



**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO**

**CONTAMINACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE LAS AGUAS**

**TERMALES DE CHURIN, PICOY Y COLLPA, LIMA – PERÚ**

**Línea de investigación:**

**Biodiversidad, ecología y conservación**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

**Autor:**

Mestanza Vera, Ronald Cesar Junior

**Asesor:**

Vasquez Aranda, Ahuber Omar

ORCID: 0000-0002-2873-6752

**Jurado:**

Naupay Vega, Marlitt Florinda

Gonzales Alarcon, Angelino Oscar

Reyna Mandujano, Samuel Carlos

**Lima - Perú**

**2024**



# “CONTAMINACIÓN FISICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE LAS AGUAS TERMALES DE CHURIN, PICOY Y COLLPA, LIMA - PERÚ”

## INFORME DE ORIGINALIDAD

29%

INDICE DE SIMILITUD

28%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

17%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.usil.edu.pe">repositorio.usil.edu.pe</a> Fuente de Internet	12%
2	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	2%
4	<a href="http://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://repositorio.unsa.edu.pe">repositorio.unsa.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	1%
7	<a href="http://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal	1%



**FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO**

**CONTAMINACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE LAS AGUAS**

**TERMALES DE CHURIN, PICOY Y COLLPA, LIMA - PERÚ**

Línea de Investigación:  
Biodiversidad, ecología y conservación

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

**Autor:**

Mestanza Vera, Ronald Cesar Junior

**Asesor:**

Vasquez Aranda, Ahuber Omar

ORCID: 0000-0002-2873-6752

**Jurado:**

Naupay Vega, Marlitt Florinda

Gonzales Alarcon, Angelino Oscar

Reyna Mandujano, Samuel Carlos

**Lima – Perú**

**2024**

## DEDICATORIA

*A Dios, quien inspiró mi espíritu para la conclusión de esta tesis.*

*A mis padres Andrés y Janette, los mejores guías de vida, ustedes han sido el motor que impulsó el cumplimiento de mis sueños y porque siempre estuvieron a mi lado en los días más difíciles.*

*A mi tío Elias, por no soltar mi mano en todo este largo camino.*

*A la memoria de mis abuelos Manuel y Bertha, y de mi tío Alfredo, quienes ya partieron al encuentro del señor, ellos me motivaron a esforzarme para ser una buena persona y un profesional.*

**AGRADECIMIENTO**

*A mi alma mater.*

*A mi Asesor de Tesis, Ing. Omar Vásquez Aranda, por su dedicación y paciencia, sin su apoyo no hubiese podido culminar esta etapa tan anhelada de mi vida.*

*Al Ing. Manuel Salazar Campos, por su guía y consejos, que llevaré por siempre en la memoria en mi andar profesional.*

## ÍNDICE

RESUMEN .....	XIII
ABSTRACT.....	XIV
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Descripción y Formulación del Problema. ....	1
1.1.1. Descripción del Problema. ....	1
1.1.2. Formulación del Problema. ....	4
1.1.2.1. Problema General. ....	4
1.1.2.2. Problemas Específicos. ....	4
1.2. Antecedentes.....	4
1.2.1. Internacionales. ....	4
1.2.2. Nacionales. ....	9
1.3. Objetivos.....	14
1.3.1. Objetivo General. ....	14
1.3.2. Objetivos Específicos. ....	14
1.4. Justificación. ....	15
1.4.1. Justificación Teórica. ....	15
1.4.2. Justificación Práctica. ....	15
1.4.3. Justificación Metodológica. ....	16
1.5. Hipótesis. ....	16
1.5.1. Hipótesis General. ....	16
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación. ....	17
2.1.1. Generalidades. ....	17

2.1.1.1. Calidad del Agua. ....	17
2.1.1.2. Agua Recreacional. ....	17
2.1.1.3. Tipos de agua destinadas para recreación. ....	18
2.1.1.4. Aguas Subterráneas. ....	18
2.1.1.5. Aguas termales, minerales, termominerales y minero-medicinales. ....	19
2.1.1.6. Recurso Termal. ....	19
2.1.2. Aguas Termales. ....	20
2.1.2.1. Definición. ....	20
2.1.2.2. Origen. ....	20
2.1.2.3. Características. ....	23
2.1.2.4. Clasificación. ....	24
2.1.2.5. Tipos. ....	25
2.1.2.6. Normativa. ....	26
2.1.2.7. Diagrama de Piper. ....	27
2.1.2.8. Efectos de las Aguas Termales. ....	31
2.1.2.9. Dimensión: Calidad Ambiental. ....	32
2.1.2.10. Dimensión: Calidad Sanitaria. ....	47
2.1.3. Contaminación Fisicoquímica y Bacteriológica. ....	51
2.1.3.1. Definición de Contaminación. ....	51
2.1.3.2. Contaminación Ambiental. ....	51
2.1.3.3. Contaminación del Agua. ....	52
2.1.3.4. Contaminantes del Agua. ....	52
2.1.3.5. Parámetros de Indicativos de Contaminación del Agua. ....	54
2.1.3.6. Parámetros Fisicoquímicos. ....	55
2.1.3.7. Parámetros Microbiológicos. ....	55

2.1.3.8. Dimensión: Contaminación Fisicoquímica.....	56
2.1.3.9. Dimensión: Contaminación Bacteriológica.....	58
III. MÉTODO.....	61
3.1. Tipo de Investigación.....	61
3.2. Ámbito Temporal y Espacial.....	61
3.2.1. Ámbito Temporal.....	61
3.2.2. Ámbito Espacial.....	61
3.3. Variables.....	62
3.3.1. Operacionalización de las Variables.....	62
3.4. Población y Muestra.....	64
3.4.1. Área de Estudio.....	64
3.4.2. Población.....	66
3.4.3. Muestra.....	67
3.5. Instrumentos.....	68
3.5.1. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	68
3.5.1.1. Variable 1: Aguas Termales.....	68
3.5.1.2. Variable 2: Contaminación Fisicoquímica y Bacteriológica.....	68
3.5.2. Materiales y Equipos.....	69
3.6. Procedimientos.....	71
3.6.1. Fase 1: Información e Identificación de las Variables.....	71
3.6.2. Fase 2: Medición de las Variables.....	81
3.6.3. Fase 3: Análisis de las Variables.....	87
3.7. Análisis de datos.....	87
3.8. Consideraciones Éticas.....	88
3.8.1. Limitantes de la Investigación.....	88

3.8.2. Aspectos Éticos. ....	89
IV. RESULTADOS .....	90
4.1. Índice de Calidad de Agua (ICA-NSF). ....	90
4.2. Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas (ICSPS). ....	97
4.3. Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA agua). ....	110
4.4. Valoración del Grado de Contaminación Microbiológica (VGCM). ....	124
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	129
VI. CONCLUSIONES .....	131
VII. RECOMENDACIONES.....	132
VIII. REFERENCIAS .....	133
IX. ANEXOS .....	142

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Clasificación de las Aguas Termales según su Temperatura.</i> .....	25
Tabla 2: <i>Clasificación de las Aguas Termales según su Composición.</i> .....	26
Tabla 3: <i>Interpretación de Áreas en el Diagrama de Piper.</i> .....	29
Tabla 4: <i>Clasificación del Índice de Calidad de Agua (ICA).</i> .....	34
Tabla 5: <i>Pesos Relativos de Ponderación (PRP) según el método ICA – NSF.</i> .....	35
Tabla 6: <i>Solubilidad del Oxígeno Disuelto en Agua Dulce.</i> .....	44
Tabla 7: <i>Escala del Índice de Calidad de Agua (ICA) según su Uso.</i> .....	46
Tabla 8: <i>Criterios de Calidad Sanitaria para Piscinas Públicas y Privadas de Uso Colectivo.</i> .....	48
Tabla 9: <i>Calificación Sanitaria para Piscinas Públicas y Privadas de Uso Colectivo.</i> .....	49
Tabla 10: <i>Calificación para el Cálculo del Índice de Calificación Sanitaria de Piscinas (ICSP).</i> .....	49
Tabla 11: <i>Estándares de Calidad Ambiental para Agua - Categoría 1 – Físicoquímico.</i> .....	57
Tabla 12: <i>Valoración Conceptual Indicativa del Grado de Contaminación.</i> .....	59
Tabla 13: <i>Estándares de Calidad Ambiental para Agua - Categoría 1 – Bacteriológico.</i> .....	60
Tabla 14: <i>Operacionalización de Variables, Dimensiones e Indicadores.</i> .....	62
Tabla 15: <i>Equipos, Materiales, Reactivos y/o Soluciones e Implementos de Seguridad.</i> .....	70
Tabla 16: <i>Ubicación de las Aguas o Fuente Termales.</i> .....	72
Tabla 17: <i>Ubicación de los Puntos de Monitoreo para Calidad de Agua Superficial.</i> .....	72
Tabla 18: <i>Descripción de los Puntos de Monitoreo para Calidad de Agua Superficial.</i> .....	73
Tabla 19: <i>Equipos utilizados en el Monitoreo de Calidad del Agua.</i> .....	82
Tabla 20: <i>Información del Tipo y Volumen de Envase, y Condiciones de Muestreo.</i> .....	83
Tabla 21 <i>Conservación y/o Preservación de las Muestras de Agua.</i> .....	85

Tabla 22: <i>Controles de Calidad Fisicoquímicos y Bacteriológicos.</i> .....	87
Tabla 23: <i>Cálculo del Índice de Calidad del Agua de la Fuente Termal de Mamahuarmi.</i> ....	90
Tabla 24: <i>Cálculo del Índice de Calidad del Agua de la Fuente Termal de la Juventud.</i> .....	91
Tabla 25: <i>Cálculo del Índice de Calidad del Agua de la Fuente Termal de la Meseta.</i> .....	92
Tabla 26: <i>Cálculo del Índice de Calidad del Agua de la Fuente Termal de Picoy.</i> .....	93
Tabla 27: <i>Cálculo del Índice de Calidad del Agua de la Fuente Termal de Huancahuasi.</i> ....	94
Tabla 28: <i>Cálculo del Índice de Calidad del Agua de la Fuente Termal de Cobalto.</i> .....	95
Tabla 29: <i>Cálculo del Índice de Calidad del Agua de la Fuente Termal de Collpa.</i> .....	96
Tabla 30: <i>Análisis Fisicoquímico y Bacteriológico de la Fuente Termal de Mamahuarmi.</i> ...	98
Tabla 31: <i>Análisis Fisicoquímico y Bacteriológico de la Fuente Termal de la Juventud.</i> .....	98
Tabla 32: <i>Análisis Fisicoquímico y Bacteriológico de la Fuente Termal de la Meseta.</i> .....	98
Tabla 33: <i>Análisis Fisicoquímico y Bacteriológico de la Fuente Termal de Picoy.</i> .....	99
Tabla 34: <i>Análisis Fisicoquímico y Bacteriológico de la Fuente Termal de Huancahuasi.</i> ...	99
Tabla 35: <i>Análisis Fisicoquímico y Bacteriológico de la Fuente Termal de Cobalto.</i> .....	99
Tabla 36: <i>Análisis Fisicoquímico y Bacteriológico de la Fuente Termal de Collpa.</i> .....	100
Tabla 37: <i>Cálculo del Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas para Mamahuarmi.</i> .....	100
Tabla 38: <i>Cálculo del Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas para la Juventud.</i> ..	101
Tabla 39: <i>Cálculo del Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas para la Meseta.</i> .....	103
Tabla 40: <i>Cálculo del Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas para Picoy.</i> .....	104
Tabla 41: <i>Cálculo del Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas para Huancahuasi.</i>	105
Tabla 42: <i>Cálculo del Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas para Cobalto.</i> .....	107
Tabla 43: <i>Cálculo del Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas para Collpa.</i> .....	108
Tabla 44: <i>Estándares de Calidad Ambiental para la Fuente Termal de Mamahuarmi.</i> .....	111
Tabla 45: <i>Estándares de Calidad Ambiental para la Fuente Termal de la Juventud.</i> .....	112

Tabla 46: <i>Estándares de Calidad Ambiental para la Fuente Termal de la Meseta.</i> .....	114
Tabla 47: <i>Estándares de Calidad Ambiental para la Fuente Termal de Picoy.</i> .....	116
Tabla 48: <i>Estándares de Calidad Ambiental para la Fuente Termal de Huancahuasi.</i> .....	118
Tabla 49: <i>Estándares de Calidad Ambiental para la Fuente Termal de Cobalto.</i> .....	120
Tabla 50: <i>Estándares de Calidad Ambiental para la Fuente Termal de Collpa.</i> .....	122
Tabla 51: <i>Grado de Contaminación Microbiológica de la F.T. de Mamahuarmi.</i> .....	125
Tabla 52: <i>Grado de Contaminación Microbiológica de la F.T. de la Juventud.</i> .....	125
Tabla 53: <i>Grado de Contaminación Microbiológica de la F.T. de la Meseta.</i> .....	125
Tabla 54: <i>Grado de Contaminación Microbiológica de la F.T. de Picoy.</i> .....	126
Tabla 55: <i>Grado de Contaminación Microbiológica de la F.T. de Huancahuasi.</i> .....	126
Tabla 56: <i>Grado de Contaminación Microbiológica de la F.T. de Cobalto.</i> .....	126
Tabla 57: <i>Grado de Contaminación Microbiológica de la F.T. de Collpa.</i> .....	127

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1: *Esquema del Origen Meteorico de las Aguas Termales.* .....22

Figura 2: *Esquema del Origen Juvenil (Magmático y Volcánico) de las Aguas Termales.* ....23

Figura 3: *Representación de Iones (Cationes y Aniones) en el Diagrama de Piper.* .....28

Figura 4: *Áreas de Interpretación en el Diagrama de Piper.* .....29

Figura 5: *Clasificación de las Aguas Termales según su Localización.* .....30

Figura 6: *Clasificación de las Aguas Termales según su Mineralización.* .....31

Figura 7: *Curva de Calidad Ambiental para Coliformes Fecales (CF).* .....36

Figura 8: *Curva de Calidad Ambiental para Potencial de Hidrógeno.* .....37

Figura 9: *Curva de Calidad Ambiental para Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).* .....38

Figura 10: *Curva de Calidad Ambiental para Nitratos (NO<sub>3</sub>).*.....39

Figura 11: *Curva de Calidad Ambiental para Fosfatos (PO<sub>4</sub>).* .....40

Figura 12: *Curva de Calidad Ambiental para Temperatura (T).*.....41

Figura 13: *Curva de Calidad Ambiental para Turbidez (TBD).* .....42

Figura 14: *Curva de Calidad Ambiental para Sólidos Totales Disueltos (TDS).*.....43

Figura 15: *Curva de Calidad Ambiental para Oxígeno Disuelto (OD).*.....45

Figura 16: *Escala de los ICA como función del Uso del Agua.* .....46

Figura 17: *Mapa de Ubicación de las Aguas Termales de Churin, Picoy y Collpa.* .....66

Figura 18: *Fuentes Termales en el Perú.* .....67

Figura 19: *Aguas Termales de Churin.* .....74

Figura 20: *Centro Poblado de Churin.* .....74

Figura 21: *Mapa 2D y 3D del C.P. de Churin.* .....75

Figura 22: *Aguas Termales de Picoy.* .....76

Figura 23: *Centro Poblado de Picoy.* .....76

Figura 24: <i>Mapa 2D y 3D del C.P. de Picoy.</i> .....	77
Figura 25: <i>Aguas Termales de Collpa.</i> .....	78
Figura 26: <i>Centro Poblado de Collpa.</i> .....	78
Figura 27: <i>Mapa 2D y 3D del C.P. de Collpa.</i> .....	79
Figura 28: <i>Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos.</i> .....	81
Figura 29: <i>Metodología Empleada para la Investigación.</i> .....	88
Figura 30: <i>Índices de Calidad del Agua de las Fuentes Termales.</i> .....	97
Figura 31: <i>Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas Termales.</i> .....	110
Figura 32: <i>Estándares de Calidad Ambiental para las fuentes termales.</i> .....	124
Figura 33: <i>Grado de Contaminación Microbiológica de los Coliformes Totales.</i> .....	127
Figura 34: <i>Grado de Contaminación Microbiológica de los Coliformes Termotolerantes.</i> ...	128

## RESUMEN

El uso de las aguas termales para uso recreativo, en su mayoría, son aguas subterráneas que brotan de un manantial, cuyos componentes minerales y temperaturas superiores a la media ambiental se dice que tienen propiedades terapéuticas como baños, inhalaciones, irrigaciones y calefacción; sin embargo, el uso inadecuado y excesivo de este tipo de aguas, pueden causar cambios fisicoquímicos y bacteriológicos de las misma, contaminándolo ambiental y sanitariamente a lo largo del tiempo. El objetivo principal de esta investigación fue evaluar la Contaminación Fisicoquímica y Bacteriológica de las aguas termales Churin, Picoy y Collpa, en los distritos de Pachangara (Prov. De Oyon), Santa Leonor (Prov. De Huaura) y Santa Cruz de Andamarca (Prov. De Huaral), respectivamente, departamento de Lima. La hipótesis principal fue que las aguas termales no cumplen con los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de Calidad del Agua. Este estudio es de enfoque cuantitativo (deductivo) y de nivel descriptivo, no experimental (observacional), longitudinal y prospectivo.

***Palabra clave:*** contaminación, fisicoquímica, bacteriológica.

## ABSTRACT

This report describes the experience acquired after obtaining the Bachelor's degree in Geographic Engineering, which consists of geospatial analysis through the use of Geographic Information System (GIS) programs such as ArcGI and QGIS. MapInfo Pro. In this capacity, thematic maps were developed for the various phases of the 2D seismic survey project in the Piura Region, specifically in lot XXII.

To meet the objectives of the approved project, a series of analytical and processing processes were carried out on georeferenced data that were represented in various ways, including vectors, lines, points, polygons and raster modeling. These data were converted into shape format, which allowed the creation of thematic maps that reflected the different components of the project. As a result of these efforts, the project managed to obtain environmental certification from the General Directorate of Energy Environmental Affairs (DGAAE) of the Ministry of Energy and Mines (MINEM) through Directive Resolution No. 067 MEM/DGAAE, which was approved in the year 2010. This outstanding achievement underlines the valuable contribution of the author in the successful execution of the project.

Keywords: Environmental Impact Study, Geographic Information System.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Descripción y Formulación del Problema.

#### 1.1.1. Descripción del Problema.

Las aguas termales son aquellas aguas minerales que salen del suelo con más de 5°C que la temperatura superficial. Estas aguas proceden de capas subterráneas de la Tierra que se encuentran a mayor temperatura, las cuales son ricas en diferentes componentes minerales y permiten su utilización terapéutica (hidroterapia) como baños, inhalaciones, irrigaciones, y calefacción. Por lo general se encuentran a lo largo de líneas de fallas ya que a lo largo del plano de falla pueden introducirse las aguas subterráneas que se calientan al llegar a cierta profundidad y suben después en forma de vapor (que puede condensarse al llegar a la superficie, formando un géiser) o de agua caliente (Maximino, 1956).

A nivel mundial existen aguas termales, baños termales o spas para uso recreacional donde a menudo son visitadas por el público en general con fines de tratamiento médico o simplemente con fines de ocio. El uso recreativo tiene por objeto el aprovechamiento de estas aguas para fines de esparcimiento, deporte, recreación o turismo. En el Perú existen más de 500 fuentes termales distribuidas por todo el país, de las cuales 242 tienen capacidad para ser aprovechadas turísticamente; solo el departamento de Lima tiene un 10% del total de fuentes termales superado por el Departamento de Cajamarca con un 12% (MINCETUR, 2012). Sin embargo, estas aguas que están siendo constantemente usadas recreativamente por el público en general (turistas), están teniendo un cambio en su calidad, siendo alteradas fisicoquímica y/o biológicamente, sin tener un cuidado sanitario y ambientalmente adecuado por parte de los administradores, comunidad, autoridades locales y organismos técnicos pertinentes.

Según apunta la Organización Mundial de la Salud (OMS), la principal fuente de virus y bacterias en los baños termales son las heces, procedentes de excrementos depositados

accidentalmente por los usuarios o cuando las instalaciones están al aire libre, de pájaros o roedores. Las materias fecales del hombre y de los animales contienen una gran variedad de microorganismos enteropatógenos como campylobacter, salmonella, shigella, yersinia, aeromonas, pasteurilla, francisella, leptospira, vibrio, protozoarios y varios grupos de virus. Cuando estos microorganismos son descargados en aguas naturales, su presencia denota contaminación fecal y constituyen un riesgo de transmisión de enfermedades para la población humana (Borrego et al., 1990). También llegan virus y bacterias en las mucosas, la saliva y la piel de los bañistas. Estudios experimentales acreditan que la contaminación aportada al agua de una piscina por una sola persona, es de unos diez millones de gérmenes totales, un millón de coliformes y cien mil coliformes fecales. Cierta tipo de pacientes, después de una sesión en la piscina, pueden aportar de 15000 a 40000 gérmenes por ml de agua. Estos gérmenes provenientes principalmente de la orina son escherichia coli, proteus, bacilo piocianico, estafilococos, etc. (Condori y Guillen, 2018). Entre los gérmenes piscinícolas más habituales se encuentran los adenovirus, que pueden causar conjuntivitis y faringitis; el giardia intestinalis, parásito responsable de náuseas, calambres y diarrea; y la bacteria escherichia coli, que provoca diarreas y colitis. En la mayoría de los casos se eliminan con cloro o bromo y manteniendo el pH adecuado (OMS, 2019).

Cabe mencionar que las aguas minerales termales de los balnearios son uno de estos hábitats extremos ya que tienen altas temperaturas y elevadas concentraciones de sales, condiciones desfavorables para la vida de muchos seres vivos, sin embargo, poseen una población microbiana autóctona que suele ser característica de cada tipo de agua y que depende de sus propiedades fisicoquímicas (De la Rosa y Mosso 2005).

Vendrell et al. (1998) señala que al encontrar bacterias impropias de esta localización y además ser patógenas para el hombre, supone una contaminación exógena del agua.

Thorolfsdottir y Marteinsson (2013) señala que se puede encontrar una vasta diversidad de estos microorganismos en piscinas y en otras aguas usadas para recreación o turismo, procedentes de diferentes fuentes, como los seres humanos, animales o el medio ambiente.

En la zona de estudio, provincia de Lima, existen Fuentes o Baños Termales como los de Churin, Picoy y Collpa, lugares muy concurridos por turistas locales y extranjeros; aquí encontramos pozas abiertos al aire libre y cerrado con aguas termomedicinales y termominerales para tratar diferentes afecciones. Estas aguas termales proceden de las capas subterráneas de la tierra con temperaturas muy elevadas y alta concentración de minerales, por lo cual, la población turística hace uso de estas aguas para aplicaciones terapéuticas. Sin embargo, estas propiedades del agua pueden verse afectadas por la presencia o aumento de virus, bacterias, protozoarios y otros parásitos que surge usualmente por efecto directo o indirecto de cambios en el medio ambiente y en la población tales como el uso recreativo, terapéutico y medicinal del mismo; asimismo el uso excesivo de este tipo de agua causa en ella un cambio de pH, turbidez, oxígeno disuelto u parámetros fisicoquímicos de su calidad; además la falta de garantías en la seguridad del este recurso hídrico hace que la población turística de esta zona quede expuesta al riesgo de brotes a enfermedades relacionadas con el agua, y que pueden causar malestar gastrointestinal y síntomas generales similares a los de la gripe, como fiebre, calambres abdominales y diarrea y ser un foco infeccioso y peligroso para las personas.

Por este motivo, el objetivo principal de este estudio fue evaluar y determinar si las Aguas Termales de Churin, Picoy y Collpa cumplen con los parámetros Fisicoquímicos y Bacteriológicos de Calidad de Agua, siendo esta una zona de alto tránsito turístico para los Centros Poblados del mismo nombre que las Aguas Termales, ubicados en los distritos de Pachangara, Santa Leonor y Santa Cruz de Andamarca, respectivamente.

### **1.1.2. Formulación del Problema.**

#### **1.1.2.1. Problema General.**

- ¿Las aguas termales cumplen con los parámetros Físicoquímicos y Bacteriológicos de Calidad del Agua en Churin, Picoy y Collpa?

#### **1.1.2.2. Problemas Específicos.**

- ¿Las aguas termales cumplen con el Índice de Calidad de Agua (ICA-NSF) en Churin, Picoy y Collpa?
- ¿Las aguas termales cumplen con el Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas (ICSPS) para agua en Churin, Picoy y Collpa?
- ¿Las aguas termales cumplen con el Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA-AGUA) en Churin, Picoy y Collpa?
- ¿Las aguas termales cumplen con la Valoración del Grado de Contaminación Microbiológica (VGCM) para agua en Churin, Picoy y Collpa?

## **1.2. Antecedentes.**

### **1.2.1. Internacionales.**

**Cangahuamin (2021)** en su estudio denominado; **“Calidad físicoquímica y microbiológica de las aguas termales del Complejo Turístico Santa Catalina, ubicado en Papallacta, Provincia de Napo. Ecuador”**, tuvo como objetivo principal determinar la calidad sanitaria de las aguas termales del Complejo Turístico Santa Catalina mediante el análisis físicoquímico y microbiológico del agua. La muestra estuvo conformada por un total de 12 muestras tomadas en 03 puntos del balneario, las cuales fueron recolectadas con la ayuda de un muestreador de agua Van Dorn (botella de agua horizontal). Se realizó el análisis físicoquímico in situ de pH, temperatura, oxígeno disuelto, conductividad, salinidad y sólidos totales disueltos; asimismo se realizó el análisis químico en laboratorio de dureza total,

carbonatos, cloruros, azufre total, nitrógeno total, fósforo total y por último el análisis microbiológico de coliformes totales y fecales, staphylococcus, mohos y levaduras. Los resultados obtenidos indicaron valores promedios para coliformes totales y fecales de 12.16 UFC/mL y 1.83 UFC/mL respectivamente; staphylococcus de 68.5 UFC/mL y para los mohos y levaduras un valor promedio de 22.16 UFC/mL. Los resultados del estudio fisicoquímico para el agua termal indicaron tener una temperatura promedio de 38.8 °C por lo cual es considerada mesotermal, un pH promedio de 6.88 lo que indica aguas neutras, una concentración de cloruros promedio de 282.25 mg Cl<sup>-</sup>/L, azufre total de 173.16 mg S/L, nitrógeno de 0.09 mg N/L y fosforo de 0.33 mg P/L. Se concluyó que el agua del complejo cumple con los límites máximos permisibles de la normativa ambiental nacional y se encuentra en óptimas condiciones para su uso con fines recreativos.

**Arrieta y Bonifaz (2019)**, en su estudio denominado; “**Estudio fisicoquímico y microbiológico de las aguas termales en las piscinas El Salado en el Cantón Baños de Agua Santa provincia de Tungurahua, Ecuador**”, tuvo como objetivo principal determinar la calidad fisicoquímica y microbiológica de las aguas termales en las piscinas El Salado. La muestra estuvo conformada por 05 puntos y en cada punto se tomaron 03 muestras para un total de 15 muestras; asimismo el muestreo se realizó en 4 días (sábado, domingo, lunes y martes). En el laboratorio se realizó el análisis microbiológico (coliformes totales y pseudomonas aeruginosa) y en campo el análisis fisicoquímico (pH, color, olor, turbidez, conductividad y cloro residual). Los resultados indicaron que la temperatura es característica de aguas termales e hipertermales, con una turbidez promedio de 108 NTU debido a la cantidad de sólidos presentes en el agua. El pH está en condiciones aptas para el uso terapéutico de acuerdo a la Norma Cubana de Agua Mineral (NC 93-01-218:1995). Los resultados de coliformes totales en días feriados alcanzaron valores de  $\pm 13000$  UFC/mL mientras que en días normales fueron de  $\pm 5700$  UFC/mL. El resultado con menor grado de contaminación es

la captación de entrada con un valor de  $\pm 200$  UFC/mL. Por último, la pseudomona aeruginosa presentaron valores de 3 UFC/mL para la piscina caliente y la captación en la entrada. Se concluyó que estas aguas no son aptas para el uso recreativo y turístico; asimismo se recomendó la limpieza y desinfección de los tanques una vez al mes para disminuir el grado de contaminación de estas aguas.

**Chaucalá (2018)**, en su estudio denominado; “**Estudio de la calidad ambiental de las aguas termales del balneario El Tingo, provincia de Pichincha. Ecuador**”, tuvo como objetivo principal evaluar la calidad ambiental de las aguas termales del balneario El Tingo. La muestra estuvo conformada por 03 puntos de muestreo los cuales fueron analizados en tres épocas diferentes del año con un total de 09 muestras. Se realizó in situ la medición fisicoquímica de conductividad, oxígeno disuelto, pH y temperatura; asimismo en el laboratorio se realizó el análisis microbiológico de coliformes totales, coliformes fecales, bacterias aerobias mesófilas, bacterias aerobias termófilas, conteo de mohos y levaduras; por último, se realizó el análisis químico de metales, dureza total, cationes y aniones. Los resultados indicaron concentraciones máximas de 282 UFC/mL y 374 UFC/mL para bacterias aerobias mesófilas y mohos/levaduras, respectivamente; sin embargo, no se observó crecimiento ni presencia de bacterias aerobias termófilas, coliformes totales, coliformes fecales y pseudomonas aeruginosa en ninguno de los puntos evaluados. Los valores fisicoquímicos máximos de temperatura fueron de 41.7 °C clasificada como hipertermal, conductividad eléctrica 3.13 mS/cm, oxígeno disuelto 2.53 mg/L, pH neutro 7.26 y dureza total 658 mg/L. Con relación a cationes y aniones se encontró altas concentraciones de  $Mg^{+2}$ ,  $Ca^{+2}$ ,  $K^{+}$  y  $(SO_4)^{-}$ ; mientras que el As, Fe, B,  $(NO_3)^{-}$  y  $F^{-}$  se encontraron en menor concentración. Se concluyó que las aguas del balneario son de buena calidad para las personas que lo usan de forma turística o recreativa.

**Benavides (2017)**, en su estudio denominado; “**Análisis microbiológico de las aguas termales en la comunidad Cunuyacu ubicado en la parroquia Pastocalle perteneciente a la provincia de Cotopaxi, Ecuador**”, tuvo como objetivo principal especificar el tipo de microbiota existente y su perfil de resistencia a variados antibióticos que tienen las aguas termales de Cunuyacu. La muestra estuvo conformada por 04 puntos de monitoreo en la fuente termal de Cunuyacu. Las aguas termales de Cunuyacu fueron ubicadas como hipotermas y ligeramente ácidas. Se realizó un análisis físico-químico in situ en el que se determinó pH y temperatura, además de un análisis microbiológico en el laboratorio de bacterias aerobias mesófilas, *Escherichia coli*, coliformes totales, *Staphylococcus aureus*, mohos y levaduras; posterior a esto se procedió al recuento, descripción macroscópica y selección de colonias más representativas. Los resultados indicaron que estas aguas tienen un pH y temperatura promedio de 6.25 y 24.8°C, respectivamente; asimismo se obtuvo valores medios de 12.3 UFC/mL, 3 UFC/mL, 17 UFC/mL, 3 UFC/mL, 8 UFC/mL y 13 UFC/mL para bacterias aerobias mesófilas, *Escherichia coli*, coliformes totales, *Staphylococcus aureus*, mohos y levaduras, respectivamente. El antibiograma para el caso de los cocos Gram positivos mostró sensibilidad a la nitrofurantoína y resistencia a la mayoría de antibióticos. Los clones de bacilos Gram negativos aislados son sensibles a la ciprofloxacina y a la estreptomina, la mayoría presenta resistencia bacteriana como la carbenicilina que muestra resistencia en todos sus clones aislados. El bacilo Gram positivo muestra resistencia para la ampicilina, amoxicilina más ácido clavulánico, ceftriazona, nitrofurantoína, cefalotina, oxaciclina, penicilina, tetraciclina y vancomicina. En conclusión, estas aguas termales no son un riesgo sanitario para las personas que visitan este lugar, sin embargo, hay que tomar medidas que eviten o disminuyan la contaminación del agua.

**Cortes (2016)**, en su estudio denominado; “**Estudio microbiológico de las aguas termales del Balneario El Cachaco ubicado en la parroquia Calacalí de la provincia de**

**pichincha, Ecuador**”, tuvo como objetivo principal determinar el microbiota autóctona y alóctona que poseen estas aguas y su perfil de resistencia a varios antibióticos. La muestra estuvo conformada por 05 puntos ubicados en el Balneario El Cachaco. Se efectuó un análisis fisicoquímico in situ en el que se determinó la temperatura y el pH y un análisis microbiológico en laboratorio mediante la siembra en placas petrifilm para aerobios mesófilos, escherichia coli, coliformes totales, staphylococcus aureus, mohos y levaduras; posterior a esto se procedió al recuento, descripción macroscópica y selección de colonias más representativas. Los resultados indicaron que estas aguas termales tienen un pH y temperatura promedio de 6.8 y 25.4°C respectivamente; asimismo se obtuvo una media de bacterias aerobias mesófilas, escherichia coli, coliformes totales, staphylococcus aureus, mohos y levaduras de 65 UFC/mL, 0 UFC/mL, 3 UFC/mL, 1 UFC/mL, 4 UFC/mL y 18 UFC/mL, respectivamente. En relación al antibiograma todos los cocos Gram positivos fueron sensibles a la gentamicina, imipenem y ciprofloxacina, el bacilo Gram positivo fue sensible además de los antibióticos mencionados a la kanamicina, todos los bacilos Gram negativos fueron sensibles al imipenem y a la ciprofloxacina. En conclusión, el agua termal no representa un grave riesgo sanitario para los usuarios, sin embargo, se deben tomar medidas que ayuden a disminuir la contaminación del agua termal y realizar estudios microbiológicos frecuentes que garanticen su calidad sanitaria.

**Dugarte (2014)**, en su estudio denominado; **“Calidad bacteriológica de las aguas termales de Tabay, Municipio Santos Marquina Mérida. Estado Mérida, Venezuela”**, tuvo como objetivo principal determinar la calidad bacteriológica de las aguas termales de Tabay. La muestra estuvo conformada por 04 puntos en total (03 de piscinas artificiales y 01 del naciente de agua termal). Se efectuó el análisis microbiológico en laboratorio de bacterias aerobias mesófilas, coliformes totales, coliformes fecales, pseudomonas aeruginosa. Los resultados indicaron que la máxima cantidad de bacterias aerobias mesófilas, coliformes totales, coliformes fecales, pseudomonas aeruginosa encontradas en este tipo de agua es de

2520 UFC/mL, 2730 UFC/mL, 21 UFC/mL y 269 UFC/mL respectivamente; asimismo se identificaron dos especies de bacterias llamadas staphylococcus aureus y enterobacter sakazakii en bajo porcentaje. Se concluyó que estas aguas no son aptas para el uso recreativo y de turismo.

### *1.2.2. Nacionales.*

**García y Huamán (2021)**, en su estudio denominado; **“Evaluación de la Calidad Bacteriológica y Fisicoquímica de las Aguas Termales del Balneario Pampalca, distrito de San Pedro de Coris, región Huancavelica”**; tuvo como objetivo principal Evaluar la calidad bacteriológica y fisicoquímica de las aguas termales del balneario Pampalca. La muestra estuvo conformada por cuatro puntos de muestreo. El diseño que se utilizó fue de enfoque cuantitativo (deductivo) y de nivel descriptivo. Los resultados indicaron que estas aguas están clasificadas como aguas hipotermas con una media de 32.7 °C; asimismo se clasificó como aguas cloruradas y/o sulfatadas sódicas, según el Diagrama de Hill-Piper. Se determinó que el Índice de Calidad del Agua (ICA) tuvo un valor de 53.92 clasificándolo como calidad de agua buena y aceptable. Estas aguas estuvieron dentro de los Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA agua) de contacto primario, a excepción del oxígeno disuelto y níquel con valores medios de 2.91 y 0.042 mg/L, respectivamente. Según el Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas (ICSPS) lo clasificó como aguas regularmente saludables con un valor de 0.50. Por último, se categorizó como aguas sin contaminación, según la valoración del grado de contaminación microbiológica con un valor medio menor a 1.8 NMP/100mL para coliformes fecales y coliformes totales.

**Escobedo y Meléndez (2020)**, en su estudio denominado; **“Índice de Calidad Sanitaria de las Piscinas (ICSPS) y vacío legal ambiental del agua termo mineral de las piscinas del Centro Pultamarca Baños del Inca, región Cajamarca”**; tuvo como objetivo principal determinar el Índice de Calidad Sanitaria del agua termo mineral de piscinas del

centro Pultamarca Baños Del Inca – Cajamarca, comparándola con los Estándares de Calidad Ambiental según el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM y la Directiva Sanitaria N° 033-2010-MINSA/DIGESA, mediante el cual aprueban el reglamento sanitario de piscinas y analizar el vacío legal ambiental. La investigación tiene carácter descriptivo y no experimental, se han obtenido muestras de las cuatro piscinas del centro recreacional Pultamarca para obtener los parámetros básicos físicos, químicos y microbiológicos. Como resultado se obtuvo que los parámetros que se presentan en el reporte de control de calidad del agua potable - Baños del Inca no cumplen con los parámetros exigidos por los ECA de agua, pero si con la Directiva Sanitaria; por otro lado, las normativas para evaluar la calidad sanitaria de las aguas de piscina como el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM y la Directiva Sanitaria N° 033-2010-MINSA/DIGESA no contemplan en su estructura el agua de uso recreativo termo mineral. Del estudio se concluyó que para evaluar las aguas de piscina según el Decreto Supremo la información no es suficiente, sin embargo, según la Directiva Sanitaria la calidad del agua de piscina es “regularmente saludable”.

**Tintaya (2018)** en su estudio denominado; **“Contaminación bacteriológica por coliformes totales, coliformes fecales, escherichia coli y salmonella en aguas termales de alcance turístico de la región San Martín”**; tuvo como objetivo principal evaluar e identificar la contaminación bacteriológica por coliformes totales, coliformes fecales, escherichia coli y salmonella en aguas termales en épocas de menor y mayor afluencia turística entre junio y setiembre de 2016. La muestra estuvo conformada por 06 puntos donde se tomaron 04 muestras (menor y mayor afluencia de público) por cada punto, con un total de 24 muestras. El diseño que se utilizó fue de tipo no experimental, longitudinal y de nivel descriptivo-aplicativo. El método de análisis utilizado fue el Número Más Probable (NMP/100 mL) o Método Estandarizado de Fermentación de Tubos Múltiples para los casos de coliformes totales, coliformes fecales y e. coli, mientras que para el análisis de salmonella se aplicó el Método

Estandarizado de Presencia/Ausencia de Salmonella ISO 19250:2010. De acuerdo a los resultados obtenidos, la contaminación bacteriológica por coliformes totales, fecales y escherichia coli se dio en la estación de Sacanche con un promedio con 2931.1 NMP/100mL, 327.93 NMP/100mL y 34.85 NMP/100 mL respectivamente; sin embargo, no existió presencia de salmonella en ninguna de las fuentes estudiadas. Se concluyó que los promedios de contaminación bacteriológica en épocas de menor y mayor afluencia turística son estadísticamente iguales.

**Condori y Guillen (2018)**, en su estudio denominado; **Contaminación de las aguas termales de la piscina con coliformes fecales y totales en el barrio San Cristóbal, región Huancavelica**"; tuvo como objetivo principal identificar la contaminación de las aguas termales con coliformes totales y fecales en la piscina del Barrio San Cristóbal. La muestra estuvo constituida por las pozas A, B y privadas, las cuales fueron tomadas en días y horarios (05:00 y 16:00 horas) diferentes para constituir un total de 12 muestras. El diseño que se utilizó fue de tipo no experimental, longitudinal y de nivel descriptivo-aplicativo. Los resultados que se obtuvieron indicaron que para coliformes totales existe un máximo de 4200 NMP/100mL para el primer análisis y de 1800 NMP/100mL para el segundo análisis; de la misma manera, para el análisis de coliformes fecales se tuvo un máximo de 140 NMP/100mL y 180 NMP/100mL para el primer y segundo análisis respectivamente, siendo las pozas privadas las que tiene mayor contenido de coliformes totales y fecales. Se concluyó que las piscinas del Barrio de San Cristóbal se encuentran contaminado con coliformes totales y fecales, superando los estándares de calidad ambiental para aguas superficiales destinadas para recreación categoría B, según el DS N° 015-2015-MINAM.

**Cruz (2018)** en su estudio denominado; **“Determinación de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua en las piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo, provincia de Moyobamba, región San Martín”**; tuvo como objetivo principal

determinar la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua en las piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo. La muestra estuvo conformada por 04 muestras en las piscinas semi olímpica y 04 muestras en la piscina mediana. El diseño que se utilizó fue de tipo no experimental, transversal y de nivel descriptivo-comparativo. Los resultados encontrados para la piscina semi olímpica indicaron valores medios de 10 NTU de turbidez, 7.34 de pH, 4.25 mg/L de oxígeno disuelto, 7.75 mg/L de demanda bioquímica de oxígeno, 7.75 NMP/100 mL coliformes termotolerantes (fecales) y un 65.83% de los encuestados indican un olor aceptable de estas aguas; asimismo para la piscina mediana indicaron valores medios de 11.25 NTU de turbidez, 7.4 de pH, 4.25 mg/L de oxígeno disuelto, 8.75 mg/L de demanda bioquímica de oxígeno, 7.75 NMP/100 mL coliformes termotolerantes (fecales) y un 72.5% de los encuestados indican un olor aceptable de estas aguas. Se concluyó que las aguas termales de las piscinas cumplen con los parámetros establecidos en los estándares de calidad ambiental para aguas superficiales destinadas para recreación categoría B, según el DS N° 015-2015-MINAM.

**Vargas (2018)** en su estudio denominado; **“Determinación de la calidad microbiológica de las aguas termales de Yura durante los meses de septiembre a diciembre, región Arequipa”**; tuvo como objetivo principal determinar la calidad microbiológica de las aguas termales de Yura durante los meses de septiembre - diciembre, 2017. Se analizaron un total de 60 muestras en 10 pozos, realizados en cinco salidas, en la primera salida se tomó 20 muestras y en las otras restantes se tomó 10 muestras cada una. El diseño que se utilizó fue de tipo no experimental, longitudinal y de nivel descriptivo-comparativo. Los resultados indicaron que el 1.67% de las muestras tomadas no son aptas para uso recreativo con respecto a coliformes termotolerantes y un 3.33% con respecto a enterococcus faecalis; asimismo se encontró que un 26% de las muestras analizadas contienen bacterias pseudomonas aeruginosa y solo un 2% levaduras; sin embargo, no se encontró

colonias de mohos y salmonella en ninguna de las muestras. Se encontró que el promedio máximo de temperatura es de  $31.95 \pm 0.28$  °C; pH de  $6.5 \pm 0.13$ , turbidez de  $39.92 \pm 2.96$  NTU y conductividad de  $2421.67 \pm 365.70$   $\mu\text{S}/\text{cm}$  para todas las muestras analizadas. Se concluyó que la calidad microbiológica de las aguas termales del balneario de Yura es apta para el uso recreacional, establecido en los estándares de calidad ambiental, DS N° 002-2008-MINAM, en lo que respecta a coliformes totales, coliformes termotolerantes, enterococcus faecalis y salmonella.

**Rojas (2017)** en su estudio denominado; “**Caracterización de Aguas Termales mediante análisis Físicoquímico en el caserío de Chotén, distrito de San Juan, Región Cajamarca**”; tuvo como objetivo principal caracterizar las Aguas Termales del Caserío de Chotén mediante el análisis físicoquímico. La muestra estuvo conformada por 05 muestras diferentes. Los resultados indicaron valores máximos de temperatura, pH, conductividad, sólidos totales disueltos, turbidez, oxígeno disuelto de 53 °C, 7.51 unidades, 89  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 73 mg/L, 1 NTU y 1.1 mg/L respectivamente; asimismo determinó aguas frías, hipotermas e hipertermas, siendo esta última la predominante; el pH resultó ser neutro; las cinco muestras extraídas son moderadamente duras. El Na y  $\text{SO}_4$  resultaron ser los cationes y aniones predominantes. Por último, la mineralización hidroquímica resultó ser aguas sulfatadas y/o cloruradas cálcicas y/o magnésicas.

**Centeno (2016)** en su estudio denominado; “**Evaluación de la calidad de las aguas termales del balneario de Cocalmayo, distrito de Santa Teresa, La Convención, región Cusco**”; tuvo como objetivo principal evaluar la calidad de las aguas termales en el balneario de Cocalmayo, distrito de Santa Teresa. La muestra estuvo conformada por 05 puntos de muestreo los cuales fueron denominados como captación 01, captación 02, piscina 01, piscina 02 y piscina 03. El diseño que se utilizó fue de tipo no experimental, longitudinal y de nivel descriptivo. Se realizó el análisis físicoquímico, bacteriológico, calidad sanitaria y calidad de

agua de la fuente de origen y las piscinas de uso público. Los resultados indicaron que estas aguas tiene una calificación regularmente saludable con un valor de 0.66 según el Índice de Calidad Sanitaria de las Piscinas (ICSPS); el valor máximo de coliformes totales y termotolerantes fue de 14 NMP/100mL y 20 NMP/100mL respectivamente; asimismo los valores promedio de conductividad, turbiedad, solidos totales, pH, color, alcalinidad total, dureza total, cloruros, acidez, sulfatos, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, nitratos, nitritos y fosfatos fueron de 850  $\mu$ s/cm, 5 NTU, 50 mg/l, 7.1 Unidades, 3 UC, 145 mg/lCaCO<sub>3</sub>, 170 mg/lCaCO<sub>3</sub>, 160 mg/l, 11 mg/lCaCO<sub>3</sub>, 20 mg/l, 3.9 mg/l, 1 mg/l, 0.03 mg/l, 0 mg/l y 0.2 mg/l respectivamente; se evidenció ausencia de metales pesados (mercurio, cadmio y plomo) en la fuente termal y por último los resultados del Índice de Calidad del Agua (ICA) indicaron un valor promedio de 74.94, calificándolo como un agua de excelentes condiciones ambientales. En conclusión, el balneario de Cocalmayo, se considera apto para uso recreativo de contacto primario y secundario según los parámetros indicados en los estándares de calidad ambiental nacional para agua.

### **1.3. Objetivos.**

#### **1.3.1. Objetivo General.**

- Evaluar si las aguas termales cumplen con los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de Calidad de Agua en Churin, Picoy y Collpa, 2022.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos.**

- Determinar si las aguas termales cumplen con el Índice de Calidad de Agua (ICA-NSF) en Churin, Picoy y Collpa, 2022.
- Determinar si las aguas termales cumplen con el Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas (ICSPS) para agua en Churin, Picoy y Collpa, 2022.

- Determinar si las aguas termales cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA-AGUA) en Churin, Picoy y Collpa, 2022.
- Determinar si las aguas termales cumplen con la Valoración del Grado de Contaminación Microbiológica (VGCM) para agua en Churin, Picoy y Collpa, 2022.

#### **1.4. Justificación.**

Estas aguas o baños termales, de uso recreacional, son un recurso turístico, económico, cultural y social muy importante en varias zonas de nuestro país, por ese motivo existe la necesidad de determinar y evaluar la contaminación bacteriológica, física y química de este cuerpo de agua, por la constante afluencia de turistas y pobladores de la zona que la usan sin ningún protocolo sanitario y ambiental adecuado y que no altere la calidad del agua, ya que al alterarse su composición podría generar riesgos a la salud de las personas y contaminar este valioso recurso.

##### ***1.4.1. Justificación Teórica.***

De los resultados que se obtengan de este estudio, permitirán a la comunidad científica en nuestro país, ampliar el conocimiento con respecto al nivel de contaminación fisicoquímica y bacteriológica para este tipo de aguas, por ser un recurso hídrico importante para los turistas que la usan.

##### ***1.4.2. Justificación Práctica.***

Asimismo, de los resultados que se obtengan de este estudio, permitirán a las autoridades de los tres niveles de gobierno (central, regional y municipal) conocer la situación actual de este tipo de aguas y tomar acciones preventivas y correctivas necesarias para

implementar protocolos de bioseguridad para su uso adecuado, de manera que no altere la calidad de estas aguas.

#### ***1.4.3. Justificación Metodológica.***

Por último, el diseño y aplicación de esta investigación podrán ser utilizadas en estudios futuros, cuyo escenario sea similar a este, es decir una vez que hayan sido validadas y cumplan con la confiabilidad respectiva podrán ser replicadas en otras zonas con el mismo problema.

### **1.5. Hipótesis.**

#### ***1.5.1. Hipótesis General.***

- **H<sub>0</sub>:** Las aguas termales no cumplen con los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de Calidad del Agua en Churin, Picoy y Collpa, 2022.
- **H<sub>a</sub>:** Las aguas termales si cumplen con los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de Calidad del Agua en Churin, Picoy y Collpa, 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación.

#### 2.1.1. Generalidades.

##### 2.1.1.1. Calidad del Agua.

La calidad del agua se define en función de un conjunto de características variables fisicoquímicas o microbiológicas, así como de sus valores de aceptación o de rechazo (Zhen, 2009). La calidad natural de las aguas superficiales se ve alterada por el desarrollo de actividades antropogénicas y naturales, dicha alteración se ve reflejada debido a la capacidad de asimilación o depuración que tienen los cuerpos de agua, sin embargo, este proceso se cumple hasta que su capacidad de depuración se ve superada, el cual representa un riesgo para la salud humana y el ecosistema acuático (Apfata, 2015).

##### 2.1.1.2. Agua Recreacional.

Se define a aguas recreativas como aquellos cuerpos superficiales que se utilizan principalmente para baño y actividades deportivas (Nadal et al., 2012). Las aguas recreativas generalmente contienen una mezcla de microorganismos patógenos y no patógenos. Estos microorganismos pueden derivarse de efluentes cloacales, población recreativa que utiliza el agua (de defecación y/o vertimiento), ganado (ganado, ovejas, etc.), procesos industriales, actividades agrícolas, animales domésticos (como perros) y vida silvestre. Además, las aguas recreativas también pueden contener microorganismos patógenos de vida libre. Estas fuentes pueden incluir organismos patógenos que causan infecciones gastrointestinales después de la ingestión o infecciones del tracto respiratorio superior, oídos, ojos, cavidad nasal y piel. Las infecciones y enfermedades debidas al contacto recreativo con el agua son generalmente leves y difíciles de detectar a través de los sistemas de vigilancia rutinaria (WHO, 2003).

Los microorganismos patógenos que se encuentran en el agua de uso recreacional pueden producir enfermedades gastrointestinales, respiratorias febriles agudas e infecciones en

ojos y oídos (Nadal et al., 2012). Los criterios de calidad del agua recreativa se usan para evaluar la inocuidad del agua para la natación y otras actividades acuáticas. La inquietud primaria es proteger la salud humana al prevenir la contaminación del agua con material fecal o microorganismos que podrían causar infecciones gastrointestinales y afecciones al oído, ojo o piel. Por ello, generalmente los criterios se fijan para indicadores de contaminación fecal, tales como coliformes fecales y agentes patógenos (Enderlein et al. 1997).

#### **2.1.1.3. Tipos de agua destinadas para recreación.**

Según el Informe de Secretaría Técnica Colegiada (DIGESA, 2010), el agua destinada para recreación se clasifica en:

- **Contacto primario:** Se refiere a la inmersión del cuerpo en el agua. Por ejemplo: natación y buceo.
- **Contacto secundario:** Esta referido solo al contacto con el agua sin inmersión. Incluye deportes náuticos y la pesca.

#### **2.1.1.4. Aguas Subterráneas.**

El agua subterránea es conocida como aquellas formaciones geológicas que permiten el paso del agua y su explotación. Se encuentra en la zona saturada, debajo de la superficie terrestre. Las aguas subterráneas presentan los siguientes constituyentes químicos de acuerdo a Castillo et al. (2009), quienes siguieron la clasificación de Freeze y Cherry (1979) por su frecuencia de aparición y valor de concentración decreciente:

- **Constituyentes mayoritarios o fundamentales:**
  - Aniones: Carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos y nitratos.
  - Cationes: Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio y Amonio.
  - Otros: CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, Si(OH)<sub>4</sub>, o SiO<sub>2</sub>

- **Constituyentes minoritarios o secundarios:**

- Cationes: Mn, Fe, Li, Sr, Zn.
- Constituyentes traza: F<sup>-</sup>, S, SH, Br, NO, PO<sub>3</sub>, Al, Ti, Co, Cu, Pb, Ni, Cr, etc.

#### 2.1.1.5. Aguas termales, minerales, termominerales y minero-medicinales.

Es importante diferenciar entre aguas termales, minerales, termominerales y minero-medicinales. Se consideran **aguas termales** a aquellas que surgen del interior de la Tierra cuya temperatura es elevada (superior a los 20 °C o aguas con temperaturas superiores en 5 o 6 °C a la temperatura ambiental de la zona de surgencia). Las **aguas minerales** son aquellas aguas que en su composición química presentan ( $\Sigma_{\text{iones}} > 1000 \text{ mg/L}$ ) de algunos iones como son Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, H<sup>-</sup> CO<sub>3</sub>, Na<sup>++</sup>, Ca<sup>++</sup>, Li<sup>+</sup>, Ba<sup>+</sup> y Sr<sup>+</sup>, Mg<sup>+</sup>, Fe<sup>++</sup> entre otros. Cabe señalar que las aguas minerales pueden ser frías o calientes. Las **aguas termominerales** son aguas que cumplen con las dos características antes mencionadas a la vez. Finalmente, las aguas **minero-medicinales**, son aquellas que por su composición química y física tienen propiedades terapéuticas. Entonces no todas las fuentes termales son fuentes minerales, y no todas las fuentes minerales (o termominerales) son necesariamente minero-medicinales, es decir tener propiedades y/o poderes curativos, a los que comúnmente la gente asocia (Zumaeta, 2001).

#### 2.1.1.6. Recurso Termal.

El recurso termal en el país se encuentra ampliamente distribuido. Prácticamente contamos con fuentes en todas las regiones del país, con excepción de la selva baja y algunas zonas costeras. Casi la totalidad de las fuentes termales se encuentran ubicadas sobre los 2000 msnm en la cordillera andina, sólo 17 de más de 500 fuentes inventariadas a nivel nacional están bajo esta cota (Huamaní, 2000)

Las fuentes termales son un importante recurso natural, porque además de ser su uso parte de nuestro legado cultural se han constituido en una importante fuente de desarrollo

turístico-económico. Actualmente el uso de las fuentes en actividades balnearias (hoteles, recreos y spas) ha aumentado en nuestro país. Desde, el simple desarrollo local aplicando técnicas rústicas y artesanales hasta la construcción de instalaciones hoteleras y recreativas de gran envergadura.

### **2.1.2. Aguas Termales.**

#### **2.1.2.1. Definición.**

Ward et al. (1998) define a las aguas termales (o geotermales) como aguas naturales del sub-suelo con más de 5°C por encima de la temperatura ambiente. Estas aguas proceden de capas subterráneas que se encuentran a mayor temperatura, algunas son ricas en diferentes componentes minerales y permiten su utilización terapéutica (hidroterapia) como baños, inhalaciones, irrigaciones, y calefacción. Por lo general, se encuentran a lo largo de líneas de fallas geológicas que hacen que se calienten al llegar a cierta profundidad y suben después en forma de vapor, que puede condensarse al llegar a la superficie, formando así un cuerpo de agua caliente.

#### **2.1.2.2. Origen.**

Las fuentes termales tienen tres orígenes (Castany, 1971), según lo cual ellas pueden ser:

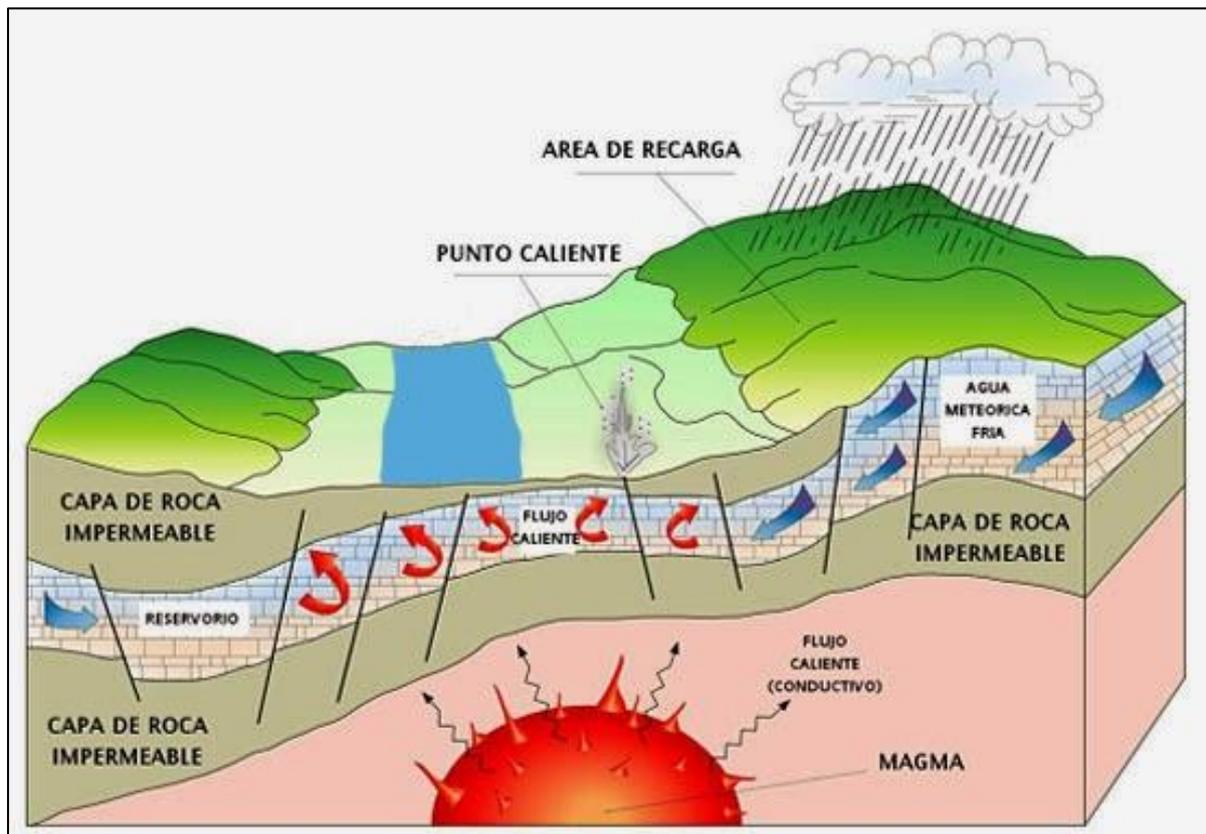
- **De origen meteórico:** El agua procedente de las precipitaciones se infiltra, descendiendo por gravedad hacia estratos profundos, elevando su temperatura por efecto del gradiente geotérmico. Este parámetro está definido como la variación de la temperatura respecto a la profundidad. El gradiente geotérmico no es constante pues depende de las características físicas que presente el material en cada punto del interior del planeta. Su valor promedio de 33 °C por cada 1000 m.

- **De origen juvenil:** En este caso se tiene de dos tipos magmático y volcánico, en el primero las aguas proceden de la cristalización del magma, el cual libera constituyentes volátiles que escapan a la superficie, compuesto principalmente de hidrógeno y vapor de agua. En el segundo, las aguas proceden de la consolidación de las lavas y el vapor de agua de origen volcánico (destilación de la humedad de las rocas, expulsión del vapor de agua de las capas profundas).
- **De origen mixto:** Aguas que proceden de la mezcla de aguas meteóricas y juveniles.

Las aguas de origen meteórico que se infiltran en el subsuelo descienden por gravedad hacia capas más profundas, elevando su temperatura en el curso de su circulación subterránea. Estas aguas pueden ascender posteriormente hasta la superficie, a través de las fisuras y fracturas existentes en las rocas, gracias a ciertos mecanismos de surgimiento, como se observa en la Figura 1 (Pinuaga, 2008).

**Figura 1:**

*Esquema del Origen Meteorico de las Aguas Termales.*

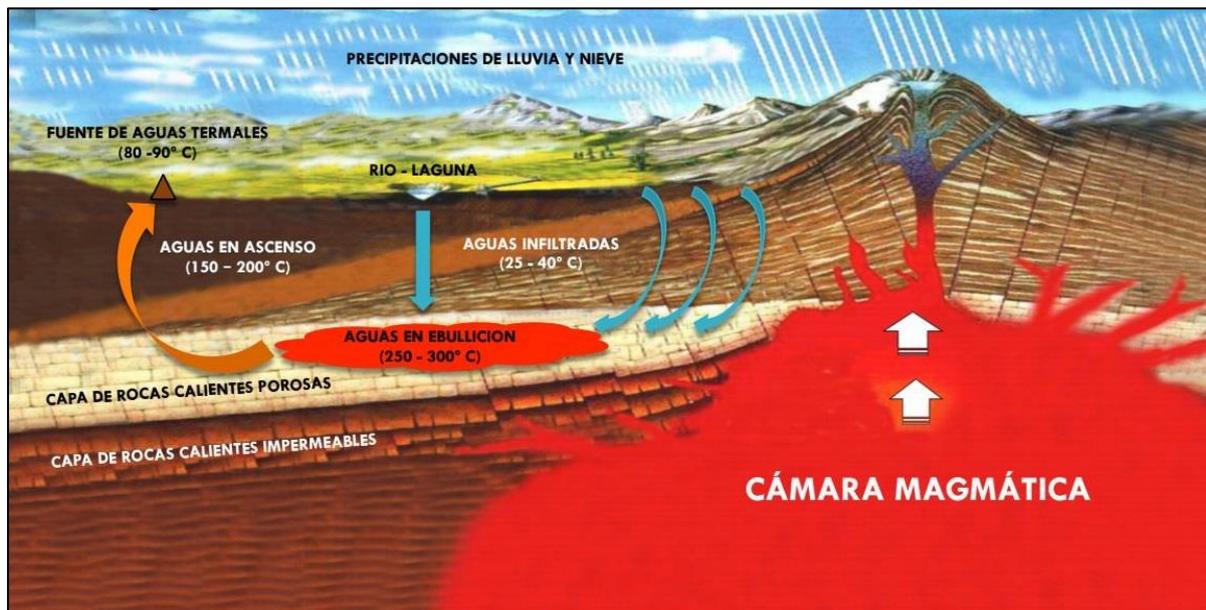


*Fuente:* Pinuaga, 2008.

En las zonas volcánicas, las aguas de origen juvenil pueden generarse por la condensación de vapores provenientes del ascenso y/o migración de magma y al agua de filtración, como se observa en la Figura 2 (Pinuaga, 2008).

**Figura 2:**

*Esquema del Origen Juvenil (Magmático y Volcánico) de las Aguas Termales.*



*Fuente: Pinuaga, 2008.*

### 2.1.2.3. Características.

Según Pinuaga (2008), existen dos tipos de aguas termales, de acuerdo a su origen geológico, las magmáticas y las telúricas. El tipo de terreno del que aparecen es una de las principales diferencias entre ambas, las aguas magmáticas nacen de filones metálicos o eruptivos, mientras que las telúricas pueden aparecer en cualquier lugar.

- **Aguas Magmáticas:** la temperatura de estas aguas es más elevada que las aguas telúricas, con temperaturas mayores a los 50° C, Los elementos más comúnmente encontrados son arsénico, boro, bromo, cobre, fósforo y nitrógeno; y tienen un caudal constante.
- **Aguas Telúricas:** la temperatura de estas aguas pocas veces supera los 50° C, su caudal varía dependiendo de la época del año debido a que proviene de la

infiltración de lluvias. Poseen menor cantidad de mineralización que las aguas magmáticas. Por lo general poseen bicarbonatos, cloruros, sales de cal y otros.

#### **2.1.2.4. Clasificación.**

Clasificación de las aguas de acuerdo a su temperatura y la más aceptada por la comunidad científica, según Fagundo et al. (2001) es:

- Aguas hipertermales: Mayor de 45 °C.
- Aguas mesotermas o calientes: De 35 a 45 °C.
- Aguas hipotermas o poco frías: De 20 a 35 °C.
- Aguas frías: Menor de 20 °C.

Sin embargo, desde el punto de vista hidroterápico y en relación con la llamada temperatura indiferente del organismo, las aguas se dividen en los siguientes tipos:

- Hipotermas: Menos de 35 °C.
- Mesotermas: Con temperaturas entre 35 y 37 °C.
- Hipertermales: Más de 37 °C.

Clasificación de las aguas de acuerdo a sus residuos secos, según Maraver et al. (2008), es:

- Mineralización: Superior a 1000 mg/L.
- Mineralización media: Entre 500 y 1000 mg/L.
- Mineralización débil: Entre 250 y 500 mg/L.
- Mineralización muy débil: Entre 100 y 250 mg/L.
- Oligometálicos: No superior a 100 mg/L.

Clasificación de las aguas de acuerdo a su presión osmótica, según Yupanqui (2006), es:

- Hipotónicas menor a 320 milimoles de Na<sup>+</sup> y Cl<sup>-</sup>
- Isotónicas de 320 a 330 milimoles de Na<sup>+</sup> y Cl<sup>-</sup>
- Hipertónicas mayor a 330 milimoles de Na<sup>+</sup> y Cl<sup>-</sup>

Clasificación de las aguas de acuerdo a su pH según Rojas et al. (2014) es:

- Aguas acidas: pH < 6.8
- Aguas neutras:  $6.8 \leq \text{pH} \leq 7.2$
- Aguas alcalinas: pH > 7.2

#### **2.1.2.5. Tipos.**

Según Fagundo et al. (2001), existen diferentes tipos de aguas termales clasificadas según su temperatura y composición, como se observa en las Tablas 1 y 2:

**Tabla 1:**

*Clasificación de las Aguas Termales según su Temperatura.*

<b>Tipos</b>	<b>Temperatura (°C)</b>
Aguas frías	< 20
Aguas hipotermas	20 – 35
Aguas mesotermas	35 – 45
Aguas hipertermas	45 – 100
Aguas supertermas	100 – 150

*Fuente:* Fagundo et al., 2001.

**Tabla 2:**

*Clasificación de las Aguas Termales según su Composición.*

<b>Tipos</b>	<b>Descripción</b>
Aguas ferruginosas	Contienen hierro bivalente en más de un miligramo por litro.
Aguas cloruradas	Contienen cloruros y su mineralización debe superar el gramo por litro.
Aguas sulfuradas	Contienen más de un miligramo por litro de azufre bivalente.
Aguas sulfatadas	Contienen sulfatos, a razón de al menos un gramo por litro.
Aguas bicarbonatadas	Contienen bicarbonato o, lo que es lo mismo, en sales ácidas del ácido carbónico.

*Fuente:* Fagundo et al., 2001.

#### **2.1.2.6. Normativa.**

El uso de las fuentes termales está legislado por el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo – MINCETUR, donde sólo se toman en consideración los usos balneológicos, turísticos y medicinales, siendo el marco legal el siguiente:

- Constitución Política del Perú de 1993.
- Ley N° 28611, Ley General del Ambiente.
- Ley N° 26842, Ley General de la Salud.
- Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos.
- Decreto Ley N° 25533, Uso de las Fuentes de Aguas Minero - Medicinales.
- DS N° 005-94-ITINCI, Reglamento del Decreto Ley N° 25533.
- DS N° 015-2005-MINCETUR, Modificaciones al DS N° 005-94-ITINCI.
- DS N° 007-2003-SA, Reglamento Sanitario de Piscinas.
- DS N° 001-2010-AG, Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos.

- Ley N° 26848, Ley Orgánica de Recursos Geotérmicos.
- DS N° 019-2010-EM, Reglamento de la Ley Orgánica de Recursos Geotérmicos.
- DS N° 008-2017-SA, Reglamento de Organización y Funciones del MINSA.
- RM N° 527-2016-MINSA, Índice de Calidad Sanitaria de las Piscinas.
- RM N° 484-2010-MINSA, Índice de Calidad Sanitaria de las Piscinas.
- DS N° 021-2011-MINCETUR, Reglamento centros de turismo termal y/o similares.

#### **2.1.2.7. Diagrama de Piper.**

Consiste en dos campos triangulares en los que se representan los aniones y los cationes por separado, además de un rombo (Ver Figura 1). En este los valores de cada eje corresponden al porcentaje que representa la especie en la suma total de cationes y aniones. En el campo de los cationes se representan el Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup> agrupados y el Mg<sup>2+</sup> y Ca<sup>2+</sup> por separado. En el campo de los aniones se representan el Cl<sup>-</sup> y (SO<sub>4</sub>)<sup>2-</sup> por separado y el (HCO<sub>3</sub>)<sup>-</sup> + (CO<sub>3</sub>)<sup>-</sup> agrupados.

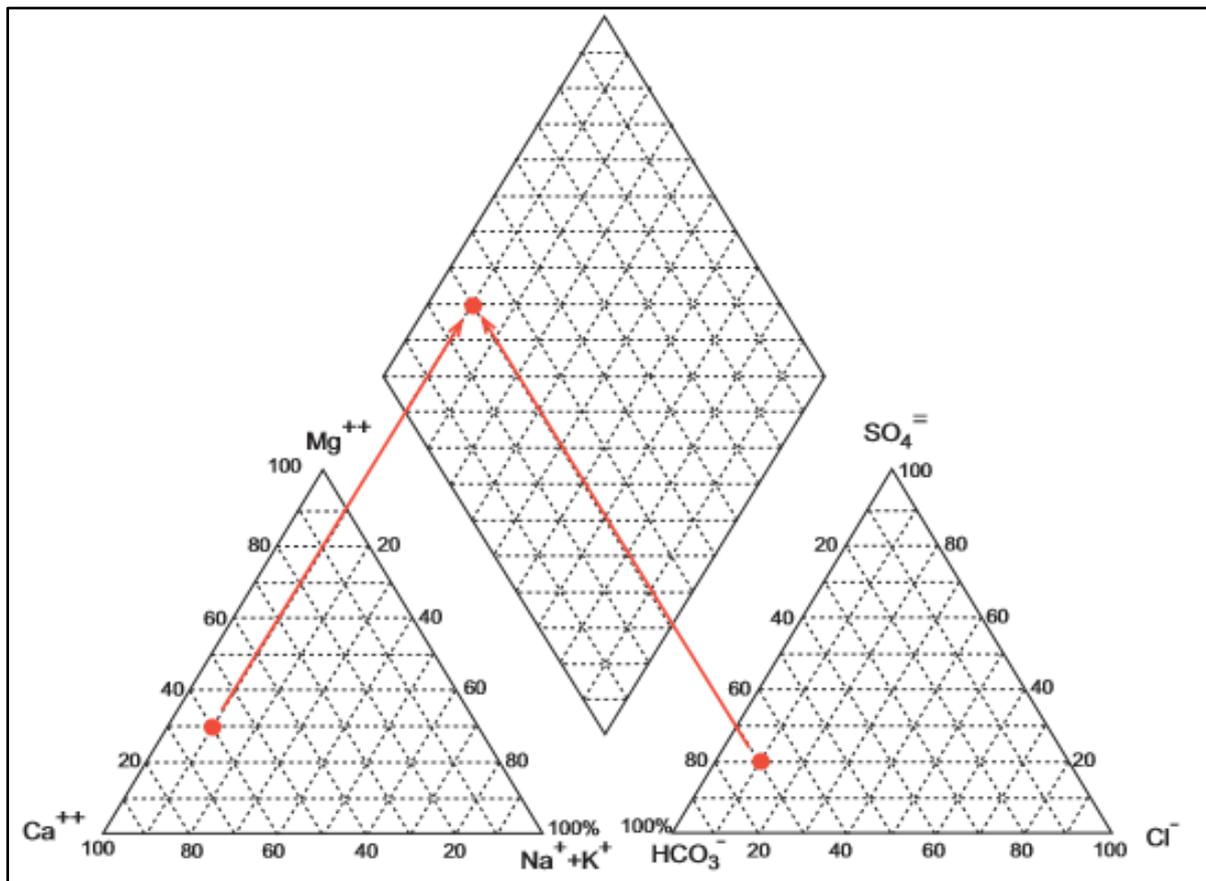
Los datos de partida para cada ion deben estar en meq/L, y es preciso calcular los porcentajes, considerando separadamente:

- Cationes = 100% (triángulo izquierdo).
- Aniones = 100% (triángulo derecho).

Posterior a su ubicación en cada campo, los puntos se proyectan hacia el rombo hasta donde se intersecten las líneas de proyección, ver Figura 3 (Sánchez, 2011).

**Figura 3:**

*Representación de Iones (Cationes y Aniones) en el Diagrama de Piper.*

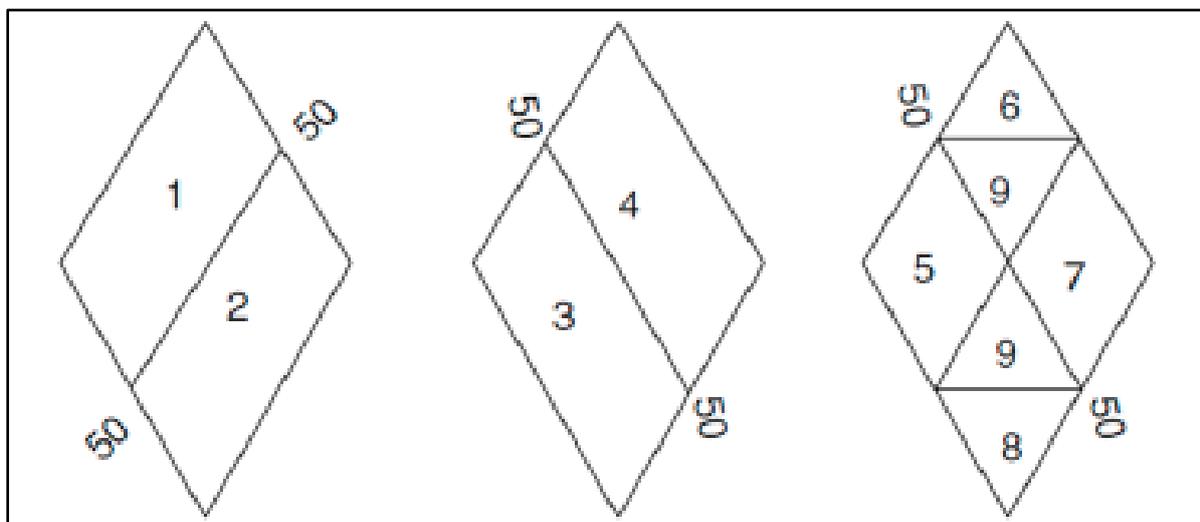


*Fuente: Sánchez, 2011.*

Los resultados del Diagrama de Piper se interpretan conforme a la Figura 4 y Tabla 3, donde se observa la interpretación de cada área, cuando la intersección de los de los puntos ubicados en los triángulos (aniones y cationes) se proyectan en el rombo.

**Figura 4:**

*Áreas de Interpretación en el Diagrama de Piper.*



*Fuente: Singhal & Gupta, 2010.*

**Tabla 3:**

*Interpretación de Áreas en el Diagrama de Piper.*

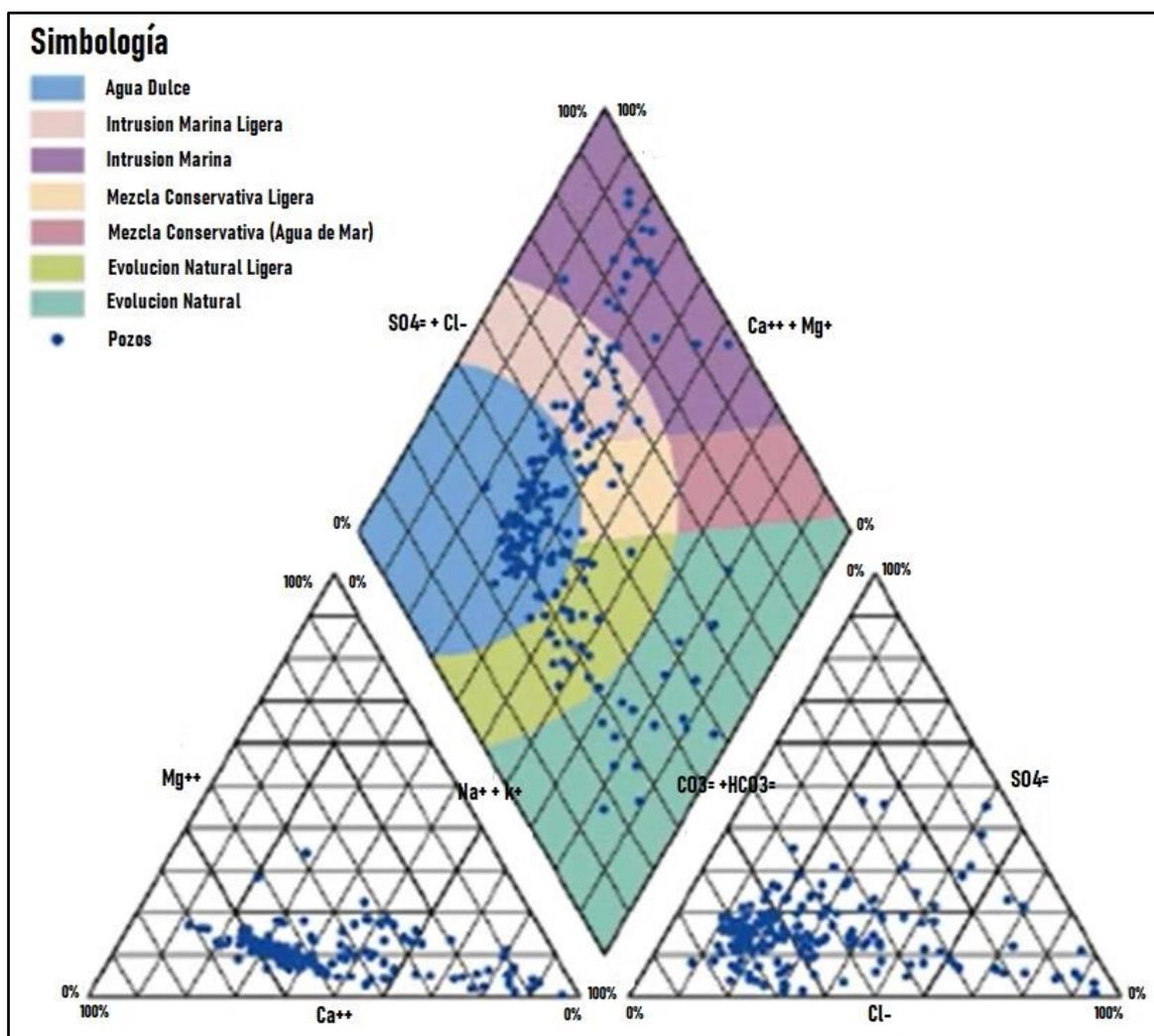
Área	Interpretación
Área 1	Las tierras alcalinas exceden los elementos alcalinos.
Área 2	Los elementos alcalinos exceden la tierra alcalina.
Área 3	Los ácidos débiles exceden los ácidos fuertes.
Área 4	Los ácidos fuertes exceden los ácidos débiles.
Área 5	Dureza Cálcica. (Alcalinidad Secundaria).
Área 6	Dureza Magnésica. (Salinidad Secundaria) Excede el 50%.
Área 7	Alcalinidad No Carbonacea (Salinidad primaria).
Área 8	Alcalinidad Carbonacea (Alcalinidad primaria) excede el 50%.
Área 9	Ningún Cation o Anion excede el 50%

*Fuente: Singhal & Gupta, 2010.*

Según Kelly (2006), realizó estudios de zonificación en el Diagrama de Piper para diferentes tipos de agua, lo cual se refleja en los colores de la simbología de la Figura 5.

**Figura 5:**

*Clasificación de las Aguas Termales según su Localización.*

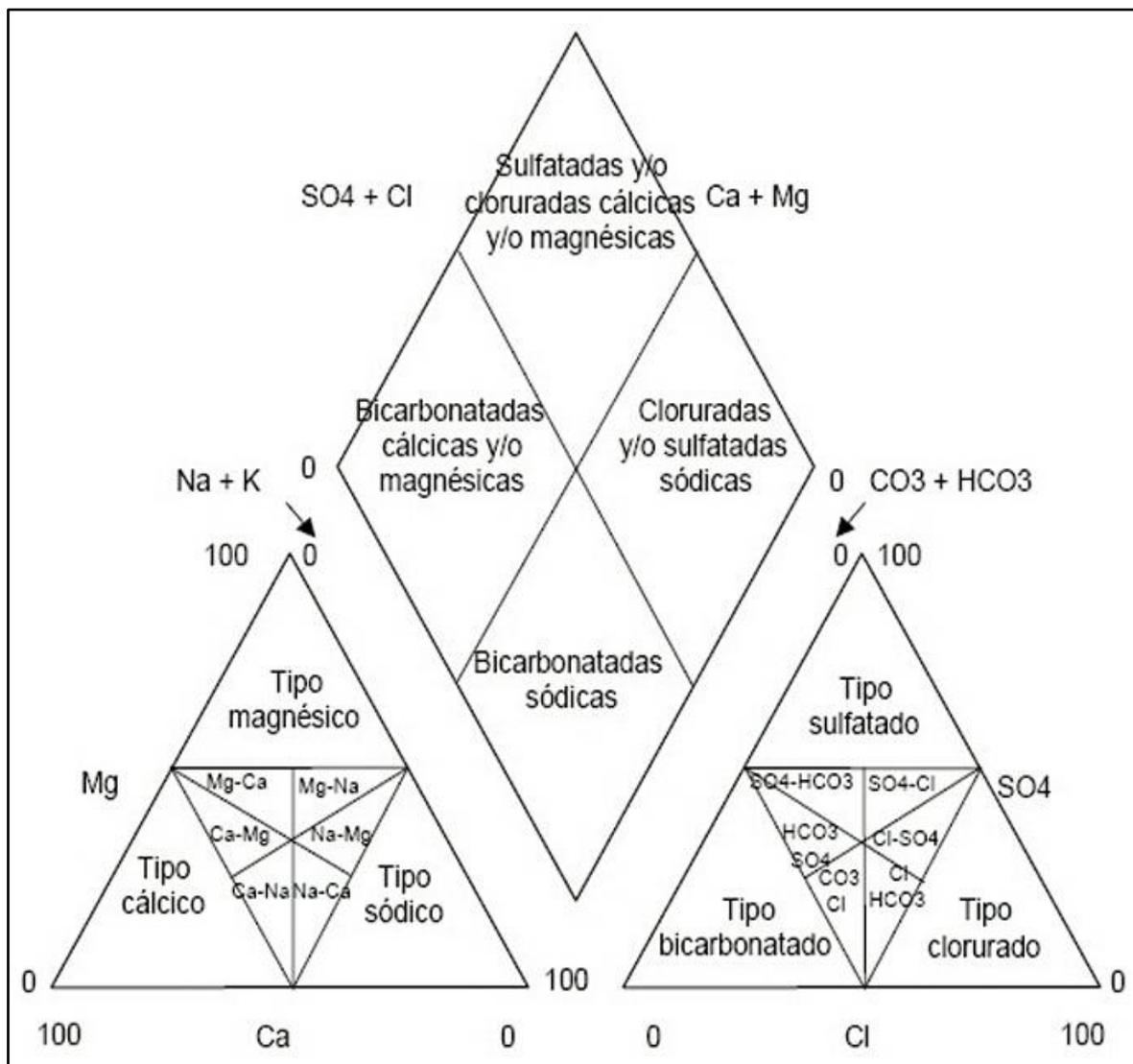


*Fuente:* Kelly, 2006.

Asimismo, los resultados del Diagrama de Piper pueden ser interpretados con relación a la ubicación espacial del análisis conforme a relaciones de predominancia como se observa en la Figura 6 (Singhal y Gupta, 2010).

**Figura 6:**

*Clasificación de las Aguas Termales según su Mineralización.*



*Fuente:* Singhal & Gupta, 2010.

### 2.1.2.8. Efectos de las Aguas Termales.

Según Pinuaga (2008), el agua mineraliza y caliente de las “termas” tiene diferentes efectos en el cuerpo humano. Algunos autores las dividen en tres, biológica, física y química, aunque en realidad actúan todas al mismo tiempo. El baño en aguas termales aumenta la temperatura del cuerpo, matando gérmenes, entre ellos virus, además aumenta la presión hidrostática del cuerpo, por lo que aumenta la circulación sanguínea y la oxigenación. Este

aumento en la temperatura ayuda a disolver y eliminar las toxinas del cuerpo. Al aumentar la oxigenación, el baño en aguas termales hace que mejore la alimentación de los tejidos del cuerpo en general, motivo por el cual aumenta el metabolismo, estimulando al mismo tiempo las secreciones del tracto digestivo y del hígado, ayudando así a la digestión. El baño repetido (especialmente en periodos de 3 a 4 semanas) puede ayudar a normalizar las funciones de las glándulas endocrinas, así como el funcionamiento en general del sistema nervioso autonómico del cuerpo. También existe un mejoramiento y estímulo del sistema inmune, relajación mental, producción de endorfinas y regulación de las funciones glandulares. Muchos de estos efectos se deben al consumo del cuerpo de minerales como dióxido de carbono, azufre, calcio y magnesio.

#### **2.1.2.9. Dimensión: Calidad Ambiental.**

- **Indicador: Índice de Calidad de Agua (ICA-NSF).**

El Índice de Calidad de Agua (ICA) es una herramienta que permite identificar la calidad de agua de un cuerpo superficial o subterráneo en un tiempo determinado. En general, el ICA incorpora datos de múltiples parámetros físicos, químicos y biológicos, en una ecuación matemática, mediante la cual se evalúa el estado de un cuerpo de agua (Yogendra y Puttaiah, 2008).

Por medio del ICA se puede realizar un análisis general de la calidad del agua en diferentes niveles, y determinar la vulnerabilidad del cuerpo frente a amenazas potenciales (Soni y Thomas, 2014).

Esta herramienta surge como una alternativa para la evaluación de los cuerpos hídricos permitiendo que los procesos de formulación de políticas públicas y seguimientos de los impactos sean más eficaces (Torres et al., 2009).

En la actualidad existen diferentes metodologías para evaluar la calidad de agua de un cuerpo; la diferencia entre una y otra radica en la forma de calcularse y en los parámetros que se tienen en cuenta en la formulación del índice respectivo.

El ICA propuesto por Brown es una versión modificada del “WQI” que fue desarrollada por la Fundación de Sanidad Nacional de EE.UU. (NSF), que en un esfuerzo por idear un sistema para comparar ríos en varios lugares del país, creó y diseñó un índice estándar llamado WQI (Water Quality Index) que en español se conoce como Índice de Calidad de agua (ICA).

Para la determinación del “ICA” interviene 09 parámetros, los cuales son:

- Coliformes Fecales o Termotolerantes (en NMP/100mL).
- Potencial de Hidrógeno (en unidades de pH).
- Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO<sub>5</sub> en mg/ L).
- Nitratos (NO<sub>3</sub> en mg/L).
- Fosfatos (PO<sub>4</sub> en mg/L).
- Temperatura (en °C).
- Turbidez (en NTU).
- Sólidos Disueltos Totales (en mg/ L).
- Oxígeno Disuelto (OD en % saturación).

Se clasifica la Calidad del Agua con base a la Tabla 4:

**Tabla 4:**

*Clasificación del Índice de Calidad de Agua (ICA).*

Calidad del Agua	Valor	Trama
Excelente	91 – 100	Celeste
Buena	71 – 90	Verde
Regular	51 – 70	Amarillo
Mala	26 – 50	Naranja
Pésima	0 – 25	Rojo

*Nota:* Escala propuesta por Brown y modificada por la Fundación de Sanidad Nacional (NSF) de los EE.UU. Fuente: Brown et al., 1970 y NSF, 2006.

Para calcular el Índice de Brown se puede utilizar una suma lineal ponderada de los subíndices (ICA<sub>a</sub>) o una función ponderada multiplicativa (ICA<sub>m</sub>). Estas agregaciones se expresan matemáticamente como sigue:

$$ICA_a = \sum_{i=1}^9 Sub_i \times W_i$$

**Donde:**

- **W<sub>i</sub>:** Pesos relativos asignados a cada parámetro (Sub<sub>i</sub>), y ponderados entre 0 y 1, de tal forma que se cumpla que la sumatoria sea igual a uno.
- **Sub<sub>i</sub>:** Subíndice del parámetro i; según las curvas de calidad ambiental, valores que van de 0 a 100 (ver Tabla 5).

Según Gutiérrez et al., (2007) demostraron que el cálculo del ICA mediante técnicas multiplicativas es superior a las aritméticas, es decir que son mucho más sensibles a la variación

de los parámetros, reflejando con mayor precisión un cambio de calidad. Es por esta razón que la técnica que se aplicará en este estudio es la multiplicativa.

$$ICA_m = \prod_{i=1}^9 (Sub_i^{W_i})$$

**Donde:**

- **W<sub>i</sub>:** Pesos relativos asignados a cada parámetro (Sub<sub>i</sub>), y ponderados entre 0 y 1, de tal forma que se cumpla que la sumatoria sea igual a uno.
- **Sub<sub>i</sub>:** Subíndice del parámetro i; según las curvas de calidad ambiental, valores que van de 0 a 100 (ver Tabla 5).

**Tabla 5:**

*Pesos Relativos de Ponderación (PRP) según el método ICA – NSF.*

<b>Parámetro</b>	<b>Factor W<sub>i</sub></b>
Coliformes Fecales o Termotolerantes (CF)	0.15
Potencial de Hidrógeno (pH)	0.12
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	0.10
Nitratos (NO <sub>3</sub> )	0.10
Fosfatos (PO <sub>4</sub> )	0.10
Temperatura (T)	0.10
Turbidez (TUB)	0.08
Sólidos Disueltos Totales (TDS)	0.08
Oxígeno Disuelto (OD)	0.17
Total	1.00

*Fuente:* Brown et al., 1970 y NSF, 2006.

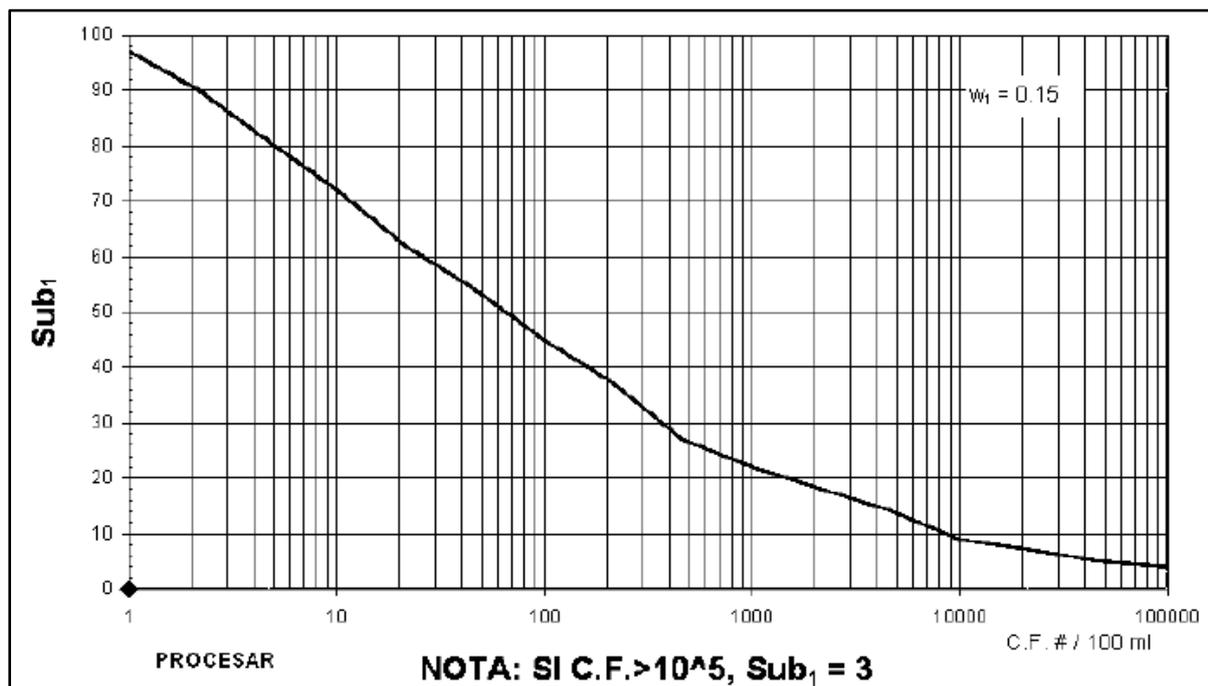
El cálculo del  $Sub_i$  del Índice de Calidad del Agua (ICA) se basa en las curvas de función o calidad ambiental como se indica a continuación:

### Coliformes Fecales (CF):

Si los coliformes fecales son mayores de 100000 Bacterias/100 mL, el  $Sub_1$  tendrá un valor de 3. Si el valor de coliformes fecales es menor de 100000 Bacterias/100 mL, se buscará el valor en el Eje X de la Figura 7 y se procederá a proyectarlo en el Eje Y, resultando el valor encontrado como el nuevo valor  $Sub_1$ .

### Figura 7:

*Curva de Calidad Ambiental para Coliformes Fecales (CF).*



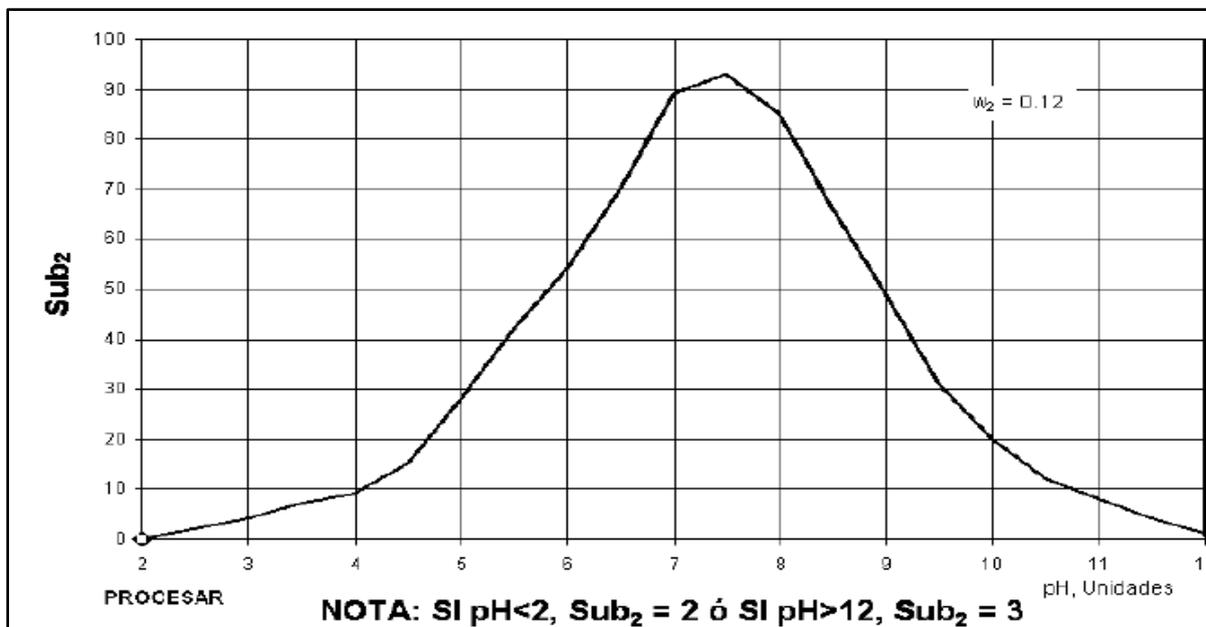
Fuente: Brown et al., 1970 y NSF, 2006.

### Potencial de Hidrogeno (pH):

Si el valor de pH es menor o igual a 2 unidades, el  $Sub_2$  será igual a 2, si el valor de pH es mayor o igual a 12 unidades, el  $Sub_2$  será igual a 3. Si el valor de pH esta entre 2 y 10, se buscará el valor en el Eje X de la Figura 8 y se procederá a proyectarlo en el Eje Y, resultando el valor encontrado como el nuevo valor  $Sub_2$ .

### Figura 8:

*Curva de Calidad Ambiental para Potencial de Hidrógeno.*



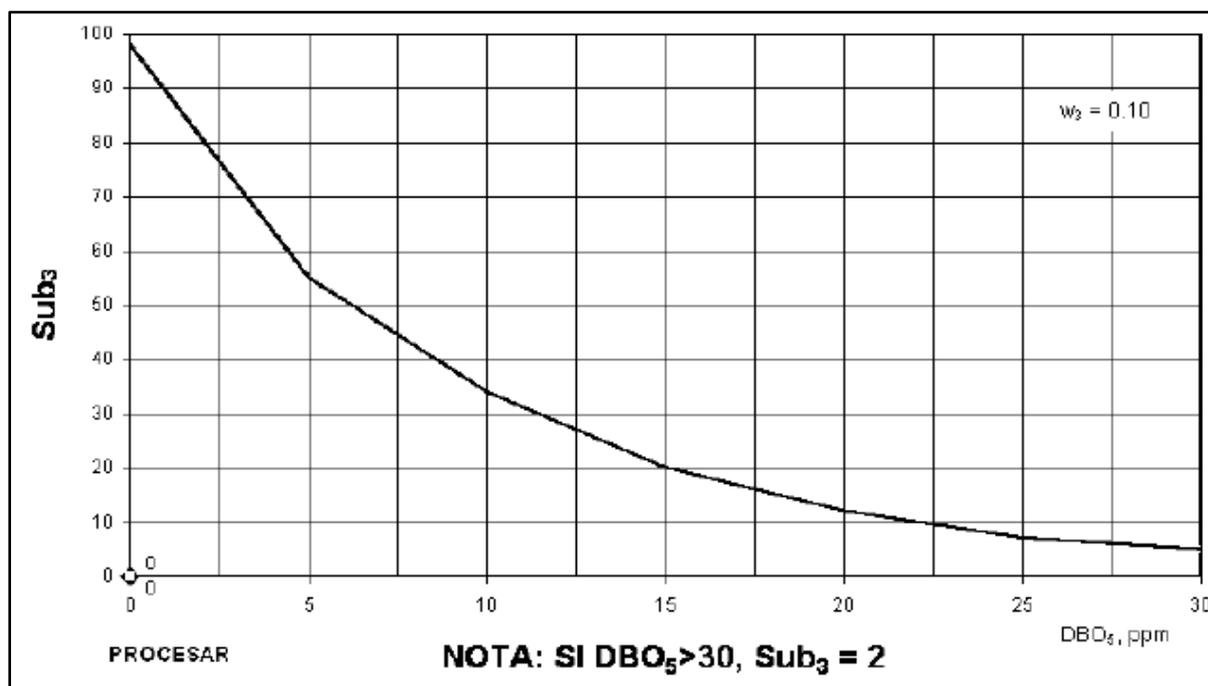
Fuente: Brown et al., 1970 y NSF, 2006.

### Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO):

Si la  $DBO_5$  es mayor de 30 mg/L, el  $Sub_3$  será igual a 2. Si la  $DBO_5$  es menor de 30 mg/L, se buscará el valor en el Eje X de la Figura 9 y se procederá a proyectarlo en el Eje Y, resultando el valor encontrado como el nuevo valor  $Sub_3$ .

### Figura 9:

*Curva de Calidad Ambiental para Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).*



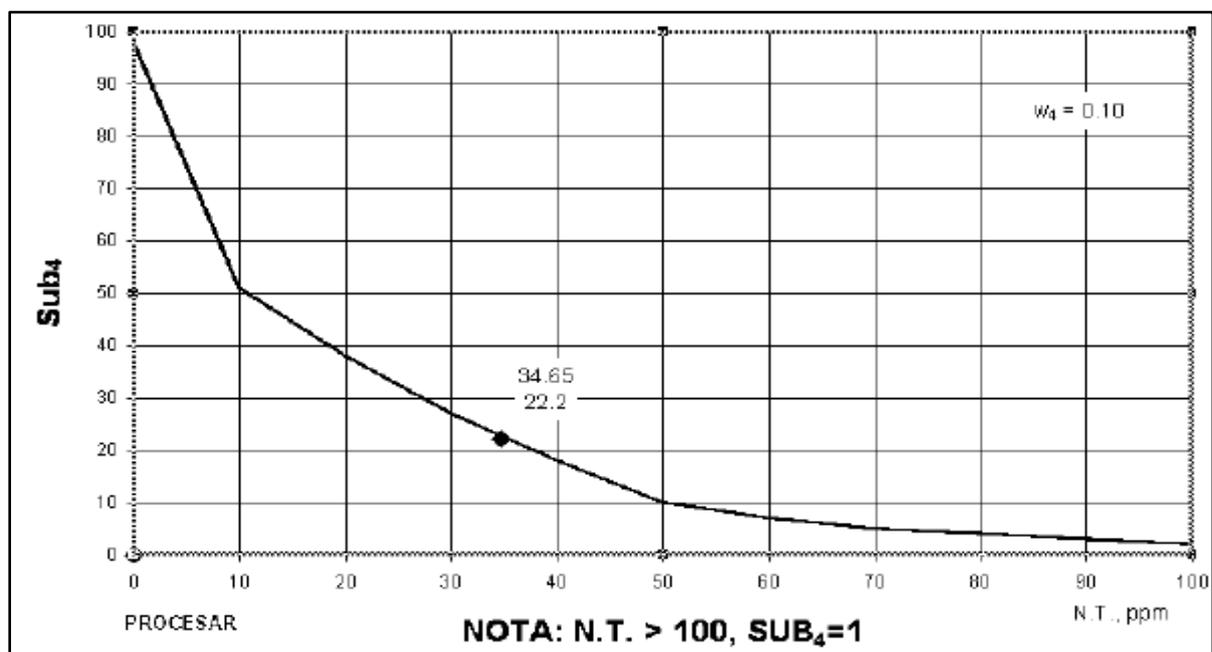
Fuente: Brown et al., 1970 y NSF, 2006.

### Nitratos ( $\text{NO}_3$ ):

Si el nitrato es mayor de 100 mg/L, el  $\text{Sub}_4$  será igual a 1. Si el nitrato es menor de 100 mg/L, se buscará el valor en el Eje X de la Figura 10 y se procederá a proyectarlo en el Eje Y, resultando el valor encontrado como el nuevo valor  $\text{Sub}_4$ .

### Figura 10:

*Curva de Calidad Ambiental para Nitratos ( $\text{NO}_3$ ).*



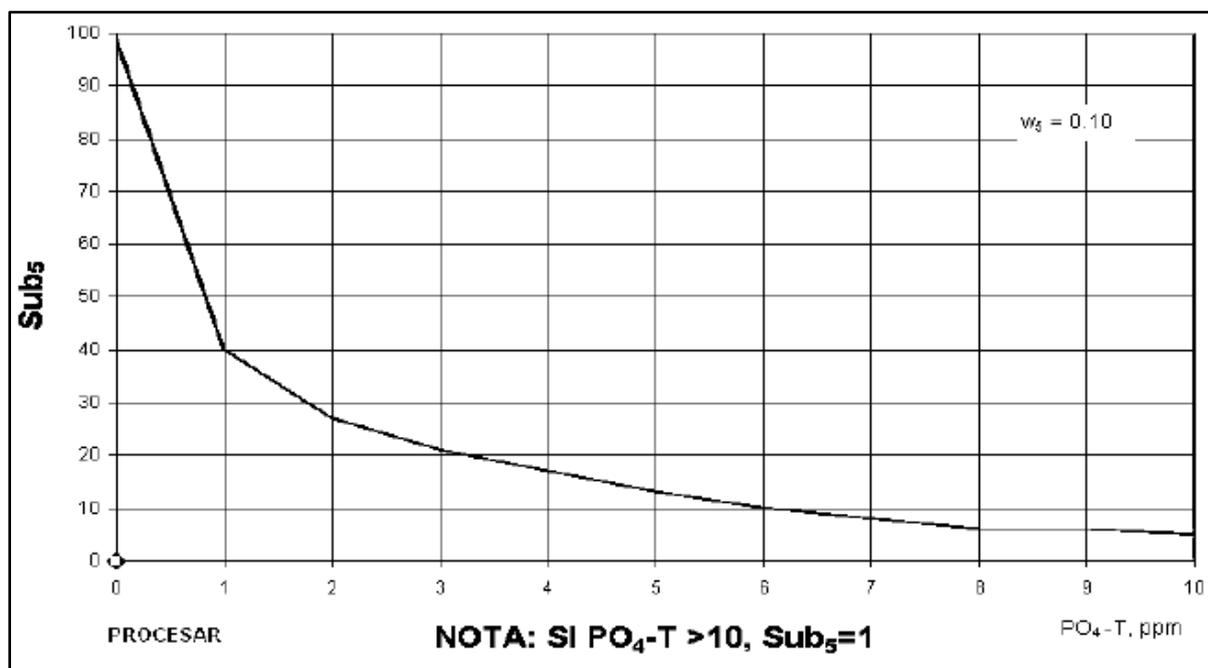
Fuente: Brown et al., 1970 y NSF, 2006.

### Fosfatos (PO<sub>4</sub>):

Si el fosfato es mayor de 10 mg/L, el Sub<sub>5</sub> será igual a 1. Si el fosfato es menor de 10 mg/L, se buscará el valor en el Eje X de la Figura 11 y se procederá a proyectarlo en el Eje Y, resultando el valor encontrado como el nuevo valor Sub<sub>5</sub>.

### Figura 11:

*Curva de Calidad Ambiental para Fosfatos (PO<sub>4</sub>).*



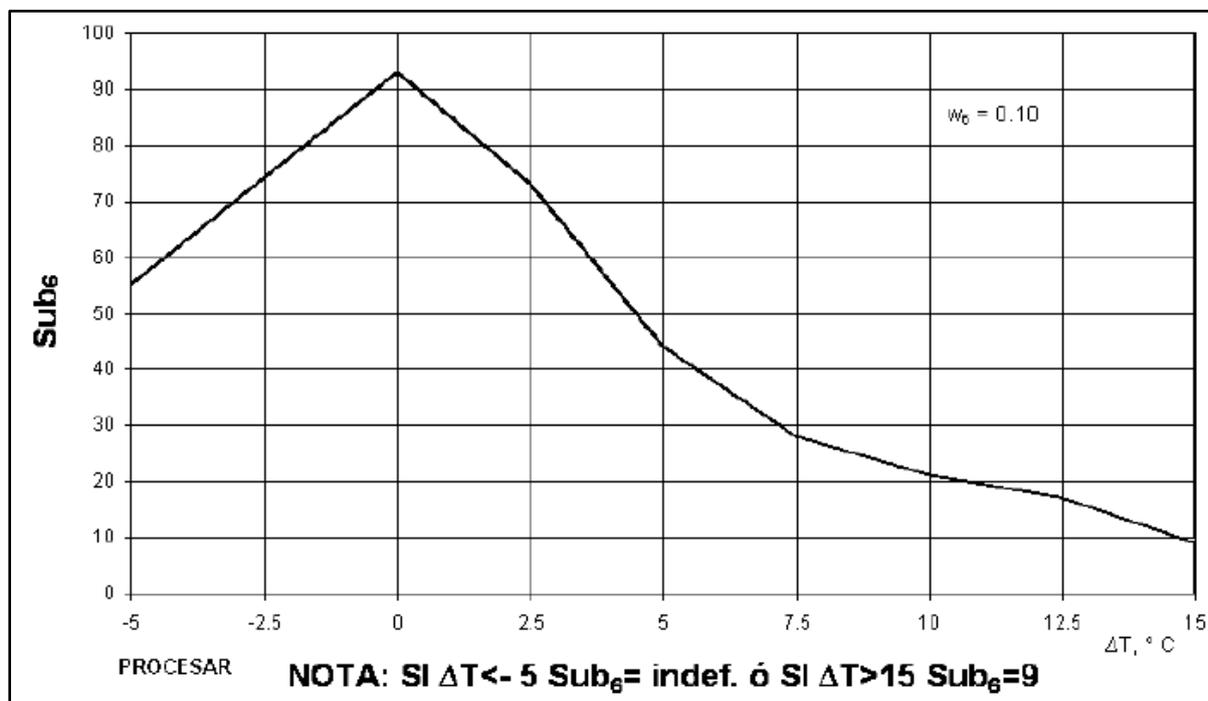
Fuente: Brown et al., 1970 y NSF, 2006.

### Temperatura (T):

Para el parámetro de temperatura ( $Sub_6$ ), primero hay que calcular la diferencia entre la  $T^\circ$  (Ambiente) y la  $T^\circ$  (Muestra) y con el valor obtenido proceder. Si el valor de esa diferencia es mayor de  $15^\circ\text{C}$  el  $Sub_6$  será igual a 9. Si el valor obtenido es menor a  $15^\circ\text{C}$ , se buscará el valor en el Eje X de la Figura 12 y se procederá a proyectarlo en el Eje Y, resultando el valor encontrado como el nuevo valor  $Sub_6$ .

### Figura 12:

*Curva de Calidad Ambiental para Temperatura (T).*



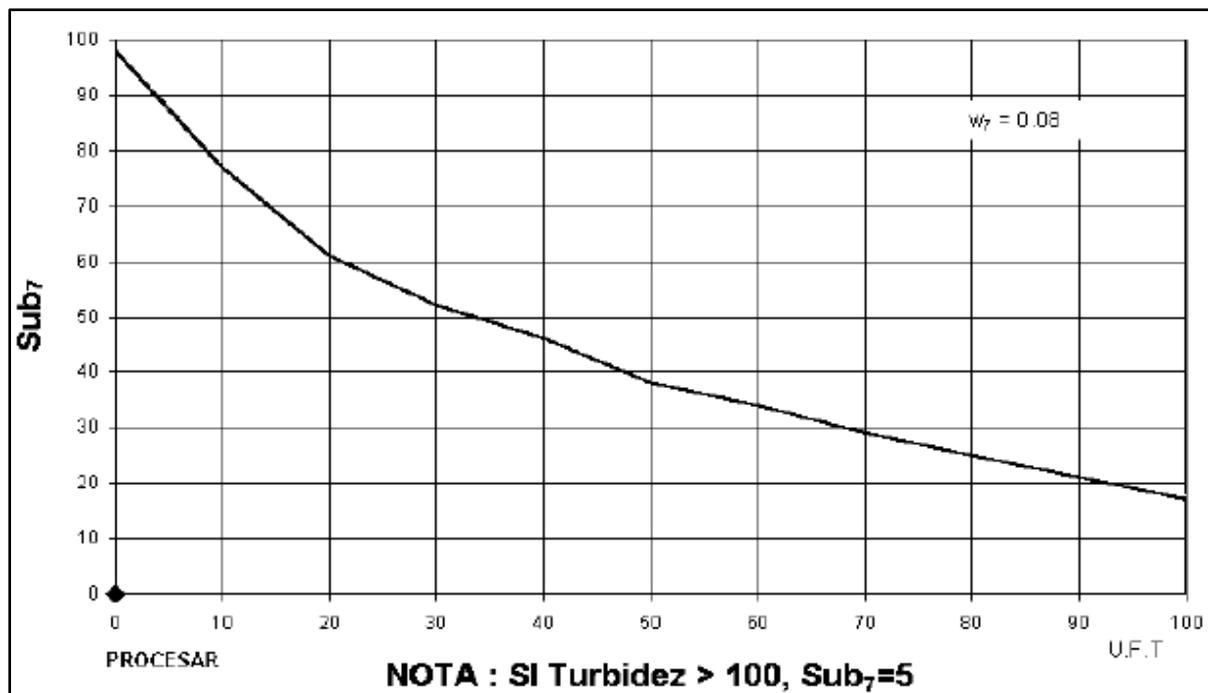
Fuente: Brown et al., 1970 y NSF, 2006.

### Turbidez (TBD):

Si la turbidez es mayor de 100 NTU (Nephelometric Turbidity Unit), el  $Sub_7$  será igual a 5. Si la Turbidez es menor de 100 NTU, se buscará el valor en el Eje X de la Figura 13 y se procederá a proyectarlo en el Eje Y, resultando el valor encontrado como el nuevo valor  $Sub_7$ .

### Figura 13:

*Curva de Calidad Ambiental para Turbidez (TBD).*



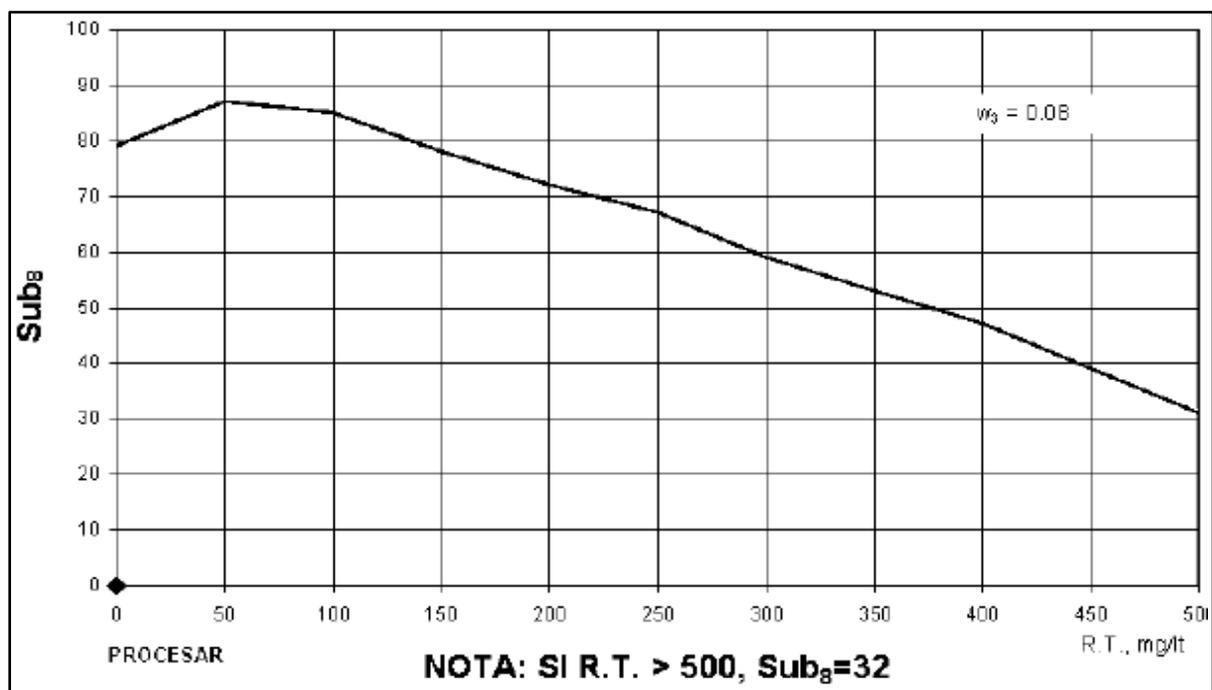
Fuente: Brown et al., 1970 y NSF, 2006.

### Sólidos Totales Disueltos (TDS):

Si los sólidos totales disueltos son mayores de 500 mg/L el  $Sub_8$  será igual a 32, si es menor de 500 mg/L, se buscará el valor en el Eje X de la Figura 14 y se procederá a proyectarlo en el Eje Y, resultando el valor encontrado como el nuevo valor  $Sub_8$ .

**Figura 14:**

*Curva de Calidad Ambiental para Sólidos Totales Disueltos (TDS).*



Fuente: Brown et al., 1970 y NSF, 2006.

**Oxígeno Disuelto (OD):**

Para el parámetro de oxígeno disuelto (OD) primero hay que calcular el porcentaje de saturación del OD en el agua. Para esto hay que identificar el valor de saturación de OD según la temperatura del agua en la Tabla 6.

**Tabla 6:**

*Solubilidad del Oxígeno Disuelto en Agua Dulce.*

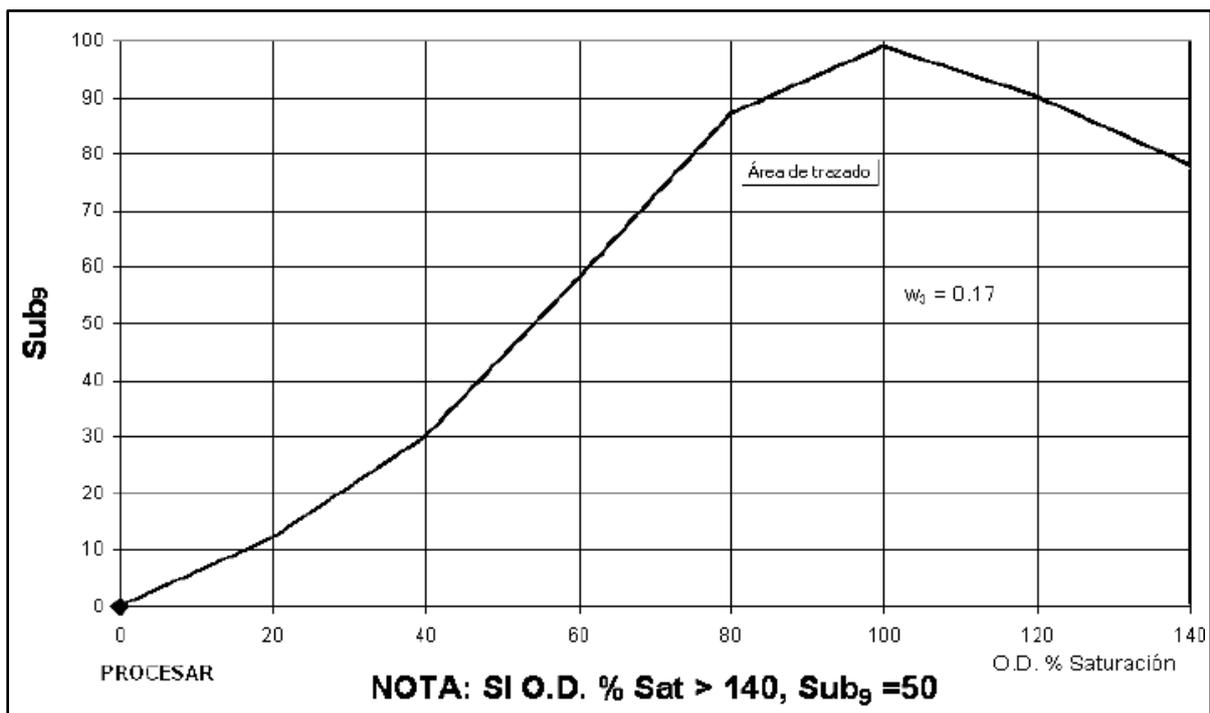
T. °C	OD	T. °C	OD	T. °C	OD	T. °C	OD
	mg/L		mg/L		mg/L		mg/L
1	14.19	12	10.76	23	8.56	34	7.05
2	13.81	13	10.52	24	8.40	35	6.93
3	13.44	14	10.29	25	8.24	36	6.82
4	13.09	15	10.07	26	8.09	37	6.71
5	12.75	16	9.85	27	7.95	38	6.61
6	12.43	17	9.65	28	7.81	39	6.51
7	12.12	18	9.45	29	7.67	40	6.41
8	11.83	19	9.26	30	7.54	41	6.31
9	11.55	20	9.07	31	7.41	42	6.22
10	11.27	21	8.9	32	7.28	43	6.13
11	11.01	22	8.72	33	7.16	44	6.04

*Fuente:* Tabla 3-140 de PERRY “Manual del Ingeniero Químico”.

Luego, si el porcentaje de saturación del OD es mayor de 140%, el  $Sub_9$  es igual a 50. Si el valor obtenido es menor de 140%, se buscará el valor en el Eje X de la Figura 15 y se procederá a proyectarlo en el Eje Y, resultando el valor encontrado como el nuevo valor  $Sub_9$ .

**Figura 15:**

*Curva de Calidad Ambiental para Oxígeno Disuelto (OD).*



*Fuente:* Brown et al., 1970 y NSF, 2006.

León (2003), afirma que asociado al valor numérico del ICA se define 06 rangos (Tabla 7) y 05 tipos de uso del agua (Figura 16) para la evaluación de los resultados del análisis del ICA. En el caso de las aguas termales, se debe realizar el análisis como aguas de uso recreativo.

**Tabla 7:**

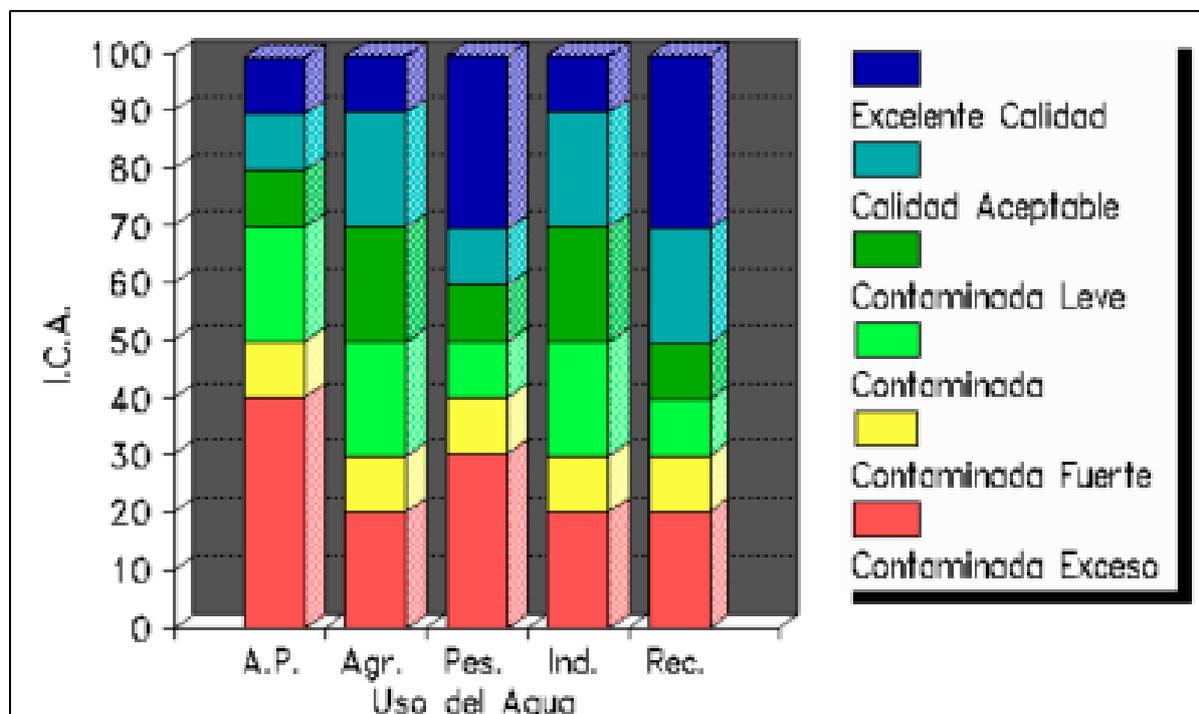
*Escala del Índice de Calidad de Agua (ICA) según su Uso.*

ICA	Rango	Características
70 – 100	Excelente calidad	Cualquier tipo de deporte acuático.
50 – 70	Calidad aceptable	Restringir los deportes de inmersión.
40 – 50	Levemente contaminada	Dudosa para contacto con el agua.
30 – 40	Contaminada	Evitar contacto, sólo con lanchas.
20 – 30	Fuertemente contaminada	Contaminación visible, evitar cercanía.
0 – 20	Excesivamente contaminada	Inaceptable para recreación.

*Fuente: León, 2003.*

**Figura 16:**

*Escala de los ICA como función del Uso del Agua.*



*Nota: A.P: Agua Potable, Agr: Agricultura, Pes: Pesca, Ind: Industria y Rec: Recreativo.*

*Fuente: León, 2003.*

#### **2.1.2.10. Dimensión: Calidad Sanitaria.**

- **Indicador: Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas (ICSPPS)**

El uso de las piscinas está sometido a una demanda creciente por parte de la población ya sean con fines recreativos, deportivos, entre otros, por el cual, está asociado a un alto índice de problemas de salud pública.

Mediante la RM N° 484-2010-MINSA, se aprobó la Directiva Sanitaria para la Determinación del Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas Públicas y Privadas de Uso Colectivo, Directiva Sanitaria N° 033-MINSA/DIGESA-V.01, donde en su apartado VI, “Disposición Específica”, indica lo siguiente:

La Calificación Sanitaria de las Piscinas se realizará aplicando el Índice de Calidad Sanitaria de Piscinas (ICSPPS), el cual será calculado utilizando la Tabla 8 y teniendo en consideración los criterios que se detallan:

##### **De la metodología para el cálculo del índice de calidad sanitaria de piscinas:**

- El cálculo del ICSPPS, se trabaja con 4 criterios de evaluación en una piscina, a saber: control de calidad microbiológica, control de calidad de equipamiento e instalaciones, control de calidad de limpieza y control de ordenamiento documentario.
- Cada uno de estos criterios adquirirá un puntaje que sumados deben dar la unidad (1 = 100%), quedando distribuidos en orden de prioridad de la siguiente manera:

**Tabla 8:***Criterios de Calidad Sanitaria para Piscinas Públicas y Privadas de Uso Colectivo.*

<b>Criterios</b>	<b>Puntaje parcial</b>	<b>Puntaje total</b>
Control de Calidad Microbiológica		0.35
▪ Cloro residual	0.15	
▪ Coliformes termotolerantes	0.15	
▪ Turbiedad	0.05	
Control de Calidad de Equipamiento e Instalaciones		0.36
▪ Servicios higiénicos y ducha	0.075	
▪ Lavapies	0.075	
▪ Sistema de recirculación	0.21	
Control de Calidad de Limpieza		0.15
▪ Limpieza del local	0.075	
▪ Limpieza del estanque	0.075	
Control de Ordenamiento Documentario		0.14
▪ Libro de registro	0.02	
▪ Aprobación sanitaria	0.12	
<b>Total</b>		<b>1.00</b>

*Fuente:* RM N° 484-2010-MINSA, 2010.

**De la calificación sanitaria de las piscinas públicas y privadas de uso colectivo:**

- Las piscinas obtienen una calificación sanitaria de: saludable, regularmente saludable y no saludable, de acuerdo a los puntajes obtenidos del ICSPS.
- Las piscinas que presenten los siguientes valores de ICSPS tendrán la siguiente calificación sanitaria:

**Tabla 9:**

*Calificación Sanitaria para Piscinas Públicas y Privadas de Uso Colectivo.*

<b>Calificación Sanitaria</b>	<b>Rango de valores de ICSPS</b>
Saludable	0.80 – 1.00
Regularmente Saludable	0.40 – 0.79
No saludable	0.00 – 0.39

*Fuente:* RM N° 484-2010-MINSA, 2010.

**Tabla 10:**

*Calificación para el Cálculo del Índice de Calificación Sanitaria de Piscinas (ICSP).*

<b>Criterio</b>	<b>Variable</b>	<b>Rango de valor</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Calificación</b>	<b>Puntaje máximo</b>
Control de Calidad microbiológica.	Cloro residual	> 0.4 mg/l y < 1.2 mg/l	0.15	Buena	0.15
		< 0.4 mg/l	0.00	Mala	
	Coliformes Termotolerantes	Ausencia	0.15	Buena	0.15
		Presencia	0.00	Mala	
	Turbiedad	< 5.0 UNT	0.05	Buena	0.05

		≥ 5.0 UNT	0.00	Mala	
Control de calidad de equipamiento e instalaciones.	SS.HH. y duchas	Limpios	0.075	Presencia	0.075
		Sucios	0.00	Ausencia	
	Lavapies	Limpios	0.075	Presencia	0.075
		Sucios	0.00	Ausencia	
	Sistema de recirculación	En operación	0.21	Buena	0.21
		Inoperativo	0.10	Regular	
No existe		0.00	Mala		
Control de calidad de limpieza.	Limpieza del local	Local está limpio	0.075	Buena	0.075
		RR.SS. dispersos	0.038	Regular	
		Local está sucio	0.00	Mala	
	Limpieza del estanque	Ausencia de sólidos	0.075	Buena	0.075
		Presencia de sólidos	0.038	Regular	
		Abundantes sólidos	0.00	Mala	
Control de Ordenamiento documentario.	Libro de registro	Libro al día	0.02	Buena	0.02
		No existe libro	0.00	Mala	
	Aprobación sanitaria	Autorización sanitaria	0.12	Buena	0.12
		No tiene autorización	0.00	Mala	

Fuente: RM N° 484-2010-MINSA, 2010.

### **2.1.3. Contaminación Fisicoquímica y Bacteriológica.**

#### **2.1.3.1. Definición de Contaminación.**

La contaminación es la alteración nociva del estado natural de un medio como consecuencia de la introducción de un agente totalmente ajeno a ese medio (contaminante), causando inestabilidad, desorden, daño o malestar en un ecosistema, en un medio físico o en un ser vivo. El contaminante puede ser una sustancia química, energía (como sonido, calor, o luz), o incluso genes. A veces el contaminante es una sustancia extraña, o una forma de energía, y otras veces una sustancia natural (USEPA, 1992).

#### **2.1.3.2. Contaminación Ambiental.**

Se denomina contaminación ambiental a la presencia de componentes nocivos (ya sean químicos, físicos o biológicos) en el medio ambiente (entorno natural y artificial), que supongan un perjuicio para los seres vivos que lo habitan, incluyendo a los seres humanos (Jiménez, 2001).

Sánchez (2020), afirma que, dentro de la contaminación del medio ambiente, se distinguen diferentes contaminaciones y, concretamente, podemos decir que hay muchos tipos y según el parámetro que miramos (el agente contaminante, el lugar contaminado, etc.), pero aquí hablamos de 16 tipos de contaminación ambiental. Las distintas clases de contaminación ambiental son las siguientes:

- Contaminación del agua.
- Contaminación del aire.
- Contaminación del suelo.
- Contaminación térmica.
- Contaminación radioactiva.
- Contaminación acústica.

- Contaminación lumínica.
- Contaminación electromagnética.
- Contaminación visual.
- Contaminación alimentaria.
- Contaminación microbiológica.
- Contaminación química.
- Contaminación genética.
- Contaminación por basura.
- Contaminación por CFC's.
- Contaminación por plásticos.

### **2.1.3.3. Contaminación del Agua.**

Un agua está contaminada cuando se ve alterada en su composición o estado, directa o indirectamente, como consecuencia de la actividad humana, de tal modo que quede menos apta para uno o todos los usos a que va destinada para lo que sería apta en su calidad natural (Orozco et al., 2017).

### **2.1.3.4. Contaminantes del Agua.**

Según Orozco et al. (2017), la clasificación de los contaminantes que podemos encontrar en un agua puede hacerse de forma muy diversa. Una de ellas, que atiende a la naturaleza física, química o biológica de los agentes, es la siguiente:

- **Agente físico:** Calor.
- **Compuestos químicos inorgánicos:**

Sales:

- Aniones  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{CN}^-$ , F...
- Cationes  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{N}^{+1}$ ,  $\text{K}^{+1}$ , ...

Ácidos y bases:  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ , ...

Elementos tóxicos:

- Metales: Hg, Be, Pb, Cu, Cd, Zn, Fe, Mn, Cr...
- No metales As, Sb, Se, B, ...

Elementos radiactivos:  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{230}\text{Th}$ , ...

Gases  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ...

Especies minerales no disueltas: Sílice, Arcillas, ...

▪ **Compuestos químicos orgánicos:**

Hidratos de carbono, aminoácidos, proteínas

Aceites y grasas

Hidrocarburos, principalmente derivados de petróleo

Jabones y detergentes

Pesticidas y policlorobifenilos (PCBs)

Otros compuestos orgánicos: Fenoles, Trihalometanos (THMs), Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), Clorofenoles, Nitrosaminas, ...

▪ **Bionutrientes:**

Compuestos nitrogenados:  $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$  y organonitrogenados

Compuestos fosforados:  $\text{PO}_4^{3-}$ , y organofosforados

▪ **Microorganismos:**

Bacterias

Virus

Hongos

Algas

### 2.1.3.5. Parámetros de Indicativos de Contaminación del Agua.

Puede hacerse el estudio de los diferentes parámetros indicadores de contaminación o calidad de las aguas clasificándolos según la naturaleza de la propiedad o especie que se determina. Así, los podemos dividir en:

- **Parámetros de carácter físico:**

- Características organolépticas

- Turbidez y materia en suspensión

- Temperatura

- Conductividad

- **Parámetros de carácter químico:**

- Salinidad y dureza

- pH: Acidez y Alcalinidad

- Oxígeno disuelto

- Medidores de materia orgánica: DBO, DQO, ...

- Medidores de materia inorgánica: Cationes, aniones, metales, ...

- **Parámetros de carácter radiactivo:**

- Radiaciones  $\alpha$  y  $\beta$  totales

- Elementos individuales

- **Parámetros de carácter microbiológico:**

- Bacterias

- Virus

- Hongos

- Algas

### **2.1.3.6. Parámetros Físicoquímicos.**

En la mayoría de los casos, las variables más empleadas para la valoración físico-química del agua a partir de indicadores son el pH, OD, DBO<sub>5</sub>, una especie de nitrógeno como nitrato o amonio, fósforo total y sólidos suspendidos totales. La DQO se ha limitado a pesar que es una variable más amplia para evaluar la contaminación de origen orgánico e inorgánico, además el uso de esta variable amplía la gama de usos de ciertos indicadores.

### **2.1.3.7. Parámetros Microbiológicos.**

La contaminación biológica es una medida más amplia de la contaminación microbiológica o incluso de la contaminación bacteriológica; esta última está relacionada a la contaminación producida por los microorganismos bacterianos (*Escherichia coli*, *Salmonella*, etc.), este tipo de contaminación puede ser utilizada como indicador de la calidad o la salubridad de un alimento o agua (Tortajada, 2002).

Según Orozco et al. (2017), los microorganismos más importantes que podemos encontrar en las aguas son bacterias, virus y distintos tipos de algas (por ej. las azulverdosas). La contaminación de tipo bacteriológico es debida fundamentalmente a los desechos humanos y animales, ya que los agentes patógenos –bacterias y virus– se encuentran en las heces, orina y sangre, y son origen de muchas enfermedades y epidemias (fiebres tifoideas, disentería, cólera, polio, hepatitis infecciosa).

Se utilizan unos organismos indicadores –junto a algunos análisis específicos– como base para determinar este tipo de contaminación. Los más conocidos son las bacterias coliformes, que viven en el intestino grueso, no son patógenos y su presencia permite diagnosticar el tiempo transcurrido desde una contaminación fecal. Suelen determinarse los coliformes totales y los fecales.

Un indicador más secundario, pero que se determina habitualmente, son los estreptococos fecales, cuya presencia es fácil de detectar (aunque en menor número que los coliformes) en aguas recientemente contaminadas y están ausentes en aguas que están fuera de sospecha de contaminación. También es bastante frecuente la determinación de los clostridium sulfitorreductores. Las bacterias responsables de la descomposición de la materia orgánica no tienen importancia desde el punto de vista sanitario, ya que no son patógenos y no se hallan en el tracto intestinal de hombres y animales. Algunos gérmenes patógenos de carácter más individualizado que se deben analizar aguas en potables son, por ejemplo, salmonellas estafilococos, y enterovirus. Las algas pueden ser causantes de diversos olores y sabores de las aguas fundamentalmente en épocas de putrefacción o de sequía (Orozco et al., 2017).

#### **2.1.3.8. Dimensión: Contaminación Físicoquímica.**

- **Indicador: Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA agua).**

El Ministerio del Ambiente define el concepto de “calidad ambiental” como el conjunto de características del medio ambiente, relacionado con la disponibilidad y facilidad de acceso a los recursos naturales y a la ausencia o presencia de agentes nocivos. Para tal fin el estado ha dispuesto los estándares de calidad ambiental, que establece el grado de concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos o biológicos presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no significa un peligro para la salud de las personas ni el ambiente (Ley 28611, 2005).

Existe actualmente Estándar de Calidad Ambiental para Agua (ECA agua), aprobada mediante el DS N° 004-2017-MINAM, donde indica en el Artículo 3° lo siguiente:

**Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación.** Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo que se ubican en zonas marino costeras o continentales. La amplitud de las zonas marino costeras es variable y comprende la franja del

mar entre el límite de la tierra hasta los 500 m de la línea paralela de baja marea. La amplitud de las zonas continentales es definida por la autoridad competente:

- **B1. Contacto primario:** Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto primario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de actividades como la natación, el esquí acuático, el buceo libre, el surf, el canotaje, la navegación en tabla a vela, la moto acuática, la pesca submarina o similares.
- **B2. Contacto secundario:** Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto secundario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de deportes acuáticos con botes, lanchas o similares.

**Tabla 11:**

*Estándares de Calidad Ambiental para Agua - Categoría 1 – Físicoquímico.*

Parámetros	Unidad de medida	B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
Aceites y Grasas (AcyG)	mg/L	APV	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	5	10
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N)	mg/L	10	**
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrogeno (pH)	Unidad de pH	6.0 – 9.0	**
Turbiedad	UNT	100	**
Aluminio	mg/L	0.2	**
Arsénico	mg/L	0.01	**
Bario	mg/L	0.7	**

Boro	mg/L	0.5	**
Cadmio	mg/L	0.01	**
Cobre	mg/L	2	**
Cromo Total	mg/L	0.05	**
Manganeso	mg/L	0.1	**
Mercurio	mg/L	0.001	**
Níquel	mg/L	0.02	**
Plomo	mg/L	0.01	**
Zinc	mg/L	3	**
Coliformes Termotolerantes (C.T)	NMP/100 mL	200	1000
Escherichia Coli (E. Coli).	NMP/100 mL	Ausencia	Ausencia

*Nota:* Categoría 1: Poblacional y Recreacional. Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación. \*\* No existe estándar para este parámetro. APV: Ausencia de películas visible

Fuente: DS N° 004-2017-MINAM, 2017.

### **2.1.3.9. Dimensión: Contaminación Bacteriológica.**

#### **▪ Indicador: Valoración del Grado de Contaminación Microbiológica (VGCM).**

La determinación de microorganismos intestinales normales como indicadores de contaminación fecal, en lugar de patógenos, es un principio de aceptación universal en la vigilancia y evaluación de la seguridad microbiana en los sistemas de abastecimiento de agua (Goez y Vásquez, 1999).

Estos microorganismos deben cumplir diferentes requisitos como: ser inofensivos para humanos, permanecer más tiempo que los microorganismos patógenos y con su ausencia demostrar un agua segura libre de microorganismos patógenos (Galarraga, 1984).

Además, un buen indicador debe ser específico de contaminación fecal debe hallarse en forma constante en las heces y estar asociado a las aguas residuales. Asimismo, debe ser fácilmente aislable, identificable y enumerable en el menor tiempo posible y con el menor costo. Debe ser capaz de crecer en los medios de cultivo comunes, estar distribuido al azar en las muestras y ser resistente a la inhibición de su crecimiento por otras especies (Goez y Vásquez, 1999).

El objetivo de las normas y estándares es el de controlar la cantidad de un determinado microorganismo en el agua, siendo este microorganismo la causa de una enfermedad específica o un indicador de las condiciones dentro de las cuales se podría transmitir esa enfermedad (Jones, 1997).

Los microorganismos indicadores contemplados por la Norma Técnica Nacional (NTN ITINTEC 214.003) son tres: Bacterias Heterotróficas, Coliformes totales y Coliformes fecales.

**Tabla 12:**

*Valoración Conceptual Indicativa del Grado de Contaminación.*

<b>Valoración</b>	<b>Coliformes fecales (NMP/100mL)</b>	<b>Coliformes totales (NMP/100mL)</b>
Sin contaminación	0% - 20% > 200	0% - 20% > 1000
Contaminación baja	21% - 40% > 200	21% - 40% > 1000
Contaminación Media	41% - 60% > 200	41% - 60% > 1000
Contaminación Alta	61% - 100% > 200	61% - 100% > 1000

*Fuente:* Tomado y modificado de Ramos et al., 2008.

**Tabla 13:**

*Estándares de Calidad Ambiental para Agua - Categoría 1 – Bacteriológico.*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>
		<b>Contacto primario</b>	<b>Contacto secundario</b>
Coliformes termotolerantes (fecales)	NMP/100 mL	200	1000
Coliformes totales	NMP/100 mL	**	**

*Nota:* Categoría 1: Poblacional y Recreacional. Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación. \*\* No existe estándar para este parámetro. Fuente. DS N° 004-2017-MINAM, 2017.

### III. MÉTODO

#### 3.1. Tipo de Investigación.

Este estudio es de enfoque cuantitativo (deductivo) y de nivel descriptivo porque se pretende evaluar y determinar si las aguas termales de Churin, Picoy y Collpa cumplen con los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de calidad de agua; mediante la medición, análisis y comparación con los estándares e índices de calidad ambiental y sanitaria respectivos.

El diseño de investigación es de tipo no experimental (observacional), transversal y prospectivo, ya que los datos numéricos obtenidos en campo y laboratorio de las dos variables “Aguas Termales” y “Contaminación Fisicoquímica y Bacteriológica”, no fueron manipuladas deliberadamente y además fueron recopiladas en un solo periodo y después de la aprobación del Proyecto de Tesis.

#### 3.2. Ámbito Temporal y Espacial.

##### 3.2.1. *Ámbito Temporal.*

La recolección de muestras en campo para el análisis fisicoquímico y bacteriológico se realizó los días 15, 16 y 17 de agosto de 2022, los cuales fueron enviados al laboratorio “Certimin SA” (Ver Anexo B).

##### 3.2.2. *Ámbito Espacial.*

El estudio se realizó en las Aguas o Fuentes Termales de Churin, Picoy y Collpa de los Centros Poblados del mismo nombre, ubicados en los distritos de Pachangara (Prov. De Oyon), Santa Leonor (Prov. De Huaura) y Santa Cruz de Andamarca (Prov. Huaral), respectivamente.

### 3.3. Variables.

#### 3.3.1. Operacionalización de las Variables.

Las variables de esta investigación son “Aguas Termales” y “Contaminación Fisicoquímica y Bacteriológica”, y como el estudio es de nivel descriptivo, estas son denominadas, según Fernández et al., (2020), variables de interés y caracterización respectivamente.

- **Variable Dependiente (Y):** Aguas Termales.
- **Variable Independiente (X):** Contaminación Fisicoquímica y Bacteriológica.

A continuación, se presenta en la Tabla 14 la operacionalización de variables junto con su definición conceptual, definición operacional, dimensiones e indicadores.

**Tabla 14:**

*Operacionalización de Variables, Dimensiones e Indicadores.*

Variable (s)	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable Dependiente	Las aguas termales se definen como aquellas aguas que emanan a la superficie terrestre con una temperatura al menos 4°C más alta que la temperatura media	Sera registrado y medido en campo y laboratorio con equipos calibrados y certificados	Temperatura	Frías.
				Hipotermiales. Mesotermiales. Hipertermiales. Supertermiales.
Aguas Termales			Mineralización	Sulfatadas y/o cloruradas cálcicas y/o magnésicas.

	anual de la	por		Bicarbonatadas
	localización donde se	INACAL.		cálcicas y/o
	encuentran, pues han			magnésicas.
	sido calentadas por			Cloruradas y/o
	formaciones			sulfatadas sódicas.
	geológicas			Bicarbonatadas
	subterráneas que se			sódicas.
	encuentran a mayor			
	temperatura que la			
	ambiental (Zarza,			
	2021).			
	Se define como las			Índice de Calidad
	características			de Agua (ICA-
	químicas, físicas y	Sera		NSF)
Variable	biológicas del agua;	registrado y	Contaminación	
Independiente	es decir como la	medido en	Fisicoquímica	Estándares de
	medida de la	campo y		Calidad Ambiental
Contaminación	condición del agua	laboratorio		para Agua (ECA-
Fisicoquímica	en relación con los	con equipos		AGUA)
y	requisitos de una o	calibrados y		Índice de
Bacteriológica	más especies bióticas	certificados		Calificación
	o a cualquier	por	Contaminación	Sanitaria de las
	necesidad humana o	INACAL.	Bacteriológica	Piscinas (ICSPS)
	propósito. Se utiliza			
	con mayor frecuencia			

---

por referencia a un	Valoración del
conjunto de normas	Grado de
contra los cuales	Contaminación
puede evaluarse el	Microbiológica
cumplimiento	(VGCM)
(Océane Bidault, 2016).	

---

### **3.4. Población y Muestra.**

#### **3.4.1. Área de Estudio.**

Las Aguas Termales de Churin, Picoy y Collpa se ubican en los en los distritos de Pachangara (Prov. De Oyon), Santa Leonor (Prov. De Huaura) y Santa Cruz de Andamarca (Prov. De Huaral), respectivamente, departamento de Lima (ver Figura 17).

Las fuentes termales surgen condicionadas por fallas y afloramientos en la zona. El ambiente de formación de las aguas termales de esta zona son areniscas cuarzosas del acuífero Chimú, que afloran al noreste de Lima, donde recibe las aguas de precipitación pluvial (lluvia). El agua infiltrada circula por las fracturas de las rocas hasta profundidades aproximadas de 1500 y 2000 m, en dirección inclinada hacia las redes hídricas de la zona. Al circular en profundidad adquiere su alta temperatura, dirigiéndose hacia la surgencia en Churín, Picoy y Collpa condicionada por fallas. Estas fallas tienen una estructura profunda y su actividad se manifiesta por un flujo termal elevado, en la falla las soluciones de clorita modifican la composición química del agua llegando a mineralizarla. Los procesos físico-químicos en la falla y la circulación profunda en el acuífero cautivo, condicionan el origen de un sifón termal donde el agua subterránea es sometida a una presión elevada (Peña, Sima y Baratoux, 2015).

### **Aguas Termales de Churin:**

Churin es una localidad peruana capital del distrito de Pachangara, ubicado en la provincia de Oyón en el departamento de Lima. Es famosa por sus aguas termales que constituyen su principal atractivo turístico. Está ubicada sobre la margen izquierda del río Huaura a 2270 msnm a unos 210 km al noroeste de Lima. En esta localidad se ubican 03 fuentes termales (Mamahuarimi, Juventud y Meseta) las cuales son las más concurridas por turistas y pobladores de la zona.

### **Aguas Termales de Picoy:**

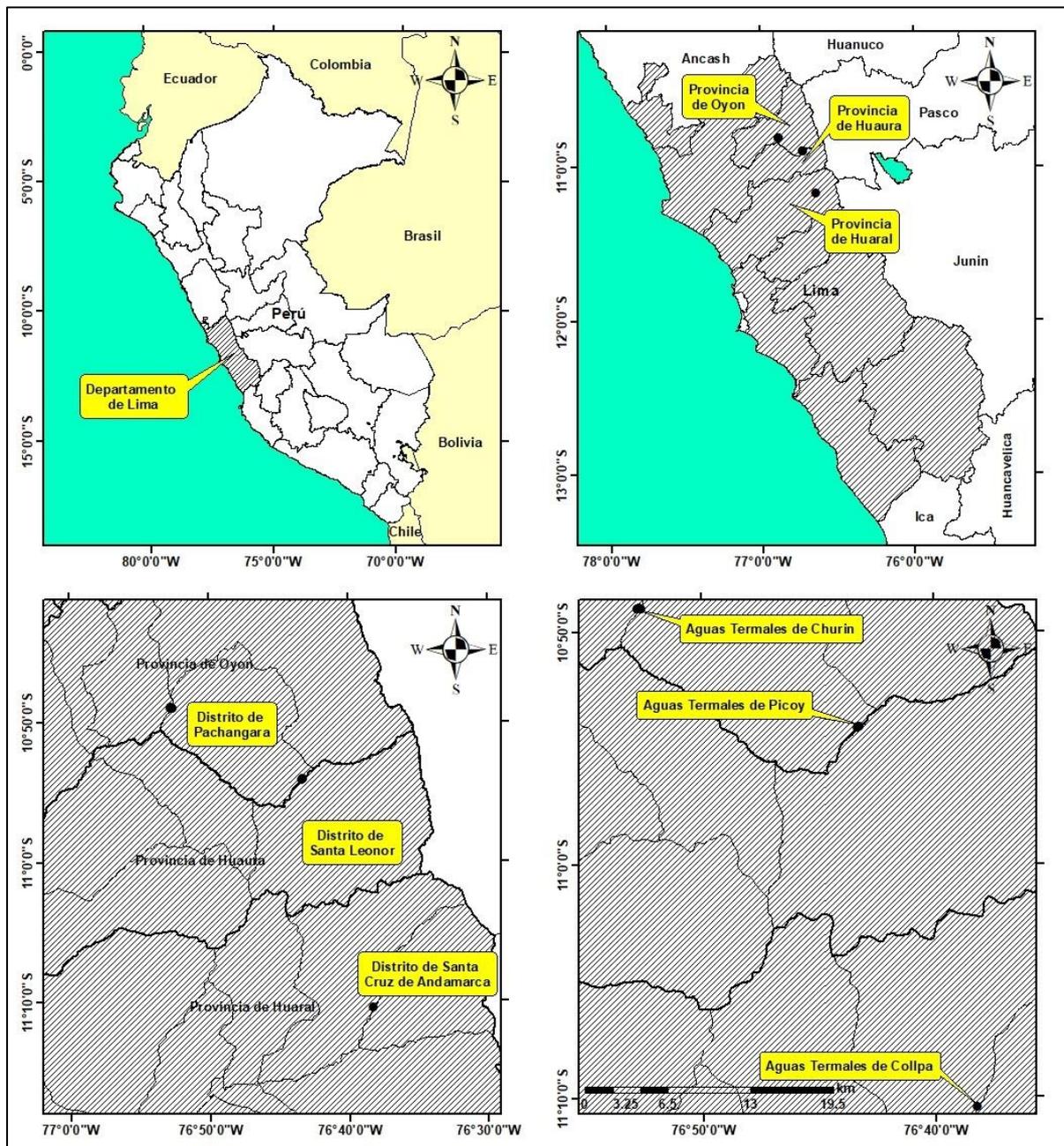
Picoy es un centro poblado del distrito de Santa Leonor, ubicado en la provincia de Huaura en el departamento de Lima. Es famosa por sus aguas termales que constituyen su principal atractivo turístico. Está ubicada sobre la margen izquierda del río Checras a 3240 msnm a unos 230 km al noroeste de Lima. En este centro poblado se ubican 03 fuentes termales (Picoy, Huancahuasi y Cobalto) las cuales son las más concurridas por turistas y pobladores de la zona.

### **Aguas Termales de Collpa:**

Collpa es un centro poblado del distrito de Santa Cruz de Andamarca, ubicado en la provincia de Huaral en el departamento de Lima. Es famosa por sus aguas termales que constituyen su principal atractivo turístico. Está ubicada sobre la margen izquierda del río Checras a 3150 msnm a unos 170 km al noroeste de Lima. En este centro poblado se ubica 01 fuente termal (Collpa) el cual es el más concurrido por turistas y pobladores de la zona.

**Figura 17:**

*Mapa de Ubicación de las Aguas Termales de Churin, Picoy y Collpa.*



*Fuente.* Adaptado al Instituto Geográfico Nacional (IGN), 2023.

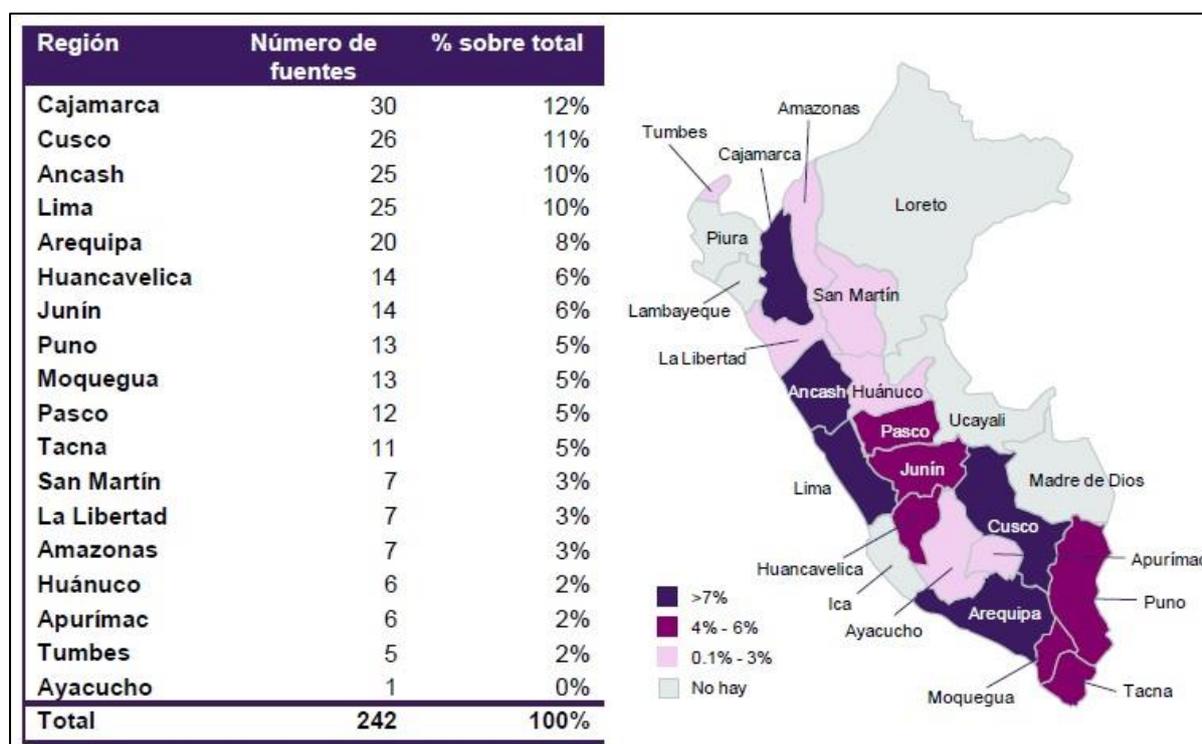
### 3.4.2. Población.

A ciencia cierta se desconoce la cantidad de fuentes termales que existen en el Perú, pero el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (MINCETUR) ha determinado que existe

un aproximado de 500 fuentes termales en diferentes regiones del país, de las cuales, 242 tienen capacidad para ser aprovechadas turísticamente, según la Figura 18:

**Figura 18:**

*Fuentes Termales en el Perú.*



*Fuente:* MINCETUR, 2012.

### 3.4.3. Muestra.

Para esta investigación la muestra estuvo conformada por 03 fuentes termales, ubicadas en los distritos de Pachangara (Prov. De Oyón), Santa Leonor (Prov. De Huaura) y Santa Cruz de Andamarca (Prov. De Huaral), respectivamente, departamento de Lima (ver Figura 17).

### 3.5. Instrumentos.

#### 3.5.1. *Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.*

##### 3.5.1.1. **Variable 1: Aguas Termales.**

<b>Dimensión 1</b>	:	Temperatura
Técnica	:	Medición en campo (in situ) y laboratorio
Instrumento	:	Ficha de registro y equipos de monitoreo
Método	:	Descriptivo
Escala de medición	:	Intervalo

<b>Dimensión 2</b>	:	Mineralización
Técnica	:	Medición en campo (in situ) y laboratorio
Instrumento	:	Ficha de registro y equipos de monitoreo
Método	:	Descriptivo
Escala de medición	:	Intervalo

##### 3.5.1.2. **Variable 2: Contaminación Físicoquímica y Bacteriológica.**

<b>Dimensión 3</b>	:	Calidad Ambiental
Técnica	:	Medición en campo (in situ) y laboratorio
Instrumento	:	Ficha de registro y equipos de monitoreo
Método	:	Descriptivo
Escala de medición	:	Intervalo

<b>Dimensión 4</b>	:	Calidad Sanitaria
Técnica	:	Medición en campo (in situ) y laboratorio
Instrumento	:	Ficha de registro y equipos de monitoreo
Método	:	Descriptivo
Escala de medición	:	Intervalo

<b>Dimensión 5</b>	:	Contaminación Fisicoquímica
Técnica	:	Medición en campo (in situ) y laboratorio
Instrumento	:	Ficha de registro y equipos de monitoreo
Método	:	Descriptivo
Escala de medición	:	Intervalo

<b>Dimensión 6</b>	:	Contaminación Bacteriológica
Técnica	:	Medición en campo (in situ) y laboratorio
Instrumento	:	Ficha de registro y equipos de monitoreo
Método	:	Descriptivo
Escala de medición	:	Intervalo

### **3.5.2. Materiales y Equipos.**

A continuación, se presentan en la Tabla 15 los equipos, materiales, reactivos y/o soluciones e implementos de seguridad que se utilizaron en el monitoreo de calidad del agua.

**Tabla 15:***Equipos, Materiales, Reactivos y/o Soluciones e Implementos de Seguridad.*

<b>Tipos</b>	<b>Descripción</b>
Equipos	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Equipo localizador GPS.</li> <li>✓ Multiparámetro (pH, CE, T° y OD).</li> <li>✓ Colorímetro (Cloro Libre o Cloro Total).</li> <li>✓ Turbidímetro (Turbidez).</li> <li>✓ Anemómetro (Temperatura del aire, Presión y Humedad).</li> <li>✓ Cámara digital fotográfica.</li> </ul>
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Envases de polipropileno y/o envases de vidrio.</li> <li>✓ Caja térmica o cooler.</li> <li>✓ Refrigerante (ice pack y/o hielo seco).</li> <li>✓ Agua desionizada o destilada.</li> <li>✓ Pizetas con agua desionizada o destilada.</li> <li>✓ Etiquetas para rotulado.</li> <li>✓ Cinta de embalaje.</li> <li>✓ Marcador.</li> <li>✓ Jarra de 1 L.</li> <li>✓ Baldes de 10 y/o 20 litros transparente.</li> <li>✓ Probetas de 100 mL o vasos descartables.</li> <li>✓ Alcohol 70%.</li> <li>✓ Blancos de campo y viajero.</li> <li>✓ Duplicados.</li> <li>✓ Cadenas de campo.</li> </ul>

	✓ Cadenas de custodia.
	✓ Preservantes químicos (HNO <sub>3</sub> y H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ).
Reactivos y/o Soluciones	✓ Soluciones de calibración y/o verificación. ✓ Soluciones de limpieza y mantenimiento de equipos.
	✓ Guantes de nitrilo o látex.
	✓ Mandil.
Implementos de Seguridad	✓ Botas de jebe. ✓ Lentes de seguridad. ✓ Mascarilla bucal. ✓ Cobertor de cabello (cofia).

### 3.6. Procedimientos.

La metodología o procedimiento consistió en tres fases:

#### 3.6.1. Fase 1: Información e Identificación de las Variables.

- a) En esta primera fase se realizó la recopilación de información primaria mediante documentos oficiales como informes técnicos, tesis y artículos científicos referenciados en el tema.
- b) Luego se recopiló información secundaria mediante inspección en campo a través de entrevistas al público y personal responsable administrativo del manejo de las fuentes termales de Churin, Picoy y Collpa.
- c) Se identificó los puntos de monitoreo:

**Tabla 16:***Ubicación de las Aguas o Fuente Termales.*

<b>Fuente Termal</b>	<b>Centro Poblado</b>	<b>Distrito</b>	<b>Provincia</b>
Churin	C.P. Churin	Pachangara	Oyon
Picoy	C.P. Picoy	Santa Leonor	Huaura
Collpa	C.P. Collpa	Santa Cruz de Andamarca	Huaral

**Tabla 17:***Ubicación de los Puntos de Monitoreo para Calidad de Agua Superficial.*

<b>Fuentes Termales</b>	<b>Puntos</b>	<b>Códigos de los puntos de monitoreo</b>	<b>Coordenadas UTM</b>		<b>Altitud (m s.n.m.)</b>
			<b>(Datum WGS 84*) – Zona 18</b>		
			<b>L</b>		
			<b>Este (m)</b>	<b>Norte (m)</b>	
Churin	Mamahuarimi	MAM-01	294559	8803718	2245
		MAM-02	294559	8803718	2245
	Juventud	JUV-01	294655	8803829	2254
		JUV-02	294655	8803829	2254
	Meseta	MES-01	294802	8803698	2299
		MES-02	294802	8803698	2299
Picoy	Picoy	PIC-01	311999	8794463	3243
		PIC-02	311999	8794463	3243
	Huancahuasi	HUA-01	311893	8794439	3244
		HUA-02	311893	8794439	3244
	Cobalto	COB-01	311860	8794325	3233

		COB-02	311860	8794325	3233
Collpa	Collpa	COLL-01	321262	8764291	3153
		COLL-02	321262	8764291	3153

*Nota:* \*WGS 84: World Geodetic System 1984.

**Tabla 18:**

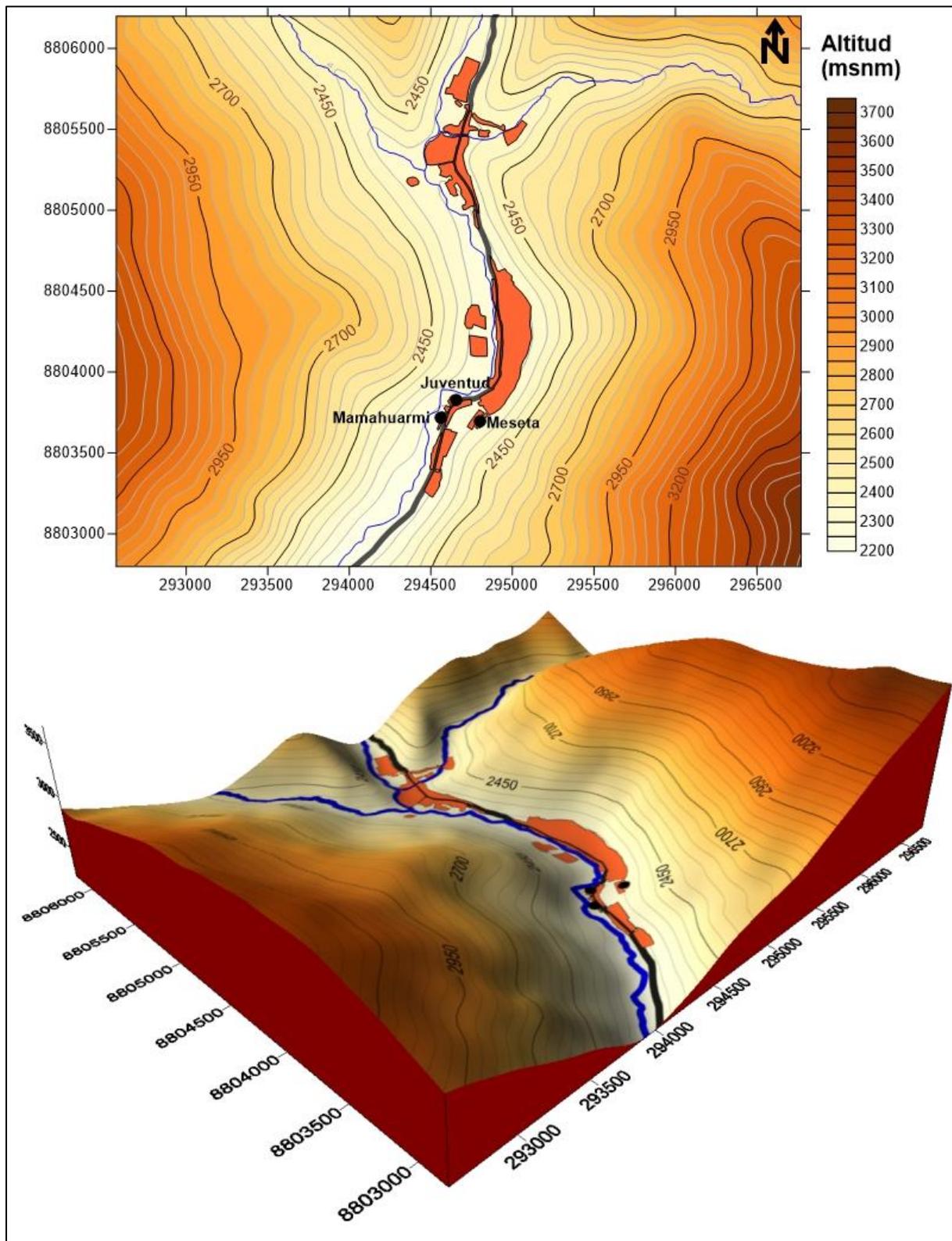
*Descripción de los Puntos de Monitoreo para Calidad de Agua Superficial.*

<b>Códigos</b>	<b>Descripción</b>
MAM-01 y MAM-02	Baños termales de Mamahuarmi, a 50 m del río Huaura.
JUV-01 y JUV-02	Baños termales de Juventud, a 50 m del río Huaura.
MES-01 y MES-02	Baños termales de Meseta, a 260 m del río Huaura.
PIC-01 y PIC-02	Baños termales de Picoy, a 10 m del río Checras.
HUA-01 y HUA-02	Baños termales de Huancahuasi, a 30 m del río Checras.
COB-01 y COB-02	Baños termales de Cobalto, a 35 m del río Checras.
COLL-01 y COLL-02	Baños termales de Collpa, a 25 m del río Perene.

**Figura 19:***Aguas Termales de Churin.*

*Nota:* Fuentes Termales de Juventud, Mamahuarmi y Meseta.

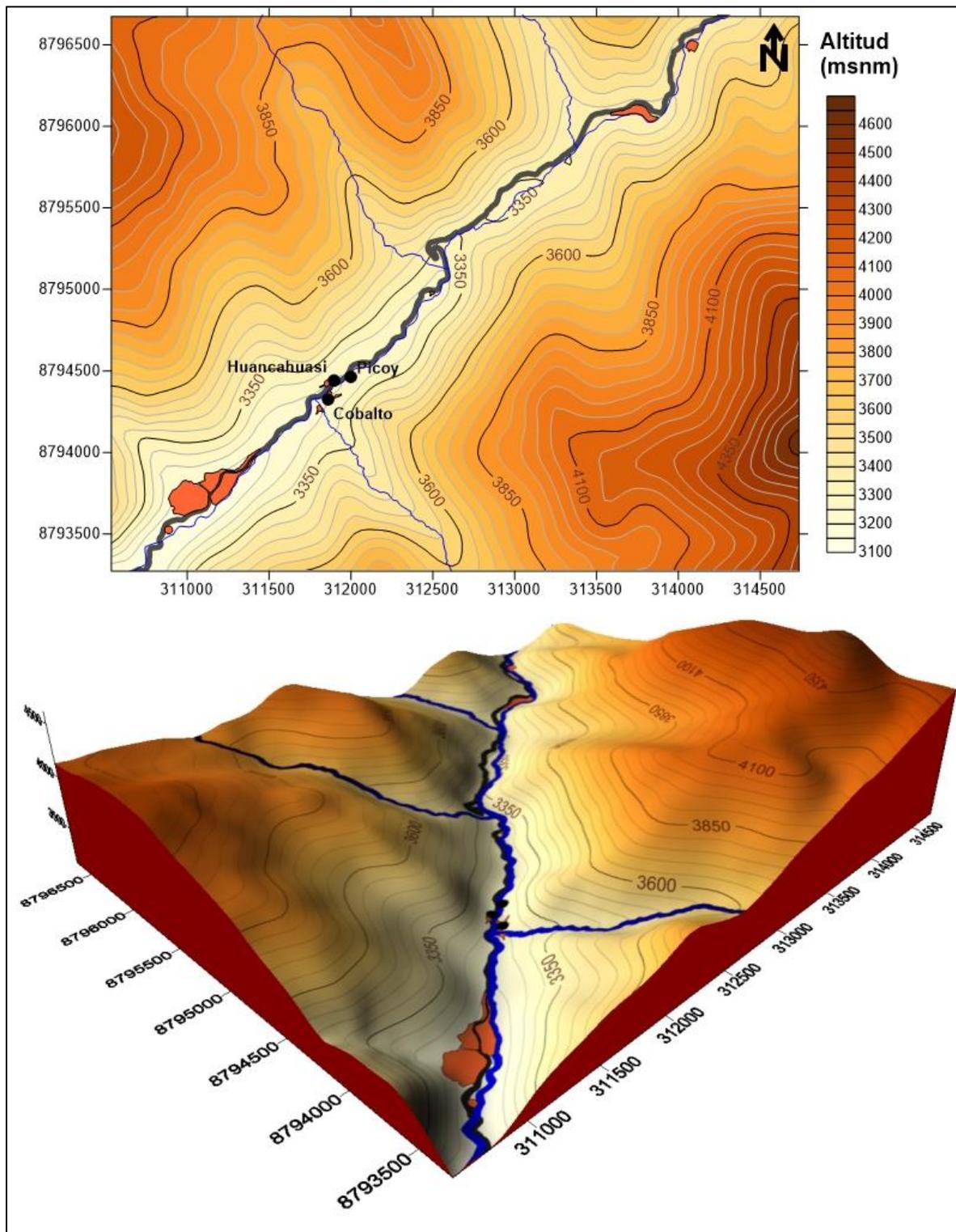
**Figura 20:***Centro Poblado de Churin.*

**Figura 21:***Mapa 2D y 3D del C.P. de Churin.*

**Figura 22:***Aguas Termales de Picoy.*

*Nota:* Fuentes Termales de Huancahuasi, Picoy y Cobalto.

**Figura 23:***Centro Poblado de Picoy.*

**Figura 24:***Mapa 2D y 3D del C.P. de Picoy.*

**Figura 25:**

*Aguas Termales de Collpa.*

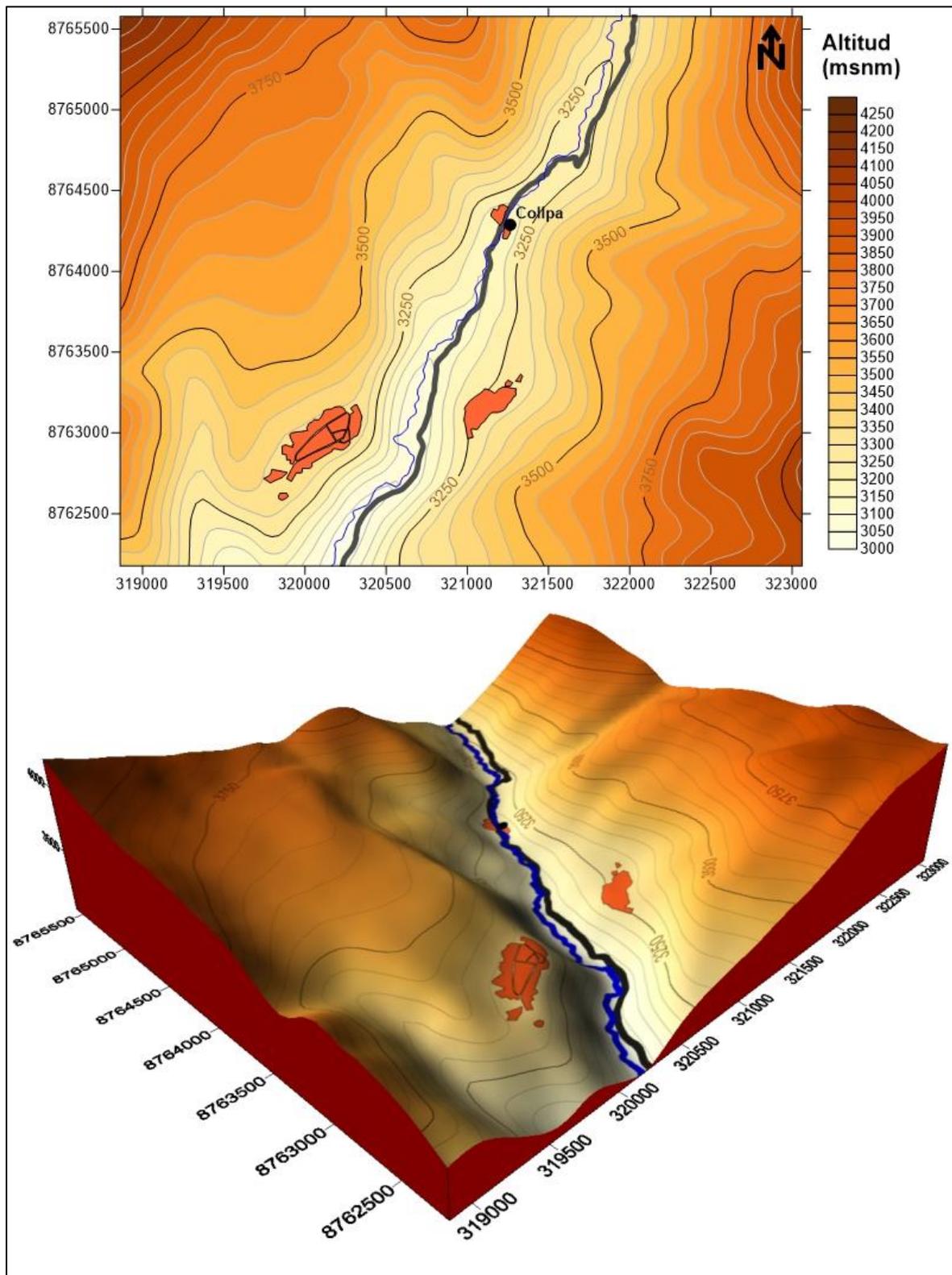


*Nota: Fuentes Termales de Collpa.*

**Figura 26:**

*Centro Poblado de Collpa.*



**Figura 27:***Mapa 2D y 3D del C.P. de Collpa.*

d) Se identificó la frecuencia de monitoreo:

- 01 vez en la mañana.
- 01 vez en la tarde.

e) Por último, se identificó los parámetros de monitoreo:

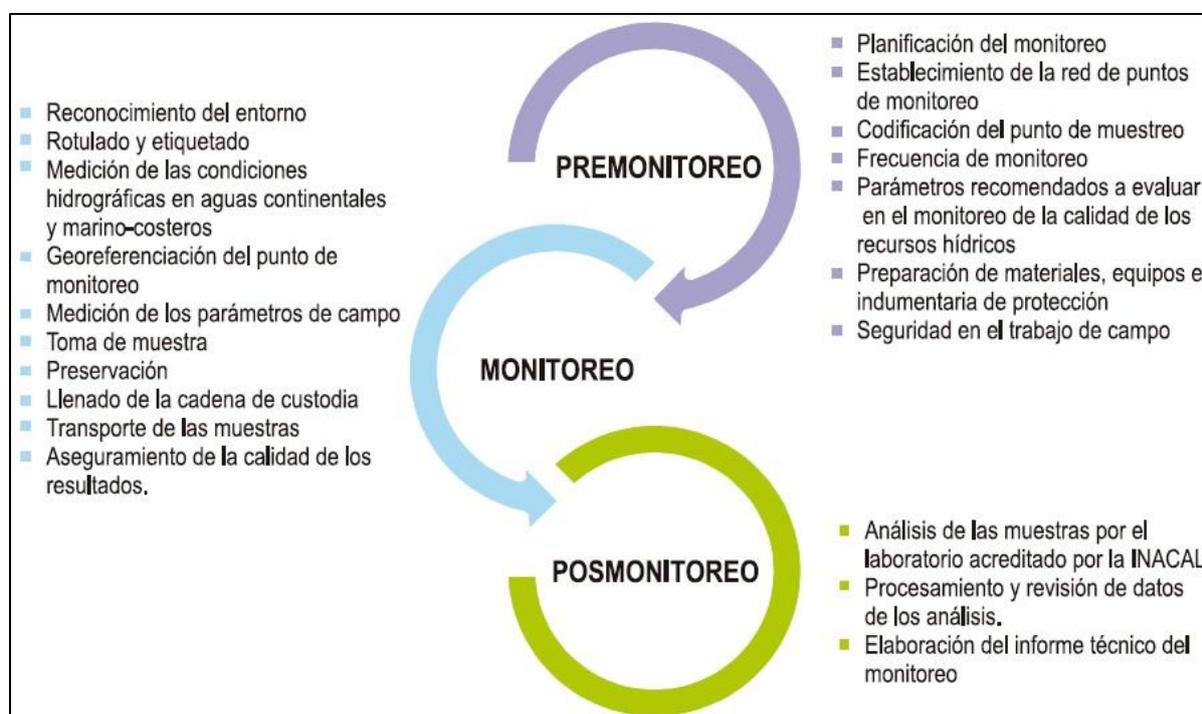
- Coliformes Fecales (termotolerantes).
- Coliformes Totales.
- Potencial de Hidrogeno.
- Demanda Bioquímica de Oxígeno.
- Nitratos.
- Fosfatos.
- Temperatura del agua.
- Temperatura del aire.
- Turbidez.
- Solidos Totales Disueltos.
- Oxígeno Disuelto.
- Cloro Libre o Residual.
- Aniones ( $\text{CO}_3$ ,  $\text{HCO}_3$ ,  $\text{SO}_4$  y  $\text{Cl}$ ).
- Cationes (Ca, Mg, Na y K).
- Conductividad Eléctrica.
- Fosforo.
- Escherichia Coli.
- Aceites y Grasas.
- Nitrógeno Amoniacal.
- Organismos de Vida Libre.
- Metales (Al, As, Ba, B, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb y Zn).

### 3.6.2. Fase 2: Medición de las Variables.

- a) En esta segunda fase se tuvo en cuenta como referencia los procedimientos y criterios establecidos en el “Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales”, aprobado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) mediante la Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA.

**Figura 28:**

*Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos.*



*Fuente:* Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, 2016.

- b) En cada uno de los puntos de monitoreo se tomaron muestras, previo registro fotográfico y ubicación (coordenadas UTM); se midieron in situ los parámetros físicos de Potencial de Hidrogeno (pH), Oxígeno Disuelto (OD), Temperatura del Agua (T°), Conductividad Eléctrica (CE), Turbidez (TBD), y Cloro Residual (CR). Además, se recolectaron muestras representativas en cada punto de monitoreo para

el análisis químico y microbiológico, las cuales fueron llevadas al laboratorio para el análisis correspondiente.

- c) Los equipos correspondientes utilizados durante las actividades de monitoreo de calidad de agua superficial se presentan en la Tabla 19 y los certificados de calibración de los equipos utilizados en el Anexo E del presente estudio.

**Tabla 19:**

*Equipos utilizados en el Monitoreo de Calidad del Agua.*

<b>Equipo</b>	<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Utilidad</b>
Multiparámetro	HACH	HQ40D	Medición de pH, OD, CE y T°.
Colorímetro	HACH	POCKET II	Medición de Cloro residual.
Turbidímetro	HACH	2100Q	Medición de turbidez.
Anemómetro	UNI-T	UT363 BT	Medición de la T° del aire.
GPS	GARMIN	GPSMAP 64SC	Toma de coordenadas UTM.
Cámara fotográfica	CANON	EOS-7D	Registro fotográfico.

- d) Las condiciones para conservación, preservación y muestreo de agua que se utilizaron en el monitoreo de calidad del agua se indican en las Tablas 20 y 21.

**Tabla 20:***Información del Tipo y Volumen de Envase, y Condiciones de Muestreo.*

<b>Parámetro</b>	<b>Tipo de envase</b>	<b>Volumen mínimo de muestra (ml)</b>	<b>Condiciones de muestreo</b>
Temperatura del Aire	NA	NA	NA
Temperatura del Agua	NA	NA	NA
Oxígeno Disuelto	NA	NA	NA
Potencial de Hidrógeno	NA	NA	NA
Conductividad Eléctrica	NA	NA	NA
Turbidez	NA	NA	NA
Cloro Libre o Residual	NA	NA	NA
Demanda Bioquímica de Oxígeno	P, V	1000	No se debe enjuagar el frasco. Llenar completamente el envase (sin burbujas de aire).
Fosfatos	V	250	No enjuagar el material.
Nitratos	P, V	100	Enjuagar tres veces.

Sulfatos	P, V	250	Enjuagar tres veces.
Cloruros	P, V	500	Enjuagar tres veces.
Carbonatos	P, V	250	Enjuagar tres veces. Llenar completamente el envase.
Bicarbonatos	P, V	250	Enjuagar tres veces. Llenar completamente el envase.
Sólidos Totales Disueltos	P, V	500	Enjuagar tres veces.
Coliformes Fecales	P, V	250	No se debe enjuagar el frasco. Dejar un espacio aproximadamente 2.5 cm.
Coliformes Totales	P, V	250	No se debe enjuagar el frasco. Dejar un espacio aproximadamente 2.5 cm.
Metales Totales	P, V	500	Enjuagar 03 veces.
Fosforo Total	P	250	No se debe enjuagar el frasco.
Escherichia Coli	P, V	250	No se debe enjuagar el frasco. Dejar un espacio aproximadamente 2.5 cm.
Aceites y Grasas	V	1000	No enjuagar ni llenar totalmente el frasco.
Nitrógeno Amoniacal.	P, V	500	No se debe enjuagar el frasco.
Organismos de Vida Libre	P	6000	Toma directa.

*Nota:* NA = No aplica. P= Plástico; V= Vidrio. Las condiciones para conservación, preservación y muestreo de agua se adjuntan en el Anexo H.

Fuente: Laboratorio.

**Tabla 21***Conservación y/o Preservación de las Muestras de Agua.*

<b>Parámetro</b>	<b>Conservación y/o preservación</b>	<b>Tiempo máximo de almacenamiento</b>	<b>Observaciones</b>
Temperatura del Aire	Analizar inmediatamente	15 min	---
Temperatura del Agua	Analizar inmediatamente	15 min	---
Oxígeno Disuelto	Analizar inmediatamente	15 min	---
Potencial de Hidrógeno	Analizar inmediatamente	15 min	---
Conductividad Eléctrica	Analizar inmediatamente	15 min	---
Turbidez	Analizar inmediatamente	15 min	---
Cloro Libre o Residual	Analizar inmediatamente	15 min	---
Demanda Bioquímica de Oxígeno	Refrigerar $\leq 6$ °C, sin congelar	24 h	Muestrear adicionalmente 1000 mL de muestra.
Fosfatos	Refrigerar $\leq 6$ °C, sin congelar	48 h	---
Nitratos	Añadir H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (1:1) hasta pH<2	48 h	---

Sulfatos	Refrigerar $\leq 4$ °C	28 d	---
Cloruros	Refrigerar $\leq 4$ °C	28 d	---
Carbonatos	Refrigerar $\leq 6$ °C, sin congelar	24 h	---
Bicarbonatos	Refrigerar $\leq 6$ °C, sin congelar	24 h	---
Sólidos Totales Disueltos	Refrigerar $\leq 6$ °C, sin congelar	7 d	---
Coliformes Fecales	Refrigerar $\leq 6$ °C, sin congelar	24 h	Medir Cloro Residual Libre.
Coliformes Totales	Refrigerar $\leq 6$ °C, sin congelar	24 h	Medir Cloro Residual Libre.
Metales Totales	Añadir HNO <sub>3</sub> (1:1) hasta pH<2	6 meses	---
Fosforo Total	Añadir HCl (1:1) o H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (1:1) hasta pH<2	28 d	---
Escherichia Coli	Refrigerar $\leq 6$ °C, sin congelar	24 h	Medir Cloro Residual Libre.
Aceites y Grasas	Añadir HCl (1:1) o H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (1:1) hasta pH<2	28 d	Muestrear adicionalmente 3000 mL de muestra.
Nitrógeno Amoniacal	Añadir H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (1:1) hasta pH<2	28 d	---
Organismos de Vida Libre	Refrigerar entre 4 a 10°C	24 h	---

*Nota:* Las condiciones para conservación, preservación y muestreo de agua se adjuntan en el Anexo H. Fuente: Laboratorio.

- e) Asimismo, se indica en la Tabla 22 los controles de calidad que se utilizaron en el monitoreo de calidad del agua.

**Tabla 22:**

*Controles de Calidad Fisicoquímicos y Bacteriológicos.*

<b>Tipo de parámetro</b>	<b>Control de calidad</b>	<b>Frecuencia</b>
Fisicoquímicos	Blanco Viajero	01 blanco viajero por servicio.
	Blanco de campo	01 blanco de campo por servicio.
	Duplicado de campo	10% del total del grupo de muestras analizadas.
Bacteriológicos	Blanco Viajero	01 blanco viajero por servicio.

Fuente: Laboratorio.

- f) Cabe indicar que el muestreo se realizó en un solo periodo (agosto) por ser el periodo con mayor presencia de turistas; asimismo al momento de la recolección de muestras se evidenció presencia de turistas solo en la tarde.

### **3.6.3. Fase 3: Análisis de las Variables.**

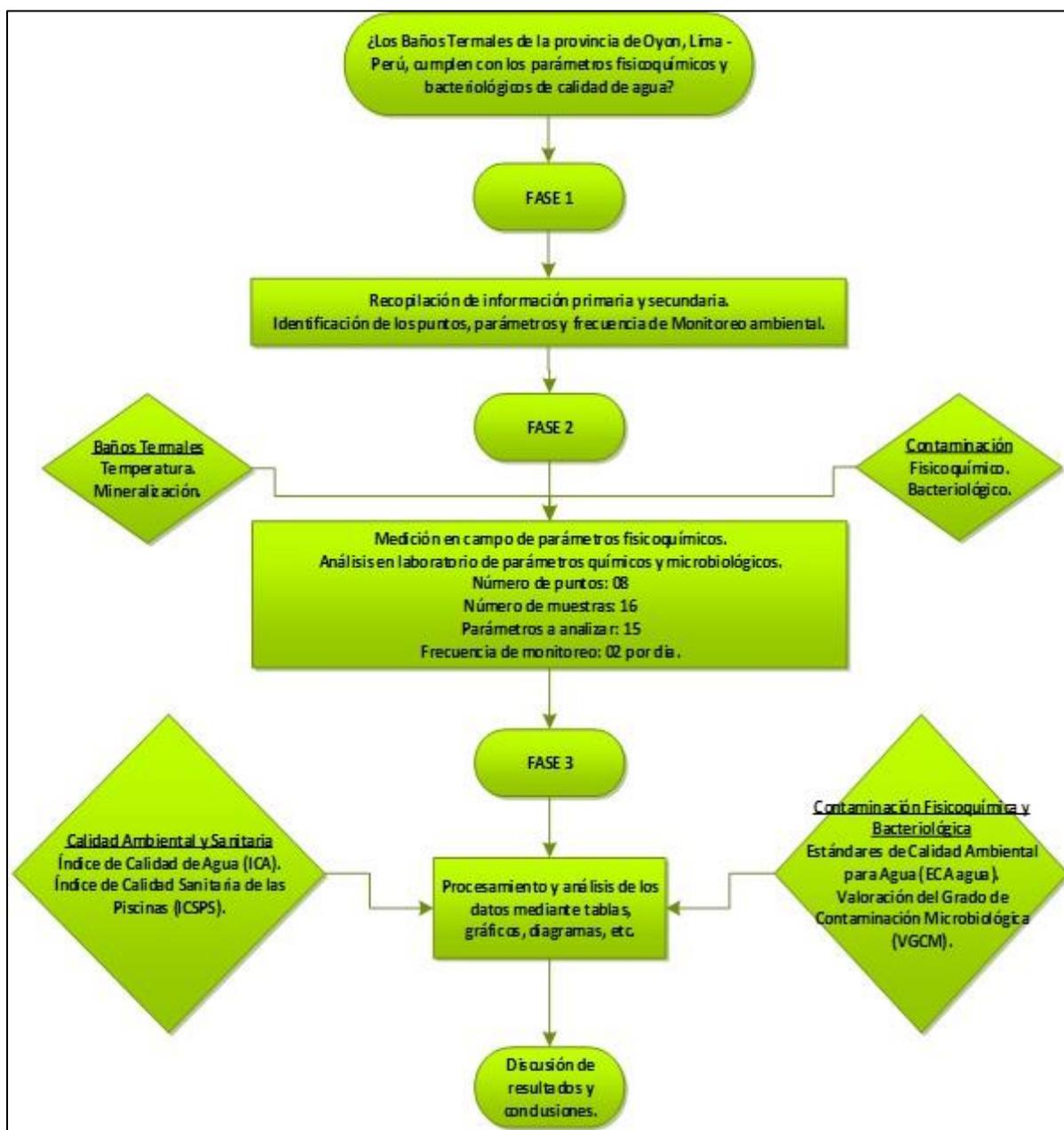
- a) En esta tercera y última fase se realizó el análisis y procesamiento de los datos para su interpretación y aceptación/rechazo de la hipótesis planteada.

### **3.7. Análisis de datos.**

Se realizó el procesamiento de la información recolectada, mediante el uso de softwares especializados como: Microsoft Excel 2019 e IBM SPSS 27.0. Los datos fueron analizados mediante el análisis estadístico inferencial-descriptivo como tablas, gráficos, diagramas, etc.

Figura 29:

Metodología Empleada para la Investigación.



### 3.8. Consideraciones Éticas.

#### 3.8.1. Limitantes de la Investigación.

- La limitación más importante es el número de puntos de medición por el bajo presupuesto, tiempo reducido del investigador y cuidado de los equipos a utilizar.

- El diseño a aplicarse, que no es experimental, solo observacional, limitará a establecer la descripción de los resultados y verificar que cumplan los estándares e indicadores establecidos en la matriz operacional de variables del Plan de Tesis aprobado.

### **3.8.2. Aspectos Éticos.**

El investigador no tendrá ninguna opinión favorable o desfavorable en los datos obtenidos ya que serán analizados de manera imparcial.

## IV.RESULTADOS

### 4.1. Índice de Calidad de Agua (ICA-NSF).

En las Tablas 23, 24, 25, 26, 27, 28 y 29 se observan los resultados del análisis fisicoquímico y bacteriológico de las 07 fuentes termales estudiadas; asimismo se determina el cálculo del Índice de Calidad del Agua (ICA-NSF).

De la Tabla 23, se infiere que la fuente termal de Mamahuarmi tienen un Índice de Calidad del Agua (ICA-NSF) regular-aceptable para uso recreativo.

**Tabla 23:**

*Cálculo del Índice de Calidad del Agua de la Fuente Termal de Mamahuarmi.*

Parámetros	Unidades	MAM-01	MAM-02	Media	Sub <sub>i</sub>	W <sub>i</sub>	(Sub <sub>i</sub> ) <sup>W<sub>i</sub></sup>
Coliformes							
	NMP/100 mL	1.8	1.8	1.80	97	0.15	1.99
Fecales							
Ph	Und	7.89	7.88	7.89	90	0.12	1.72
DBO	mg/L	2.3	2.4	2.35	85	0.10	1.56
Nitratos	mg/L	0.62	0.63	0.63	68	0.10	1.58
Fosfatos	mg/L	1.03	1.02	1.03	40	0.10	1.45
Temperatura	°C	38.2	38.30	38.25	9	0.10	1.25
Turbidez	NTU	1.63	1.62	1.63	99	0.08	1.44
TDS	mg/L	1548	1526	1537	32	0.08	1.32
OD	mg/L	2.78	2.77	2.78	32	0.17	1.80
ICA <sub>m</sub>							52.07

*Nota:* Función Ponderada Multiplicativa = ICA<sub>m</sub>. Fuente: Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.

De la Tabla 24, se infiere que la fuente termal de la Juventud tiene un Índice de Calidad del Agua (ICA-NSF) regular-aceptable para uso recreativo.

**Tabla 24:**

*Cálculo del Índice de Calidad del Agua de la Fuente Termal de la Juventud.*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidades</b>	<b>JUV-01</b>	<b>JUV-02</b>	<b>Media</b>	<b>Sub<sub>i</sub></b>	<b>W<sub>i</sub></b>	<b>(Sub<sub>i</sub>)<sup>W<sub>i</sub></sup></b>
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	1.8	1.8	1.8	97	0.15	1.99
pH	Und	7.64	7.63	7.64	89	0.12	1.71
DBO	mg/L	2.5	2.6	2.55	84	0.10	1.56
Nitratos	mg/L	0.99	0.84	0.92	99	0.10	1.58
Fosfatos	mg/L	1.23	1.26	1.25	40	0.10	1.45
Temperatura	°C	36.2	36.1	36.15	9	0.10	1.25
Turbidez	NTU	1.89	1.9	1.90	98	0.08	1.44
TDS	mg/L	1623	1634	1629	32	0.08	1.32
OD	mg/L	2.05	2.04	2.05	35	0.17	1.83
<b>ICA<sub>m</sub></b>							<b>52.69</b>

*Nota:* Función Ponderada Multiplicativa = ICA<sub>m</sub>. Fuente: Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.

De la Tabla 25, se infiere que la fuente termal de la Meseta tiene un Índice de Calidad del Agua (ICA-NSF) regular-aceptable para uso recreativo.

**Tabla 25:**

*Cálculo del Índice de Calidad del Agua de la Fuente Termal de la Meseta.*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidades</b>	<b>MES-01</b>	<b>MES-02</b>	<b>Media</b>	<b>Sub<sub>i</sub></b>	<b>W<sub>i</sub></b>	<b>(Sub<sub>i</sub>)<sup>W<sub>i</sub></sup></b>
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	1.8	1.8	1.8	97	0.15	1.99
pH	Und	7.02	7.05	7.04	88	0.12	1.71
DBO	mg/L	2.1	2.1	2.10	85	0.10	1.56
Nitratos	mg/L	0.63	0.75	0.69	99	0.10	1.58
Fosfatos	mg/L	1.56	1.66	1.61	40	0.10	1.45
Temperatura	°C	37.4	37.2	37.30	9	0.10	1.25
Turbidez	NTU	1.74	1.75	1.75	99	0.08	1.44
TDS	mg/L	1823	1824	1824	32	0.08	1.32
OD	mg/L	2.63	2.66	2.65	35	0.17	1.83
<b>ICA<sub>m</sub></b>							<b>52.73</b>

*Nota:* Función Ponderada Multiplicativa = ICA<sub>m</sub>. Fuente: Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.

De la Tabla 26, se infiere que la fuente termal de Picoy tienen un Índice de Calidad del Agua (ICA-NSF) regular-aceptable para uso recreativo.

**Tabla 26:**

*Cálculo del Índice de Calidad del Agua de la Fuente Termal de Picoy.*

Parámetros	Unidades	PIC-01	PIC-02	Media	Sub <sub>i</sub>	W <sub>i</sub>	(Sub <sub>i</sub> ) <sup>W<sub>i</sub></sup>
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	1.8	1.8	1.8	97	0.15	1.99
pH	Und	7.21	7.23	7.22	90	0.12	1.72
DBO	mg/L	2.4	2.5	2.45	85	0.10	1.56
Nitratos	mg/L	0.48	0.52	0.5	99	0.10	1.58
Fosfatos	mg/L	1.89	1.92	1.905	40	0.10	1.45
Temperatura	°C	37.4	37.3	37.35	9	0.10	1.25
Turbidez	NTU	1.84	1.89	1.865	98	0.08	1.44
TDS	mg/L	1879	1895	1887	32	0.08	1.32
OD	mg/L	3.45	3.47	3.46	35	0.17	1.83
<b>ICA<sub>m</sub></b>							<b>52.83</b>

*Nota:* Función Ponderada Multiplicativa = ICA<sub>m</sub>. Fuente: Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.

De la Tabla 27, se infiere que la fuente termal de Huanchuasi tienen un Índice de Calidad del Agua (ICA-NSF) regular-aceptable para uso recreativo.

**Tabla 27:**

*Cálculo del Índice de Calidad del Agua de la Fuente Termal de Huanchuasi.*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidades</b>	<b>HUA-01</b>	<b>HUA-02</b>	<b>Media</b>	<b>Sub<sub>i</sub></b>	<b>W<sub>i</sub></b>	<b>(Sub<sub>i</sub>)<sup>W<sub>i</sub></sup></b>
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	1.8	1.8	1.8	97	0.15	1.99
pH	Und	7.65	7.67	7.66	89	0.12	1.71
DBO	mg/L	2.1	2.3	2.20	86	0.10	1.56
Nitratos	mg/L	0.89	0.92	0.91	99	0.10	1.58
Fosfatos	mg/L	1.47	1.88	1.68	40	0.10	1.45
Temperatura	°C	34.2	34.5	34.35	9	0.10	1.25
Turbidez	NTU	1.98	1.96	1.97	98	0.08	1.44
TDS	mg/L	1526	1539	1533	32	0.08	1.32
OD	mg/L	3.21	3.2	3.21	30	0.17	1.78
<b>ICA<sub>m</sub></b>							<b>51.45</b>

*Nota:* Función Ponderada Multiplicativa = ICA<sub>m</sub>. Fuente: Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.

De la Tabla 28, se infiere que la fuente termal de Cobalto tiene un Índice de Calidad del Agua (ICA-NSF) regular-aceptable para uso recreativo.

**Tabla 28:**

*Cálculo del Índice de Calidad del Agua de la Fuente Termal de Cobalto.*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidades</b>	<b>COB-01</b>	<b>COB-02</b>	<b>Media</b>	<b>Sub<sub>i</sub></b>	<b>W<sub>i</sub></b>	<b>(Sub<sub>i</sub>)<sup>W<sub>i</sub></sup></b>
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	1.8	1.8	1.8	97	0.15	1.99
pH	Und	7.45	7.43	7.44	90	0.12	1.72
DBO	mg/L	2.1	2.2	2.15	86	0.10	1.56
Nitratos	mg/L	0.45	0.55	0.50	99	0.10	1.58
Fosfatos	mg/L	1.63	1.89	1.76	40	0.10	1.45
Temperatura	°C	32.3	32	32.15	10	0.10	1.26
Turbidez	NTU	1.21	1.2	1.21	98	0.08	1.44
TDS	mg/L	1389	1392	1391	32	0.08	1.32
OD	mg/L	2.35	2.35	2.35	31	0.17	1.79
<b>ICA<sub>m</sub></b>							<b>52.36</b>

*Nota:* Función Ponderada Multiplicativa = ICA<sub>m</sub>. Fuente: Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.

De la Tabla 29, se infiere que la fuente termal de Collpa tiene un Índice de Calidad del Agua (ICA-NSF) regular-aceptable para uso recreativo.

**Tabla 29:**

*Cálculo del Índice de Calidad del Agua de la Fuente Termal de Collpa.*

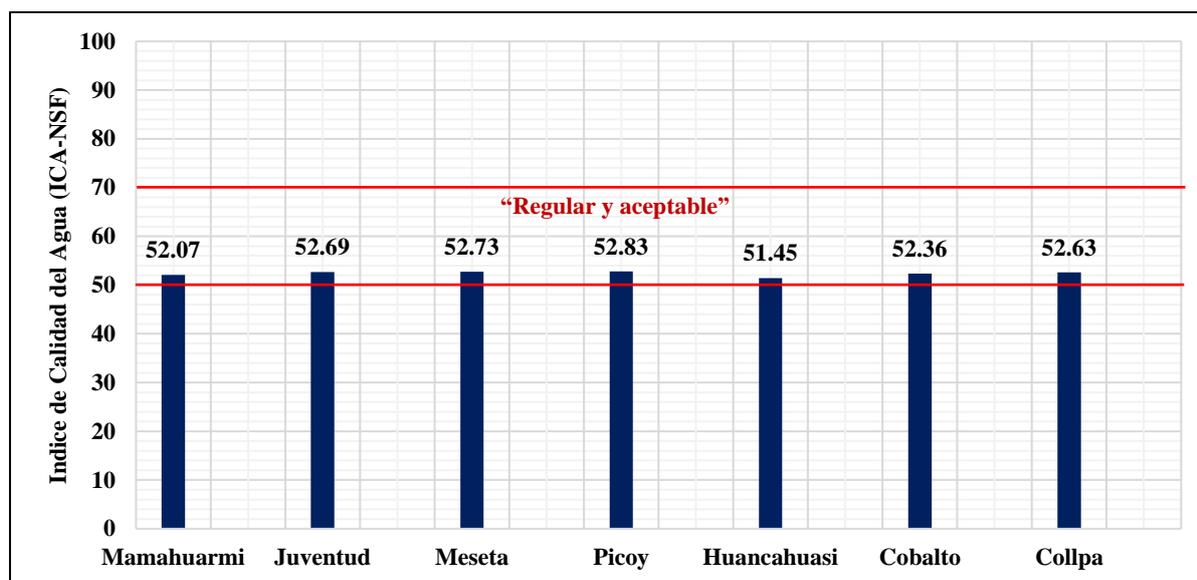
Parámetros	Unidades	COLL-01	COLL-02	Media	Sub <sub>i</sub>	W <sub>i</sub>	(Sub <sub>i</sub> ) <sup>W<sub>i</sub></sup>
Coliformes							
	NMP/100 mL	1.8	1.8	1.8	97	0.15	1.99
Fecales							
pH	Und	7.35	7.36	7.36	88	0.12	1.71
DBO	mg/L	2.3	2.4	2.35	86	0.10	1.56
Nitratos	mg/L	0.36	0.45	0.41	99	0.10	1.58
Fosfatos	mg/L	1.22	1.2	1.21	41	0.10	1.45
Temperatura	°C	35.3	35.5	35.40	10	0.10	1.26
Turbidez	NTU	1.78	1.79	1.79	98	0.08	1.44
TDS	mg/L	1545	1539	1542	32	0.08	1.32
OD	mg/L	2.92	2.89	2.91	32	0.17	1.80
<b>ICA<sub>m</sub></b>							<b>52.63</b>

*Nota:* Función Ponderada Multiplicativa = ICA<sub>m</sub>. Fuente: Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.

De la Figura 30, se infiere que el 100 % de las fuentes termales analizadas son consideradas aguas de calidad regular-aceptable para uso recreativo, según el Índice de Calidad del Agua (ICA-NSF).

**Figura 30:**

*Índices de Calidad del Agua de las Fuentes Termales.*



*Nota:* El valor promedio de todos los ICA según los cálculos es de 52.39.

#### 4.2. Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas (ICSPS).

En la Tablas 30, 31, 32, 33, 34, 35 y 36 se observan los resultados del análisis fisicoquímico y bacteriológico de las 07 fuentes termales estudiadas; asimismo se determina el cálculo del Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas (ICSPS).

**Tabla 30:***Análisis Fisicoquímico y Bacteriológico de la Fuente Termal de Mamahuarmi.*

<b>Parámetros</b>	<b>Und</b>	<b>MAM-01</b>	<b>MAM-02</b>	<b>Media</b>
Cloro residual	mg/L	0.02	0.02	0.02
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	1.8	1.8	1.80
Turbiedad	NTU	1.63	1.62	1.63

*Fuente:* Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.**Tabla 31:***Análisis Fisicoquímico y Bacteriológico de la Fuente Termal de la Juventud.*

<b>Parámetros</b>	<b>Und</b>	<b>JUV-01</b>	<b>JUV-02</b>	<b>Media</b>
Cloro residual	mg/L	0.02	0.02	0.02
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	1.8	1.8	1.80
Turbiedad	NTU	1.89	1.9	1.90

*Fuente:* Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.**Tabla 32:***Análisis Fisicoquímico y Bacteriológico de la Fuente Termal de la Meseta.*

<b>Parámetros</b>	<b>Und</b>	<b>MES-01</b>	<b>MES-02</b>	<b>Media</b>
Cloro residual	mg/L	0.02	0.02	0.02
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	1.8	1.8	1.80
Turbiedad	NTU	1.74	1.75	1.75

*Fuente:* Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.

**Tabla 33:***Análisis Fisicoquímico y Bacteriológico de la Fuente Termal de Picoy.*

<b>Parámetros</b>	<b>Und</b>	<b>PIC-01</b>	<b>PIC-02</b>	<b>Media</b>
Cloro residual	mg/L	0.02	0.02	0.02
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	1.8	1.8	1.80
Turbiedad	NTU	1.84	1.89	1.87

*Fuente:* Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.**Tabla 34:***Análisis Fisicoquímico y Bacteriológico de la Fuente Termal de Huancahuasi.*

<b>Parámetros</b>	<b>Und</b>	<b>HUA-01</b>	<b>HUA-02</b>	<b>Media</b>
Cloro residual	mg/L	0.02	0.02	0.02
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	1.8	1.8	1.80
Turbiedad	NTU	1.98	1.96	1.97

*Fuente:* Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.**Tabla 35:***Análisis Fisicoquímico y Bacteriológico de la Fuente Termal de Cobalto.*

<b>Parámetros</b>	<b>Und</b>	<b>COB-01</b>	<b>COB-02</b>	<b>Media</b>
Cloro residual	mg/L	0.02	0.02	0.02
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	1.8	1.8	1.80
Turbiedad	NTU	1.21	1.2	1.21

*Fuente:* Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.

**Tabla 36:**

*Análisis Fisicoquímico y Bacteriológico de la Fuente Termal de Collpa.*

<b>Parámetros</b>	<b>Und</b>	<b>COLL-01</b>	<b>COLL-02</b>	<b>Media</b>
Cloro residual	mg/L	0.02	0.02	0.02
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	1.8	1.8	1.80
Turbiedad	NTU	1.78	1.79	1.79

*Fuente:* Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.

De la Tabla 37, se infiere que la fuente termal de Mamahuarmi está calificada como aguas regularmente saludables según el Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas (ICSPS).

**Tabla 37:**

*Cálculo del Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas para Mamahuarmi.*

<b>Parámetros</b>	<b>Rango de valor</b>	<b>Calificación</b>	<b>Puntaje</b>
Cloro residual*	> 0.4 mg/l y < 1.2 mg/l	Buena	0.15
	< 0.4 mg/l	Mala	<b>0.00</b>
Coliformes termotolerantes*	Ausencia	Buena	<b>0.15</b>
	Presencia	Mala	0.00
Turbiedad*	< 5.0 UNT	Buena	<b>0.05</b>
	5.0 UNT o más	Mala	0.00
SS.HH y duchas	Limpios	Presencia	<b>0.075</b>
	Sucios	Ausencia	0.00
Lavapies	Limpios	Presencia	<b>0.075</b>
	Sucios	Ausencia	0.00
Sistema de recirculación	En operación	Buena	0.21

	Inoperativo	Regular	0.10
	No tiene	Mala	<b>0.00</b>
	Local está limpio	Buena	<b>0.075</b>
Limpieza del local	RR.SS. dispersos	Regular	0.038
	Local está sucio	Mala	0.00
	Ausencia de sólidos	Buena	<b>0.075</b>
Limpieza del estanque	Presencia de sólidos	Regular	0.038
	Abundantes sólidos	Mala	0.00
Libro de registro	Libro al día	Buena	0.02
	No hay libro	Mala	<b>0.00</b>
Aprobación sanitaria	Autorización sanitaria	Buena	0.12
	No tiene autorización	Mala	<b>0.00</b>
<b>ICSPS</b>			<b>0.50</b>

*Fuente:* \*Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.

De la Tabla 38, se infiere que la fuente termal de la Juventud está calificada como aguas regularmente saludables según el Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas (ICSPS).

**Tabla 38:**

*Cálculo del Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas para la Juventud.*

<b>Parámetros</b>	<b>Rango de valor</b>	<b>Calificación</b>	<b>Puntaje</b>
Cloro residual*	> 0.4 mg/l y < 1.2 mg/l	Buena	0.15
	< 0.4 mg/l	Mala	<b>0.00</b>
Coliformes termotolerantes*	Ausencia	Buena	<b>0.15</b>
	Presencia	Mala	0.00
Turbiedad*	< 5.0 UNT	Buena	<b>0.05</b>

	5.0 UNT o más	Mala	0.00
SS. HH y duchas	Limpios	Presencia	<b>0.075</b>
	Sucios	Ausencia	0.00
Lavapies	Limpios	Presencia	<b>0.075</b>
	Sucios	Ausencia	0.00
Sistema de recirculación	En operación	Buena	0.21
	Inoperativo	Regular	0.10
	No tiene	Mala	<b>0.00</b>
Limpieza del local	Local está limpio	Buena	<b>0.075</b>
	RR.SS. dispersos	Regular	0.038
	Local está sucio	Mala	0.00
Limpieza del estanque	Ausencia de sólidos	Buena	<b>0.075</b>
	Presencia de sólidos	Regular	0.038
	Abundantes sólidos	Mala	0.00
Libro de registro	Libro al día	Buena	0.02
	No hay libro	Mala	<b>0.00</b>
Aprobación sanitaria	Autorización sanitaria	Buena	0.12
	No tiene autorización	Mala	<b>0.00</b>
<b>ICSPS</b>			<b>0.50</b>

*Fuente:* \* Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.

De la Tabla 39, se infiere que la fuente termal de la Meseta está calificada como aguas regularmente saludables según el Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas (ICSPS).

**Tabla 39:**

*Cálculo del Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas para la Meseta.*

<b>Parámetros</b>	<b>Rango de valor</b>	<b>Calificación</b>	<b>Puntaje</b>
Cloro residual*	> 0.4 mg/l y < 1.2 mg/l	Buena	0.15
	< 0.4 mg/l	Mala	<b>0.00</b>
Coliformes termotolerantes*	Ausencia	Buena	<b>0.15</b>
	Presencia	Mala	0.00
Turbiedad*	< 5.0 UNT	Buena	<b>0.05</b>
	5.0 UNT o más	Mala	0.00
SS. HH y duchas	Limpios	Presencia	<b>0.075</b>
	Sucios	Ausencia	0.00
Lavapies	Limpios	Presencia	<b>0.075</b>
	Sucios	Ausencia	0.00
Sistema de recirculación	En operación	Buena	0.21
	Inoperativo	Regular	0.10
Limpieza del local	No tiene	Mala	<b>0.00</b>
	Local está limpio	Buena	<b>0.075</b>
	RR.SS. dispersos	Regular	0.038
Limpieza del estanque	Local está sucio	Mala	0.00
	Ausencia de sólidos	Buena	<b>0.075</b>
	Presencia de sólidos	Regular	0.038
	Abundantes sólidos	Mala	0.00

Libro de registro	Libro al día	Buena	0.02
	No hay libro	Mala	<b>0.00</b>
Aprobación sanitaria	Autorización sanitaria	Buena	0.12
	No tiene autorización	Mala	<b>0.00</b>
ICSPS			<b>0.50</b>

*Fuente:* \*Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.

De la Tabla 40, se infiere que la fuente termal de Picoy está calificada como aguas regularmente saludables según el Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas (ICSPS).

**Tabla 40:**

*Cálculo del Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas para Picoy.*

<b>Parámetros</b>	<b>Rango de valor</b>	<b>Calificación</b>	<b>Puntaje</b>
Cloro residual*	> 0.4 mg/l y < 1.2 mg/l	Buena	0.15
	< 0.4 mg/l	Mala	<b>0.00</b>
Coliformes termotolerantes*	Ausencia	Buena	<b>0.15</b>
	Presencia	Mala	0.00
Turbiedad*	< 5.0 UNT	Buena	<b>0.05</b>
	5.0 UNT o más	Mala	0.00
SS. HH y duchas	Limpios	Presencia	<b>0.075</b>
	Sucios	Ausencia	0.00
Lavapies	Limpios	Presencia	<b>0.075</b>
	Sucios	Ausencia	0.00
Sistema de recirculación	En operación	Buena	0.21
	Inoperativo	Regular	0.10
	No tiene	Mala	<b>0.00</b>

	Local está limpio	Buena	<b>0.075</b>
Limpieza del local	RR.SS. dispersos	Regular	0.038
	Local está sucio	Mala	0.00
Limpieza del estanque	Ausencia de sólidos	Buena	<b>0.075</b>
	Presencia de sólidos	Regular	0.038
	Abundantes sólidos	Mala	0.00
Libro de registro	Libro al día	Buena	0.02
	No hay libro	Mala	<b>0.00</b>
Aprobación sanitaria	Autorización sanitaria	Buena	0.12
	No tiene autorización	Mala	<b>0.00</b>
<b>ICSPS</b>			<b>0.50</b>

*Fuente:* \*Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.

De la Tabla 41, se infiere que la fuente termal de Huancahuasi está calificada como aguas regularmente saludables según el Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas (ICSPS).

**Tabla 41:**

*Cálculo del Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas para Huancahuasi.*

<b>Parámetros</b>	<b>Rango de valor</b>	<b>Calificación</b>	<b>Puntaje</b>
Cloro residual*	> 0.4 mg/l y < 1.2 mg/l	Buena	0.15
	< 0.4 mg/l	Mala	<b>0.00</b>
Coliformes termotolerantes*	Ausencia	Buena	<b>0.15</b>
	Presencia	Mala	0.00
Turbiedad*	< 5.0 UNT	Buena	<b>0.05</b>

	5.0 UNT o más	Mala	0.00
SS. HH y duchas	Limpios	Presencia	<b>0.075</b>
	Sucios	Ausencia	0.00
Lavapies	Limpios	Presencia	<b>0.075</b>
	Sucios	Ausencia	0.00
Sistema de recirculación	En operación	Buena	0.21
	Inoperativo	Regular	0.10
	No tiene	Mala	<b>0.00</b>
Limpieza del local	Local está limpio	Buena	<b>0.075</b>
	RR.SS. dispersos	Regular	0.038
	Local está sucio	Mala	0.00
Limpieza del estanque	Ausencia de sólidos	Buena	<b>0.075</b>
	Presencia de sólidos	Regular	0.038
	Abundantes sólidos	Mala	0.00
Libro de registro	Libro al día	Buena	0.02
	No hay libro	Mala	<b>0.00</b>
Aprobación sanitaria	Autorización sanitaria	Buena	0.12
	No tiene autorización	Mala	<b>0.00</b>
<b>ICSPS</b>			<b>0.50</b>

*Fuente:* \*Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.

De la Tabla 42, se infiere que la fuente termal de Cobalto está calificada como aguas regularmente saludables según el Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas (ICSPS).

**Tabla 42:**

*Cálculo del Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas para Cobalto.*

<b>Parámetros</b>	<b>Rango de valor</b>	<b>Calificación</b>	<b>Puntaje</b>
Cloro residual*	> 0.4 mg/l y < 1.2 mg/l	Buena	0.15
	< 0.4 mg/l	Mala	<b>0.00</b>
Coliformes termotolerantes*	Ausencia	Buena	<b>0.15</b>
	Presencia	Mala	0.00
Turbiedad*	< 5.0 UNT	Buena	<b>0.05</b>
	5.0 UNT o más	Mala	0.00
SS. HH y duchas	Limpios	Presencia	<b>0.075</b>
	Sucios	Ausencia	0.00
Lavapies	Limpios	Presencia	<b>0.075</b>
	Sucios	Ausencia	0.00
Sistema de recirculación	En operación	Buena	0.21
	Inoperativo	Regular	0.10
Limpieza del local	No tiene	Mala	<b>0.00</b>
	Local está limpio	Buena	<b>0.075</b>
	RR.SS. dispersos	Regular	0.038
Limpieza del estanque	Local está sucio	Mala	0.00
	Ausencia de sólidos	Buena	<b>0.075</b>
	Presencia de sólidos	Regular	0.038
	Abundantes sólidos	Mala	0.00

Libro de registro	Libro al día	Buena	0.02
	No hay libro	Mala	<b>0.00</b>
Aprobación sanitaria	Autorización sanitaria	Buena	0.12
	No tiene autorización	Mala	<b>0.00</b>
ICSPS			<b>0.50</b>

*Fuente:* \*Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.

De la Tabla 43, se infiere que la fuente termal de Collpa está calificada como aguas regularmente saludables según el Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas (ICSPS).

**Tabla 43:**

*Cálculo del Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas para Collpa.*

Parámetros	Rango de valor	Calificación	Puntaje
Cloro residual*	> 0.4 mg/l y < 1.2 mg/l	Buena	0.15
	< 0.4 mg/l	Mala	<b>0.00</b>
Coliformes termotolerantes*	Ausencia	Buena	<b>0.15</b>
	Presencia	Mala	0.00
Turbiedad*	< 5.0 UNT	Buena	<b>0.05</b>
	5.0 UNT o más	Mala	0.00
SS. HH y duchas	Limpios	Presencia	<b>0.075</b>
	Sucios	Ausencia	0.00
Lavapies	Limpios	Presencia	<b>0.075</b>
	Sucios	Ausencia	0.00
Sistema de recirculación	En operación	Buena	0.21
	Inoperativo	Regular	0.10

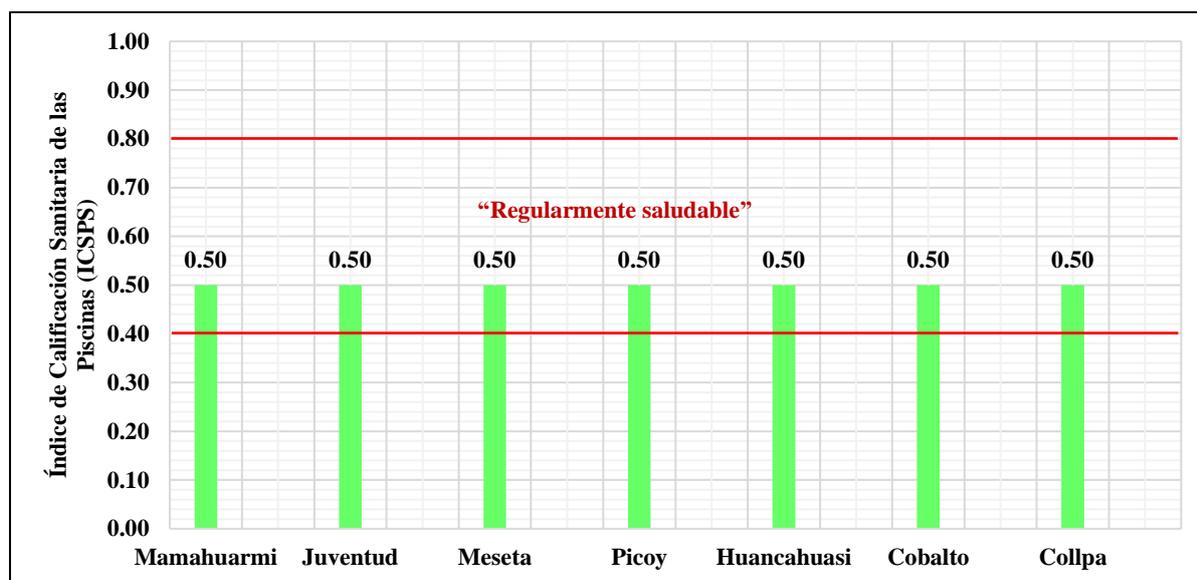
	No tiene	Mala	<b>0.00</b>
	Local está limpio	Buena	<b>0.075</b>
Limpieza del local	RR.SS. dispersos	Regular	0.038
	Local está sucio	Mala	0.00
	Ausencia de sólidos	Buena	<b>0.075</b>
Limpieza del estanque	Presencia de sólidos	Regular	0.038
	Abundantes sólidos	Mala	0.00
Libro de registro	Libro al día	Buena	0.02
	No hay libro	Mala	<b>0.00</b>
Aprobación sanitaria	Autorización sanitaria	Buena	0.12
	No tiene autorización	Mala	<b>0.00</b>
<b>ICSPS</b>			<b>0.50</b>

*Fuente:* \*Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.

De la Figura 31, se infiere que el 100 % de las fuentes termales estudiadas están calificada como aguas regularmente saludables según el Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas (ICSPS).

**Figura 31:**

*Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas Termales.*



*Nota:* El valor promedio de todos los ICSPS según los cálculos es de 0.50.

#### 4.3. Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA agua).

En las Tablas 44, 45, 46, 47, 48, 49 y 50 se observan los resultados del análisis físicoquímico y bacteriológico de las 07 fuentes termales estudiadas; asimismo se compara con los Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA agua) de contacto primario.

De la Tabla 44, se infiere que todos los parámetros analizados de la fuente termal de Mamahuarmi, cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA agua) de contacto primario, a excepción del Oxígeno Disuelto (OD) que se encuentra por debajo del estándar con un valor medio de 2.78 mg/L.

**Tabla 44:***Estándares de Calidad Ambiental para la Fuente Termal de Mamahuarmi.*

<b>Elemento</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>	<b>MAM-01</b>	<b>MAM-02</b>	<b>Media</b>
Aceites y Grasas (AcyG)	mg/L	APV	0.50	0.50	0.50
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5	2.3	2.4	2.4
Nitratos (NO <sub>3</sub> --N)	mg/L	10	0.62	0.63	0.63
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	≥ 5	<b>2.78</b>	<b>2.77</b>	<b>2.78</b>
Potencial de Hidrogeno (pH)	Unidad de pH	6.0-9.0	7.89	7.88	7.89
Aluminio (Al)	mg/L	0.2	0.02	0.02	0.02
Arsénico (As)	mg/L	0.01	0.032	0.033	0.033
Bario (Ba)	mg/L	0.7	0.0144	0.0145	0.0145
Boro (B)	mg/L	0.5	0.0210	0.0211	0.0211
Cadmio (Cd)	mg/L	0.01	0.001	0.001	0.001
Cobre (Cu)	mg/L	2	0.003	0.003	0.003
Cromo Total (Cr)	mg/L	0.05	0.004	0.004	0.004
Manganeso (Mn)	mg/L	0.1	0.02	0.02	0.02
Mercurio (Hg)	mg/L	0.001	0.0001	0.0001	0.0001
Níquel (Ni)	mg/L	0.02	0.039	0.038	0.039
Plomo (Pb)	mg/L	0.01	0.01	0.01	0.01
Zinc (Zn)	mg/L	3	0.005	0.005	0.005
Coliformes Termotolerantes (CT)	NMP/100 mL	200	1.8	1.8	1.8

Escherichia Coli (E. Coli)	NMP/100 mL	Ausencia	1.8	1.8	1.8
Temperatura	°C	-	38.2	38.3	38.3
Conductividad Eléctrica (CE)	µS/cm	-	245	244	245
Nitrógeno Amoniacal (NH <sub>3</sub> -N)	mg/L	-	0.03	0.03	0.03
Fosforo (P)	mg/L	-	0.06	0.06	0.06
Organismos de Vida Libre (OVL)	Org./L	-	1	1	1

*Nota:* Parámetros mínimos según el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, Categoría 1 (R.J. N° 010-2016-ANA). Fuente: \*Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.

De la Tabla 45, se infiere que todos los parámetros analizados de la fuente termal de Juventud, cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA agua) de contacto primario, a excepción del Oxígeno Disuelto (OD) que se encuentra por debajo del estándar con un valor medio de 2.05 mg/L.

**Tabla 45:**

*Estándares de Calidad Ambiental para la Fuente Termal de la Juventud.*

Elemento	Unidad	Valor	JUV-01	JUV-02	Media
Aceites y Grasas (AcyG)	mg/L	APV	0.50	0.50	0.50
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5	2.5	2.6	2.6
Nitratos (NO <sub>3</sub> --N)	mg/L	10	0.99	0.84	0.92
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	≥ 5	<b>2.05</b>	<b>2.04</b>	<b>2.05</b>
Potencial de Hidrogeno (pH)	Unidad de pH	6.0-9.0	7.64	7.63	7.64
Aluminio (Al)	mg/L	0.2	0.02	0.02	0.02

Arsénico (As)	mg/L	0.01	0.045	0.044	0.045
Bario (Ba)	mg/L	0.7	0.0143	0.0144	0.0144
Boro (B)	mg/L	0.5	0.0236	0.0239	0.0238
Cadmio (Cd)	mg/L	0.01	0.001	0.001	0.001
Cobre (Cu)	mg/L	2	0.003	0.003	0.003
Cromo Total (Cr)	mg/L	0.05	0.004	0.004	0.004
Manganeso (Mn)	mg/L	0.1	0.02	0.02	0.02
Mercurio (Hg)	mg/L	0.001	0.0001	0.0001	0.0001
Níquel (Ni)	mg/L	0.02	0.045	0.044	0.045
Plomo (Pb)	mg/L	0.01	0.01	0.01	0.01
Zinc (Zn)	mg/L	3	0.005	0.005	0.005
Coliformes Termotolerantes (CT)	NMP/100 mL	200	1.8	1.8	1.80
Escherichia Coli (E. Coli)	NMP/100 mL	Ausencia	1.8	1.8	1.80
Temperatura	°C	-	36.2	36.1	36.2
Conductividad Eléctrica (CE)	µS/cm	-	288	289	289
Nitrógeno Amoniacal (NH <sub>3</sub> -N)	mg/L	-	0.03	0.03	0.03
Fosforo (P)	mg/L	-	0.06	0.06	0.06
Organismos de Vida Libre (OVL)	Org./L	-	1	1	1

*Nota:* Parámetros mínimos según el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, Categoría 1 (R.J. N° 010-2016-ANA). Fuente: \*Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.

De la Tabla 46, se infiere que todos los parámetros analizados de la fuente termal de Meseta, cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA agua) de contacto primario, a excepción del Oxígeno Disuelto (OD) que se encuentra por debajo del estándar con un valor medio de 2.65 mg/L.

**Tabla 46:**

*Estándares de Calidad Ambiental para la Fuente Termal de la Meseta.*

<b>Elemento</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>	<b>MES-01</b>	<b>MES-02</b>	<b>Media</b>
Aceites y Grasas (AcyG)	mg/L	APV	0.50	0.50	0.50
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5	2.1	2.1	2.1
Nitratos (NO <sub>3</sub> --N)	mg/L	10	0.63	0.75	0.69
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	≥ 5	<b>2.63</b>	<b>2.66</b>	<b>2.65</b>
Potencial de Hidrogeno (pH)	Unidad de pH	6.0-9.0	7.02	7.05	7.04
Aluminio (Al)	mg/L	0.2	0.02	0.02	0.02
Arsénico (As)	mg/L	0.01	0.029	0.028	0.029
Bario (Ba)	mg/L	0.7	0.0152	0.0155	0.0154
Boro (B)	mg/L	0.5	0.0234	0.0233	0.0234
Cadmio (Cd)	mg/L	0.01	0.001	0.001	0.001
Cobre (Cu)	mg/L	2	0.003	0.003	0.003
Cromo Total (Cr)	mg/L	0.05	0.004	0.004	0.004
Manganeso (Mn)	mg/L	0.1	0.02	0.02	0.02
Mercurio (Hg)	mg/L	0.001	0.0001	0.0001	0.0001
Níquel (Ni)	mg/L	0.02	0.036	0.036	0.036
Plomo (Pb)	mg/L	0.01	0.01	0.01	0.01
Zinc (Zn)	mg/L	3	0.005	0.005	0.005

Coliformes Termotolerantes (CT)	NMP/100 mL	200	1.8	1.8	1.80
Escherichia Coli (E. Coli)	NMP/100 mL	Ausencia	1.8	1.8	1.80
Temperatura	°C	-	37.4	37.2	37.3
Conductividad Eléctrica (CE)	µS/cm	-	287	288	288
Nitrógeno Amoniacal (NH <sub>3</sub> -N)	mg/L	-	0.03	0.03	0.03
Fosforo (P)	mg/L	-	0.06	0.06	0.06
Organismos de Vida Libre (OVL)	Org./L	-	1	1	1

*Nota:* Parámetros mínimos según el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, Categoría 1 (R.J. N° 010-2016-ANA). Fuente: \*Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.

De la Tabla 47, se infiere que todos los parámetros analizados de la fuente termal de Picoy, cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA agua) de contacto primario, a excepción del Oxígeno Disuelto (OD) que se encuentra por debajo del estándar con un valor medio de 3.46 mg/L.

**Tabla 47:**

*Estándares de Calidad Ambiental para la Fuente Termal de Picoy.*

<b>Elemento</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>	<b>PIC-01</b>	<b>PIC-02</b>	<b>Media</b>
Aceites y Grasas (AcyG)	mg/L	APV	0.50	0.50	0.50
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5	2.4	2.5	2.5
Nitratos (NO <sub>3</sub> --N)	mg/L	10	0.48	0.52	0.50
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	≥ 5	<b>3.45</b>	<b>3.47</b>	<b>3.46</b>
Potencial de Hidrogeno (pH)	Unidad de pH	6.0-9.0	7.21	7.23	7.22
Aluminio (Al)	mg/L	0.2	0.02	0.02	0.02
Arsénico (As)	mg/L	0.01	0.032	0.032	0.032
Bario (Ba)	mg/L	0.7	0.0126	0.0125	0.0126
Boro (B)	mg/L	0.5	0.0223	0.0224	0.0224
Cadmio (Cd)	mg/L	0.01	0.001	0.001	0.001
Cobre (Cu)	mg/L	2	0.003	0.003	0.003
Cromo Total (Cr)	mg/L	0.05	0.004	0.004	0.004
Manganeso (Mn)	mg/L	0.1	0.02	0.02	0.02
Mercurio (Hg)	mg/L	0.001	0.0001	0.0001	0.0001
Níquel (Ni)	mg/L	0.02	0.051	0.052	0.052
Plomo (Pb)	mg/L	0.01	0.01	0.01	0.01
Zinc (Zn)	mg/L	3	0.005	0.005	0.005

Coliformes Termotolerantes (CT)	NMP/100 mL	200	1.8	1.8	1.80
Escherichia Coli (E. Coli)	NMP/100 mL	Ausencia	1.8	1.8	1.80
Temperatura	°C	-	37.4	37.3	37.4
Conductividad Eléctrica (CE)	µS/cm	-	345	346	346
Nitrógeno Amoniacal (NH <sub>3</sub> -N)	mg/L	-	0.03	0.03	0.03
Fosforo (P)	mg/L	-	0.06	0.06	0.06
Organismos de Vida Libre (OVL)	Org./L	-	1	1	1

*Nota:* Parámetros mínimos según el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, Categoría 1 (R.J. N° 010-2016-ANA). Fuente: \*Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.

De la Tabla 48, se infiere que todos los parámetros analizados de la fuente termal de Huancahuasi, cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA agua) de contacto primario, a excepción del Oxígeno Disuelto (OD) que se encuentra por debajo del estándar con un valor medio de 3.21 mg/L.

**Tabla 48:***Estándares de Calidad Ambiental para la Fuente Termal de Huanchahuasi.*

<b>Elemento</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>	<b>HUA-01</b>	<b>HUA-02</b>	<b>Medi a</b>
Aceites y Grasas (AcyG)	mg/L	APV	0.50	0.50	0.50
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5	2.1	2.3	2.2
Nitratos (NO <sub>3</sub> --N)	mg/L	10	0.89	0.92	0.91
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	≥ 5	<b>3.21</b>	<b>3.20</b>	<b>3.21</b>
Potencial de Hidrogeno (pH)	Unidad de pH	6.0-9.0	7.65	7.67	7.66
Aluminio (Al)	mg/L	0.2	0.02	0.02	0.02
Arsénico (As)	mg/L	0.01	0.085	0.084	0.085
Bario (Ba)	mg/L	0.7	0.0187	0.0188	0.0188
Boro (B)	mg/L	0.5	0.0211	0.021	0.021
Cadmio (Cd)	mg/L	0.01	0.001	0.001	0.001
Cobre (Cu)	mg/L	2	0.003	0.003	0.003
Cromo Total (Cr)	mg/L	0.05	0.004	0.004	0.004
Manganeso (Mn)	mg/L	0.1	0.02	0.02	0.02
Mercurio (Hg)	mg/L	0.001	0.0001	0.0001	0.0001
Níquel (Ni)	mg/L	0.02	0.062	0.064	0.063
Plomo (Pb)	mg/L	0.01	0.01	0.01	0.01
Zinc (Zn)	mg/L	3	0.005	0.005	0.005

Coliformes Termotolerantes (CT)	NMP/100 mL	200	1.8	1.8	1.80
Escherichia Coli (E. Coli)	NMP/100 mL	Ausenci a	1.8	1.8	1.80
Temperatura	°C	-	34.2	34.5	34.4
Conductividad Eléctrica (CE)	µS/cm	-	352	355	354
Nitrógeno Amoniacal (NH <sub>3</sub> -N)	mg/L	-	0.03	0.03	0.03
Fosforo (P)	mg/L	-	0.06	0.06	0.06
Organismos de Vida Libre (OVL)	Org./L	-	1	1	1

*Nota:* Parámetros mínimos según el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, Categoría 1 (R.J. N° 010-2016-ANA). Fuente: \*Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.

De la Tabla 49, se infiere que todos los parámetros analizados de la fuente termal de Cobalto, cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA agua) de contacto primario, a excepción del Oxígeno Disuelto (OD) que se encuentra por debajo del estándar con un valor medio de 2.35 mg/L.

**Tabla 49:***Estándares de Calidad Ambiental para la Fuente Termal de Cobalto.*

Elemento	Unidad	Valor	COB-01	COB-02	Medi a
Aceites y Grasas (AcyG)	mg/L	APV	0.50	0.50	0.50
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5	2.1	2.2	2.2
Nitratos (NO <sub>3</sub> --N)	mg/L	10	0.45	0.55	0.50
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	≥ 5	<b>2.35</b>	<b>2.35</b>	<b>2.35</b>
Potencial de Hidrogeno (pH)	Unidad de pH	6.0-9.0	7.45	7.43	7.44
Aluminio (Al)	mg/L	0.2	0.02	0.02	0.02
Arsénico (As)	mg/L	0.01	0.065	0.066	0.066
Bario (Ba)	mg/L	0.7	0.0136	0.0138	0.0137
Boro (B)	mg/L	0.5	0.0278	0.028	0.0279
Cadmio (Cd)	mg/L	0.01	0.001	0.001	0.001
Cobre (Cu)	mg/L	2	0.003	0.003	0.003
Cromo Total (Cr)	mg/L	0.05	0.004	0.004	0.004
Manganeso (Mn)	mg/L	0.1	0.02	0.02	0.02
Mercurio (Hg)	mg/L	0.001	0.0001	0.0001	0.0001
Níquel (Ni)	mg/L	0.02	0.035	0.033	0.034
Plomo (Pb)	mg/L	0.01	0.01	0.01	0.01
Zinc (Zn)	mg/L	3	0.005	0.005	0.005

Coliformes Termotolerantes (CT)	NMP/100 mL	200	1.8	1.8	1.80
Escherichia Coli (E. Coli)	NMP/100 mL	Ausenci a	1.8	1.8	1.80
Temperatura	°C	-	32.3	32	32.2
Conductividad Eléctrica (CE)	µS/cm	-	387	388	388
Nitrógeno Amoniacal (NH <sub>3</sub> -N)	mg/L	-	0.03	0.03	0.03
Fosforo (P)	mg/L	-	0.06	0.06	0.06
Organismos de Vida Libre (OVL)	Org./L	-	1	1	1

*Nota:* Parámetros mínimos según el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, Categoría 1 (R.J. N° 010-2016-ANA). Fuente: \*Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.

De la Tabla 50, se infiere que todos los parámetros analizados de la fuente termal de Collpa, cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA agua) de contacto primario, a excepción del Oxígeno Disuelto (OD) que se encuentra por debajo del estándar con un valor medio de 2.35 mg/L.

**Tabla 50:***Estándares de Calidad Ambiental para la Fuente Termal de Collpa.*

<b>Elemento</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>	<b>COLL-01</b>	<b>COLL-02</b>	<b>Medi a</b>
Aceites y Grasas (AcyG)	mg/L	APV	0.50	0.50	0.50
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5	2.3	2.4	2.4
Nitratos (NO <sub>3</sub> --N)	mg/L	10	0.36	0.45	0.41
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	≥ 5	<b>2.92</b>	<b>2.89</b>	<b>2.91</b>
Potencial de Hidrogeno (pH)	Unidad de pH	6.0-9.0	7.35	7.36	7.36
Aluminio (Al)	mg/L	0.2	0.02	0.02	0.02
Arsénico (As)	mg/L	0.01	0.048	0.049	0.049
Bario (Ba)	mg/L	0.7	0.0125	0.0126	0.0126
Boro (B)	mg/L	0.5	0.0236	0.0239	0.0239
Cadmio (Cd)	mg/L	0.01	0.001	0.001	0.001
Cobre (Cu)	mg/L	2	0.003	0.003	0.003
Cromo Total (Cr)	mg/L	0.05	0.004	0.004	0.004
Manganeso (Mn)	mg/L	0.1	0.02	0.02	0.02
Mercurio (Hg)	mg/L	0.001	0.0001	0.0001	0.0001
Níquel (Ni)	mg/L	0.02	0.045	0.047	0.046
Plomo (Pb)	mg/L	0.01	0.01	0.01	0.01

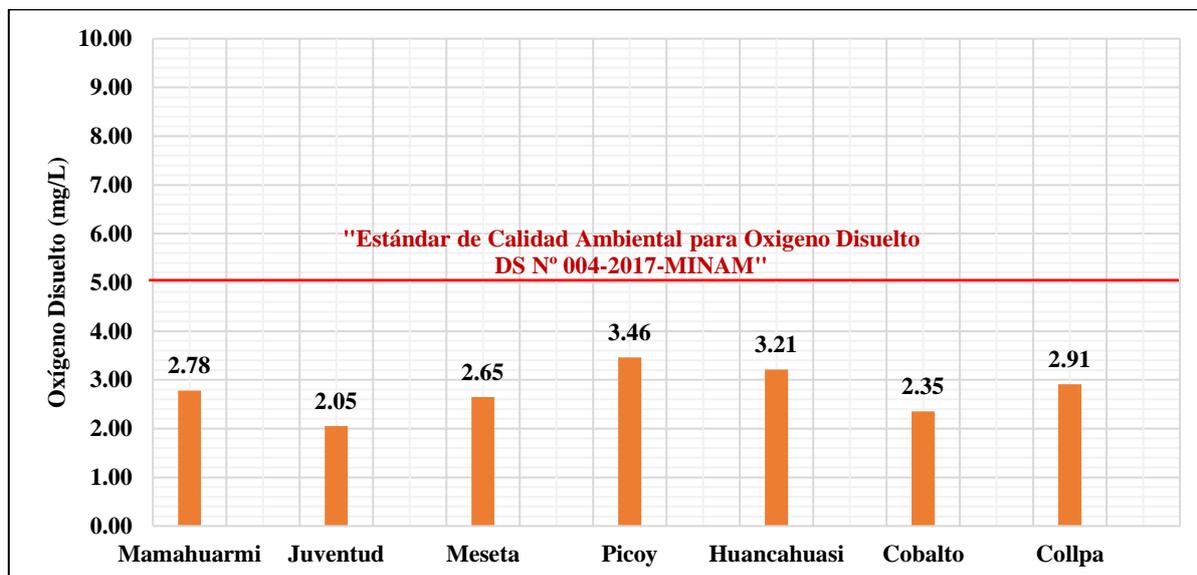
Zinc (Zn)	mg/L	3	0.005	0.005	0.005
Coliformes Termotolerantes (CT)	NMP/100 mL	200	1.8	1.8	1.80
Escherichia Coli (E. Coli)	NMP/100 mL	Ausenci a	1.8	1.8	1.80
Temperatura	°C	-	35.3	35.5	35.4
Conductividad Eléctrica (CE)	µS/cm	-	425	424	425
Nitrógeno Amoniacal (NH <sub>3</sub> -N)	mg/L	-	0.03	0.03	0.03
Fosforo (P)	mg/L	-	0.06	0.06	0.06
Organismos de Vida Libre (OVL)	Org./L	-	1	1	1

*Nota:* Parámetros mínimos según el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, Categoría 1 (R.J. N° 010-2016-ANA). Fuente: \*Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.

De la Figura 32, se infiere que el 100 % de las fuentes termales estudiadas no cumplen con el parámetro de Oxígeno Disuelto (OD) del Estándar de Calidad Ambiental para agua (ECA agua) de contacto primario.

**Figura 32:**

*Estándares de Calidad Ambiental para las fuentes termales.*



*Nota:* El valor promedio de todos los OD según los cálculos es de 2.77.

#### **4.4. Valoración del Grado de Contaminación Microbiológica (VGCM).**

En las Tablas 51, 52, 53, 54, 55, 56 y 57 se observan los resultados del análisis bacteriológico de las 07 fuentes termales estudiadas; asimismo se realiza la comparación con el cálculo de la Valoración del Grado de Contaminación Microbiológica (VGCM).

De la Tabla 51, se infiere que la fuente termal de Mamahuarmi esta valorizada como aguas sin contaminación, según Grado de Contaminación Microbiológica.

**Tabla 51:**

*Grado de Contaminación Microbiológica de la F.T. de Mamahuarmi.*

<b>Parámetros</b>	<b>Und</b>	<b>MAM-01</b>	<b>MAM-02</b>	<b>Medi a</b>	<b>NMP/100m L</b>	<b>Valoració n</b>
Colif. Totales	NMP/100m L	1.8	1.8	1.8	1000	0.18%
Colif. Termo.	NMP/100m L	1.8	1.8	1.8	200	0.90%

*Fuente:* Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.

De la Tabla 52, se infiere que la fuente termal de la Juventud esta valorizada como aguas sin contaminación, según Grado de Contaminación Microbiológica.

**Tabla 52:**

*Grado de Contaminación Microbiológica de la F.T. de la Juventud.*

<b>Parámetros</b>	<b>Und</b>	<b>JUV-01</b>	<b>JUV-02</b>	<b>Media</b>	<b>NMP/100mL</b>	<b>Valoración</b>
Colif. Totales	NMP/100mL	1.8	1.8	1.8	1000	0.18%
Colif. Termo.	NMP/100mL	1.8	1.8	1.8	200	0.90%

*Fuente:* Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.

De la Tabla 53, se infiere que la fuente termal de la Meseta esta valorizada como aguas sin contaminación, según Grado de Contaminación Microbiológica.

**Tabla 53:**

*Grado de Contaminación Microbiológica de la F.T. de la Meseta.*

<b>Parámetros</b>	<b>Und</b>	<b>MES-01</b>	<b>MES-02</b>	<b>Media</b>	<b>NMP/100mL</b>	<b>Valoración</b>
Colif. Totales	NMP/100mL	1.8	1.8	1.8	1000	0.18%
Colif. Termo.	NMP/100mL	1.8	1.8	1.8	200	0.90%

*Fuente:* Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.

De la Tabla 54, se infiere que la fuente termal de Picoy esta valorizada como aguas sin contaminación, según Grado de Contaminación Microbiológica.

**Tabla 54:**

*Grado de Contaminación Microbiológica de la F.T. de Picoy.*

<b>Parámetros</b>	<b>Und</b>	<b>PIC-01</b>	<b>PIC-02</b>	<b>Media</b>	<b>NMP/100mL</b>	<b>Valoración</b>
Colif. Totales	NMP/100mL	1.8	1.8	1.8	1000	0.18%
Colif. Termo.	NMP/100mL	1.8	1.8	1.8	200	0.90%

*Fuente:* Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.

De la Tabla 55, se infiere que la fuente termal de Huancahuasi esta valorizada como aguas sin contaminación, según Grado de Contaminación Microbiológica.

**Tabla 55:**

*Grado de Contaminación Microbiológica de la F.T. de Huancahuasi.*

<b>Parámetros</b>	<b>Und</b>	<b>HUA-01</b>	<b>HUA-02</b>	<b>Media</b>	<b>NMP/100mL</b>	<b>Valoración</b>
Colif. Totales	NMP/100mL	1.8	1.8	1.8	1000	0.18%
Colif. Termo.	NMP/100mL	1.8	1.8	1.8	200	0.90%

*Fuente:* Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.

De la Tabla 56, se infiere que la fuente termal de Cobalto esta valorizada como aguas sin contaminación, según Grado de Contaminación Microbiológica.

**Tabla 56:**

*Grado de Contaminación Microbiológica de la F.T. de Cobalto.*

<b>Parámetros</b>	<b>Und</b>	<b>HUA-01</b>	<b>HUA-02</b>	<b>Media</b>	<b>NMP/100mL</b>	<b>Valoración</b>
Colif. Totales	NMP/100mL	1.8	1.8	1.8	1000	0.18%
Colif. Termo.	NMP/100mL	1.8	1.8	1.8	200	0.90%

*Fuente:* Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.

De la Tabla 57, se infiere que la fuente termal de Collpa esta valorizada como aguas sin contaminación, según Grado de Contaminación Microbiológica.

**Tabla 57:**

*Grado de Contaminación Microbiológica de la F.T. de Collpa.*

Parámetros	Und	HUA-01	HUA-02	Media	NMP/100mL	Valoración
Colif. Totales	NMP/100mL	1.8	1.8	1.8	1000	0.18%
Colif. Termo.	NMP/100mL	1.8	1.8	1.8	200	0.90%

*Fuente: Informe de Ensayo N° AGO1135.R122.*

De la Figura 33, se infiere que el 100 % de las fuentes termales están sin contaminación por tener un Grado de Contaminación Microbiológica (Coliformes Totales) muy bajos.

**Figura 33:**

*Grado de Contaminación Microbiológica de los Coliformes Totales.*



*Nota:* El valor promedio de todos los GCM según los cálculos es de 0.18%.

De la Figura 34, se infiere que el 100 % de las fuentes termales están sin contaminación por tener un Grado de Contaminación Microbiológica (Coliformes Termotolerantes) muy bajos.

**Figura 34:**

*Grado de Contaminación Microbiológica de los Coliformes Termotolerantes.*



*Nota:* El valor promedio de todos los GCM según los cálculos es de 0.90%.

## V.DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de este estudio indicaron que el 100% de las Aguas Termales de Picoy, Churin y Collpa, en sus 07 fuentes termales estudiadas, tienen un Índice de Calidad del Agua (ICA-NSF) de tipo **regular-aceptable** con un valor máximo de **52.83**; estos resultados son acordes con lo que sostienen Centeno (2016), García y Huamán (2021), los cuales indicaron que las aguas termales “Balneario de Cocalmayo” y ”Balneario Pampalca” tienen un Índice de Calidad del Agua (ICA-NSF) excelente (74.94) y regular (53.92), respectivamente. Estos resultados nos hacen inferir que las aguas termales tienen una calidad aceptable en su mayoría.

Los resultados de este estudio indicaron que el 100% de las Aguas Termales de Picoy, Churin y Collpa, en sus 07 fuentes termales estudiadas, tienen un Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas (ICSPTS) **regularmente saludable** con un valor de **0.50**; estos resultados son acordes con lo que sostienen Centeno (2016), García y Huamán (2021), los cuales indicaron que las aguas termales “Balneario de Cocalmayo” y ”Balneario Pampalca” tienen un Índice de Calidad Sanitaria de las Piscinas (ICSPTS) de 0.66 y 0.50, respectivamente, siendo también una agua regularmente saludable. Estos resultados nos hacen inferir que las aguas termales son medianamente saludables.

Los resultados de este estudio indicaron que las Aguas Termales de Picoy, Churin y Collpa, en sus 07 fuentes termales estudiadas cumplen con los parámetros del Estándar de Calidad Ambiental para agua (ECA agua) de contacto primario, a **excepción del Oxígeno Disuelto** que obtuvo un valor medio máximo de **3.46 mg/L**, estando por debajo del estándar adecuado; estos resultados son acordes con Chaucalá (2018), Rojas (2017) y Centeno (2016) en sus estudios de aguas termales “Complejo Turístico Santa Catalina”, “Caserío de Chotén” y “Balneario de Cocalmayo”, respectivamente, con valores medios de 2.53, 1.10 y 3.90 mg/L

de Oxígeno Disuelto. Estos resultados nos hacen inferir que las aguas termales tienen una baja concentración de Oxígeno Disuelto.

Los resultados de este estudio indicaron que el 100% de las Aguas Termales de Picoy, Churin y Collpa, en sus 07 fuentes termales estudiadas, tienen una Valoración del Grado de Contaminación Microbiológica para **Coliformes Totales y Termotolerantes muy bajos**, es decir, son aguas categorizadas como sin contaminación, con valores **0.18 y 0.90 %**, respectivamente; estos resultados son acordes con el estudio de García & Huamán (2021), los cuales indicaron que las aguas termales "Balneario Pampalca" tienen una Valoración del Grado de Contaminación Microbiológica para Coliformes Totales y Termotolerantes, igualmente de bajos con 0.18 y 0.90 %, respectivamente. Sin embargo, no son acordes con el estudio de Condori & Guillen (2018), el cual indicaron que las aguas termales del "Barrio de San Cristóbal" tienen contaminación alta con valores máximos de 210 y 70% para coliformes totales y termotolerantes, respectivamente. Estos resultados nos hacen inferir que las aguas termales en su mayoría no están contaminadas con microorganismos bacteriológicos.

## VI.CONCLUSIONES

- a. Las Aguas Termales de Churin, Picoy y Collpa cumplen con el Índice de Calidad de Agua (ICA-NSF) con un valor promedio de 52.39, considerado como agua regular- aceptable.
- b. Las Aguas Termales de Churin, Picoy y Collpa cumplen con el Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas (ICSPS) para agua con un valor promedio de 0.50, considerado como piscinas de uso recreativo regularmente saludable.
- c. Las aguas termales de Churin, Picoy y Collpa cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA-AGUA), a excepción del Oxígeno Disuelto que obtuvo un valor promedio de 2.77 mg/L, considerado como un parámetro que esta fuera del estándar ambiental.
- d. Las aguas termales de Churin, Picoy y Collpa cumplen con la Valoración del Grado de Contaminación Microbiológica (VGCM) para agua, con valores promedio 0.18 y 0.90 % para Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes (Fecales), considerado como aguas sin contaminación.
- e. Por lo tanto; las aguas termales de Churin, Picoy y Collpa cumplen con los parámetros Fisicoquímicos y Bacteriológicos de Calidad del Agua, respectiva; descartando la Hipótesis Nula (Ho) y aceptando la Hipótesis Alternativa (Ha), la cual indica el cumplimiento de la misma.

## VII.RECOMENDACIONES

- a. Realizar el tratamiento con hipoclorito de sodio (cloro líquido) para la desinfección del agua para la prevención de patógenos en el agua de uso recreativo.
- b. Realizar la medición diaria de Temperatura, Turbidez, Cloro Residual, Conductividad, Oxígeno Disuelto y pH.
- c. Realizar la medición mensual de Coliformes Totales y Termotolerantes.
- d. Capacitar a los trabajadores de acuerdo a las actividades que realizan en temas ambientales y sanitarios.
- e. Realizar la certificación de aprobación sanitaria por parte de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA).

## VIII.REFERENCIAS

- Apfata Y. (2015). “Determinación de la Calidad Bacteriológica de las Lagunas Artificiales del Parque Selva Alegre y del Parque Acuático de Tingo del Departamento y Provincia de Arequipa, durante los meses Diciembre (2014) y Enero (2015)”. Tesis para obtener el título profesional de biólogo. UNSA. Arequipa, Perú.
- Arrieta V. Karina B. & Bonifaz V. Adriana E. (2019). “Estudio fisicoquímico y microbiológico de las aguas termales en las piscinas El Salado en el Cantón Baños de Agua Santa provincia de Tungurahua, Ecuador”. Universidad Estatal Amazónica. Escuela de Ingeniería Ambiental. Región Amazónica, Ecuador.
- Allen, M. (1196). “La importancia para la salud pública de los indicadores bacterianos que se encuentran en el agua potable. Reunión sobre la Calidad del Agua Potable”. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). Organización Panamericana de la Salud (OPS). Organización Mundial de la Salud (OMS). Ginebra, Suiza.
- Barba Luis, Rodríguez Roberto, Córdova José Luis (1991). “Manual de técnicas microquímicas de campo para la arqueología. Instituto de Investigaciones Antropológicas”. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.
- Benavides C. Cyntia L. (2017). “Análisis microbiológico de las aguas termales en la comunidad Cunuyacu ubicado en la parroquia Pastocalle perteneciente a la provincia de Cotopaxi, Ecuador”. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Bioquímica y Farmacia. Chimborazo, Ecuador.

- Borrego, J.; M. Moríñigo, A. De Vicente, R. Córmax, P. Romero. (1987). "Colifagos as an indicator of fecal pollution in water. It relationship with indicator and pathogenic microorganism". Water Res. 21, 1473-1480. UNMSM, Lima, Perú.
- Bañó Carme, Pamblanco Mercè, Peretó Juli y Sendra Ramón (2007). "Fundamentos de Bioquímica. Universidad de Valencia". Valencia, España.
- Castany, G. (1971). "Tratado Práctico de las Aguas Subterráneas". Ed. Omega. Barcelona, 674 p. Barcelona, España.
- Cortes Bonilla Sandra Elizabeth (2016). "Estudio microbiológico de las aguas termales del Balneario El Cachaco ubicado en la parroquia Calacalí de la provincia de pichincha, Ecuador". Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Chimborazo, Ecuador.
- Castillo A.; Osorio Y. & Vence L. (2009). "Evaluación de la calidad microbiológica y fisicoquímica de aguas subterráneas ubicadas en los Municipios de La Paz y San Diego, Cesar". Universidad Popular del César. Cesar, Colombia.
- Chaucalá T. Santiago D. (2018). "Estudio de la calidad ambiental de las aguas termales del balneario El Tingo, provincia de Pichincha. Ecuador". Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleos y Ambiental. Quito, Ecuador.
- Cangahuamin R. Silvia R. (2021). "Calidad fisicoquímica y microbiológica de las aguas termales del Complejo Turístico Santa Catalina, ubicado en Papallacta, Provincia de Napo. Ecuador". Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleos y Ambiental. Carrera de Ingeniería Ambiental. Napo, Ecuador.
- Condori M. Cesar & Guillen M. Alfredo (2018). "Contaminación de las aguas termales de la piscina con coliformes fecales y totales en el Barrio San Cristóbal, Huancavelica". Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica, Perú.

- Cruz C. Maico M. (2018). “Determinación de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua en las piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo, provincia de Moyobamba, región San Martín”. Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto. Facultad de Ecología. Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria. San Martín, Perú.
- Centeno Terán Rolando (2016). “Evaluación de la calidad de las aguas termales del balneario de Cocalmayo, distrito de Santa Teresa, La Convención, región Cusco”. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Facultad de Ciencias. Escuela Profesional de Biología. Cusco, Perú.
- Creus Solé Antonio (2005). “Instrumentación industrial”. Séptima Edición. Marcombo. pág. 347. Ciudad de México, México.
- Dugarte M. Mariorlys C. (2014). “Calidad bacteriológica de las aguas termales de Tabay, Municipio Santos Marquina Mérida. Estado Mérida, Venezuela”. Universidad de Los Andes. Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Escuela de Bioanálisis. Los Andes, Venezuela.
- De la Rosa M.; Mosso M. (2005). “Diversidad Microbiana de las aguas minerales termales. Panorama actual de las Aguas Minerales y Minero-medicinales en España”. 153 – 158. Madrid, España.
- Escobedo V. Carlos A. & Meléndez A. Wily E. (2020). “Índice de Calidad Sanitaria de las Piscinas (ICSPS) y vacío legal ambiental del agua termo mineral de las piscinas del Centro Pultamarca Baños del Inca, región Cajamarca”. Universidad Privada del Norte. Facultad de Ingeniería Ambiental. Cajamarca, Perú.
- Enderlein US, E. Enderlein R. & Williams WP. (1997). “Water Pollution Control - A Guide to the Use of Water Quality Management Principles”. 29 p. Londres, Reino Unido.

- Fernández Constantino de Miguel & Vázquez Yaniel Misael (2006). “Origen de los nitratos ( $\text{NO}_3$ ) y nitrito ( $\text{NO}_2$ ) y su influencia en la potabilidad de las aguas subterráneas”. Minería y Geológica V.22 N°3. Holguín, Cuba.
- Fagundo J, Cima A. & González P. (2001). “Revisión bibliográfica sobre clasificación de las aguas minerales y mineromedicinales”. Centro Nacional Termal “Víctor Santamarina”. 27 pp. La Habana, Cuba.
- García & Huamán (2021). “Evaluación de la Calidad Bacteriológica y Fisicoquímica de las Aguas Termales del Balneario Pampalca, distrito de San Pedro de Coris, Huancavelica”. Universidad San Ignacio de Loyola. Facultad de Ingeniería Ambiental. Huancavelica, Perú.
- Gabriel J. (2008). “Infusion therapy. Part two: Prevention and management of complications”. Nurs Stand; 22(32): 41-8. Southampton, Reino Unido.
- Galarraga Soto Efrén (1984). “Algunos aspectos relacionados con microorganismos en agua potable”. Revista Politécnica de información técnica científica. 9(3) p. 135-143. Lima, Perú.
- Goez Mariano & Vásquez María José (1999). “Determinación y diferenciación de E. Coli y Coliformes Totales usando un mismo sustrato cromogenico”. Textos Completos. CEPIS. Ginebra, Suiza.
- Fernández Collado Carlos, Baptista Lucio Pilar y Hernández Sampieri Roberto (2020). “Metodología de la Investigación”. Mc Graw Hill. Ciudad de México, México.
- Huamaní, A. (2000). “Aguas Termales y Minerales en el norte del Perú”. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico del Perú, Boletín N° 22, Serie D: Estudios Regionales, 93 p. Lima, Perú.
- INE (2007). “Coliformes fecales y termotolerantes”. Instituto Nacional de Ecología. Universidad Peruana Unión. Lima, Perú.

- Jones J.G. (1998). “Calidad Microbiológica del agua: Características del problema”. Ingeniería Sanitaria y Ambiental Numero 37 p: 48-53. Extracto de Aqua Vol. 46 (6) 1197. UNMSM, Lima, Perú.
- Jiménez C. Blanca E. (2001). “La Contaminación Ambiental en México”. Limusa Noriega Editores.
- Kittel Charles (1973). Física Térmica. Editorial Reverte SA. Ciudad de México, México.
- León, L. (2003). “Índices de Calidad del Agua (ICA), forma de estimarlos y aplicación en la cuenca Lerma-Chapala”. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Ciudad de México, México.
- López Abarca Patricio (2016). “Manual de Evaluación de Impacto Ambiental de Actividades Rurales”. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Montevideo, Uruguay.
- López S. Estela M.; García Beatriz; Reynoso Yanina; González Pablo; Larroude Victoria (2021). “Calidad del agua para usos recreativos desde las perspectivas de la seguridad e higiene laboral y la salud pública. Estudio de caso”. Escuela Superior Técnica, Facultad de Ingeniería del Ejército, Universidad de la Defensa Nacional. Buenos Aires, Argentina.
- Ley 28611, (2005). “Ley General del Ambiente”. Ministerio del Medio Ambiente. Lima-Perú.
- Maximino San Miguel de la Cámara, (1956). “Geoquímica de las Aguas Termales”. Instituto de España Real Academia Nacional de Medicina. Madrid, España.
- Maraver Francisco (2008). “Vademécum de las Aguas Mineromedicinales”. p. 16. Madrid, España.
- MINCETUR (2012). “Estrategia de Turismo Termal de Perú”. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (MINCETUR). Lima, Perú.

- Nadal F.; Ruiz M.; Rodríguez M.; Halac S. & Olivera P. (2012). “Evaluación de la Calidad de Agua para Uso Recreativo del Embalse San Roque, Córdoba, Argentina”. Instituto Nacional del Agua. Córdoba – Argentina. 14 pp. Córdoba, Argentina.
- Orozco B. Carmen, Pérez S. Antonio, Gonzales D. María Nieves, Rodríguez V. Francisco J., Alfayate B. José M. (2017). “Contaminación Ambiental. Una visión desde la química: una visión desde la Química”. Editorial Thomson. Madrid, España.
- OMS (2019). “¿Qué microbios hay en las piscinas?”. Organización Mundial de la Salud (OMS). Ginebra, Suiza.
- Pauwels H., C. Fouillac. (1997). “The isotopic and chemical composition of CO<sub>2</sub>-rich thermal waters in the Mont-Dore region (Massif-Central, France)”. *Applied Geochemistry*, Vol. 12, 411-427. Paris, Francia.
- Pinuaga, J. (2008). “Infraestructura Hidrotermal”. Lima, Perú.
- Peña Fluquer, Sima Jiri y Baratoux Lenka (2015). “Desarrollo del turismo balneológico en Perú: caso Cajamarca y Churín”. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico. Lima, Perú.
- Ramos O. Lina M., Vidal Luis A., Vilardy Q. Sandra, Saavedra D. Lina. (2008). “Análisis de la contaminación microbiológica (coliformes totales y fecales) en la Bahía de Santa Marta, Caribe Colombiano”. Vol13-3-168. Región Caribe de Colombia, Colombia.
- RAE, (2020). “Diccionario Panhispánico del Español Jurídico”. Real Academia Española. Madrid, España.
- Rojas, E., Fortich, M., & Pavajeau, H. (2014). “Determinación del origen y la composición de las aguas termales ubicadas en los municipios de Becerril (Cesar) y Ciénaga (Magdalena), Colombia”. *Ingenium*, 8(21):35-42. Cesar, Colombia.

- SIEMCALSA. (2008). “Las Aguas Minerales en Castilla y León. Junta de Castilla y León”. España. 24 pp. Sociedad de Investigación y Explotación Minera de Castilla y León (SIEMCALSA). Castilla y León, España.
- Sayeh , R. , Birrien , J. L. , Alain , K. , Barbier , G. , Hamdi , M. , Prieur , D . (2010). “Diversidad microbiana en manantiales geotérmicos de Túnez detectada mediante enfoques moleculares y basados en cultivos”. *Extremófilos* 14,501-514. Michoacán, México.
- Soni, H. B. & Thomas, S. (2014). “Assessment of surface water quality in relation to water quality index of tropical lentic environment, Central Gujarat, India”. *International journal of environment*, 3(1), 168-176. Central Gujarat, India
- Sánchez Javier (2020). “Tipos de contaminación ambiental”. <https://www.ecologiaverde.com/tipos-de-contaminacion-ambiental-1336.html>. Madrid, España.
- Torres, P.; Cruz, C. H. & Patiño, P. J. (2009). “Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano una revisión crítica”. *Revista Ingenierías*, 8(15), 79-94. Ingenierías Universidad de Medellín. Medellín, Colombia.
- Tortajada A. (2002) “Soluciones quimiométricas para optimizar el análisis de parámetros químicos en aguas”. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia. Valencia, España.
- Thorolfsdottir B. & Marteinson V. (2013). “Microbiological Analysis in Three Diverse Natural Geothermal Bathing Pools in Iceland”. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 10(3):1085-1099. Landmannalaugar, Islandia.
- Tintaya Espinoza Nicolás Alberto (2018). “Contaminación bacteriológica por coliformes totales, coliformes fecales, escherichia coli y salmonella en aguas termales de alcance turístico de la región San Martín”. Universidad Nacional de San Martín. Unidad de Posgrado de la Facultad de Ecología. Lima, Perú.

- USEPA (1992). "Control of Biofilm Growth in Drinking Water Distribution Systems". EPA/625/R-92/001. Office of Research and Development. Washington D.C, U.S.A.
- Vendrell, M. C.; Sinde, E.; Torres, M.; Gil, P. & Rodríguez La. (2015). "Estudio de microorganismos patógenos en la fuente termal de O Tinteiro en Ourense". *Cienc. Tecnol. Aliment.* 2(2):92-95. Ciudad de México, México.
- Vargas Mahaney Marghori (2018). "Determinación de la calidad microbiológica de las aguas termales de Yura durante los meses de septiembre a diciembre, región Arequipa". Universidad Nacional de San Agustín. Facultad de Ciencias Biológicas. Escuela Profesional de Biología. Arequipa, Perú.
- Ward D., Ferris M., Nold S. y Bateson. M. (1998). "A natural view of microbial biodiversity within hot spring cyanobacterial mat communities". *Microbiol. M. B. Rev.* 62. Wyoming, EE.UU.
- WHO. (2003). "Guidelines For Safe Recreational Water Environments". 1:1-253. Ginebra, Suiza.
- Yupanqui E. (2006). "Análisis Físicoquímico de Fuentes de Aguas Termominerales del Callejón de Huaylas". Tesis para optar el grado de Magíster en Química. PUCP. 134 pp. Lima, Perú.
- Yogendra, K. & Puttaiah, E. T. (2008). "Determination of water quality index and sustainability of an urban waterbody in Shimoga Town, Karnataka". En M. Sengupta & R. Dalwani (Eds.), *Taal 2007: The 12th world lake conference* (pp. 342-346). Jaipur, India: Ministry of Environment and Forests, Government of India. Jaipur, India.
- Zarza Laura F. (2021). "¿Qué son las aguas termales?" Iagua. <https://www.iagua.es/respuestas/que-son-aguas-termales>. Lima, Perú.
- Zhen B. (2009). "Calidad físico-química y bacteriológica del agua para consumo humano de la microcuenca de la quebrada Victoria, Curubandé, Guanacaste, Costa Rica, año

hidrológico 2007-2008”. Tesis para obtener el grado de Maestría. Universidad Estatal a Distancia. San José – Costa Rica. 130 pp. San José, Costa Rica.

Zumaeta, C. (2001). “Proyecto de Ley: Ley de aprovechamiento turístico y medicinal de las aguas minerales, termales y de manantiales”. Congreso de la República del Perú. Lima, Perú.

## **IX.ANEXOS**

**Anexo A.** Panel Fotográfico.

**Anexo B.** Cadenas de Custodia.

**Anexo C.** Cadenas de Campo.

**Anexo D.** Informes de Ensayo.

**Anexo E.** Certificados de Calibración.

**Anexo F.** Control de Calidad.

**Anexo G.** Condiciones para Conservación, Preservación y Muestreo de Agua.

**Anexo H.** Matriz de Consistencia.

**Anexo A. Panel Fotográfico.**

**FOTOGRAFIA N° 01**

**Descripción: Fuente Termal de Mamahuarmi.**

**FOTOGRAFIA N° 02**

**Descripción: Fuente Termal de la Juventud.**

**FOTOGRAFIA N° 03****Descripción: Fuente Termal de la Meseta.****FOTOGRAFIA N° 04****Descripción: Fuente Termal de Picoy.**

**FOTOGRAFIA N° 05**

**Descripción: Fuente Termal de Huancahuasi.**

**FOTOGRAFIA N° 06**

**Descripción: Fuente Termal de Cobalto.**

**FOTOGRAFIA N° 07**

**Descripción: Fuente Termal de Collpa.**

**Anexo B. Cadenas de Custodia.**





**Anexo C. Cadenas de Campo.**





05/05



## REPORTE DE PARÁMETROS DE CAMPO DE AGUA

MATRIZ (\*)

1. AGUA NATURAL	2. AGUA RESIDUAL	3. AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO	4. AGUA SALINA	5. AGUA DE PROCESO
1.1) Agua Subterránea: A. Manantial 1.2) Agua Subterránea: A. Termal 1.3) Agua Superficiales: Río 1.4) Agua Superficiales: Laguna / Lago 1.5) Agua Superficiales: Agua de deposición atmosférica (lluvia pluvial)	2.1) Agua residual industrial 2.2) Agua residual doméstica 2.3) Agua residual industrial	3.1) Agua potable (consumo) 3.2) Agua de mesa (consumo) 3.3) Agua envasada (consumo) 3.4) Agua de piscina (uso) 3.5) Agua de laguna artificial (uso)	4.1) Agua de mar 4.2) Agua salobre 4.3) Salmuera 4.4) Agua de inyección y reinyección	5.1) Agua de circulación o enfriamiento 5.2) Agua de alimentación para calderas 5.3) Agua de calderas 5.4) Agua de lixiviación 5.5) Agua de purificación 5.6) Agua de inyección y reinyección

MÉTODO DE CAUDAL

1. Método de Correntometría
2. Método Volumétrico
3. Método de Desplazamiento

FC-09-09-06  
REV 12 / 2019-02-18

**Anexo D. Informes de Ensayo.**



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI -SNA  
CON REGISTRO N° LE 022



Página 1 de 16

## INFORME DE ENSAYO N° AGO1135.R22

<b>SOLICITANTE</b>	: MESTANZA VERA RONALD CESAR JUNIOR
<b>DOMICILIO LEGAL</b>	: Av. Virrey Conde de Lemos 668 Block 5 Dpto. 601 Conde Villa Bonita 1 – Callao – Callao.
<b>SOLICITADO POR</b>	: Mestanza Vera Ronald Cesar Junior
<b>SOLICITUD DE SERVICIO AMBIENTAL</b>	: SSA N° 501-22 Cadena de Custodia N°684-22/CERTIMIN
<b>REFERENCIA</b>	: Calidad de Aguas Superficiales.
<b>FECHA DE MUESTREO</b>	: 15/08/2022 - 17/08/2022
<b>PROTOCOLO</b>	: IC-MON-16
<b>TIPO DE MUESTRAS</b>	: Aguas
<b>NÚMERO DE MUESTRAS</b>	: 14
<b>PRESENTACIÓN DE LAS MUESTRAS</b>	: Frascos de polietileno y vidrio refrigerados y sellados.
<b>CONDICIÓN DE LAS MUESTRAS</b>	: Muestras en buenas condiciones para el análisis solicitado.
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: Miércoles, 17 de agosto de 2022.
<b>IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS</b>	: Según se indica.
<b>FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYO</b>	: 17/08/2022 al 27/08/2022
<b>FECHA DE REPORTE</b>	: Sábado, 27 de agosto de 2022.
<b>PERIODO DE CUSTODIA</b>	: Hasta un mes. De acuerdo a las recomendaciones de la metodología o norma empleada.

**EDGAR NINA VELÁSQUEZ**  
**JEFE AMBIENTAL**  
**CQP 729**

Lima, 27 de agosto de 2022

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin autorización escrita de CERTIMIN S.A.  
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. Los resultados corresponden a las muestras indicadas.  
El periodo de custodia de muestras dirimientes, será de acuerdo a las recomendaciones de la Metodología o Norma empleada, siendo el máximo 90 días a partir de la fecha de la toma de la muestra. La solicitud de Dirimencia debe realizarse 10 días útiles antes del vencimiento del periodo de custodia.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI - SNA  
CON REGISTRO N° LE 022



Página 2 de 16

INFORME DE ENSAYO  
N° AGO1135.R22

RESULTADOS

N°	MUESTRAS Código de Servicio Elemento Unidad Límite de Detección	NOM0000 Fecha y Hora Monitoreo	NOM0000 Tipo de Muestra*	ELEMENTO		
				MA0460 Norte* WGS-84	MA0460 Este* WGS-84	MA0460 Altitud* m. s.n.m.
1	MAM-01	15-08-2022 06:15	Agua Subterránea	294559	8803718	2245
2	MAM-02	15-08-2022 12:25	Agua Subterránea	294559	8803718	2245
3	JUV-01	15-08-2022 06:45	Agua Subterránea	294655	8803829	2254
4	JUV-02	15-08-2022 12:45	Agua Subterránea	294655	8803829	2254
5	MES-01	15-08-2022 07:20	Agua Subterránea	294802	8803698	2299
6	MES-02	15-08-2022 13:20	Agua Subterránea	294802	8803698	2299
7	PIC-01	16-08-2022 06:45	Agua Subterránea	311999	8794463	3243
8	PIC-02	16-08-2022 12:10	Agua Subterránea	311999	8794463	3243
9	HUA-01	16-08-2022 07:10	Agua Subterránea	311893	8794439	3244
10	HUA-02	16-08-2022 12:45	Agua Subterránea	311893	8794439	3244
11	COB-01	16-08-2022 07:50	Agua Subterránea	311860	8794325	3233
12	COB-02	16-08-2022 13:25	Agua Subterránea	311860	8794325	3233
13	COLL-01	17-08-2022 07:25	Agua Subterránea	321262	8764291	3153
14	COLL-02	17-08-2022 12:55	Agua Subterránea	321262	8764291	3153

\*Las Coordenadas UTM y altitud son mediciones realizadas en campo. Agua Subterránea: A. Termal.

CERTIMIN S.A. Av. Las Vegas N°845-San Juan de Miraflores Telf.: 205-565  
e-mail: certimin@certimin.pe



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI - SNA  
CON REGISTRO N° LE 022



Página 3 de 16

INFORME DE ENSAYO  
N° AGO1135.R22

N°	MUESTRAS Código de Servicio Elemento Unidad Límite de Detección	ELEMENTO								
		MA0227 T-Aire °C	MAN0148 pH Und. pH	MA0181 T-Agua °C	MA0140 OD mg/L	MA0055 CE µS/cm	MA0183 Turbidez NTU 1.0	MA0935 Cloro Libre mg/L 0.02	MA0756 DBO mg/L 2.0	MA0172 TSD mg/L 5
1	MAM-01	11.5	7.89	38.2	2.78	245	1.63	<0.02	2.3	1548
2	MAM-02	23.7	7.88	38.3	2.77	244	1.62	<0.02	2.4	1526
3	JUV-01	11.6	7.64	36.2	2.05	288	1.89	<0.02	2.5	1623
4	JUV-02	24.1	7.63	36.1	2.04	289	1.90	<0.02	2.6	1634
5	MES-01	11.8	7.02	37.4	2.63	287	1.74	<0.02	2.1	1823
6	MES-02	24.3	7.05	37.2	2.66	288	1.75	<0.02	2.1	1824
7	PIC-01	5.9	7.21	37.4	3.45	345	1.84	<0.02	2.4	1879
8	PIC-02	19.1	7.23	37.3	3.47	346	1.89	<0.02	2.5	1895
9	HUA-01	5.8	7.65	34.2	3.21	352	1.98	<0.02	2.1	1526
10	HUA-02	18.7	7.67	34.5	3.20	355	1.96	<0.02	2.3	1539
11	COB-01	5.3	7.45	32.3	2.35	387	1.21	<0.02	2.1	1389
12	COB-02	18.5	7.43	32.0	2.35	388	1.20	<0.02	2.2	1392
13	COLL-01	11.2	7.35	35.3	2.92	425	1.78	<0.02	2.3	1545
14	COLL-02	23.4	7.36	35.5	2.89	424	1.79	<0.02	2.4	1539

LD: Límite de Detección (Límite Reportable) que es tomado en base al Límite de Cuantificación del Método LCM.

El Potencia de Hidrogeno (pH), Temperatura (T°), Oxígeno Disuelto (OD), Conductividad Eléctrica (CE), Turbidez y Cloro Libre o Residual; son mediciones realizadas en campo.

Las muestras percibibles fueron monitoreados el día 16-08-2022.

Muestras proporcionadas por el cliente.

Las muestras percibibles fueron analizadas dentro de las 24 horas.

CERTIMIN S.A. Av. Las Vegas N°845-San Juan de Miraflores Telf.: 205-565  
e-mail: certimin@certimin.pe



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI - SNA  
CON REGISTRO N° LE 022



Página 4 de 16

INFORME DE ENSAYO  
N° AGO1135.R22

MUESTRAS		ELEMENTO				
N°	Código de Servicio Elemento Unidad Límite de Detección	MA0122 P mg/L 0.06	MA0002 AcyG mg/L 0.50	MA0802 NH3-N mg/L 0.03	MA0081 PO4-3-P mg/L 0.005	MA1016 NO3-N mg/L 0.10
1	MAM-01	<0.06	<0.50	<0.03	1.03	0.62
2	MAM-02	<0.06	<0.50	<0.03	1.02	0.63
3	JUV-01	<0.06	<0.50	<0.03	1.23	0.99
4	JUV-02	<0.06	<0.50	<0.03	1.26	0.84
5	MES-01	<0.06	<0.50	<0.03	1.56	0.63
6	MES-02	<0.06	<0.50	<0.03	1.66	0.75
7	PIC-01	<0.06	<0.50	<0.03	1.89	0.48
8	PIC-02	<0.06	<0.50	<0.03	1.92	0.52
9	HUA-01	<0.06	<0.50	<0.03	1.47	0.89
10	HUA-02	<0.06	<0.50	<0.03	1.88	0.92
11	COB-01	<0.06	<0.50	<0.03	1.63	0.45
12	COB-02	<0.06	<0.50	<0.03	1.89	0.55
13	COLL-01	<0.06	<0.50	<0.03	1.22	0.36
14	COLL-02	<0.06	<0.50	<0.03	1.20	0.45

CERTIMIN S.A. Av. Las Vegas N°845-San Juan de Miraflores Telf.: 205-565  
e-mail: certimin@certimin.pe



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI - SNA  
CON REGISTRO N° LE 022



Página 5 de 16

INFORME DE ENSAYO  
N° AGO1135.R22

MUESTRAS		ELEMENTO			
N°	Código de Servicio Elemento Unidad Límite de Detección	MA0823 E. Coli NMP/100mL 1.8	MA1266 Organismos de Vida Libre Organismos/L 1	MA0789 Coliformes Termotolerantes NMP/100mL 1.8	MA0786 Coliformes Totales NMP/100mL 1.8
1	MAM-01	<1.8	<1	<1.8	<1.8
2	MAM-02	<1.8	<1	<1.8	<1.8
3	JUV-01	<1.8	<1	<1.8	<1.8
4	JUV-02	<1.8	<1	<1.8	<1.8
5	MES-01	<1.8	<1	<1.8	<1.8
6	MES-02	<1.8	<1	<1.8	<1.8
7	PIC-01	<1.8	<1	<1.8	<1.8
8	PIC-02	<1.8	<1	<1.8	<1.8
9	HUA-01	<1.8	<1	<1.8	<1.8
10	HUA-02	<1.8	<1	<1.8	<1.8
11	COB-01	<1.8	<1	<1.8	<1.8
12	COB-02	<1.8	<1	<1.8	<1.8
13	COLL-01	<1.8	<1	<1.8	<1.8
14	COLL-02	<1.8	<1	<1.8	<1.8

CERTIMIN S.A. Av. Las Vegas N°845-San Juan de Miraflores Telf.: 205-565  
e-mail: certimin@certimin.pe



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INDECOPI -SNA  
CON REGISTRO N° LE 022



Página 6 de 16

INFORME DE ENSAYO  
N° AGO1135.R22

MUESTRAS		ELEMENTO							
N°	Código de Servicio Elemento Unidad Límite de Detección	MA0802 Ca mg/L 0.05	MA0802 Mg mg/L 0.02	MA0802 Na mg/L 0.01	MA0802 K mg/L 0.01	MA0178 SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> mg/L 1	MA0040 Cl mg/L 1.5	MA0016 HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/L 1	MA0028 CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/L 1
1	MAM-01	4.65	1.02	6.62	0.12	3.21	9.23	7.91	1.23
2	MAM-02	4.66	1.06	6.23	0.13	3.20	9.21	7.92	1.25
3	JUV-01	4.23	1.23	6.48	0.22	3.45	9.56	7.41	1.54
4	JUV-02	4.21	1.24	6.89	0.20	3.42	9.36	7.23	1.63
5	MES-01	4.48	1.52	6.24	0.32	3.10	9.12	7.21	1.23
6	MES-02	4.50	1.55	6.20	0.36	3.20	9.14	7.23	1.33
7	PIC-01	4.26	1.63	6.48	0.45	3.63	9.45	7.21	1.45
8	PIC-02	4.22	1.60	6.51	0.41	3.85	9.42	7.20	1.56
9	HUA-01	4.21	1.54	6.66	0.87	3.45	9.23	7.96	1.47
10	HUA-02	4.32	1.62	6.69	0.89	3.49	9.25	7.98	1.88
11	COB-01	4.88	1.23	6.20	0.91	3.21	9.78	7.32	1.23
12	COB-02	4.95	1.20	6.32	0.90	3.66	9.77	7.31	1.65
13	COLL-01	4.78	1.47	6.89	0.41	3.56	9.31	7.89	1.88
14	COLL-02	4.62	1.51	6.91	0.45	3.21	9.38	7.91	1.98

CERTIMIN S.A. Av. Las Vegas N°845-San Juan de Miraflores Telf.: 205-565  
e-mail: certimin@certimin.pe



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INDECOPI -SNA  
CON REGISTRO N° LE 022



Página 7 de 16

INFORME DE ENSAYO  
N° AGO1135.R22

MUESTRAS		ELEMENTO					
N°	Código de Servicio Elemento Unidad Límite de Detección	MA0122 Al mg/L 0.02	MA0122 As mg/L 0.008	MA0122 Ba mg/L 0.001	MA0122 B mg/L 0.003	MA0122 Cd mg/L 0.001	MA0122 Cr mg/L 0.004
1	MAM-01	<0.02	0.032	0.0144	0.0210	<0.001	<0.004
2	MAM-02	<0.02	0.033	0.0145	0.0211	<0.001	<0.004
3	JUV-01	<0.02	0.045	0.0143	0.0236	<0.001	<0.004
4	JUV-02	<0.02	0.044	0.0144	0.0239	<0.001	<0.004
5	MES-01	<0.02	0.029	0.0152	0.0234	<0.001	<0.004
6	MES-02	<0.02	0.028	0.0155	0.0233	<0.001	<0.004
7	PIC-01	<0.02	0.032	0.0126	0.0223	<0.001	<0.004
8	PIC-02	<0.02	0.032	0.0125	0.0224	<0.001	<0.004
9	HUA-01	<0.02	0.085	0.0187	0.0211	<0.001	<0.004
10	HUA-02	<0.02	0.084	0.0188	0.0210	<0.001	<0.004
11	COB-01	<0.02	0.065	0.0136	0.0278	<0.001	<0.004
12	COB-02	<0.02	0.066	0.0138	0.0280	<0.001	<0.004
13	COLL-01	<0.02	0.048	0.0125	0.0236	<0.001	<0.004
14	COLL-02	<0.02	0.049	0.0126	0.0239	<0.001	<0.004

CERTIMIN S.A. Av. Las Vegas N°845-San Juan de Miraflores Telf.: 205-565  
e-mail: certimin@certimin.pe



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI -SNA  
CON REGISTRO N° LE 022



Página 8 de 16

INFORME DE ENSAYO  
N° AGO1135.R22

N°	MUESTRAS Código de Servicio Elemento Unidad Límite de Detección	ELEMENTO					
		MA0122 Cu mg/L 0.003	MA0122 Hg mg/L 0.0001	MA0122 Mn mg/L 0.02	MA0122 Ni mg/L 0.02	MA0122 Pb mg/L 0.01	MA0122 Zn mg/L 0.005
1	MAM-01	<0.003	<0.0001	<0.02	0.039	<0.01	<0.005
2	MAM-02	<0.003	<0.0001	<0.02	0.038	<0.01	<0.005
3	JUV-01	<0.003	<0.0001	<0.02	0.045	<0.01	<0.005
4	JUV-02	<0.003	<0.0001	<0.02	0.044	<0.01	<0.005
5	MES-01	<0.003	<0.0001	<0.02	0.036	<0.01	<0.005
6	MES-02	<0.003	<0.0001	<0.02	0.036	<0.01	<0.005
7	PIC-01	<0.003	<0.0001	<0.02	0.051	<0.01	<0.005
8	PIC-02	<0.003	<0.0001	<0.02	0.052	<0.01	<0.005
9	HUA-01	<0.003	<0.0001	<0.02	0.062	<0.01	<0.005
10	HUA-02	<0.003	<0.0001	<0.02	0.064	<0.01	<0.005
11	COB-01	<0.003	<0.0001	<0.02	0.035	<0.01	<0.005
12	COB-02	<0.003	<0.0001	<0.02	0.033	<0.01	<0.005
13	COLL-01	<0.003	<0.0001	<0.02	0.045	<0.01	<0.005
14	COLL-02	<0.003	<0.0001	<0.02	0.047	<0.01	<0.005

CERTIMIN S.A. Av. Las Vegas N°845-San Juan de Miraflores Telf.: 205-565  
e-mail: certimin@certimin.pe



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI -SNA  
CON REGISTRO N° LE 022



Página 9 de 16

INFORME DE ENSAYO  
N° AGO1135.R22

CONTROL DE CALIDAD

N°	MUESTRAS QC Código de Servicio Elemento Unidad Límite de Detección	ELEMENTOS								
		MA0148 pH Und. pH	MA0181 T-Agua °C	MA0140 OD mg/L	MA0183 Turbidez NTU 1.0	MA0935 Clor. Lib. mg/L 0.02	MA0756 DBO mg/L 2.0	MA0172 TSD mg/L 5	MA0802 Ca mg/L 0.05	MA0802 Mg mg/L 0.02
1	Adición (% Recuperación)	---	---	---	---	---	---	---	100.2	106.5
2	Adición (% Recuperación)	---	---	---	---	---	---	---	---	---
3	Adición Rango (%)	---	---	---	---	---	---	---	85.0-115.0	85.0-115.0
4	Adición 2 (CN-I) (% Recuperación)	---	---	---	---	---	---	---	---	---
5	Adición 2 (CN-I) Rango (%)	---	---	---	---	---	---	---	---	---
6	STD - Recuperación Obtenido (%)	---	---	---	---	---	92.0	95.2	100.4	102.0
7	STD - Rango (%)	---	---	---	---	---	84.6-115.4	86.0-114.0	85.0-115.0	85.0-115.0
8	MAM-01 (Original)	---	---	---	---	---	2.3	1548	4.65	1.02
9	MAM-01 (Duplicado)	---	---	---	---	---	2.3	1549	4.65	1.01
10	Blanco	---	---	---	---	---	<0.2	<5	<0.05	<0.02

CERTIMIN S.A. Av. Las Vegas N°845-San Juan de Miraflores Telf.: 205-565  
e-mail: certimin@certimin.pe



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI - SNA  
CON REGISTRO N° LE 022



Página 10 de 16

INFORME DE ENSAYO  
N° AGO1135.R22

MUESTRAS QC		ELEMENTOS									
N°	Código de Servicio Elemento Unidad Límite de Detección	MA0802 Na mg/L 0.01	MA0802 K mg/L 0.01	MA0178 SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> mg/L 1	MA0040 Cl <sup>-</sup> mg/L 1.5	MA0016 HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/L 1	MA0028 CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/L 1	MA0081 PO <sub>4</sub> -3-P mg/L 0.005	MA1016 NO <sub>3</sub> -N mg/L 0.10	MA0789 Colif. Term. NMP/100mL 1.8	MA0786 Colif. Tot. NMP/100mL 1.8
1	Adición (% Recuperación)	109.1	110.4	110.0	100.0	---	---	95.0	102.0	---	---
2	Adición (% Recuperación)	---	---	110.0	---	---	---	96.0	108.0	---	---
3	Adición Rango (%)	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	---	---	---	---	96.0-114.0	---	---
4	Adición 2 (CN-I) (% Recuperación)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
5	Adición 2 (CN-I) Rango (%)	---	---	---	86.0-114.0	---	---	25.0-175.0	---	---	---
6	STD - Recuperación Obtenido (%)	100.8	102.8	100.0	105	104	103	101	108.0	---	---
7	STD - Rango (%)	85.0-115.0	85.0-115.0	90.0-120.0	91.0-109.0	88.0-120.0	88.0-120.0	80.0-120.0	97.0-113.0	---	---
8	MAM-01 (Original)	6.62	0.12	3.21	9.23	7.91	1.23	1.03	0.62	<1.8	<1.8
9	MAM-01 (Duplicado)	6.61	0.12	3.22	9.22	7.93	1.24	1.03	0.63	<1.8	<1.8
10	Blanco	<0.01	<0.01	<1	<1	<1	<1	<0.005	<0.10	<1.8	<1.8

CERTIMIN S.A. Av. Las Vegas N°845-San Juan de Miraflores Telf.: 205-565  
e-mail: certimin@certimin.pe



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI - SNA  
CON REGISTRO N° LE 022



Página 11 de 16

INFORME DE ENSAYO  
N° AGO1135.R22

MUESTRAS QC		ELEMENTOS									
N°	Código de Servicio Elemento Unidad Límite de Detección	MA0055 CE µS	MA0122 P mg/L 0.06	MA0002 AcyG mg/L 0.50	MA0802 NH <sub>3</sub> -N mg/L 0.03	MA0823 E. Coli NMP/100 1.8	MA1286 OVL Org./L 1	MA0122 Al mg/L 0.02	MA0122 As mg/L 0.008	MA0122 Ba mg/L 0.001	MA0122 B mg/L 0.003
1	Adición (% Recuperación)	---	103.6	96.6	98.8	---	---	106.5	101.8	104.8	105.4
2	Adición (% Recuperación)	---	---	98.1	95.3	---	---	---	---	---	---
3	Adición Rango (%)	---	85.0-115.0	85.0-115.0	96.0-114.0	---	---	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0
4	Adición 2 (CN-I) (% Recuperación)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
5	Adición 2 (CN-I) Rango (%)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
6	STD - Recuperación Obtenido (%)	---	100.4	100.0	108.0	---	---	96.0	101.2	95.2	97.0
7	STD - Rango (%)	---	85.0-115.0	80.0-120.0	98.0-115.0	---	---	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0
8	MAM-01 (Original)	---	<0.06	<0.50	<0.03	<1.8	<1	<0.02	0.032	0.0144	0.0210
9	MAM-01 (Duplicado)	---	<0.06	<0.50	<0.03	<1.8	<1	<0.02	0.030	0.0145	0.0209
10	Blanco	---	<0.06	<0.50	<0.03	<1.8	<1	<0.02	<0.08	<0.001	<0.003

CERTIMIN S.A. Av. Las Vegas N°845-San Juan de Miraflores Telf.: 205-565  
e-mail: certimin@certimin.pe



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INDECOPI - SNA  
CON REGISTRO N° LE 022



Página 12 de 16

**INFORME DE ENSAYO**  
**N° AGO1135.R22**

N°	Código de Servicio Elemento Unidad Límite de Detección	ELEMENTOS							
		MA0122 Cd mg/L 0.001	MA0122 Cr mg/L 0.004	MA0122 Cu mg/L 0.003	MA0122 Hg mg/L 0.0001	MA0122 Mn mg/L 0.02	MA0122 Ni mg/L 0.02	MA0122 Pb mg/L 0.01	MA0122 Zn mg/L 0.005
1	Adición (% Recuperación)	101.2	101.0	104.6	90.0	102.2	102.8	102.0	102.2
2	Adición (% Recuperación)	---	---	---	90.0	---	---	---	---
3	Adición Rango (%)	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0
4	Adición 2 (CN-I) (% Recuperación)	---	---	---	---	---	---	---	---
5	Adición 2 (CN-I) Rango (%)	---	---	---	---	---	---	---	---
6	STD - Recuperación Obtenido (%)	94.6	92.8	94.4	105.0	93.0	92.6	96.0	95.4
7	STD - Rango (%)	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	84.0-116.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0
8	MAM-01 (Original)	<0.001	<0.004	<0.003	<0.0001	<0.02	0.039	<0.01	<0.005
9	MAM-01 (Duplicado)	<0.001	<0.004	<0.003	<0.0001	<0.02	0.040	<0.01	<0.005
10	Blanco	<0.001	<0.004	<0.003	<0.0001	<0.02	<0.02	<0.01	<0.005

CERTIMIN S.A. Av. Las Vegas N° 845-San Juan de Miraflores Telf.: 205-565  
e-mail: certimin@certimin.pe



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INDECOPI - SNA  
CON REGISTRO N° LE 022



Página 13 de 16

**INFORME DE ENSAYO**  
**N° AGO1135.R22**

**MÉTODOS DE ENSAYO Y CODIGOS DE SERVICIO**

N°	Analito	Denominación	Código de Servicio	(1) Norma o Referencia
1	Este	Este	MA0460	Estándar GPS
2	Norte	Norte	MA0460	Estándar GPS
3	Altitud	Altitud	MA0460	Estándar GPS
4	T-Aire	Temperatura Ambiental	MA0227	Protocolo de Parámetros Meteorológicos
5	T-Agua	Temperatura del Agua	MA0181	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 23 rd Ed. 2017, Part 2550 B. Temperature, Laboratory and Field Methods.
6	pH	Potencial de Hidrógeno	MA0148	SMEWW APHA- AWWA- WEF 23 rd Ed. 2017, Part-4500-H+ B. pH value, Electrometric Method.
7	OD	Oxígeno Disuelto	MA0140	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 23 rd Ed. 2017, Part 4500 O G. Oxygen (Dissolved), Membrane Electrode Method.
8	Turbidez	Turbidez	MA0183	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 22nd Ed. 2012, Part-2130 B. Pág 2-13, Turbidity, Nephelometric Method.
9	Clor. Lib.	Cloro Libre	MA0935	IC-MON-39 Método de Determinación de Cloro Libre (Residual) Rev02, Año 2013
10	CE	Conductividad Eléctrica	MA0055	SMEWW APHA- AWWA- WEF 23 rd Ed. 2017, Part 2510 B. Conductivity Laboratory Method.
11	DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno	MA0756	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 23rd Ed. 2017, Part 5210 B. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5- Day BOD Test.

CERTIMIN S.A. Av. Las Vegas N° 845-San Juan de Miraflores Telf.: 205-565  
e-mail: certimin@certimin.pe



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI - SNA  
CON REGISTRO N° LE 022



Página 14 de 16

**INFORME DE ENSAYO**  
**N° AGO1135.R22**

12	TSD	Sólidos Totales Disueltos	MA0172	SMEWW APHA AWWA WEF. 23 rd Ed. 2017. Part- 2540 C. Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180 °C.
13	Ca <sup>2+</sup>	Calcio	MA0802	EPA. Method 200.7. Revisión 4.4 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma- Atomic. Emission Spectrometry.
14	Mg <sup>2+</sup>	Magnesio	MA0802	EPA. Method 200.7. Revisión 4.4 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma- Atomic. Emission Spectrometry.
15	Na <sup>+</sup>	Sodio	MA0802	EPA. Method 200.7. Revisión 4.4 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma- Atomic. Emission Spectrometry.
16	K <sup>+</sup>	Potasio	MA0802	EPA. Method 200.7. Revisión 4.4 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma- Atomic. Emission Spectrometry.
17	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Sulfato	MA0178	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 23 rd Ed. 2017. Part 4500- SO42- E. Sulfate. Turbidimetric Method.
18	Cl <sup>-</sup>	Cloruros	MA0040	SMEWW 22nd Ed. 2012 Part-4500-Cl B. Pág 4-72.APHA -AWWA- WEF. Chloride Argentometric Method.
19	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Bicarbonato	MA0016	SMEWW 22nd Ed. 2012 Part-2320 B. Pág 2-34.APHA -AWWA- WEF. Alkalinity – Titration Method.
20	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Carbonato	MA0028	SMEWW 22nd Ed. 2012 Part-2320 B. Pág 2-34.APHA -AWWA- WEF. Alkalinity – Titration Method.
21	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P	Fosfato	MA0081	SMEWW 22nd Ed. 2012. Part- 4500- P E. Pág 4-155. APHA-AWWA-WEF. Phosphorus. Ascorbic Acid Method.
22	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> N	Nitrato	MA1016	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 23 rd Ed 2017. Part 4500-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> E. Nitrogen (Nitrate). Cadmium Reduction Method.
23	NH <sub>3</sub> -N	Nitrógeno Amoniacal	MA0802	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 23 rd Ed. 2017. Part-4500-NH <sub>3</sub> D Nitrogen (Ammonia). Ammonia-Selective Electrode Method.

CERTIMIN S.A. Av. Las Vegas N°845-San Juan de Miraflores Telf.: 205-565  
e-mail: certimin@certimin.pe



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI - SNA  
CON REGISTRO N° LE 022



Página 15 de 16

**INFORME DE ENSAYO**  
**N° AGO1135.R22**

24	AcyG	Aceites y Grasas	MA0002	SMEWW 22nd Ed. 2012 Part-5520 B Pag 5-40. APHA-AWWA-WEF. Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition - Gravimetric Method
25	P	Fosforo	MA0122	EPA. Method 200.7. Revisión 4.4 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma- Atomic. Emission Spectrometry.
26	Colif. Term.	Coliformes Fecales (Termotolerantes)	MA0789	SMEWW APHA-AWWA-WEF 23 rd Ed.2017. Part-9221 E1. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) Coliform Procedure. Thermotolerant coliform test (EC medium).
27	Colif. Tot.	Coliformes Totales	MA0786	SMEWW APHA-AWWA-WEF 23rd Ed. 2017. Part-9221 B. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
28	E. Coli	Escherichia coli	MA0823	SMEWW APHA-AWWA-WEF 23rd Ed. 2017. Part-9221 B. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
29	OVL	Organismos de Vida Libre	MA1286	SMEWW APHA-AWWA-WEF 23 rd Ed. 2017. Part 10750B / 1a1, 1a2, 1b, 1c, 2a1, 2a2, 2b1, 2b2. Nematological Examination. Collection and Processing Techniques for Nematodes.
30	Aluminio	Metales Totales Por ICP OES	MA0122	EPA. Method 200.7. Revisión 4.4 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma- Atomic. Emission Spectrometry.
31	Arsénico	Metales Totales Por ICP OES	MA0122	EPA. Method 200.7. Revisión 4.4 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma- Atomic. Emission Spectrometry.
32	Bario	Metales Totales Por ICP OES	MA0122	EPA. Method 200.7. Revisión 4.4 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma- Atomic. Emission Spectrometry.
33	Boro	Metales Totales Por ICP OES	MA0122	EPA. Method 200.7. Revisión 4.4 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma- Atomic. Emission Spectrometry.
34	Cadmio	Metales Totales Por ICP OES	MA0122	EPA. Method 200.7. Revisión 4.4 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma- Atomic. Emission Spectrometry.
35	Cromo	Metales Totales Por ICP OES	MA0122	EPA. Method 200.7. Revisión 4.4 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma- Atomic. Emission Spectrometry.

CERTIMIN S.A. Av. Las Vegas N°845-San Juan de Miraflores Telf.: 205-565  
e-mail: certimin@certimin.pe



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INDECOPI-SNA  
CON REGISTRO N° LE 022



Página 16 de 16

**INFORME DE ENSAYO**  
**N° AGO1135.R22**

36	Cobre	Metales Totales Por ICP OES	MA0122	EPA. Method 200.7. Revisión 4.4 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma- Atomic. Emission Spectrometry.
37	Mercurio	Metales Totales Por ICP OES	MA0122	EPA. Method 200.7. Revisión 4.4 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma- Atomic. Emission Spectrometry.
38	Manganeso	Metales Totales Por ICP OES	MA0122	EPA. Method 200.7. Revisión 4.4 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma- Atomic. Emission Spectrometry.
39	Niquel	Metales Totales Por ICP OES	MA0122	EPA. Method 200.7. Revisión 4.4 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma- Atomic. Emission Spectrometry.
40	Plomo	Metales Totales Por ICP OES	MA0122	EPA. Method 200.7. Revisión 4.4 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma- Atomic. Emission Spectrometry.
41	Zinc	Metales Totales Por ICP OES	MA0122	EPA. Method 200.7. Revisión 4.4 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma- Atomic. Emission Spectrometry.

(1) SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

APHA: American Public Health Association.

AWWA: American Water Works Association.

WEF: Water Environment Federation.

EPA: Environmental Protection Agency.

ASTM: American Society for Testing and Materials.

**EDGAR NINA VELÁSQUEZ**  
**JEFE AMBIENTAL**  
**CQP 729**

**Anexo E. Certificados de Calibración.**



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL -DA  
CON REGISTRO N° LC- 019

## Certificado de Calibración

LA-298-2018



Pág. 1 de 1

- 1 Cliente** : CERTIMIN S.A.
- 2 Dirección** : Av. Las Vegas Nro. 845 Z.I. Zona Industrial-San Juan de Miraflores-Lima
- 3 Datos del Instrumento**
- |                           |                       |                               |                       |
|---------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|
| . Instrumento de medición | : Termómetro digital* | . N° de serie del instrumento | : 130100083302        |
| . Marca                   | : HACH                | . N° de serie de sensor       | : 130422582002        |
| . Modelo                  | : HQ40d               | . Intervalo de Indicación     | : -10,0 °C a 110,0 °C |
| . Identificación          | : LAB-1441            | . Resolución                  | : 0,1 °C              |
- 4 Lugar de calibración** : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.
- 5 Fecha de calibración** : 2022-08-18
- 6 Método de calibración**

La calibración se realizó por comparación siguiendo el procedimiento "PC-017 Calibración de Termómetros Digitales" Edición 2° de INDECOPI

**7 Condiciones Ambientales**

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% hr)
Inicial	22.7	68.4
Final	23.3	66.1

**8 Trazabilidad**

Patrón Usado	Código Interno	N° de Certificado	F. Vencimiento
Indicadores digitales con sensores de termistor de resolución de 0,001 °C	GGP-25	LT-441-2017 INACAL/DM	2019-08-22
	GGP-26	LT-417-2017 INACAL/DM	2019-08-09

**9 Resultados de medición**

T.C.V. (°C)	Indicación del Termómetro (°C)	Corrección (°C)	Incertidumbre (°C)
0.00	0.3	-0.30	0.06
15.03	15.3	-0.27	0.10
25.03	25.3	-0.27	0.09

Temperatura Convencionalmente Verdadera (T.C.V.) = Indicación del termómetro + Corrección.

**10 Observaciones**

- a) La profundidad de inmersión del sensor fue de 6 cm
- b) El tiempo de estabilización de temperatura fue de 7 minutos.
- c) La precisión del instrumento es  $\pm 0,4$  °C
- \* La calibración del termómetro digital se realizó en la sonda de conductividad en el Multiparámetro

- Las temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90).
- 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%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sello carecen de validez.

Fecha de Emisión

2022-08-18

LA IMPRESIÓN DE ESTE CERTIFICADO CONSTITUYE UNA COPIA DEL ORIGINAL EN VERSIÓN ELECTRÓNICA (FIRMA DIGITAL, SEGÚN LEY N° 27269 LEY DE FIRMAS Y CERTIFICADOS DIGITALES)

FO-[LC-PR-01]-03



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL -DA  
CON REGISTRO N° LC- 019

## Certificado de Calibración



Registro N° LC -019

LA-296-2018

Pág. 1 de 1

- 1 **Cliente** : CERTIMIN S.A.
- 2 **Dirección** : Av. Las Vegas Nro. 845 Z.I. Zona Industrial-San Juan de Miraflores-Lima
- 3 **Datos del Instrumento**
- |                           |                  |                               |                      |
|---------------------------|------------------|-------------------------------|----------------------|
| . Instrumento de medición | : Medidor de pH* | . N° de serie del Instrumento | : 130100083302       |
| . Marca                   | : HACH           | . N° de serie sonda           | : 13081256100        |
| . Modelo                  | : HQ40d          | . Intervalo de Indicación     | : 2,00 pH a 14,00 pH |
| . Identificación          | : LAB-1441       | . Resolución                  | : 0,01 pH            |
- 4 **Lugar de calibración** : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.
- 5 **Fecha de calibración** : 2022-08-18

6 **Método de calibración.**

La calibración se realizó por comparación de la indicación del Instrumento con valores asignados a materiales de referencia de pH certificados, según procedimiento PC 020 Calibración de medidores de pH de INACAL 2 ed. 2017.

7 **Condiciones Ambientales.**

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% hr)
Inicial	23.4	70.7
Final	23.8	70.3

8 **Trazabilidad**

Patrón usado	Código Interno	N° Lote o N° Certificado	F. Vencimiento
MRC pH 4	GGP-S-01.24	CC523997	2019-10-12
MRC pH 7	GGP-S-02.24	CC506435	2019-06-26
MRC pH 10	GGP-S-03.23	CC519894	2019-09-16

9 **Resultados de medición**

Indicación del Instrumento (pH)	Valor del patrón (pH)	Error (pH)	Incertidumbre (pH)
4.02	3.996	0.024	0.014
7.03	7.001	0.029	0.012
10.03	10.013	0.017	0.014

10 **Observaciones**

- a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C
- b) El coeficiente de correlación obtenido es: 1.000
- c) El error máximo permisible considerado, tomando como referencia: IUPAC Recommendations 2002, "Measurement of pH, Definition, Standards, and Procedures", es:  $\pm$  pH 0,03

\* La calibración del medidor de pH se realizó en el Multiparámetro.

- 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%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Sin firma y sello carecen de validez. □

Fecha de emisión

2022-08-18

LA IMPRESIÓN DE ESTE CERTIFICADO CONSTITUYE UNA COPIA DEL ORIGINAL EN VERSIÓN ELECTRÓNICA (FIRMA DIGITAL, SEGÚN LEY N° 27269 LEY DE FIRMAS Y CERTIFICADOS DIGITALES)

FO-[LC-PR-01]-03

Av. Aviación 4210 - Surquillo

Central: 560-8134 / 273-3550

www.greengroup.com.pe



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL -DA  
CON REGISTRO N° LC- 019

## Certificado de Calibración

LA-297-2018



Pág. 1 de 1

1 **Cliente** : CERTIMIN S.A.  
2 **Dirección** : Av. Las Vegas Nro. 845 Z.I. Zona Industrial-San Juan de Miraflores-Lima

### 3 Datos del Instrumento

. **Instrumento de medición** : Medidor de Conductividad\* . **N° de serie del instrumento** : 130100083302  
. **Marca** : HACH . **N° de serie de sonda** : 130422582002  
. **Modelo** : HQ40d . **Intervalo de Indicación** : 0,01 uS/cm a 200,0 mS/cm  
. **Identificación** : LAB-1441 . **Resolución** : 0,1uS /cm -1uS /cm -0,01mS /cm

4 **Lugar de calibración** : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.

5 **Fecha de calibración** : 2022-08-18

### 6 Método de calibración

La calibración se realizó por comparación del instrumento con valores asignados a materiales de referencia de conductividad específica certificados, según procedimiento "PC-022 Calibración de conductímetros" de INDECOPI.

### 7 Condiciones Ambientales.

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% hr)
Inicial	23.2	68.9
Final	23.5	66.9

### 8 Trazabilidad

Patrón usado	Código Interno	N° de lote o N° de certificado	F. Vencimiento
MRC 98,8 uS/cm	GGP-S-04.34	CC16787	2019-01-18
MRC 1413 uS/cm	GGP-S-05.30	CC16841	2019-02-02
MRC 10020 uS/cm	GGP-S-07.28	CC16926	2019-02-22

### 9 Resultados de medición

Indicación del instrumento	Valor del patrón	Error	Incertidumbre
99,5 uS/cm	98,8 uS/cm	0,7 uS/cm	2,3 uS/cm
1415 uS/cm	1413 uS/cm	2 uS/cm	7 uS/cm
10,01 mS/cm	10,02 mS/cm	-0,01 mS/cm	0,05 mS/cm

### 10 Observaciones

- a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C.  
b) La precisión del instrumento declarado en el manual del fabricante es:  $\pm (0,5 \% \text{ de la lectura})$   
\* La calibración del medidor de conductividad se realizó en el Multiparámetro.

- 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%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimada siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sello carecen de validez.

Fecha de Emisión

2022-08-18

LA IMPRESIÓN DE ESTE CERTIFICADO CONSTITUYE UNA COPIA DEL ORIGINAL EN VERSIÓN ELECTRÓNICA (FIRMA DIGITAL, SEGÚN LEY N° 27269 LEY DE FIRMAS Y CERTIFICADOS DIGITALES)

FO-[LC-PR-01]-03

Av. Aviación 4210 - Surquillo

Central: 580-6134 / 273-3550

www.greengroup.com.pe

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"



# Certificado de Calibración

LA - 1752018

Pág. 1 de 1

- 1 **Cliente** : CERTIMIN S.A.
- 2 **Dirección** : Av. Las Vegas Nro. 845 Z.I. Zona Industrial-San Juan de Miraflores-Lima
- 3 **Datos del Instrumento :**
- |                                 |                        |                                     |                          |
|---------------------------------|------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>.Instrumento de Medición</b> | : Medidor de oxígeno * | <b>.Nº de serie del Instrumento</b> | : 130100083302           |
| <b>.Marca</b>                   | : HACH                 | <b>.Nº de serie de la sonda</b>     | : 130912592005           |
| <b>.Modelo</b>                  | : HQ40d                | <b>.Alcance</b>                     | : 0,00 mg/L a 20,00 mg/L |
| <b>.Identificación</b>          | : LAB-1441             | <b>.Resolución</b>                  | : 0,01 mg/L              |
- 4 **Lugar de calibración** : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.
- 5 **Fecha de calibración** : 2022-08-18

6 **Método de calibración**

La calibración se realizó por comparación de la indicación del Instrumento con valores asignados a materiales de referencia de oxígeno, según procedimiento GGP-06 Calibración de Medidores de Oxígeno Disuelto – Green Group.

7 **Condiciones Ambientales**

	Temperatura (°C)	Humedad (%hr)	Presión (mbar)
inicial	24.9	72.8	996.9
final	24.9	72.5	996.9

8 **Trazabilidad**

Materiales de Referencia	Código Interno	Nº Lote/Certificado	F. Vencimiento
Solución estándar de Oxígeno Zero	GGP-S-13.20	13212	2020-05-09
Barómetro	GGP-02	LFP-227-2017	2019-07-04

9 **Resultados de Medición**

Referencia (mg/L)	Lectura del Instrumento (mg/L)	Error (mg/L)	Incertidumbre (mg/L)
0.00	0.10	0.10	0.01
8.30	8.28	-0.02	0.01

10 **Observaciones**

- a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C.  
 b) La precisión del instrumento declarado en el manual del fabricante es:  $\pm 0,1$  mg/L para 0 mg/L a 8,0 mg/L;  $\pm 0,2$  mg/L para mas de 8 mg/L.  
 (\*) Medidor perteneciente al multiparámetro.

- 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%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el Instrumento y sensor de oxígeno disuelto, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- El certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sellos carecen de validez.
- La Incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.

Fecha de emisión

2022-08-18

LA IMPRESIÓN DE ESTE CERTIFICADO CONSTITUYE UNA COPIA DEL ORIGINAL. EN VERSIÓN ELECTRÓNICA (FIRMA DIGITAL SEGÚN LEY N° 27269 LEY DE FIRMAS Y CERTIFICADOS DIGITALES)

FO-[L-PR-01]-03

Av. Aviación 4210 - Surquillo

Central: 560-6134 / 273-3550

www.greengroup.com.pe

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

# OMEGA PERU S.A.

Nº: 007760

## CONSTANCIA DE CALIBRACIÓN

1. **Solicitante:** CERTIMIN S.A.

2. **Lugar y fecha de calibración:**

Trabajos realizados en las Instalaciones de Omega Perú, en Lima el día 2022-12-31

**Datos del Instrumento:**

Equipo	COLORIMETRO - MEDIDOR DE CLORO
Marca	HACH CO.
Procedencia	U.S.A.
Modelo	ROCKET II
Serie	12100E210335
Rango	0-2 PPM como Cloro Libre
Resolución	0.01 PPM
Tipo de indicación	Digital

3. **Patrón utilizado:**

Se utilizó el patrón de cloro fabricado por Hach de rango 50 – 75 mg/l, catálogo 14268-10, número de lote A6124, de acuerdo a lo recomendado por el fabricante.

4. **Procedimiento:**

Para la Calibración se siguió el procedimiento indicado en el manual de operación del equipo en las páginas 2-13 al 2-14, que es el recomendado por el fabricante.

5. **Patrón secundario de verificación utilizado:**

Se utilizaron patrones de verificación de Cloro provisto por Hach Co., catálogo 28933-00, Lote A5061 que reportan un valor traceable con NIST SRM 930 S/N 99.

6. **Resultado de mediciones:**

Valor del Standard	Lectura del Equipo	Variación máxima permitida	Conclusión
2.20 mg/l Cloro	2.30 mg/l cloro	±0.20	Dentro del rango
3.90 mg/l Cloro	3.90 mg/l cloro	±0.30	Dentro del rango
7.00 mg/l Cloro	6.68 mg/l cloro	±0.60	Dentro del rango

7. **Observaciones y recomendaciones:**

- Solicitar una evaluación anual del instrumento para verificar el estado de sus componentes internos.
- Verificar la medición con estándares secundarios de cloro para comprobar la correcta operación del instrumento.
- Si los valores de verificación estuvieran fuera de los especificados en el Certificado del patrón secundario enviar el equipo a un centro de servicio especializado.

Elaborado por: Tec. Manuel Lezama De La Cruz

Ing. FELIX CAMARENA F.  
CIP 028393  
Jefe de Servicio Técnico  
OMEGA PERU S.A.



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFQ-0009-2021

Expediente : 00077

Fecha de emisión : 2022-12-08

Página 1 de 2

1. **Solicitante** : INSTITUTO CIENTÍFICO SOSTENIBLE MINERO S.A.C.
2. **Dirección** : Z.I. Asoc. Parque Industrial El Asesor Mza. J - Lt. 6 - Ate - Lir
3. **Instrumento** : TURBIDÍMETRO
  - Marca / Fabricante** : HACH
  - Modelo** : 2100Q
  - Serie** : 133550001047
  - Procedencia** : CHINA
  - Código de identificación** : NO INDICA
  - Intervalo de Indicación** : 0 NTU a 1000 NTU
  - Resolución** : 0,01 ; 0,1 ; 1 NTU
4. **Lugar de calibración** : Laboratorio de Físicoquímica de ALAB
5. **Fecha de calibración** : 2021-02-18
6. **Método de calibración**

La Calibración se realizó por comparación con Material Estandar Certificado de Turbidez.
7. **Trazabilidad**

Producto	Marca	N° Lote	Expiración
Formazin Standard 0,1 NTU	HACH	A0118	2021/08
Formazin Standard 20 NTU	HACH	A0122	2021/08
Formazin Standard 200 NTU	HACH	A0115	1900-01

### 8. Condiciones de calibración

Temperatura ambiental	Inicial : 24,7 °C	Final : 25,3 °C
Humedad relativa	: 60 % H.R.	55,0 % 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 (NTU)	Lectura (NTU)	Error (NTU)	Incertidumbre (NTU)
0,10	0,05	-0,05	0,05
20	20,0	0,0	1,0
200	208	8	10

Valor Certificado = Lectura del Conductímetro - Error

- Se colocó en el instrumento una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" y con identificación LFQ-0009-2021
- Los resultados son emitidos para la temperatura de referencia de 25 °C .
- 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 F. Control de Calidad.**



## GARANTIA DE LA CALIDAD

El Rubro Ambiental establece la garantía de Calidad de sus operaciones sobre la base de un sistema de calidad establecido bajo los lineamientos de NTP-ISO/IEC 17025 "Requisitos Generales para la competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración" el cual contempla entre otros los siguientes aspectos:

- Organización establecida y definida para efectuar cumplir los requisitos de gestión
- Competencia del personal para la realización de sus actividades y la supervisión de las mismas.
- Política para identificar y proveer formación al personal de acuerdo a las necesidades y metas de la organización.
- Infraestructura, instalaciones y ambiente en condiciones adecuadas para la realización de las actividades del Laboratorio
- Métodos de Ensayo estandarizados y oficiales. Procedimientos e instrucciones apropiadas
- Control de datos para los cálculos y transferencias de información.
- Equipos en condiciones óptimas para la correcta ejecución de los ensayos.
- Establecimiento de sistemas de aseguramiento de calidad de los resultados de ensayo
- Documentación del sistema de calidad como: Manual de Gestión de la Calidad de Calidad, planes, procedimientos, instrucciones, formatos y registros entre otros.

Fuente: MGC-17025



**CONTROL DE CALIDAD EN CAMPO PARA MUESTRAS PARA EL LABORATORIO**

<b>TIPO DE ENSAYO: MICROBIOLÓGICOS</b>		
<b>CONTROL EN CAMPO</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>ANALISIS DEL CONTROL DE CAMPO</b>
Blanco Viajero	01 blanco viajero por cada 20 muestras.	Bacterias Heterotróficas <sup>(3)</sup>
<p><sup>(3)</sup>: El análisis de bacterias heterotróficas en el blanco viajero se realiza debido a que es un indicador de posible contaminación por el transporte y almacenamiento en campo, asimismo es un análisis que engloba en su mayoría todas las bacterias (como Coliformes totales (CT) Coliformes fecales (CF), Escherichia Coli (EC), etc.).</p> <p>La conservación y/o preservación es de acuerdo al DCI-MA-04. Referencia:(DCE-MON-209)</p>		

<b>TIPO DE ENSAYO: PARASITOLÓGICOS</b>		
<b>CONTROL EN CAMPO</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>ANALISIS DEL CONTROL DE CAMPO</b>
Muestra duplicado de campo *	01 muestra por cada lote de 10 muestras.	Organismos de vida libre (nematodos) Huevos de Helmintos, Quistes y Ooquistes de Protozoarios patógenos.
<p>*Es equivalente a la muestra adicional del laboratorio. La conservación y/o preservación es de acuerdo al DCI-MA-04. Referencia:(DCE-MON-042).</p>		

<b>TIPO DE ENSAYO: FISICOQUÍMICOS</b>		
<b>CONTROL EN CAMPO</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>ANALISIS DEL CONTROL DE CAMPO</b>
Blanco Viajero	01 blanco viajero por cada 20 muestras.	Sulfatos <sup>(1)</sup> y/o SST <sup>(1)</sup> y/o Acidez <sup>(1)</sup> o Metales pesados <sup>(2)</sup> .
Blanco de campo	01 blanco de campo por cada 20 muestras.	
Muestra Duplicado de campo*	01 muestra por cada lote de 20 muestras.	
<p><sup>(1)</sup> Se tomará muestra de uno de estos parámetros porque el blanco viajero no está preservado y no toma muestra de metales pesados. <sup>(2)</sup> Si en el SSA señala Metales pesados, verificar que llevan frasco de blanco viajero preservado antes de salir a campo. *Es equivalente a la muestra adicional del laboratorio, cuando el método de ensayo lo considere. - Si en la solicitud no hubiese un parámetro antes mencionado, se traerá un duplicado por cada lote de 20 muestras. La conservación y/o preservación es de acuerdo al DCI-MA-04 Referencia:(DCE-MON-042).</p>		


**TIPO DE ENSAYO: HIDROBIOLÓGICOS**

CONTROL EN CAMPO	FRECUENCIA	ANÁLISIS DEL CONTROL DE CAMPO
Muestra duplicado de campo *	Traer 1 duplicado de campo por cada servicio de monitoreo.	Organismos de Vida Libre (Algas, protozoarios, rotíferos y copépodos):
*Es equivalente a la muestra adicional del laboratorio (primero de cada mes). La conservación y/o preservación es de acuerdo al DCI-MA-04. Referencia:(DCE-MON-209)		

**TIPO DE ENSAYO: CROMATOGRÁFICOS**

CONTROL EN CAMPO	FRECUENCIA	ANÁLISIS DEL CONTROL DE CAMPO
Blanco Viajero	01 blanco viajero por cada 20 muestras.	COV's y/o (BTEX) y/o (THM) y/o F1 (3 controles para volátiles)
Blanco de campo	01 blanco de campo por cada 20 muestras.	
Muestra duplicado de campo*	1 muestra por cada lote de 20 muestras.	
Blanco de campo	01 blanco de campo por cada 20 muestras.	(TPH) y/o PCB's y/o Plaguicidas y/o
Muestra duplicado de campo*	1 muestra por cada lote de 20 muestras.	HAP's (02 controles para semivolátiles)
Simbología: (TPH) :Hidrocarburos totales de Petróleo, (COV's): Compuestos Orgánicos Volátiles , (THM): Trihalometanos		
La conservación y/o preservación es de acuerdo al DCI-MA-04		
*Es equivalente a la muestra adicional del laboratorio, cuando el método de ensayo lo considere.		



CONCEPTO	PREVIENE	APLICA
<u>Blanco Viajero</u> .-Muestra libre de analito a ensayar y que ha sido preparada en el laboratorio, transportada al campo y mantenida sin abrir hasta su retorno al laboratorio donde es analizada junto con el grupo de muestras colectadas.	Detectar cualquier contaminación producida por los envases, transporte y procedimientos de almacenamiento en campo durante el muestreo.	Ensayos microbiológicos, fisicoquímicos y cromatográficos, 01 blanco por cada lote de 20 muestras.
<u>Blanco de Campo</u> .- Muestra preparada libre de analito la que es llenada en el campo en los frascos respectivos, siguiendo el mismo procedimiento de monitoreo que el de las muestras. Los frascos son cerrados herméticamente y transportados con las muestras para los análisis respectivos.	Verificar el cuidado durante el muestreo así como en la limpieza de los equipos de muestreo que fueron empleados.	Ensayos fisicoquímicos y cromatográficos, 01 blanco por cada lote de 20 muestras.
<u>Muestra Duplicado de Campo</u> .- Las muestras duplicadas de campo son colectadas durante la misma campaña de monitoreo y provienen de las mismas estaciones.	Refleja la precisión del muestreo y las variaciones de concentraciones propias de un cuerpo de agua.	Ensayos parasitológicos, fisicoquímicos, hidrobiológicos y cromatográficos.
<u>Equipos de Campo</u> .- Los equipos de campo utilizados son calibrados y verificados según el Plan de Calibración y/o Verificación de Equipos de Inspección, Medición Y Ensayo (FC-11-01-01).	Asegurar el buen desempeño de los equipos que realizan mediciones en campo.	Equipos de campo de agua como multiparámetro, turbidímetro, colorímetro, medidor de flujo.
Fuentes y Referencias: Aseguramiento de Calidad (PC-23-02)		

**Anexo G. Condiciones para Conservación, Preservación y Muestreo de Agua.**



CONDICIONES PARA CONSERVACIÓN, PRESERVACIÓN Y MUESTREO DE AGUA

Esta tabla proporciona información para muestras en general, para aquellas que requieran un tratamiento especial en su manipulación y preservación se debe revisar la bibliografía de los métodos a aplicarse para un mayor detalle

Determinación	Envase	Volumen mínimo de muestra (mL)	Condiciones de Muestreo	Conservación y/o Preservación	Tiempo máximo de almacenamiento	Observaciones adicionales
Aluminio Total, Carbonatos, Bicarbonatos, Sulfatos	P, V	250	Material enjuagar 03 veces. Llenar completamente el envase	Refrigerar, ≤ 4 °C, sin congelar	24 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Acidos y Grasas (SM)	V (BA), (A)	1000	No enjuagar ni llenar totalmente el frasco. Muestrear adicionalmente 3000 mL para la adición y duplicado de la muestra esto se realiza por cada lote de muestra. (ver Nota N°3)	Añadir HCl (1) o H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (1) hasta pH=2, refrigerar ≤ 4 °C, sin congelar.	28 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Acidos y Grasas (EPA)	V(BA), A	1000	No enjuagar ni llenar totalmente el frasco. Muestrear adicionalmente 2 000 mL para la adición y duplicado de la muestra esto se realiza por cada lote de muestra (ver Nota N°4). Si se sospecha que la muestra contiene mas de 500 mg/L de ácidos o grasas realizar menos cantidad de muestra.	Añadir HCl (1) o H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (0-3) hasta pH=2, refrigerar entre 0 °C - 4 °C.	28 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Acidez	P, V	100	Material enjuagar 03 veces. Llenar completamente el envase	Refrigerar, ≤ 4 °C, sin congelar	24 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
iones y cationes nitrato (Cl, F, NO <sub>3</sub> -, NO <sub>2</sub> -, NO <sub>2</sub> -, NO <sub>3</sub> -, PO <sub>4</sub> -, SO <sub>4</sub> -, P, B, SO <sub>4</sub> 2-, etc.)	P(A), V(A)	250	No preservar.	Refrigerar a 4°C	48 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A. Denominado también Escaneo de Aniones
Bacterias Heterotróficas	P (E), V (E)	250	No se debe enjuagar el frasco. Dejar un espacio aproximadamente 2 cm para facilitar la homogenización. Medir Cloro Residual Libre.	Si la concentración de Cloro residual libre es < 5mg/L, emplear el frasco que contiene Tiosulfato de Sodio al 3% (0,8 mL / L de muestra). Si la concentración es > 5 mg/L, y < 10 mg/L, emplear el frasco que contiene Tiosulfato de Sodio al 10% (0,8 mL / L de muestra). Adicionar 1 mL de EDTA de una concentración de 50mg/L. Refrigerar, - 10°C, sin congelar y en oscuridad.	24 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Bacterias Heterotróficas, Coliformes Totales (NMP), Coliformes Termotolerantes o Fecales (NMP) y Escherichia coli (NMP)	P (E), V (E)	250	No se debe enjuagar el frasco. Dejar un espacio aproximadamente 2.5 cm para facilitar la homogenización. Medir Cloro Residual Libre.	Si la concentración de Cloro residual libre es < 5mg/L, emplear el frasco que contiene Tiosulfato de Sodio al 3% (0,8 mL / L de muestra). Si la concentración es > 5 mg/L, y < 10 mg/L, emplear el frasco que contiene Tiosulfato de Sodio al 10% (0,8 mL / L de muestra). Adicionar 1 mL de EDTA de una concentración de 50mg/L. Refrigerar, - 10°C, sin congelar y en oscuridad.	24 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Bacterias Heterotróficas, Coliformes Totales (BFC), Coliformes Termotolerantes o Fecales (BFC) y Escherichia coli (BFC)	P (E), V (E)	1000	No se debe enjuagar el frasco. Dejar un espacio aproximadamente 2.5 cm para facilitar la homogenización. Medir Cloro Residual Libre.	Si la concentración de Cloro residual libre es < 5mg/L, emplear el frasco que contiene Tiosulfato de Sodio al 3% (0,8 mL / L de muestra). Si la concentración es > 5 mg/L, y < 10 mg/L, emplear el frasco que contiene Tiosulfato de Sodio al 10% (0,8 mL / L de muestra). Adicionar 1 mL de EDTA de una concentración de 50mg/L. Refrigerar, - 10°C, sin congelar y en oscuridad.	24 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.



CONDICIONES PARA CONSERVACIÓN, PRESERVACIÓN Y MUESTREO DE AGUA

Esta tabla proporciona información para muestras en general, para aquellas que requieran un tratamiento especial en su manipulación y preservación se debe revisar la bibliografía de los métodos a aplicarse para un mayor detalle

Determinación	Envase	Volumen mínimo de muestra (mL)	Condiciones de Muestreo	Conservación y/o Preservación	Tiempo máximo de almacenamiento	Observaciones adicionales
Cloruro Total (Potenciométrico)	P (A), V (A)	1000	Material enjuagar 03 veces. Ver Part. 4590-CN B para interferencias. Muestrear adicionalmente 1000 mL más por cada lote de muestra.	Si la muestra presenta pH mayor a 8.3, preservar la muestra con Ca(OH) <sub>2</sub> hasta pH 12-12.5, caso contrario preservar la muestra con la adición de perlas de NaOH o solución NaOH 4N hasta pH 12 - 12.5, refrigerar en oscuridad ≤ 4 °C, sin congelar. Si hay sulfuros, y/o agentes oxidantes. (ver Nota N°3)	10 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Cloruro Wad (Potenciométrico)	P (A), V (A)	1000	Material enjuagar 03 veces. Muestrear adicionalmente 1000mL más por cada lote de muestra.	Si la muestra presenta pH mayor a 8.3, preservar la muestra con Ca(OH) <sub>2</sub> hasta pH 12-12.5, caso contrario preservar la muestra con la adición de perlas de NaOH o solución NaOH 4N hasta pH 12 - 12.5, refrigerar en oscuridad ≤ 4 °C, sin congelar. Si hay sulfuros, y/o agentes oxidantes. (ver Nota N°3)	10 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Cloruro Libre (Colorimétrico)	P (A), V (A)	250	Material enjuagar 03 veces.	Si la muestra presenta pH mayor a 8.3, preservar la muestra con Ca(OH) <sub>2</sub> hasta pH 12-12.5, caso contrario preservar la muestra con la adición de perlas de NaOH o solución NaOH 4N hasta pH 12 - 12.5, refrigerar en oscuridad ≤ 4 °C, sin congelar. Si hay sulfuros, y/o agentes oxidantes. (ver Nota N°3)	10 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Cloruro Total, Cloruro Wad (Amperométrico)	P (A), V (A)	500	-	Si la muestra presenta pH mayor a 8.3, preservar la muestra con Ca(OH) <sub>2</sub> hasta pH 12-12.5, caso contrario preservar la muestra con la adición de perlas de NaOH o solución de NaOH 4N hasta pH 12-12.5. Refrigerar entre 0 °C - 4 °C. Si hay sulfuros y/o agentes oxidantes. (ver Nota N°3)	10 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Cloruro Libre (Amperométrico)	P (A), V (A)	500	-	Si la muestra presenta pH mayor a 8.3, preservar la muestra con Ca(OH) <sub>2</sub> hasta pH 12-12.5, caso contrario preservar la muestra con la adición de perlas de NaOH o solución de NaOH 4N hasta pH 12-12.5. Refrigerar entre 0 °C - 4 °C. Si hay sulfuros y/o agentes oxidantes. (ver Nota N°3)	10 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Clorito, Clorato	P (A), V (A)	250	-	Preservar con 3 gotas de EDTA de 50mg/L para 250mL de muestra. Luego refrigerar a 4°C	16 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Cloro Libre (Residual)	V	50	1) Analizar inmediatamente. 2) Si esta presenta un pH ácido o básico. Llevar la muestra a pH entre 6 a 7 con solución Alcali (o ácido) y posteriormente analizar.	---	0,25h (15 min)	in situ
Cloro Total (Residual)	V	50	1) Analizar inmediatamente. 2) Si esta presenta un pH ácido o básico. Llevar la muestra a pH entre 6 a 7 con solución NaOH (o ácido) y posteriormente analizar.	---	0,25h (15 min)	in situ



CONDICIONES PARA CONSERVACIÓN, PRESERVACIÓN Y MUESTREO DE AGUA

Esta tabla proporciona información para muestras en general, para aquellas que requieran un tratamiento especial en su manipulación y preservación se debe revisar la bibliografía de los métodos a aplicarse para un mayor detalle

Determinación	Envase	Volumen mínimo de muestra (mL)	Condiciones de Muestreo	Conservación y/o Preservación	Tiempo máximo de almacenamiento	Observaciones adicionales
Clorofila	P(A), V (A)	1000	No enjuagar. Muestrear adicionalmente 1000 mL para duplicado de muestra.	Refrigerar en oscuridad, a 4 °C, sin congelar (muestra sin filtrar)	48 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Coliformes Termotolerantes (fecales)	P (E), V (E)	250	No se debe enjuagar el frasco. Dejar un espacio aproximadamente 2.5 cm para facilitar la homogenización. Medir Cloro Residual Libre.	Si la concentración de Cloro residual libre es < 5mg/L, emplear el frasco que contenga Tiosulfato de Sodio al 3% (0.8 mL / L de muestra). Si la concentración es > 5 mg/L, y < 10 mg/L, emplear el frasco que contenga Tiosulfato de Sodio al 10% (0.8 mL / L de muestra). Adicionar 1 mL de EDTA de una concentración de 50mg/L. Refrigerar, a 10°C, sin congelar y en oscuridad.	24 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Coliformes Totales	P (E), V (E)	250	No se debe enjuagar el frasco. Dejar un espacio aproximadamente 2.5 cm para facilitar la homogenización. Medir Cloro Residual Libre.	Si la concentración de Cloro residual libre es < 5mg/L, emplear el frasco que contenga Tiosulfato de Sodio al 3% (0.8 mL / L de muestra). Si la concentración es > 5 mg/L, y < 10 mg/L, emplear el frasco que contenga Tiosulfato de Sodio al 10% (0.8 mL / L de muestra). Adicionar 1 mL de EDTA de una concentración de 50mg/L. Refrigerar, a 10°C, sin congelar y en oscuridad.	24 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Coliformes Totales (NMP), Coliformes Termotolerantes (Fecalcol) (NMP), Escherichia coli (NMP), Enterococos Fecales (NMP)	P (E), V (E)	500	No se debe enjuagar el frasco. Dejar un espacio aproximadamente 2.5 cm para facilitar la homogenización. Medir Cloro Residual Libre.	Si la concentración de Cloro residual libre es < 5mg/L, emplear el frasco que contenga Tiosulfato de Sodio al 3% (0.8 mL / L de muestra). Si la concentración es > 5 mg/L, y < 10 mg/L, emplear el frasco que contenga Tiosulfato de Sodio al 10% (0.8 mL / L de muestra). Adicionar 1 mL de EDTA de una concentración de 50mg/L. Refrigerar, a 10°C, sin congelar y en oscuridad.	24 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Coliformes Totales (MFC), Coliformes Termotolerantes e fecales (LFC), Escherichia Coli (MFC)	P (E), V (E)	1000	No se debe enjuagar el frasco. Dejar un espacio aproximadamente 2.5 cm para facilitar la homogenización. Medir Cloro Residual Libre.	Si la concentración de Cloro residual libre es < 5mg/L, emplear el frasco que contenga Tiosulfato de Sodio al 3% (0.8 mL / L de muestra). Si la concentración es > 5 mg/L, y < 10 mg/L, emplear el frasco que contenga Tiosulfato de Sodio al 10% (0.8 mL / L de muestra). Adicionar 1 mL de EDTA de una concentración de 50mg/L. Refrigerar, a 10°C, sin congelar y en oscuridad.	24 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.



CONDICIONES PARA CONSERVACIÓN, PRESERVACIÓN Y MUESTREO DE AGUA

Esta tabla proporciona información para muestras en general, para aquellas que requieran un tratamiento especial en su manipulación y preservación se debe revisar la bibliografía de los métodos a aplicarse para un mayor detalle

Determinación	Envase	Volumen mínimo de muestra (mL)	Condiciones de Muestreo	Conservación y/o Preservación	Tiempo máximo de almacenamiento	Observaciones adicionales
Color	P(A), V(A)	500	Frascos de vidrio lavados con ácido. Enjuague el frasco con la muestra.	Refrigerar, a 4 °C, sin congelar	24 h	Frascos de plástico émbol o tapados para evitar la luz. Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Conductividad (Laboratorio)	P, V	100	-	Refrigerar, a 4 °C, sin congelar	28d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Cloruro	P, V	500	Material enjuagar 03 veces	Sin preservar.	28 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Cromo VI	P, V (E)	500	Material enjuagar 03 veces	Filtrar la muestra con 0.45µm. Ajustar pH entre 9.3 - 9.7, por adición de 5mL buffer sulfato de amonio mas 5mL de 5M de NaOH, luego refrigerar a 4 °C, sin congelar. Si no es posible filtrar y preservar la muestra, se debe analizar inmediatamente in situ.	28 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	P, V	1000	No se debe enjuagar el frasco. Llenar completamente el envase (sin burbujas de aire). Muestrear adicionalmente 1000 mL más por cada lote de muestras.	Refrigerar, a 4 °C, sin congelar	24 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Densidad	P	500	-	Sin conservar	28 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	P, V (preferencia V)	100	Material enjuagar 03 veces	Añadir H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> concentrado hasta pH < 2, refrigerar, a 4 °C, sin congelar	28 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Demanda Química de Oxígeno - DQO (Agua Salina)	P, V (preferencia V)	500	Material enjuagar 03 veces	Añadir H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> concentrado hasta pH < 2, refrigerar, a 4 °C, sin congelar	28 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Dureza total	P, V	250	-	Añadir HNO <sub>3</sub> (10) o H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (10) hasta pH=2	6 meses	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Dureza Cálcica o magnesíaca	P, V	100	-	Añadir HNO <sub>3</sub> (10) o H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (10) hasta pH=2	6 meses	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	P, V	250	-	Refrigerar a 4 °C, sin congelar	24h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Enterococos Fecales (Enterococos Inecivnato)	P (E), V (E)	250	No se debe enjuagar el frasco. Dejar un espacio aproximadamente 2.5 cm para facilitar la homogenización. Medir Cloro Residual Libre.	Si la concentración de Cloro residual libre es < 5mg/L, emplear el frasco que contenga Tiosulfato de Sodio al 3% (0.8 mL / L de muestra). Si la concentración es > 5 mg/L, y < 10 mg/L, emplear el frasco que contenga Tiosulfato de Sodio al 10% (0.8 mL / L de muestra). Adicionar 1 mL de EDTA de una concentración de 50mg/L. Refrigerar, a 10°C, sin congelar y en oscuridad.	24 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.



CONDICIONES PARA CONSERVACIÓN, PRESERVACIÓN Y MUESTREO DE AGUA

Esta tabla proporciona información para muestras en general, para aquellas que requieran un tratamiento especial en su manipulación y preservación se debe revisar la bibliografía de los métodos a aplicarse para un mayor detalle

Determinación	Envase	Volumen mínimo de muestra (mL)	Condiciones de Muestreo	Conservación y/o Preservación	Tiempo máximo de almacenamiento	Observaciones adicionales
Escherichia coli	P (E), V (E)	250	No se debe enjuagar el frasco. Dejar un espacio aproximadamente 2.5 cm para facilitar la homogenización. Medir Cloro Residual Libre.	Si la concentración de Cloro residual libre es a 5mg/L emplear el frasco que contenga Tiosulfato de Sodio al 3% (0.8 mL / L de muestra) Si la concentración es > 5 mg/L, y a 10 mg/L emplear el frasco que contenga Tiosulfato de Sodio al 10% (8.8 mL / L de muestra). Añadir 1 mL de EDTA de una concentración de 50mg/L. Refrigerar: - 8°C, sin congelar y en oscuridad.	24 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Estreptococos Fecales	P (E), V (E)	250	No se debe enjuagar el frasco. Dejar un espacio aproximadamente 2.5 cm para facilitar la homogenización. Medir Cloro Residual Libre.	Si la concentración de Cloro residual libre es a 5mg/L emplear el frasco que contenga Tiosulfato de Sodio al 3% (0.8 mL / L de muestra) Si la concentración es > 5 mg/L, y a 10 mg/L emplear el frasco que contenga Tiosulfato de Sodio al 10% (8.8 mL / L de muestra). Añadir 1 mL de EDTA de una concentración de 50mg/L. Refrigerar: - 10°C, sin congelar y en oscuridad.	24 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Fenoles	V y tipo con revestimiento de PTFE	1000	No enjuagar el material. Verificar la presencia de sulfuros y/o agentes oxidantes (Ver Nota N° 1 y N° 5) Muestrear adicionalmente 2000 mL más por cada litro de muestra. -Para agua con tina y agua sucia -En zonas profundas se empleará una botella Niskin -En zonas poco profundas (en la orilla de playa, pozos de mar, estuarios) La muestra se toma de forma directa con un envase de 500 mL de agua a 0.5 m bajo la superficie. -Para aguas superficiales -Para aguas oligotróficas tomar 1 L de muestra -Para aguas eutróficas y mesotróficas tomar 0.5 L de muestra. En caso contrario de lo antes mencionado tomar 200ml de muestra. Para facilitar la homogenización, los recipientes no deberán llenarse	Añadir H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> concentrado hasta pH=2, refrigerar a 4 °C, sin congelar	28 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Fitoplancton Cuantitativo	P (BA) (*)	---	El volumen de la muestra dependerá del tiempo, velocidad y distancia del arrastre -En zonas profundas se empleará una red de abertura de poro de 10 µm. -En zonas poco profundas (en la orilla de playa, pozos de mar), las muestras son recolectadas en baldes para después ser filtradas por la red de abertura de poro de 10 µm, el volumen filtrado será hasta conseguir un filtrado visible. -Para aguas superficiales (río, laguna y lago) y aguas salobres (estuarios) -En aguas oligotróficas (aguas impregnadas), la cantidad de agua filtrada será (30 - 40 litros) -En aguas mesotróficas y eutróficas (aguas con mayor carga orgánica), la cantidad de agua filtrada será (80 - 200 litros). Una vez obtenidos las muestras trasladar la muestra a envases de 250 mL	Para aguas superficiales (río, laguna y lago) y aguas salobres (estuarios) Preservar con 5 mL de solución lugol alcalino por Litro de muestra. Para agua de mar Preservar con 5 mL de solución lugol ácido por Litro de muestra. En ambos casos hasta que adquiera un color pálido. Conservar las muestras dentro de bolsas plásticas negras y mantener a una temperatura de 1 °C a 3°C.	1 mes	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Fitoplancton Cualitativo	P (BA) de 250 mL	---	El volumen de la muestra dependerá del tiempo, velocidad y distancia del arrastre -En zonas profundas se empleará una red de abertura de poro de 10 µm. -En zonas poco profundas (en la orilla de playa, pozos de mar), las muestras son recolectadas en baldes para después ser filtradas por la red de abertura de poro de 10 µm, el volumen filtrado será hasta conseguir un filtrado visible. -Para aguas superficiales (río, laguna y lago) y aguas salobres (estuarios) -En aguas oligotróficas (aguas impregnadas), la cantidad de agua filtrada será (30 - 40 litros) -En aguas mesotróficas y eutróficas (aguas con mayor carga orgánica), la cantidad de agua filtrada será (80 - 200 litros). Una vez obtenidos las muestras trasladar la muestra a envases de 250 mL	Para aguas superficiales (río, laguna y lago) y aguas salobres (estuarios) Preservar con 5 mL de solución lugol alcalino por Litro de muestra. Para agua de mar Preservar con 5 mL de solución lugol ácido por Litro de muestra. En ambos casos hasta que adquiera un color pálido. Conservar las muestras dentro de bolsas plásticas negras y mantener a una temperatura de 1 °C a 3°C.	1 mes	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Fosfatos ó Fósforo Orgánico ó Inorgánico	V ( C ) (A)	250	No enjuagar el material.	Refrigerar a 4 °C, sin congelar.	48 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Fósforo total	V ( C ) (A)	250	No enjuagar el material.	Añadir H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> concentrado a HCl concentrado hasta pH=2, refrigerar a 6 °C, sin congelar.	28 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Fluoruros	P	250	Material enjuagar 03 veces	No requiere	28 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.



CONDICIONES PARA CONSERVACIÓN, PRESERVACIÓN Y MUESTREO DE AGUA

Esta tabla proporciona información para muestras en general, para aquellas que requieran un tratamiento especial en su manipulación y preservación se debe revisar la bibliografía de los métodos a aplicarse para un mayor detalle

Determinación	Envase	Volumen mínimo de muestra (mL)	Condiciones de Muestreo	Conservación y/o Preservación	Tiempo máximo de almacenamiento	Observaciones adicionales
Huevos de Helmintos	P (BA)	1000 (Agua Residual Doméstica (Cruda) 10 000) Agua Natural, Agua Residual Industrial (Tratada) 10 000 ( Agua para Uso y consumo humano)	Muestrear adicionalmente 1 muestra más al azar por cada lote de 10 muestras.	Sin preservar. Refrigerar a 4°C (sin llegar al punto de congelación) y en oscuridad (Almacenamiento de muestras dentro de bolsas plásticas negras y cajas térmicas en forma vertical)	24 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Organismos de Vida Libre (Nematodos)	P (BA)	1000	Muestrear adicionalmente 1 muestra más al azar por cada lote de 10 muestras. Lavar el tamiz según lo descrito en el IC-MON-16 Para Agua de Uso y Consumo Humano: La descarga de agua filtrar en la filtración a flujo moderado lento	Sin preservar; Refrigerar a 4°C (sin llegar al punto de congelación) y en oscuridad (Almacenamiento de muestras dentro de bolsas plásticas negras y cajas térmicas en forma vertical)	24 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Metales Totales (excluyendo mercurio)	P, V	500	Enjuagar 03 veces	Añadir HNO <sub>3</sub> (1) hasta pH=2	6 meses	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Metales Disueltos (excluyendo mercurio)	P, V	500	Enjuagar 03 veces. Filtrar en membrana 0.45 µm inmediatamente y luego preservar; caso contrario trasladar la muestra dentro de las 24 horas al laboratorio sin preservar y en cadena de frío.	Añadir HNO <sub>3</sub> (1) hasta pH=2	6 meses	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Mercurio Total	P, V	500	Enjuagar 03 veces	Añadir HNO <sub>3</sub> (1) hasta pH=2, refrigerar a 4 °C, sin congelar	28 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Mercurio Disuelto	P, V	500	Enjuagar 03 veces. Filtrar en membrana 0.45 µm inmediatamente y luego preservar; caso contrario trasladar la muestra dentro de las 24 horas al laboratorio sin preservar y en cadena de frío.	Añadir HNO <sub>3</sub> (1) hasta pH=2, refrigerar a 4 °C, sin congelar	28 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Metales Totales y Mercurio Total	P, V	1000	Enjuagar 03 veces	Añadir HNO <sub>3</sub> (1) hasta pH=2, refrigerar a 4 °C, sin congelar	28d (Hg), 6 meses (Metales)	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Metales Disueltos y Mercurio Disuelto	P, V	1000	Enjuagar 03 veces. Filtrar en membrana 0.45 µm inmediatamente y luego preservar; caso contrario trasladar la muestra dentro de las 24 horas al laboratorio sin preservar y en cadena de frío.	Añadir HNO <sub>3</sub> (1) hasta pH=2, refrigerar a 4 °C, sin congelar	28d (Hg), 6 meses (Metales)	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Metales (Agua de Mar)	P, V	500	Enjuagar 03 veces	Añadir HNO <sub>3</sub> (1) hasta pH=2, refrigerar a 4 °C, sin congelar	30 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Microcistinas	V (A)	100	No se debe enjuagar el frasco. Dejar un espacio aproximadamente 2.5 cm para facilitar la homogenización.	Para Conservar: 100 mg de Sulfato de Sodio por 100mL de muestra. Casos Especiales: Agua de Bebida: Añadir 100 mg de Sulfato de Sodio por 100mL de muestra. Refrigerar a -8°C	5 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Necten (peces)	Bolsas Plásticas	---	Se debe colocar la muestra en doble bolsa nueva.	Conservar en abundante hielo o ice pack	24 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.



CONDICIONES PARA CONSERVACIÓN, PRESERVACIÓN Y MUESTREO DE AGUA

Esta tabla proporciona información para muestras en general, para aquellas que requieran un tratamiento especial en su manipulación y preservación se debe revisar la bibliografía de los métodos a aplicarse para un mayor detalle

Determinación	Envase	Volumen mínimo de muestra (mL)	Condiciones de Muestreo	Conservación y/o Preservación	Tiempo máximo de almacenamiento	Observaciones adicionales
Nitró	P, V	250	Enjuagar 03 veces	Analizar lo antes posible; refrigerar a 4°C	48 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Nitrato	P, V	250	Enjuagar 03 veces	Analizar lo antes posible; refrigerar a 4°C	48 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Nitrato (Nitrato + Nitrito)	P, V	100	Enjuagar 03 veces	Añadir H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (1%) hasta pH=2, refrigerar a 4°C	28 d	Se requiere muestra para la determinación de Nitrito. Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Nitrógeno Amomiacal, Amomiac	P, V	500	No enjuagar el material.	Añadir H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> concentrado hasta pH=2, refrigerar a 4°C	28 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Nitrógeno Orgánico Macro Kjeldahl	P, V	1000	No enjuagar. Mezclar adicionalmente 2000 mL para la adición y duplicado de la muestra esto se realiza por cada lote de muestra. Se requiere también muestra sin preservación para la determinación de salinidad.	Añadir H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> concentrado a pH 1.5 - 2, refrigerar a 4°C	28 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Nitrógeno Total	P, V	250	Enjuagar 03 veces	Analizar lo antes posible; refrigerar a 4°C	48 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
		100	Enjuagar 03 veces	Añadir H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (1%) hasta pH=2, refrigerar a 4°C	28 d	Se requiere muestra para la determinación de Nitrito. Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
		500	No enjuagar el material.	Añadir H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> concentrado hasta pH=2, refrigerar a 4°C	28 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
		1000	No enjuagar. Mezclar adicionalmente 2000 mL para la adición y duplicado de la muestra esto se realiza por cada lote de muestra. Se requiere también muestra sin preservación para la determinación de salinidad.	Añadir H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> concentrado a pH 1.5 - 2, refrigerar a 4°C	28 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Oxígeno disuelto (Método Winkler)	Winkler	300	-	Preservar las muestras adicionando 0.7 mL de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> concentrado y 1 mL de ácido de sodio.	8 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Oxígeno disuelto (Método de Electrodo) medición in situ	-	-	-	Analizar inmediatamente	0,25 h (15 minutos)	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Olor, Sabor	V	1000	Enjuagar 03 veces Toma directa.	Si preservar Para muestreo y agregar preservación (ver método): agregado 5 mL de solución lugol alcalino o hasta que adquiere un color cobrizo, para los 5 frascos restantes (5 L de muestra), no preservarlas. Para evitar la fotooxidación de las muestras que contengan lugol conservarlas dentro de bolsas plásticas negras y mantenerlas a una temperatura de 1°C a 3°C. Para muestras no preservadas conservarlas a una temperatura de 4°C. Para agua de bebida o agua de manantial no preservar las muestras, mantenerlas a una temperatura entre 4 a 10°C y conservarlas dentro de bolsas plásticas negras.	24 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Organismos de Vida Libre (Algas, Protozoos, Rotíferos y Copépodos)	P	6000	Tomar 4L de muestra (en 6 frascos de 1 L c/u). Para facilitar la homogenización, los recipientes no deben llenarse completamente con la muestra de agua. Adicionalmente coleccionar 4L de muestra de forma mensual, esto dependerá de la matriz a monitorear en el mes. La estación para la toma de muestra del adicional	Si preservar Para muestreo y agregar preservación (ver método): agregado 5 mL de solución lugol alcalino o hasta que adquiere un color cobrizo, para los 5 frascos restantes (5 L de muestra), no preservarlas. Para evitar la fotooxidación de las muestras que contengan lugol conservarlas dentro de bolsas plásticas negras y mantenerlas a una temperatura de 1°C a 3°C. Para muestras no preservadas conservarlas a una temperatura de 4°C. Para agua de bebida o agua de manantial no preservar las muestras, mantenerlas a una temperatura entre 4 a 10°C y conservarlas dentro de bolsas plásticas negras.	24 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.



CONDICIONES PARA CONSERVACIÓN, PRESERVACIÓN Y MUESTREO DE AGUA

Esta tabla proporciona información para muestras en general, para aquellas que requieran un tratamiento especial en su manipulación y preservación se debe revisar la bibliografía de los métodos a aplicarse para un mayor detalle

Determinación	Envase	Volumen mínimo de muestra (mL)	Condiciones de Muestreo	Conservación y/o Preservación	Tiempo máximo de almacenamiento	Observaciones adicionales
Perrifon Cuantitativo	P (BA)	250	Muestrear un área mayor al perrifon cuantitativo	5 mL de lugol alcalino por litro de muestra o hasta que adquiere un color cobrizo	1 mes	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Perrifon Cuantitativo	P (BA)	250	Indicar el área a de muestra tomada. (Ø en X 10 cm)	5 mL de lugol alcalino por litro de muestra o hasta que adquiere un color cobrizo	1 mes	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
pH	P, V	50	In situ	Analizar inmediatamente	0,25 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
pH (laboratorio)	P, V	50	Enjuagar el material (03 veces)	Analizar inmediatamente	0,25 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Potencial Redox	P, V	100	-	Analizar lo antes posible.	24 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Quistes y Oocistos de Protozoarios Patógenos	P, (BA)	10 000 (Agua para Uso de consumo humano, excepto: agua de nacional)	Muestrear adicionalmente 1 muestra más al azar por cada lote de 10 muestras.	Sin preservar; Refrigerar a 4°C (sin llegar al punto de congelación) y en oscuridad (almacenamiento de muestras dentro de bolsas de plásticas negras y opacas térmicas en forma vertical)	24 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i> Coagulasa Positiva (+)	P (E), V (E)	500	No se debe enjuagar el frasco. Dejar un espacio aproximadamente 2.5 cm para facilitar la homogenización. Medir Cloro Residual Libre.	Si la concentración de Cloro residual libre es < 5mg/L emplear el frasco que contiene Tiosulfato de Sodio al 3% (0.8 mL / L de muestra). Si la concentración es > 5 mg/L, y < 10 mg/L emplear el frasco que contiene Tiosulfato de Sodio al 10% (0.8 mL / L de muestra). Adicionar 1mL de EDTA de una concentración de 50mg/L. Refrigerar a 4°C, sin congelar y en oscuridad.	24 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Salinidad	V	200	Sellar herméticamente el recipiente	Refrigerar a 4°C	28 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
<i>Salmonella</i> sp	P (E), V (E)	1000	No se debe enjuagar el frasco. Dejar un espacio aproximadamente 2.5 cm para facilitar la homogenización. Muestrear adicionalmente 100 (mL) por SSA. Medir Cloro Residual Libre.	Si la concentración de Cloro residual libre es < 5mg/L emplear el frasco que contiene Tiosulfato de Sodio al 3% (0.8 mL / L de muestra). Si la concentración es > 5 y < 10 mg/L emplear el frasco que contiene Tiosulfato de Sodio al 10% (0.8 mL / L de muestra). Adicionar 1mL de EDTA de una concentración de 50mg/L. Refrigerar a 4°C, sin congelar y en oscuridad.	24 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Silice	P	250	No acidificar la muestra	Refrigerar a 4°C	28 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Sólidos (ST)	P, V	500	-	Refrigerar a 4°C, sin congelar	7 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Sólidos (STD)	P, V	500	-	Refrigerar a 4°C, sin congelar	7 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.



CONDICIONES PARA CONSERVACIÓN, PRESERVACIÓN Y MUESTREO DE AGUA

Esta tabla proporciona información para muestras en general, para aquellas que requieran un tratamiento especial en su manipulación y preservación se debe revisar la bibliografía de los métodos a aplicarse para un mayor detalle

Determinación	Envase	Volumen mínimo de muestra (mL)	Condiciones de Muestreo	Conservación y/o Preservación	Tiempo máximo de almacenamiento	Observaciones adicionales
Sólidos (ST/ST5,ST10)	P, V	1000	-	Refrigerar, + 4°C, sin congelar	7 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Sólidos Fijos volátiles	P, V	1000	-	Refrigerar, + 4°C, sin congelar	7 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Sólidos Sedimentables	P, V	1000	Muestrear 300 mL adicionales por cada lote de muestras.	Refrigerar, + 4°C, sin congelar	48 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Sulfatos	P, V	250	-	Refrigerar a 4 °C	28 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Sulfuros	V(T)	100	Tomar la muestra en un recipiente. Vertir sobre el frasco que deberá contener el Acetato de Zinc 6 Hidroxido de Sodio. Dejar sedimentar el precipitado en un tiempo de 30 min, para realizar la verificación del pH. La verificación del pH se deberá realizar con papel indicador en una alícuota de 10 mL de la muestra.	Añadir 4 gotas de ZnAc 2N para 100 mL, añadir NaOH (4N) hasta pH=9; Refrigerar a 4 °C	14 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Sulfuro de Hidrógeno	V (T)	100	Tomar la muestra en un recipiente. Vertir sobre el frasco que deberá contener el Acetato de Zinc 6 Hidroxido de Sodio. Dejar sedimentar el precipitado en un tiempo de 30 min, para realizar la verificación del pH. La verificación del pH se deberá realizar con papel indicador en una alícuota de la muestra. Se debe reportar los parámetros de campo: T (°C), pH, Conductividad y para muestras de agua de mar o salobres se reportará los parámetros de salinidad y conductividad.	Añadir 4 gotas de ZnAc 2N para 100 mL, añadir NaOH (4N) hasta pH=9; Refrigerar a 4°C	14 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAM)	P, V	1000	Llenar completamente el envase. Muestrear adicionalmente 1000mL más por cada lote de muestra in situ	Refrigerar ≤ 4 °C, sin congelar	48 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Temperatura	P, V	---	-	Analizar inmediatamente	0,25 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Tiocianatos	P	500	-	Añadir HNO <sub>3</sub> concentrado hasta pH=2; Refrigerar ≤ 6 °C.	28 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Turbidez	P, V	100	-	Analizar el mismo día; Refrigerar, ≤ 4 °C, en oscuridad	24 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Vibris cholerae	P (E), V (E)	1000	No se debe enjuagar el frasco. Dejar un espacio aproximadamente 2.5 cm para facilitar la homogenización. Muestrear adicionalmente 1000mL por SSA. Medir Cloro Residual Libre.	Si la concentración de Cloro Residual libre es ≤ 5mg/L emplear el frasco que contenga Tiosulfato de Sodio al 3% (0.8 mL / L de muestra). Si la concentración es > 5 mg/L y ≤ 15 mg/L, emplear el frasco que contenga Tiosulfato de Sodio al 10% (0.8 mL / L de muestra). Adicionar 1mL de CDA de una concentración de 50mg/L. Refrigerar, + 10°C, sin congelar y en oscuridad.	24 h	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.



CONDICIONES PARA CONSERVACIÓN, PRESERVACIÓN Y MUESTREO DE AGUA

Esta tabla proporciona información para muestras en general, para aquellas que requieran un tratamiento especial en su manipulación y preservación se debe revisar la bibliografía de los métodos a aplicarse para un mayor detalle

Determinación	Envase	Volumen mínimo de muestra (mL)	Condiciones de Muestreo	Conservación y/o Preservación	Tiempo máximo de almacenamiento	Observaciones adicionales
Zooplankton Cuantitativo	P (B) de 250 mL	---	-Para aguas superficiales (y/o, laguna y lago) el volumen a filtrar dependerá del estado tréfico: -En aguas oligotróficas (transparentes) filtrar con malla de 76 µm y tomar muestras de 100 L a. En zonas profundas se realizará por arrastre horizontal se realiza máximo durante 10 minutos. Indicar el volumen filtrado. -En aguas mesotróficas y eutróficas (verdes) filtrar 20 L con malla de 76 µm, el arrastre horizontal será máximo durante 5 minutos observando que la red no se obstruya por algún objeto presente. Indicar el volumen filtrado. -En aguas con sedimento en suspensión filtrar 20 L con malla de 76 µm. -Para agua de mar filtrar con malla de 150 µm. Indicar el volumen filtrado. -Para aguas salobres (estuarinas) filtrar con malla de 76 µm. Indicar el volumen filtrado. Agregar etanol al 70% de concentración teniendo en cuenta que el volumen de los organismos no debe exceder el 30% del volumen contenido en el envase de la muestra (fijación de la muestra para preservación).	Añadir Banaí (Alcohol) al 70%	1 mes	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Zooplankton cualitativo	P (B) de 250 mL	---	-Para aguas superficiales (y/o, laguna y lago) el volumen a filtrar dependerá del estado tréfico: -En aguas oligotróficas (transparentes) filtrar 120 L con malla 76 µm . En zonas profundas se realizará por arrastre horizontal se realiza máximo durante 10 minutos. Indicar el volumen filtrado. -En aguas mesotrófica y eutróficas (verdes) filtrar 40 L con malla de 76 µm. El arrastre horizontal será máximo durante 5 minutos observando que la red no se obstruya por algún objeto presente. -En aguas con sedimento en suspensión filtrar 40 L con malla de 76 µm . -Para agua de mar filtrar con malla de 150 µm . -Para aguas salobres (estuarinas) filtrar con malla de 76 µm . Volumen muestreado debe ser mayor al zooplankton cuantitativo y dependerá del tiempo, velocidad y distancia del arrastre. Agregar etanol al 70% de concentración teniendo en cuenta que el volumen de los organismos no debe exceder el 30% del volumen contenido en el envase de la muestra (fijación de la muestra para preservación).	Añadir Banaí (Alcohol) al 70%	1 mes	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Hidrocarburos totales de Petróleo (TPH 101) (CB-C40)	Frasco de V (A) y tapa con revestimiento de PTFE	1000	No enjuagar el material Muestrear 1000 para duplicado, 2 frascos de 1000 ml para ediciones (Total 4 frascos), adicionalmente 1 bk de campo y 1 bk viajero por cada lote de 20 muestras	Refrigerar (0°C - 6 °C), no preservar.	7 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Pesticidas Organoclorados, Organofosforados	Frasco de V (A) y tapa con revestimiento de PTFE	1000	No enjuagar el material Muestrear 1000 para duplicado, 2 frascos de 1000 ml para ediciones (Total 4 frascos), adicionalmente 1 bk de campo y 1 bk viajero por cada lote de 20 muestras	Para muestras no cloradas: Refrigerar (0°C - 4 °C) Para muestras cloradas: Colectar la muestra en frasco de 1000mL que contenga 3 mL de Tiosulfato de sodio al 10% refrigerar (0°C - 4 °C)	7d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHs)	Frasco de V (A) y tapa con revestimiento de PTFE	1000	No enjuagar el material Muestrear 1000 para duplicado, 2 frascos de 1000 ml para ediciones (Total 4 frascos), adicionalmente 1 bk de campo y 1 bk viajero por cada lote de 20 muestras	Para muestras no cloradas: Refrigerar (0°C - 4 °C) Para muestras cloradas: Colectar la muestra en frasco de 1000mL que contenga 3 mL de Tiosulfato de sodio al 10% refrigerar (0°C - 4 °C)	7 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.



CONDICIONES PARA CONSERVACIÓN, PRESERVACIÓN Y MUESTREO DE AGUA

Esta tabla proporciona información para muestras en general, para aquellas que requieran un tratamiento especial en su manipulación y preservación se debe revisar la bibliografía de los métodos a aplicarse para un mayor detalle

Determinación	Envase	Volumen mínimo de muestra (mL)	Condiciones de Muestreo	Conservación y/o Preservación	Tiempo máximo de almacenamiento	Observaciones adicionales
Compuestos orgánicos semi-volátiles (COSVA)	Frasco de V (A) y tapa con revestimiento de PTFE	1000	No enjuagar el material. Muestrear 1000 para duplicado, 2 frascos de 1000 ml para adiciones (Total 4 frascos), adicionalmente 1 lb de campo y 1 lb viajero por cada lote de 20 muestras.	Para muestras no cloradas: Refrigerar (0°C - 4°C). Para muestras cloradas: Colectar la muestra en frasco de 1000ml, que contenga 3 mL de Tiosulfato de sodio al 10% refrigerar (0°C - 4°C). Para muestras de clorados: Refrigerar (0°C - 4°C). Para muestras cloradas: Colectar la muestra en frasco de 1000ml, que contenga 3 mL de Tiosulfato de sodio al 10% refrigerar (0°C - 4°C).	7 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
PCBs	Frasco de V (A) y tapa con revestimiento de PTFE	1000	No enjuagar el material. Muestrear 1000 para duplicado, 2 frascos de 1000 ml para adiciones (Total 4 frascos), adicionalmente 1 lb de campo y 1 lb viajero por cada lote de 20 muestras.	Refrigerar (0°C - 4°C). Para muestras cloradas: Colectar la muestra en frasco de 1000ml, que contenga 3 mL de Tiosulfato de sodio al 10% refrigerar (0°C - 4°C).	7d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno)	Frasco de V (A) y tapa con revestimiento de PTFE	40	No enjuagar el material. Colectar la muestra en vial de 40 ml amber y llenarlo al tope evitando que haya burbujas de aire. Colectar 1 vial para duplicado y 2 viales de 40 ml para adiciones (Total 4 viales), adicionalmente 1 lb de campo y 1 lb viajero, por cada lote de 20 muestras.	Refrigerar (0°C - 6°C), no preservar.	7 d	Análisis a realizar en CERTIMIN S.A.
Trabametonos COVs (Compuestos Orgánicos Volátiles)	P (BA)	1000	-	Sin preservar: Refrigerar de 2 a 4°C x 24h.	24 h	Análisis Subcontratado.
Asbesto	V (A) con contratapa de aluminio.	500	Enviar duplicados para cada muestra. Exposición mínima a la luz y medio ambiente.	Ajustar pH + 2 con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (1:1). Refrigerar a 4°C.	26 d	Análisis Subcontratado.
Perúlos (Ej: Pentarotenol)	V (A)	1000	No enjuagar el material. Muestrear adicionalmente 1000ml más por cada lote de muestras.	Añadir H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> concentrado hasta pH=2, refrigerar a 6°C.	28 d	Análisis Subcontratado.
Gardis duodenalis	P, V (BA)	1000 (Agua Residual Cruda) 10 000 (Agua Superficial, Agua Residual Tratada)	No enjuagar el material. Muestrear adicionalmente 1 muestra más al azar por cada lote de 10 muestras.	Refrigerar + 8°C.	48 h	Análisis Subcontratado.
Mohos y Levaduras	P (E), V (E)	250	No se debe enjuagar el frasco. Dejar un espacio de 2.5 cm para facilitar la homogenización. Medir Cloro Residual Libre.	Si la concentración de Cloro residual libre es < 5mg/L emplear el frasco que contenga Tiosulfato de Sodio al 3% (0.8 mL / L de muestra). Si la concentración es > 5 mg/L y < 10 mg/L emplear el frasco que contenga Tiosulfato de Sodio al 10% (0.8 mL / L de muestra). Refrigerar, - 10°C, sin congelar y en oscuridad.	24 h	Análisis Subcontratado.



CONDICIONES PARA CONSERVACIÓN, PRESERVACIÓN Y MUESTREO DE AGUA

Esta tabla proporciona información para muestras en general, para aquellas que requieran un tratamiento especial en su manipulación y preservación se debe revisar la bibliografía de los métodos a aplicarse para un mayor detalle

Determinación	Envase	Volumen mínimo de muestra (mL)	Condiciones de Muestreo	Conservación y/o Preservación	Tiempo máximo de almacenamiento	Observaciones adicionales
Microbios Nitrógeno total, Xipidol	Bolsas Plásticas P, V	1000	Colocar la muestra en doble bolsa. No enjuagar el material.	Conservar en abundante hielo o ice pack. Añadir H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> a pH 1.5 - 2, refrigerar a 4°C.	48 h 28 d	Análisis Subcontratado.
Paracetamol	P (A), V (A)	1000	1 Muestra = 1 duplicado (Total 2 frascos), la muestra de duplicado se tomará de la siguiente manera: Si la toma de muestra fuera 1 punto por día se tomará 1 duplicado por día. Si se tomara todos los puntos en un día se tomará 1 duplicado.	Preservados con bisulfito de sodio (50 mg/500 mL de muestra) y H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> hasta pH 2 y refrigerados a 4°C.	Análisis dentro de los siete días de tomada la muestra. Las muestras deben ingresar al laboratorio máximo tres días después de tomada la muestra para poder presentar el ensayo a previa coordinación con el laboratorio.	Análisis Subcontratado.
Pseudomonas aeruginosa	P (E), V (E)	500	No se debe enjuagar el frasco. Dejar un espacio aproximadamente 2.5 cm para facilitar la homogenización.	Si la concentración de Cloro residual libre es < 5mg/L emplear el frasco que contenga Tiosulfato de Sodio al 3% (0.8 mL / L de muestra). Si la concentración es > 5 mg/L y < 10 mg/L emplear el frasco que contenga Tiosulfato de Sodio al 10% (0.8 mL / L de muestra). Añadir 1 mL de EDTA de una concentración de 50mg/L. Refrigerar, - 10°C, sin congelar y en oscuridad.	24 h	Análisis Subcontratado.
Radio	P	4000	-	Sin preservar	2 a 3 meses	Análisis Subcontratado.
Virus	VIE, P (E)	1000	No se debe enjuagar el frasco. Dejar un espacio aproximadamente 2.5 cm para facilitar la homogenización.	Si la concentración de Cloro residual libre es < 5mg/L emplear el frasco que contenga Tiosulfato de Sodio al 3% (0.8 mL / L de muestra). Si la concentración es > 5 mg/L y < 10 mg/L emplear el frasco que contenga Tiosulfato de Sodio al 10% (0.8 mL / L de muestra). Refrigerar, - 10°C, sin congelar y en oscuridad.	24 h	Análisis Subcontratado.
Aldicarb	Vial de V (A) con PTFE	100	Tomar muestra en viales. Llenar el tubo, hasta donde empieza la resaca, preservar y colocar una lamina delgada. Agregar buffer ac. monicloroacético pH=3.7. Se toma duplicado (letra de en panel) por día de muestreo.	Refrigerar a 4°C.	7 d	Análisis Subcontratado.
Herbicidas	V (A)	1000	-	Sin preservar	7d	Análisis Subcontratado.



**CONDICIONES PARA CONSERVACIÓN, PRESERVACIÓN Y MUESTREO DE AGUA**

Esta tabla proporciona información para muestras en general, para aquellas que requieran un tratamiento especial en su manipulación y preservación se debe revisar la bibliografía de los métodos a aplicarse para un mayor detalle

Determinación	Envase	Volumen mínimo de muestra (mL)	Condiciones de Muestreo	Conservación y/o Preservación	Tiempo máximo de almacenamiento	Observaciones adicionales
---------------	--------	--------------------------------	-------------------------	-------------------------------	---------------------------------	---------------------------

Nota: Lote de muestras 20 muestras.

(\*) La cantidad de la muestra dependerá del estado tráfico del cuerpo de agua.

Referencias:

- Parámetros Fisicoquímicos: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (DCE-MA-44), EPA 200.7 (DCE-MA-024), EPA 200.8 (DCE-MA-098), ASTM D7011-12 (DCE-MA-292), ASTM D4888-14 (DCE-MA-293), ASTM D7237-15a (DCE-MA-201), EPA 400.3 (DCE-MA-400).
- Parámetros Orgánicos: CHAPTER FOUR- Organic Analytes (DCE-ICP-085)
- Parámetros Hidrobiológicos.- Part 1020 B 10209 B de SMEWW 23rd Ed E 2017 (DCE-MA-964), EPA-619/4-73-061 (DCE-MA-193)LINE - EN 15264. AENOR. (DCE-MA-194), Resolución Directoral DE-210-2019 (DCE-MON-124)
- Metodología para el establecimiento el estado Ecológico según la Directiva marco del Agua. Protocolos de muestreo y análisis para Fitoplancton. Confederación Hidrográfica del Ebro (DCE-MON-125)
- Guía Nacional de coleta e Preservación de muestras Agua, Sedimentos, Comunidades Acuáticas E Efluentes Líquidos (DCE-MA-322)
- Parámetros microbiológicos.- Part 1030, Part 9049 y Part 9215 A de SMEWW 23rd Ed 2017 (DCE-MA-064)
- Microcistinas: Microcystin in Drinking Water Sample Collection, Treatment, Preparation, Storage and Transportation (DCE-MA-424), EPA-Method 564: Determination of Total Microcystins and Nodularins in Drinking Water and Ambient Water by Aada Enzyme-Linked Immunosorbent Assay - 2016 (DCE-MA-510)
- Huevos de Helmintos, Organismos de Vida Libre (Nemátodos), Quistes y oquistes de Protozoarios parásitos: R.J N° 010-2016 ANA Aprueban el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (DCE-MON-209)
- Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú. (DCE-MON-242).

P.- envase de plástico (PP, PVC, o equivalente), V.- envase de vidrio, V(C) = envase de vidrio lavado con etanol y 1% HCl, (T) = envase transparente. Para parámetros microbiológicos los recipientes deberán estar esterilizados, (E) = Estéril; Vales tapa sellada con línea de PTFE. (A) = Ambar, (BA) = Beca ancha. Parámetros Orgánicos: Llenar completamente el envase; V(D) lavado con HNO<sub>3</sub> 1%

(1) Aguas oligotróficas: aguas transparentes

(2) Aguas eutróficas: aguas turbias con tonalidades verdosas, azul verdosas, rojizas, pardas, etc.

Sin congelar equivale a mantener una temperatura + 0 a + 2 °C

Nota N° 1: Durante la toma de muestra se detecta la presencia de sulfuro utilizando el test de papel acetato de plomo. Se sumerge una tira de test de papel acetato de plomo en solución buffer de ácido acético pH 4; se agrega a la tira una gota de la muestra, si se ocurre indica presencia de sulfuro. Si en caso existe sulfuro se agrega a la muestra unas gotas de solución de acetato de plomo para precipitarlo. Retirar la muestra. Repetir el test hasta verificar que se a eliminado todo el interferente. Durante la toma de muestra se detecta la presencia de agentes oxidantes utilizando el test de papel de almidón de KI. Se sumerge una tira de test de papel de almidón de KI en solución buffer de ácido acético pH 4; se agrega a la tira una gota de la muestra, si se torna azul púrpura indica presencia de agentes oxidantes. Eliminando con 0.1g NaAsO<sub>2</sub> de muestra, hasta que no dé reacción con el test.

Nota N° 2: NOTA: Como control de calidad se realizará un duplicado de campo como mínimo por lote de muestra (evaluando el ensayo más crítico, que involucra al análisis más inestable o volátil)

Nota N° 3: Para muestras de los adiciones de Aceites y grasas; (1) recoger simultáneamente en paralelo, si es posible, o (2) recoger como muestras tomadas en rápida sucesión (en situaciones críticas tomar las muestras con 02 muestreadores de largo alcance).

Nota N° 4: Para el muestreo de parámetros que sean de toma directa y que representen situaciones críticas, se hará uso de muestreador de largo alcance. Por ejemplo: MEH, Cloro, etc.

Cuando aplique, Certimin almacena las muestras hasta 30 días después de emitido el informe de ensayo físico.

Certimin trabaja con frasco de plástico de primer uso.

Nota N° 5: Tratamiento de eliminación

- Compuestos sulfurados: Adicionar H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> hasta pH 4 areando brevemente mediante agitación de la muestra. Volver a verificar la presencia de compuestos sulfurados ver Nota N°1.

- Agentes Oxidantes: Adicionar 1g de FeSO<sub>4</sub> a toda la muestra. Volver a verificar la presencia de agentes oxidantes ver Nota N°1.

Nota N° 6: Factores que se deben de controlar durante la toma de Muestra (ver IC-MON-33 " Protocolo para la Toma de Muestra de Fitoplancton, Zooplancton, Macrozoobentos y Perifiton")

**Anexo H. Matriz de Consistencia.**

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>GENERAL</b>	<b>GENERAL</b>	<b>GENERAL</b>			Frías Hipotermiales Mesotermiales Hipertermiales Supertermiales
¿Las aguas termales cumplen con los parámetros Físicoquímicos y Bacteriológicos de Calidad del Agua en Churin, Picoy y Collpa?	Evaluar si las aguas termales cumplen con los parámetros físicoquímicos y bacteriológicos de Calidad de Agua en Churin, Picoy y Collpa, 2022.	<p><b>Ho:</b> Las aguas termales no cumplen con los parámetros físicoquímicos y bacteriológicos de Calidad del Agua en Churin, Picoy y Collpa, 2022.</p> <p><b>Ha:</b> Las aguas termales si cumplen con los parámetros físicoquímicos y</p>	Aguas Termales	Temperatura	Sulfatadas y/o cloruradas cálcicas y/o magnésicas Bicarbonatadas cálcicas y/o magnésicas Cloruradas y/o sulfatadas sódicas Bicarbonatadas sódicas
				Mineralización	

		bacteriológicos de Calidad del Agua en Churin, Picoy y Collpa, 2022			
<b>ESPECÍFICOS</b>	<b>ESPECÍFICOS</b>	<b>ESPECÍFICOS</b>			Índice de Calidad de Agua (ICA-NSF)
¿Las aguas termales cumplen con el Índice de Calidad de Agua (ICA- NSF) en Churin, Picoy y Collpa?	Determinar si las aguas termales cumplen con el Índice de Calidad de Agua (ICA-NSF) en Churin, Picoy y Collpa, 2022.	---	Contaminación Fisicoquímica y Bacteriológica	Contaminación Fisicoquímica	Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA-AGUA)
¿Las aguas termales cumplen con el Índice de Calificación Sanitaria de	Determinar si las aguas termales cumplen con el Índice de Calificación			Contaminación Bacteriológica	Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas (ICSPS)
					Valoración del Grado de Contaminación Microbiológica (VGCM)

<p>las Piscinas (ICSPS) para agua en Churin, Picoy y Collpa?</p>	<p>Sanitaria de las Piscinas (ICSPS) para agua en Churin, Picoy y Collpa, 2022.</p>				
<p>¿Las aguas termales cumplen con el Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA-AGUA) en Churin, Picoy y Collpa?</p>	<p>Determinar si las aguas termales cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA-AGUA) en Churin, Picoy y Collpa, 2022.</p>				
<p>¿Las aguas termales cumplen con la Valoración del Grado de Contaminación Microbiológica (VGCM)</p>	<p>Determinar si las aguas termales cumplen con la Valoración del Grado de Contaminación Microbiológica (VGCM)</p>				

para agua en Churin, Picoy y Collpa?	para agua en Churin, Picoy y Collpa, 2022.				
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>POBLACIÓN Y MUESTRA</b>	<b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS</b>			<b>ANÁLISIS DE DATOS</b>
<b>TIPO DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>POBLACIÓN</b>	<b>VARIABLE 1: AGUAS TERMALES</b>			Los datos serán analizados mediante el análisis estadístico inferencial-descriptivo como tablas, gráficos, diagramas, etc.
Nivel Descriptivo	La población está conformada 242 fuentes termales	<b>Dimensión:</b> Temperatura y Mineralización <b>Método:</b> Descriptivo <b>Técnica:</b> Medición en campo (in situ) y laboratorio <b>Instrumento:</b> Ficha de registro y equipos de monitoreo <b>Escala de medición:</b> Intervalo			
<b>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>VARIABLE 2: CONTAMINACIÓN FISICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA</b>			
Diseño no experimental (Observacional), Transversal y Prospectivo	La muestra está conformada por 03 fuentes termales	<b>Dimensión:</b> Calidad Ambiental y Sanitaria <b>Método:</b> Descriptivo			Asimismo, se realizará el análisis fisicoquímico y bacteriológico del agua

<p><b>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN</b></p> <p>Método Cuantitativo (Deductivo)</p>	<p><b>LUGAR DE ESTUDIO</b></p> <p>Aguas termales de Churin, Picoy y Collpa</p>	<p><b>Técnica:</b> Medición en campo (in situ) y laboratorio</p> <p><b>Instrumento:</b> Ficha de registro y equipos de monitoreo</p> <p><b>Escala de medición:</b> Intervalo</p> <p><b>Dimensión:</b> Contaminación Fisicoquímica y Bacteriológica</p> <p><b>Método:</b> Descriptivo</p> <p><b>Técnica:</b> Medición en campo (in situ) y laboratorio</p> <p><b>Instrumento:</b> Ficha de registro y equipos de monitoreo</p> <p><b>Escala de medición:</b> Intervalo</p>	<p>termal en campo y gabinete.</p> <p>El procesamiento de los datos se realizará con softwares especializados como SPSS 27.0, ArcGIS 10.3 y SURFER 13.</p>
--	--	---	--