material que existe de forma natural en la Tierra en sus tres estados -sólido, líquido y gaseoso- y constituye el 80% de la superficie del planeta. Sin embargo, la mayor parte de las sustancias químicas presentes en el agua de consumo son peligrosas para la salud, Su composición es muy sencilla para ser tan importante. El símbolo químico del agua es H<sub>2</sub>O porque está formada por dos partes de hidrógeno y un componente de oxígeno.

Las muestras analizadas se hacen pasar por un filtro de membrana con un tamaño de poro específico (generalmente 0,45 micras). La superficie del filtro retiene los microorganismos presentes en el agua. La colocación del filtro en una placa de Petri estéril llena del medio adecuado favorece el desarrollo de los organismos deseados, al tiempo que suprime el crecimiento de los indeseables. Cada célula se convierte en una colonia distinta que puede contarse directamente, y los datos se utilizan para calcular la densidad microbiana. Para el análisis del agua, se utilizarán muestras de 1 ml y 10 ml, y el objetivo final ideal es una densidad de colonias de 20-60 colonias/filtro.

## **La contaminación del agua**

Solís y López (2003) definen que “la contaminación del agua se produce cuando los contaminantes contaminan las fuentes de agua y hacen que el agua no sea apta para beber, cocinar, limpiar, nadar y otras actividades”. Las sustancias químicas, la basura, los gérmenes y los parásitos son ejemplos de contaminantes. En última instancia, el agua se contamina por todo tipo de polución. Los lagos y los mares se contaminan por la polución del aire. La contaminación del suelo puede contaminar un arroyo subterráneo, un río y, en última instancia, el océano. Así, la basura tirada en un solar vacío puede acabar contaminando una fuente de agua.

Los contaminantes del agua pueden dañar a las personas o propagar enfermedades. Las aguas residuales mal tratadas pueden contener bacterias y parásitos que pueden llegar a las fuentes de agua potable y causar enfermedades como el cólera y la diarrea. Sustancias peligrosas como pesticidas, herbicidas y productos químicos procedentes de empresas, granjas, residencias y campos de golf pueden ser mortales o tener un efecto tóxico persistente que puede causar problemas neurológicos o cáncer. Cuando utilizamos el agua para beber y preparar alimentos, varios contaminantes del agua entran en nuestro organismo. El sistema digestivo está expuesto a los contaminantes. A partir de ahí, pueden extenderse a otros órganos del cuerpo y provocar diversas enfermedades. Cuando las sustancias químicas entran en contacto con la piel al lavar la ropa o nadar en agua sucia, pueden producirse irritaciones cutáneas. Las sustancias peligrosas presentes en los sistemas acuáticos también pueden afectar a la flora y la fauna locales. Estas criaturas a veces sobreviven reteniendo las toxinas en sus cuerpos, sólo para ser consumidas por personas que posteriormente pueden sentirse algo indispuestas o tener síntomas tóxicos más graves como resultado. Los propios animales y plantas pueden perecer o tener una reproducción inadecuada.

## **Parámetros Microbiológicos**

### **Coliformes totales**

La Organización Mundial de la Salud (2006) define:

A los coliformes totales como un conjunto diverso de especies bacterianas que comparten una serie de rasgos. Suelen encontrarse en el medio ambiente, incluida la suciedad, y en los intestinos de los animales, incluidos los humanos. La contaminación por desechos

humanos y animales es una de las principales causas de contaminación por coliformes totales en el agua.

Los coliformes totales se utilizan para determinar el grado de limpieza de un suministro de agua. A pesar de que las bacterias coliformes totales no siempre provocan infecciones graves, su presencia sugiere que es probable que el agua contenga otros patógenos más peligrosos.

La probabilidad de enfermarse (fiebre, náuseas o calambres estomacales) a causa de patógenos que entran en el cuerpo por la boca, la nariz, los oídos o heridas en la piel aumenta al nadar en masas de agua con altas concentraciones de bacterias coliformes totales. La fiebre tifoidea, la hepatitis, la gastroenteritis, la disentería y las infecciones de oído son algunas de las dolencias que pueden contraerse en aguas con altos niveles de coliformes totales. Al igual que otras bacterias, los coliformes totales suelen eliminarse hirviendo el agua o clorándola. Después de entrar en contacto con agua contaminada, lavarse adecuadamente con jabón también puede ayudar a evitar enfermedades.

### **Coliformes Termotolerantes**

Sotil (2017) expresa que:

Son comunes en el medio ambiente, por cuanto, las bacterias coliformes han sido utilizadas durante mucho tiempo como indicadores por los microbiólogos del agua. Esto se debe a que pueden detectarse en bajo número y son fáciles de analizar. Existen numerosas especies del grupo de los coliformes que pueden multiplicarse en el agua y no son de origen fecal. Los términos coliformes "termotolerantes" y "fecales" se refieren a los coliformes que pueden crecer a temperaturas más altas. Normalmente se hace hincapié en la importancia de la higiene, y la presencia en las heces es el caso más significativo.

Aunque la ausencia de bacterias coliformes, y más concretamente de *E. coli*, sugiere que es poco probable que el agua esté contaminada, no siempre se pueden descartar otros patógenos intestinales. Aunque es menos probable que estén presentes, otros patógenos como los virus y los protozoos pueden ser más resistentes a la desinfección.

### **Escherichia coli**

La Organización Mundial de la Salud (2006) menciona que:

El *Escherichia coli* es un “residente normal del intestino, se encuentra regularmente en concentraciones muy altas en las heces de animales de sangre caliente, incluidas las personas, es el género predominante en la mayoría de las aguas, dado que muchas bacterias coliformes, incluida *E. coli*”. Estos, pueden perdurar en el agua durante un largo periodo de tiempo, son un signo fiable de la presencia de otras bacterias patógenas. Por consiguiente, el descubrimiento de *E. coli* en fuentes de agua potable ofrece una prueba inequívoca de contaminación fecal. Si hay presencia de bacterias coliformes, pero no de *E. coli*, es probable que la contaminación se deba al suelo o a la vegetación, o puede servir de advertencia de que puede producirse una contaminación más grave, sobre todo después de mucha lluvia. Sin embargo, el descubrimiento de cualquier bacteria coliforme en el agua tratada apunta a defectos en el procedimiento de tratamiento o a un tipo de contaminación posterior al tratamiento, y la situación debe examinarse siempre de inmediato.

La técnica se basa en la filtración por membrana, seguida de cultivo en medio de agar cromógeno coliforme y estimación del recuento del organismo objetivo en la muestra. El crecimiento de fondo puede obstaculizar el recuento preciso de bacterias *E. coli* y coliformes,

## **Parámetros Fisicoquímicos**

### **pH**

La escala de pH determina el grado de acidez o basicidad del agua, según la Organización Mundial de la Salud (2006) indica que “el intervalo va de 0 a 14, y 7 representa la neutralidad. Los valores de pH inferiores a 7 indican acidez, mientras que los superiores a 7 indican basicidad. El pH del agua es un indicador crucial de su pureza”.

En realidad, el pH es una medida de la proporción de iones de hidrógeno e hidroxilo libres en el agua y su intervalo es de 6.5 a 8.5. Mientras que el agua con más iones hidroxilo libres es básica, el agua con más iones hidrógeno libres es ácida. Dado que las sustancias químicas presentes en el agua pueden modificar el pH, éste es una señal crucial de que la composición química del agua está cambiando. Para indicar el pH se utilizan "unidades logarítmicas". Cada número corresponde a una diferencia de 10 veces en la acidez o basicidad del agua. Un agua con un pH de cinco es diez veces más ácida que un agua con un pH de seis.

El pH del agua controla la disponibilidad biológica (cantidad que puede consumir la vida acuática) y la solubilidad (cantidad que puede disolverse en el agua) de componentes químicos como nutrientes (fósforo, nitrógeno y carbono) y metales pesados (plomo, cobre, cadmio, etc.). Por ejemplo, el pH afecta no sólo a la cantidad de fósforo que hay en el agua y en qué forma, sino también a si la vida acuática puede utilizarlo.

## **Temperatura**

Aznar (2000) menciona que:

Los regímenes de temperatura preferidos por las criaturas del ecosistema varían en función de la estación del año, la edad o etapa vital del organismo y otras condiciones externas. El ritmo de los procesos químicos y metabólicos aumenta con el incremento de la temperatura del agua, mientras que la cantidad de gases disueltos del agua disminuye. Un aumento de la temperatura del agua en términos de reacciones químicas y biológicas se debe por los procesos industriales.

Los cambios estacionales de la temperatura del aire, el ángulo del sol, los fenómenos climáticos y una serie de características físicas del arroyo y de la cuenca hidrográfica pueden contribuir a las fluctuaciones de temperatura del arroyo. Estas características físicas incluyen el nacimiento del arroyo, su velocidad, los tipos de flora que cubre, cómo está configurado el arroyo, cómo se utiliza la tierra y qué parte de la cuenca es impermeable.

## **Conductividad Eléctrica**

García (2013) define:

La conductividad eléctrica como la capacidad de un material para conducir o transferir calor, electricidad o sonido. Sus unidades son milimhos por centímetro, en donde las partículas cargadas eléctricamente se mueven en respuesta a las fuerzas ejercidas sobre ellas por un campo eléctrico aplicado, y este movimiento produce una corriente eléctrica. La conducción electrónica es el fenómeno por el cual se forma una corriente a través de la mayoría de los materiales sólidos como resultado del paso de electrones. Sólo se produce conducción electrónica en todos los conductores, semiconductores y muchos materiales aislantes, y la conductividad eléctrica depende en gran medida de la cantidad de electrones disponibles para participar en el proceso de conducción. Debido a que

muchos electrones libres pueden ser estimulados en un estado energético vacío y accesible, la mayoría de los metales son excelentes conductores eléctricos.

En el agua y otros materiales o fluidos iónicos puede producirse una migración neta de iones cargados. La conducción iónica es un fenómeno que genera una corriente eléctrica.

### **Oxígeno Disuelto**

Sawyer et al. (2000) definen que:

El oxígeno está presente en las moléculas de agua, todos los organismos vivientes dependen del oxígeno para mantener los procesos metabólicos. En los lugares donde la descarga de aguas subterráneas en los cursos de agua constituye un componente significativo del caudal, el oxígeno llega a los cursos de agua principalmente a través de la descarga de aguas subterráneas. Tanto los peces como el zooplancton respiran este oxígeno disuelto, que es esencial para su supervivencia.

El agua que se mueve rápidamente, como la que se encuentra en un arroyo de montaña o en un río enorme, suele tener una mayor concentración de oxígeno disuelto que el agua que está quieta. A medida que la materia orgánica se descompone, las bacterias del agua pueden utilizar el oxígeno.

Una masa de agua puede "morir" como resultado de condiciones eutróficas, que son circunstancias de deficiencia de oxígeno provocadas por la abundancia de materia orgánica en lagos y ríos. Dado que la cantidad de oxígeno disuelto está inversamente relacionada con la temperatura del agua, la vida acuática puede tener dificultades en aguas estancadas que contienen mucha materia orgánica en descomposición, sobre todo en verano, cuando los niveles de oxígeno disuelto están en su mínimo estacional.

### **Color**

Sawyer et al. (2000) definen que:

Las partículas en suspensión y disueltas afectan al color. Las masas de agua pueden tener partículas en suspensión como consecuencia de factores tanto naturales como provocados por el hombre. La baja productividad está indicada por un agua transparente que tiene una baja concentración de minerales disueltos y parece azul. Un tinte amarillo o marrón puede deberse a restos orgánicos disueltos, como humus, turba o materia vegetal en

descomposición. Las aguas rojizas o amarillo oscuro son causadas por algunas algas o dinoflagelados. El fitoplancton y otras aguas ricas en algas suelen tener un aspecto verde.

Diversos tonos de amarillo, rojo, marrón y gris son producidos por la escorrentía del suelo. Los tipos y la cantidad de material disuelto y en suspensión presentes en un lago o arroyo dependerán de las rocas y suelos meteorizados, de las actividades de uso del suelo y del tipo de árboles y plantas que crezcan en la cuenca. La cantidad de ácidos orgánicos disueltos de forma natural, como taninos y ligninas, que dan al agua el color del té, también puede influir en el color.

Estos ácidos se forman cuando los microbios descomponen lentamente partículas diminutas de materia vegetal disueltas en el agua. El tipo más frecuente de taninos que se encuentran en lagos y arroyos son los que van del amarillo al negro y pueden afectar significativamente al color del agua. Como las agujas de pino que caen al suelo tardan mucho en deteriorarse, los lagos que rodean bosques de coníferas (árboles de hoja perenne como pinos, abetos, cicutas y abetos) suelen tener un tono marrón. Lo mismo ocurre en las marismas que rodean a los lagos, donde las plantas se descomponen con extrema lentitud. Las aguas superficiales y subterráneas pueden contener sustancias orgánicas naturales, como taninos y ligninas, producidas por la descomposición de residuos vegetales y animales.

## **Turbiedad**

Sawyer et al. (2000) mencionan que:

La turbidez es una medida utilizada para evaluar la claridad relativa de un líquido. Es una medida de la cantidad de luz dispersada por los componentes del agua cuando la luz brilla a través de una muestra de agua. Es una propiedad óptica del agua. La turbidez aumenta con la intensidad de la luz dispersada. Arcilla, limo, materiales inorgánicos y orgánicos muy diminutos, algas, compuestos orgánicos coloreados disueltos, plancton y otras criaturas microscópicas son algunas de las sustancias que enturbian el agua.

Los niveles de partículas que superan un determinado umbral repercuten en la transmisión de la luz, la productividad ecológica, el atractivo recreativo, la calidad del hábitat y las tasas de llenado de los lagos. El aumento de la sedimentación y el encenagamiento en los arroyos puede afectar a los peces y otros hábitats acuáticos. Otros contaminantes, como metales y microorganismos, pueden adherirse a las partículas. Como resultado, las



mediciones de turbidez pueden utilizarse como señal de posible contaminación en una masa de agua.

Una turbidez excesiva en el agua potable es antiestética y puede ser peligrosa para la salud. Los agentes patógenos pueden encontrar alimento y refugio en la turbidez. Las causas de la turbidez excesiva, si no se eliminan, podrían favorecer la renovación de las bacterias en el agua, lo que daría lugar a brotes de enfermedades transmitidas por el agua que han aumentado significativamente los casos de enfermedades intestinales en todo el mundo.

### **Demanda Bioquímica de Oxígeno**

Sawyer et al. (2000) definen que:

La DBO como la cantidad de oxígeno utilizada por las bacterias y otros microorganismos durante la descomposición aeróbica (oxígeno presente) de materiales orgánicos a una temperatura determinada. La existencia de una concentración adecuada de oxígeno disuelto es esencial para preservar la vida acuática y la calidad estética de arroyos y lagos. El oxígeno disuelto es un componente minúsculo de las masas de agua naturales, que asciende hasta diez moléculas de oxígeno por millón de agua.

Para preservar la vida acuática y el atractivo estético de arroyos y lagos, debe haber una cantidad suficiente de oxígeno disuelto. La gestión de la calidad del agua depende de saber cómo influye la materia orgánica en el nivel de oxígeno disuelto (OD) de un arroyo o lago. La demanda bioquímica o química de oxígeno es una medida de la descomposición de los materiales orgánicos en el agua. La cantidad de compuestos oxidables en una muestra de agua que pueden reducir las concentraciones de OD se mide mediante la demanda de oxígeno.

La cantidad de oxígeno disuelto en una masa de agua puede disminuir debido a presiones naturales (como las altas temperaturas del verano) y a causas inducidas por el hombre (como la adición de fertilizantes excesivos a una masa de agua), lo que puede suponer un estrés para la vida acuática local. La medición de la demanda bioquímica de oxígeno es un análisis del agua que se utiliza para comprender mejor el impacto de las bacterias y otros microorganismos en la cantidad de oxígeno que consumen al descomponer la materia orgánica en condiciones aeróbicas (oxígeno presente) (DBO).

La gestión de la calidad del agua depende de saber cómo influye la materia orgánica en el nivel de oxígeno disuelto de un arroyo o lago. La DBO es una medida del oxígeno necesario para eliminar la materia orgánica residual del agua durante el proceso de descomposición de las bacterias aeróbicas (aquellas bacterias que sólo viven en un entorno que contiene oxígeno). Los organismos bacterianos vivos que necesitan oxígeno para funcionar descomponen la materia orgánica residual para estabilizarla o hacerla inofensiva. La DBO se emplea a menudo como indicador del nivel de contaminación orgánica del agua en las instalaciones de tratamiento de aguas residuales.

### **Demanda Química de Oxígeno**

Sawyer et al. (2000) mencionan que:

La DQO es la capacidad del agua para consumir oxígeno durante la descomposición de los materiales orgánicos que contiene se mide con el término "demanda química de oxígeno", o DQO. Dicho de otro modo, es la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar la materia orgánica contenida en un volumen determinado de agua.

La medición indirecta de contaminantes (orgánicos) en una muestra de agua se realiza mediante el análisis de la DQO. Es un factor crucial para determinar la calidad del agua, disminuyendo el peligro tanto para las personas como para el medio ambiente.

La DQO es una gran herramienta para evaluar la eficacia de las instalaciones de tratamiento de aguas. El agua vertida incluye sustancias orgánicas efluentes que pueden competir con las especies aguas abajo por el oxígeno si el agua se deja sin tratar o sólo parcialmente tratada. La vida aguas abajo de la zona de vertido puede morir o verse perjudicada por esta demanda de oxígeno. Por lo tanto, debería ser obvio que todo lo que pueda ayudar a recopilar información precisa sobre la calidad del agua, como la DQO, desempeña un papel crucial en la reducción de la probabilidad de que los contaminantes causen algún daño medioambiental.

Las culturas modernas tienen una gran necesidad de agua para satisfacer diversas necesidades personales, médicas y económicas. Al mismo tiempo, nuestra civilización moderna crea una variedad de toxinas y problemas medioambientales que, si se ignoran, pueden tener efectos perjudiciales para la salud humana y la biodiversidad. Los contaminantes pueden desbordar los mecanismos naturales de curación del organismo.

Además de los productos producidos por la descomposición de sustancias naturales (como proteínas, grasas y carbohidratos), se produce una acumulación de otros aditivos potencialmente dañinos, como pesticidas, efluentes y basura, que contaminan los suministros de agua potable con sus efectos tóxicos u hormonales. Estos aditivos pueden ser tóxicos o tener efectos sobre las hormonas.

## **Nitratos**

Según la Organización Mundial de la Salud (2006) define que:

El nitrato es una sustancia química que se produce de forma natural y que tiene varios orígenes antropogénicos y se utiliza principalmente en fertilizantes inorgánicos. El nitrato no puede verse, olerse ni saborearse en el agua. El consumo excesivo de nitrato puede ser peligroso, sobre todo para los lactantes.

Aunque el agua puede contener cantidades modestas de nitratos de forma natural, a veces se descubren niveles mayores, que pueden ser perjudiciales para los niños pequeños. El estado de Illinois ha establecido una norma para el agua potable con nitratos de 10 miligramos por litro (mg/L) como N (nitrógeno). Esta norma sirve de referencia para los suministros de agua privados y es un requisito para los sistemas públicos de abastecimiento de agua.

El nitrato ( $\text{NO}_3$ ) es una molécula natural de nitrógeno y oxígeno que está presente en diversos alimentos que consumimos. En general, no hay muchos nitratos en las aguas subterráneas.

## **Sólidos Disueltos Totales**

Según la Organización Mundial de la Salud (2006) define que:

Los STD representa el contenido mineral del agua está representado por los sólidos disueltos en ella. El agua desionizada, que casi no tiene sólidos disueltos, es tan pura que sabe insípida, tiene un pH bajo de aproximadamente 5,5, es ácida y puede incluso provocar acidosis si se consume durante un periodo de tiempo prolongado. Además, si se utiliza agua desionizada a través de instalaciones o tuberías metálicas típicas, es de esperar que se produzca "corrosión" y que aumenten los niveles de metales en el agua. Ahora, si accidentalmente bebió agua salada después de visitar el océano, esta agua tiene un alto contenido total de sólidos disueltos.

El agua es un excelente disolvente y absorbe fácilmente los contaminantes. El agua pura se conoce a veces como el disolvente universal, ya que no tiene sabor, color ni olor. Los minerales, sales, metales, cationes o aniones disueltos en el agua se denominan "sólidos disueltos". Los sólidos disueltos totales (SDT) son las sales inorgánicas disueltas en el agua, principalmente calcio, magnesio, potasio, sodio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos. También hay trazas de materiales orgánicos.

Como resultado, la prueba de sólidos disueltos totales nos da una indicación cualitativa de cuántos iones disueltos hay sin revelar su naturaleza ni las interacciones entre iones. La prueba tampoco arroja luz sobre los problemas concretos de la calidad del agua, como su dureza, salinidad, sabor, manchas, aromas, corrosividad o la presencia de metales traza y contaminantes microbianos. Por tanto, la prueba de sólidos disueltos totales se emplea como prueba indicativa para determinar la calidad general del agua.

### **Amoniaco**

El amoníaco es un indicador de posible contaminación del agua que tiene efectos peligrosos directos sobre la vida acuática, a diferencia de otros tipos de nitrógeno, que pueden provocar un enriquecimiento excesivo de una masa de agua en concentraciones excesivas e impactos indirectos sobre la vida acuática (OMS, 2006).

Los fertilizantes comerciales y otros usos industriales necesitan la producción de amoníaco. La descomposición de residuos orgánicos, el intercambio de gases con el medio ambiente, los incendios forestales, los residuos animales y humanos y las actividades de fijación del nitrógeno son algunas de las fuentes naturales de amoníaco.

El amoníaco puede entrar en el medio acuático tanto directa como indirectamente. Los puntos de entrada directa de amoníaco incluyen los vertidos de aguas residuales municipales, la excreción animal de residuos nitrogenados y la deposición atmosférica.

### **Arsénico**

La Organización Mundial de la Salud (2006) define que:

EL arsénico es un elemento que puede encontrarse en las rocas y el suelo de forma natural. El agua subterránea que se utiliza para beber puede incluir pequeñas cantidades que se disuelven en ella. Su probabilidad de desarrollar cáncer y otros problemas de salud importantes puede aumentar si bebe agua que contiene arsénico. Es fundamental conocer

la cantidad de arsénico presente en su suministro de agua y saber cómo minimizar su exposición.

El arsénico es un elemento natural de la corteza terrestre que se encuentra en grandes cantidades en el aire, el agua y la tierra. En su forma inorgánica, es muy tóxico.

A través del consumo de agua contaminada, el uso para la preparación de alimentos y el riego agrícola, las actividades industriales, la ingestión de alimentos contaminados y el consumo de cigarrillos, las personas están expuestas a altas dosis de arsénico inorgánico.

La intoxicación crónica por arsénico puede ser el resultado de una exposición prolongada al arsénico inorgánico, normalmente a través de los alimentos y el agua potable. Los efectos secundarios más comunes incluyen manchas en la piel y cáncer de piel.

## **Cobre**

Según la Organización Mundial de la Salud (2006) define que:

El cobre es un metal que puede encontrarse de forma natural en las rocas y el suelo en forma de minerales. Suele estar presente en las masas de agua naturales en bajas concentraciones. Se trata de un oligoelemento crucial, necesario para preservar una salud óptima.

A medida que las tuberías de cobre se deterioran, pueden verter cobre a niveles que comprometen la calidad y la seguridad del agua potable. El material de esta guía le ayudará a detectar los síntomas de la corrosión del cobre y le ofrecerá sugerencias para reducir sus efectos negativos sobre la salud.

Todas las fuentes de agua contienen de forma natural pequeñas cantidades de cobre. Las cantidades más elevadas de cobre suelen deberse a que el agua potable ha permanecido en las tuberías de cobre de las viviendas durante un largo periodo de tiempo.

## **Plomo**

Según la Organización Mundial de la Salud (2006) menciona que:

El plomo es un elemento pesado que puede estar presente en determinadas tuberías que transportan el agua potable desde la fuente de agua hasta la vivienda. El plomo también puede estar presente en accesorios de fontanería domésticos, soldaduras y accesorios de tuberías fabricados antes de 1986.

La exposición al plomo en el agua del grifo ha disminuido gracias a las medidas adoptadas en los últimos 20 años.

Las residencias con conexiones de servicio de plomo que las conectan a la línea principal de agua pueden aportar plomo al agua. Las tuberías de hierro galvanizado, los grifos de latón o latón cromado y otras instalaciones de fontanería soldadas con plomo pueden seguir encontrándose en viviendas que carecen de líneas de servicio de plomo. El plomo también puede estar presente en el agua de algunas fuentes de agua potable con depósitos revestidos de plomo y otros aparatos de fontanería no diseñados para el agua potable.

## **Heptacloro**

La Organización Mundial de la Salud (2006) define el heptacloro como:

Un compuesto que se aplicaba antiguamente a cultivos alimentarios, residencias y edificios para matar insectos. Desde 1988, no se utiliza por estos motivos. El epóxido de heptacloro es un polvo blanco que no se inflama fácilmente, al igual que el heptacloro puro. Al igual que el heptacloro, no se producía ni se utilizaba como insecticida. Los animales y las bacterias convierten el heptacloro en epóxido de heptacloro. Se han detectado nanogramos por litro de heptacloro en agua de consumo. Dado que el heptacloro se convierte en epóxido de heptacloro en el medio ambiente y por su cuerpo en cuestión de horas, aproximadamente el 20% del heptacloro.

El heptacloro o su derivado, el epóxido de heptacloro, también pueden estar presentes en la flora y la fauna de los vertederos de residuos peligrosos cercanos. Ya no es posible utilizar el heptacloro para erradicar insectos en el interior de edificios o en cultivos.

### **2.3.2 Definición de términos básicos**

#### **Agua natural**

“La pureza y seguridad del agua de fuentes no tratadas nunca están garantizadas. Siempre que sea posible, hay que tratar las fuentes naturales de agua para hacerlas aptas para el consumo antes de utilizarlas para beber o preparar alimentos” (INACAL, 2021).

#### **Agua natural superficial**

Cualquier masa de agua que esté por encima del suelo se considera agua superficial, y esto incluye arroyos, humedales, lagos, ríos y arroyos. Aunque contenga agua salada, el

océano se considera agua superficial. El ciclo hidrológico, a veces conocido como ciclo del agua, incluye el transporte de agua hacia y desde la superficie de la Tierra. Las masas de agua superficiales se nutren de las precipitaciones y la escorrentía. Por otro lado, las masas acuáticas pierden agua debido a la evaporación y a la filtración del agua en la tierra. Se denomina agua subterránea al agua que se filtra profundamente en la tierra.

Tanto las aguas subterráneas como las superficiales tienen reservas de las que pueden abastecerse. Las aguas subterráneas pueden surgir en la tierra para sustituir a las aguas superficiales, mientras que las aguas superficiales pueden filtrarse por debajo para crear aguas subterráneas. En estos lugares se crean manantiales (INACAL, 2021).

### **Agua Cruda**

DIGESA (2010) afirma que:

Si el agua está contaminada con sustancias químicas peligrosas, como metales naturales como el arsénico o el plomo, hervirla o desinfectarla no la hará necesariamente segura. La única forma de reducir el riesgo para la salud que suponen las sustancias y productos químicos nocivos es limitar su consumo a cantidades mínimas o utilizarla sólo en ocasiones.

### **Agua tratada**

Se denomina agua tratada a cualquier tipo de dióxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O) que haya sido procesado para cumplir una finalidad específica. La eliminación de componentes del agua, la adición de componentes al agua, o ambas cosas, forman parte del proceso de tratamiento del agua. Existen varios métodos para crear agua purificada. También hay varias variedades de agua tratada. El tratamiento del agua se utiliza, entre otras cosas, para producir agua potable.

El tratamiento del agua es necesario para diversos usos. El agua potable es probablemente la aplicación más considerada. El agua que se utiliza para este fin ha sido tratada para hacerla apta para su ingestión por personas y otros animales. La desalinización, la coagulación, la sedimentación, la filtración y la desinfección son algunos ejemplos de procedimientos de tratamiento del agua potable. Para crear agua potable tratada, lo más frecuente es utilizar una combinación de estas técnicas.

El reciclado de aguas residuales es otro de los usos del agua depurada. Como consecuencia de diversas operaciones industriales, a menudo se generan aguas residuales. A veces, las aguas residuales son demasiado peligrosas para devolverlas al medio ambiente. Para garantizar que el efluente no daña el medio ambiente, hay que tratarlo. (DIGESA, 2010).

## **Inocuidad**

Según DIGESA (2010) indica que:

El abastecimiento de agua, los pozos privados y el agua embotellada son sólo algunos de los lugares donde puede obtener agua potable. Abrir el grifo de un sistema público de abastecimiento de agua sujeto a la normativa de la EPA puede ser todo lo necesario para obtener agua potable segura y sana. Para otras fuentes de agua puede ser necesario un filtro, comprobar la floración del agua o asegurarse de que la fosa séptica no está demasiado cerca de un pozo privado. Es fundamental conocer la fuente, el método de tratamiento y la seguridad del agua potable.

Los usuarios de un sistema público de abastecimiento de agua pueden ponerse en contacto con el proveedor de agua de su barrio e informarse sobre las toxinas presentes en su suministro de agua. También se les recomienda que soliciten una copia de su Informe de Confianza del Consumidor. En este informe se incluyen las cantidades de toxinas encontradas en el agua,

## **Agua para consumo humano**

Según DIGESA (2010) afirma que:

El agua utilizada para el consumo humano se define como la utilizada para actividades contempladas en los NPDWR, su preámbulo de apoyo y las sentencias judiciales, como beber, preparar bebidas, bañarse, ducharse, lavarse las manos, cocinar, fregar los platos y mantener la higiene bucal, pero sin utilizar el retrete.

El 91,5% de la población tiene acceso al agua pública, mientras que el 1,45% tiene acceso al agua local. El agua utilizada para el consumo humano debe cumplir los requisitos establecidos en la Ordenanza sobre parámetros de conformidad, métodos de análisis, control y planes de seguridad del agua utilizada para el consumo humano, así como los



procedimientos para mantener un registro de personas jurídicas que suministran agua pública.

### **Muestra**

La garantía de que el uso de un enfoque analítico para abordar un problema proporcione resultados exactos o precisos. Tomamos las medidas adecuadas, como los blancos de reactivos y la calibración de equipos, para reducir su impacto al crear una técnica analítica. Estos procesos incluyen tener en cuenta las posibles causas de error determinado y de error indeterminado. Una de las causas puede ser que no hayamos tenido en cuenta los errores relacionados con la muestra (INACAL, 2021).

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

“Conjunto de componentes hidráulicos e instalaciones físicos que son acciones por procesos operativos, administrativos y equipos necesarios desde la captación hasta el suministro de agua” (DIGESA, 2010)

### **Límites Máximos Permisibles (LMP)**

“Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o pueda causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente” (MINAM, 2005).

### **Estándar de Calidad Ambiental (ECA)**

Según MINAM (2005) define que:

Es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni el ambiente.

## **2.4 Hipótesis de investigación**

### **2.4.1 Hipótesis general**

Ho = Si es posible evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua para consumo humano del Centro Poblado los Olivos -Provincia de Barranca.

H1 = No es posible evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua para consumo humano del Centro Poblado los Olivos -Provincia de Barranca.

### **2.4.2 Hipótesis específicas**

Si es posible determinar las características físicas del agua para consumo humano del Centro Poblado los Olivos-Provincia de Barranca.

Si es posible determinar las características químicas del agua para consumo humano del Centro Poblado los Olivos-Provincia de Barranca.

Si es posible determinar la calidad microbiológica del agua para consumo humano del Centro Poblado los Olivos-Provincia de Barranca.

### **2.4.3 Operacionalización de las variables**

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE DEPENDIENTE	Reglamento de la calidad del agua para el consumo Humano según D.S.N° 031-2010 SA.	Agua apta para el consumo humano
Agua para consumo humano	Estándar de calidad ambiental para el agua según el D.S.N° 004-2017 MINAM.	Agua apta para el consumo humano
	<b>Parámetros Físicoquímicos</b>	
	pH	Valor de pH
	Temperatura	°C
	Conductividad	(µS/cm)
VARIABLE INDEPENDIENTE	Oxígeno disuelto	mg/L
	Color	UCV escala Pt/Co
	Turbiedad	UNT
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L
Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L
	Nitratos	mgNo <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>
	Sólidos Disueltos Totales	mgL <sup>-1</sup>
	Amoniaco	mgNL <sup>-1</sup>
	Arsénico	mgAs <sup>-1</sup>
	Cobre	mgCuL <sup>-1</sup>
	Plomo	mgPbL <sup>-1</sup>
	Heptacloro	mg/L <sup>-1</sup>
	<b>Parámetros Microbiológicos</b>	
	Coliformes Totales	UFC/100mL a 35°C
	Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL a 44.5°C
	Escherichia Coli	UFC/100mL a 44.5°C

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

### 3.1 Diseño metodológico

#### Ubicación

La investigación se realizó en el centro poblado los Olivos - Distrito de Supe – Provincia de Barranca – Departamento de Lima, de coordenadas E: 203336 N: 8806543 y está ubicado sobre los 100 m.s.n.m, los puntos de monitoreo se llevó a cabo en la zona de captación de coordenadas E: 203503 N: 8807416 y el grifo del consumidor de coordenadas E: 203331 N: 8806543.



Figura 1: Ubicación geográfica del Centro Poblado los Olivos

#### Diseño descriptivo

El diseño de la investigación es descriptivo y cuantitativo lo que nos permite medir los resultados de manera concluyente, y nos pueda conducir a una respuesta final y de esta los resultados obtenidos pueden ser evaluados.

#### Materiales e insumos

Los materiales que se utilizaron para la toma de muestra, fueron frascos de vidrio de 1 lt, frascos de plástico de 1 lt, 500 ml y 250 ml, frascos de plástico esterilizados para parámetros microbiológicos de 500 ml, cooler, ice pack, balde y jara de primer uso, guantes descartables, mascarilla, toca y guardapolvo.

Los insumos que se utilizaron para la investigación fue el equipo multiparámetro con sus respectivas sondas, pizarra acrílica, plumón indeleble, lapicero, GPS, cámara.

### **Variable a evaluar**

Se evaluó la variable independiente (calidad fisicoquímica y microbiológica del agua), mediante los resultados que fueron emitidos por el laboratorio, se determinó que el agua del centro poblado los olivos, no es apta para su consumo.

## **3.2 Población y muestra**

### **3.2.1 Población**

No es aplicable por la naturaleza de la investigación.

(Se puede asumir que la población objetivo comprende entre la zona de captación del agua superficial proveniente del rio Pativilca y del grifo del consumidor del Centro Poblado Los Olivos-Provincia de Barranca, detallada en el mapa de coordenadas UTM).

### **3.2.2 Muestra**

No es aplicable, por la naturaleza de la investigación.

(La toma de las muestras para el análisis de laboratorio fisicoquímico y microbiológico, se realizaron en 2 puntos de estación, 1 punto en la zona de captación y el otro punto en el grifo del consumidor, la muestra obtenida fueron 18 del tanque de captación y 16 del grifo del consumidor. Se realizó en dos fechas, el primero fue en el mes de abril y el segundo en mayo, obteniendo en total en las 2 fechas 68 muestras).

## **3.3 Técnicas de recolección de datos**

Se realizó la toma de muestra fisicoquímica y microbiológica en los dos puntos de estación, punto de captación de coordenadas E:203503 N:8807416 y está ubicado sobre los 147 m.s.n.m y en el grifo del consumidor de coordenadas E:203331 N:8806543 y está

ubicado sobre los 100 m.s.n.m. Luego se llevó al laboratorio con su respectiva conservación para su análisis.



Figura 2: Georreferenciación del punto de monitoreo

### **Técnicas de muestreo**

Se realizó la toma de muestra fisicoquímica y microbiológica en dos puntos de estación, que cumplía con el aseguramiento y de fácil acceso para su muestreo, tanto en el punto de captación y en el grifo del consumidor, en un tiempo y lugar determinado.

### **Georreferenciación del punto de monitoreo**

Una vez ubicados en el sitio de muestreo, se identificó el punto de monitoreo utilizando el GPS para las coordenadas correspondientes, para su fácil y equivocada identificación del punto de monitoreo.

### **Medición de los parámetros de campo**

Los parámetros de campo, que fueron medidos son el pH, conductividad, temperatura y el oxígeno disuelto. En el punto de captación y del grifo del consumidor se realizó

utilizando una jarra limpia y transparente. Las lecturas de los valores obtenidos se realizaron de forma inmediata en el registro de datos de campo.

El equipo que se utilizó es el equipo multiparámetro (HACH) con sus respectivas sondas para cada parámetro, en el caso de la temperatura, la sonda de pH, tiene electrodos integrados para determinar la temperatura.

Después del muestreo los equipos fueron limpiados y lavados con suficiente agua desionizada, adicionalmente, entre muestreo y muestreo, para evitar posibles contaminaciones y deterioro.

### **Rotulado y etiquetado**

Los recipientes entregados por el laboratorio, se rotularon con etiquetas autoadhesivas.

La etiqueta de cada muestra de agua contiene los siguientes datos:

- Código del punto de muestreo
- Ensayo
- Preservante
- Tipo de muestra
- Fecha y hora de muestreo
- Nombre del responsable de la toma de muestra

El etiquetado se realizó antes de la toma de muestra.

### **Procedimiento para la toma de muestra en el punto de captación**

Antes de iniciar el muestreo se colocó los guantes descartables, la mascarilla, gafa, la toca y el guardapolvo.

Se tomaron la muestra del punto medio, donde la corriente sea homogénea, evitando aguas estancadas y pocas profundas, se tomaron las muestras en contracorriente y colocando el frasco con un ángulo apropiado para el ingreso del agua.

Antes de coleccionar las muestras, se enjuagó el balde con agua recolectada de la misma fuente de muestreo, de dos a tres veces con la finalidad de eliminar posibles sustancias existentes en su interior.

Las tapas de los frascos fueron retiradas y éstos sumergidos unos 30 centímetros a partir de la superficie, sosteniendo de la base y con el cuello hacia arriba.

Para el parámetro microbiológico se utilizaron frasco previamente esterilizado proporcionado por el laboratorio, durante la toma de muestra, el frasco se destapo al menor tiempo posible, evitando el ingreso de sustancias extrañas que pueden alterar los resultados.

El parámetro DBO se llenó completamente el frasco con la muestra, que no exista presencia de burbujas de aire.

### **Procedimiento para la toma de muestra en el grifo del consumidor**

Antes de iniciar el muestreo se colocaron los guantes descartables, el guardapolvo, la mascarilla, la toca y lente de seguridad, para prevenir que se contamine con algún agente patógeno, se procedió el lavado de las manos y el antebrazo, antes y después de la toma de muestra, seguidamente la desinfección con alcohol medicinal.

En caso de microbiología se utilizaron frasco de plástico previamente esterilizado proporcionado por el laboratorio, durante la toma de muestra, el frasco se destapo el menor tiempo posible, evitando el ingreso de sustancias extrañas que pueden alterar los resultados.

En caso para el parámetro microbiológico, antes de tomar la muestra se quitó el accesorio o aditamentos externo como manguera y boquilla. Se abrió el agua y se dejó correr el agua aproximadamente 3 minutos, luego se procedió con la limpieza del orificio de salida con algodón y alcohol, para la eliminación de cualquier patógeno, se abrió la llave nuevamente y se dejó correr el agua por 2 minutos adicionales.

Antes de llenar el frasco con la muestra, se procedió el enjuague de la jarra de 2 a 3 veces con el agua que se va recolectar. Para el caso de muestra microbiológico se destaparon sin tocar la boca del mismo ni el interior sosteniendo la tapa de manera que este mire hacia abajo. Se dejó un espacio libre de aproximadamente 2.5cm en el recipiente de muestra microbiológica.

El frasco de muestra microbiológica fue cubierta con una bolsa especial de polietileno estéril, para evitar la contaminación con algún agente patógeno.



## **Llenado de la cadena de custodia**

El llenado de la cadena de custodia se realizó de la siguiente manera:

- Nombre de la persona solicitante
- Nombre de la persona, correo electrónico, número telefónico del responsable de la toma de muestra
- Nombre del proyecto
- Procedencia o lugar de muestreo
- Código del punto de muestreo
- Fecha y hora del muestreo
- Clasificación de la matriz de agua
- Ubicación del punto de monitoreo
- Número y tipo de frascos por punto de muestreo
- Lista de parámetros de ensayo
- Preservación de la muestra
- Lista de parámetros in situ
- Descripción del equipo utilizado
- Firma de la persona responsable del monitoreo
- Observación en campo

Las muestras que fueron ingresados al laboratorio de análisis, fueron acompañadas de la cadena de custodia debidamente llenados y protegidos en un sobre plastificado con el fin de evitar que se deteriore.

## **Preservación, almacenamiento, conservación y transporte de las muestras**

### **Preservación**

Una vez tomada la muestra de agua, se procedió en adicionarle el preservante al parámetro requerido de acuerdo con lo indicado en la tabla N° 2. Una vez preservada la muestra, se homogenizo y se cerró herméticamente el recipiente.

Los reactivos fueron manipulados adecuadamente para evitar el contacto con los ojos, el labio y la piel de las manos, para lo cual se utilizó la mascarilla, gafa de seguridad y guantes descartables.

Los reactivos fueron almacenados en un pote de plástico de forma separada de los recipientes para muestras y otros equipos, para impedir la contaminación cruzada.

### **Almacenamiento, conservación y transporte de las muestras**

Los frascos de las muestras fueron almacenados dentro del cooler de forma vertical para que no ocurra derrames ni se expongan a la luz del sol. Los recipientes de vidrio fueron embalados con bolsas poliburbujas con la debida precaución para evitar roturas y derrames durante el transporte.

Las muestras recolectadas acondicionados en el cooler, refrigerando con ice pack y hielo en bolsa hermética a temperatura  $\leq 6^{\circ}\text{C}$ .

Las muestras fueron transportadas inmediatamente al laboratorio cumpliendo los tiempos de almacenamiento máximo de cada parámetro de acuerdo con lo indicado en la tabla N° 2.

Tabla 2

*Preservación, conservación y tiempo de almacenamiento*

<b>Parámetros</b>	<b>Presevación y Conservación</b>	<b>Tiempo de Almacenamiento</b>
Amoniaco	Adicione 20 gotas de $\text{H}_2\text{SO}_4$ 1:1, pH <2, Refrigerar $\leq 6^{\circ}\text{C}$	28 días
Conductividad		Inmediato
Color	Refrigerar $\leq 6^{\circ}\text{C}$	48 horas
Demanda Bioquímica de Oxígeno	Refrigerar $\leq 6^{\circ}\text{C}$	48 horas
Demanda Química de Oxígeno	Adicione 10 gotas de $\text{H}_2\text{SO}_4$ 1:1, pH <2, Refrigerar $\leq 6^{\circ}\text{C}$	28 días
Heptacloro	Refrigerar $\leq 6^{\circ}\text{C}$	7 días antes de la extracción y 40 días despues de la extracción
Metales	Adicione 10 gotas de $\text{HNO}_3$ 1:1, pH <2	3 meses
Nitratos	Refrigerar $\leq 6^{\circ}\text{C}$	48 horas
Oxígeno Disuelto		Inmediato
pH		Inmediato
Sólidos Disueltos Totales	Refrigerar $\leq 6^{\circ}\text{C}$	7 días

Temperatura turbiedad	Refrigerar $\leq 6^{\circ}\text{C}$	Inmediato 48 horas
<b>Ensayos Microbiológicos</b>		
Coliformes Totales	Refrigerar $\leq 6^{\circ}\text{C}$	24 horas
Coliformes Fecales		24 horas
	Refrigerar $\leq 6^{\circ}\text{C}$	
Escherichia coli	Refrigerar $\leq 6^{\circ}\text{C}$	24 horas

Fuente: Standard Methods for the examination of water and wastewater 23rd Ed. 2017.

Requisitos mínimos para agua laboratorio Alab.

### 3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

Se realizó el uso de cálculo de desviación estándar, utilizando Microsoft Excel referidos a los estándares de calidad y límites máximos permisibles de agua de consumo, establecidos por la norma ECA y LMP de agua potable, y el diseño estadístico comparativo para verificar el cumplimiento de los valores exigidos por las normas.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### 4.1 Análisis de resultados

#### Resultados del pH

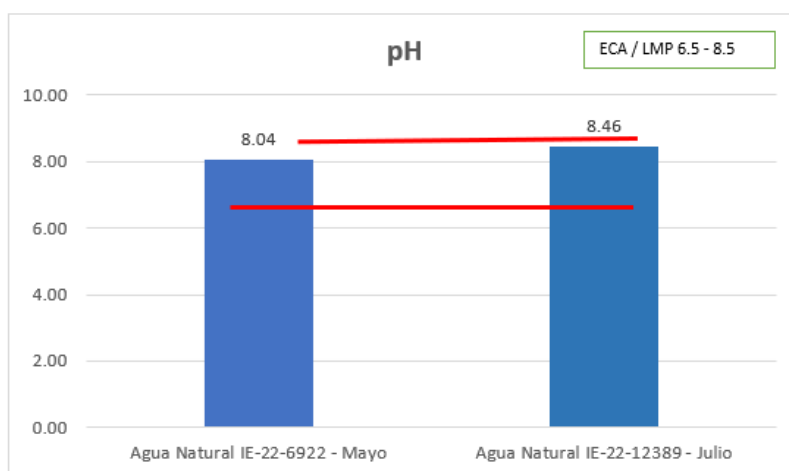


Figura 3: Comportamiento del pH de la estación AG-Captación

El pH, en el producto Agua Natural y como subproducto Agua Superficial de Río en base IE-22-6922, del 17 de mayo del 2022 fue de 8.04 y en base IE-22-12389, del 12 de agosto del 2022 fue de 8.46, lo cual nos indica un incremento de 0.42 (4.96%), tomando como referencia el estándar de calidad ambiental (ECA) y Límite Máximo Permisible (LMP)

para el pH en el rango de 6,5 a 8.5 entonces podemos decir que el pH del producto se encuentra dentro de lo permitido, figura 3.

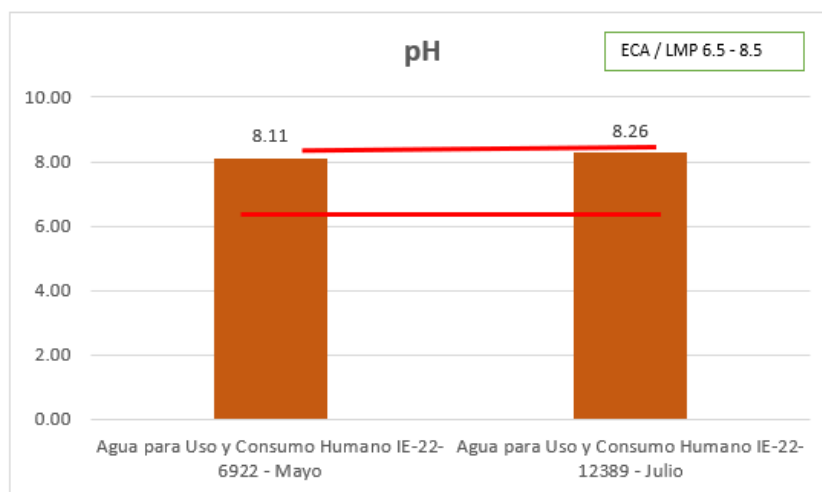


Figura 4: Comportamiento del pH de la estación AG-GR

El pH, en el del producto Agua para Uso y Consumo Humano y como subproducto Bebida (Agua Potable) en base IE-22-6922, del 17 de mayo del 2022 fue de 8.11 y en base IE-22-12389, del 12 de agosto del 2022 fue de 8.26, lo cual nos indica un incremento de 0.15 (1.82%), tomando como referencia el estándar de calidad ambiental (ECA) y Límite Máximo Permisible (LMP) para el pH en el rango de 6,5 a 8.5 entonces podemos decir que el pH del producto se encuentra dentro de lo permitido, figura 4.

### Resultados de Oxígeno Disuelto

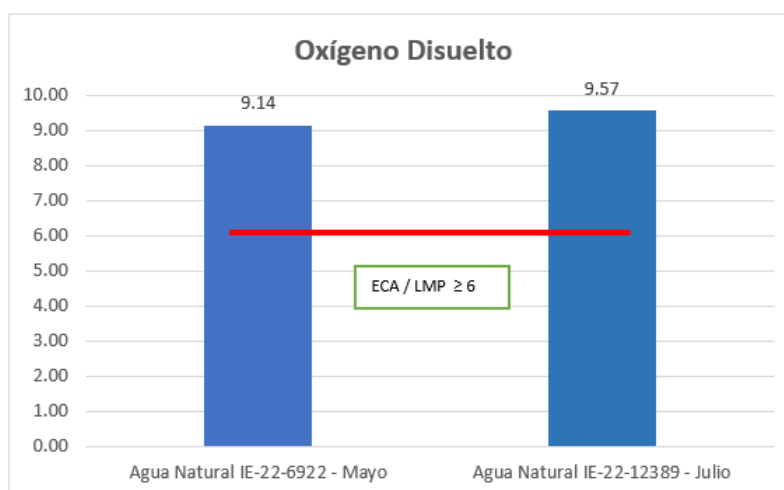


Figura 5: Comportamiento del Oxígeno Disuelto de la estación AG-Captación

El Oxígeno disuelto, en el producto Agua Natural y como subproducto Agua Superficial de Río en base IE-22-6922, del 17 de mayo del 2022 fue de 9.14 y en base IE-22-12389, del 12 de agosto del 2022 fue de 9.57, lo cual nos indica un incremento de 0.43 (4.49%),

tomando como referencia el estándar de calidad ambiental (ECA) y Límite Máximo Permisible (LMP) para el Oxígeno disuelto  $\geq 6$ , entonces podemos decir que el Oxígeno disuelto del producto se encuentra dentro de lo permitido, figura 5.

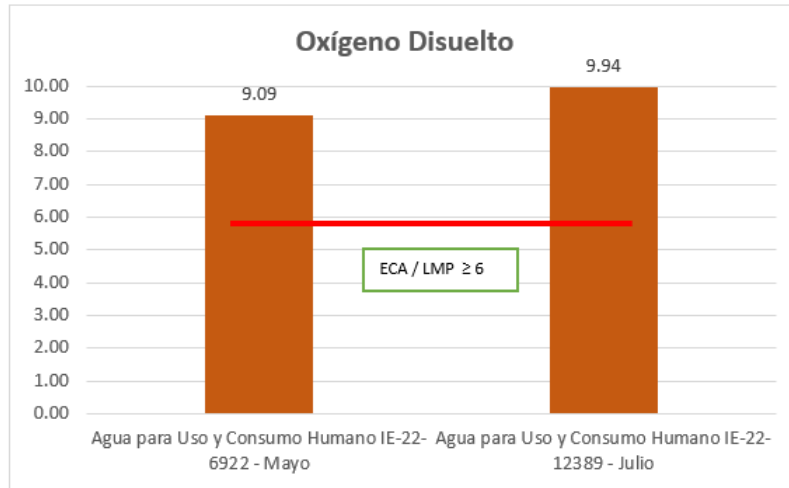


Figura 6: Comportamiento del Oxígeno Disuelto de la estación AG-GR

El Oxígeno Disuelto, en el del producto Agua para Uso y Consumo Humano y como subproducto Bebida (Agua Potable) en base IE-22-6922, del 17 de mayo del 2022 fue de 9.09 y en base IE-22-12389, del 12 de agosto del 2022 fue de 9.94, lo cual nos indica un incremento de 0.85 (8.55%), tomando como referencia el estándar de calidad ambiental (ECA) y Límite Máximo Permisible (LMP) para el Oxígeno disuelto  $\geq 6$ , entonces podemos decir que el Oxígeno disuelto del producto se encuentra dentro de lo permitido, figura 6.

### Resultados de Turbidez

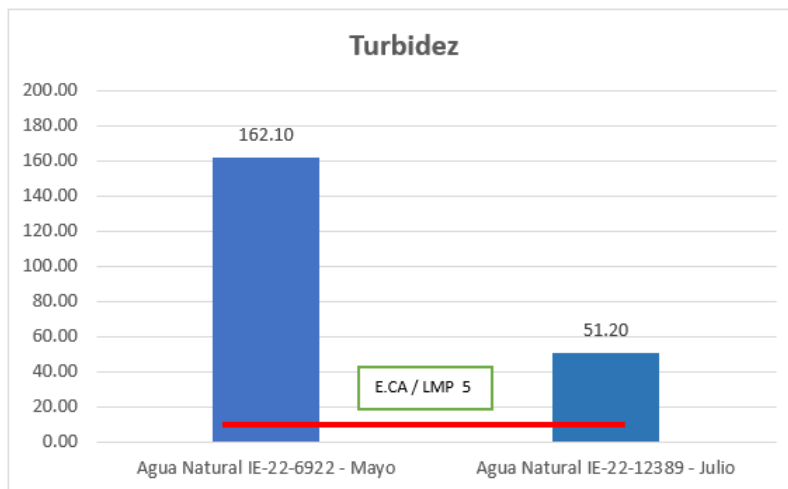


Figura 7: Comportamiento de Turbidez de la estación GR-Captación

La Turbidez, en el producto Agua Natural y como subproducto Agua Superficial de Río en base IE-22-6922, del 17 de mayo del 2022 fue de 162.10 y en base IE-22-12389, del 12 de agosto del 2022 fue de 51.20, lo cual nos indica una disminución de 110,90, tomando como referencia el estándar de calidad ambiental (ECA) y Límite Máximo Permisible (LMP) para la Turbidez es de 5, entonces podemos decir que la Turbidez del producto se encuentra por encima de lo permitido, figura 7.

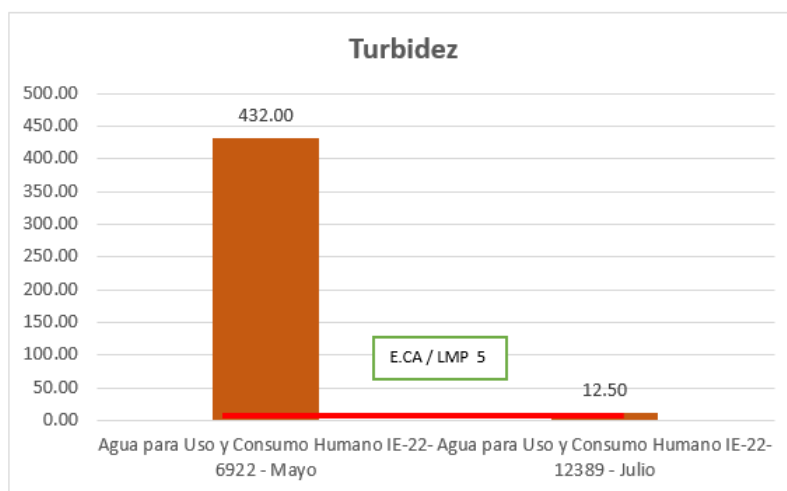


Figura 8: Comportamiento de Turbidez de la estación AG-GR

La Turbidez, en el del producto Agua para Uso y Consumo Humano y como subproducto Bebida (Agua Potable) en base IE-22-6922, del 17 de mayo del 2022 fue de 432 y en base IE-22-12389, del 12 de agosto del 2022 fue de 12.50, lo cual nos indica una disminución de 419.50, tomando como referencia el estándar de calidad ambiental (ECA) y Límite Máximo Permisible (LMP) para la Turbidez es 5, entonces podemos decir que la Turbidez del producto se encuentra por encima de lo permitido, figura 8.

### Resultados del Color

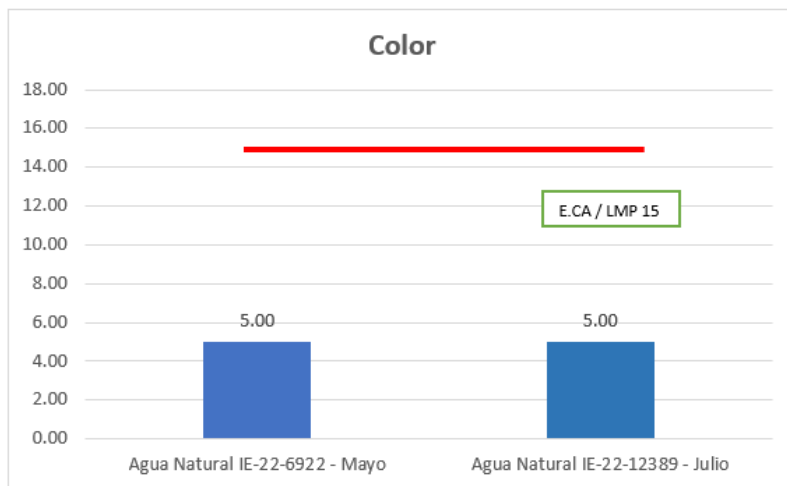


Figura 9: Comportamiento del Color de la estación AG-Captación

El Color, en el producto Agua Natural y como subproducto Agua Superficial de Río en base IE-22-6922, del 17 de mayo del 2022 fue menor de 5.00 y en base IE-22-12389, del 12 de agosto del 2022 fue menor de 5.00, tomando como referencia el estándar de calidad ambiental (ECA) y Límite Máximo Permisible (LMP) para el color es de 15, entonces podemos decir que el color del producto se encuentra dentro de lo permitido, figura 9.

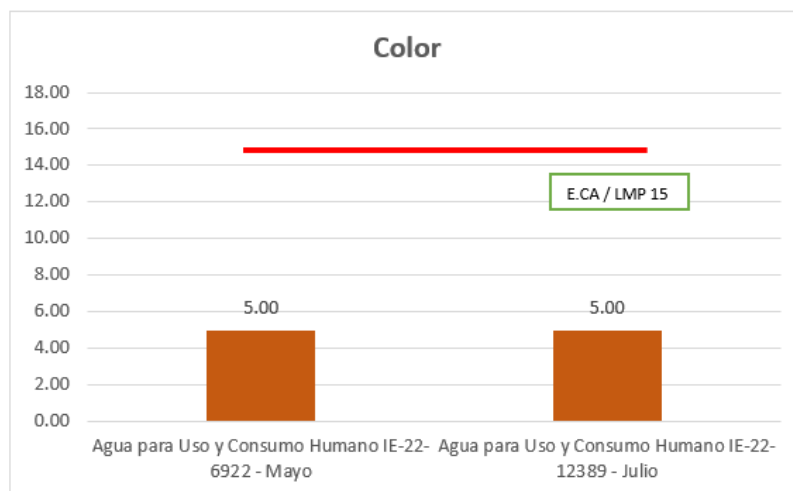


Figura 10: Comportamiento del Color de la estación AG-GR

El Color, en el del producto Agua para Uso y Consumo Humano y como subproducto Bebida (Agua Potable) en base IE-22-6922, del 17 de mayo del 2022 fue menor de 5.00 y en base IE-22-12389, del 12 de agosto del 2022 fue menor de 5.00, tomando como referencia el estándar de calidad ambiental (ECA) y Límite Máximo Permisible (LMP) para el color es 15, entonces podemos decir que el pH del producto se encuentra dentro de lo permitido, figura 10.

## Resultados de Temperatura

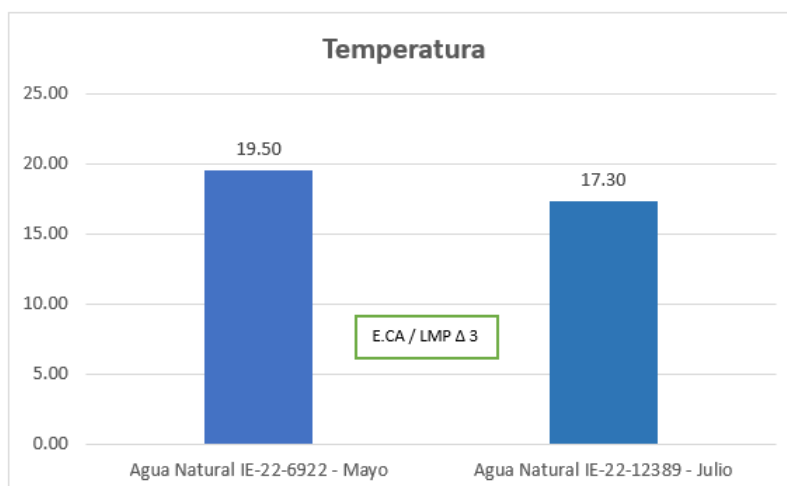


Figura 11: Comportamiento de Temperatura de la estación AG-Captación

La Temperatura, en el producto Agua Natural y como subproducto Agua Superficial de Río en base IE-22-6922, del 17 de mayo del 2022 fue de 19.50 y en base IE-22-12389, del 12 de agosto del 2022 fue de 17.30, tomando como referencia el estándar de calidad ambiental (ECA) y Límite Máximo Permisible (LMP) para la temperatura es de  $\Delta 3$ , entonces podemos decir que la temperatura de ambos productos se encuentra dentro de lo permitido, figura 11.

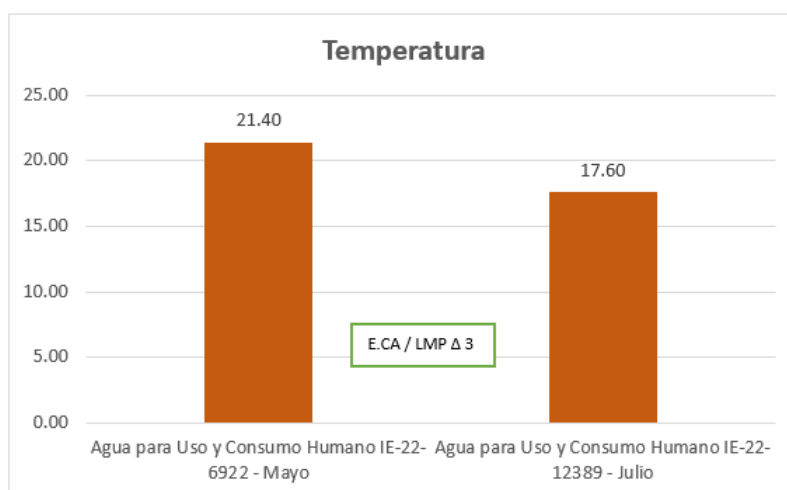


Figura 12: Comportamiento de Temperatura de la estación AG.GR

La Temperatura, en el del producto Agua para Uso y Consumo Humano y como subproducto Bebida (Agua Potable) en base IE-22-6922, del 17 de mayo del 2022 fue de 21.40 y en base IE-22-12389, del 12 de agosto del 2022 fue de 17.60, tomando como referencia el estándar de calidad ambiental (ECA) y Límite Máximo Permisible (LMP)



para la temperatura es de  $\Delta 3$ , entonces podemos decir que la temperatura de ambos productos se encuentra dentro de lo permitido, figura 12.

### Resultados de Conductividad Eléctrica

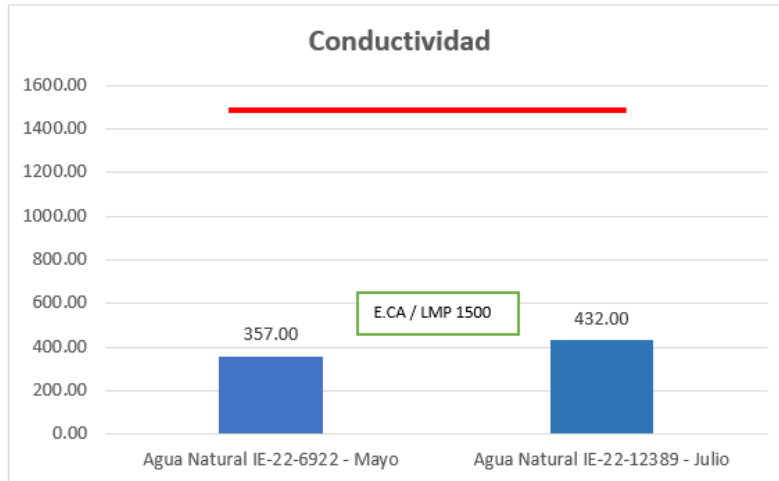


Figura 13: Comportamiento de Conductividad Eléctrica de la estación AG-Captación

La Conductividad, en el producto Agua Natural y como subproducto Agua Superficial de Río en base IE-22-6922, del 17 de mayo del 2022 fue de 357.00 y en base IE-22-12389, del 12 de agosto del 2022 fue de 432.00, tomando como referencia el estándar de calidad ambiental (ECA) y Límite Máximo Permisible (LMP) para la conductividad es 1500, entonces podemos decir que la conductividad de ambos productos se encuentra debajo de lo permitido, figura 13.

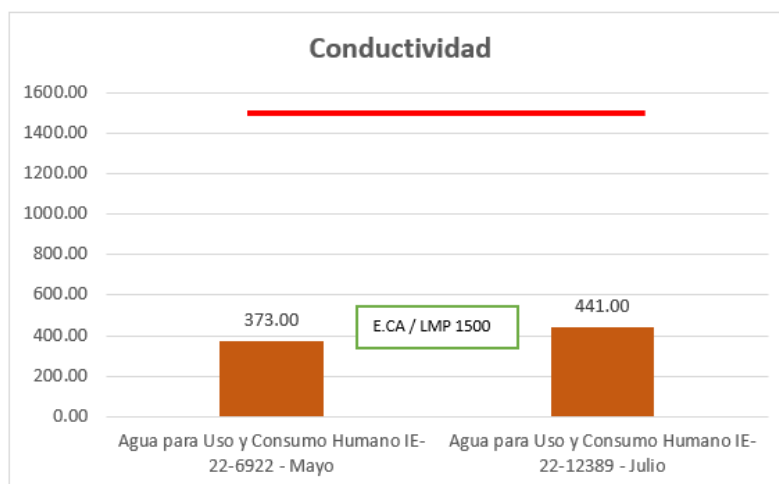


Figura 14: Comportamiento de Conductividad Eléctrica de la estación AG-GR

La Conductividad, en el del producto Agua para Uso y Consumo Humano y como subproducto Bebida (Agua Potable) en base IE-22-6922, del 17 de mayo del 2022 fue de

373.00 y en base IE-22-12389, del 12 de agosto del 2022 fue de 441.00, tomando como referencia el estándar de calidad ambiental (ECA) y Límite Máximo Permisible (LMP) para la conductividad es 1500, entonces podemos decir que la conductividad de ambos productos se encuentra debajo de lo permitido, figura 14.

### Resultados de DBO

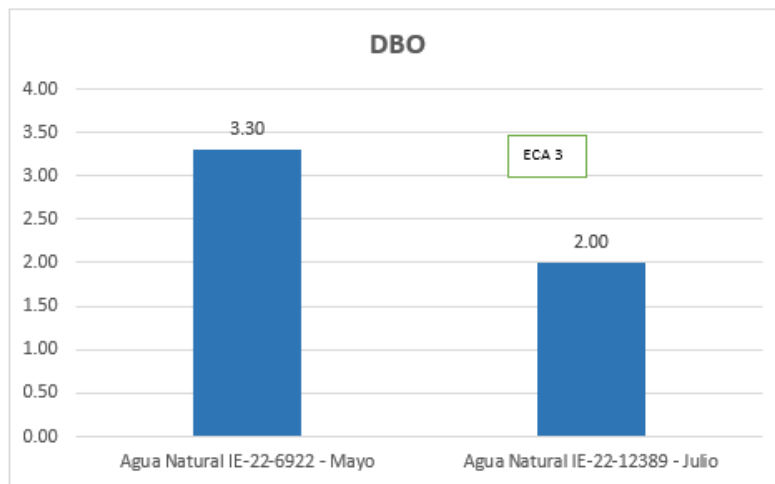


Figura 15: Comportamiento del DBO de la estación AG-Captación

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), en el producto Agua Natural y como subproducto Agua Superficial de Río en base IE-22-6922, del 17 de mayo del 2022 fue de 3.3 y en base IE-22-12389, del 12 de agosto del 2022 fue menor de 2.0, tomando como referencia el estándar de calidad ambiental (ECA) para DBO es 3, entonces podemos decir que la DBO del mes de mayo se encuentra encima del estándar y del mes de julio se encuentra debajo del estándar, figura 15.

## Resultados de DQO

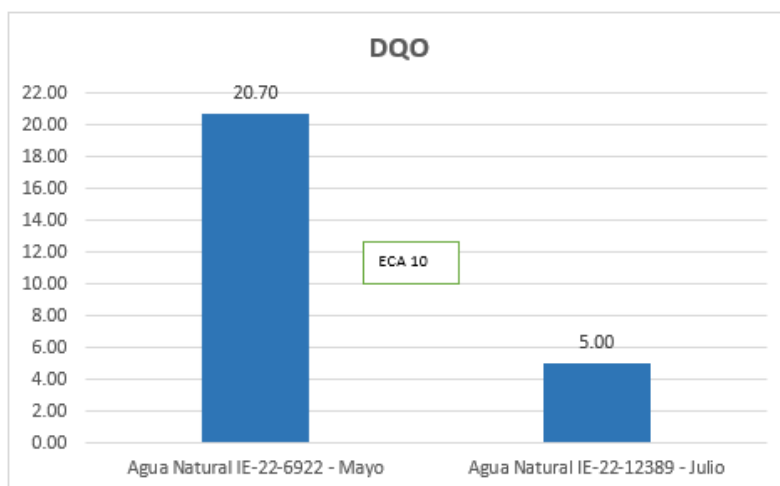


Figura 16: Comportamiento del DQO de la estación AG-Captación

La Demanda Química de Oxígeno (DQO), en el producto Agua Natural y como subproducto Agua Superficial de Río en base IE-22-6922, del 17 de mayo del 2022 fue de 20.7 y en base IE-22-12389, del 12 de agosto del 2022 fue menor de 5.0, tomando como referencia el estándar de calidad ambiental (ECA) para DQO es 10, entonces podemos decir que la DBO del mes de mayo se encuentra encima del estándar y del mes de julio se encuentra debajo del estándar, figura 16.

## Resultados de Nitratos

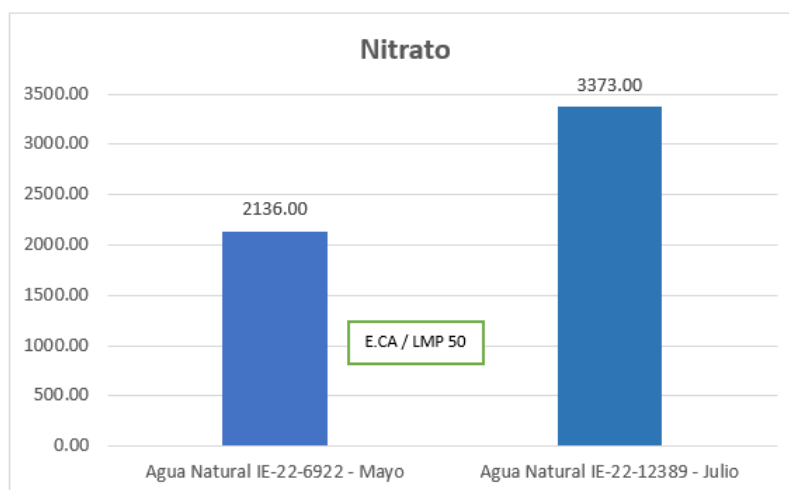


Figura 17: Comportamiento de Nitrato de la estación AG-Captación

El nitrato, en el producto Agua Natural y como subproducto Agua Superficial de Río en base IE-22-6922, del 17 de mayo del 2022 fue de 2136.00 y en base IE-22-12389, del 12 de agosto del 2022 fue de 3373.00, tomando como referencia el estándar de calidad

ambiental (ECA) y Límite Máximo Permissible (LMP) para el nitrato es 50, entonces podemos decir que el nitrato de ambos productos se encuentra por encima de lo permitido, figura 17.

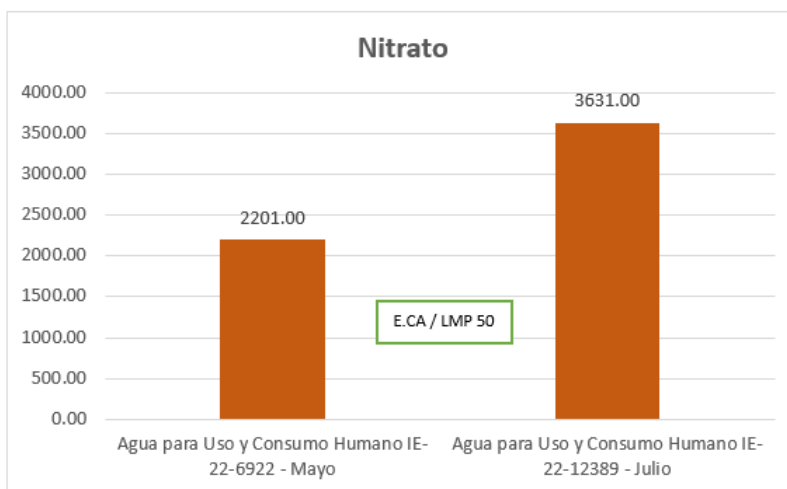


Figura 18: Comportamiento del Nitrato de la estación AG-GR

El Nitrato, en el del producto Agua para Uso y Consumo Humano y como subproducto Bebida (Agua Potable) en base IE-22-6922, del 17 de mayo del 2022 fue de 2201.00 y en base IE-22-12389, del 12 de agosto del 2022 fue de 3631.00, tomando como referencia el estándar de calidad ambiental (ECA) y Límite Máximo Permissible (LMP) para la conductividad es 50,00 entonces podemos decir que el nitrato de ambos productos se encuentra dentro de lo permitido, figura 18.

### Resultados de Sólidos Totales Disueltos

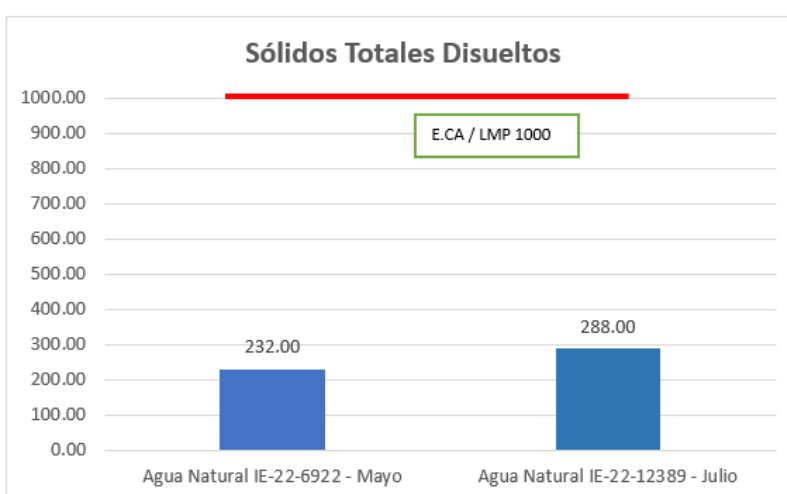


Figura 19: Comportamiento de Sólidos Totales Disueltos de la estación AG-Captación

Los Sólidos Totales Disueltos, en el producto Agua Natural y como subproducto Agua Superficial de Río en base IE-22-6922, del 17 de mayo del 2022 fue de 232 y en base IE-22-12389, del 12 de agosto del 2022 fue de 288, lo cual nos indica un incremento de 56.00 (19.44%), tomando como referencia el estándar de calidad ambiental (ECA) y Límite Máximo Permisible (LMP) para los Sólidos Totales Disueltos 1000, entonces podemos decir que los Sólidos Totales Disueltos del producto se encuentra dentro de lo permitido, figura 19.

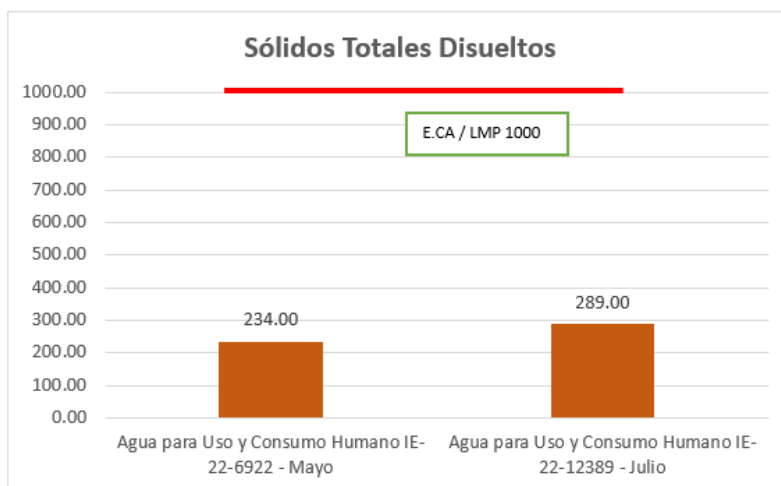


Figura 20: Comportamiento de Sólidos Totales Disueltos de la estación AG-GR

Los Sólidos Totales Disueltos, en el del producto Agua para Uso y Consumo Humano y como subproducto Bebida (Agua Potable) en base IE-22-6922, del 17 de mayo del 2022 fue de 234 y en base IE-22-12389, del 12 de agosto del 2022 fue de 289, lo cual nos indica un incremento de 55 (19.03%), tomando como referencia el estándar de calidad ambiental (ECA) y Límite Máximo Permisible (LMP) para los Sólidos Totales Disueltos 1000, entonces podemos decir que los Sólidos Totales Disueltos del producto se encuentra dentro de lo permitido, figura 20.

## Resultados de Amoniac

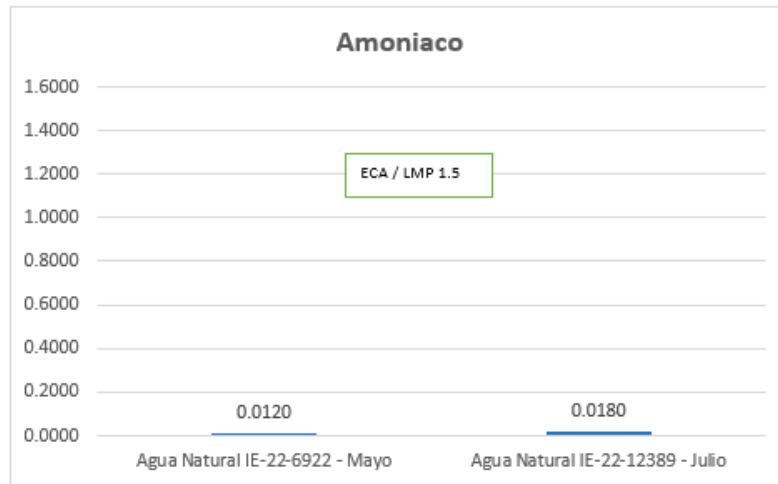


Figura 21: Comportamiento de Amoniac de la estación AG-Captación

El amoniac, en el producto Agua Natural y como subproducto Agua Superficial de Río en base IE-22-6922, del 17 de mayo del 2022 fue de 0.012 y en base IE-22-12389, del 12 de agosto del 2022 fue de 0.018, tomando como referencia el estándar de calidad ambiental (ECA) y Límite Máximo Permisible (LMP) para el amoniac es 1.5, entonces podemos decir que el amoniac de ambos productos se encuentra debajo de lo permitido, figura 21.

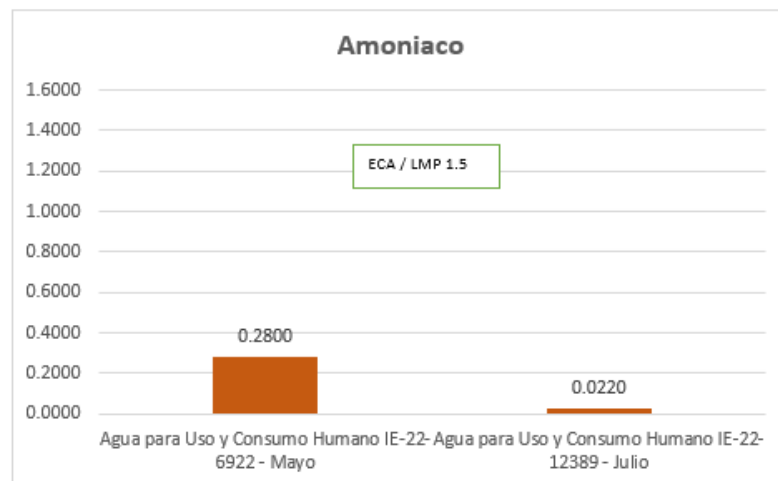


Figura 22: Comportamiento de Amoniac de la estación AG-GR

El amoniac, en el del producto Agua para Uso y Consumo Humano y como subproducto Bebida (Agua Potable) en base IE-22-6922, del 17 de mayo del 2022 fue de 0.280 y en base IE-22-12389, del 12 de agosto del 2022 fue de 0.022, tomando como referencia el estándar de calidad ambiental (ECA) y Límite Máximo Permisible (LMP) para el

amoniacado es 1.5, entonces podemos decir que el amoniacado de ambos productos se encuentra debajo de lo permitido, figura 22.

### Reporte de Arsénico

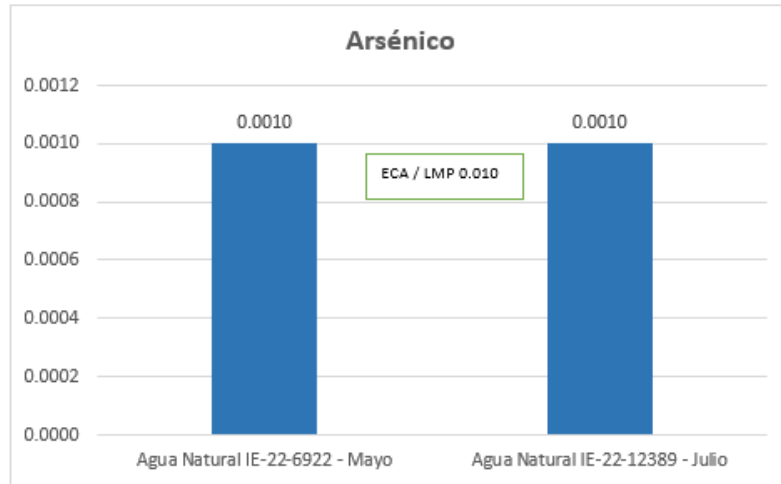


Figura 23: Comportamiento de Arsénico de la estación AG-Captación

El arsénico, en el producto Agua Natural y como subproducto Agua Superficial de Río en base IE-22-6922, del 17 de mayo del 2022 fue menor de 0.010 y en base IE-22-12389, del 12 de agosto del 2022 fue menor de 0.010, lo cual nos indica que no existe variación, tomando como referencia el estándar de calidad ambiental (ECA) y Límite Máximo Permisible (LMP) para el arsénico es 0.010, entonces podemos decir que el arsénico del producto se encuentra dentro de lo permitido, figura 23.

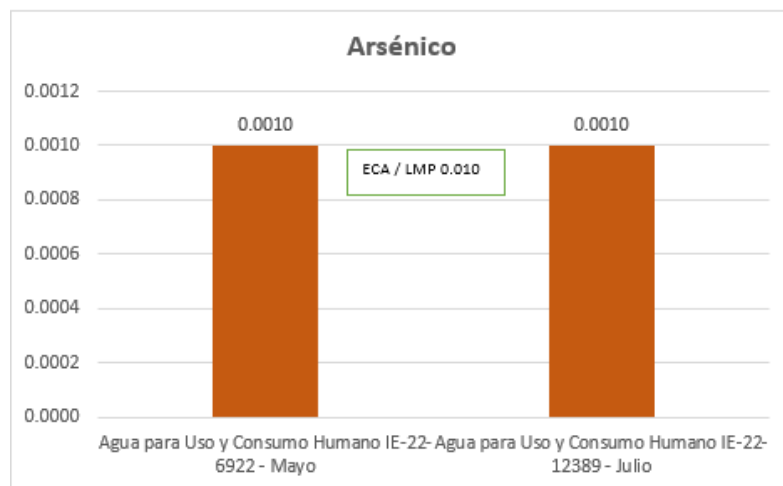


Figura 24: Comportamiento de Arsénico de la estación AG-GR

El arsénico, en el del producto Agua para Uso y Consumo Humano y como subproducto Bebida (Agua Potable) en base IE-22-6922, del 17 de mayo del 2022 fue menor de 0.010

y en base IE-22-12389, del 12 de agosto del 2022 fue menor de 0.010, lo cual nos indica que no existe variación, tomando como referencia el estándar de calidad ambiental (ECA) y Límite Máximo Permisible (LMP) para el arsénico es de 0.010, entonces podemos decir que el arsénico del producto se encuentra dentro de lo permitido, figura 24.

### Resultados de Cobre

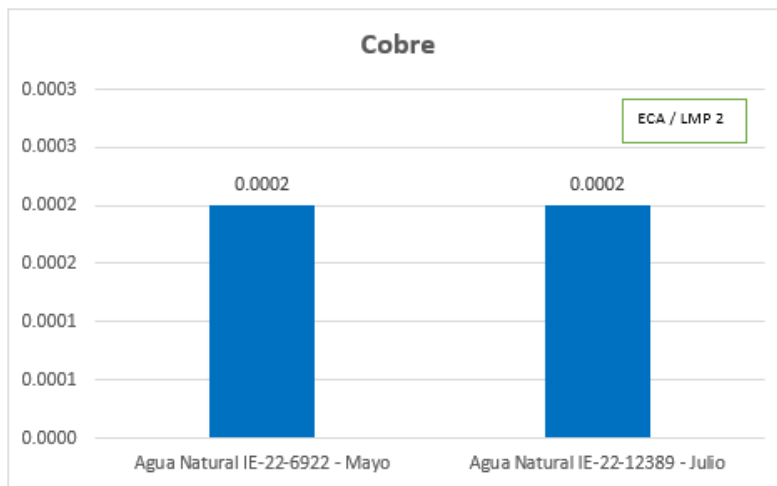


Figura 25: Comportamiento de Cobre de la estación AG-Captación

El cobre, en el producto Agua Natural y como subproducto Agua Superficial de Río en base IE-22-6922, del 17 de mayo del 2022 fue menor de 0.002 y en base IE-22-12389, del 12 de agosto del 2022 fue menor de 0.002, lo cual nos indica que no existe variación, tomando como referencia el estándar de calidad ambiental (ECA) y Límite Máximo Permisible (LMP) para el cobre es 2, entonces podemos decir que el cobre del producto se encuentra dentro de lo permitido, figura 25.

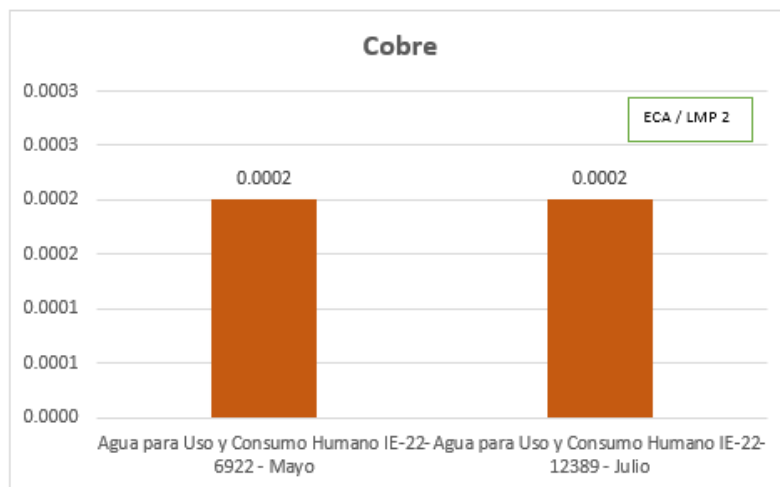


Figura 26: Comportamiento de Cobre de la estación AG-GR



El cobre, en el del producto Agua para Uso y Consumo Humano y como subproducto Bebida (Agua Potable) en base IE-22-6922, del 17 de mayo del 2022 fue menor de 0.002 y en base IE-22-12389, del 12 de agosto del 2022 fue menor de 0.002, lo cual nos indica que no existe variación, tomando como referencia el estándar de calidad ambiental (ECA) y Límite Máximo Permisible (LMP) para el cobre es de 2, entonces podemos decir que el cobre del producto se encuentra dentro de lo permitido, figura 26.

### Resultados de Plomo

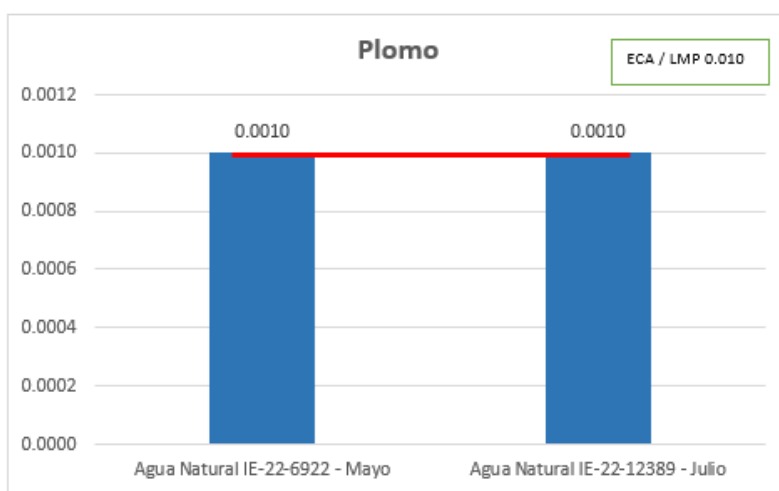


Figura 27: Comportamiento de Plomo de la estación AG-Captación

El plomo, en el producto Agua Natural y como subproducto Agua Superficial de Río en base IE-22-6922, del 17 de mayo del 2022 fue menor de 0.010 y en base IE-22-12389, del 12 de agosto del 2022 fue menor de 0.010, lo cual nos indica que no existe variación, tomando como referencia el estándar de calidad ambiental (ECA) y Límite Máximo Permisible (LMP) para el plomo es 0.010, entonces podemos decir que el plomo del producto se encuentra dentro de lo permitido, figura 27.

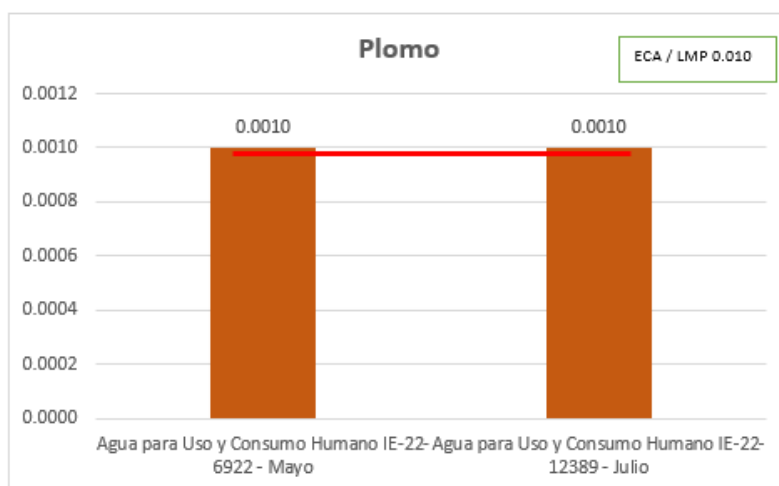


Figura 28: Comportamiento de Plomo de la estación AG-GR

El plomo, en el del producto Agua para Uso y Consumo Humano y como subproducto Bebida (Agua Potable) en base IE-22-6922, del 17 de mayo del 2022 fue menor de 0.010 y en base IE-22-12389, del 12 de agosto del 2022 fue menor de 0.010, lo cual nos indica que no existe variación, tomando como referencia el estándar de calidad ambiental (ECA) y Límite Máximo Permisible (LMP) para el plomo es de 0.010, entonces podemos decir que el plomo del producto se encuentra dentro de lo permitido, figura 28.

### Resultados de Heptacloro

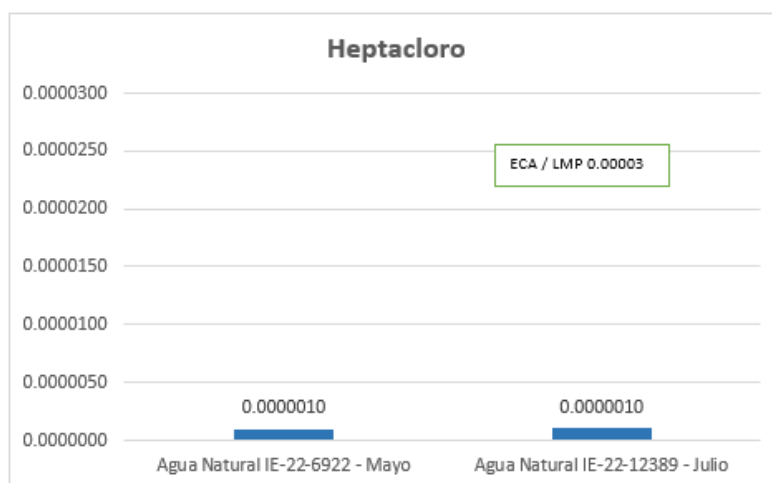


Figura 29: Comportamiento de Heptacloro de la estación AG-Captación

El Heptacloro, en el producto Agua Natural y como subproducto Agua Superficial de Río en base IE-22-6922, del 17 de mayo del 2022 fue menor de 0.0000010 y en base IE-22-12389, del 12 de agosto del 2022 fue menor de 0.0000010, tomando como referencia el estándar de calidad ambiental (ECA) y Límite Máximo Permisible (LMP) para el

Heptacloro es 0.00003, entonces podemos decir que el Heptacloro de ambos productos se encuentra debajo de lo permitido, figura 29.

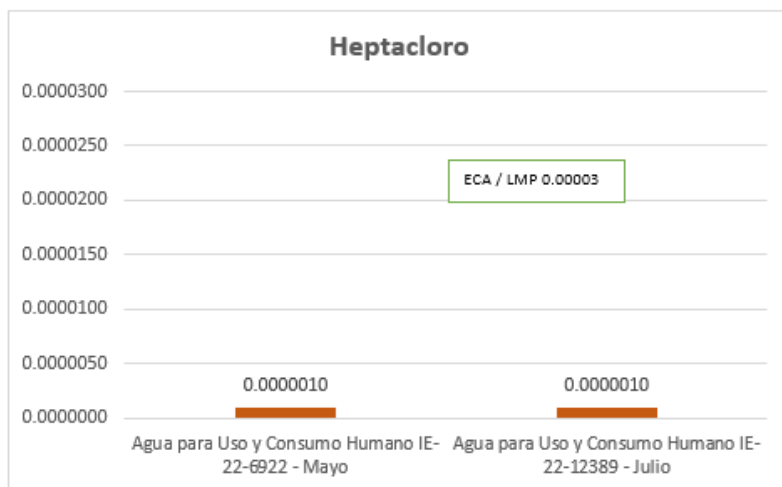


Figura 30: Comportamiento de Heptacloro de la estación AG-GR

El Heptacloro, en el del producto Agua para Uso y Consumo Humano y como subproducto Bebida (Agua Potable) en base IE-22-6922, del 17 de mayo del 2022 fue menor de 0.0000010 y en base IE-22-12389, del 12 de agosto del 2022 fue menor de 0.0000010, tomando como referencia el estándar de calidad ambiental (ECA) y Límite Máximo Permisible (LMP) para el Heptacloro es 0.00003, entonces podemos decir que el Heptacloro de ambos productos se encuentra debajo de lo permitido, figura 30.

### Resultados de Coliformes Totales

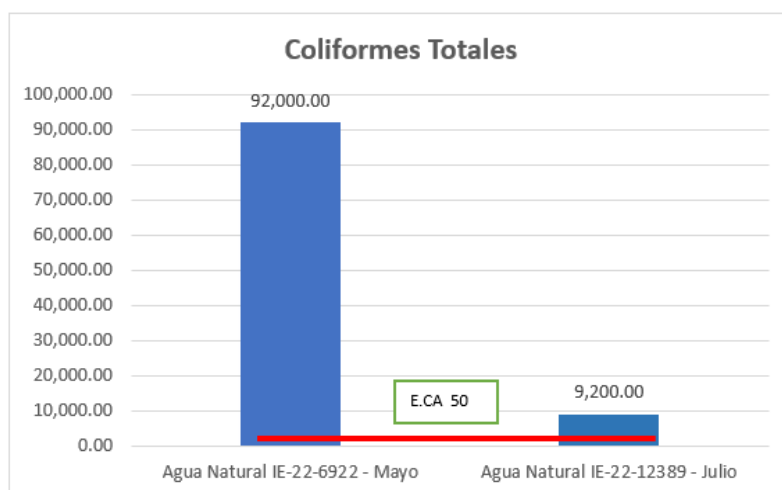


Figura 31: Comportamiento de Coliformes Totales de la estación AG-Captación

Los Coliformes totales, en el producto Agua Natural y como subproducto Agua Superficial de Río en base IE-22-6922, del 17 de mayo del 2022 fue de 92,000 y en base

IE-22-12389, del 12 de agosto del 2022 fue de 9,200, lo cual nos indica una disminución de 82,800, tomando como referencia el estándar de calidad ambiental (ECA) es 50, entonces podemos decir que los Coliformes totales del producto se encuentra por encima de lo permitido, figura 31.

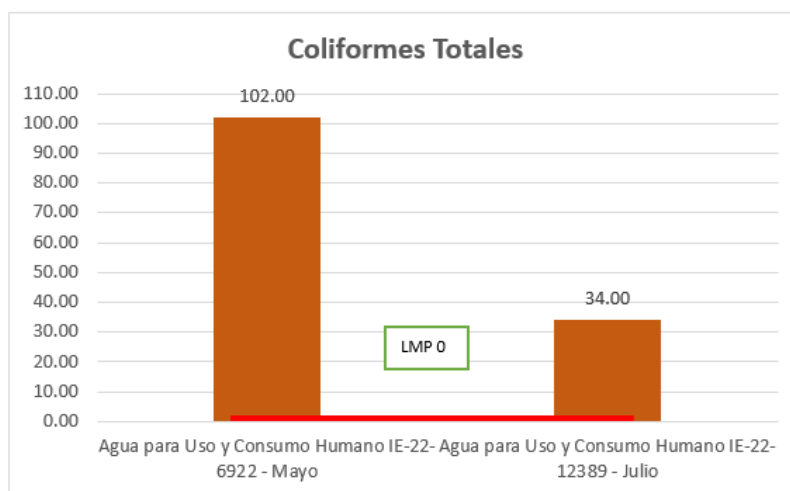


Figura 32: Comportamiento de Coliformes Totales de la estación AG-GR

Los Coliformes totales, en el del producto Agua para Uso y Consumo Humano y como subproducto Bebida (Agua Potable) en base IE-22-6922, del 17 de mayo del 2022 fue de 102 y en base IE-22-12389, del 12 de agosto del 2022 fue de 34, lo cual nos indica una disminución de 68, tomando como referencia los Límite Máximo Permisible (LMP) para Coliformes totales 0, entonces podemos decir que los Coliformes totales del producto se encuentra por encima de lo permitido, figura 32.

### Resultados de Coliformes Fecales (Termotolerantes)

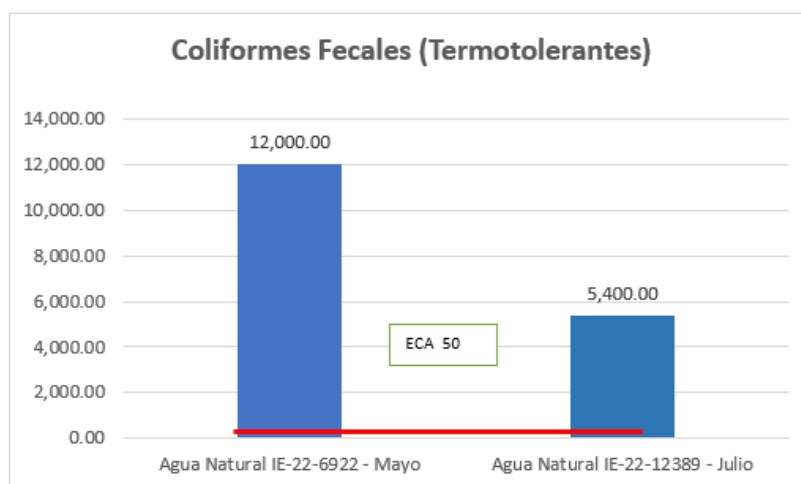


Figura 33: Comportamiento de Coliformes Fecales de la estación AG-Captación

Los Coliformes Fecales (Termo tolerantes), en el producto Agua Natural y como subproducto Agua Superficial de Río en base IE-22-6922, del 17 de mayo del 2022 fue de 14,000 y en base IE-22-12389, del 12 de agosto del 2022 fue de 5,400, lo cual nos indica una disminución de 9,000, tomando como referencia el estándar de calidad ambiental (ECA) es 50, entonces podemos decir que los Coliformes Fecales (Termo tolerantes) del producto se encuentra por encima de lo permitido, figura 33.

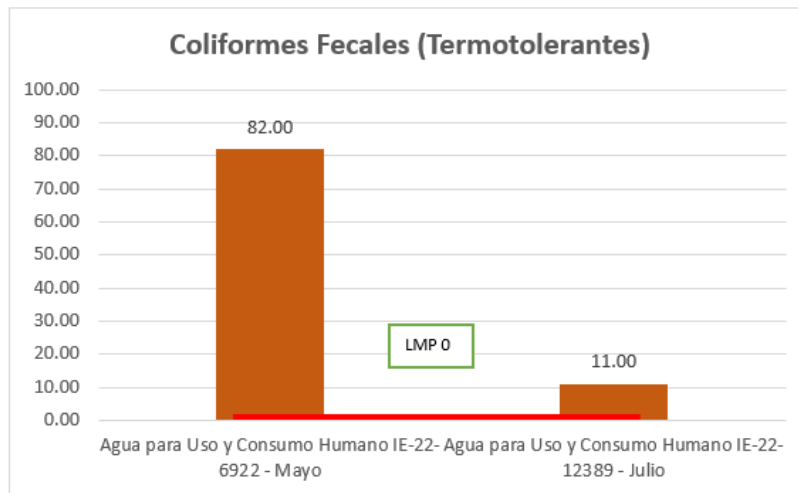


Figura 34: Comportamiento de Coliformes Fecales de la Estación AG-GR

Los Coliformes Fecales (Termo tolerantes), en el del producto Agua para Uso y Consumo Humano y como subproducto Bebida (Agua Potable) en base IE-22-6922, del 17 de mayo del 2022 fue de 82 y en base IE-22-12389, del 12 de agosto del 2022 fue de 11, lo cual nos indica una disminución de 71, tomando como referencia los Límite Máximo Permissible (LMP) para Coliformes Fecales (Termo tolerantes) 0, entonces podemos decir que los Coliformes Fecales (Termo tolerantes) del producto se encuentra por encima de lo permitido, figura 34.

## Resultados de Escherichia coli

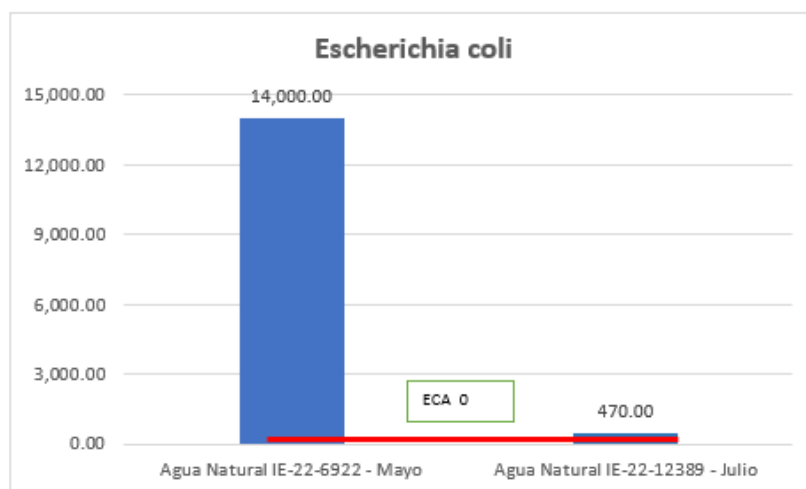


Figura 35: Comportamiento de Escherichia coli de la estación AG-Captación

La Escherichia coli, en el producto Agua Natural y como subproducto Agua Superficial de Río en base IE-22-6922, del 17 de mayo del 2022 fue de 14,000 y en base IE-22-12389, del 12 de agosto del 2022 fue de 470, lo cual nos indica una disminución de 13530, tomando como referencia el estándar de calidad ambiental (ECA) es 0, entonces podemos decir que la Escherichia coli del producto se encuentra por encima de lo permitido, figura 35.

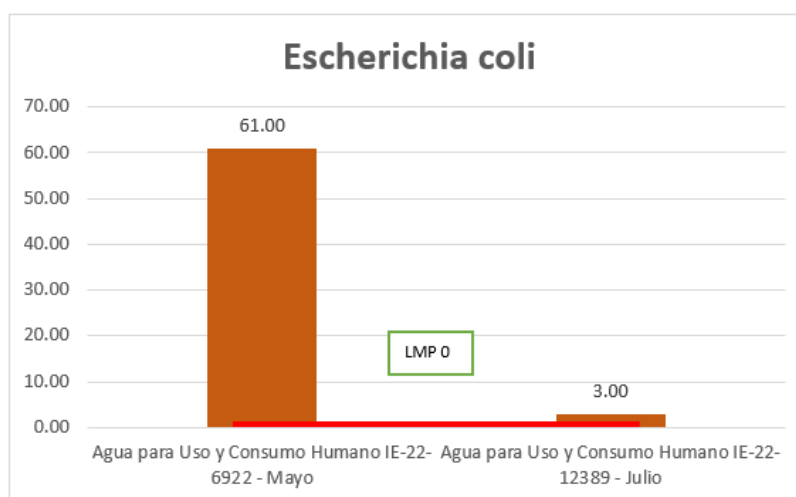


Figura 36: Comportamiento de Escherichia coli de la estación AG-GR

La Escherichia coli, en el del producto Agua para Uso y Consumo Humano y como subproducto Bebida (Agua Potable) en base IE-22-6922, del 17 de mayo del 2022 fue de 61 y en base IE-22-12389, del 12 de agosto del 2022 fue de 3, lo cual nos indica una disminución de 58, tomando como referencia los Límite Máximo Permisible (LMP) para

Escherichia coli es 0, entonces podemos decir que la Escherichia coli del producto se encuentra por encima de lo permitido, figura 36.

Tabla 3

*Comparación de Resultados de la estación AG-Captación y AG-GR*

Parámetros	LMP	ECA A1	Resultados			
			Mayo		Julio	
			Fisicoquímicos	AG- Captación	AG-GR	AG- Captación
pH	6,5 a 8,5	6,5 a 8,5	8,04	8,11	8,46	8,26
Temperatura	Δ3	Δ3	19,5	21,4	17,3	17,6
Conductividad	1500	1500	357,00	373,00	432,00	441,00
Oxígeno disuelto	≥6	≥6	9,14	9,09	9,57	9,94
Color	15	15	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Turbiedad	5	5	162,10	432,00	51,20	12,50
Demanda Bioquímica de Oxígeno	-	3	3,3	-	<2,0	-
Demanda Química de Oxígeno	-	10	20,7	-	<5,0	-
Nitratos	50,00	50	2,136	2,201	3,373	3,631
Sólidos Disueltos Totales	1000	1000	232	234	288	289
Amoniaco	1,5	1,5	0,012	0,280	0,018	0,022
Arsénico	0,010	0,010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Cobre	2,0	2,0	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Plomo	0,010	0,010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Heptacloro	0,00003	0,00003	<0,0000010	<0,0000010	<0,0000010	<0,0000010

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4

*Comparación de resultados de la estación AG-Captación y AG-GR*

Parámetros	LMP	ECA A1	Resultados	
			Mayo	Julio
			Microbiológicos	

			AG- Captación	AG-GR	AG- Captación	AG-GR
Coliformes totales	0	50	92000,0	102,0	9200,0	34,0
Coliformes termotolerantes	0	20	14000,0	82,0	5400,0	11,0
Escherichia coli	0	0	14000,0	61,0	470,0	3,0

Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Contrastación de hipótesis

### Hipótesis general

Ho = Si es posible evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua para consumo humano del Centro Poblado los Olivos – Provincia de Barranca.

### Hipótesis específica

- Si es posible determinar las características físicas del agua para consumo humano del Centro Poblado los Olivos-Provincia de Barranca.
- Si es posible determinar las características químicas del agua para consumo humano del Centro Poblado los Olivos-Provincia de Barranca.
- Si es posible determinar la calidad microbiológica del agua para consumo humano del Centro Poblado los Olivos-Provincia de Barranca.



## CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

### 5.1 Discusión de resultados

Los resultados obtenidos en las dos estaciones tanto en el punto AG-Captación y AG-GR, del mes de mayo y Julio, hay parámetros fisicoquímicos que se encuentran dentro del ECA y LMP, como hay parámetros que superan, en el caso del pH, Temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, color, nitratos, solidos disueltos totales, amoniaco, arsénico, cobre, plomo y Heptacloro si se encuentra dentro de lo establecido.

El parámetro turbiedad en las dos estaciones superan los LMP y ECA, obteniendo como resultado el mes de mayo 162,10 NTU de la estación AG-Captación, 432,00 NTU de la estación AG-GR, en el mes de julio se obtuvo como resultado 51,20 NTU de la estación AG-Captación, 12,50 NTU de la estación AG-GR, se pudo apreciar los resultados de los dos meses, donde el mes de julio bajo la turbiedad significativamente, pero sigue por encima de lo establecido en la normativa que es de 5 NTU tanto para LMP y ECA.

El parámetro Demanda Bioquímica de Oxígeno supera el ECA en el mes de mayo obteniendo como resultado 3,3 mg/L de la estación AG-Captación y en el mes de julio se obtuvo como resultado <2,0 mg/L que se encuentra dentro de lo establecido por el ECA que es de 3 mg/L.

El parámetro Demanda Química de Oxígeno supera el ECA en el mes de mayo obteniendo como resultado 20,7 mg/L de la estación AG-Captación y en el mes de julio se obtuvo como resultado <5,0 mg/L que se encuentra dentro de lo establecido por el ECA que es de 10 mg/L.

El parámetro Coliformes totales en el mes de mayo supera los LMP y ECA, obteniendo como resultado 92000,0 NMP/100 ml de la estación AG-Captación, 102,0 UFC/100 ml de la estación AG-GR, en el mes de julio se obtuvo como resultado 9200,0 NMP/100 ml de la estación AG-Captación, que se encuentra por encima de lo establecido en la normativa, 34,0 UFC/100 ml de la estación AG-GR, superando el LMP y por debajo del ECA.

El parámetro Coliformes termotolerantes en el mes de mayo supera los LMP y ECA, obteniendo como resultado 14000,0 NMP/100 ml de la estación AG-Captación, 82,0 UFC/100 ml de la estación AG-GR, en el mes de julio se obtuvo como resultado 5400,0

NMP/100 ml de la estación AG-Captación que se encuentra por encima de lo establecido en la normativa, 11,0 UFC/100 ml de la estación AG-GR, superando el LMP y por debajo del ECA.

El parámetro Escherichia coli en las dos estaciones superan los LMP y ECA, obteniendo como resultado el mes de mayo 14000,0 NMP/100 ml de la estación AG-Captación, 61,0 UFC/100 ml de la estación AG-GR, en el mes de julio se obtuvo como resultado 470,0 NMP/100 ml de la estación AG-Captación, 3,0 UFC/100 ml de la estación AG-GR, se pudo apreciar los resultados de los dos meses, donde el mes de julio se obtuvo un poco bajo que el mes de mayo, pero sigue por encima de lo establecido en la normativa que es de 0 UFC/100 ml en LMP y 0 NMP/100 ml en ECA.

Los resultados de la Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua para consumo, guarda concordancia con lo que sostiene Paredes y Quito (2016) en su investigación realizado en el Distrito de palca, Provincia de Tarma, obtuvo como resultado que los parámetros microbiológicos superan los límites permisibles y en la investigación realizado según el D.S. N° 031-2010 SA los parámetros microbiológicos (Coliformes totales, Coliformes termotolerantes y E coli) superan los límites máximos permisibles.

Los resultados de la Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua para consumo, guarda una relación con lo que sostiene Caranqui (2016) en su investigación tuvo como objetivo establecer el nivel de aceptación del agua para el consumo, y los resultados obtenidos fueron que la calidad de agua supera el valor establecido en ciertos parámetros químicos y microbiológicos. Mientras que en el presente estudio los parámetros microbiológicos y la turbiedad superan el límite máximo permisible.

## **CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 Conclusiones**

El agua es un líquido esencial para la vida, y por ello su uso debe ser moderado y el consumo de calidad. La turbiedad del agua del centro poblado los Olivos supera los LMP en el mes de mayo (432.00) NTU y julio (12.50) NTU, y el ECA en el mes de mayo (162.10) NTU y julio (51.20) NTU. Esto refleja la mala calidad de agua que consume los pobladores.

Los parámetros Microbiológicos del agua del centro poblado los Olivos, superan los LMP, obteniendo como resultado en coliformes totales en el mes de mayo (102.0) UFC/100ml y julio (34.0) UFC/100ml, en coliformes termotolerantes se obtuvo como resultado en el mes de mayo (82.0) UFC/100ml y julio (11.0) UFC/100ml, en Escherichia coli se obtuvo como resultado en el mes de mayo (61.0) UFC/100ml y julio ((3.0) UFC/100ml. La cual indica que el agua que consumen los pobladores no es de calidad.

En esta investigación se pudo evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua que consume los pobladores de los Olivos, se comprobó que los resultados como la turbiedad y parámetros microbiológicos no cumplen con la normativa que establece para su consumo.

### **6.2 Recomendaciones**

Después de los resultados obtenidos de las pruebas fisicoquímicos y microbiológicos a las muestras tomadas en la estación AG-Captación y AG-GR el mes de mayo y julio, se recomienda que las entidades tomen acciones inmediatas para mejorar la calidad del agua de consumo.

El estado, el gobierno regional, el alcalde y el presidente de la población, trabajar conjuntamente para la elaboración de un sistema de agua potable, la cual beneficiaría a muchas familias del centro poblado los Olivos, y así evitar que los niños y personas de tercera edad sufran de enfermedades que causa el consumo de agua de mala calidad.

Desarrollar programas de vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano, por parte de la Municipalidad Distrital de Supe a través de la JASS y DIGESA,

y educar a la población como medida inmediata sobre cómo hacer el uso del agua proveniente del río Pativilca.

Realizar el mantenimiento, lavado y desinfectado de los tanques de almacenamiento para asegurar la calidad del agua.

## CAPÍTULO VII – REFERENCIAS

- Aguilar, O, y Navarro, B. (2017). *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano de la comunidad LLañucancho del Distrito de Abancay, Provincia de Abancay 2017*. Tesis de grado en Ingeniería Ambiental de la Universidad Tecnológica de los Andes. Recuperado de [https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/130/3/Tesis Evaluación](https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/130/3/Tesis%20Evaluaci3n)
- Aznar, A. (2000). *Determinación de los parámetros físico-químicos de calidad de las aguas*. Recuperado de <https://ocw.uc3m.es/ingenieria-quimica/ingenieria-ambiental/otros-recursos-1/OR-F-001.pdf>
- Caranqui, A. (2016). *Evaluación físico-química y microbiológica del agua para consumo humano de la comunidad centro flores, parroquia flores, provincia de Chimborazo*. Trabajo de titulación en bioquímico farmacéutico de la escuela superior politécnica de Chimborazo, Ecuador. Recuperado de <file:///C:/Users/JACKSON/Downloads/56T00648.pdf>
- Cisneros, R. (2019). *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en Comas (Lima), Quispicanchi (Cusco) y Coronel Portillo (Ucayali) durante el 2017*. Tesis de Licenciatura en Biología de la Universidad Ricardo Palma. Recuperado de [http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2652/T030\\_75930333\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2652/T030_75930333_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Confederación de OXFAM. (2017). *Entre 7 y 8 millones de peruanos no tienen acceso a agua potable*. Recuperado de <https://peru.oxfam.org/qu%3%A9-hacemos-ayuda-humanitaria/entre-7-y-8-millones-de-peruanos-no-tienen-acceso-agua-potable>
- Dirección General de Salud Ambiental. (2010). *Reglamento de la calidad del agua para consumo humano*. Recuperado de

[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/391087/Reglamento\\_de\\_la\\_calidad\\_del\\_agua\\_para\\_consumo\\_humano\\_\\_D.S.\\_N%C2%BA\\_031-2010-SA20191017-26355-1yv4hfm.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/391087/Reglamento_de_la_calidad_del_agua_para_consumo_humano__D.S._N%C2%BA_031-2010-SA20191017-26355-1yv4hfm.pdf)

Ercilio, F., Rodríguez, S., Cabel, W., Noriega, P., y Tejada, M. (2005). *Desafío del derecho humano al agua en el Perú*. Recuperado de <file:///C:/Users/JACKSON/Downloads/ANA0003173.pdf>

García, C. (2013). *Parámetros fisicoquímicos del agua*. Artículo científico de Pv albéitar. 2-4. Recuperado de [https://www.adiveter.com/ftp\\_public/A3081113.pdf](https://www.adiveter.com/ftp_public/A3081113.pdf)

Instituto Nacional de Calidad, (2021). *Norma técnica peruana 214.003 para asegurar la calidad del agua*. Recuperado de <https://revistaganamas.com.pe/inacal-aprueba-norma-tecnica-peruana-para-asegurar-la-calidad-del-agua/>

La Organización Mundial de la Salud y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. (2019). *1 de cada 3 personas en el mundo no tienen acceso al agua potable*. Recuperado de <https://www.unicef.org/es/comunicados-prensa/1-de-cada-3-personas-en-el-mundo-no-tiene-acceso-a-agua-potable>

Lozano, A. (2013). *Calidad fisicoquímica del agua*. Recuperado de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=-Ok0DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT4&dq=calidad+fisicoqu>

Ministerio del Ambiente. (2017). *Estándar de calidad ambiental para agua*. Recuperado de <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>

Organización Mundial de la Salud. (2006). *Guías para la calidad del agua potable*. Geneve, Suiza. Recuperado de [https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/4624/ANA000312\\_2\\_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/4624/ANA000312_2_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Organización de las Naciones Unidas. (2023). *Crisis mundial del agua*. Recuperado de [News.un.org/es/story/2023/03/1519412](https://news.un.org/es/story/2023/03/1519412)
- Paredes, R, y Quinto, J. (2016). *Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano en el Distrito de Palca Provincia de Tarma Región Junín*. Tesis de grado en Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Recuperado de [http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/166/1/T026\\_45909116\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/166/1/T026_45909116_T.pdf)
- Peón, J. (2007). *El agua una sustancia tan común como sorprendente*. Artículo científico de la academia mexicana de ciencia. 17-25. Recuperado de [https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/58\\_3/PDF/04-545.pdf](https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/58_3/PDF/04-545.pdf)
- Petro, A, y Wees, T. (2014). *Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua del Municipio de Turbaco-Bolívar, Caribe Colombiano*. Tesis de grado en Ingeniería Ambiental de la Universidad Tecnológica de Bolívar, Colombia. Recuperado de <http://repositorio.utb.edu.co/bitstream/handle/20.500.12585/1725/0067155.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sawyer, C., McCarty, P., Parkin, G., & Agudelo, D. (2000). *Química para ingeniería ambiental*. Recuperado de [file:///C:/Users/JACKSON/Downloads/Qu%C3%ADmica%20para%20ingenier%C3%ADa%20ambiental%20\(%20PDFDrive%20\)%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/JACKSON/Downloads/Qu%C3%ADmica%20para%20ingenier%C3%ADa%20ambiental%20(%20PDFDrive%20)%20(1).pdf)
- Solís, L., y López, J. (2003). *Principios básicos de contaminación ambiental*. Recuperado de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=pKP2BHi8FVvC&oi=fnd&pg=PA1&dq=contaminaci%C3%B3n+ambiental>

Sotil, H. (2017). *Análisis de indicadores de contaminación bacteriológica (Coliformes totales y Termotolerantes) en el lago de Maronacocha*. Tesis de licenciatura en ecología de la Universidad Científica del Perú. Recuperado de <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/274/SOTIL-1-Trabajo-An%C3%A1lisis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Standard Methods. (2017). *For the Examination of Water and Wastewater*. 23rd Ed. Washington.

Valencia, A. (2016). *Evaluación de la calidad de agua para consumo, en la cabecera municipal de Riosucio departamento del Chocó-Colombia*. Tesis de magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente de la Universidad de Manizales, Colombia. Recuperado de [http://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/3138/Valencia\\_Cuesta\\_Ana%20\\_T.pdf?sequence=2&isAllowed=y](http://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/3138/Valencia_Cuesta_Ana%20_T.pdf?sequence=2&isAllowed=y)



## **ANEXOS**

## Anexo 1. Matriz de consistencia

### Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua para consumo humano del Centro Poblado los Olivos-Provincia de Barranca.

<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>Variable Dependiente</b>
¿Es posible evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua para consumo humano del Centro Poblado Los Olivos-Provincia de Barranca?	Evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua para consumo humano del Centro Poblado Los Olivos-Provincia de Barranca.	Ho = Si es posible evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua para consumo humano del Centro Poblado Los Olivos -Provincia de Barranca. H1 = No es posible evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua para consumo humano del Centro Poblado Los Olivos-Provincia de Barranca.	Agua para consumo humano
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicos</b>	<b>Variable Independiente</b>
¿Es posible determinar las características físicas del agua para consumo humano del Centro Poblado Los Olivos-Provincia de Barranca?	Determinar las características físicas del agua para consumo humano del Centro Poblado Los Olivos-Provincia de Barranca.	Si es posible determinar las características físicas del agua para consumo humano del Centro Poblado Los Olivos-provincia de Barranca.	Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua
¿ Es posible determinar las características químicas del agua para consumo humano del Centro Poblado Los Olivos-Provincia de Barranca?	Determinar las características químicas del agua para consumo humano del Centro Poblado Los Olivos-Provincia de Barranca.	Si es posible determinar las características químicas del agua para consumo humano del Centro Poblado Los Olivos-provincia de Barranca.	
¿ Es posible determinar la calidad microbiológica del agua para consumo humano del Centro Poblado Los Olivos-Provincia de Barranca?	Determinar la calidad microbiológica del agua para consumo humano del Centro Poblado Los Olivos-Provincia de Barranca.	Si es posible determinar la calidad microbiológica del agua no cumple con la normativa para consumo humano del Centro Poblado Los Olivos-provincia de Barranca.	

## Anexo 2. Límites máximos permisibles

Tabla 5

Límites máximos permisibles para agua de consumo

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
<b>Parámetros Físicoquímicos</b>		
pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
Temperatura	°C	Δ3
Conductividad	(μS/cm)	1500
Oxígeno disuelto	mg/L	≥6
Color	UCV	15
Turbiedad	NTU	5
Nitratos	mgNO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	50,00
Sólidos Disueltos Totales	mgL <sup>-1</sup>	1000
Amoniaco	mgNH <sub>3</sub> /L <sup>-1</sup>	1,5
Arsénico	mgAs <sup>-1</sup>	0,010
Cobre	mgCuL <sup>-1</sup>	2,0
Plomo	mgPbL <sup>-1</sup>	0,010
Heptacloro	mgL <sup>-1</sup>	0,00003
<b>Parámetros Microbiológicos</b>		
Coliformes Totales	UFC/100mL a 35°C	0
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL a 44.5°C	0
Escherichia Coli	UFC/100mL a 44.5°C	0

Fuente: Reglamento de la calidad del agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA

UFC= Unidad formadora de colonias

UCV= Unidad de color verdadero

UNT= Unidad de color verdadero

(Δ3) significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

### Anexo 3. Estándar de calidad ambiental

Tabla 6

Estándar de calidad ambiental para agua

Parámetros	Unidad de medida	A1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección
<b>Parámetros Fisicoquímicos</b>		
pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
Temperatura	°C	Δ3
Conductividad	(μS/cm)	1500
Oxígeno disuelto	mg/L	≥6
Color	UCV	15
Turbiedad	NTU	5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	3
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10
Nitratos	mgNO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	50
Sólidos Disueltos Totales	mgL <sup>-1</sup>	1000
Amoniaco	mgNH <sub>3</sub> /L <sup>-1</sup>	1,5
Arsénico	mg/L	0,010
Cobre	mg/L	2,0
Plomo	mg/L	0,010
Heptacloro	mg/L	0,00003
<b>Parámetros Microbiológicos</b>		
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20
Escherichia Coli	NMP/100 ml	0

Fuente: Normativa D.S. N° 004-2017-MINAM

(Δ3) significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

**Anexo 4. Monitoreo de agua de consumo de la estación AG - GR del 4 de mayo del 2022**



*Figura 37: Limpieza y desinfección para la toma de muestra de la estación AG-GR*





Figura 28: Muestreo de parámetros en situ de la estación AG-GR



Figura 39: Toma de muestra de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la estación AG- GR.



**Anexo 5. Monitoreo de agua superficial de la estación AG-Captación del 4 de mayo del 2022**



*Figura 3: Rotulado de los frascos para la toma de muestra*



*Figura 41: Recolectado de muestra de la estación AG-Captación*





Figura 42: Muestreo de parámetro en situ de la estación AG-Captación



Figura 43: Toma de muestra de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la estación AG-Captación.





## Anexo 7. Informe de Ensayo del mes de mayo



LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE  
ACREDITACION INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

### INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-6922


N° Id.: 000050599

#### I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL : JACKSON RODIL ICHIPARRA  
2.-DIRECCIÓN : LIMA  
3.-PROYECTO : EVALUACION DE LA CALIDAD FISICOQUIMICA Y MICROBIOLOGICA DEL AGUA  
4.-PROCEDENCIA : CENTRO POBLADO "LOS OLIVOS" - SUPE - BARRANCA  
5.-SOLICITANTE : JACKSON RODIL ICHIPARRA  
6.-ORDEN DE SERVICIO N° : 0000002001-2022-0000  
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : P-OPE-1 MUESTREO  
8.-MUESTREADO POR : ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.  
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 2022-05-17

#### II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO : Agua  
2.-NÚMERO DE MUESTRAS : 2  
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA : 2022-05-04  
4.-PERÍODO DE ENSAYO : 2022-05-04 al 2022-05-17

  
Liz Y. Quispe Quispe  
Jefe de Laboratorio  
CIP N° 211662

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.  
No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L.  
Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-6922**

N° Id.: 0000050599

**III. MÉTODOS Y REFERENCIAS**

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) <sup>2</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F.2, 23rd Ed. 2017.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Simultaneous Determination of Termotolerant Coliforms and E.coli.
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (UFC/100mL) <sup>2</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9222 D, 23rd Ed. 2017.	Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) Coliform Membrane Filter Procedure.
Coliformes Totales (NMP) <sup>2</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. 2017.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Coliformes Totales (UFC/100mL) <sup>2</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9222 B, 23rd Ed. 2017.	Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Membrane Filter Procedure using Endo Media.
Escherichia coli (NMP) <sup>2</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F.2, 23rd Ed. 2017.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Simultaneous Determination of Termotolerant Coliforms and E.coli.
Escherichia Coli (UFC) <sup>2</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9222 H, 23rd Ed. 2017.	Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Partitioning E. coli from MF Total Coliform using EC-MUG Broth.
Amoniaco <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3 D, 23 rd Ed. 2017	Nitrogen (Ammonia). Ammonia-Selective Electrode Method
Conductividad <sup>(1)</sup> <sup>(d)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B 23rd Ed. 2017	Conductivity. Laboratory Method.
Demanda Bioquímica de Oxígeno <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Oxígeno Disuelto <sup>(1)</sup> <sup>(d)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O G. 23rd Ed. 2017	Oxygen (Dissolved). Membrana Electrode Method

<sup>(1)</sup> "SMEWW" : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

<sup>(1)</sup> Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>2</sup> Ensayo acreditado por el IAS

<sup>(d)</sup> Ensayo realizado en campo (medido in situ)

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-6922**

TIPO DE ENSAYO	NORMAL REFERENCIA	TÍTULO
pH <sup>(1)</sup> <sup>(4)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23 rd Ed. 2017	pH Value Electrometric Method
Temperatura <sup>(1)</sup> <sup>(4)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B. 23rd Ed. 2017	Temperature. Laboratory and Field Methods
Turbidez <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B 23rd Ed. 2017	Turbidity. Nephelometric Method.
Sólidos Totales Disueltos <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23 rd Ed. 2017	Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C
Color <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23 rd Ed. 2017	Color. Spectrophotometric - Single - Wavelength Method
Demanda Química de Oxígeno <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23 rd Ed. 2017	Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method
Nitrato <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO <sub>3</sub> - E, 23 rd Ed. 2017	Nitrogen (Nitrate). Colorimetric Method
Pesticidas Organoclorados <sup>2</sup>	EPA Method 8081 B, Rev 2. 2007.	Organochlorine Pesticides by Gas Chromatography.
Metales Totales ICP-MS <sup>2</sup>	EPA Method 200.8 Revision 5.4, 1994 / VALIDATED (Applied out of reach), 2020.	Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma -Mass Spectrometry.

<sup>1</sup>EPA<sup>1</sup>: U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

<sup>2</sup>SMEWW<sup>2</sup>: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

<sup>(1)</sup> Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>2</sup> Ensayo acreditado por el IAS

<sup>(4)</sup> Ensayo realizado en campo (medido in situ)

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-6922**

N° Id.: 0000050599

**IV. RESULTADOS**

ITEM	1		2		
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-22-21739		M-22-21740		
CÓDIGO DEL CLIENTE:	AG-CAPTACION		AG-GR		
COORDENADAS:	E:0203503		E:0203331		
UTM WGS 84:	N:8807416		N:8806543		
PRODUCTO:	Agua Natural		Agua para Uso y Consumo Humano		
SUB PRODUCTO:	Agua Superficial de Río		Bebida (Agua Potable)		
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	I-OPE-1.4 MUESTREO DE AGUAS SUPERFICIALES				
FECHA y HORA DE MUESTREO :	04-05-2022 08:00		04-05-2022 07:00		
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS	
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) <sup>2</sup>	NMP/100mL	NA	1,8	14 000,0	-
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (UFC/100mL) <sup>2</sup>	UFC/100mL	NA	1,0	-	82,0
Coliformes Totales (NMP) <sup>2</sup>	NMP/100mL	NA	1,8	92 000,0	-
Coliformes Totales (UFC/100mL) <sup>2</sup>	UFC/100mL	NA	1,0	-	102,0
Escherichia coli (NMP) <sup>2</sup>	NMP/100mL	NA	1,8	14 000,0	-
Escherichia Coli (UFC) <sup>2</sup>	UFC/100mL	NA	1,0	-	61,0
Amoniaco (*)	mg/L	0,006	0,012	<0,012	0,260
Conductividad (*)	µS/cm	NA	0,01	357,00	373,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg/L	0,4	2,0	3,3	-
Oxígeno Disuelto (*)	mg/L	NA	0,10	9,14	9,09
pH (*)	Unidad de pH	NA	0,01	8,04	8,11
Temperatura (*)	(°C)	NA	0,1	19,5	21,4
Turbidez (*)	NTU	NA	0,01	162,10	432,00
Sólidos Totales Disueltos (*)	mg/L	2	5	232	234
Color (*)	(UC)	2,0	5,0	<5,0	<5,0
Demanda Química de Oxígeno (*)	mg/L	2,0	5,0	20,7	-
Nitrato (*)	(mg NO <sub>3</sub> -L)	0,018	0,044	2,136	2,201
<b>Pesticidas Organoclorados</b>					
Heptacloro <sup>2</sup>	mg/L	0,0000003	0,0000010	<0,0000010	<0,0000010

<sup>1</sup>) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>2</sup>) Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Limite de cuantificación del método, \*<=" Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Limite de detección del método, \*<=" Menor que el L.D.M.

\*-: No ensayado

NA: No Aplica

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-6922**

N° id.: 0000050599

ITEM	1	2			
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-22-21739	M-22-21740			
CÓDIGO DEL CLIENTE:	AG-CAPTACION	AG-GR			
COORDENADAS:	E:0203503	E:0203331			
UTM WGS 84:	N:8807416	N:8806543			
PRODUCTO:	Agua Natural	Agua para Uso y Consumo Humano			
SUB PRODUCTO:	Agua Superficial de Rio	Bebida (Agua Potable)			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	I-OPE-1.4 MUESTREO DE AGUAS SUPERFICIALES				
FECHA y HORA DE MUESTREO:	04-05-2022 08:00	04-05-2022 07:00			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS	
<b>Metales Totales ICP-MS</b>					
Arsénico <sup>2</sup>	mg/L	0,0002	0,0010	<0,0010	<0,0010
Cobre <sup>2</sup>	mg/L	0,0001	0,0002	<0,0002	<0,0002
Plomo <sup>2</sup>	mg/L	0,0008	0,0010	<0,0010	<0,0010

<sup>2</sup> Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

\*-: No ensayado

NA: No Aplica

Código Interno seguridad : 0000050599

**"FIN DE DOCUMENTO"**



## Anexo 8. Certificado de calibración Multiparámetro Hach (EM-OPE-1346)



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO A2LA CON CERTIFICADO #6032.01  
SEGÚN NTP-ISO/IEC 17025:2017



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFQA-0055-2021

Expediente : 00309

Página 1 de 2

Fecha de emisión : 2021-06-25

1. **Solicitante** : Analytical Laboratory E.I.R.L.  
**Dirección** : Av. Guardia Chalaca 1877 - Bellavista - Callao
2. **Instrumento calibrado** : **MULTIPARÁMETRO (Sonda de pH)**
- **Marca** : HACH
  - **Modelo** : HQ30d
  - **Número de serie** : 18080002590
  - **Serie del electrodo** : 181222617007
  - **Identificación** : EM-OPE-1346
  - **Procedencia** : USA
  - **Intervalo de medida** : 0 a 14 pH
  - **Resolución** : 0,1 pH / 0,01 pH / 0,001 pH
3. **Lugar de calibración** : Laboratorio de Físicoquímica de ALAB
4. **Fecha de calibración** : 2021-06-25
5. **Método de calibración** :  
La calibración se realizó por comparación con material de referencia certificado según el procedimiento PC-020 "Procedimiento para la calibración de medidores de pH". Segunda Edición. 2017. INACAL.

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

ALAB EIRL no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

6. **Trazabilidad** :  
Se utilizó las soluciones tampones patrones de pH:

pH	Nº Lote	Certificado de Análisis	Incertidumbres (pH)
4,008	CC655433	4280-10976852	0,011
6,994	CC631810	4281-10578064	0,011
10,013	CC632041	4282-10582508	0,011

y un termómetro patrón de código PTT-005, con Certificado de Calibración N° TE-1072-2020

Oscar F. Vivanco Valerio  
Jefe de Laboratorio de Metrología

Av. Guardia Chalaca N° 1877 Bellavista - Callao  
Telf. 01-717 5802 / 01-7175803 / Cel. 961768828  
www.alab.com.pe

**Certificado de Calibración N° LFQA-0055-2021**

Página 2 de 2

**7. Condiciones de calibración :**

	<b>Inicial</b>	<b>Final</b>
Temperatura Ambiental :	23,9 °C	24,1 °C
Humedad Relativa :	61,0 % H.R.	61,0 % H.R.

**8. Resultados :**

<b>INDICACIÓN DEL PHMETRO ( pH )</b>	<b>SOLUCIÓN TAMPÓN (BUFFER) PATRÓN ( pH )</b>	<b>ERROR ( pH )</b>	<b>INCERTIDUMBRE ( pH )</b>
4,13	4,008	0,122	0,014
7,08	6,994	0,086	0,014
10,02	10,013	0,007	0,014

- Valor de la solución tampón patrón = Indicación del pHmetro - Error
- Los resultados son emitidos para la temperatura de referencia de 25 °C
- La incertidumbre de la medición se da con un nivel de confianza aproximado del 95 % con un factor de cobertura  $k = 2$  .

**9. Observaciones :**

- Antes del ajuste las lecturas del equipo para los patrones 4,008 pH ; 6,994 pH y 10,013 pH fueron 3,98 pH ; 6,91 pH y 9,71 pH respectivamente .
- Después del ajuste las lecturas del equipo para los patrones 4,008 pH ; 6,994 pH y 10,013 pH fueron 4,10 pH ; 7,01 pH y 10,01 pH respectivamente .
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva en el instrumento con la indicación "CALIBRADO" y N° 000020 .

(FIN DEL DOCUMENTO)



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LTA-0059-2021

**Expediente** : 00309

**Fecha de emisión** : 2021-06-28

**1. Solicitante** : ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.

**Dirección** : AV. GUARDIA CHALACA 1877 - BELLAVISTA - CALLAO

**2. Instrumento calibrado** : **TERMÓMETRO CON INDICACIÓN DIGITAL (MULTIPARAMETRO)**

**INDICADOR**

**Marca** : HACH

**Modelo** : HQ30D

**N° de serie** : 180800002590

**Código** : EM-OPE-1346

**Alcance** : -20 °C a 60 °C

**Resolución** : 0,1 °C

**Procedencia** : U.S.A.

**Tipo de Sensor** : Termistor

**3. Lugar de calibración** : En el laboratorio de temperatura de ALAB EIRL

Página 1 de 2

Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

**4. Fecha de calibración** : 2021-06-25

**5. Método de calibración** :  
 La calibración se realizó por comparación directa siguiendo el PC-017 "Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales". Segunda Edición. 2012. INDECOPI

**6. Trazabilidad** :  
 Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Código	Descripción	Certificado de calibración
PTT-009-ch001	Termómetro Digital de incertidumbre 0,026 C a 0,045 C	LT-180-2020 / INACAL-DM
PTT-009-ch002	Termómetro Digital de incertidumbre 0,026 C a 0,045 C	LT-180-2020 / INACAL-DM



Randy C. Santiago Jurado  
**Responsable de Laboratorio de  
 Temperatura y Humedad**

## Certificado de calibración N° LTA-0059-2021

Página 2 de 2

**7. Condiciones de Calibración :**

Tiempo de estabilización : 9 min

Profundidad de inmersión : 10 cm

Temperatura ambiental Inicial : 21,5 °C Final : 22,6 °C

Humedad relativa Inicial : 63,5 % Final : 67,3 %

**8. Resultados de la Calibración :**

Indicación del termómetro °C	Temperatura convencionalmente verdadera °C	Corrección °C	Incertidumbre °C
1,9	1,98	0,08	0,19
9,8	9,99	0,19	0,19
24,8	25,01	0,21	0,19
34,8	35,02	0,22	0,19

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:  
 $TCV = \text{Indicación del termómetro} + \text{corrección}$ **9. Observaciones :**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" con el N° 000020.
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k = 2$  que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.
- El sensor de temperatura forma parte del multiparámetro.

FIN DEL DOCUMENTO

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFQ-0010-2020

Página 1 de 2

Fecha de emisión : 2020-12-30

1. **Solicitante** : ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.
2. **Dirección** : AV. GUARDIA CHALACA 1877 - BELLA VISTA - CALLAO
3. **Instrumento** : CONDUCTÍMETRO
  - Marca** : HACH
  - Modelo** : HQ40d
  - Serie** : 18080002590
  - Serie del electrodo** : No indica
  - Procedencia** : U.S.A.
  - Código de identificación** : EM-OPE-1346
  - Intervalo de Indicación** : 10  $\mu\text{S/cm}$  a 200  $\text{mS/cm}$
  - Resolución** : 0,1  $\mu\text{S/cm}$ ; 1  $\mu\text{S/cm}$ ; 0,01  $\text{mS/cm}$
4. **Lugar de calibración** : Laboratorio de Físico Química de ALAB E.I.R.L.
5. **Fecha de calibración** : 2020-12-29
6. **Método de calibración**  
La calibración se realizó por comparación con material de referencia certificado según el procedimiento PC-022 "Procedimiento para la calibración de Conductímetros" Primera Edición: 2014. INDECOPI.
7. **Trazabilidad**

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

ALAB EIRL. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ALAB EIRL.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB EIRL.

Valor Certificado a 25 °C	N° de lote	Certificado de Análisis	Incertidumbre (k=2)
99,70 $\mu\text{S/cm}$	CC20442	4066-11681671	2,1 $\mu\text{S/cm}$
1412 $\mu\text{S/cm}$	CC20203	4173-11497708	4,6 $\mu\text{S/cm}$
9988,00 $\mu\text{S/cm}$	CC20400	4068-11639556	40 $\mu\text{S/cm}$

Código	Instrumento Patrón	Certificado de calibración
PTT-002	Termómetro digital de incertidumbre 0,022 °C a 0,034 °C	LT-091-2020

8. **Condiciones de calibración**

	Inicial	Final
Temperatura ambiental :	24,2 °C	24,5 °C
Humedad relativa :	57 % H.R.	59 % H.R.



**Oscar F. Vivanco Valerio**  
Jefe de Laboratorio de Metrología

9. Resultados

Valor del Certificado	Lectura promedio del conductímetro	Error	Incertidumbre
99,70 $\mu\text{S/cm}$	99,1 $\mu\text{S/cm}$	-0,60 $\mu\text{S/cm}$	3,2 $\mu\text{S/cm}$
1412 $\mu\text{S/cm}$	1410 $\mu\text{S/cm}$	-2 $\mu\text{S/cm}$	5,6 $\mu\text{S/cm}$
9,988 $\text{mS/cm}$	10,51 $\text{mS/cm}$	0,422 $\text{mS/cm}$	40 $\mu\text{S/cm}$

Valor Certificado = Lectura del Conductímetro - Error

- Se colocó en el instrumento una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- Los resultados son emitidos para la temperatura de referencia de 25 °C.
- Las incertidumbres de medición expandidas reportadas son las incertidumbres de medición estándares multiplicadas por el factor de cobertura k=2 de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

(FIN DEL DOCUMENTO)

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFQ-0023-2021

Expediente : 00309

Fecha de emisión : 2021-06-28

Página 1 de 2

1. **Solicitante** : ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.
2. **Dirección** : AV. GUARDIA CHALACA 1877 - BELLAVISTA - CALLAO
3. **Instrumento** : MULTIPARÁMETRO (Sonda OD)
  - Marca / Fabricante** : HACH
  - Modelo** : HQ30D
  - Serie** : 18080002590
  - Serie de la sonda** : 133112598010
  - Procedencia** : U.S.A.
  - Código de identificación** : EM-OPE-1346
  - Intervalo de Indicación** : 0,0 mg/L a 20,0 mg/L
  - Resolución** : 0,01 mg/L
  - Ubicación** : No indica
4. **Lugar de calibración** : Laboratorio de Físicoquímica de ALAB
5. **Fecha de calibración** : 2021-06-25
6. **Método de calibración** :  
La Calibración se realizó por comparación de la indicación del equipo contra Material Estandar de valor nominal conocido.
7. **Trazabilidad** :  
Se utilizó una solución cero oxígeno (2 componentes), código de producto HI7040L.

Producto	Marca	N° Lote	Expiración
HI7040-1	Hanna Instruments	4260	2024-05
HI7040-2	Hanna Instruments	4155	2024-04

8. **Condiciones de calibración** :
- |                         | Inicial   | Final     |
|-------------------------|-----------|-----------|
| Temperatura ambiental : | 24,9 °C   | 25,0 °C   |
| Humedad relativa :      | 62 % H.R. | 62 % H.R. |

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

ALAB EIRL. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ALAB EIRL.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB EIRL.



Oscar Félix Vivanco Valerio  
Jefe de Laboratorio de Metrología

9. Resultados :

Valor referencia (mg/L)	Lectura promedio del instrumento (mg/L)	Error promedio encontrado (mg/L)	Incertidumbre (mg/L)
0,00	0,05	0,05	0,12
8,23	8,17	-0,06	0,12

Valor referencia (%)	Lectura promedio del instrumento (%)	Error promedio encontrado (%)	Incertidumbre (%)
0,0	0,6	0,6	1,2
100,0	102,1	2,1	1,2

$$\text{Valor de referencia} = \text{Lectura del Instrumento} - \text{Error}$$

- Se colocó en el instrumento una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" y N° 000020 .
- La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k=2 de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

(FIN DEL DOCUMENTO)



**Anexo 9. Monitoreo de agua de consumo de la estación AG-GR del 20 julio del 2022**



*Figura 45: Rotulado de los frascos para la toma de muestra de la estación AG-GR del mes de julio*



*Figura 46: Procedimiento de limpieza y desinfección para la toma de muestra*





Figura 47: Muestreo de parámetro en situ de la estación AG-GR del mes de julio



Figura 4: Toma de muestra de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la estación AG-GR del mes de julio



**Anexo 10. Monitoreo de agua superficial de la estación AG-Captación del 20 de julio del 2022**



*Figura 5: Recolección de muestra de la estación AG-Captación del mes de julio*



*Figura 50: Muestreo de parámetro in situ de la estación AG-Captación del mes de julio*





Figura 51: Toma de muestra de la estación AG-Captación del mes de julio



Figura 52: Preservación de las muestras de la estación AG-Captación del mes de julio





## Anexo 12. Informe de ensayo del mes de julio



LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE  
ACREDITACION INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

### INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-12389

N° Id.: 0000056066

#### I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL : RODIL JACKSON ICHIPARRA AGUIRRE  
2.-DIRECCIÓN : LIMA  
3.-PROYECTO : EVALUACION DE LA CALIDAD FISICOQUIMICA Y MICROBIOLOGICA DEL AGUA  
4.-PROCEDENCIA : CENTRO POBLADO LOS OLIVOS-SUPE-BARRANCA  
5.-SOLICITANTE : JACKSON RODIL ICHIPARRA  
6.-ORDEN DE SERVICIO N° : 0000003524-2022-0000  
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : P-OPE-1 MUESTREO  
8.-MUESTREADO POR : ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.  
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 2022-08-12

#### II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO : Agua  
2.-NÚMERO DE MUESTRAS : 2  
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA : 2022-07-20  
4.-PERÍODO DE ENSAYO : 2022-07-20 al 2022-08-12

Liz Y. Quispe Quispe  
Jefe de Laboratorio  
CIP N° 211662

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.  
No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.  
Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-12389**

N° Id.: 000056066

**III. MÉTODOS Y REFERENCIAS**

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) <sup>2</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F.2, 23rd Ed. 2017.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Simultaneous Determination of Termotolerant Coliforms and E.coli.
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (UFC/100mL) <sup>2</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9222 D, 23rd Ed. 2017.	Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) Coliform Membrane Filter Procedure.
Coliformes Totales (NMP) <sup>2</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. 2017.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Coliformes Totales (UFC/100mL) <sup>2</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9222 B, 23rd Ed. 2017.	Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Membrane Filter Procedure using Endo Media.
Escherichia coli (NMP) <sup>2</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F.2, 23rd Ed. 2017.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Simultaneous Determination of Termotolerant Coliforms and E.coli.
Escherichia Coli (UFC) <sup>2</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9222 H, 23rd Ed. 2017.	Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Partitioning E. coli from MF Total Coliform using EC-MUG Broth.
Amoniaco <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3 D, 23 rd Ed. 2017	Nitrogen (Ammonia). Ammonia-Selective Electrode Method
Conductividad <sup>(1)</sup> <sup>(d)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B 23rd Ed. 2017	Conductivity. Laboratory Method.
Demanda Bioquímica de Oxígeno <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Oxígeno Disuelto <sup>(1)</sup> <sup>(d)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O G. 23rd Ed. 2017	Oxygen (Dissolved). Membrana Electrode Method

\*SMEWW\* : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

<sup>(1)</sup> Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>2</sup> Ensayo acreditado por el IAS

<sup>(d)</sup> Ensayo realizado en campo (medido in situ)

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-12389**

TIPO DE ENSAYO	NORMAL REFERENCIA	TÍTULO
pH <sup>(*) (c)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B. 23 rd Ed. 2017	pH Value Electrometric Method
Temperatura <sup>(*) (c)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B. 23rd Ed. 2017	Temperature. Laboratory and Field Methods
Turbidez <sup>(*)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B 23rd Ed. 2017	Turbidity. Nephelometric Method.
Sólidos Totales Disueltos <sup>(*)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C. 23 rd Ed. 2017	Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C
Color <sup>(*)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C. 23 rd Ed. 2017	Color. Spectrophotometric - Single - Wavelength Method
Demanda Química de Oxígeno <sup>(*)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D. 23 rd Ed. 2017	Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method
Nitrato <sup>(*)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO3- E. 23 rd Ed. 2017	Nitrogen (Nitrate). Colorimetric Method
Pesticidas Organoclorados <sup>2</sup>	EPA Method 8081 B. Rev 2. 2007	Organochlorine Pesticides by Gas Chromatography.
Metales Totales ICP-MS <sup>2</sup>	EPA Method 200.8 Revision 5.4, 1994 / VALIDATED (Applied out of reach), 2020.	Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma -Mass Spectrometry.

<sup>(\*)</sup> "EPA" : U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

<sup>(\*)</sup> "SMEWW" : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

<sup>(\*)</sup> Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>2</sup> Ensayo acreditado por el IAS

<sup>c</sup> Ensayo realizado en campo (medido in situ)

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-12389**

N° Id.: 000056066

**IV. RESULTADOS**

ITEM				1	2
CÓDIGO DE LABORATORIO:				M-22-37683	M-22-37684
CÓDIGO DEL CLIENTE:				AG-CAPTACION	AG-GR
COORDENADAS:				E:0203503	E:0203331
UTM WGS 84:				N:8807416	N:8806543
PRODUCTO:				Agua Natural	Agua para Uso y Consumo Humano
SUB PRODUCTO:				Agua Superficial de Río	Bebida (Agua Potable)
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				I-OPE-1.4 MUESTREO DE AGUAS SUPERFICIALES	
FECHA y HORA DE MUESTREO :				20-07-2022 11:40	20-07-2022 11:00
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS	
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) <sup>2</sup>	NMP/100mL	NA	1,8	5 400,0	-
Coliformes Fecales (UFC/100mL) <sup>2</sup>	UFC/100mL	NA	1,0	-	11,0
Coliformes Totales (NMP) <sup>2</sup>	NMP/100mL	NA	1,8	9 200,0	-
Coliformes Totales (UFC/100mL) <sup>2</sup>	UFC/100mL	NA	1,0	-	34,0
Escherichia coli (NMP) <sup>2</sup>	NMP/100mL	NA	1,8	470,0	-
Escherichia coli (UFC) <sup>2</sup>	UFC/100mL	NA	1,0	-	3,0
Amoniaco (*)	mg/L	0,006	0,012	0,018	0,022
Conductividad (*)	µS/cm	NA	0,01	432,00	441,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg/L	0,4	2,0	<2,0	-
Oxígeno Disuelto (*)	mg/L	NA	0,10	9,57	9,94
pH (*)	Unidad de pH	NA	0,01	8,46	8,26
Temperatura (*)	(°C)	NA	0,1	17,3	17,6
Turbidez (*)	NTU	NA	0,01	51,20	12,50
Sólidos Totales Disueltos (*)	mg/L	2	5	288	289
Color (*)	(UC)	2,0	5,0	<5,0	<5,0
Demanda Química de Oxígeno (*)	mg/L	2,0	5,0	<5,0	-
Nitrato (*)	(mg NO <sub>3</sub> -/L)	0,018	0,044	3,373	3,631
<b>Pesticidas Organoclorados</b>					
Heptacloro <sup>2</sup>	mg/L	0,000003	0,000010	<0,000010	<0,000010

<sup>1)</sup> Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>2)</sup> Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, \*<= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, \*<= Menor que el L.D.M.

\*-: No ensayado

NA: No Aplica

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-12389**

N° Id.: 0000056066

ITEM	1	2			
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-22-37683	M-22-37684			
CÓDIGO DEL CLIENTE:	AG-CAPTACION	AG-GR			
COORDENADAS:	E:0203503	E:0203331			
UTM WGS 84:	N:8807416	N:8806543			
PRODUCTO:	Agua Natural	Agua para Uso y Consumo Humano			
SUB PRODUCTO:	Agua Superficial de Río	Bebida (Agua Potable)			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	I-OPE-1.4 MUESTREO DE AGUAS SUPERFICIALES				
FECHA y HORA DE MUESTREO:	20-07-2022 11:40	20-07-2022 11:00			
<b>ENSAYO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>L.D.M.</b>	<b>L.C.M.</b>	<b>RESULTADOS</b>	
<b>Metales Totales ICP-MS</b>					
Arsénico <sup>2</sup>	mg/L	0,0002	0,0010	<0,0010	<0,0010
Cobre <sup>2</sup>	mg/L	0,0001	0,0002	<0,0002	<0,0002
Plomo <sup>2</sup>	mg/L	0,0008	0,0010	<0,0010	<0,0010

<sup>2</sup> Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Limite de cuantificación del método, \*<=" Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Limite de detección del método, \*<=" Menor que el L.D.M.

\*-: No ensayado

NA: No Aplica

"FIN DE DOCUMENTO"



## Anexo 13. Certificado de calibración Multiparámetro Hach (EM-OPE-1426)



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO A2LA CON CERTIFICADO #6032.01  
SEGÚN NTP-ISO/IEC 17025:2017



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFQA-0119-2021

Expediente : 00537

Página 1 de 2

Fecha de emisión : 2021-11-11

1. **Solicitante** : ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.
- Dirección** : Av. Guardia Chalaca 1877 - Bellavista - Callao
2. **Instrumento calibrado** : **MULTIPARÁMETRO (Sonda de pH)**
- Marca : HACH
  - Modelo : HQ30D
  - Número de serie : 101000047061
  - Serie del electrodo : 152722568007
  - Identificación : EM-OPE-1426
  - Procedencia : USA
  - Intervalo de medida : 0 a 14 pH
  - Resolución : 0,01 pH
3. **Lugar de calibración** : En el Laboratorio de Físico Química de ALAB E.I.R.L.
4. **Fecha de calibración** : 2021-11-11
5. **Método de calibración** :  
La calibración se realizó por comparación con material de referencia certificado según el procedimiento PC-020 "Procedimiento para la calibración de medidores de pH". Segunda Edición. 2017. INACAL.

Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

6. **Trazabilidad** :  
Se utilizó las soluciones tampones patrones de pH:

pH	N° Lote	Certificado de Análisis	Incertidumbres (pH)
4,009	CC651498	4280-10911658	0,011
7,002	CC652909	4281-10935342	0,011
10,018	CC650628	4282-10891956	0,011

Un termómetro patrón de código PTT-001, con Certificado de Calibración N° LT-010-2021

  
Meyler Villalobos Bravo  
Responsable de Masa y Volumen

Av. Guardia Chalaca N° 1877 Bellavista - Callao / Telf. 01-717 5802 / 01-7175803 / Cel. 961768828  
www.alab.com.pe

## Certificado de Calibración N° LFQA-0119-2021

Página 2 de 2

## 7. Condiciones de calibración :

	Inicial	Final
Temperatura Ambiental :	24,8 °C	24,9 °C
Humedad Relativa :	59,0 % H.R.	60,0 % H.R.

## 8. Resultados :

INDICACIÓN DEL PHMETRO ( pH )	SOLUCIÓN TAMPÓN (BUFFER) PATRÓN ( pH )	ERROR ( pH )	INCERTIDUMBRE ( pH )
4,01	4,009	0,001	0,014
7,03	7,002	0,028	0,014
10,06	10,018	0,042	0,014

Valor de la solución tampón patrón = Indicación del pHmetro - Error .

Los resultados son emitidos para la temperatura de referencia de 25 °C .

La incertidumbre de la medición se da con un nivel de confianza aproximado del 95 % con un factor de cobertura  $k = 2$  .

## 9. Observaciones :

Antes del ajuste las lecturas del equipo para los patrones 4,009 pH ; 7,002 pH y 10,018 pH fueron 3,77 pH ; 6,92 pH y 10,03 pH respectivamente .

Después del ajuste las lecturas del equipo para los patrones 4,009 pH ; 7,002 pH y 10,018 pH fueron 4,00 pH ; 7,02 pH y 10,04 pH respectivamente .

Se colocó una etiqueta autoadhesiva en el instrumento con la indicación "CALIBRADO" y N° 000551 .

---

(FIN DEL DOCUMENTO)

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LTA-0112-2021

Expediente : 00537

Página 1 de 2

Fecha de emisión : 2021-11-12

1. **Solicitante** : Analytical Laboratory E.I.R.L.

**Dirección** : Av. Guardia Chalaca N° 1877 - Bellavista - Callao

2. **Instrumento calibrado** : TERMÓMETRO CON INDICACIÓN DIGITAL

**INDICADOR**

Marca : Hach

Modelo : HQ30d

N° de serie : 101000047061

Código : EM-OPE-1426

Alcance : -10 °C a 110 °C

Resolución : 0,1 °C

Procedencia : USA

Tipo de Sensor : Termistor

3. **Lugar de calibración** : En el laboratorio de temperatura de ALAB E.I.R.L.

4. **Fecha de calibración** : 2021-11-11

5. **Método de calibración** :

La calibración se realizó por comparación directa siguiendo el PC-017 "Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales". Segunda Edición. 2012. INDECOPI

6. **Trazabilidad** :

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Código	Descripción	Certificado de calibración
PTT-009-ch001	Termómetro Digital de incertidumbre 0,026 C a 0,045 C	LT-180-2020 / INACAL-DM
PTT-009-ch002	Termómetro Digital de incertidumbre 0,026 C a 0,045 C	LT-180-2020 / INACAL-DM

Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.



**Randy C. Santiago Jurado**  
 Responsable de Laboratorio de Temperatura

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFQA-0118-2021**

Expediente : 00537  
 Fecha de emisión : 2021-11-11

Página 1 de 2

1. **Solicitante** : ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.
2. **Dirección** : Av. Guardia Chalaca 1877 - Bellavista - Callao
3. **Instrumento** : MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD
  - Marca** : HACH
  - Modelo** : HQ30D
  - Serie** : 101000047061
  - Serie del electrodo** : 161872588010
  - Procedencia** : USA
  - Código de identificación** : EM-OPE-1426
  - Intervalo de indicación** : 0,01 µS/cm a 200 mS/cm
  - Resolución** : 0,1 µS/cm; 1 µS/cm; 0,01 mS/cm
  - Ubicación** : NO INDICA
4. **Lugar de calibración** : Laboratorio de Físicoquímica de ALAB E.I.R.L.
5. **Fecha de calibración** : 2021-11-11

Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

6. **Método de calibración** :  
 La calibración se realizó por comparación con material de referencia certificado tomando como referencia el procedimiento PC-022 "Procedimiento para la calibración de Conductímetros" Primera Edición. 2014. INDECOPI.

7. **Trazabilidad** :

Valor Certificado a 25 °C	N° de lote	Certificado de Análisis	Incertidumbre (k=2)
99,70 µS/cm	CC20442	4066-11681671	2,10 µS/cm
1412,00 µS/cm	CC20203	4173-11497708	4,6 µS/cm
9988,00 µS/cm	CC20400	4066-11639556	40,0 µS/cm

Código	Instrumento Patrón	Certificado de calibración
PTT-005	Termómetro digital de incertidumbre 0,018 °C a 0,070 °C	LT-217-2021

8. **Condiciones de calibración** :

	Inicial	Final
Temperatura ambiental :	24,9 °C	24,8 °C
Humedad relativa :	64 % H.R.	63 % H.R.



Meyler Yllaibos Bravo  
 Responsable del laboratorio de Físicoquímica

9. Resultados :

Valor del Certificado	Lectura promedio del equipo	Error	Incertidumbre
99,70 $\mu\text{S/cm}$	97,2 $\mu\text{S/cm}$	-2,5 $\mu\text{S/cm}$	2,2 $\mu\text{S/cm}$
1412,00 $\mu\text{S/cm}$	1417 $\mu\text{S/cm}$	5,00 $\mu\text{S/cm}$	6 $\mu\text{S/cm}$
9,99 $\text{mS/cm}$	10,00 $\text{mS/cm}$	0,01 $\text{mS/cm}$	41 $\mu\text{S/cm}$

Valor Certificado = Lectura del Equipo - Error

10. Observaciones :

- Se colocó en el instrumento una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" y N° 000551
  - Los resultados son emitidos para la temperatura de referencia de 25 °C .
  - Las incertidumbres de medición expandidas reportadas son las incertidumbres de medición estándares multiplicadas por el factor de cobertura  $k=2$  de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.
- (\*) Esta medición no se encuentra dentro del alcance de acreditación.

(FIN DEL DOCUMENTO)