

**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
E.A.P. INGENIERÍA AMBIENTAL**



**DETERMINAR LOS PARÁMETROS BIOLÓGICOS DE AGUA PARA RIEGO DE  
VEGETALES SEGÚN NORMATIVA VIGENTE, EN EL DISTRITO  
CONCHAMARCA - AMBO, DISTRITOS SAN FRANCISCO DE CAYRÁN Y  
AMARILIS - HUÁNUCO, REGIÓN HUÁNUCO - OCTUBRE 2018 - FEBRERO 2019**

**Tesis para Optar el Título Profesional de:  
INGENIERO AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:  
BERNARDO ROBLES JULISSA JAHEL**

**ASESOR:  
DURÁN NIEVA ALEJANDRO ROLANDO**

**HUÁNUCO - PERÚ**

**2019**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL**

En la ciudad de Huánuco, siendo las 3:45 horas del día 29 del mes de marzo del año 2019, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

Mg. Simón Edmundo Calixto Vargas (Presidente)  
Ing. Heberto Calvo Injillo (Secretario)  
Ing. Marco Antonio Torres Morquena (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 225-2019-D-FI-UDH, para evaluar la **Tesis** intitulada:

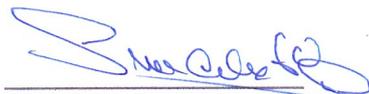
"Determinar los parámetros biológicos de agua para riego de Vegetales según normativa vigente en el distrito de Cocha y Marca - Ambo, distrito de San Francisco de Cayran y Amoriles - Huánuco - octubre 2018 - febrero 2019"

presentada por el (la) Bachiller Julissa Jabel, Bernardo Robles, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental

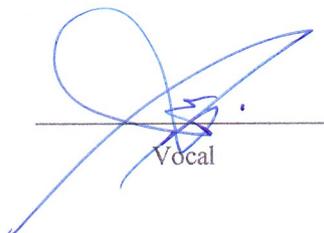
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) Aprobado por Unanimidad con el calificativo cuantitativo de 18 y cualitativo de muy bueno (Art. 47)

Siendo las 4:30 horas del día 29 del mes de marzo del año 2019, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

  
Presidente

  
Secretario

  
Vocal

*Dedicado a C.L.R.S. por indicarme*

*el camino en su inefable amor.*

## AGRADECIMIENTOS

*Mi eterno agradecimiento para con mis padres, especialmente a mi madre, que con dedicación y entrega supo guiarme a lo largo de los años.*

*Mi sincera admiración al **Biólogo Durán Nieva Alejandro Rolando**, por su oportuna y acertada guía en el desarrollo de esta investigación. Un especial agradecimiento por este privilegio.*

*Al Magister **Calixto Vargas Simeón Edmundo** y, a los Ingenieros **Calvo Trujillo Heberto** y **Torres Marquina Marco Antonio**, por su crítica necesaria para la realización y culminación de este trabajo.*

*Al Lic. **A.J.Q.C.** y su *everything is possible*, frase con la cual este trabajo pudo culminarse.*

*A **L.M.S.S.** y **N.R.P.R.** por su apoyo amical y profesional a lo largo de esta aventura llamada tesis.*

## ÍNDICE

RESUMEN.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	XIII
CAPITULO I.....	14
I. PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	14
1.1. Descripción del problema .....	14
1.2. Formulación del problema .....	15
1.3. Objetivos.....	16
1.4. Justificación de la investigación.....	17
1.5. Limitaciones de la investigación .....	18
1.6. Viabilidad de la investigación .....	18
1.7. Línea de investigación .....	19
CAPITULO II.....	20
II. MARCO TEÓRICO .....	20
2.1. Antecedentes de la investigación .....	20
2.2. Bases teóricas.....	29
2.2.1.Recursos hídricos (El agua).....	29
2.2.1.1.Recursos hídricos (El agua) .....	30
2.2.1.2.El ciclo hidrológico.....	30
2.2.1.3.Las aguas naturales .....	32
2.2.1.4.Composición química de las aguas naturales .....	34
2.2.2.Importancia del agua para la existencia de la materia viva .....	35
2.2.2.1.El agua y el desarrollo de la vida .....	35
2.2.2.2.El agua como nutriente para los seres vivos.....	37
2.2.3.Gestión de los recursos hídricos .....	39
2.2.3.1.La FAO sobre la gestión de la calidad del agua .....	39
2.2.3.2.Instituciones involucradas en la gestión de recursos hídricos .....	40
2.2.4.Clasificación de los cuerpos de agua continentales superficiales.....	41
2.2.4.1.Uso de agua a nivel de río principal y afluentes.....	41
2.2.4.2.Conservación de cuerpo de agua lénticos (lagos y lagunas).....	43
2.2.4.3.Categorías de cuerpos de agua superficiales .....	44
2.2.4.4.Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua .....	44
2.2.5.Calidad de agua .....	44

2.2.5.1. Agentes contaminantes del recurso hídrico .....	45
1. Sólidos en suspensión.....	45
2. Materia orgánica biodegradable .....	45
3. Patógenos (bacterias, virus, protozoarios, gusanos).....	46
4. Nutrientes .....	48
5. Materia orgánica refractaria.....	49
6. Metales pesados.....	49
7. Sólidos inorgánicos disueltos .....	50
8. Sólidos sedimentables .....	50
9. Energía radiactiva.....	50
10. Energía térmica .....	50
2.2.5.2. Parámetros considerados para evaluar la calidad de agua .....	51
1. Oxígeno disuelto .....	52
2. Clorofila A .....	53
3. Demanda Química de Oxígeno (DQO).....	53
4. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> ).....	53
5. Coliformes termo tolerantes (Fecales) .....	54
6. <i>Escherichia coli</i> .....	56
7. Huevos y Larvas de Helmintos.....	56
8. Metales tóxicos.....	57
9. pH.....	61
10. Sólidos Suspendidos Totales .....	62
11. Fósforo .....	63
12. Amoníaco .....	63
13. Nitrógeno Total .....	64
14. Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH).....	65
15. Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) .....	65
2.2.6. Índice de calidad de agua ICA-PE.....	66
2.2.6.1. Estándares de Calidad Ambiental del Agua .....	66
2.2.6.2. Clasificación de cuerpos de agua superficial.....	67
2.2.6.3. Estado situacional de la calidad del agua superficial.....	67
2.2.6.4. Índice de la Calidad de Agua (ICA).....	68
1. Cálculo del Índice de Calidad de Agua (ICA – PE).....	69

2. Determinación del ICA-PE para un (01) monitoreo: de forma referencial y puntual .....	72
2.2.7.El agua y la agricultura.....	73
2.2.7.1.El agua en las plantas .....	74
2.2.7.2.La FAO sobre la gestión de la calidad del agua .....	75
2.2.7.3.Calidad de agua para riego.....	76
2.3. Definiciones conceptuales.....	77
2.4. Hipótesis .....	79
2.5. Variables .....	80
2.5.1.Variable X .....	80
2.5.2.Variable Y .....	81
2.6. Operacionalización de variables (Dimensiones e Indicadores).....	82
CAPÍTULO III .....	83
III.METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	83
3.1. Enfoque de investigación .....	83
3.2. Alcance de la investigación.....	83
3.3. Tipo de investigación .....	84
3.3.1.Diseño de investigación.....	84
3.3.1.1.Plan de muestreo .....	87
3.4. Población y muestra .....	91
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	93
3.5.1.Para la recolección de datos .....	93
3.5.1.1.Técnicas .....	93
3.5.1.2.Instrumentos .....	95
3.5.2.Para la presentación de datos.....	95
3.5.2.1.Técnicas .....	95
3.5.2.2.Instrumentos .....	96
3.5.3.Para el análisis e interpretación de los datos.....	96
3.5.3.1.Técnicas .....	96
3.5.3.2.Instrumentos .....	97
CAPÍTULO IV .....	98
IV. RESULTADOS.....	98
4.1. Procesamiento descriptivo de datos biológicos de acuerdo a la zona .....	98

4.1.1.ZONA A – Río Osacocho.....	98
4.1.2.ZONA B – Río Parara .....	99
4.1.3.ZONA C – Río Paraccuencho .....	101
4.2. Procesamiento gráfico de datos biológicos de acuerdo a la zona .....	103
4.2.1.Coliformes Termotolerantes .....	103
4.2.2. <i>Escherichia coli</i> .....	106
4.2.3.Huevos de Helmintos .....	107
4.2.4.Temperatura .....	110
4.2.5.pH.....	111
4.2.6.Conductividad .....	112
4.3. Contrastación de hipótesis y prueba de hipótesis (dependiendo de la investigación) .....	113
CAPÍTULO V .....	125
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	125
CONCLUSIONES.....	129
RECOMENDACIONES.....	131
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	132
ANEXOS.....	137

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Parámetros a evaluar .....	88
<b>Tabla 2</b> Conservación y preservación de la muestra .....	90
<b>Tabla 3</b> Cuadro comparativo de la concentración de Coliformes Termotolerantes .....	98
<b>Tabla 4</b> Cuadro comparativo de la concentración de <i>Escherichia coli</i> .....	99
<b>Tabla 5</b> Cuadro comparativo de la concentración de Huevos de Helmintos.....	99
<b>Tabla 6</b> Cuadro comparativo de la concentración de Coliformes Termotolerantes. ....	100
<b>Tabla 7</b> Cuadro comparativo de la concentración de <i>Escherichia coli</i> .....	100
<b>Tabla 8</b> Cuadro comparativo de la concentración de Huevos de Helmintos.....	100
<b>Tabla 9</b> Cuadro comparativo de la concentración de Coliformes Termotolerantes .....	102
<b>Tabla 10</b> Cuadro comparativo de la concentración de <i>Escherichia coli</i> .....	102

<b>Tabla 11</b> Cuadro comparativo de la concentración de Huevos de Helmintos.....	103
<b>Tabla 12</b> Intervalo de confianza al 95% para la ZONA A (Río Osacocho) .....	113
<b>Tabla 13</b> Intervalo de confianza al 95% para la ZONA B (Río Parara).....	114
<b>Tabla 14</b> Intervalo de confianza al 95% para la ZONA C (Río Paraccuencho).....	114
<b>Tabla 15</b> Prueba de hipótesis para la media .....	115
<b>Tabla 16</b> Prueba de hipótesis para la media .....	116
<b>Tabla 17</b> Prueba de hipótesis para la media .....	117
<b>Tabla 18</b> Prueba de hipótesis para la media de Coliformes Termotolerantes para cada zona .....	118
<b>Tabla 19</b> Prueba de hipótesis para la media de Escherichia coli para cada zona .....	119
<b>Tabla 20</b> Prueba de hipótesis para la media de cada uno de los parámetros por zona .....	121

## **LISTA DE GRÁFICOS**

<b>Gráfico 1</b> Comparación visual de la concentración de Coliformes Termotolerantes .....	105
<b>Gráfico 2</b> Comparación visual de la concentración de Escherichia coli .....	106
<b>Gráfico 3</b> Comparación visual de la concentración de Huevos de Helmintos .....	108
<b>Gráfico 4</b> Comparación visual de la concentración de parámetros biológicos .....	109
<b>Gráfico 5</b> Comparación visual del valor de temperatura .....	110
<b>Gráfico 6</b> Comparación visual del valor de pH .....	111
<b>Gráfico 7</b> Comparación visual del valor de Conductividad.....	112

## RESUMEN

El capítulo 1 de esta investigación refiere el planteamiento del problema, justificación, delimita el área de investigación y presenta las razones necesarias para elegir el tema investigado. Asimismo, se considera la formulación del problema y objetivos.

El capítulo 2 considera los antecedentes internacionales, nacionales y locales precisos, los cuales sirvieron de base para desarrollar la investigación en cada una de sus etapas. Asimismo, compila una serie de bases teóricas, las cuales proporcionan información necesaria para elegir los parámetros de monitoreo, elaborar el plan de muestreo, seleccionar el área de monitoreo y comparar los datos obtenidos en el laboratorio.

El capítulo 3 describe la metodología de investigación a través de la cual se recopila y procesa la información. Para elegir la metodología se emplea como base principal el libro *Metodología de la investigación* de Roberto Hernández Sampieri. De acuerdo a lo planteado por dicho autor esta investigación es de tipo cualitativo no experimental, causal en cuanto al análisis de sus variables y transversal en cuanto al tiempo de la investigación. Asimismo, describe el grupo muestral, identifica los puntos de monitoreo de acuerdo a coordenadas UTM y menciona las técnicas e instrumentos empleados para la recolección de datos, procesamiento de datos y presentación de resultados.

En el capítulo 4 se presentan los resultados obtenidos de acuerdo a parámetro y zona evaluada de forma descriptiva y gráfica, asimismo la contrastación de hipótesis empleando el estadístico de prueba t-Student. De acuerdo al monitoreo, se obtuvieron resultados favorables para dos zonas (río Parara y río Osacocha), sin embargo, en la ZONA C, los resultados de monitoreo indican que la calidad de agua no es óptima y que los valores de Coliformes Termotolerantes superan el estándar. Así mismo, posterior al monitoreo se determina la inexistencia de Huevos de Helmintos. Como

complemente se obtuvieron valores de pH, conductividad y temperatura, siendo el primero de estos el parámetro que supera el rango establecido.

En el capítulo 5 se presenta la discusión de resultados comparando las bases teóricas, antecedentes y demás información recopilada con los resultados y observaciones obtenidas en el proceso de investigación, siendo la meta principal cumplir con los objetivos planteados a través del procesamiento estadístico de los datos. Al realizar la contrastación de información teórica se pudo afirmar muchas de las tesis planteadas por los autores citados en el capítulo II.

Finalmente, se exponen las conclusiones a las que llega el investigador, además de las recomendaciones y anexos necesarios. El investigador concluye principalmente que la calidad de agua en dos de los grupos muestrales cumple con el estándar, a diferencia de una zona (ZONA C), la cual supera en más del 50% el valor establecido en el Estándar de Calidad Ambiental para Agua; además acota que la calidad de agua es apta para riego mas no para consumo humano, al menos no sin previo tratamiento.

### **Palabras clave**

Calidad de agua, parámetros biológicos, Coliformes Termotolerantes, Huevos de Helminths, *Escherichia coli*, muestra, monitoreo, puntos de monitoreo, ZONA A, ZONA B, ZONA C, agua de riego.

## **ABSTRACT**

Chapter 1 of this investigation refers to the approach of the problem, justification, delimits the area of investigation and presents the necessary reasons to choose the subject investigated. Likewise, the formulation of the problem and objectives is considered.

Chapter 2 considers the precise international, national and local antecedents, which served as the basis to develop the investigation in each of its stages. Likewise, it compiles a series of theoretical bases, which provide necessary information to choose the monitoring parameters, elaborate the sampling plan, select the monitoring area and compare the data obtained in the laboratory.

Chapter 3 describes the research methodology through which information is collected and processed. To choose the methodology, the book Methodology of the research of Roberto Hernández Sampieri is used as the main base. According to what was said by this author, this research is of a non-experimental qualitative type, causal in terms of the analysis of its variables and transversal in terms of the time of the research. It also describes the sample group, identifies the monitoring points according to UTM coordinates and mentions the techniques and instruments used for data collection, data processing and presentation of results.

Chapter 4 presents the results obtained according to the parameter and area evaluated descriptively and graphically, as well as the test of hypotheses using the t-Student test statistic. According to the monitoring, favorable results were obtained for two zones (Rio Parara and Rio Osacocha), however, in ZONE C, the monitoring results indicate that the water quality is not optimal and that the values of Coliforms Thermotolerant exceed the standard. Likewise, after the monitoring, the non-existence of Helminth Eggs is determined. Completely obtained values of pH,

conductivity and temperature, the first of these being the parameter that exceeds the established range.

In chapter 5 the discussion of results is presented comparing the theoretical bases, background and other information gathered with the results and observations obtained in the research process, the main goal is to comply with the objectives set through the statistical processing of the data. When carrying out the verification of theoretical information it was possible to affirm many of the theses raised by the authors mentioned in chapter 1.

Finally, the conclusions reached by the researcher are presented, as well as the necessary recommendations and annexes. The researcher concludes mainly that the water quality in two of the sample groups complies with the standard, unlike an area (ZONE C), which exceeds by more than 50% the value established in the Environmental Quality Standard for Water; also notes that the quality of water is suitable for irrigation but not for human consumption, at least not without prior treatment.

### **Keywords**

Water quality, biological parameters, Thermotolerant coliforms, Helminth eggs, Escherichia coli, sample, monitoring, monitoring points, AREA A, AREA B, AREA C, irrigation water.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación se realizó con la finalidad de determinar la calidad de agua para riego en tres zonas cercanas a la ciudad de Huánuco, las cuales suministran de productos vegetales a los mercados de la ciudad; el investigador determinó la calidad e Índice de Calidad de Agua según parámetros biológicos (Coliformes Termotolerantes, *Escherichia coli* y Huevos de Helmintos) establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental para Agua, Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

El Índice de Calidad de Agua se determinó según la guía proporcionada por la Autoridad Nacional del Agua; para hallar este índice se empleó fórmulas matemáticas que permiten la comparación de los resultados con los valores establecidos en la normativa; además, se determinó el índice de calidad en valores numéricos, el cual facilitó el procesamiento de datos mediante métodos estadísticos.

Los valores de cada parámetro en estas tres zonas se hallaron a través de muestreos y análisis en un laboratorio certificado por INACAL (SGS del Perú S.A.C.)

## CAPITULO I

### I. PROBLEMA DE INVESTIGACION

#### 1.1. Descripción del problema

El recurso hídrico es un elemento indispensable para el desarrollo de la vida, pero el uso indiscriminado de este ha reducido en gran medida la calidad de las fuentes de agua natural. Según un estudio realizado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2008), para uso agrícola se emplea dos tercios del total de agua consumida al año y en el Perú se emplea 12 000 millones de m<sup>3</sup>/año aproximadamente para riego agrícola, ganadería y acuicultura.

En nuestro país, a partir del año 1950, se implementaron proyectos hidráulicos para el óptimo desarrollo agrícola, siendo este el inicio del manejo inadecuado del mencionado recurso. Cuando hablamos de riego agrícola, nos referimos al uso del agua para la producción de todo tipo de alimentos: frutas, cereales, tubérculos, vegetales, legumbres, etc.; pero, para los fines de este proyecto nos centraremos en el uso de agua para riego de vegetales.

La mayoría de vegetales requieren disponibilidad hídrica durante todo el ciclo de producción, es por ello que se riega de dos a tres veces por semana, dependiendo de la precipitación y humedad ambiental.

En diferentes zonas de producción, el agua para riego se extrae de ríos, quebradas o lagunas a través de canales; sin embargo, estas fuentes de agua no solo abastecen a este sector, sino también se destinan al consumo humano, a la ganadería, a la industria, entre otros. Además, en su mayoría, las ciudades descargan sus aguas servidas a estas fuentes de agua, alterando de esta manera la calidad del recurso.

En la ciudad de Huánuco, la Dirección Regional de Salud, al observar alta incidencia de problemas gastrointestinales en niños (ingresos constantes a los Centros de Salud de la provincia), optó por analizar el agua de consumo, obteniendo como resultado de la investigación que muchas de las muestras no cumplían con los valores establecidos en la normativa vigente. Además, la Autoridad Local del Agua – Alto Huallaga, el año 2017 realizó un monitoreo en distintos puntos del río Huallaga, determinando la presencia de metales, coliformes fecales y demás contaminantes; estableciendo de esta manera que el agua examinada, no es apta para consumo humano, riego de vegetales o bebida de animales sin previo tratamiento.

Por lo expuesto párrafos arriba, se determinó que es necesario evaluar la calidad de agua para riego en tres zonas productoras de vegetales que abastecen el mercado huanuqueño, aseverando de esta forma la calidad de los productos de consumo y sus posibles incidencias en la salud pública. Se sabe bien que la calidad de agua tiene relación con la calidad sanitaria de vegetales, ya que todas estas son de tallo corto y el riego es directo, es decir el agua posiblemente contaminada tiene contacto con los vegetales.

## **1.2. Formulación del problema**

### **Problema general**

- ¿Cuál es la calidad del agua para riego de vegetales según la normativa vigente en el distrito de Conchamarca - Ambo, distritos de San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, Región Huánuco. Octubre 2018 – febrero 2019?

### **Problemas específicos**

- ¿Cuáles son los microorganismos que alteran la calidad del agua para riego de vegetales en el distrito de Conchamarca - Ambo, distritos de San Francisco de Cayrán

y Amarilis – Huánuco, Región Huánuco; en cada zona evaluada. Octubre 2018 – febrero 2019?

- ¿Cuál de las tres zonas evaluadas (distrito de Conchamarca - Ambo, distritos de San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, Región Huánuco); presenta calidad biológica del agua óptimo para riego de vegetales. Octubre 2018 – febrero 2019?
- ¿Cuál es el Índice de Calidad de Agua en cada una de las muestras analizadas en el distrito de Conchamarca - Ambo, distritos de San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, Región Huánuco. Octubre 2018 – febrero 2019?

### **1.3. Objetivos**

#### **Objetivo general**

- Determinar la calidad del agua para riego de vegetales de acuerdo al Estándar de Calidad Ambiental para Agua en el distrito de Conchamarca - Ambo, distritos de San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, Región Huánuco; con lo establecido en el Estándar de Calidad Ambiental para Agua. Octubre 2018 – febrero 2019.

#### **Objetivos específicos**

- Identificar cuáles son los microorganismos que alteran la calidad del agua para riego de vegetales en el distrito de Conchamarca - Ambo, distritos de San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, Región Huánuco. Octubre 2018 – febrero 2019.
- Determinar cuál de las tres zonas evaluadas, presentan calidad biológica del agua, óptimo para riego de vegetales en el distrito de Conchamarca - Ambo, distritos de San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, Región Huánuco. Octubre 2018 – febrero 2019.

- Determinar el Índice de Calidad de Agua en cada una de las zonas analizadas en el distrito de Conchamarca - Ambo, distritos de San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, Región Huánuco. Octubre 2018 – febrero 2019.

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

Según el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA, 2014), cada habitante en el Perú descarga 142 litros de aguas residuales al día, 2 217 946 m<sup>3</sup>/ día en total; de los cuales solo el 32% es tratado, y la mayoría de esta cifra le corresponde a la Provincia de Lima; por lo tanto, aproximadamente el 65% de agua residual no tratada se descarga directamente a las diferentes fuentes de agua natural.

Así mismo, en la ciudad de Cajamarca en el año 2009, en un estudio realizado por el Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Cajamarca, se estableció que más del 40% de vegetales analizados tenía presencia de coliformes fecales y en el 24% de estas se determinó *Escherichia coli*. Este estudio concluyó que los vegetales cultivados eran regados con agua de río, al cual se descargan aguas residuales.

Es evidente que existe contaminación de las fuentes de agua natural empleadas para el riego de vegetales, ocasionando un daño a la salud pública. Este problema se viene observando en la actualidad, no solo en la región Huánuco, sino en las diferentes regiones del Perú; cada vez es mayor la descarga de aguas servidas a las fuentes de agua natural, las cuales a su vez se emplean en el riego de vegetales; afectando a las comunidades en el aspecto económico, ya que pierden la aceptación del público que demanda productos vegetales de calidad, generando así una baja en los ingresos económicos de los productores.

Por lo tanto, existe la necesidad de evaluar la calidad de este recurso y determinar si cumple con lo establecido en el Estándar de Calidad Ambiental para Agua, y comprobando de esta forma si los productos de consumo, como lo son los vegetales, cumplen con la calidad sanitaria requerida.

### **1.5. Limitaciones de la investigación**

Una de las principales limitaciones de la investigación fue el alto costo del análisis de las muestras de agua en el laboratorio, asimismo se consideró como limitación las vías de acceso; si bien es cierto existen vías de acceso a cada uno de los puntos monitoreados, el estado de cada una de estas es pésimo. Sin embargo, cada una de las limitaciones fueron superadas, logrando realizar el monitoreo de cada uno de los puntos de interés.

### **1.6. Viabilidad de la investigación**

La presente investigación se consideró viable o factible, ya que el investigador tenía el tiempo necesario, generó los recursos financieros de acuerdo a cotizaciones previamente realizadas y materiales necesarios para realizar el monitoreo y análisis de la variable independiente (calidad biológica del agua de riego). Además, se tenía acceso a las fuentes de agua y área de cultivo en las tres zonas de evaluación.

Así mismo, se contó con el asesoramiento de un especialista en microbiología, y otro en estadística; quienes ayudaron a definir la línea de investigación, los parámetros, número de muestras y procesamiento de datos; al mismo tiempo, se tuvo acceso a la normativa establecida, la cual sirvió como referencia para comparar datos y determinar si la variable independiente cumple con los parámetros del Estándar de Calidad Ambiental para Agua.

A continuación, se muestran puntos de referencia sobre la ubicación de las zonas a investigar.

N°	Punto de monitoreo	Coordenadas UTM	
		Este	Norte
1	PMA.1	372491	8889812
2	PMB.1	353972	8896222
3	PMC.1	373738	8898677

### 1.7. Línea de investigación

Esta investigación tiene correlación con dos áreas de investigación: **Hidrología, meteorología y variabilidad climática y Salud pública, ocupacional y ambiental**. Se ha considerado dos áreas de investigación porque el investigador realizó análisis para determinar la calidad del recurso hídrico destinado al riego de vegetales (sobre todo aquellos de consumo directo) según normativa establecida; y a partir de los resultados obtenidos, se abarco la segunda área de investigación, centrándose específicamente en “Salud pública”, ya que, se precisó si la calidad del agua es óptima para riego de vegetales.

Determinar la línea de investigación permitió al investigador elegir un enfoque específico que seguir, para construir conocimientos científicos a partir de la investigación; es decir, el investigador profundizo el tema de calidad de agua para riego de vegetales, su relación con la calidad sanitaria de vegetales, la posible afectación de estas a la salud pública. A partir de esta investigación, las autoridades competentes y la población en general podrán decidir las acciones necesarias para la gestión y manejo de las fuentes de agua destinadas a diferentes actividades, pero, sobre todo, impulsará al Gobierno Regional el construir una planta de tratamiento para aguas servidas en las diferentes provincias de la Región Huánuco.

## CAPITULO II

### II. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### **Antecedentes a nivel internacional**

Villa (2011), en su tesis para obtener el grado de Máster: “Evaluación de la calidad del agua en la subcuenca del río Yacuambi. Propuestas de tratamiento y control de la contaminación”, Cádiz – España; pero el área de investigación se encuentra en Cantón Yacuambi, provincia de Zamora Chichipe al sur de Ecuador. El objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad del agua y en función a esta, plantear propuestas de control y tratamiento de la contaminación. La investigadora utilizó Normas Técnicas Ecuatorianas para comparar los resultados y determinar la calidad de la Subcuenca del río Yacuambi. Realizó el monitoreo en (06) seis puntos de monitoreo, analizando parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

A partir de los análisis realizados, se determinó que el Índice de Calidad de Agua en (05) cinco puntos fue aceptable para diferentes usos y variada diversidad acuática. El punto número (06) seis, también es de calidad aceptable; pero se analizó por separado este punto, ya que está ubicado posterior a la unión con otro río. En cada uno de los puntos se determinó altas concentraciones de coliformes fecales y de materia orgánica, además, se concluye que no hay presencia de metales y pesticidas.

La investigadora concluyó que la calidad del agua empeora a lo largo del recurso; pero se mantiene en el rango ACEPTABLE debido al proceso de autodepuración, homogenización, dilución y el relieve facilita los procesos de oxigenación.

Quispe (2016), en su tesis de pre-grado: “Evaluación de la calidad físico, química y bacteriológica del agua de riego de la estación experimental de Cota Cota”, La Paz – Bolivia. El objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad físico, química y microbiológica, del río Jillusaya en el Valle Alto de la Paz. La investigadora realizó el monitoreo en (03) tres puntos ubicados en el manantial, el río y el tanque de almacenamiento; los cuales se realizaron en dos épocas del año (seca y húmeda).

Los resultados obtenidos se compararon con los Límites Máximos Permisibles que establece la Norma Boliviana, NB 512. El pH en época seca fue neutro y en época húmeda de tendencia alcalina. En cuanto a la conductividad, se determinó que en el manantial y tanque de almacenamiento los niveles fueron altos, lo cual según la Norma Chilena NCh 1333 no es apta para riego. En el caso de los coliformes fecales, se estableció que estaba dentro del límite permitido en el manantial y el tanque de almacenamiento; en época seca, superó los límites según normativa.

Las concentraciones en parámetros físicos y químicos estaban bajo el límite establecido; para los parámetros microbiológicos, se comprobó que: en el río la contaminación fue severa por Coliformes Totales, el tanque presentaba condiciones óptimas en ambas épocas del año y el manantial en época húmeda superó los límites establecidos. Además, el manantial y el tanque en ambas épocas del año estaban dentro de los límites permitidos en el parámetro de coliformes fecales y en época seca, el presentaba severa contaminación.

Puyol y Razo (2016), en su tesis de Pre-grado: “Determinación de la calidad de agua del sistema de riego Chi – Pungales y su incidencia en la producción de maíz de la

comunidad Pungal Santa Marianita del Cantón Guano”, en la provincia de Chimborazo, sierra Centro, Riobamba – Ecuador. Los investigadores determinaron la calidad del agua del sistema de riego, para ver su afección en el maíz y el suelo. Esta investigación se enmarco en el Nivel descriptivo y explicativo, ya que su propósito era conocer la calidad de agua y explicar el comportamiento de las variables; además, siguió el método inductivo recolectando datos muestrales y posteriormente generando información de interés.

Para realizar el monitoreo se elaboró un plan de monitoreo, eligiendo (05) cinco puntos cerca de asentamientos humanos, actividad agrícola y ganadera; además (04) cuatro puntos extra en el río que alimenta el canal de riego. Se analizó parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

Posterior a la investigación se determinó que Coliformes Totales y Fecales sobrepasa en cada uno de los (05) cinco puntos de monitoreo, arrojando la presencia de patógenos por descarga de aguas residuales. En el monitoreo de suelo, se estableció que en los (04) cuatro puntos de monitoreo regados con el agua del canal de riego existen variación de pH. La humedad y niveles de carbono estaban por debajo del estándar, es decir, existe déficit para la producción agrícola.

Además, se concluyó que la principal fuente de contaminación es debido a la introducción de aguas residuales, descargas domésticas y excretas de animales. Tanto en el agua y el suelo se determinó que los niveles de Coliformes Totales y Fecales sobrepasaban los límites permisibles. También se analizó el agua del principal efluente del canal de riego, el cual no supera los límites en ninguno de los parámetros; pero los investigadores señalaron que estos datos son poco fiables debido a las constantes lluvias en la época de monitoreo.

Y finalmente, los investigadores recomendaron eliminar los patógenos biológicos con cloro, ya que ayuda en la eliminación de microorganismos.

### **Antecedentes a nivel nacional**

Terrones y Herrera (2015), en su tesis de pregrado: “Calidad del agua en la cuenca baja del río Chillón en época de estiaje y el riesgo por el uso directo en riego agrícola”. La investigación se desarrolló en la cuenca baja del río Chillón en los distritos de Comas, Puente Piedra, Los Olivos, San Martín de Porres en la Provincia de Lima y el Callao, Lima – Perú.

El objetivo de la investigación fue determinar el riesgo potencial en las zonas agrícolas y evaluar la calidad del agua para riego, empleando el tipo de investigación experimental, analítico y cuantitativo; posterior a los análisis realizados se obtuvieron los resultados que se describen a continuación.

El agua del río Chillón en época de estiaje es en promedio de calidad MALA, ya que la concentración de los metales pesados es alta en todas las estaciones de monitoreo, los cuales no cumplen con lo establecido en los Estándares de Calidad Ambiental para agua.

En cuanto a la calidad del suelo, se determinó que el Cadmio sobrepasó el valor establecido en el Estándar de Calidad Ambiental para suelo agrícola, y a su vez, se informó que la presencia de metales en el suelo se debe al riego de estos con agua contaminado con metales; ya que los resultados de laboratorio presentaron altas concentraciones de metales, sobre todo en los puntos de monitoreo cercanos al río.

Las sustancias nocivas determinadas en el análisis fueron: Plomo y Cadmio en el suelo, Cadmio, Cromo, Plomo y Mercurio en el agua; los cuales les otorgaron una alta peligrosidad y riesgo significativo a todos los componentes dentro del área de extensión,

siendo uno de estos los productos cultivados con el suelo y agua contaminados, generando problemas gastrointestinales a los consumidores de dichos productos.

En la investigación se concluyó que la calidad del agua del río Chillón es de mala calidad y no es apto para riego ni bebida de animales, aumentando las concentraciones en las zonas más cercanas a poblaciones y en la desembocadura en el Océano Pacífico; además, los canales de riego fueron los que presentaron mayor concentración de metales a diferencia de las parcelas, se presumió que esto se debía a la sedimentación de los mencionados contaminantes a lo largo de su recorrido.

Martín (2015), en su tesis de pregrado: “Evaluación de la calidad de agua para fines de riego en la subcuenca Salado de la cuenca Alto Apurímac”, Puno – Perú. Los objetivos planteados por el investigador fueron evaluar la calidad del agua de la subcuenca Salado para fines de riego, para lo cual se realizó una investigación del tipo descriptivo y explicativo, ya que pretendía describir el comportamiento de las variables climáticas.

El muestreo se realizó al azar en doce puntos de monitoreo, a partir del cual se concluyó que de acuerdo al Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM (Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, categoría 3 – riego de vegetales y bebida de animales) once de los doce puntos monitoreados son aptos para riego de vegetales.

Además, se determinó que la subcuenca Salado contiene concentraciones considerables de contaminantes físicos, químicos y biológicos, otorgándole una calidad mala para consumo humano, pero siendo apto para el riego de vegetales, sobre todo aquellos de tallo alto, ya que el área de consumo no tiene contacto directo con los nocivos presentes en el agua. Este río era y posiblemente es contaminado por las diferentes

ciudades que se encuentran en su jurisdicción, es por ello que el investigador recomienda especial atención al cuidado y tratamiento del agua previo uso.

Córdova (2017), en su tesis de pregrado: “Calidad del agua en la microcuenca del río Challhuahuacho comparado con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para riego y bebedero en la zona de Challhuahuacho, Cotabamba, Apurímac – 2016”, en el cual se empleó el Protocolo de Monitoreo de Aguas de la Dirección General de Salud, documento que especifica los pasos a seguir para el monitoreo de cuerpos de agua. El investigador planteo como objetivo evaluar la contaminación por residuos procedentes de la actividad humana y determinar la calidad del recurso hídrico, para lo cual se realizó el análisis de parámetros químicos y biológicos en dos puntos de muestreo, uno al inicio de la zona urbana y otro al final de esta.

Posterior a los análisis realizados, se obtuvieron los siguientes resultados: los metales (Cadmio, Arsénico, Boro, Bario, Cromo, Cobre, Hierro, etc.) comparado con los valores del Estándar de Calidad Ambiental – categoría 3, se encuentran por debajo del valor establecido en la normativa, los parámetros biológicos (Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes, *Escherichia coli*, huevos y larvas de helmintos) tomados en el punto final de la zona urbana sobrepasa los límites establecidos, lo cual indica que la contaminación es de origen antrópico debido a las actividades humanas.

El investigador concluyó que existía una diferencia marcada entre los análisis realizados en el punto inicial y final determinados para el muestreo, siendo los agentes contaminantes en su mayoría de origen biológico, indicando que la contaminación es procedente de heces de humanos y animales. Los parámetros físicos – químicos

analizados en ambos puntos de monitoreo se encuentran dentro de los valores establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental, categoría 3.

Y finalmente se menciona que las aguas del río Challhuahuacho al final de la zona urbana no eran aptas para el riego de vegetales y bebida de animales.

### **Antecedentes a nivel Local**

Dimas (2011). En su tesis de pregrado: “Calidad del agua del río Huallaga – Tingo María”, el cual se desarrolló en tres zonas del cauce del río Huallaga, monitoreando tres muestras en la mañana, tres muestras en la tarde y tres muestras en la noche en cada uno de los puntos de muestreo, dando un total de (27) veinte y siete muestras. La investigadora planteo como objetivo evaluar los parámetros físicos, químicos y biológicos para determinar la calidad de agua del río Huallaga.

En las nueve muestras analizadas en horas de la mañana (tres muestras por cada zona), resalta la presencia de bacterias como Coliformes Totales, estafilococos, estreptococos y *Salmonella sp*, los cuales superan los límites biológicos permisibles; a su vez, se determinó que los parámetros físicos – químicos estaban dentro de los límites. En las muestras tomadas al medio día (nueve muestras, tres por cada zona) el agua del río Huallaga presenta excesiva carga microbiana, superando los niveles establecidos y a diferencia de los parámetros microbiológicos, los parámetros físicos – químicos se encuentran dentro del rango establecido. Finalmente se estableció que en las muestras tomadas en horario nocturno los parámetros físicos – químicos están dentro de los límites establecidos.

El investigador consideró que los resultados obtenidos son señal de alarma desde el punto de vista sanitario, ya que el alto índice de bacterias concluyó que la calidad del agua

no fue apta, porque especifica que solo basta que un parámetro este fuera del límite para presumir que la calidad de ese recurso no es confiable y si en tres años los resultados de monitoreo arrojan los mismos resultados, la calidad del agua no es apta para su uso en ninguna actividad. También añade que el agua del río Huallaga analizado presentó indicadores biológicos fuera del estándar de calidad de agua para uso recreacional o de riego, y que se debe a la contaminación constante a lo largo de su recorrido, lo cual se incrementa por el vertimiento de aguas residuales, residuos sólidos provenientes de las poblaciones aledañas.

Leveau (2013), en su tesis de pregrado: “Contaminación microbiológica y parámetros fisicoquímicos de agua en la quebrada Kushuro – Tingo María”, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco. El objetivo de esta investigación fue evaluar parámetros microbiológicos y fisicoquímicos, para lo cual se eligió tres puntos de monitoreo, al inicio, intermedio y final de la quebrada Kushuro. A partir del monitoreo realizado, se obtuvieron los resultados descritos a continuación.

En la zona III (al medio de la quebrada), se encontró mayor número de Coliformes Totales, seguido de la zona II (al medio de la quebrada) y finalmente la zona I (al inicio de la quebrada). La quebrada Kushuro presento mayor cantidad de microorganismos a medida que aumenta el caudal a lo largo del cauce, esto se debe a que las viviendas ubicadas alrededor de la quebrada arrojan desperdicios, residuos sólidos y líquidos al río directamente.

El caudal de la quebrada Kushuro aumenta a medida que se acerca al río Huallaga, y a su vez se concluyó que la distribución de microorganismos es mayor, disminuyendo de

tal forma la concentración de bacterias. De acuerdo a la Ley General de Aguas, Decreto Legislativo N° 17752, la quebrada Kushuro puede ser utilizado para fines de agua potable con previo tratamiento; pero la población aledaña consume el agua directamente exponiendo su salud y biomagnificando la contaminación.

Finalmente se especificó que los parámetros físico - químicos, aumenta desde el punto inicial al punto final. En épocas de estiaje el valor de concentración es mayor y a partir de los resultados obtenidos se determinó que la calidad físico-química es aceptable; pero la calidad microbiológica no, generando así que el recurso hídrico de esta quebrada no tenga calidad óptima.

Pardavé (2018), en su tesis de pregrado: “Presencia de contaminantes en la hortaliza *Lactuca sativa* (Lechuga) por el uso de agua de riego procedente del río Huallaga en el Caserío Culcuy, distrito Santa María del Valle, provincia y departamento Huánuco”; la investigadora plantea como objetivo determinar la composición física, química y microbiológica del agua para riego mediante ensayos de laboratorio, para lo cual se monitoreo cinco puntos en un lote de cultivo de *Lactuca sativa*. Los resultados de esta investigación se desarrollan a continuación.

La concentración de metales como Manganeso y Hierro superan los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua, categoría 3 (riego de cultivos de tallo alto y bajos), pero estos no son nocivos para la especie en tratamiento. La concentración microbiológica del agua de riego analizado indicó que la concentración de Coliformes Totales no supera los niveles establecidos en la normativa antes mencionada, pero los Coliformes Termotolerantes si superan dichos valores.

El análisis de los metales en el suelo determinó que no se encuentran dentro de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, categoría 3.

En caso de los análisis de contaminantes en la especie *Lactuca sativa* se estableció que en *Escherichia coli* supera los límites permitidos, este contaminante se encontró en el tallo y raíz de la especie.; también para *Salmonella sp* se determinó que existe presencia en el tallo y la raíz de la especie en estudio, además se especifica que la concentración de este contaminante aumenta a lo largo del desarrollo de la especie *Lactuca sativa*.

Finalmente se concluyó que las concentraciones de *Salmonella sp* y *Escherichia coli* presentes en el tallo y raíz de la especie, supera los límites establecidos en la normativa, también los Coliformes Termotolerantes superan los estándares y a su vez contamina la hortaliza. Sin embargo, los contaminantes físico - químicos del agua de riego no altera la calidad sanitaria de las hortalizas.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Recursos hídricos (El agua)**

“El agua es un recurso natural renovable, indispensable para la vida, vulnerables y estratégico para el desarrollo sostenible, el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que la sustentan...” (Congreso de la Republica del Perú [CRP], 2009, p.3).

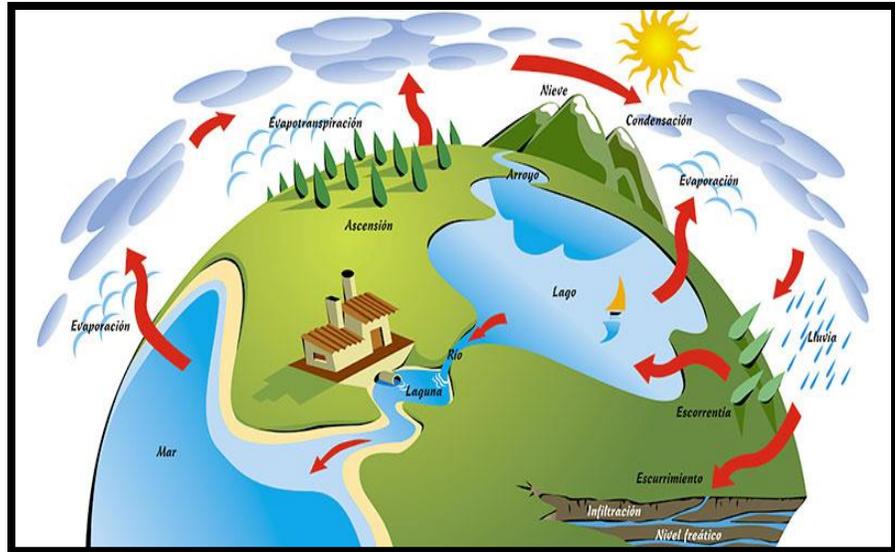
“El agua es patrimonio de la Nación y su dominio es inalienable e imprescriptible. No hay propiedad privada sobre el agua, solo se otorga en uso a personas naturales o jurídicas” (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2010, p.2).

### **2.2.1.1. Recursos hídricos (El agua)**

Pacheco, Fernández y Di Risio (2005) consideran que el agua posee propiedades únicas, siendo estas: 1) Es un material flexible, 2) Tiene propiedades físico – químicas diferenciados, el cual lo convierte en un solvente extraordinario por la variedad de sustancias que puede disolver, 3) tiene propiedades electroquímicas que lo convierte en un reactivo ideal en muchos procesos, 4) Tiene una capacidad calorífica, debido a esta capacidad, se necesita una gran cantidad de calor para cambiar apreciablemente la temperatura de una masas de agua, 5) Tiene la propiedad de expandirse cuando se congela, es por ello que el hielo flota y 6) Tiene la propiedad de escurrimiento, es así como puede modelar paisajes y afectar el clima.

### **2.2.1.2. El ciclo hidrológico**

Involucra un proceso de transporte recirculatorio e indefinido o permanente, este movimiento permanente del ciclo se debe fundamentalmente a dos causas: la primera, el sol que proporciona la energía para elevar el agua (evaporación); la segunda, la gravedad terrestre, que hace que el agua condensada descienda (precipitación y escurrimiento). (Campos, 1998, p.4)



... el ciclo hidrológico se inicia con la evaporación del agua en los Océanos, el vapor de agua resultante del proceso anterior es transportado por las masas de aire en movimiento (viento) hacia los continentes, bajo condiciones meteorológicas adecuadas. El vapor de agua se condensa para formar nubes, las cuales a su vez dan origen a las precipitaciones.

Otra parte del agua que llega al suelo circula sobre la superficie (lluvia en exceso) y se concentra en pequeños surcos que luego integran arroyos, los cuales posteriormente desembocan en los ríos (escurrimiento superficial) los que conducen las aguas a los lagos, embalses o mares, desde donde se evapora o bien, se infiltra en el terreno.

Por último, hay una tercera parte de la precipitación que penetra bajo la superficie del terreno (infiltración) y va rellenando los poros y fisuras de tal medio poroso. Si el agua infiltrada es abundante, una parte

desciende hasta recargar el agua subterránea, en cambio, cuando el volumen infiltrado es escaso el agua queda retenida en la zona no saturada (humedad del suelo), de donde vuelve a la atmosfera por evaporación o principalmente, por la transpiración de las plantas...Bajo la influencia de la gravedad, tanto el escurrimiento superficial como el agua subterránea se mueve hacia las zonas bajas y con el tiempo integran el escurrimiento total de un río para fluir hacia los Océanos. (Campos, 1998, p.5)

### **2.2.1.3.Las aguas naturales**

Las aguas naturales siempre contienen impurezas, a pesar de que provengan de un agua de lluvia teóricamente pura. En el ciclo hidrológico la evaporación del agua hacia las nubes constituye un proceso netamente purificador. Sin embargo, en su caída en forma de lluvia, el agua inicia un proceso de contaminación cuyo resultado final dependerá de las condiciones atmosféricas y climáticas de la región en que caiga, de las características geológicas del terreno y de su distribución como aguas superficiales o subterráneas. El nivel natural de calidad del agua podrá ser modificado, además, como consecuencia de las actividades humanas. (Rigola, 1990, p.12)

### **Agua de lluvia**

Normalmente es el agua más limpia de todas las aguas naturales, pero, principalmente en las zonas urbanas e industriales y en sus cercanías, la lluvia contiene polvo, gases disueltos y otras sustancias originadas de

las actividades humanas, sobre todo del tráfico vehicular. Los contaminantes naturales pueden tener su origen en la actividad volcánica y en la erosión de suelos por el viento. Las partículas de polvo también pueden ser vehículos para los microbios y virus, originados en excrementos de animales domésticos y residuos orgánicos tirados. Cuando se colectan aguas de lluvia que caen de los techos, también hay que pensar en los excrementos de las aves. (Geissler y Arroyo, 2011, p.99-100)

El agua de lluvia está saturada de oxígeno, nitrógeno y dióxido de carbono y, en general, es ligeramente ácida con un pH inferior a 6. La acidez puede verse incrementada por contaminantes atmosféricos, principalmente óxidos de azufre y nitrógeno. Cuanto más ácida sea el agua de lluvia, más fácilmente reaccionará con los materiales geológicos con los que entre en contacto. (Rigola, 1990, p.12)

### **Aguas de manantiales, ríos y lagos**

... todavía no influidas ni contaminadas por el hombre, contienen entre 0.01% y 0.2% de sustancias inorgánicas sólidas y también sales disueltas, principalmente compuestos de calcio (Ca) y magnesio (Mg), aunque también de sodio (Na), potasio (K), hierro (Fe) y manganeso (Mn). Los aniones más frecuentes son el carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), el cloruro ( $\text{Cl}^-$ ) y el sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). Los ríos pueden llevar además sustancias orgánicas flotantes originadas de plantas y animales. No obstante, generalmente estas aguas pueden servir como fuentes de agua potable,

siempre y cuando no contengan contaminantes de origen industrial.  
(Geissler y Arroyo, 2011, p.100-101)

### **Aguas subterráneas**

Se acumulan en sedimentos porosos que se encuentran arriba de capas impermeables del subsuelo. Su nivel freático natural depende de las condiciones geológicas, de la cantidad de precipitaciones y de las condiciones climáticas. Actividades humanas como la minería, la regulación de ríos y la extracción de agua, también influyen sobre su nivel.

Las aguas subterráneas representan una fuente importante para generar agua potable. Estas aguas están libres de microbios cuando las capas de suelo y sedimentos, por los cuales se infiltraron, muestran un efecto de filtración suficiente y cuando su permanencia en el subsuelo ha durado por lo menos entre 50 y 60 días.

Para fines de este proyecto no se desarrollará cuerpos de agua subterráneos, ya que en el área de estudio solo se tienen cuerpos de agua continentales.

#### **2.2.1.4. Composición química de las aguas naturales**

... las aguas naturales: Océanos, ríos, arroyos, lagos, manantiales, aguas subterráneas y hasta las precipitaciones en forma de lluvias, nevadas, granizadas y neblinas nunca son aguas químicamente puras, aun sin la influencia del hombre. Las aguas en sus caminos naturales subterráneos y en la superficie terrestre, así como las precipitaciones en la atmosfera

siempre tienen contacto con sustancias que más o menos son solubles en agua o sufren reacciones químicas con las moléculas del agua...

La degradación de las rocas y la naturaleza y composición de los suelos y subsuelos en una cuenca hidrográfica son determinantes para la composición de las aguas naturales respecto a la calidad y concentración de los compuestos disueltos y suspendidos. Además, hay que tomar en cuenta materiales orgánicos originados de la materia orgánica muerta. (Geissler y Arroyo, 2011, p.49)

## **2.2.2. Importancia del agua para la existencia de la materia viva**

### **2.2.2.1. El agua y el desarrollo de la vida**

Un componente muy importante de todas las formas de vida son las proteínas. Se trata de macromoléculas con grupos funcionales capaces de participar en puentes de Hidrógeno con moléculas de agua. Estos puentes de Hidrógeno participan en la formación y estabilidad de las estructuras finas tridimensionales, las secundarias y terciarias de proteínas, que a su vez determinan las funciones de una proteína dentro de un ser vivo. (Geissler y Arroyo, 2011, p.79)

En las rocas y piedras de Sudáfrica y Australia con una antigüedad de 3500 millones de años aproximadamente, se encontraron huellas de microbios, los cuales tienen semejanza con estromatolitos actuales. Estas son algas unicelulares y bacterias, microbios autótrofos y heterótrofos. Se estima que las primeras formas de vida fueron microbios heterótrofos que se alimentaban de moléculas químico-orgánicas, disueltas en los Océanos y

formadas en la atmósfera antigua a partir de metano, amoníaco, agua e Hidrógeno por la influencia de descargas eléctricas en forma de rayos como fuente energética, o generados en las profundidades de los Océanos.

Las primeras formas de vida se desarrollaron en los Océanos, y aunque existan varias teorías sobre el origen de la vida, se sabe bien que los primeros microorganismos se desarrollaron en el Océano, y muchas especies terrestres y acuáticas, en sus inicios se desarrollaron en el agua; se plantea esta teoría debido a la similitud de muchas especies terrestres y acuáticas.

Dentro de un cuerpo de agua, la diversidad de especies vivas y su densidad dependen de las condiciones existentes, como nutrientes, temperatura, luz, concentraciones de oxígeno, etc. Por ejemplo, en las aguas subterráneas, por la falta de luz, no pueden existir organismos autótrofos, sino solo aquellos que son heterótrofos y que viven de sustancias orgánicas eventualmente presentes. Varios microbios peligrosos para el hombre forman parte de estos tipos de organismos. Por tanto, es de gran importancia evitar que a las aguas freáticas lleguen aguas residuales cargadas con este tipo de nutrientes y microbios. (Geissler y Arroyo, 2011, p.80)

Geissler y Arroyo (2011) afirman que:

La gran diversidad de especies se desarrolló, y se desarrolló todavía, en las aguas superficiales. Aquí existen las condiciones adecuadas tanto para especies autótrofas como heterótrofas y se forman cadenas alimentarias y equilibrios importantes. Cada organismo y cada especie

puede existir, sobrevivir, desarrollarse y propagarse solamente cuando existen todas las condiciones necesarias... No son raros los casos en los que cambios leves de las condiciones causan cambios drásticos en las comunidades de la vida dentro de un lago, arroyo o río, y hasta en los Océanos, si pensamos en los arrecifes de coral, porque existen muchas especies que a lo largo de su desarrollo filogenético se adaptaron a condiciones de vida con límites muy angostos... la vida acuática está adaptada a valores de pH muy cercanos a 7, pero las lluvias con contaminantes ácidos causan que el pH baje y así el ecosistema dentro de estos lagos sufre daños graves. (p.81)

#### **2.2.2.2.El agua como nutriente para los seres vivos**

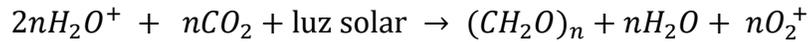
Las especies de flora y fauna, tienen dentro de su composición un alto porcentaje de agua, por ejemplo, entre 60% y 70% del cuerpo humano y de muchos animales consiste de agua. En el caso de plantas, frutas y verduras el porcentaje es más alto, estos contienen un 90% de agua. También las células contienen agua en un 80%.

“Desde el punto de vista químico, el agua es un participante en la reacción química de mayor volumen en nuestro planeta: la **fotosíntesis**” (Geissler y Arroyo, 2011, p.81).

“... en presencia de la luz, las partes verdes de las plantas producen compuestos orgánicos y oxígeno a partir del dióxido de carbono y el agua” (Campbell y Reece, 2007, p.183). “En esta reacción, catalizada por la clorofila dentro de las plantas y algas verdes, el agua forma con el dióxido

de carbono (CO<sub>2</sub>) y con la participación de la luz solar, los carbohidratos (CH<sub>2</sub>O) ...” (Geissler y Arroyo, 2011, p.82).

A continuación, se presenta la formula general de la fotosíntesis:



“El hidrato de carbono C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> es glucosa. El agua aparece en ambos lados de la ecuación debido a que se consumen 12 moléculas y se forman nuevamente 6 moléculas durante la fotosíntesis...” (Campbell y Reece, 2007, p.183).

A continuación, se muestra la ecuación simplificada indicando solo el consumo neto de agua:



Geissler y Arroyo (2011), refieren que: “... existen solo dos sustancias fundamentales: el agua y el dióxido de carbono, y además la energía solar, de las cuales nosotros, los seres humanos, y las otras formas de vida terrestre dependemos” (p.82)

Una de las principales claves del mecanismo de la fotosíntesis proviene del descubrimiento de que el oxígeno emitido por las plantas a través de sus estomas se obtiene del agua y no del dióxido de carbono. Los cloroplastos escinden el agua en Hidrógeno y oxígeno... (Campbell y Reece, 2007, p.184)

... la fotosíntesis transforma energía solar en energía química fijada en los productos de la reacción, es decir, en los carbohidratos y el oxígeno. Los organismos capaces de llevar a cabo esta reacción se llaman

autótrofos. Para su metabolismo y el crecimiento de su cuerpo, ellos necesitan esencialmente las sustancias inorgánicas: agua, dióxido de carbono y algunos elementos traza, así como una fuente de energía. Todas las plantas verdes, las algas y algunas bacterias forman parte de este grupo. Otro grupo de seres vivos, los organismos heterótrofos, aprovecha los carbohidratos y la energía acumulada en ellos mismos para sus procesos metabólicos y su crecimiento. Particularmente por medio de la respiración, los carbohidratos son oxidados al consumir oxígeno, formando de nuevo agua y dióxido de carbono y liberando la energía acumulada. (Geissler y Arroyo, 2011, p.83)

### **2.2.3. Gestión de los recursos hídricos**

“La gestión de los recursos naturales dentro del territorio de una cuenca hidrográfica es una opción valiosa para guiar y coordinar procesos de gestión para el desarrollo, considerando las variables ambientales” (Dourojeanni, 1994, p.111).

#### **2.2.3.1. La FAO sobre la gestión de la calidad del agua**

La agricultura y el desarrollo rural dependen en gran medida de la gestión apropiada de los recursos naturales, particularmente de la tierra, el agua y de los nutrientes para las plantas. Consecuentemente, uno de los principales elementos del programa de la FAO se relaciona con la gestión de recursos naturales. Dentro del Departamento de Agricultura, la Dirección de Desarrollo de Tierras y Agua (AGL) promueve la planificación integral y la gestión de los recursos de tierras y aguas, a

través de relaciones estrechas entre actividades del programa regular y las de campo.

El Servicio de Recursos, Fomento y Aprovechamiento de Aguas (AGLW) de AGL promueve el uso eficiente y la conservación de los recursos de agua para lograr la seguridad alimentaria, el desarrollo sostenible y el desarrollo rural. Esencialmente, tres aspectos conforman los programas relacionados con el recurso agua: (i) producir más con menos agua, (ii) proteger la calidad del agua y el medio ambiente, incluyendo la salud humana y (iii) cerrar la brecha que existe entre la producción y la demanda por alimentos... (FAO, 2002, p.11-12)

#### **2.2.3.2. Instituciones involucradas en la gestión de recursos hídricos**

A nivel mundial, existen muchas instituciones y organizaciones que tienen planes, programas y proyectos sobre la protección y gestión de los recursos naturales. A continuación, se detallan algunos de estos:

La Organización de las Naciones Unidas para la Cultura, Ciencia y la Educación (UNESCO), tiene responsabilidad por la educación, entrenamiento e investigación sobre el agua. Esta es la actividad más importante en el Programa Hidrológico Internacional.

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) tiene mandato sobre la hidrometeorológica, la gestión de esta lo realiza a través de su Programa Hidrológico Operacional OMM, el cual apoya la cooperación entre los Servicios Hidrológico Nacionales.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) a través de su interés básico por el agua y su calidad, y los aspectos relacionados con esta; establece estándares de calidad de agua, normativa a través de la cual se planteó el Estándar de Calidad Nacional Ambiental para Agua en nuestro país. La OMS coopera con diversas organizaciones interesadas en la gestión de recursos hídricos, asegurando de tal forma el saneamiento hídrico y la calidad del recurso para sus diferentes usos.

El programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) tiene un papel fundamental en el tema de recursos hídricos y su relación directa con el ambiente.

La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo y la Industria (ONUDI) uno de cuyos programas se centra en el diseño y la aplicación de infraestructura para el uso del agua en la industria y el tratamiento de aguas en los procesos industriales.

#### **2.2.4. Clasificación de los cuerpos de agua continentales superficiales**

En el Perú la Autoridad Nacional del Agua promulgó una guía para realizar la clasificación de cuerpos de agua superficiales en todo el territorio, el objetivo de la clasificación es proteger la calidad del agua de acuerdo al uso: primario, poblacional y productivo.

##### **2.2.4.1. Uso de agua a nivel de río principal y afluentes**

Se establece las clases de agua de acuerdo a lo mencionado a continuación:

- **Uso primario**

Se limita a la utilización manual de las aguas superficiales mientras se encuentren en sus fuentes naturales o artificiales con el fin de satisfacer necesidades humanas primarias... El acceso a las fuentes naturales y artificiales de agua para uso primario es libre y gratuito... (Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], y Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2018, p.16)

- **Uso poblacional**

(MINAGRI y ANA, 2018) afirman que el agua de uso poblacional “Consiste en la extracción del agua de una fuente a través de un sistema de captación, tratamiento y distribución, con el fin de satisfacer necesidades humanas básicas...” (p. 16).

Se debe considerar que el agua destinado al uso poblacional, es decir, al consumo humano, debe ser debidamente tratado sin importar la categoría que se le asigne.

- **Uso productivo**

De acuerdo al (MINAGRI y ANA, 2018), el agua para uso productivo,

Consiste en el carácter exclusivo de los recursos hídricos, como insumo para el desarrollo de una actividad económica... el orden de preferencia para el otorgamiento de agua para usos productivos en caso de concurrencia es el siguiente: agrícola, acuícola y

pesquero; energético, industrial, medicinal, minera, recreativo, turísticos y transportes, así como otros usos... (p.17)

Para usar el recurso hídrico se requiere de un permiso el cual se denomina: derecho de uso de agua, otorgado por la Autoridad Administrativa del Agua a través de sus Administraciones Locales del Agua. Este permiso es un requisito necesario para acceder al recurso, excepto en casos de uso primario.

#### **2.2.4.2. Conservación de cuerpo de agua lénticos (lagos y lagunas)**

Según (MINAGRI y ANA, 2018), los lagos y lagunas son fuentes de abastecimiento para uso poblacional y/o productivo, así mismo, establecen ecosistemas acuáticos frágiles, en donde habitan una gran diversidad de especies de flora y fauna acuática. A partir de lo mencionado anteriormente, “... la categoría que les corresponde a este tipo de cuerpos de agua, es la Categoría 4 (conservación del ambiente acuático), tanto al cuerpo de agua (lago o laguna), como a los afluentes superficiales (río y arroyos) ...” (p.20).

Las fuentes de agua de interés en esta investigación en las tres zonas (Zona A<sup>1</sup>, Zona B<sup>2</sup> y Zona C<sup>3</sup>), provienen de lagunas, las cuales, según los criterios descritos en los ítems anteriores, pertenecen a la Categoría 4 (Conservación del ambiente acuático).

Los recursos analizados en las tres zonas de estudio se ajustan al uso primario, poblacional y productivo, ya que se emplea para consumo, riego agrícola y bebida

---

<sup>1</sup> Zona A: Distrito de Conchamarca, provincia de Ambo y región Huánuco – Río Osacocha.

<sup>2</sup> Zona B: Distrito de San Francisco de Cayrán, provincia y región Huánuco) – Río Cayrán.

<sup>3</sup> Zona C: Centro poblado San José de Paucar, distrito de Amarilis, provincia y región Huánuco – Quebrada Manca Pozo.

de animales. A lo largo del recorrido de estos efluentes, se pueden ver los distintos tipos de agua que se la da, además se observa de una a más categorías.

#### **2.2.4.3. Categorías de cuerpos de agua superficiales**

De acuerdo a (MINAGRI y ANA, 2018), se consideran tres (03) categorías principales, las cuales se describen a continuación:

**Categoría 1 – subcategoría A2:** aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

**Categoría 3:** Riego de vegetales y bebidas de animales.

**Categoría 4:** conservación del ambiente acuático. (p.32)

#### **2.2.4.4. Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua**

De acuerdo al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM (Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Agua), las fuentes de agua superficiales se dividen según las categorías descritas en el ANEXO IV. Categorías de cuerpos de agua.

De acuerdo a lo descrito en el ANEXO IV, se determinó la calidad biológica del agua de las zonas de estudio (Zona A, Zona B y Zona C), asimismo, se decidió que los cuerpos de agua se adecuan a la Categoría 3, siendo este el interés principal de la investigación. A su vez, se podrá comparar los parámetros analizados para determinar si la calidad del agua se adecua a las demás categorías descritas.

#### **2.2.5. Calidad de agua**

“Calidad de agua es el grupo de concentraciones, especificaciones, sustancias orgánicas e inorgánicas y la composición y estado de la biota encontrada en el cuerpo de agua. La calidad del cuerpo de agua muestra variaciones espaciales y

temporales debido a factores internos y externos del cuerpo de agua” (Gómez, 2003, p. 48).

### **2.2.5.1. Agentes contaminantes del recurso hídrico**

Se denomina agentes contaminantes a un conjunto de elementos naturales o artificiales introducidos al medio ambiente, los cuales generan el deterioro del medio ambiente. Estos agentes pueden ser de tipo biológico, físico o químico, los cuales se describen a continuación:

#### **1. Sólidos en suspensión**

Este término se refiere a las partículas orgánicas e inorgánicas, así como líquidos inmiscibles (líquidos que no pueden mezclarse con otra sustancia) que se encuentra en el agua. Dentro de las partículas orgánicas tenemos, entre otros, fibras de plantas, células de algas, bacterias y sólidos biológicos. Por otra parte, la arcilla y sales son elementos considerados como partículas inorgánicas. (Gómez, 2003, p. 49)

#### **2. Materia orgánica biodegradable**

Compuesta principalmente por proteínas, carbohidratos, grasas animales, la materia orgánica biodegradable. Esta última se mide en la mayoría de las ocasiones en función de la DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) y la DQO (Demanda Química de Oxígeno). Si se descargan al entorno sin tratar su estabilización biológica puede llevar al agotamiento de los recursos naturales de oxígeno y al

desarrollo de condiciones sépticas. (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2018, p.23)

### **3. Patógenos (bacterias, virus, protozoarios, gusanos)**

Este tipo de agentes contaminantes,

Transmiten enfermedades contagiosas tales como el cólera, tífus, disentería, gastroenteritis, hepatitis, poliomielitis, esquistomiasis.

Estos agentes pueden causar altas tasas de morbilidad y mortalidad si no toman las medidas adecuadas de higiene y desinfección, o de búsqueda de otras fuentes de agua de mejor calidad. (ANA, 2018, p.23)

#### **Bacterias**

“Las bacterias que se encuentran más frecuentemente en el agua son las bacterias entéricas que colonizan el tracto gastrointestinal del hombre y son eliminadas a través de la materia fecal” (Arcos, Ávila, Estupiñán y Gómez, 2005, p.72).

El grupo de microorganismos coliformes es adecuado como indicador de contaminación bacteriana debido a que estos son contaminantes comunes del tracto gastrointestinal tanto del hombre como de los animales de sangre caliente, están presentes en el tracto gastrointestinal en grandes cantidades, permanecen por más tiempo en el agua que las bacterias patógenas y se comportan de igual manera que los patógenos en los sistemas de desinfección. (Arcos et al., 2005, p.72).

## **Virus**

A diferencia de las bacterias, los virus no se encuentran normalmente en las heces del hombre. Están presentes únicamente en el tracto gastrointestinal de individuos que han sido afectados. Mas de 140 virus patógenos entéricos pueden ser transmitidos al hombre a través del agua, cuando son eliminados a través de las heces de personas infectadas. Los más comunes son los virus causantes de gastroenteritis y el virus de la hepatitis. (Arcos et al., 2005, p.75)

Los virus patógenos entéricos de transmisión hídrica por previa contaminación con materia fecal de personas o animales infectados son los que se describen a continuación:

- **Enterovirus:** “Los constituyen tres grupos importantes: los poliovirus, virus ARN causantes de poliomielitis y propuestos como bioindicador de calidad del agua por algunos autores con la limitación de estar en cantidades variables en los ecosistemas acuáticos...” (Ríos, Agudelo y Gutiérrez, 2017, p.241)
- **Virus de la hepatitis:** “Causantes de hepatitis viral. Dentro de este grupo se encuentra virus de la hepatitis A, B, C, D, E, F, G. siendo el A y el E los más frecuentemente transmitidos por medio de las aguas contaminadas...” (Ríos et al., 2017, p.241).
- **Rotavirus:** “Su representación la hacen siete grupos siendo más prevalentes los grupos A, B y C con predominio del primero, causante

de diarrea acuosa y vomito especialmente en niños...” (Ríos et al., 2017, p.241)

- **Norovirus:** “...esta reportado en el mundo como uno de los principales causantes de enfermedades diarreicas de transmisión hídrica y definido como el bio-indicador viral perfecto de enfermedades transmitidas por el agua y los alimentos...” (Ríos et al., 2017, p.241)

### **Parásitos**

Los parásitos que son patógenos para el hombre se clasifican en dos grupos: los protozoos y los helmintos. Los protozoos son microorganismos unicelulares cuyo ciclo de vida incluye una forma vegetativa (Trofozoíto<sup>4</sup>) y una forma resistente (quiste<sup>5</sup>). El estado de quiste de estos organismos es relativamente resistente a la inactivación por medio de los sistemas de tratamiento convencional de agua residual. (Arcos et al., 2005, p.75)

El investigador para fines de esta investigación considera como parámetro a monitorear Huevos de helmintos, por lo tanto, más adelante se explicará con mayor detalle sobre estos microorganismos.

### **4. Nutrientes**

Tanto el nitrógeno como el fosforo, junto con el carbono son nutrientes esenciales para el crecimiento de algas. Cuando se vierten

---

<sup>4</sup> Trofozoíto: es la forma vegetativa activada de un virus que se alimenta y se reproduce. Se alimenta por fagocitosis (capturan, es decir, rodean con la membrana citoplasmática partículas sólidas y las introducen al interior celular para digerirlas).

<sup>5</sup> Quiste: es la forma vegetativa infectante y de resistencia, en el ciclo de vida de los microorganismos protozoarios.

al entorno acuático, estos nutrientes pueden favorecer el crecimiento de algas produciendo las floraciones algales. Cuando se vierten al terreno en cantidades excesivas, pueden provocar la contaminación de agua subterránea. (ANA, 2018, p.24)

#### **5. Materia orgánica refractaria**

“Esta materia orgánica tiende a resistir los métodos convencionales de tratamiento. Ejemplos típicos son los agentes tensoactivos, los fenoles y los pesticidas agrícolas” (ANA, 2018, p.24).

#### **6. Metales pesados**

“Los metales pesados son frecuentemente añadidos al agua residual en el curso de ciertas actividades comerciales e industriales y puede ser necesario eliminarlos si se pretende reutilizar el agua residual” (ANA, 2018, p.24).

Los metales pesados procedentes de actividades antropogénicas son diversos, tales como: extracción de minerales, fundición, industria metalúrgica, gestión de residuos, corrosión metálica, agricultura y ganadería, industria forestal y maderera; es decir, toda actividad genera residuos metálicos, los cuales con un manejo inadecuado llegan a los diferentes componentes del ambiente. Cabe recalcar que la concentración de metales pesados proveniente de la meteorización es escasa o nula a diferencia de aquella emitida por las actividades humanas.

## **7. Sólidos inorgánicos disueltos**

“Los constituyentes inorgánicos tales como el calcio, sodio, y los sulfatos se añaden de suministro como consecuencia del uso del agua y es posible que se deban eliminar si se va a reutilizar el agua residual” (ANA, 2018, p.24).

## **8. Sólidos sedimentables**

ANA (2018) afirma que:

Entre los contaminantes sólidos se encuentran arena, arcilla, cenizas, materia vegetal agrícola, grasas, brea, papel, hule, plásticos, madera y metales. Las partículas del suelo o sólidos de basura se acumulan en el cauce de los ríos, perjudicando a la biota existente. Si los sedimentos acarrear sustancias tóxicas, estos pueden ser transmitidos a otros organismos a través de la cadena alimentaria ocasionando la muerte de los organismos acuáticos. Otras partículas flotan cerca de la superficie enturbiando el agua y obstaculizando la penetración de la luz y por ende el proceso de fotosíntesis. (p.24)

## **9. Energía radiactiva**

“Producen muerte de especies de flora y fauna, problemas en la salud humana, alteraciones genéticas y cáncer” (ANA, 2018, p.25).

## **10. Energía térmica**

Los procesos industriales producen en numerosos casos aguas a elevadas temperaturas. Cuando estas llegan a canales, ríos, lagos o mareas causan varios efectos químicos, físicos y biológicos. Uno de

los más graves es la descomposición del agua, agotando el oxígeno que esta contiene. El aumento notable de la temperatura del agua afecta, además, los ciclos reproductivos, la digestión y la respiración de los organismos que habitan las aguas y cuando la temperatura es demasiado elevada, se presenta incluso muertes de peces. (ANA, 2018, p.25)

#### **2.2.5.2. Parámetros considerados para evaluar la calidad de agua**

Como menciona (Samboni, Carvajal y Escobar, 2007):

La calidad de diferentes tipos de agua se ha valorado a partir de variables físicas, químicas y biológicas, evaluadas individualmente o en forma grupal. (p.173)

Los parámetros físico - químicos dan una información extensa de la naturaleza de las especies químicas del agua y sus propiedades físicas, sin aportar información de su influencia en la vida acuática: los métodos biológicos aportan esta información, pero no señalan nada acerca del contaminante o los contaminantes responsables, por lo que muchos investigadores recomiendan la utilización de ambos en la evaluación del recurso hídrico. Orozco (como se citó en Samboni, et al., 2007, p.173)

En ocasiones el investigador prefiere realizar el análisis de parámetros físico-químicos debido a que los análisis son más rápidos y facilita el monitoreo con mayor frecuencia; a diferencia de los parámetros biológicos,

que requieren observación y medición de comunidades de seres vivos en las aguas.

### **1. Oxígeno disuelto**

Este es uno de los parámetros de importancia monitoreados en campo, por lo tanto, el investigador pretende realizar el monitoreo de este parámetro para determinar si ese recurso natural tiene capacidad de auto depurarse o recuperarse a través de la oxidación química y biológica. (ANA, 2018), afirma que este:

Es un parámetro importante para evaluar la calidad del agua superficial, su presencia en el agua se debe al aporte del oxígeno de la atmosfera y de la actividad biológica (fotosíntesis) en la masa de agua.

El oxígeno disuelto, es un parámetro ambiental vital, porque su evaluación permite informar y/o reflejar la capacidad recuperadora de un curso de agua y la subsistencia de la vida acuática. (p.25)

El oxígeno es esencial para la mayoría de los organismos vivos dada su dependencia del proceso de respiración aeróbica para la generación de energía y para la movilización del carbono en la célula. Se considera una de las variables más importante para el estudio de la calidad de agua; es indicadora de los diferentes estados tróficos, del grado de contaminación, de la salud ecológica de los cuerpos de agua y de estudios para evaluar el cambio climático. Mackay (como se cita en Betancourt y Labaut, 2013, p.82)

## **2. Clorofila A**

“La Clorofila, es un parámetro ambiental para determinar la biomasa de los fitoplanctones. Todas las plantas verdes contienen clorofila A, que representa aproximadamente del 1 al 2% de todo el peso seco de las algas del plancton” (ANA, 2018, p.25).

## **3. Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

Geissler G. y Arroyo M. (2011) manifiestan:

La demanda química de oxígeno es uno de los parámetros más importantes para la evaluación de las aguas residuales industriales y comunales. El valor de la DQO se da en miligramos de oxígeno por litro de agua ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ ).

... la determinación de la demanda química de oxígeno da una información sumaria sobre todas las sustancias oxidables que se encuentran en una muestra, es decir, sobre las sustancias biodegradables y las no biodegradables. Por tanto, el valor de la DQO siempre es un valor mayor que el de la  $\text{DBO}_5$ . (p.160)

## **4. Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $\text{DBO}_5$ )**

Al igual que en el caso de la demanda química de oxígeno, el objetivo de este parámetro es determinar la cantidad de oxígeno que emplean los microorganismos aerobios para oxidar y degradar la materia orgánica presente en un cuerpo de agua natural, este proceso se realiza en un lapso de 5 días.

La DBO<sub>5</sub> es un parámetro relacionado como aporte de la materia orgánica, mide la cantidad de oxígeno requerida por los microorganismos para oxidar, degradar o estabilizar la materia orgánica en condiciones aeróbicas, su determinación es en base a la oxidación natural de degradación. (ANA, 2018, p.26).

Geissler y Arroyo (2011) refieren que al evaluar una fuente de agua natural no es suficiente determinar la DBO<sub>5</sub>, ya que no proporciona información suficiente sobre el resto de las sustancias disueltas en el agua y que no son biodegradables o son insuficientemente biodegradables; por lo tanto, es necesario realizar monitoreo complementario de otros parámetros, ya que muchos de los compuestos no biodegradables son tóxicos y pueden causar daños irreversibles al medio ambiente.

##### **5. Coliformes termo tolerantes (Fecales)**

“Los coliformes fecales se denominan termotolerantes por su capacidad de soportar temperaturas más elevadas...” (Arcos et al., 2005, p.72).

La presencia de este parámetro en los cuerpos de agua superficial se debe a la contaminación fecal, cuyo origen puede deberse a los vertidos domésticos sin tratamiento a los cuerpos receptores (ríos, quebradas) y otros de los factores, puede ser por la inadecuada disposición de los residuos sólidos que se depositan en los cauces de los ríos. (ANA, 2018, p.25)

Este grupo incluye géneros como *Escherichia*, *Edwardsiella*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Serratia* y *Citrobacter*. Estos cuatro últimos se encuentran en grandes cantidades en fuentes de agua, vegetación y suelos, por lo que no están asociados necesariamente con contaminación fecal y no plantean ni representan necesariamente un riesgo evidente para la salud. (Ríos et al., 2017, p.240)

“La capacidad de reproducción de los coliformes fecales fuera del intestino de los animales homeotérmicos es favorecida por la existencia de condiciones adecuadas de materia orgánica, pH, humedad, etc.” (Arcos et al., 2005, p.72).

La presencia de Coliformes Totales debe interpretarse de acuerdo con el tipo de aguas: deben estar ausentes en 85% de las muestras de aguas potables tratadas. En caso de estar presentes, su número no puede ser superior a 2-3 coliformes. Esta contaminación a pesar de ser baja, no puede ocurrir en tres muestras recolectadas en días consecutivos. En aguas tratadas, los Coliformes Totales funcionan como una alerta de que ocurrió contaminación, sin identificar el origen. Indican que hubo fallas en el tratamiento, en la distribución o en las propias fuentes domiciliarias. Su presencia acciona los mecanismos de control de calidad y de procesamiento dentro de la planta de tratamiento de agua, e intensifica la vigilancia en la red de distribución. (Arcos et al., 2005, p.73)

## **6. *Escherichia coli***

Este parámetro es uno de los contaminantes del grupo Coliformes Termotolerantes, pero según normativa (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM) este contaminante se monitorea de forma independiente, ya que, como indica (Arcos et al., 2005),

Este género incluye cepas patógenas y no patógenas y corresponde a 80% de la microflora intestinal normal, donde generalmente es inofensiva. En la actualidad están descritas cepas patógenas para el humano causantes de enfermedades graves, como infecciones de vías urinarias, bacteriemia y meningitis. seis cepas enteropatógenos pueden causar diarrea aguda: *E. coli* enterohemorrágica [ECEH], *E. coli* enterotoxígena [ECET], *E. coli* enteropatógena [ECEP], *E. coli* enteroinvasiva [ECEI], *E. coli* enteroagregativa [ECEA] y *E. coli* adherencia difusa [ECAD]. (p.240)

## **7. Huevos y Larvas de Helmintos**

Para fines de esta investigación y para determinar la calidad biológica del agua para riego, este es uno de los parámetros a monitorear.

Los helmintos hacen referencia a todos los tipos de gusanos, tanto los parasitarios como los no parasitarios. Los helmintos parásitos infectan a numerosas personas y animales. Este parásito está asociado a las aguas residuales domésticas sin tratamiento, su vía de infección es por el consumo de agua contaminada. (ANA, 2018, 26)

“Los helmintos o vermes, comúnmente llamados gusanos, son seres multicelulares o metazoarios, ampliamente distribuidos en la naturaleza. Muchos de ellos viven libremente y otros se han adaptado a llevar vida parasitaria en vegetales, animales o en el hombre” (Botero y Restrepo, 2003, p.17).

## 8. Metales tóxicos

En este ítem se describen brevemente cada uno de los metales que la Autoridad Nacional del Agua recomienda monitorear en el recurso natural.

- **Arsénico:** “Metal pesado venenoso y muy tóxico, en aguas naturales se presenta como arseniato ( $\text{AsO}_4^{3-}$ ) y arsenito ( $\text{AsO}_2^+$ ); su presencia puede tener origen en descargas industriales o uso de insecticidas” (ANA, 2018, p.27).
- **Mercurio:** “Su presencia en las aguas se debe principalmente a las actividades antrópicas (Minería, etc.), salvo algunos lugares que por su propia naturaleza se encuentran depósitos de este mineral. Generalmente es un elemento que no abunda en la naturaleza...” (ANA, 2018, p.27).

El Mercurio es el más volátil de todos los metales pesados, siendo su vapor altamente tóxico. Se requiere una ventilación adecuada cuando el Mercurio se utiliza en habitaciones cerradas, ya que la presión de vapor en equilibrio del Mercurio es cientos de veces la exposición máxima recomendada. El Mercurio líquido como tal

no es altamente tóxico, y la mayor parte del que se ingiere se excreta debido al peligro de respirar el vapor. Este se difunde desde los pulmones hacia el flujo sanguíneo, atravesando la barrera sanguínea cerebral, originando un grave daño en el sistema nervioso... (Baird, 2004, p.396)

- **Plomo:** “Es un contaminante ambiental altamente tóxico, su presencia en el ambiente se debe principalmente a las actividades antropogénicas como la industria, la minería y la fundición...” (Prieto, Gonzales, Román, y Prieto, 2009, p.31)
- **Cadmio:** “El Cadmio se encuentra en la naturaleza en forma de sulfuro y como impureza de minerales de zinc y Plomo. Su presencia en el agua se da debido a las actividades mineras y de fundición” (ANA, 2018, 27).

“El Cadmio... se obtiene como subproducto del tratamiento metalúrgico del zinc y del Plomo, a partir de sulfuro de Cadmio, en el proceso hay formación de óxido de Cadmio, compuesto muy tóxico...” (Ramírez, 2002, p. 52)

- **Cromo:** “La concentración de Cromo en los cuerpos naturales de agua por lo general es muy pequeña. la actividad minera y los procesos industriales pueden producir elevadas concentraciones de este elemento. Es un metal tóxico para la salud humana” (ANA, 2018, p.28).

- **Cobre:**

Es un elemento altamente distribuido en las cuencas hidrográficas, pero la mayoría de los minerales de cobre son relativamente insolubles– debido a que el cobre es absorbido en fase sólida, solo existe en bajas concentraciones en las aguas naturales. Debido a la presencia de sulfuros, el cobre debería ser aún menos soluble en ambientes anóxicos. La presencia de mayor concentración en aguas naturales superficiales puede atribuirse a desechos industriales y/o actividades de minería. (ANA, 2018, p.28)

- **Zinc:**

Es un elemento que abunda en las rocas y minerales, pero tiene baja concentración en las aguas naturales debido a la falta de solubilidad del metal. Está presente en cantidades trazas en casi todas las aguas alcalinas superficiales, pero se eleva su concentración en aguas ácidas.

En concentraciones moderadas es considerado como un parámetro esencial para la nutrición de los hombres siendo también tóxico para los organismos acuáticos debido a su variación en concentración y a los factores según sean las características de la calidad del agua y de las especies bajo estudio. (ANA, 2018, p.28)

- **Hierro:**

Es un elemento que abunda en la corteza terrestre. Pero, por lo general, se da en pequeña concentración en los sistemas de aguas naturales. La forma y solubilidad del hierro en las aguas naturales depende en gran medida del pH y potencial redox del agua. El hierro se presenta en estado de oxidación +2 y +3. Su selección es para definir que su presencia en las aguas naturales se debe al aporte de su propia naturaleza del agua. (ANA, 2018, p.28)

- **Manganeso:**

El manganeso es un metal relativamente común en las rocas y suelos, donde se presenta como óxidos e hidróxidos. Su evaluación es de gran importancia para controlar las concentraciones de diversos metales trazas existentes en los cuerpos de agua natural. Su elección de este parámetro es para comprobar que su presencia es netamente natural. (ANA, 2018, p.28)

- **Aluminio:**

...es el tercer elemento más abundante en la corteza terrestre. Forma parte de minerales, rocas y arcillas, por ello, su presencia en el agua es frecuente ya sea como sal soluble, coloide o en compuestos insolubles. El aluminio también penetra al agua como resultado de su empleo durante el tratamiento en el proceso de

floculación-coagulación. Proviene de la industria automotriz, de la fabricación de aviones y material eléctrico...

El agua potabilizada no debe contener más de 0.05 mg/L de Al, niveles superiores provocan la precipitación de coloides, tanto en los tanques de almacenamiento como en las tuberías de distribución y, por ende, su taponamiento. (Jiménez, 2005, p.49)

• **Boro:**

Su presencia en el agua se debe más a factores naturales que a descargas antropogénicas, aunque se encuentra en algunos detergentes, sobre todo industriales. En agua potable rara vez excede de 1 mg/L...

El boro en el agua se encuentra como anión borato. En agua de riego 2 mg/L son dañinos e incluso, 1 mg/L afecta a especies sensibles, como los cítricos. A pesar de ser un elemento esencial, concentraciones del orden de 30 mg/L tienen efectos fisiológicos sensibles, afectando al sistema nervioso central. (Jiménez, 2005, p.56)

**9. pH**

El pH en las cuencas hidrográficas donde escurren aguas naturales sin actividad antrópica, en cierta forma está determinado por la geología de la cuenca y se rige por los equilibrios dióxido de carbono-bicarbonato-carbonato. El pH en la mayoría de las aguas varía entre 6.5 a 8.5 (turbulencia y aireación).

La evolución química de muchos metales, su solubilidad del agua y biodisponibilidad están determinadas por el pH. Por tanto, es un parámetro de mucha importancia en la evaluación de la calidad del agua. (ANA, 2018, p.29)

“El pH del agua proviene de un equilibrio entra la disolución del dióxido de carbono y las rocas básicas (silicatos, aluminosilicatos, y carbonatos, sobre todo) en el agua” (Rodríguez y Marín, 1999, p.145)

#### **10. Sólidos Suspendidos Totales**

“Los sólidos suspendidos en el agua incrementan la turbiedad, aunque no hay relación universal, pues depende del tamaño y de la distribución de las partículas incrementadas” (Jiménez, 2005, p.194).

Su presencia en los cuerpos de agua natural se relaciona con los factores estacionales y regímenes de caudal y es afectado por la precipitación. Su concentración varía dependiendo del lugar, según la hidrodinámica del cauce, el suelo, la cubierta vegetal, el lecho, las rocas y actividades antrópicas como la agricultura, minería, entre otros. Su evaluación de la calidad del agua es de mucha utilidad, porque afecta la claridad del agua y la penetración de la luz, la temperatura y el proceso de la fotosíntesis. (ANA, 2018, p.29)

Los SST afectan las actividades agrícolas porque taponan el suelo debido a su retención en la superficie, disminuyen la infiltración e impiden la germinación de las semillas. La deposición de los SST en las hojas inhibe la actividad fotosintética, disminuye el crecimiento

y la comerciabilidad de los cultivos, tapa los aspersores y acelera el uso de los sistemas de riego. (Jiménez, 2005, p.194)

### **11. Fósforo**

Es un nutriente esencial para el desarrollo de la biota acuática, pero magnitudes superiores a sus requerimientos desencadena la eutrofización del agua. Su concentración en el agua dulce varía desde cifras inferiores a 5 µg/L en aguas limpias hasta 200 µg/L en aguas productivas. Wetzel (como se citó en Betancourt y Labaut, 2013, p.88)

El fósforo ingresa a las aguas superficiales por los vertimientos de saneamiento, es el segundo principal nutriente y responsable de eutrofización de los cuerpos de agua superficial.

Todos estos tipos de fósforo ingresan a las aguas naturales superficiales a través de vertidos residuales domésticos y por escorrentía de la actividad agrícola y debido a su capacidad como nutrientes, es la responsable del crecimiento de las algas en los cuerpos naturales de agua. (ANA, 2018, p.29)

### **12. Amoníaco**

El ion amonio se absorbe fuertemente en el material particulado y coloidal, especialmente en cuerpos de agua alcalinos, que contienen altas concentraciones de materia orgánica disuelta de naturaleza húmica. Aunque el  $(\text{NH}_4)^+$  constituye una buena fuente de nitrógeno para las plantas, muchas algas y micrófitos localizadas en ambientes

eutróficos crecen mucho mejor a expensas de nitrato, aun cuando se requiere que el nitrato sea reducido posteriormente a amoniaco...

Thurston et al. (Como se citó en Betancourt y Labaut, 2013, p.87)

La distribución del amonio en lagos y embalses varía en el espacio y el tiempo, en dependencia de su estado trófico, de los procesos de difusión, de la turbulencia inducida por el viento y por el movimiento de los organismos que viven en los sedimentos y del aporte que reciba desde la cuenca. Wetsel (Como se citó en Betancourt y Labaut, 2013, p.87)

### **13. Nitrógeno Total**

Su estudio es de gran importancia debido a los procesos vitales como nutrientes para las plantas, su aporte a las aguas naturales superficiales se debe a las aguas residuales domésticas sin tratamiento. Además, los vertidos ricos en nitrógeno pueden causar problemas de eutrofización y de nitrificación, con la consecuente concentración de nitratos y riesgos de contaminación para los usuarios que consumen estas aguas. Asimismo, es uno de los elementos esenciales para el crecimiento de las algas y, por otra, causa una demanda de oxígeno al ser oxidado por las bacterias nitrificantes, reduciendo los niveles de oxígeno disuelto. (ANA, 2018, p.30)

#### **14. Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH)**

Los PAH, constituyen un grupo variado de compuestos orgánicos que contienen dos o más anillos aromáticos condensados. La mayoría de los PAH llegan al medio ambiente por medio de la atmosfera procedentes de procesos de combustión y pirólisis. Dada su solubilidad baja y afinidad alta por las partículas, no se suelen encontrar en el agua en concentraciones significantes. A este grupo pertenece el benzopireno, antraceno y fluóratenos. (ANA, 2018, p.30)

#### **15. Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH)**

Es un compuesto muy insoluble en el agua y resulta muy tóxico para los organismos acuáticos. La presencia de este compuesto en el ambiente y en especial en el recurso hídrico, es debido a los accidentes, desde industrias o como productos secundarios a raíz de su uso comercial o privado.

Cuando hay derrames de TPH flotarán en al agua, formando una cepa delgada en la superficie. Otras fracciones más pesadas se acumularán en el sedimento del fondo, lo que puede afectar a peces y a otros organismos que se alimentan en el fondo. (ANA, 2018, p.30)

## **2.2.6. Índice de calidad de agua ICA-PE**

### **2.2.6.1. Estándares de Calidad Ambiental del Agua**

En el Perú se determina la calidad del agua de acuerdo a los parámetros y valores establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental para Agua (004-2017-MINAM).

... la aprobación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, con el objetivo de establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias, o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componentes básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni el ambiente. (ANA, 2018, p. 14).

Los estándares se aplican a todos los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural. En el año 2008 se aprueba el primer Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Agua mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM y posteriormente al año siguiente se aprueban las disposiciones complementarias mediante Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM. En diciembre de 2015 se establece la modificación de parámetros y valores mediante Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM y consecutivamente en el año 2017 se publica la nueva modificación de esta normativa mediante Decreto Supremo 004-2017-MINAM; esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA- Agua.

### **2.2.6.2. Clasificación de cuerpos de agua superficial**

La clasificación de los cuerpos de agua permite determinar la calidad del recurso hídrico mediante la aplicación de los ECA – Agua. La asignación de un tipo de cuerpo de agua, permite a los usuarios proteger, conservar y recuperar dicho recurso de acuerdo a la categoría que se le asigne o a la cual se ajusta de acuerdo a sus condiciones.

Las categorías establecidas según la Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA, Clasificación de los Cuerpos de Agua Superficiales Continentales, se describe en el ítem 2.1.2.3., además de esta, se desarrolla la clasificación de cuerpos de agua de forma más extensa y explícita en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Agua, lo cual se describen en el ítem 2.1.2.4.

### **2.2.6.3. Estado situacional de la calidad del agua superficial**

Según (ANA, 2018):

El crecimiento demográfico y las actividades económicas asentadas en las cuencas hidrográficas vienen afectando los recursos hídricos por el uso indiscriminado del agua, la producción y manejo inadecuado de residuos, aguas residuales y residuos sólidos y aquellos procedentes de pasivos ambientales, minería informal, entre otros; que, al ser dispuestos en los cuerpos de agua, alteran su calidad afectando los diferentes usos y afectando los ecosistemas acuáticos. (p.19).

Desde el año 2009 la Autoridad Nacional del Agua realiza monitoreos contantes dos o tres veces al año, ya que la concentración de contaminantes varía de acuerdo a la época del año. En los monitoreos realizados durante el 2012 al 2016, determinaron que los parámetros monitoreados, tales como: arsénico, aluminio, Plomo, manganeso, hierro, aceites y grasas, fosfatos, *Escherichia coli*, nitrógeno amoniacal, Coliformes Termotolerantes; superan frecuentemente los ECA – Agua.

#### **2.2.6.4.Índice de la Calidad de Agua (ICA)**

“Los Índices de Calidad de Agua (ICA), constituyen herramientas matemáticas que integran información de varios parámetros, permitiendo transformar grandes cantidades de datos en una escala única de medición de calidad del agua” (ANA, 2018, p.21).

La evaluación de la calidad de agua se realizaba normalmente mediante comparación de los valores obtenidos en un análisis con los valores establecidos en el ECA – Agua; es por ello, que se estableció una metodología que permite determinar la calidad del recurso analizado mediante fórmulas matemáticas.

Para determinar la calidad del agua se debe conocer las actividades antropogénicas alrededor del recurso natural analizado, se debe tener en claro cuáles son los parámetros a evaluar y en caso exista información base sobre monitoreos realizados anteriormente.

## 1. Calculo del Índice de Calidad de Agua (ICA – PE)

(ANA, 2018), describe el procedimiento a realizar para determinar el índice de calidad del agua, lo cual se describe a continuación:

Para la determinación del Índice de Calidad de Agua se aplica la formula canadiense, que comprende tres factores (alcance, frecuencia y amplitud), lo que resulta del cálculo matemático de un valor único (entre 0 y 100), que va representar y describir el estado de la calidad del agua de un punto de monitoreo, un curso de agua, un río o cuenca.

La definición y determinación de estos tres factores se describen a continuación:

**F1 – Alcance:** representa la cantidad de parámetros de la calidad que no cumplen los valores establecidos en la normativa, Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA – Agua) vigente, respecto al total de parámetros a evaluar.

$$F_1 = \frac{\text{Número de parámetros que no cumplen los ECA – Agua}}{\text{Número Total de parámetros a evaluar}}$$

**F2 – Frecuencia:** representa la cantidad de datos que no cumplen la normativa ambiental (ECA – Agua) respecto al total de datos de los parámetros a evaluar (datos que corresponden a los resultados de un mínimo de 4 monitoreos)

$$F_2 = \frac{\text{Número de parámetros que NO cumplen el ECA – Agua de los Datos Evaluados}}{(\text{Número Total de parámetros a evaluar})}$$

Donde:

Datos = Resultados de los monitoreos

**F3 – Amplitud:** es una medida de la desviación que existe en los datos, determinada por la suma normalizada de excedentes, es decir los excesos de todos los datos respecto al número total de datos.

$$F_3 = \frac{\text{Suma Normalizada de Excedentes}}{\text{Suma Normalizada de Excedentes} + 1} * 100$$

En donde, la Suma Normalizada de Excedentes (nse):

$$nse = \text{suma Normalizada de Excedentes} = \frac{\sum_i = \text{Excedente}_i}{\text{Total de Datos}}$$

EXCEDENTE, se da para cada parámetro, siendo el valor que representa la diferencia del valor ECA y el valor del dato respecto al valor del ECA – Agua.

**Caso 1:** Cuando el valor de concentración del parámetro supera al valor establecido en el ECA – Agua, el cálculo del excedente se realiza de la siguiente manera:

$$\text{Excedente}_i = \frac{\text{Valor del parámetro que no cumple el ECA – Agua}}{\text{Valor establecido del parámetro en ECA – Agua}} - 1$$

**Caso 2:** Cuando el valor de la concentración del parámetro es menor al valor establecido en el ECA – Agua, incumpliendo la condición señalada en el mismo, como ejemplo: el Oxígeno Disuelto (>4), pH (>6.5, <8.5), el cálculo del excedente se realiza de la siguiente manera:

$$Excedente_i = \frac{\text{Valor establecido del parámetro} \\ \text{el ECA - Agua}}{\text{Valor del parámetro que no cumple} \\ \text{el ECA - Agua}} - 1$$

Una vez obtenido el valor de los factores (F1, F2 y F3) se procede a realizar **el Cálculo del Índice de Calidad de Agua**, siendo este la diferencia de 100 y la raíz cuadrada del promedio de los cuadrados de los tres (03) factores, F1, F2 y F3; valor que se presenta en un rango de 100, como un ICA de excelente calidad a 0, como valor que representa un ICA de pésima calidad. Se expresa en la siguiente ecuación:

$$ICA - PE = 100 - \sqrt{\frac{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}{3}}$$

Para el desarrollo del cálculo del índice de calidad del agua, se empleó una aplicación en Microsoft Excel (Hoja de Cálculo, el cual se anexa en instrumentos), un macro donde se introduce los **Datos** y las fórmulas matemáticas para la obtención de los factores (F1, F2 y F3) y asimismo el valor del índice de calidad de agua, **ICA - PE**, es acumulado como resultado, el valor del índice se presenta como un número adimensional comprendido entre un rango, el cual permite establecer escalas en cinco rangos, que son niveles de sensibilidad que expresan y califican el estado de la calidad del agua, como **Pésimo, Malo, Regular, Bueno y Excelente**. (p.36)

**Cuadro 1** Interpretación de la Calificación ICA - PE

ICA- PE	Calificación	Interpretación
90 – 100	Excelente	La calidad del agua está protegida como ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados.
75 - 89	Bueno	La calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural del agua. Sin embargo, las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud.
45 - 74	Regular	La calidad del agua natural ocasionalmente es amenazada o dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos requieren tratamiento.
30 – 44	Malo	La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, frecuentemente las condiciones deseables están amenazadas o dañadas. Muchos de los usos necesitan tratamiento.
0 - 29	Pésimo	La calidad de agua no cumple con los objetivos de calidad, casi siempre está amenazada o dañada. Todos los usos necesitan previo tratamiento.

Fuente: (ANA, 2018)

## **2. Determinación del ICA-PE para un (01) monitoreo: de forma referencial y puntual**

El ICA-PE para un solo monitoreo será factible, mientras se presente como un indicador puntual, tanto en espacio y tiempo, es decir, la red de puntos de monitoreo y la fecha de realización del monitoreo. Esto permite obtener resultados que representan de forma resumida la calidad del agua, además esta técnica facilita los monitoreos de reconocimiento en zonas donde se realiza por primera vez, ya que facilitara los datos necesarios para identificar a que clasificación de tipo de cuerpo de agua se adapta.

Para este tipo de monitoreo, (ANA, 2018) detalla lo siguiente:

Siendo la aplicación para (01) monitoreo, y la data completa que corresponde a ese monitoreo, se tiene:

$$F_1 = F_2$$

$$F_1 = \frac{\text{Número de parámetros que no cumplen los ECA – Agua}}{\text{Número Total de parámetros a evaluar}}$$

$$F_2 = \frac{\text{Número de parámetros que no cumplen los ECA – Agua}}{\text{Número Total de parámetros a evaluar}}$$

$$F_1 = \frac{\text{Suma Normalizada de Excedentes}}{\text{Suma Normalizada de Excedentes} + 1} * 100$$

**Calculo del Índice de Calidad de Agua:** Viene dado por la raíz cuadrada del promedio de la suma de cuadrados de los (03) factores, F1, F2 y F3.

$$ICA - PE = 100 - \sqrt{\frac{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}{3}}$$

Como una aplicación referencial, la obtención de este ICA para un solo monitoreo, sigue siendo un numero adimensional comprendido entre 1 – 100, el cual permite establecer escalas en cinco rangos, los cuales ya se describieron anteriormente. (p.39)

### 2.2.7. El agua y la agricultura

“Las plantas para crecer y producir necesitan agua. La producción optima depende de que el abastecimiento de agua sea en cantidades y oportunidades adecuadas según las condiciones locales y el tipo de plantas” (Anónimo, 1999, p.2)

La agricultura es siempre el mayor usuario de todos los recursos hídricos todas en su conjunto... La agricultura absorbe alrededor del 70 por ciento del

consumo mundial, el uso doméstico un 10 por ciento y los usos industriales un 21 por ciento. (FAO, 2003, p.7)

En muchas zonas, sobre todo áridas, el agua de lluvia no es suficiente para abastecer el riego de grandes extensiones de terreno, además, dependiendo de la especie cultivada varía el requerimiento de agua; por lo tanto, se recurre a la técnica denominada irrigación, el cual consiste en abastecer de agua a los cultivos a través de canales. Esta técnica es válida y facilita la producción, pero en la actualidad se observa que muchas veces la calidad de esta agua no es óptima, por lo tanto, se debe realizar un monitoreo constante. Este tema se explica con mayor precisión en el siguiente ítem.

(Anónimo, 1999) refiere que:

Irrigación es el acto de abastecer el agua que necesitan las plantas cuando aquella que proviene directamente de las lluvias no es suficiente para que estas produzcan en forma rentable. Así, si la cantidad de agua requerida es de 4 000 m<sup>3</sup> por cosecha, la irrigación puede aportar desde cero hasta los 4 000 m<sup>3</sup> dependiendo de las condiciones del lugar. (p.4)

“... En la agricultura bajo riego cerca de la mitad del agua retirada – una cifra con considerables variaciones – es consumida por los procesos de evaporación y transpiración de las plantas superficiales húmedas” (FAO, 2003, p.7-8).

#### **2.2.7.1.El agua en las plantas**

“... Por cada gramo de materia orgánica producida por una planta, las raíces absorben aproximadamente 500 g de agua, que son transportados a

través del cuerpo de la planta y liberados en la atmosfera” Taiz y Zinger (como se citó en Moratiel, 2017, p. 6).

... El agua constituye la mayor parte de la masa de las células vegetales, entre el 80 y 95% de tejidos en crecimiento... Aunque las plantas producen intercambio de agua entre ellas y la atmosfera, las plantas disponen de varios mecanismos que las protegen de la deshidratación, permitiendo un adecuado contenido de agua en sus células. (Moratiel, 2017, p.6)

#### **2.2.7.2. La FAO sobre la gestión de la calidad del agua**

La reutilización de las aguas residuales municipales e industriales para el riego de los cultivos está muy difundido. Algunas de las aguas residuales son tratadas antes de ser reutilizadas, pero eso no ocurre en la mayor parte de los casos, lo cual causa serios daños ambientales y sanitarios... las concentraciones de metales pesados en los canales, en los sedimentos de los drenajes y en las muestras de suelos, así como el recuento de las bacterias Coliformes Fecales en los canales de drenajes a menudo excede las directrices de la OMS para calidad del agua. (FAO, 2003, p.42)

La Organización Panamericana de la Salud señaló que en 1998 menos del 14% de los 600 m<sup>3</sup> de aguas residuales domésticas colectadas en América Latina recibía algún tratamiento antes de ser dispuestas en ríos y mares, solo el 6% tenía un tratamiento aceptable. (Veliz, Llanes, Asela y Bataller, 2009, p.37)

La actividad agrícola ubicada en la periferia de las ciudades se ha visto seriamente afectada y en muchos casos, se ha optado por el uso de aguas residuales en el riego agrícola como única alternativa. Esto se revela en la existencia en la Región de más de 500 000 ha agrícolas irrigadas directamente con agua residual... Chile con 16 000 ha, Perú con 6 600 ha y Argentina con 3 700 ha, en otras regiones del mundo sobresale China con aproximadamente 1 300 000 ha agrícolas. (Veliz et al., 2009, p.37)

### **2.2.7.3. Calidad de agua para riego**

El agua para riego debe reunir las mismas condiciones que la empleada para la bebida, es decir, tiene que ser potable; solamente que no necesita estar limpia, sino que, por el contrario, será tanto mejor cuanto más cuerpo orgánico contenga en suspensión, porque generalmente estas partículas van a aumentar las propiedades físicas de las tierras, y aun en el caso de que las tierras no necesiten mejoradores, el limo de los ríos aumentara notablemente en fertilidad. (Ruiz, 2003, p.59)

Las aguas no potables, hasta cierto punto pueden ser admitidas para el riego, porque la tierra suele necesitar un exceso de sales para neutralizar propiedades opuestas, y aun es preciso proporcionarle esas substancias en las ocasiones en que escaseen. (Ruiz, 2003, p.59)

Para fines de este proyecto, solo se realizará el monitoreo de los parámetros biológicos (Coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* y Huevos de helmintos) considerados en el Estándar de Calidad Ambiental

para Agua (D.S. N° 004-2017-MINAM) y parámetros de campo (pH, conductividad eléctrica y temperatura). Cada uno de estos parámetros se explicaron el ítem 2.1.5.

### **2.3. Definiciones conceptuales**

#### **Laguna**

“Depósito de agua que abastece y es abastecido, cuyas características son iguales a las de los lagos, pero su profundidad menor a 10m” (MINAGRI Y ANA, 2018, p.20).

#### **Lagos**

“Depósito de agua más o menos considerable de agua dulce o salada, con conexión con el mar o sin ella, que no abastece ni es abastecido, o abastece sin ser abastecido sin abastecer y cuya profundidad es mayor a 10” (MINAGRI Y ANA, 2018, p.20).

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

“Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecido por el MINAM, fijan los valores máximos permitidos de contaminantes en el ambiente. El propósito es garantizar la conservación de la calidad ambiental mediante el uso de instrumentos de gestión ambiental sofisticados y de evaluación detallada...” (MINAM).

#### **Metales pesados**

“Los metales pesados son aquellos elementos químicos con una densidad superior a 6 g/cm<sup>3</sup>, aproximadamente. Prácticamente todos los metales de transición pueden considerarse metales pesados” (Doménech y Peral, 2006, p.120-121).

#### **FAO**

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).  
Es la agencia de las Naciones Unidas que lidera el esfuerzo internacional para poner

fin al hambre. Su objetivo es lograr la seguridad alimentaria para todos, y al mismo tiempo garantizar el acceso regular a los alimentos suficientes y de buena calidad para llevar una vida activa y sana. (Página web oficial de la FAO)

## **UNESCO**

Es la organización de la Naciones Unidas para la Educación, la ciencia y la Cultura. La UNESCO trata de establecer la paz mediante la cooperación internacional en materia de educación, ciencia y cultura. Los programas de la UNESCO contribuyen al logro de los objetivos de desarrollo sostenible. (Página web oficial de la UNESCO)

## **OMM**

Estas siglas significan: Organización Meteorológica Mundial. La OMM desempeña una función destacada en las actividades internaciones destinadas a vigilar y proteger el medio ambiente. La Organización alerta al mundo sobre el agotamiento de la capa de ozono, la variabilidad del clima y el cambio climático y sus efectos, así como sobre la disminución de los recursos hídricos y la calidad del aire y del agua. (Página web oficial de la OMM)

## **OMS**

“Las siglas significan: Organización Mundial de la Salud. Organismo de las Naciones Unidas especializado en gestionar políticas de prevención, promoción e intervención en salud a nivel mundial” (Página web oficial de la OMS).

## **UNEP**

“Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente. Es un organismo de la ONU que coordina sus actividades ambientales, ayudando a los países en desarrollo a aplicar políticas y prácticas ecológicamente racionales” (Página web oficial de la UNEP).

## **ONUUDI**

“Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. La ONUUDI fomenta la cooperación entre los países industrializados y los países en desarrollo para acelerar el desarrollo industrial, estimulando actividades de fomento de las inversiones y transferencia de tecnología” (Página web oficial de la ONUUDI).

### **2.4. Hipótesis**

#### **Hipótesis General**

H<sub>0</sub>: Los valores de los parámetros biológicos del agua para riego en el distrito de Conchamarca – Ambo, distritos San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, región Huánuco; superan los valores establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental para Agua.

H<sub>1</sub>: Los valores de los parámetros biológicos del agua para riego en el distrito de Conchamarca – Ambo, distritos San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, región Huánuco; no superan los valores establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental para Agua.

#### **Hipótesis Especificas**

- H<sub>0</sub>: Los microorganismos que alteran la calidad del agua para riego en el distrito de Conchamarca – Ambo, distritos San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, región Huánuco; son: Coliformes Termotolerantes, Escherichia coli y Huevos de Helmintos

H<sub>1</sub>: Los microorganismos que alteran la calidad del agua para riego en el distrito de Conchamarca – Ambo, distritos San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco,

región Huánuco; no son: Coliformes Termotolerantes, Escherichia coli y Huevos de Helmintos

- $H_0$ : Ninguna de las tres zonas evaluadas (distrito de Conchamarca – Ambo, distritos San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, región Huánuco) presenta calidad biológica del agua para riego de vegetales de acuerdo al Estándar de Calidad Ambiental para Agua.

$H_1$ : Al menos una de las tres zonas evaluadas (distrito de Conchamarca – Ambo, distritos San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, región Huánuco) presenta calidad biológica del agua para riego de vegetales de acuerdo al Estándar de Calidad Ambiental para Agua.

- $H_0$ : El Índice de Calidad de Agua analizado en cada zona es mayor a 75 (de bueno a excelente); en el distrito de Conchamarca – Ambo, distritos San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, región Huánuco.

$H_1$ : El Índice de calidad de calidad de agua analizado en cada zona es menor a 75 (regular, malo y pésimo); en el distrito de Conchamarca – Ambo, distritos San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, región Huánuco.

## 2.5. Variables

### 2.5.1. Variable X

Se denomina variable X (independiente) a los **parámetros biológicos** existentes en los cuerpos de agua a monitorear. Se considera como independiente a esta variable, ya que la existencia y/o inexistencia de esta determinará la calidad del recurso de acuerdo a la Categoría que se evalúa según el Estándar de Calidad Ambiental para Agua.

### 2.5.2. Variable Y

La variable Y (dependiente) es la **calidad biológica de agua para riego de vegetales**. Se denomina dependiente porque está en función de la variable X ( $f(x)$ ); la cual se alterará de acuerdo a los valores de la variable independiente, es decir, la calidad biológica del agua para riego de vegetales se determina de acuerdo a la concentración de microorganismos en un cuerpo de agua.

## 2.6. Operacionalización de variables (Dimensiones e Indicadores)

**TITULO:** DETERMINAR LOS PARÁMETROS BIOLÓGICOS DE AGUA PARA RIEGO DE VEGETALES SEGÚN NORMATIVA VIGENTE, EN EL DISTRITO CONCHAMARCA - AMBO, DISTRITOS SAN FRANCISCO DE CAYRAN Y AMARILIS – HUANUCO, REGION HUANUCO. OCTUBRE 2018 – FEBRERO 2019.

**TESISTA:** BERNARDO ROBLES, Julissa Jahel

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	AREAS DE ESTUDIO	NORMATIVA DE REFERENCIA	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES
Variable X PARÁMETROS BIOLÓGICOS	Entre los parámetros biológicos para determinar la calidad de agua se consideran tres: Coliformes termotolerantes, <i>Escherichia coli</i> y Huevos de Helmintos; en este parámetro solo se estudia aquellos organismos vivos que se desarrollan en el agua, los cuales deterioran la calidad del agua y representa un riesgo en sus diferentes usos posteriores.	Se analizará parámetros biológicos, para determinar la calidad biológica del agua para riego en las siguientes fuentes de agua:  • Río Paraccuencho, centro poblado San José de Paucar, distrito de Amarilis, provincia y región Huánuco.  • Río Osacocha, en el distrito de Conchamarca, provincia de Ambo y región Huánuco.  • Río Cayrán en el distrito de San Francisco de Cayrán, provincia y región Huánuco.	Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Estándar de Calidad Ambiental para Agua – Categoría 3, subcategoría D1.	Parámetro Microbiológico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coliformes termotolerantes</li> <li><i>Escherichia coli</i></li> </ul>	NMP/100ml
				Parámetro Parasitológico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Huevos de Helmintos</li> </ul>	Huevo/ L
Variable Y CALIDAD BIOLÓGICA DE AGUA PARA RIEGO DE VEGETALES	Según normativa vigente, el Estándar de Calidad Ambiental para Agua; la calidad de agua para riego es aquella fuente que presenta las condiciones óptimas para su uso sin representar riesgo alguno sobre la salud pública y ambiental. Calidad biológica del agua se refiere específicamente a la presencia o ausencia de patógenos biológicos.			Parámetros condicionantes para el desarrollo de microorganismos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Potencial de Hidrogeno (pH)</li> <li>Temperatura</li> <li>Conductividad</li> </ul>	Unidad de pH  °C μS/cm
				Parámetro Microbiológico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coliformes termotolerantes</li> <li><i>Escherichia coli</i></li> </ul>	NMP/100ml
				Parámetro Parasitológico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Huevos de Helmintos</li> </ul>	Huevo/ L

## CAPÍTULO III

### III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Enfoque de investigación

El investigador plantea un problema de investigación de estudio delimitado y concreto, por lo tanto, esta investigación es de enfoque cuantitativo; sobre este enfoque, Hernández, Fernandez y Baptista M. (2014) afirman: “El enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (p.4).

En todo el proceso de investigación, la recolección de datos sigue un orden determinado, mediante el cual se obtienen datos numéricos a través de análisis de laboratorio con la finalidad de determinar la cantidad de microorganismos en una muestra de agua y por ende su calidad, de acuerdo a normativa vigente.

#### 3.2. Alcance de la investigación

Hernández et al. (2014) afirma:

Los **estudios exploratorios** se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes. Es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que tan solo hay guías no investigadas e ideas vagamente relaciones con el problema de estudio, o bien, se desea indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas. (p.91)

Además, Hernández et al. (2014) detalla que los **estudios correlacionales**, permite al investigador conocer la relación o grado de asociación que existe entre las variables en una muestra. Para evaluar la relación entre estas variables se mide cada una de ellas, posteriormente se cuantifican, analizan y establecen vinculaciones.

Por lo tanto, esta investigación es de alcance **exploratorio - correlacional**, porque el problema de investigación es relativamente nuevo, ya que existe un mínimo de investigaciones al respecto y, en la población de estudio, solo se conoce una investigación; y, a su vez, se analizará la relación que existe entre la variable X (parámetros biológicos) y su relación, de tipo causal, con la variable Y (calidad biológica de agua para riego). Considerar ambos alcances le permitirá al investigador aportar datos numéricos sobre el fenómeno de estudio, la relación entre estos y su influencia en la variable dependiente; proporcionando evidencia para un estudio más completo.

### **3.3. Tipo de investigación**

Hernández et al. (2014) refiere que, para que una investigación se considere como **no experimental**, se debe realizar sin manipular deliberadamente la variable independiente, se estudian los fenómenos ya establecidos, sin realizar cambios o tratamientos; por lo tanto esta investigación es del tipo no experimental, ya que los fenómenos a estudiar ya existen y no es posible manipularlas; además no se tiene control directo sobre ellas, por ende el investigador solo realizará análisis de la variable independiente X (parámetros biológicos) y su influencia en la variable Y (calidad biológica del agua para riego)

Por lo expuesto líneas arriba, se concluye que el tipo de investigación es: **investigación no experimental**.

#### **3.3.1. Diseño de investigación**

El diseño de investigación considerado es: **investigación transeccional o transversal**, del cual se elige el tipo **correlacional - causal**. A partir de la información proporcionada por Hernández et al. El investigador determina que esta investigación se centra en el tipo **causal**. Asimismo, cabe mencionar que

según el autor el diseño de investigación del tipo **correlacional – causal**, van de la mano, ya que afirma que no se puede determinar causa y efecto sin una relación entre las variables. A continuación, se describen los argumentos para tomar esta decisión.

“Los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único... Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado...” (Hernández et al. 2014, p.154).

El investigador plantea la recolección de datos (principalmente muestras para su posterior análisis) en un momento único, para posteriormente determinar la causalidad existente entre la variable independiente X (parámetros biológicos) y la variable dependiente Y (calidad de agua para riego de vegetales).

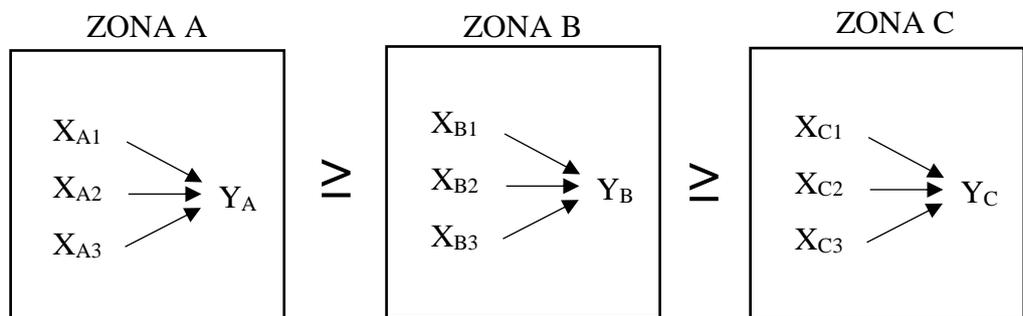
Hernández et al. (2014) menciona: “... los diseños correlacionales – causales pueden limitarse a establecer relaciones entre variables sin precisar sentido de causalidad o pretender analizar relaciones causales... cuando buscan evaluar vinculaciones causales, se basan en planteamientos e hipótesis causales” (p.157).

En todo estudio, la posible causalidad la establece el investigador de acuerdo con sus hipótesis, las cuales se fundamentan en la revisión de la literatura... para establecer un nexo causal: a) la o las variables independientes deben anteceder en tiempo a la o las dependientes, aunque sea por milésimas de segundo... b) debe existir covariación entre la o las variables independientes y dependientes; pero además: c) la causalidad

tiene que ser verosímil (la primera es causa de la segunda pero no a la inversa). (Hernández et al., 2014, p.158)

Al inicio de esta investigación no se pretendía establecer una relación de causa y efecto; pero al revisar bibliografía y antecedentes; se determinó que existe una relación causa – efecto entre la variable independiente X y la variable dependiente Y; es decir, a partir de los parámetros biológicos analizados, la obtención de resultados, se podrá establecer si el objeto de estudio (recurso hídrico) presenta calidad para riego de vegetales.

La relación causa - efecto se muestra a continuación:



**Donde:**

**Zona A:** Distrito de Conchamarca, provincia Ambo y región Huánuco.

**Zona B:** Distrito de San Francisco de Cayrán, provincia y región Huánuco.

**Zona C:** Centro poblado San José de Paucar, distrito de amarilis, provincia y región Huánuco.

**Donde:**

**X\*\*:** Variable independiente

**X\*1:** Coliformes termotolerantes

**X\*2:** *Escherichia coli*

**X\*3:** Huevos de Helmintos

**Y\*:** Variable dependiente

Se evaluará el efecto que tienen cada una de las sub variables independientes en la variable dependiente. Para determinar el efecto que tienen, se realizarán análisis de laboratorio a las variables  $X_{*1}$ ,  $X_{*2}$  y  $X_{*3}$ ; lo cual permitirá al investigador saber la concentración de cada uno de los patógenos biológicos por muestra.

El análisis muestral se realizará **ex situ**, pero la toma de muestra y medición de parámetros de campo se realizarán **in situ**. Se obtendrán (04) cuatro muestras por zona de muestreo y parámetro, obteniendo (12) doce muestras por parámetro y (36) treinta y seis muestras en total. La ubicación de las zonas de muestreo se detalla en el ítem 3.4. (universo, población y muestra).

#### **3.3.1.1. Plan de muestreo**

##### **Análisis de muestra**

El **análisis** se realizó en laboratorio certificado SGS del Perú S.A.C.

##### **Parámetros**

Los parámetros a analizar son los que se menciona en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, categoría 3, sub categoría D1: Riego de vegetales. A continuación, se observa un resumen de los parámetros de interés para este proyecto.

**Tabla 1.** *Parámetros a evaluar*

Parámetros	Unidad de medida	D1: riego de vegetales	
		Agua para riego no restringido <sup>(c)</sup>	Agua para riego restringido
<b>Parámetros de campo</b>			
<b>Conductividad</b>	( $\mu$ S/cm)	2 500	2 500
<b>Potencial de Hidrógeno (pH)</b>	Unidad de pH	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5
<b>Temperatura</b>	° C	$\Delta$ 3	$\Delta$ 3
<b>Parámetros biológicos</b>			
<b>Coliformes termotolerantes</b>	NMP/ 100ml	1 000	2 000
<b>Escherichia coli</b>	NMP/ 100ml	1 000	***
<b>Huevos de Helmintos</b>	Huevo/ L	1	1

FUENTE: Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

### Muestreo

El **muestreo** lo realizará el investigador de acuerdo al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA.

El agua a analizar es de ríos y riachuelos provenientes de una laguna en cada una de las zonas. Las muestras son de tipo **muestra simple o puntual**, es por ello que se obtienen (04) cuatro muestras.

<sup>(c)</sup> Para el riego de parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales, solo aplican los parámetros microbiológicos y parasitológicos del tipo no restringido.

<sup>^</sup> **3:** significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

El símbolo **\*\*** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta subcategoría.

### **Procedimiento para la toma de muestras**

1. El muestreador (en este caso el investigador) deberá colocarse las botas de jebe y los guantes descartables antes del inicio de la toma de muestras de agua.
2. Ubicarse en un punto medio o a un metro de la orilla, evitando aguas estancadas y poco profundas. En caso de difícil acceso, el muestreador obtendrá la muestra con un recipiente estéril y posteriormente llenará los envases adecuados.
3. Medir los parámetros de campo directamente en el río o tomando un volumen adecuado de agua en un balde limpio y evitar hacer remoción del sedimento.
4. Coger un recipiente y quitar la tapa y contratapa sin tocar la superficie interna del frasco.
5. Los frascos no se enjuagan, se colectan la muestra directamente. Coger la botella por debajo del cuello, sumergirla en dirección opuesta al flujo de agua.
6. Para muestras microbiológicas (muestra de estudio en esta investigación), dejar un espacio del 10% del volumen del recipiente para asegurar un adecuado suministro de oxígeno para las bacterias.
7. Evitar coleccionar suciedad, películas de la superficie o sedimentos del fondo.

## **Preservación, llenado de la cadena de custodia, almacenamiento, conservación y transporte de muestras**

Para parámetros biológicos, no se adiciona ningún preservante. Al momento de tomar la muestra se debe llenar la cadena de custodia, el cual será proporcionado por el laboratorio de análisis.

Los frascos deben almacenarse dentro de cajas térmicas (cooler de preferencia) de forma vertical para que no ocurran derrames ni se expongan a la luz del sol. Las muestras serán almacenadas con sistema de enfriamiento ( $5\pm 3$  °C), el refrigerante puede ser ice pack, hielo o similar.

Las muestras deben ser transportadas inmediatamente al laboratorio cumpliendo los tiempos de almacenamiento máximo de cada parámetro, para el transporte de las muestras se debe sellar la caja térmica de forma que asegure la integridad de las muestras.

**Tabla 2** Conservación y preservación de la muestra

<b>Parámetros</b>	<b>Tipo de recipiente</b>	<b>Condiciones de preservación y almacenamiento</b>	<b>Tiempo máximo de almacenamiento</b>
<b>Coliformes termotolerantes</b>	Vidrio estéril	Dejar espacio para aireación y mezcla de 1/3 del frasco de muestreo.	24 horas
<b>Escherichia coli</b>		Almacenar a $\leq 6$ °C y en oscuridad.	
<b>Huevos de Helmintos</b>			

FUENTE: Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.

Posterior al monitoreo y la obtención de resultados, se procederá a determinar el Índice de Calidad de Agua (ICA), el cual se detalla en el ítem 2.1.3.; así mismo, los resultados se anexan al final de este documento.

### 3.4. Población y muestra

Esta investigación se realizó en la provincia de Ambo y Huánuco, departamento Huánuco, en tres distritos diferentes, los cuales fueron: Conchamarca, San Francisco de Cayrán y Amarilis.

Se consideró como **universo** de investigación los **recursos hídricos** destinados al riego de vegetales en el departamento de Huánuco, del cual se determinó la población y muestra. Además, para fines de esta investigación, el único componente de interés es el agua utilizado para riego de vegetales.

La **Población**, son los recursos hídricos (río, riachuelo, acequias) destinados al riego de vegetales en la provincia de Huánuco.

#### Muestra

Posterior a una averiguación en los diferentes expendedores de vegetales, se concluye que estas provienen de:

- Distrito de Conchamarca, provincia de Ambo y región Huánuco (Zona A) – Río Osacocha. A continuación, se muestran las coordenadas UTM de los puntos de monitoreo. (Ver ANEXO VI)

N°	Punto de monitoreo	Coordenadas UTM	
		Este	Norte
1	PMA.1	372491	8889812
2	PMA.2	371179	8891088
3	PMA.3	368683	8891012
4	PMA.4	366336	8890588

- Distrito de San Francisco de Cayrán, provincia y región Huánuco. (Zona B) – Río Cayrán. (Ver ANEXO VI)

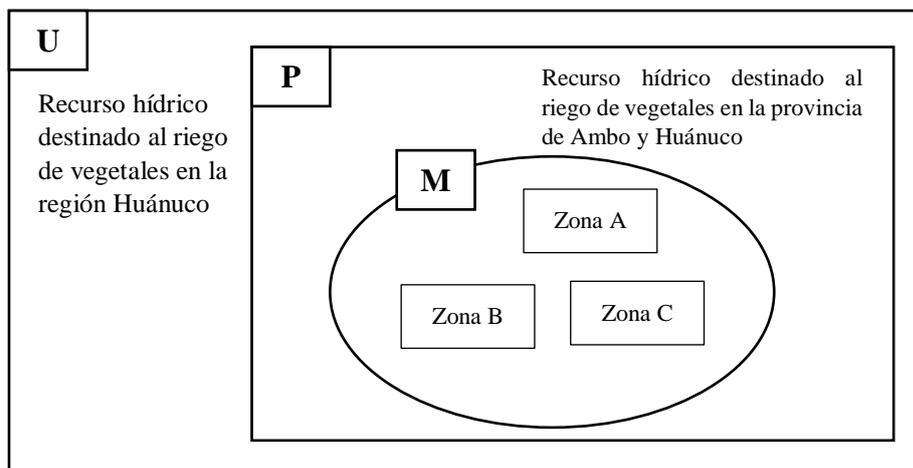
N°	Punto de monitoreo	Coordenadas UTM	
		Este	Norte
1	PMB.1	353972	8896222
2	PMB.2	355163	8895949
3	PMB.3	356318	8895938
4	PMB.4	358288	8895233

- Centro poblado San José de Paucar, distrito de Amarilis, provincia y región Huánuco. (Zona C) – Río Paraccuencho. (Ver ANEXO VI)

N°	Punto de monitoreo	Coordenadas UTM	
		Este	Norte
1	PMC.1	373738	8898677
2	PMC.2	372618	8900522
3	PMC.3	371991	8901695
4	PMC.4	370035	8902256

Estas tres zonas tienen en común que el agua de riego proviene de una laguna, la cual, a través de quebradas y riachuelos llegan al área de producción o pasan por zonas cercanas a esta; en algunos casos, los agricultores construyeron canales de irrigación para disponer de este recurso directamente en sus áreas de cultivo. Por tal razón, se tomaron cuatro muestras en cada zona, teniendo en cuenta las divisiones del recurso, áreas extensas de cultivo y poblaciones aledañas.

La muestra elegida es del tipo **no probabilístico**, ya que la elección de esta se realizó de acuerdo a las características y necesidades de la investigación. Para elegir la muestra, no se utilizó fórmulas de probabilidad, sino que se basa estrictamente en la decisión del investigador.



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

#### 3.5.1. Para la recolección de datos

##### 3.5.1.1. Técnicas

###### Muestreo

Para determinar la concentración de contaminantes biológicos, se realizó análisis de laboratorio de las muestras en investigación; para lo cual previamente se realizó un muestreo, el cual se explica detalladamente en el ítem 3.3.1.1., durante el muestreo, se llenó la **cadena de custodia** y se etiquetó las muestras. Además, se completó el **registro de datos en campo**, cada una de estas anexadas al final de este documento.

###### Análisis de contenido cuantitativo

“Es una técnica para estudiar cualquier tipo de comunicación de una manera objetiva y sistemática que cuantifica los mensajes o contenidos en categorías y subcategorías, y los somete a análisis estadístico” (Hernández et al. 2014, p.251). Esta técnica se aplica básicamente para procesar los datos obtenidos en laboratorio, los

cuales fueron entregados al investigador por el laboratorio encargado del análisis (SGS del Perú SAC).

Además, se realizó el cálculo del Índice de Calidad de Agua, el cual se halló mediante fórmulas matemáticas; estos datos se registraron en un cuadro Excel y al finalizar el procesamiento, se determinó el ICA de acuerdo al rango en el que se encasilla la respuesta, el rango es de 100 – 0 (siendo el máximo, Excelente y el mínimo, Pésimo). El cuadro Excel se puede visualizar en anexos.

### **Recolección de datos secundarios**

Hernández et al. (2014) menciona que esta técnica se emplea para obtener datos de registros, archivos y/o documentos de instituciones publica o privadas, de acuerdo al interés del investigador. Esta técnica se empleará para obtener datos complementarios a la investigación, los cuales le permitieron al investigador describir cual es el efecto de la calidad de agua para riego de vegetales en la inocuidad de las especies cultivadas con dicho recurso o la incidencia en problemas de salud.

### **Instrumentos mecánicos o electrónicos**

De acuerdo con Hernández et al. (2014), se considera esta técnica ya que muchas investigaciones requieren del empleo de aparatos electrónicos. En el caso de esta investigación se empleó un equipo Multiparámetro, el cual permitió al investigador determinar los datos de campo, tales como: pH, conductividad y temperatura.

### 3.5.1.2. Instrumentos

Los instrumentos necesarios para la recopilación y el procesamiento de datos, fueron los siguientes:

- Registros de datos en campo. ANEXO V.1.
- Etiquetas para muestra de agua. ANEXO V.2.
- Fichas de identificación de los puntos de monitoreo. ANEXO V.3.
- Cadena de Custodia para Monitoreo de Agua. ANEXO V.4.
- Ficha de datos generales por punto según parámetro. ANEXO V.5.

Cada uno de los formatos mencionados líneas arriba, se anexa al final de este documento.

## 3.5.2. Para la presentación de datos

### 3.5.2.1. Técnicas

Las técnicas empleadas para el procesamiento de datos fueron **tabulación de resultados**, esta técnica consiste en recopilar toda información obtenida en el proceso de investigación en tablas de doble entrada; y **organizadores visuales**, los cuales facilitan la observación de resultados a través de gráficos. Estas técnicas facilitan al investigador y al receptor diversificar y concebir los datos presentados con mayor facilidad. La generación de estos instrumentos se realizó a través de paquetes estadísticos, los cuales se describen en el ítem 3.5.3.

### 3.5.2.2. Instrumentos

Los instrumentos empleados en las técnicas antes mencionadas se indican a continuación:

- Tablas de doble entrada, las cuales identifican el parámetro, unidades, puntos de monitoreo por zona y los valores obtenidos de cada uno de los parámetros.
- Histogramas, lo cual es la representación de los valores de cada parámetro a través de barras verticales. Este instrumento facilitó la organización visual de los resultados por parámetro, además de la agrupación de todos los parámetros en una gráfica para identificar fácilmente la variabilidad de los resultados.

### 3.5.3. Para el análisis e interpretación de los datos

#### 3.5.3.1. Técnicas

La técnica empleada para el análisis e interpretación de datos **son paquetes estadísticos**. Una vez que los datos fueron agrupados en tablas, se procedió al análisis de los datos a través de paquetes estadísticos para ordenadores, los cuales realizaron el proceso de cálculo de acuerdo a los datos muestrales que se obtuvieron en el proceso de investigación. Al emplear paquetes estadísticos el procesamiento de datos y la prueba de hipótesis se basa en el análisis del investigador a partir de los resultados obtenidos de los programas computacionales.

### 3.5.3.2. Instrumentos

Los instrumentos aplicados para calcular las medidas de tendencia central, las medidas de variabilidad y realizar la prueba de hipótesis fueron:

**SPSS (Statistical Package for the Social Sciences o Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales)**. Este paquete estadístico contiene todos los análisis estadísticos necesarios para realizar una prueba de hipótesis. Para realizar la prueba de hipótesis en esta investigación, se empleó el estadístico de prueba **t-Student**. La decisión de elegir el mencionado estadístico se basa en el número de muestras ( $n \leq 30$ ), y se realiza una **prueba de hipótesis para la media de una población con varianza  $\sigma^2$  desconocida**, ya que los valores mencionados en el Estándar de Calidad Ambiental para Agua, se considera como la media poblacional y a partir de los valores obtenidos en el monitoreo se halla la media muestral.

**Excel**. A través de este programa se calculó la media muestral, facilitó la generación de gráficos visuales y se determinó el Índice de Calidad de Agua.

## CAPÍTULO IV

### IV. RESULTADOS

#### 4.1. Procesamiento descriptivo de datos biológicos de acuerdo a la zona

Los datos considerados en los cuadros a continuación, además de los valores de pH, temperatura y conductividad, se pueden observar en el ANEXO V.4. y V.5.

##### 4.1.1. ZONA A – Río Osacochoa

Este recurso hídrico se encuentra en el distrito Conchamarca, provincia Ambo y región Huánuco. Los puntos de monitoreo se ubican entre los centros poblados Yaurín y Conchamarca.

##### Resultados cuantitativos de cada uno de los parámetros biológicos en los puntos de monitoreo

Las coordenadas UTM de cada uno de los puntos de monitoreo se mencionan en el ítem 3.4 (muestra).

**Tabla 3** Cuadro comparativo de la concentración de Coliformes Termotolerantes

Puntos de monitoreo	Unidades	Valor ECA <sup>(i)</sup>	Resultado de laboratorio
PMA.1	NMP/100ml	1000	4.5
PMA.2	NMP/100ml	1000	7.8
PMA.3	NMP/100ml	1000	33
PMA.4	NMP/100ml	1000	79

(i) El valor que se considera en esta columna, se toma como referencia del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Estándar de Calidad Ambiental para Agua, categoría 3 – Riego de vegetales.

**Tabla 4** Cuadro comparativo de la concentración de *Escherichia coli*

<b>Puntos de monitoreo</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valor ECA<sup>(i)</sup></b>	<b>Resultado de laboratorio</b>
PMA.1	NMP/100ml	1000	< 1.8
PMA.2	NMP/100ml	1000	< 1.8
PMA.3	NMP/100ml	1000	4.5
PMA.4	NMP/100ml	1000	6.8

(i) El valor que se considera en esta columna, se toma como referencia del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Estándar de Calidad Ambiental para Agua, categoría 3 – Riego de vegetales.

**Tabla 5** Cuadro comparativo de la concentración de Huevos de Helmintos

<b>Puntos de monitoreo</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valor ECA<sup>(i)</sup></b>	<b>Resultado de laboratorio</b>
PMA.1	Huevo/ L	1	0
PMA.2	Huevo/ L	1	0
PMA.3	Huevo/ L	1	0
PMA.4	Huevo/ L	1	0

(i) El valor que se considera en esta columna, se toma como referencia del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Estándar de Calidad Ambiental para Agua, categoría 3 – Riego de vegetales.

#### **4.1.2.ZONA B – Río Parara**

Esta área de evaluación abarca el centro poblado Parara, distrito San Francisco de Cayrán, provincia y región Huánuco.

#### **Resultados cuantitativos de cada uno de los parámetros biológicos en los puntos de monitoreo**

Las coordenadas UTM de cada uno de los puntos de monitoreo se mencionan en el ítem 3.4 (muestra).

**Tabla 6** Cuadro comparativo de la concentración de Coliformes Termotolerantes.

Puntos de monitoreo	Unidades	Valor ECA <sup>(i)</sup>	Resultado de laboratorio
PMA.1	NMP/100ml	1000	6.8
PMA.2	NMP/100ml	1000	7.8
PMA.3	NMP/100ml	1000	4.5
PMA.4	NMP/100ml	1000	4.5

(i) El valor que se considera en esta columna, se toma como referencia del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Estándar de Calidad Ambiental para Agua, categoría 3 – Riego de vegetales.

**Tabla 7** Cuadro comparativo de la concentración de *Escherichia coli*

Puntos de monitoreo	Unidades	Valor ECA <sup>(i)</sup>	Resultado de laboratorio
PMA.1	NMP/100ml	1000	1.8
PMA.2	NMP/100ml	1000	< 1.8
PMA.3	NMP/100ml	1000	< 1.8
PMA.4	NMP/100ml	1000	< 1.8

(i) El valor que se considera en esta columna, se toma como referencia del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Estándar de Calidad Ambiental para Agua, categoría 3 – Riego de vegetales.

**Tabla 8** Cuadro comparativo de la concentración de Huevos de Helmintos

Puntos de monitoreo	Unidades	Valor ECA <sup>(i)</sup>	Resultado de laboratorio
PMB.1	Huevo/ L	1	0
PMB.2	Huevo/ L	1	0
PMB.3	Huevo/ L	1	0
PMB.4	Huevo/ L	1	0

(i) El valor que se considera en esta columna, se toma como referencia del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Estándar de Calidad Ambiental para Agua, categoría 3 – Riego de vegetales.

En cada uno de los puntos y parámetros evaluados en esta zona, se observa que los resultados de laboratorio no superan el valor establecido en el ECA – Agua; sin embargo, se debe mencionar que este valor se evalúa para el agua de

riego de vegetales y asimismo para bebida de animales, lo cual no se evalúa en esta investigación; pero si por el contrario se realizara la evaluación de parámetros para la Categoría 1. Consumo poblacional, estos valores superan considerablemente el valor establecido.

El investigador considera importante mencionar sobre la Categoría 1 – Consumo poblacional; ya que la población del centro poblado Ascensión de Parara consume esta agua directamente de la fuente sin tratamiento alguno.

#### **4.1.3.ZONA C – Río Paraccuencho**

Esta quebrada comprende los caseríos Shismay, Paucar y Pariapampa, distrito San José de Paucar, provincia y región Huánuco; dentro de los cuales se ubican los puntos de monitoreo. Así mismo, se debe resaltar el punto PMC.4 no forma parte del río principal (río Paraccuencho), sino de un contribuyente menor, se decidió tomar muestras de este cuerpo de agua debido a que la población lava los vegetales cultivados en esta fuente.

#### **Resultados cuantitativos de cada uno de los parámetros biológicos en los puntos de monitoreo**

Las coordenadas UTM de cada uno de los puntos de monitoreo se mencionan en el ítem 3.4 (muestra).

Para el parámetro de Coliformes Termotolerantes, se observa que (02) dos puntos de (04) cuatro evaluados superan el valor establecido en el ECA-Agua, este análisis se realiza para la Categoría 3 – Riego de vegetales y bebida de animales, en esta investigación solo se realiza el análisis para riego de vegetales, específicamente para vegetales de tallos corto, para los cuales los parámetros son más estrictos. Asimismo, se debe acotar que en caso de la Categoría 1 – Consumo Poblacional el agua supera considerablemente el valor establecido;

pero al realizar el monitoreo se pudo observar que la población no consume agua de esta fuente.

**Tabla 9** Cuadro comparativo de la concentración de Coliformes

Termotolerantes

Puntos de monitoreo	Unidades	Valor ECA <sup>(i)</sup>	Resultado de laboratorio
PMB.1	NMP/100ml	1000	< 1.8
PMB.2	NMP/100ml	1000	1600
PMB.3	NMP/100ml	1000	2400
PMB.4	NMP/100ml	1000	170

(i) El valor que se considera en esta columna, se toma como referencia del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Estándar de Calidad Ambiental para Agua, categoría 3 – Riego de vegetales.

En el caso de este parámetro se observa que los resultados facilitados por el laboratorio no supera el valor establecido en el ECA – Agua, por lo tanto, se presume calidad respecto a este parámetro y solo en caso de la Categoría 3 – Riego de vegetales y bebida de animales.

**Tabla 10** Cuadro comparativo de la concentración de *Escherichia coli*

Puntos de monitoreo	Unidades	Valor ECA <sup>(i)</sup>	Resultado de laboratorio
PMB.1	NMP/100ml	1000	< 1.8
PMB.2	NMP/100ml	1000	49
PMB.3	NMP/100ml	1000	79
PMB.4	NMP/100ml	1000	21

(i) El valor que se considera en esta columna, se toma como referencia del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Estándar de Calidad Ambiental para Agua, categoría 3 – Riego de vegetales.

**Tabla 11** Cuadro comparativo de la concentración de Huevos de Helmintos

<b>Puntos de monitoreo</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valor ECA<sup>(i)</sup></b>	<b>Resultado de laboratorio</b>
PMC.1	Huevo/ L	1	0
PMC.2	Huevo/ L	1	0
PMC.3	Huevo/ L	1	0
PMC.4	Huevo/ L	1	0

(i) El valor que se considera en esta columna, se toma como referencia del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Estándar de Calidad Ambiental para Agua, categoría 3 – Riego de vegetales.

Se debe resaltar que en el cuerpo de agua evaluado no se registra presencia de este microorganismo en ninguno de los puntos evaluados, lo cual le otorga calidad al recurso respecto a este parámetro sin importar la categoría que se evalué; pero se debe tener en cuenta que el monitoreo realizado por el investigador el puntual, por ende, no se asegura en su totalidad que en otra estación del año los resultados sean los mismos.

#### **4.2. Procesamiento gráfico de datos biológicos de acuerdo a la zona**

Los datos considerados en los gráficos a continuación se pueden observar en el ANEXO IV.4. En esta parte del informe se muestran resultados gráficos de acuerdo a los parámetros evaluados considerando todos los puntos de cada una de las tres zonas.

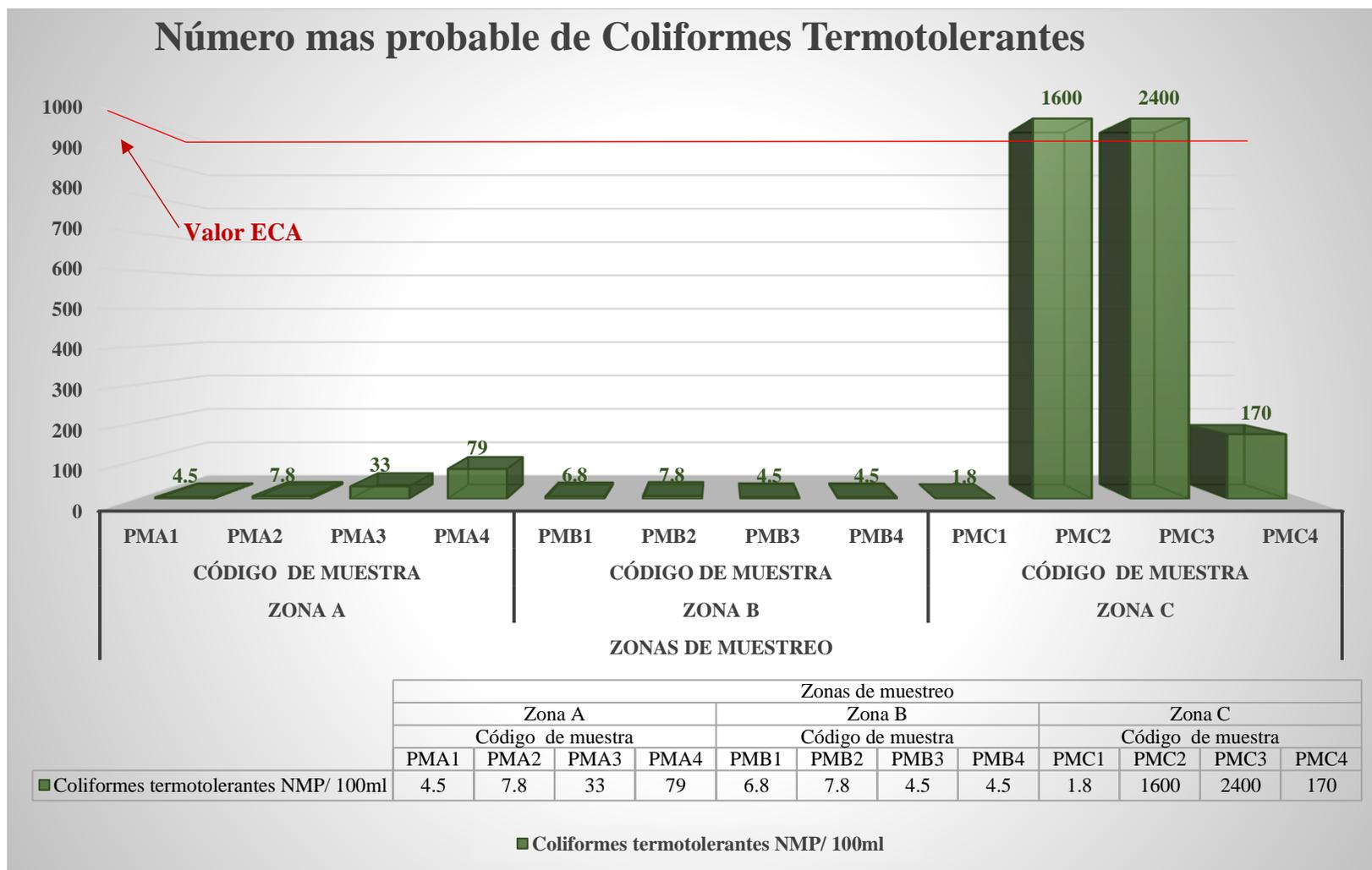
##### **4.2.1. Coliformes Termotolerantes**

En la gráfica a continuación se puede observar que este parámetro supera el valor establecido en el Estándar de Calidad Ambiental para Agua, pero esto no se da en todas las zonas, solamente en el centro poblado de San José de Paucar (Zona C); el recurso analizado en esta zona proviene de lagunas en las partes altas del centro poblado, principalmente de la laguna Manca Pozo.

Se puede apreciar que el punto PMC.2 y PMC.3 son los que superan el estándar. A inmediaciones de esta área, se encuentran los caseríos de Shismay,

Malconga y San José de Paucar; por lo tanto, se presume que estos contaminantes provienen de las aguas negras de la población, ya que muchos tienen sus letrinas y/o servicios higiénicos conectados directamente al río.

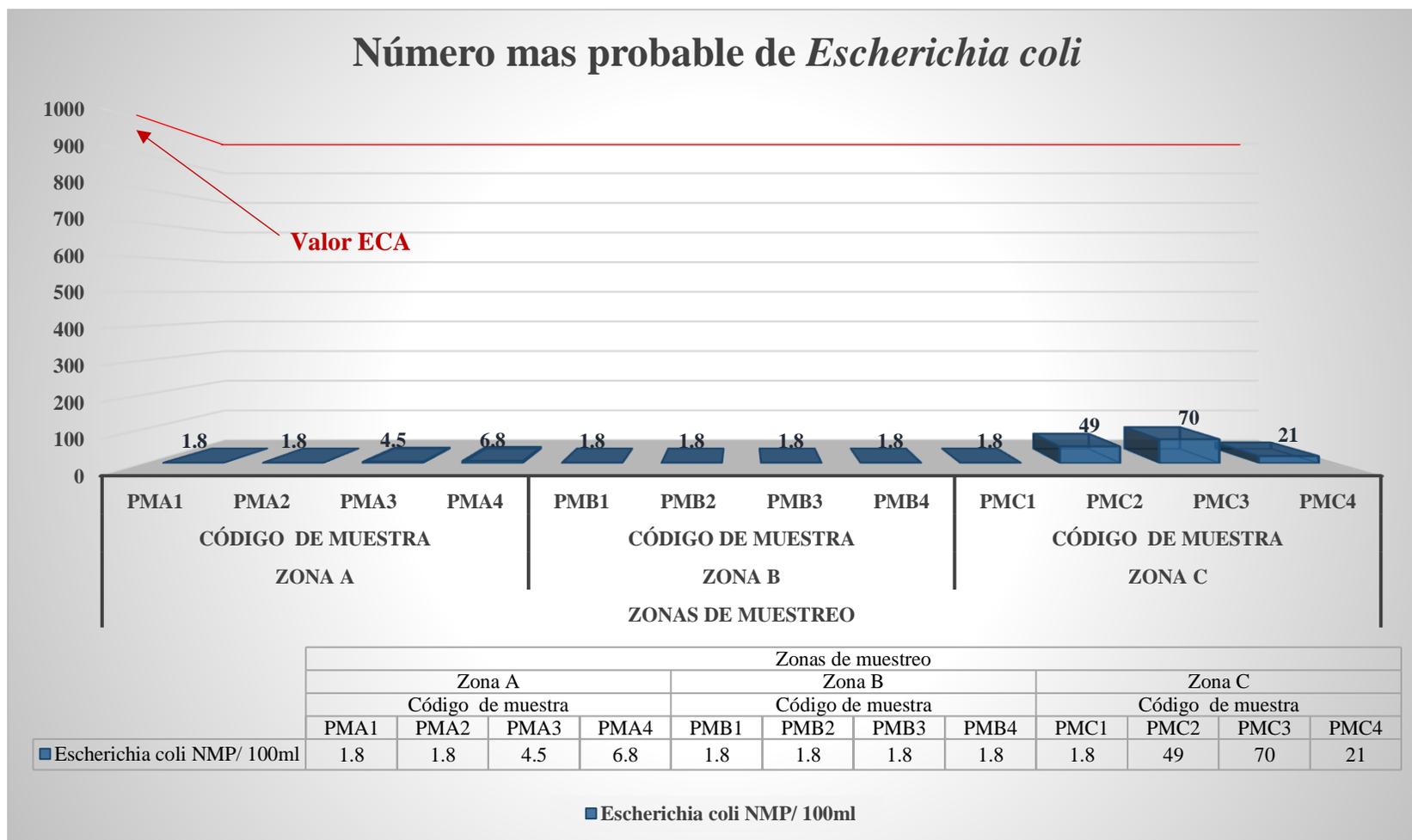
A diferencia de esta zona y/o puntos, todos los demás puntos evaluados cumplen con el estándar en cuanto a riego de vegetales se refiere; mas no para consumo humano, sobre todo si es sin previo tratamiento.



Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 1** Comparación visual de la concentración de Coliformes Termotolerantes

#### 4.2.2. *Escherichia coli*



Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 2** Comparación visual de la concentración de *Escherichia coli*

Este parámetro no supera en ninguna de las tres zonas el valor establecido en el Estándar de Calidad Ambiental de Agua, Categoría 3 – Riego de vegetales, pero al igual que en el parámetro anterior, el valor de este parámetro es alto en la zona C (Río Paraccuencho), sobre todo en los puntos PMC.2 y PMC.3.

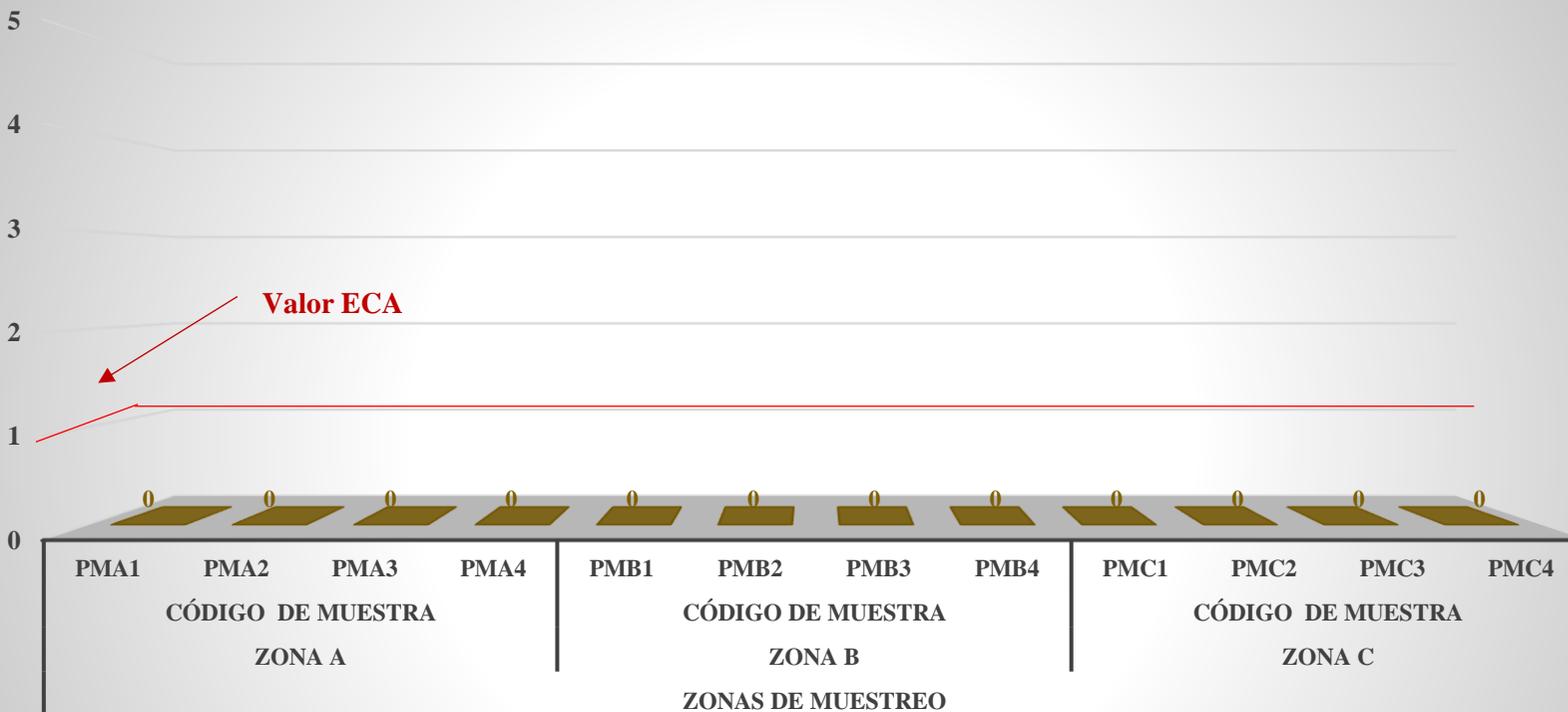
#### **4.2.3. Huevos de Helmintos**

De acuerdo a los resultados proporcionados por el laboratorio se determinó la inexistencia de este contaminante en los cuerpos de agua. En cada uno de los puntos se obtuvo una muestra cuadruplicada para asegurar la veracidad del resultado.

En el Gráfico 4, se presenta un consolidado gráfico de cada uno de los parámetros evaluados, el cual nos permite visualizar y comparar los datos por parámetro y zona

monitoreada. A través de barras graficas podemos observar que el parámetro con altos valores es Coliformes Termotolerantes. Los valores altos se presentan en la zona A y C, por lo tanto, se sabe que la calidad de estas fuentes de agua se está deteriorando con las actividades humanas. Asimismo, se debe añadir que la zona B (río Parara) presenta concentración biológica mínima en cada uno de los puntos. Y por último se debe resaltar la inexistencia de Huevos de Helmintos a través de las fuentes de agua.

## Número mas probable de Huevos de Helmintos



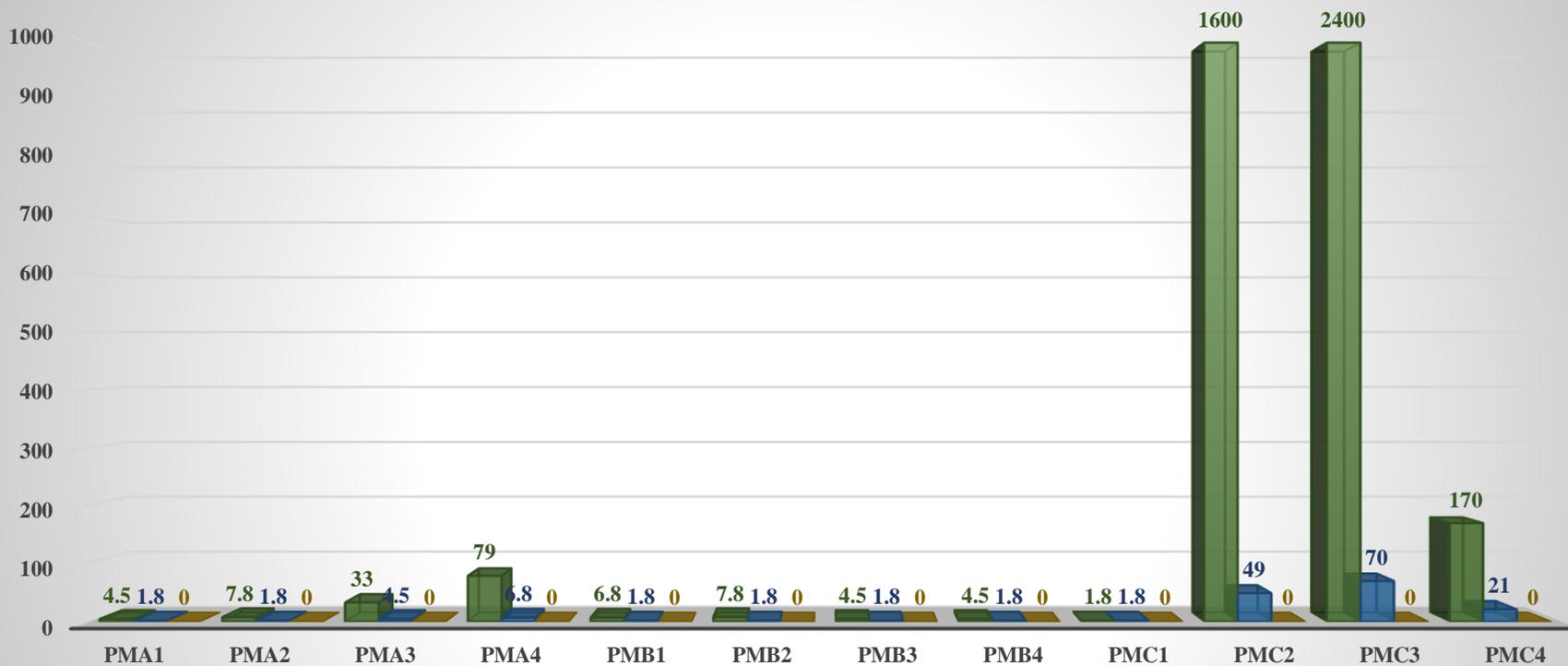
■ Huevos de Helmintos Huevo/ L	Zonas de muestreo											
	Zona A				Zona B				Zona C			
	Código de muestra				Código de muestra				Código de muestra			
	PMA1	PMA2	PMA3	PMA4	PMB1	PMB2	PMB3	PMB4	PMC1	PMC2	PMC3	PMC4
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

■ Huevos de Helmintos Huevo/ L

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 3** Comparación visual de la concentración de Huevos de Helmintos

## Parámetros biológicos



	PMA1	PMA2	PMA3	PMA4	PMB1	PMB2	PMB3	PMB4	PMC1	PMC2	PMC3	PMC4
■ Coliformes termotolerantes NMP/ 100ml	4.5	7.8	33	79	6.8	7.8	4.5	4.5	1.8	1600	2400	170
■ Escherichia coli NMP/ 100ml	1.8	1.8	4.5	6.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	49	70	21
■ Huevos de Helmintos Huevo/ L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

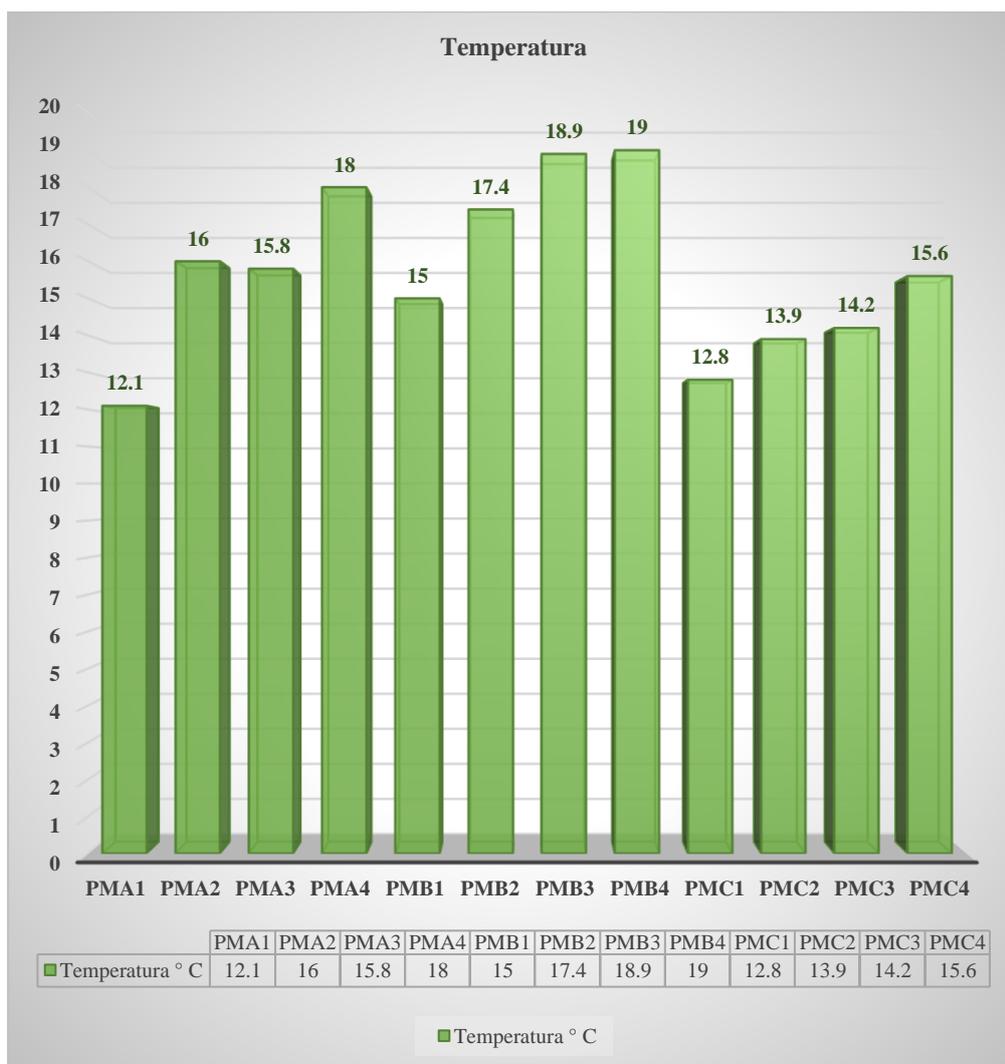
■ Coliformes termotolerantes NMP/ 100ml    ■ Escherichia coli NMP/ 100ml    ■ Huevos de Helmintos Huevo/ L

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 4** Comparación visual de la concentración de parámetros biológicos

Asimismo, en esta parte del informe final, se considera el valor de los parámetros determinados en campo (temperatura, pH y conductividad); esto no se incluye para determinar la calidad biológica de los cuerpos de agua, pero si es necesario para determinar el Índice de Calidad de Agua, según la Metodología para la Determinación del Índice de Calidad de Agua ICA – PE Aplicado a los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales.

#### 4.2.4. Temperatura



Fuente: Elaboración propia

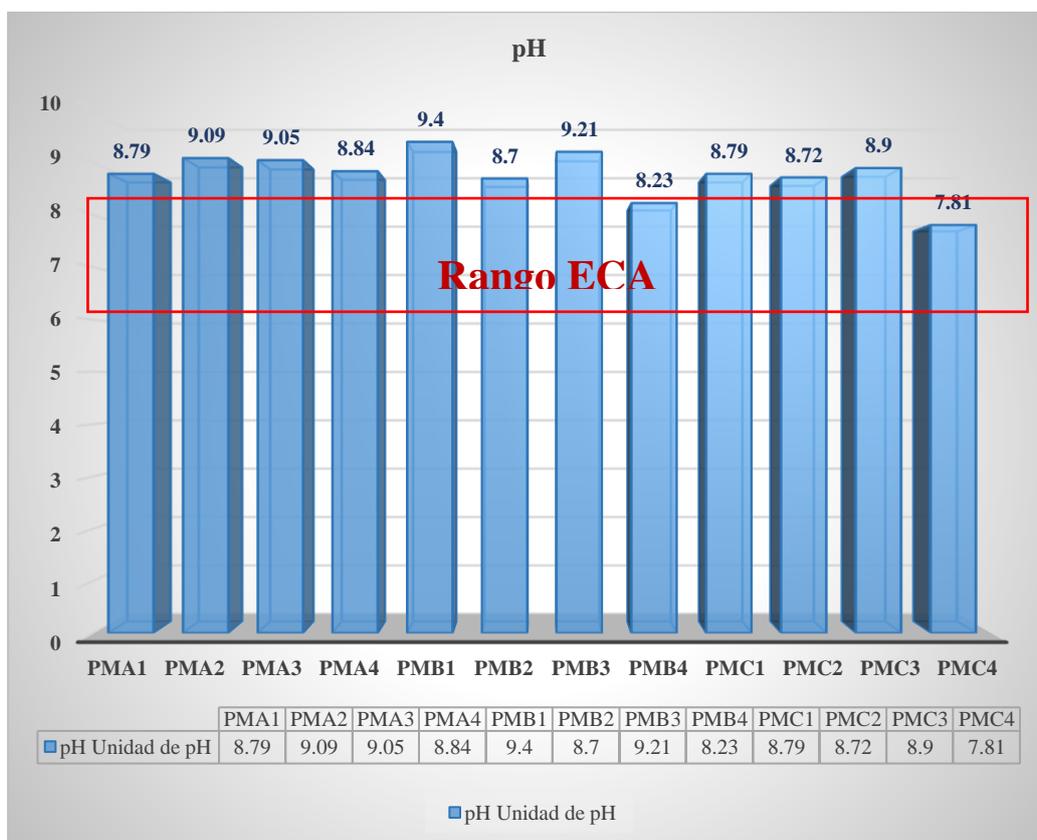
**Gráfico 5** Comparación visual del valor de temperatura

Este parámetro no tiene un estándar fijo ya que el valor debe ser la variante del promedio anual de temperatura en cada una de las tres zonas en 3 °C, y como

el monitoreo se realiza en diferentes pisos altitudinales, se sabe que la temperatura varía de menor a mayor en cada uno de los puntos; además en los monitoreos se observó que a través del recorrido de estas fuentes de agua no existe descarga de efluentes, provenientes de procesos que puedan alterar la temperatura.

#### 4.2.5. pH

Este es uno de los parámetros en el cual se registra que el rango establecido en el Estándar de Calidad Ambiental para Agua no cumple en prácticamente todos los puntos de monitoreo. Los resultados arrojan que el pH de cada punto de monitoreo está de clasificación alcalina, lo cual indica de acuerdo a la observación visual y los resultados que estos cuerpos de agua tienen presencia de detergentes.

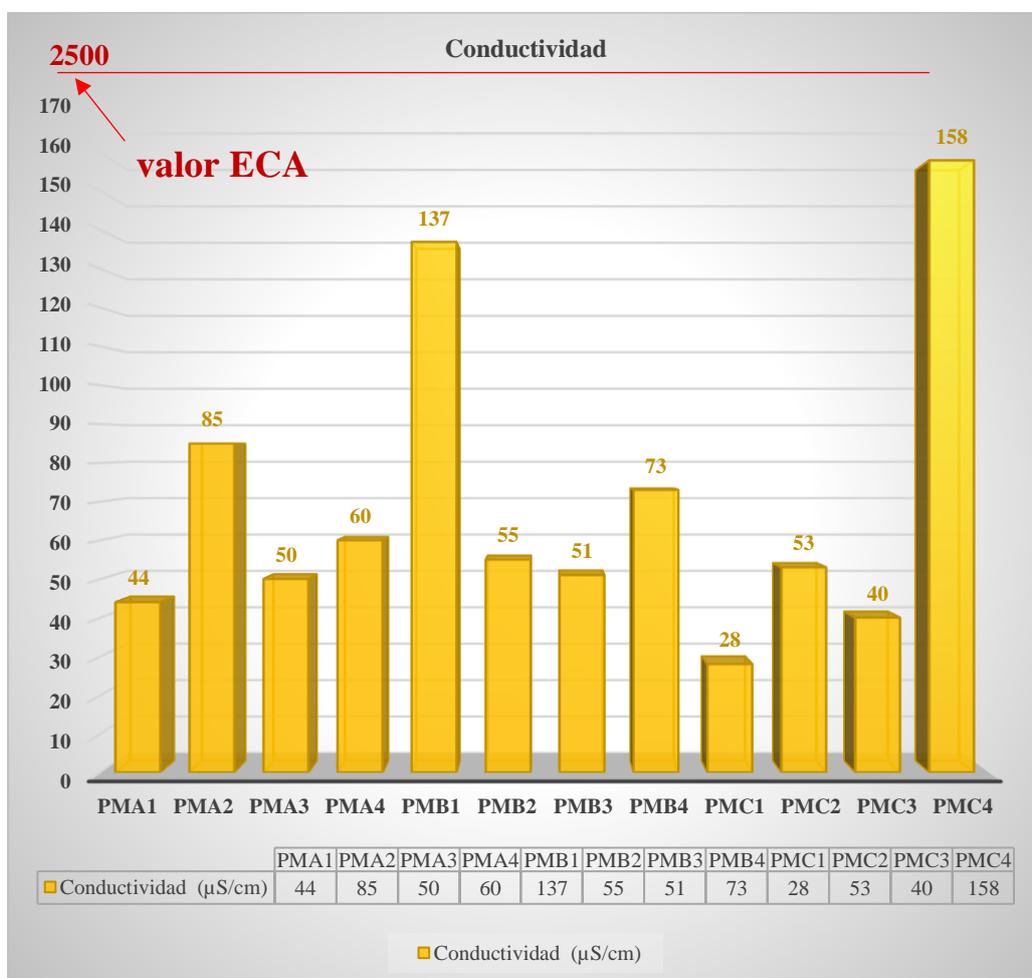


Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 6** Comparación visual del valor de pH

#### 4.2.6. Conductividad

Este parámetro no supera el valor establecido en el Estándar de Calidad Ambiental para agua, categoría 3 – riego de vegetales; sin embargo, se observa valores altos de conductividad en algunos puntos monitoreados, lo cual indica la presencia de sales minerales en estas fuentes de agua. La procedencia de estas sales minerales puede ser debido a la presencia de detergentes, o al lavado natural de suelo a través del cual se moviliza la corriente de agua. Este parámetro se altera naturalmente debido a la composición de la roca madre, el suelo y subsuelo.



Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 7** Comparación visual del valor de Conductividad

### 4.3. Contrastación de hipótesis y prueba de hipótesis (dependiendo de la investigación)

A continuación, se presenta la contrastación de las hipótesis planteadas en la investigación, esta contrastación se realiza por parámetro en cada una de las zonas; se considera el parámetro Huevos de Helmintos, pero no se realizan cálculos estadísticos de este, debido a que se determina la inexistencia de estos microorganismos biológicos en todas las zonas.

Antes de realizar la contrastación de hipótesis, se halla los intervalos de confianza para cada uno de los parámetros analizados en todas zonas. Los datos muestrales se alejan del valor proporcionado por el Estándar de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 3 – Riego de vegetales, por ello el investigador considera necesario determinar los intervalos de confianza, ya que permite saber que valores se puede esperar en el monitoreo de otros puntos en cada una de las fuentes de agua.

**Tabla 12** Intervalo de confianza al 95% para la ZONA A (Río Osacocha)

Parámetros	Unidades	n	$\bar{X}$	S	Intervalo de estimación	Intervalo de confianza
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	4	31.08	34.39	3.182	[-23.63; 85.79]
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml	4	3.73	2.41	3.182	[-0.10; 7.56]
Huevos de Helmintos	Huevo/L	4	0	0	3.182	[0; 0]

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 13, los valores del estadístico t-Student, se alejan de la media y la desviación estándar muestral; esto se debe a que el valor del Estándar de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 3 – riego de vegetales, considerado como media poblacional es un número alto, por lo tanto, se decide hallar el intervalo de confianza, el cual nos permitirá saber entre que valores se encuentra el valor central de

la muestra y además de ello, nos da una idea de los valores que se pueden determinar entre el punto inicial y final al realizar el muestreo en esta fuente de agua.

**Tabla 13** Intervalo de confianza al 95% para la ZONA B (Río Parara)

Parámetros	Unidades	n	$\bar{X}$	S	Intervalo de estimación	Intervalo de confianza
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	4	5.9	1.67	3.182	[3.24; 8.56]
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml	4	1.8	0	3.182	[1.80; 1.80]
Huevos de Helmintos	Huevo/L	4	0	0	3.182	[0; 0]

Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos en el análisis se encuentran dentro del intervalo de confianza, el cual nos da a conocer los posibles valores que se obtendrán en el muestreo de más puntos entre el punto inicial y final. En caso del parámetro *Escherichia coli*, no se pueden determinar intervalos entre un número menor y mayor, ya que los resultados del laboratorio determinan una constante en cada uno de los puntos monitoreados.

**Tabla 14** Intervalo de confianza al 95% para la ZONA C (Río Paraccuencho)

Parámetros	Unidades	n	$\bar{X}$	S	Intervalo de estimación	Intervalo de confianza
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	4	1042.95	1154.4	13.182	[-793.70; 2879.60]
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml	4	35.45	30.1	3.182	[-12.44; 83.34]
Huevos de Helmintos	Huevo/L	4	0	0	3.182	[0; 0]

Fuente: Elaboración propia

Con un nivel de confianza del 95%, se determina el intervalo de confianza para cada uno de los parámetros y a partir de estos, se puede observar cuales son los posibles valores que se obtendrán al realizar muestreos adicionales en diferentes puntos a los ya monitoreados. Para el caso del parámetro Coliformes Termotolerantes, a partir del intervalo determinado, se espera que la concentración en algún punto, entre el punto inicial y final analizados, sea más o menos tres veces el valor establecido en el Estándar de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 3 – Riego de vegetales.

## HIPÓTESIS GENERAL

**H<sub>0</sub>:** Los valores de los parámetros biológicos del agua para riego en el distrito de Conchamarca – Ambo, distritos San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, región Huánuco; superan los valores establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental para Agua.

**H<sub>1</sub>:** Los valores de los parámetros biológicos del agua para riego en el distrito de Conchamarca – Ambo, distritos San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, región Huánuco; no superan los valores establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental para Agua.

Tabla 15 Prueba de hipótesis para la media

ZONA A (Río Osacocho)									
Parámetros	Unidades	n	$\mu$	$\bar{X}$	S	Hipótesis	$\alpha$	Región crítica	t-Student
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	4	1000	31.08	34.39	H <sub>0</sub> : $\mu \geq 1000$ H <sub>1</sub> : $\mu < 1000$	0.05 = 5%	-2.353	-56.35
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml	4	1000	3.73	2.41	H <sub>0</sub> : $\mu \geq 1000$ H <sub>1</sub> : $\mu < 1000$	0.05 = 5%	-2.353	-825.76
Huevos de Helmintos	Huevo/L	4	1	0	0	H <sub>0</sub> : $\mu \geq 1$ H <sub>1</sub> : $\mu < 1$	0.05 = 5%	-2.353	---

Fuente: Elaboración propia

A partir de los datos considerados en la Tabla 13 y el resultado del estadístico de prueba t-Student con un nivel de significancia del 5%, en los parámetros Coliformes

Termotolerantes y *Escherichia coli* se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, es decir se comprueba que en la Zona A (Río Osacocho) estos parámetros no superan el

valor proporcionado en el Estándar de Calidad Ambiental para

Agua.

**Tabla 16** Prueba de hipótesis para la media

ZONA B (Río Parara)									
Parámetros	Unidades	n	$\mu$	$\bar{X}$	S	Hipótesis	$\alpha$	Región crítica	t-Student
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	4	1000	5.90	1.67	$H_0: \mu \geq 1000$ $H_1: \mu < 1000$	0.05 = 5%	-2.353	-1192.44
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml	4	1000	1.8	0	$H_0: \mu \geq 1000$ $H_1: \mu < 1000$	0.05 = 5%	-2.353	$-\infty$
Huevos de Helmintos	Huevo/L	4	1	0	0	$H_0: \mu \geq 1$ $H_1: \mu < 1$	0.05 = 5%	-2.353	---

Fuente: Elaboración propia

A un nivel de significancia del 5% se decide rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna, por lo cual se establece que los valores determinados en el laboratorio a partir del monitoreo no superan el estándar, por lo tanto, se presume la calidad del recurso para riego de vegetales de acuerdo al Estándar de Calidad Ambiental para Agua.

En cuanto al parámetro *Escherichia coli* se considera el valor del estadístico de prueba t-Student como infinito debido a que el monitoreo de este parámetro determina que no existe variación en la concentración en el cuerpo de agua.

**Tabla 17** Prueba de hipótesis para la media

ZONA C (Río Paraccuencho )									
Parámetros	Unidades	n	$\mu$	$\bar{X}$	S	Hipótesis	$\alpha$	Región crítica	t-Student
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	3	1000	1333.93	1542.93	H <sub>0</sub> : $\mu \geq 1000$ H <sub>1</sub> : $\mu < 1000$	0.05 = 5%	-2.920	0.37
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml	4	1000	35.45	30.10	H <sub>0</sub> : $\mu \geq 1000$ H <sub>1</sub> : $\mu < 1000$	0.05 = 5%	-2.353	- 64.08
Huevos de Helmintos	Huevo/L	4	1	0	0	H <sub>0</sub> : $\mu \geq 1$ H <sub>1</sub> : $\mu < 1$	0.05 = 5%	-2.353	---

Fuente: Elaboración propia

Solo para el parámetro Coliformes Termotolerantes, con un nivel de significancia del 5% se decide aceptar la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alterna; es decir, el valor obtenido a partir del monitoreo supera el valor establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental.

**HIPÓTESIS ESPECIFICAS**

**H<sub>0</sub>:** *Los microorganismos que alteran la calidad del agua para riego en el distrito de Conchamarca – Ambo, distritos San Francisco de Cayrán y Amarilis –*

*Huánuco, región Huánuco; son: Coliformes Termotolerantes, Escherichia coli y Huevos de Helmintos*

**H<sub>1</sub>:** *Los microorganismos que alteran la calidad del agua para riego en el distrito de Conchamarca – Ambo, distritos San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, región Huánuco; no son: Coliformes Termotolerantes, Escherichia coli y Huevos de Helmintos*

Para realizar la contrastación de la hipótesis planteada en esta parte, se considera que no es necesario realizar el análisis del parámetro Huevos de Helmintos, ya que se está evaluando cuales son los microorganismos que alteran la calidad del agua para riego en las tres zonas evaluadas y en el monitoreo realizado se comprueba la inexistencia de este en cada uno de los cuerpos de agua.

Para determinar cuáles son los microorganismos que alteran la calidad de agua para riego de vegetales se debe comprobar la existencia de este en un cuerpo de agua; así mismo, debe superar en concentración el valor establecido en el Estándar de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 3 – Riego de vegetales (1000 NMP/100ml), por lo tanto, se analiza los resultados obtenidos a través del estadístico de prueba t-Student en el proceso anterior.

**Tabla 18** Prueba de hipótesis para la media de Coliformes Termotolerantes para cada zona

Parámetros	Unidades	n	$\mu$	$\bar{X}$	S	Hipótesis	$\alpha$	Región crítica	t-Student
Coliformes Termotolerantes <sup>(i)</sup>	NMP/100ml	4	1000	31.08	34.39	H <sub>0</sub> : $\mu \geq 1000$ H <sub>1</sub> : $\mu < 1000$	0.05 = 5%	-2.353	-56.35
Coliformes Termotolerantes <sup>(ii)</sup>	NMP/100ml	4	1000	5.90	1.67	H <sub>0</sub> : $\mu \geq 1000$ H <sub>1</sub> : $\mu < 1000$	0.05 = 5%	-2.353	-1192.44
Coliformes Termotolerantes <sup>(iii)</sup>	NMP/100ml	3	1000	1333.93	1542.93	H <sub>0</sub> : $\mu \geq 1000$ H <sub>1</sub> : $\mu < 1000$	0.05 = 5%	-2.920	0.37

Fuente: Elaboración propia

(i) ZONA A (Río Osacocho ).

(ii) ZONA B (Río Parara)

(iii) ZONA C (Río Paraccuencho )

A través del estadístico de prueba t-Student con un nivel de significancia del 5% se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna para la ZONA A y B, lo cual indica que el parámetro Coliformes Termotolerantes no altera la calidad del agua en las zonas mencionadas.

Sin embargo, para la ZONA C con un nivel de significancia del 5% se acepta la hipótesis nula y se rechaza la

hipótesis alterna. Al aceptar la hipótesis nula, estamos aseverando que la calidad del agua para riego de vegetales en esta zona se altera por la concentración de Coliformes Termotolerantes, ya que la media muestral supera la media poblacional.

**Tabla 19** Prueba de hipótesis para la media de *Escherichia coli* para cada zona

Parámetros	Unidades	n	$\mu$	$\bar{X}$	S	Hipótesis	$\alpha$	Región crítica	t-Student
<i>Escherichia coli</i> <sup>(i)</sup>	NMP/100ml	4	1000	3.73	2.41	H <sub>0</sub> : $\mu \geq 1000$ H <sub>1</sub> : $\mu < 1000$	0.05 = 5%	-2.353	-825.76
<i>Escherichia coli</i> <sup>(ii)</sup>	NMP/100ml	4	1000	1.8	0	H <sub>0</sub> : $\mu \geq 1000$ H <sub>1</sub> : $\mu < 1000$	0.05 = 5%	-2.353	- $\infty$
<i>Escherichia coli</i> <sup>(iii)</sup>	NMP/100ml	4	1000	35.45	30.10	H <sub>0</sub> : $\mu \geq 1000$ H <sub>1</sub> : $\mu < 1000$	0.05 = 5%	-2.353	- 64.08

Fuente: Elaboración propia

(i) ZONA A (Río Osacocho).

(ii) ZONA B (Río Parara)

(iii) ZONA C (Río Paraccuencho)

Con un nivel de significancia del 5% para el parámetro *Escherichia coli* se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, ya que los datos obtenidos en cada una de las zonas a través del t-Student es menor que el valor de la región crítica. Al aceptar la hipótesis alterna, estamos aseverando que la calidad del agua de riego en cada una de las zonas no es alterada por el parámetro *Escherichia coli*, ya que se comprueba que la media muestral no supera la media poblacional, siendo esta el valor establecido en el estándar.

**H<sub>0</sub>:** *Ninguna de las tres zonas evaluadas (distrito de Conchamarca – Ambo, distritos San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, región Huánuco) presenta calidad biológica del agua para riego de vegetales de acuerdo al Estándar de Calidad Ambiental para Agua.*

**H<sub>1</sub>:** *Al menos una de las tres zonas evaluadas (distrito de Conchamarca – Ambo, distritos San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, región Huánuco) presenta calidad biológica del agua para riego de vegetales de acuerdo al Estándar de Calidad Ambiental para Agua.*

Para afirmar que la calidad de un recurso hídrico es óptima, todos los parámetros deben cumplir con el Estándar de Calidad Ambiental para Agua, por lo tanto, se emplea la misma prueba estadística determinada en los casos anteriores.

**Tabla 20** Prueba de hipótesis para la media de cada uno de los parámetros por zona

ZONA A (Río Osacochoa)									
Parámetros	Unidades	n	$\mu$	$\bar{X}$	S	Hipótesis	$\alpha$	Región crítica	t-Student
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	4	1000	31.08	34.39	$H_0: \mu \geq 1000$ $H_1: \mu < 1000$	0.05 = 5%	-2.353	-56.35
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml	4	1000	3.73	2.41	$H_0: \mu \geq 1000$ $H_1: \mu < 1000$	0.05 = 5%	-2.353	-825.76
Huevos de Helmintos	Huevo/L	4	1	0	0	$H_0: \mu \geq 1$ $H_1: \mu < 1$	0.05 = 5%	-2.353	---
ZONA B									
Parámetros	Unidades	n	$\mu$	$\bar{X}$	S	Hipótesis	$\alpha$	Región crítica	t-Student
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	4	1000	5.90	1.67	$H_0: \mu \geq 1000$ $H_1: \mu < 1000$	0.05 = 5%	-2.353	-1192.44
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml	4	1000	1.8	0	$H_0: \mu \geq 1000$ $H_1: \mu < 1000$	0.05 = 5%	-2.353	$-\infty$
Huevos de Helmintos	Huevo/L	4	1	0	0	$H_0: \mu \geq 1$ $H_1: \mu < 1$	0.05 = 5%	-2.353	---
ZONA C									
Parámetros	Unidades	n	$\mu$	$\bar{X}$	S	Hipótesis	$\alpha$	Región crítica	t-Student
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	3	1000	1333.93	1542.93	$H_0: \mu \geq 1000$ $H_1: \mu < 1000$	0.05 = 5%	-2.920	0.37
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml	4	1000	35.45	30.10	$H_0: \mu \geq 1000$ $H_1: \mu < 1000$	0.05 = 5%	-2.353	- 64.08
Huevos de Helmintos	Huevo/L	4	1	0	0	$H_0: \mu \geq 1$ $H_1: \mu < 1$	0.05 = 5%	-2.353	---

Fuente: Elaboración propia

Para las ZONAS A y B con un nivel de significancia del 5% se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, ya que el valor calculado con el t-Student es menor que el valor de la región crítica. Al aceptar la hipótesis alterna, el investigador afirma que “al menos una de las tres zonas evaluadas presenta calidad de agua para riego...”, en este caso, dos de las zonas evaluadas (Río Osacocha y río Parara) presenta calidad de agua para riego de vegetales de acuerdo a lo establecido por el Estándar de Calidad Ambiental para Agua.

No obstante, con un nivel de significancia del 5% para la ZONA C, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, ya que uno de los tres parámetros evaluados aceptan la hipótesis nula “Los valores de los parámetros evaluados supera el valor establecido en el Estándar de Calidad Ambiental para Agua...”; y bajo la premisa de que si uno de

los parámetros evaluados no cumple con el estándar, el recurso analizado no presenta calidad óptima; por lo tanto, se asevera que este cuerpo de agua (Río Paraccuencho ) no presenta calidad óptima para riego de vegetales. El investigador toma esta decisión ya que se observa que el resultado del estadístico t-Student para Coliformes Termotolerantes, supera el valor de la región crítica; siendo este el parámetro que no cumple con el estándar.

***H<sub>0</sub>: El Índice de Calidad de Agua analizado en cada es mayor a 75 (de bueno a excelente); en el distrito de Conchamarca – Ambo, distritos San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, región Huánuco.***

***H<sub>1</sub>: El Índice de Calidad de Agua analizado en cada zona es menor a 75 (regular, malo y pésimo); en el distrito de Conchamarca – Ambo, distritos San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, región Huánuco.***

La contrastación de hipótesis en este caso no se realiza mediante un estadístico de prueba, ya que la Autoridad Nacional del Agua, facilita la metodología para determinar el índice de calidad de agua, la cual se detalla en el ítem 2.2.6.4. Con esta metodología a través formulas estadísticas y un cuadro Excel proporcionado en el documento se procesan los resultados obtenidos en el monitoreo, y se obtiene un valor entero entre 0 y 100, donde cada intervalo numérico califica una escala de calidad, la cual se detalla a continuación.

**Cuadro 2** Interpretación de la Calificación ICA - PE

<b>ICA- PE</b>	<b>Calificación</b>	<b>Interpretación</b>
<b>90 – 100</b>	<b>Excelente</b>	La calidad del agua está protegida como ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados.
<b>75 - 89</b>	<b>Bueno</b>	La calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural del agua. Sin embargo, las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud.
<b>45 - 74</b>	<b>Regular</b>	La calidad del agua natural ocasionalmente es amenazada o dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos requieren tratamiento.
<b>30 – 44</b>	<b>Malo</b>	La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, frecuentemente las condiciones deseables están amenazadas o dañadas. Muchos de los usos necesitan tratamiento.
<b>0 - 29</b>	<b>Pésimo</b>	La calidad de agua no cumple con los objetivos de calidad, casi siempre está amenazada o dañada. Todos los usos necesitan previo tratamiento.

Fuente: (ANA, 2018)

A partir del cuadro anterior y los resultados que se visualizan en el ANEXO VI.1, se puede realizar la contrastación de la hipótesis.

Para la ZONA A y B (Río Osacocha y río Parara), se afirma que la hipótesis nula es correcta, ya que al procesar los datos en el cuadro estadístico Excel, ambas zonas, obtienen el calificativo de BUENO. El río Osacocha obtiene un valor de 86 y el río Parara un valor de 88; ambos dentro del intervalo 75 – 100.

La ZONA C (Río Paraccuencho), obtiene un valor de 73, el cual le otorga un calificativo REGULAR; en este caso se afirma que la hipótesis alterna es correcta para esta zona de evaluación, mas no para las otras dos zonas.

## CAPÍTULO V

### V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Villa (2011), en su tesis: “Evaluación de la calidad del agua en la subcuenca del río Yacuambi...” concluye que la calidad del recurso empeora a lo largo de su recorrido, pero que se mantiene en el rango ACEPTABLE debido al proceso de autodepuración, homogenización, dilución y que el relieve facilita la oxigenación; bajo esta premisa se realiza un análisis de los resultados obtenidos en esta investigación y se observa que en la ZONA A y C se cumple, sin embargo en la ZONA B, la concentración es variable entre un punto y otro; esto se debe posiblemente a los procesos antes mencionados y que la población se concentra para el primer y segundo punto, mas no para los últimos dos.
- Martín (2015), en su tesis: “Evaluación de la calidad del agua para fines de riego en la subcuenca Salado de la cuenca Alto Apurímac” afirma que la calidad de agua varía según el uso. El agua con calidad ACEPTABLE no es para consumo poblacional sin previo tratamiento, pero de acuerdo a la concentración de los contaminantes este puede servir para riego de vegetales, sobre todo si son de tallo alto, ya que el área de consumo no tiene contacto directo con al agua contaminada; según lo señalado se acepta que la calidad de agua monitoreada en esta investigación no es apta para consumo debido a la alta concentración de microorganismos, sin embargo se puede emplear en el riego de vegetales. Las ZONAS A y B, presentan calidad de agua para riego de vegetales de tallo corto, pero la ZONA C, presenta calidad de agua solo para riego de vegetales de tallo alto porque no cumple con los valores establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental para Agua – Categoría 3, riego de vegetales de tallo corto, pero sí de tallo alto.
- Córdova (2017) en su tesis: “Calidad del agua en la microcuenca del río Challhuahuacho comparado con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental...” concluye que la calidad del agua en cuanto a los parámetros biológicos es de origen antrópico y animal,

asimismo en esta investigación se presume que la calidad del agua se altera por la actividad humana, ya que la concentración de estos contaminantes es mayor en zonas donde la población está más concentrada cerca a la fuente de agua y donde existe mayor número de caseríos o centros poblados. No se considera como altamente relevante la contaminación de origen animal, ya que uno de los parámetros claves (Huevos de Helmintos) es nulo en cada uno de los puntos.

- Dimas (2011) en su tesis: “Calidad del agua del río Huallaga – Tingo María” asegura que no es necesario que todos los parámetros de monitoreo arrojen concentraciones altas, basta que solo uno no cumpla con el estándar para determinar que la calidad de esa fuente de agua no sea fiable, si bien no se concluye que la calidad es mala, sí representa una señal de alarma, lo cual exige un monitoreo constante y si a lo largo de tres años las concentraciones superan el estándar; entonces se concluye que ese recurso no es apta para uno o más usos de acuerdo a la concentración de los contaminantes. De acuerdo a lo que menciona Dimas (2011), se plantea la necesidad de un monitoreo contante en la ZONA C, ya que los valores superan el límite para riego y se asegura que la calidad para consumo humano no es apta; esta fuente podría aumentar su contaminación a lo largo de los años inhabilitando su uso.
- Rigola (1990) afirma que las aguas naturales siempre tienen impurezas, siendo la evaporación un proceso natural de purificación, pero al llover inicia un proceso de contaminación el cual depende de las condiciones físicas atmosféricas y climáticas de las zonas en evaluación, y de las características geológicas del terreno; además de las actividades humanas alrededor de estas. Aun cuando el agua natural tiene impurezas, la concentración microbiológica no llega a niveles altos, un claro ejemplo es la calidad del recurso de la ZONA B (Río Parara), este río presenta concentraciones microbiológicas mínimas, aun cuando existe una población en el punto medio a lo largo de su recorrido a

la margen izquierda. Se presume la concentración mínima y constante de los contaminantes debido al proceso de autodepuración.

- Geisslet y Arroyo (2011) mencionan que las aguas naturales supuestamente limpias contienen una concentración mínima de sales disueltas tales como Calcio (Ca) y Magnesio (Mg), aunque también de Sodio (Na), Potasio (K); el cual puede servir como fuente de agua potable siempre que no contenga otro tipo de contaminantes; sin embargo en las zonas de estudio se encuentran concentraciones mínimas y altas de contaminantes microbiológicos, y en caso de agua para consumo humano el valor de concentración de estos contaminantes debe ser cero. De acuerdo a lo que mencionan los autores, se supone que los valores altos de pH y conductividad se debe a la concentración de sales de origen natural, el cual llega al río mediante el lavado de los suelos a través de su recorrido de la fuente principal, así como de sus contribuyentes.
- De acuerdo a MINAGRI y ANA (2018), las fuentes de agua evaluadas para fines de esta investigación se clasifican como aguas de uso primario, ya que se da la utilización manual de recurso directamente de la fuente. Además, por decisión del investigador se enmarcan en la Categoría 3 – Riego de vegetales y bebida de animales, evaluando en esta investigación solo para riego de vegetales.
- Al plantear esta investigación se presumía que la contaminación biológica de las fuentes de agua en cada una de las zonas evaluadas era por Coliformes Termotolerantes, *Escherichia coli* y Huevos de Helminos de acuerdo a los mencionado en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Estándar de Calidad Ambiental para Agua y ANA (2018); así mismo, que superaban los valores establecidos en el estándar y por ende que ninguna de las zonas presentaba calidad de agua para riego; posterior a la investigación se determinó y comprobó que algunas de las premisas eran erróneas. Los resultados arrojan la inexistencia de Huevos de Helminos en todas las fuentes evaluadas, además

la concentración de *Escherichia coli* no supera el valor establecido en el estándar en ninguna de las zonas, siempre que se evalué la calidad para agua de riego. La concentración de Coliformes Termotolerantes varía exponencialmente si se compara por zonas de evaluación, ya que no todas presentan la misma concentración o concentraciones altas; de acuerdo a los resultados solo una de las zonas (ZONA C) supera el valor establecido en el ECA-Agua. La zona que presenta menos concentración de contaminantes en general es la ZONA B - río Parara, en el distrito San Francisco de Cayrán.

- En la época de monitoreo (enero – febrero) se observó cultivo y cosecha en mayor cantidad en la ZONA B, siendo esta la que más abastece al mercado huanuqueño con hortalizas en estas épocas y, además, es la que menos contaminación presenta; por lo tanto, los vegetales cultivados, tanto de tallo corto como de tallo alto, son fiables en cuanto a calidad biológica se refiere. A diferencia de esta Zona, la ZONA A y C presentan mayores concentraciones de contaminantes biológicos, superando el estándar en uno de sus parámetros en la ZONA C; sin embargo, en la época de monitoreo en esta zona se observó menor cultivo de vegetales a diferencia de la ZONA B.
- Finalmente, el investigador se propuso a determinar el Índice de Calidad de Agua en cada una de las zonas, para lo cual, complementario a los parámetros biológicos, se evaluó pH, conductividad y temperatura; de los cuales se obtuvo que el único parámetro que supera el estándar es el pH. El Índice de Calidad de Agua por zona evaluada no obtiene el rango EXCELENTE, pero en las ZONAS A y B, son BUENO, lo cual indica que las condiciones de calidad se encuentran amenazadas con daños de poca magnitud. Así mismo, en la ZONA C, se obtiene el calificativo descriptivo de REGULAR, lo cual indica que la calidad del recurso a menudo se aleja de los valores deseables, requiere tratamiento y es ocasionalmente amenazada.

## CONCLUSIONES

- La calidad del agua para riego de vegetales en la ZONA A (río Osacocha – distrito Conchamarca) y B (río Parara – Distrito San Francisco de Cayrán) son óptimos, ya que de acuerdo al monitoreo la concentración de contaminantes está por debajo de lo establecido en el Estándar de Calidad Ambiental para Agua – Categoría 3; sin embargo en la ZONA C (río Paraccuencho, distrito Amarilis) se considera que la calidad no es óptima debido a que supera el estándar en el parámetro Coliformes Termotolerantes.
- Los microorganismos que alteran la calidad del agua en cada una de las zonas evaluados son Coliformes Termotolerantes y *Escherichia coli*, aun cuando estas no superen el valor establecido en el estándar de agua para riego de vegetales en todas las zonas (solo supera Coliformes Termotolerantes en la ZONA C), pero si superan el valor en cuanto a agua para consumo humano se refiere, lo cual es una alerta, ya que la concentración se puede elevar a lo largo de los años. Así mismo, se concluye que el parámetro Huevos de Helmintos no es uno de los microorganismos que alteran la calidad del agua para riego y/o consumo en cada una de las zonas, ya que se comprueba la inexistencia de estas en cada uno de los puntos de monitoreo.
- Los ríos que presentan calidad óptima para riego de vegetales son: Osacocha en el distrito de Conchamarca y Parara en el distrito San Francisco de Cayrán; sin embargo, el río Paraccuencho, en el distrito Amarilis, no presenta calidad óptima para riego de vegetales. La calidad de agua en las primeras dos zonas mencionadas es apta para riego de vegetales de tallo alto y tallo corto, al igual que para la bebida de animales. El hecho de que la calidad de agua sea óptima para riego de vegetales, no implica que sea óptima para el consumo humano, ya que, para este uso, el Estándar de Calidad Ambiental para Agua menciona valores diferentes a los de la Categoría 3 - riego de vegetales y bebida de animales.

- El Índice de Calidad de Agua para riego de vegetales en las ZONAS A (río Osacocha) y B (río Parara) obtienen el calificativo cualitativo de BUENO, el cual indica que el recurso presenta ciertas amenazas o daños de poca magnitud. Sin embargo, la ZONA C (río Paraccuencho), presenta el calificativo cualitativo de REGULAR, siendo esta una señal de alarma, ya que la calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables y/o establecidos en el estándar de calidad ambiental para agua; además, esta fuente de agua requiere previo tratamiento incluso para riego de vegetales.
- Finalmente se concluye que la alteración mínima o máxima del recurso en cada una de las zonas es de origen antrópico, ya que los resultados de laboratorio arrojan valores altos de Coliformes Termotolerantes, así como de *Escherichia coli* ambos de origen fecal humano, sin embargo, se determina la inexistencia de Huevos de Helmintos, siendo este principalmente de origen fecal animal.

## **RECOMENDACIONES**

- Realizar monitoreos contantes en cada una de las zonas evaluadas, ya que cada una de las zonas es productora a gran escala de vegetales de consumo directo; además de ello, se recomienda un monitoreo puntual en épocas de estiaje, ya que una de las zonas evaluadas supera el estándar establecido.
- Implementar educación ambiental en las escuelas y colegios de las zonas, así mismo, a cada una de las familias sobre el manejo de sus residuos fecales, y la adecuada construcción de silos. Además, la disposición adecuada de sus residuos sólidos y el uso de pesticidas.
- Gestionar el manejo adecuado del recurso hídrico a través de organismos multisectoriales (ANA, MINAGRI, DRE y gobiernos locales), el cual incidirá en el cuidado del recurso hídrico, además de la mejora en cuanto a su calidad se refiere.
- Involucrar a profesionales de distintas áreas para recuperar y preservar la salud pública y ambiental. Sobre todo, incentivar el voluntariado en las universidades de nuestra región.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anónimo (1999). *Agua y Agricultura*. Recuperado de [https://books.google.com.pe/books?id=FOAqAAAAYAAJ&pg=PA2&dq=agua+para+agricultura&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwih\\_cLU3ujeAhVpxFkKHRWXBEQ6AEINTAD#v=onepage&q=agua%20para%20agricultura&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=FOAqAAAAYAAJ&pg=PA2&dq=agua+para+agricultura&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwih_cLU3ujeAhVpxFkKHRWXBEQ6AEINTAD#v=onepage&q=agua%20para%20agricultura&f=false).
- Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias – Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. (7 de junio de 2017). *El peruano*, p. 10-11.
- Arcos, M. P., Ávila, S.L., Estupiñán, S. M. y Gómez, A. C. (2005). Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. *NOVA*, 3(4), 69-79. Recuperado de <http://www.unicolmayor.edu.co/publicaciones/index.php/nova/article/view/47/93>.
- Autoridad Nacional del Agua (2018). *Metodología para la Determinación del Índice de Calidad de Agua Continentales Superficiales*. Recuperado de [https://www.ana.gob.pe/publicaciones?title=metodolog%C3%ADa%20para%20la%20determinaci%C3%B3n&title\\_op=contains](https://www.ana.gob.pe/publicaciones?title=metodolog%C3%ADa%20para%20la%20determinaci%C3%B3n&title_op=contains).
- Autoridad Nacional del Agua. (2010). *Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338*. Recuperado de [https://www.ana.gob.pe/publicaciones?title=ley&title\\_op=contains](https://www.ana.gob.pe/publicaciones?title=ley&title_op=contains).
- Baird C. (2004). *Química Ambiental*. Barcelona, España: Reverté, S. A. (Versión en español)
- Betancourt, C. y Labaut, Y. (2013). La calidad fisicoquímica del agua en embalses, principales variables a considerar. Physical-chemical wáter quality of reservoirs: a review of the main variables. *Agroecosistemas*, 1(1), 78-103.

- Botero, D. y Restrepo, M. (2003). *Parasitosis humanas, texto atlas*. Medellín, Colombia: Corporación para Investigaciones Biológicas.
- Campbell, N. A. y Reece, J. B (2007). *Biología*. Madrid, España: Editorial Médica Panamericana, S. A.
- Campos, D.F. (1998). *Procesos del ciclo Hidrológico*. San Luis Potosí, México: Editorial Universitaria Potosina.
- Chanduvi, F. (2002). La acción de la FAO sobre la gestión de la calidad de las aguas. *Oficial Técnico, AGLW, FAO*. Recuperado de [http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP\\_FaoRlc/old/docrep/RLC1026s/rlc1026s.002.pdf](http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/docrep/RLC1026s/rlc1026s.002.pdf)
- Congreso de la Republica del Perú. (2009). *Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos*. Recuperado de [https://www.ana.gob.pe/publicaciones?title=ley&title\\_op=contains](https://www.ana.gob.pe/publicaciones?title=ley&title_op=contains).
- Doménech X. y Peral J. (2006). *Química Ambiental de Sistemas Terrestres*. Madrid, España: Editorial Reverté, S.A.
- Dourojeanni, A. (1994). La gestión del agua y las cuencas en América Latina. *Cepal*, 1(53), 111-127.
- FAO (2003). *Descubrir el potencial del agua para la agricultura*. Roma, Italia: FAO.
- Geissler G. y Arroyo M. (2011). *El Agua como un recurso natural renovable*. México D. F., México: Trillas, S. A.
- Gómez, I. (2003). *Saneamiento Ambiental*. San José, Costa Rica. Universidad Estatal a Distancia.
- Hernandez, S. R., Fernández, C. C. y Baptista L. P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill/ Interamericana Editores S.A.
- Jiménez, B. E. (2005). *La contaminación ambiental en México, causas, efectos y tecnología apropiada*. México: Editorial Limusa, S.A.

- Ministerio de Agricultura y Riego, y Autoridad Nacional del Agua. (2018). *Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales*. Recuperado de [https://www.ana.gob.pe/publicaciones?title=clasificacion%20de%20los%20cuerpos%20de%20agua&title\\_op=contains](https://www.ana.gob.pe/publicaciones?title=clasificacion%20de%20los%20cuerpos%20de%20agua&title_op=contains).
- Moratiel, R. (2017). *Riego en cultivos: fundamentos y manejo*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Pacheco, M. S., Fernández, C. A. y Di Risio, C. D. (Ed.). (2005). *Recursos Hídricos. Conceptos básicos y estudios de caso en Iberoamérica*. Montivideo, Uruguay: Piriguazú Ediciones y Centro interamericano de Recursos del Agua, Universidad Autónoma del Estado de México.
- Prieto, M. J., Gonzales, R. C., Román, G. A. y Prieto G. F. (2009). Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10(1), 29-49.
- Ramírez A. (2002). Toxicología del Cadmio. Conceptos actuales para evaluar la exposición ambiental u ocupacional con indicadores biológicos. *Anales de la Facultad de Medicina*, 63(1), 51-64.
- Rigola, M. (1990). *Tratamiento de aguas industriales: aguas de proceso y residuales*. Barcelona, España: Marcombo, S.A.
- Ríos S., Agudelo, R. M. y Gutiérrez, L. A. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad de agua para consumo humano. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 35(2), 236-247. Recuperado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-386X2017000200236&script=sci\\_abstract&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-386X2017000200236&script=sci_abstract&tlng=es).
- Rodríguez, J. M. y Marín R. (1999). *Fisicoquímica de aguas*. Madrid, España: Ediciones Días de Santos, S. A.

- Ruiz, A. (2003). *El agua en la agricultura*. México: Instituto de Tecnología del Agua.
- Samboni, N., Carvajal Y. y Escobar, J. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Ingeniería e Investigación*, 2(3), 172-181.
- Veliz, L., Llanes, O., Asela, L. y Bataller, M. (2009). Reusó de aguas residuales domesticas para riego agrícola. Valoración critica. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 40(1), 35-44.

## **HEMEROGRAFÍA**

- Cordova, M. A. (2017). *Calidad del agua en la microcuenca del río Challhuahuacho comparado con los Estándares de Calidad Ambiental para Riego y Bebedero (ECA 3) en la zona de Challhuahuacho, Cotabamba – Apurímac – 2016* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.
- Dimas, L. J. (2011). *Calidad del agua del río Huallaga – Tingo Maria* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú.
- Leveau, M. W. (2013). *Contaminación microbiológica y parámetros fisicoquímicos de agua en la quebrada Kushuro- Tingo María* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú.
- Marín, D. (2015). *Evaluación de la calidad de agua para fines de riego en la subcuenca Salado de la cuenca Alto Apurímac* (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Perú.
- Pardave, T. G. (2018). *Presencia de contaminantes en la hortaliza Lactuca sativa (Lechuga) por el uso de agua de riego procedente del río Huallaga en el Caserío Culcuy, distrito Santa María del Valle, provincia y departamento Huánuco* (tesis de pregrado). Universidad de Huánuco, Perú.

- Puyol, J. F. y Razo, A. G. (2016). *Determinación de la calidad de agua del sistema de riego Chi-Pungales y su incidencia en la producción de maíz de la comunidad Pungal, Santa Marianita del Cantón Guano* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador.
- Quispe, G. J. (2016). *Evaluación de la calidad físico química y bacteriológica del agua de riego de la estación experimental de Cota Cota* (tesis de pregrado). Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.
- Terrones, A. y Herrera, C. V. (2015). *Calidad del agua en la cuenca baja del río Chillón en época de estiaje y riesgo por el uso directo en riego agrícola* (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Callao, Perú.
- Villa M. A. (2011). *Evaluación de la calidad del agua en la subcuenca del río Yacuambi. Propuestas de tratamiento y control de la contaminación* (tesis de maestría). Universidad de Cádiz, España.

## **ANEXOS**

ANEXO I : Resolución de aprobación del proyecto

ANEXO II: Resolución de nombramiento de asesor

ANEXO III: Matriz de consistencia

ANEXO IV: Instrumentos de recolección de datos

ANEXO V : Instrumentos de recolección de datos

V.1. Registros de datos en campo

V.2. Etiquetas para muestra de agua

V.3. Fichas de identificación de los puntos de monitoreo

V.4. Cadena de Custodia para Monitoreo de Agua

V.5. Ficha de datos generales por punto según parámetro.

ANEXO VI: Mapas de ubicación de puntos con resultados ICA - PE

VI.1. ZONA A (Río Osacocha)

Distrito Conchamarca, provincia Ambo y región Huánuco

VI.2. ZONA B (Río Parara)

Centro poblado Parara, distrito San Francisco de Cayrán, provincia y región

Huánuco

VI.3. ZONA C (Río Paraccuencho)

Centro poblado San José de Paucar, distrito Amarilis, provincia y región

Huánuco.

ANEXO VII: Resultados del Índice de Calidad de Agua

VII.1. Resultados del Índice de Calidad de Agua por zona de monitoreo

VII.2. Resultados del Índice de Calidad de Agua por punto de monitoreo

ANEXO VIII: Resultados de laboratorio

ANEXO IX: Fotos

# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

### RESOLUCIÓN N° 1091-2018-D-FI-UDH

Huánuco, 19 de noviembre de 2018

Visto, el Oficio N° 655-C-EAPIA-FI-UDH-2018 presentado por el Coordinador de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental y el Expediente N° 2404-18-FI, de la estudiante **Julissa Jahel, BERNARDO ROBLES**, quién solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación.

#### CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45º inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 2404-18-FI, presentado por el (la) estudiante **Julissa Jahel, BERNARDO ROBLES**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone al Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27º y 28º del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

#### SE RESUELVE:

**Artículo Único.- DESIGNAR**, como Asesor de Tesis de la estudiante **Julissa Jahel, BERNARDO ROBLES**, al Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva, Docente de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería.

Regístrese, comuníquese, archívese



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CONSEJO DE FACULTAD  
*[Signature]*  
Ing. JOHNNY P. SALCHA ROJAS  
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
*[Signature]*  
Mg. Bertha Campos Rios  
DECANA (E) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería – EAPIA– Asesor – Mat. y Reg.Acad. – File Personal – Interesado – Archivo.  
BLCR/JPJR/nto.

# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

### RESOLUCIÓN N° 1041-2018-CF-FI-UDH

Huánuco, 07 de Diciembre de 2018

Visto, el Oficio N° 710-2018-C-PAIA-FI-UDH, del Coordinador Académico de Ingeniería Ambiental, referente al bachiller Julissa Jahel, BERNARDO ROBLES, del Programa Académico Ingeniería Ambiental Facultad de Ingeniería, quien solicita Aprobación del Proyecto de Investigación;

#### CONSIDERANDO:

Que, según Resolución N° 529-99-CO-UH, de fecha 06.09.99, se aprueba el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería, vigente;

Que, según el Expediente 2663-18, del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Informa que el Proyecto de Investigación Presentado por el bachiller **Julissa Jahel, BERNARDO ROBLES**, ha sido aprobado, y

Que, según Oficio N° 710-2018-C-PAIA-FI-UDH del Presidente de la Comisión de Grados y Títulos del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, Informa que el recurrente ha cumplido con levantar las observaciones hechas por la Comisión de Grados y Títulos, respecto al Proyecto de Investigación; y

Estando a lo acordado por el Consejo de Facultad de fecha 7 de Diciembre de 2018 y normado en el Estatuto de la Universidad, Art. N° 44 inc.r);

#### SE RESUELVE:

**Artículo Primero.** - **APROBAR**, el Proyecto de Investigación Titulado:

“DETERMINAR LOS PARÁMETROS BIOLÓGICOS DE AGUA PARA RIEGO DE VEGETALES SEGÚN LA NORMATIVA VIGENTE, EN EL DISTRITO CONCHAMARCA – AMBO, DISTRITO SAN FRANCISCO DE CAYRAN Y AMARLIS – HUÁNUCO, REGIÓN HUÁNUCO – OCTUBRE 2018 – FEBRERO 2019” presentado por el bachiller Julissa Jahel, BERNARDO ROBLES para optar el Título de Ingeniero Ambiental del programa académico de ingeniería ambiental de la Universidad de Huánuco.

**REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, ARCHÍVESE**



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CONSEJO DE FACULTAD  
*[Signature]*  
Ing. JOHNNY P. JACHA ROJAS  
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
*[Signature]*  
Mg. Bertha Campos Rios  
DECANA (E) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

### ANEXO III: Matriz de consistencia

**TITULO:** DETERMINAR LOS PARÁMETROS BIOLÓGICOS DE AGUA PARA RIEGO DE VEGETALES SEGÚN NORMATIVA VIGENTE, EN EL DISTRITO CONCHAMARCA - AMBO, DISTRITOS SAN FRANCISCO DE CAYRAN Y AMARILIS – HUÁNUCO, REGION HUÁNUCO – OCTUBRE 2018 – FEBRERO 2019.

**TESISTA:** BERNARDO ROBLES, Julissa Jahel

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA	POBLACION
<p><b>Problema general</b> ¿Cuál es la calidad de agua para riego según la normativa vigente; en el distrito de Conchamarca - Ambo, distritos de San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, Región Huánuco?</p>	<p><b>Objetivo general</b> Determinar la calidad del agua para riego de vegetales de acuerdo al Estándar de Calidad Ambiental para Agua, en el distrito de Conchamarca - Ambo, distritos de San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, Región Huánuco.</p>	<p><b>Hipótesis General</b> La calidad del agua para riego de vegetales utilizado en los distritos: Conchamarca - Ambo, distritos de San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, Región Huánuco; superan los valores establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental para Agua.</p>	<p><b>Variable X</b></p> <p><b>Parámetros biológicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Parámetro microbiológico.</li> <li>▪ Parámetro parasitológico.</li> </ul>	<p><b>Enfoque de investigación</b> La investigación es de enfoque cuantitativo</p> <p><b>Alcance de investigación</b> Exploratoria - Correlacional</p> <p><b>Tipo de investigación</b> Investigación no experimental</p> <p><b>Diseño de investigación</b> Transeccional o transversal, diseño correlacional – causal.</p>	<p><b>Población</b></p> <p>Recurso hídrico para riego de vegetales en la provincia de Ambo y Huánuco, región Huánuco.</p>
<p><b>Problemas específicos</b> ¿Cuáles son los microorganismos que alteran la calidad del agua para riego de vegetales en el distrito de Conchamarca - Ambo, distritos de San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, Región Huánuco; en cada zona evaluada?</p>	<p><b>Objetivos específicos</b> Identificar cuáles son los microorganismos que alteran la calidad del agua para riego de vegetales en el distrito de Conchamarca - Ambo, distritos de San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, Región Huánuco.</p>	<p><b>Hipótesis específicas</b> Los microorganismos que alteran la calidad del agua para riego en el distrito de Conchamarca – Ambo, distritos San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, región Huánuco; son: Coliformes Termotolerantes, <i>Escherichia coli</i> y Huevos de Helminthos</p>	<p><b>Variable Y</b></p> <p><b>Calidad biológica de agua para riego de vegetales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Parámetro microbiológico.</li> <li>▪ Parámetro parasitológico.</li> <li>▪ Parámetros condicionantes para el desarrollo de microorganismos</li> </ul>		<p><b>Muestra</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Río Paraccuencho, centro poblado San José de Paucar, distrito de Amarilis, provincia y región Huánuco.</li> <li>- Río Osacocha, en el distrito de conchamarca, provincia de Ambo y región Huánuco.</li> <li>- Río Cayrán en el distrito de San Francisco de Cayrán, provincia y región Huánuco.</li> </ul>
<p>¿Cuál de las tres zonas evaluadas (distrito de Conchamarca - Ambo, distritos de San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, Región Huánuco); presenta calidad bilógica del agua óptimo para riego de vegetales?</p>	<p>Identificar cuál de las tres zonas evaluadas, presentan calidad biológica del agua, óptimo para riego de vegetales en el distrito de Conchamarca - Ambo, distritos de San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, Región Huánuco.</p>	<p>Ninguna de las tres zonas evaluadas (distrito de Conchamarca – Ambo, distritos San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, región Huánuco) presenta calidad biológica del agua para riego de vegetales de acuerdo al Estándar de Calidad Ambiental para Agua.</p>			
<p>¿Cuál es el Índice de Calidad de Agua en cada una de las muestras analizadas en el distrito de Conchamarca - Ambo, distritos de San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, Región Huánuco?</p>	<p>Determinar el Índice de Calidad de Agua en cada una de las zonas analizadas en el distrito de Conchamarca - Ambo, distritos de San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, Región Huánuco.</p>	<p>El Índice de calidad de calidad de agua analizado en cada es mayor a 75 (de bueno a excelente); en el distrito de Conchamarca – Ambo, distritos San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, región Huánuco.</p>			

## ANEXO IV. Categorías de cuerpos de agua

**Cuadro 3** Categorías de cuerpos de agua en el Perú.

CATEGORÍAS	SUBCATEGORIAS	TIPOS	CONCEPTO
<b>Categoría 1: poblacional y recreacional</b>	<b>Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable</b> Entiéndase como aquellas aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano.	<b>A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección</b>	Entiéndase como aquellas aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente.
		<b>A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional</b>	Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional, mediante dos o más de los siguientes procesos: coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y/o filtración o procesos equivalentes; incluyendo su desinfección, de conformidad con la normativa vigente.
		<b>A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado</b>	Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional que incluye procesos físicos y químicos avanzados como prefloración, micro filtración, ultra filtración, nanofiltración, carbón activado, osmosis inversa o procesos equivalentes establecidos por el sector competente.
	<b>Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación</b> 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:	<b>B1. Contacto primario</b>	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 table a vela, la moto acuática, la pesca submarina o similares.

	<b>B2. Contacto secundario</b>	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.
<p><b>Categoría 2: extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales</b>  [Las primeras tres subcategorías describen la calidad de las fuentes de agua marino costeras, y sabiendo que en la zona de estudio no se cuenta con ninguna fuente marina, se obvia la descripción] ...</p>	<p><b>Subcategoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos y lagunas</b>  Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de especies hidrobiológicas para consumo humano.</p>	<p>--</p>
<p><b>Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales</b></p>	<p><b>Subcategoría D1: Riego de vegetales</b>  Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para el riego de los cultivos vegetales, las cuales, dependiendo de factores como el tipo de riego empleado en los cultivos, la clase de consumo utilizado (crudo o cocido) y los posibles presos industriales o de transformación a los que puedan ser sometidos los productos agrícolas.</p>	<p><b>Agua para riego no restringido</b>  Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen crudos (Ej.: hortalizas, plantas frutales de tallo bajo o similares); cultivos de árboles o arbustos frutales con sistema de riego por aspersión, donde el fruto o partes comestibles entran en contacto directo con el agua de riego, aun cuando estos sean de tallo alto; parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales; o cualquier tipo de cultivo.</p> <hr/> <p><b>Agua para riego restringido</b>  Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen cocidos (Ej.: habas); cultivos de tallo alto en los que el agua de riego no entra en contacto con el fruto (Ej.: árboles frutales); cultivos al ser procesados, envasados y/o industrializados (Ej.: trigo, arroz, avena y quinua); cultivos industriales no comestibles (Ej.: algodón), y; cultivos forestales, forrajes, pastos o similares (Ej.: maíz forrajero y alfalfa)</p>

---

**Subcategoría D2: Bebida d animales**

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno, equino o camélido, y para animales menores como ganado porcino, ovino, caprino, cuyes, aves y conejos.

---

----

---

**Categoría 4:  
conservación del  
ambiente acuático**

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua superficiales que forman parte de ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas y/o zonas de amortiguamiento, cuyas características requieren ser protegidas.

**Subcategoría E1: Laguna y lagos**

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua lenticos, que no presentan corriente continua, incluyendo humedales.

---

---

---

**Subcategoría E2: Ríos**

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua loticos, que se mueven continuamente en una misma dirección:

**Ríos de la costa y sierra**

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la vertiente hidrográfica del Pacífico y del Titicaca, y en la parte alta de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por encima de los 600 msnm.

**Ríos de la selva**

[La zona de estudio no comprende zonas de Selva, por lo tanto, se obvia esta descripción]

---

**Subcategoría E3: Ec111osistemas costeros y marino**

[Como se mencionó anteriormente, el área de estudio no tiene cuerpos de agua marino costeros, es por ello que el investigador decidió obviar la descripción para este ítem] (p.10-11)

---

---

---

FUENTE: Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM (Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Agua)

## ANEXO V: Instrumentos de recolección de datos

### V.1. Registros de datos en campo

#### REGISTRO DE DATOS EN CAMPO

CUENCA: Río Parara

REALIZADO POR: Bernardo Robles Julissa J.

Punto de monitoreo	Localidad	Distrito	Provincia	Dpto.	Coordenadas <sup>1</sup>		Altura msnm	Fecha	Hora	pH	T °C	STD mg/L	COND µs/cm	Caudal m³/s
					Norte	Este								
PMB.1					8896222	353972	2970	27/01/19	12:45 pm	9.4	15	61	137	0.35
PMB.2					8895949	356163	2772	27/01/19	01:55 pm	8.70	17.4	28	55	0.15
PMB.3					8895938	356318	2671	27/01/19	03:00 pm	9.21	18.9	26	51	0.05
PMB.4					8895233	358288	2374	27/01/19	04:03 pm	8.23	19	36	73	0.16

CUENCA: Quebrada Manca Pozo

REALIZADO POR: Bernardo Robles Julissa

Punto de monitoreo	Localidad	Distrito	Provincia	Dpto.	Coordenadas <sup>1</sup>		Altura msnm	Fecha	Hora	pH	T °C	STD mg/L	COND µs/cm	Caudal m³/s
					Norte	Este								
PMC.1	caserio Shigmay				8898677	373738	3138	03/02/19	01:03 pm	8.79	12.8	14	28	0.52
PMC.2	cc. pp. Paucar				8900522	372618	2794	03/02/19	03:45 pm					
PMC.3	c.c. pp. Paucar				8901695	371991	2643	03/02/19	04:45	6.90	14.2	20	40	3.74
PMC.4	caserio Parabamba				8902256	370035	2395	03/02/19	05:45 pm	7.81	15.6	79	158	0.07

- (1) Las coordenadas del punto de control deberán ser expresadas en el sistema UTM para puntos en cuerpos de agua continental y en el sistema geográfico para puntos de monitoreo en el mar, ambos en estándar geodésico WGS84.

FUENTE: Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.

**REGISTRO DE DATOS EN CAMPO**

CUENCA: Río Conchamarca

REALIZADO POR: Bernardo Robles Julissa

Punto de monitoreo	Localidad	Distrito	Provincia	Dpto.	Coordenadas <sup>1</sup>		Altura msnm	Fecha	Hora	pH	T °C	STD mg/L	COND µs/cm	Caudal m³/s
					Norte	Este								
PMA.1	cc. pp. Yaurin	Conchamarca	Ambo	Hco.	8889812	372491	3240	08/02/19	13:00	8.79	12.1	12	44	0.66
PMA.2	c.c. pp. Yaurin	Conchamarca	Ambo	Hco.	8891088	371179	2700	08/02/19	14:07	9.09	16	40	85	3.74
PMA.3	cc. pp. Conchamarca	Conchamarca	Ambo	Hco.	8891012	368683	2336	08/02/19	15:35	9.05	15.8	24	50	3.74
PMA.4	cc. pp. Conchamarca	Conchamarca	Ambo	Hco.	8890588	366336	2100	08/02/19	16:40	8.84	18	30	60	3.74

(2) Las coordenadas del punto de control deberán ser expresadas en el sistema UTM para puntos en cuerpos de agua continental y en el sistema geográfico para puntos de monitoreo en el mar, ambos en estándar geodésico WGS84.

FUENTE: Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.

**V.2. Etiquetas para muestras de agua**

<b>SGS</b>	<b>DIVISIÓN MEDIO AMBIENTE</b>
OC: 344962-1	PREACTA: 935394
CLIENTE: BERNARDO ROBLES JULISSA JAHEL	
LUGAR DE INSPECCIÓN: <u>Quebrada Manca Pozo (zona C)</u>	
CÓDIGO DE LA MUESTRA: <u>PMC. 2-1</u>	
FECHA DE MUESTREO: <u>03/02/19</u>	HORA DE MUESTREO: <u>15:45</u>
MUESTREADO POR: <u>Bernardo Robles Julissa J.</u>	
ANÁLISIS REQUERIDO: <u>Huevos de Helminfos</u>	
<input type="checkbox"/> PRESERVADO DE ACUERDO A DR-18	<input type="checkbox"/> FILTRADO

<b>SGS</b>	<b>DIVISIÓN MEDIO AMBIENTE</b>
OC: 344962-1	PREACTA: 935394
CLIENTE: BERNARDO ROBLES JULISSA JAHEL	
LUGAR DE INSPECCIÓN: <u>Río Parara (ZONA B)</u>	
CÓDIGO DE LA MUESTRA: <u>PMB. 1</u>	
FECHA DE MUESTREO: <u>27/01/19</u>	HORA DE MUESTREO: <u>12:45</u>
MUESTREADO POR: <u>Bernardo Robles Julissa</u>	
ANÁLISIS REQUERIDO: <u>Escherichia coli</u>	
<input type="checkbox"/> PRESERVADO DE ACUERDO A DR-18	<input type="checkbox"/> FILTRADO

### V.3. Fichas de identificación de los puntos de monitoreo

#### FICHA DE IDENTIFICACION DEL PUNTO DE MONITOREO

Nombre del cuerpo de agua:

RÍO CONCHAMARCA

Clasificación del cuerpo de agua:

(categorizado de acuerdo con la R.J. N° 202-2010-ANA y modificaciones posteriores)

CATEGORÍA 3: RIEGO DE VEGETALES

Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino – costero:

#### IDENTIFICACION DEL PUNTO

Nombre del cuerpo de agua:

PMA-1

Descripción:  
(origen/ubicación)

A TRAVÉS DE LA TROCHA PRINCIPAL SE ACCEDERÍA AL PMA-1, EL CUAL SE UBICA A 5.85 KM AGUAS ARRIBA DEL CENTRO POBLADO YAUJÍN.

Accesibilidad:

A PARTIR DEL DISTRITO DE CONCHAMARCA, EXISTE UNA TROCHA CARROZABLE HACIA LAS ELAGUNAS, POR EL CUAL SE ACCEDERÍA AL PMA-1.

(Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas puedan encontrar fácilmente el punto de monitoreo)

Representatividad:

LOS CULTIVOS DE ARROZ EN AGUAS ABAJO AL MARGEN DE LA QUEBRADA.

(Describir el tramo de río o quebrada o la bahía o zona de laguna a mar, que el punto de monitoreo representa)

Finalidad del monitoreo:

PUNTUAL / VIGILANCIA DE USO.

(Describir la finalidad del punto de monitoreo: Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante)

#### UBICACIÓN

Distrito

Provincia

Departamento

CONCHAMARCA

AMBO

HUÁNUCO

Localidad:

CC. PP. YAUJÍN

COORDENADAS (WGS84)

Sistema de coordenadas:



Proyección UTM



Geográficas

Norte/ Latitud: 8689812

Zona: 18L5

17, 18 o 19, para UTM solamente)

Este/ Longitud: 372491

Altitud (msnm): 3240 m.s.n.m.



## FICHA DE IDENTIFICACION DEL PUNTO DE MONITOREO

Nombre del cuerpo de agua:

RÍO PARARA

Clasificación del cuerpo de agua:  
(categorizado de acuerdo con la R.J. N° 202-2010-ANA y modificaciones posteriores)

CATEGORÍA 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES

Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino – costero:

### IDENTIFICACION DEL PUNTO

Nombre del cuerpo de agua:

PMB.1

Descripción:  
(origen/ubicación)

EL PUNTO DE ACCESO AL PMB.1 SE UBICA A 2.15 KM DEL CC.PP ASCENCIÓN DE PARARA A TRAVÉS DE LA TERCERA PRINCIPAL, Y A PARTIR DE AHÍ SE INGRESA POR EL DESVÍO (30 M) AL PMB.1

Accesibilidad:

A PARTIR DEL DISTRITO DE SAN FRANCISCO DE CAYRÁN EXISTE UNA TERCERA CERCADABLE AL CC. PP ASCENCIÓN DE PARARA, LA CUAL CONTINÚA AGUAS ARRIBA, FACILITANDO EL ACCESO A LOS PM.

(Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas puedan encontrar fácilmente el punto de monitoreo)

Representatividad:

LOS CULTIVOS SE APREGIAN AGUAS ABAJO AL MARGEN DE LA QUEBRADA.

(Describir el tramo de río o quebrada o la bahía o zona de laguna a mar, que el punto de monitoreo representa)

Finalidad del monitoreo:

PUNTUAL. VIGILANCIA DE USO.

(Describir la finalidad del punto de monitoreo: Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante)

### UBICACIÓN

Distrito

Provincia

Departamento

SAN FRANCISCO DE CAYRÁN

HUÁNUCO

HUÁNUCO

Localidad:

CC. PP. ASCENCIÓN DE PARARA

### COORDENADAS (WGS84)

Sistema de coordenadas:

Proyección UTM

Geográficas

Norte/ Latitud: 8896222

Zona: 18°LS

17, 18 o 19, para UTM solamente)

Este/ Longitud: 353972

Altitud (msnm): 2970



## FICHA DE IDENTIFICACION DEL PUNTO DE MONITOREO

Nombre del cuerpo de agua:

QUEBRADA MANCAPOZO

Clasificación del cuerpo de agua:  
(categorizado de acuerdo con la R.J. N° 202-2010-  
ANA y modificaciones posteriores)

CATEGORÍA 3: RIEGO DE VEGETALES

Código y nombre de la cuenca o  
del cuerpo marino – costero:

### IDENTIFICACION DEL PUNTO

Nombre del cuerpo de agua:

PMC. 1

Descripción:  
(origen/ubicación)

A TRAVÉS DE LA TROCHA PRINCIPAL AL CC.PP SHISMAY SE LLEGA AL DESVÍO UBICADO A 370 M ANTES DEL CC.PP., RECORRIENDO 800 M HASTA EL PMC. 1.

Accesibilidad:

A TRAVÉS DE LA TROCHA CARROZABLE A LA LAGUNA MANCAPOZO, SE LLEGA AL CC. PP. SHISMAY, Y SE ACCEDER AL PMC. 1 A TRAVÉS DE UN DESVÍO HACIA EL CC. PP. MALCON BA.

(Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas puedan encontrar fácilmente el punto de monitoreo)

Representatividad:

LOS CULTIVOS SE APRECIAN AGUAS ABAJO AL MARGEN DE LA QUEBRADA.

(Describir el tramo de río o quebrada o la bahía o zona de laguna a mar, que el punto de monitoreo representa)

Finalidad del monitoreo:

PUNTUAL / VIGILANCIA DE USO

(Describir la finalidad del punto de monitoreo: Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante)

### UBICACIÓN

Distrito

Provincia

Departamento

AMARILIS

HUÁNUCO

HUÁNUCO

Localidad:

CC.PP. SHISMAY

COORDENADAS (WGS84)

Sistema de  
coordenadas:



Proyección UTM



Geográficas

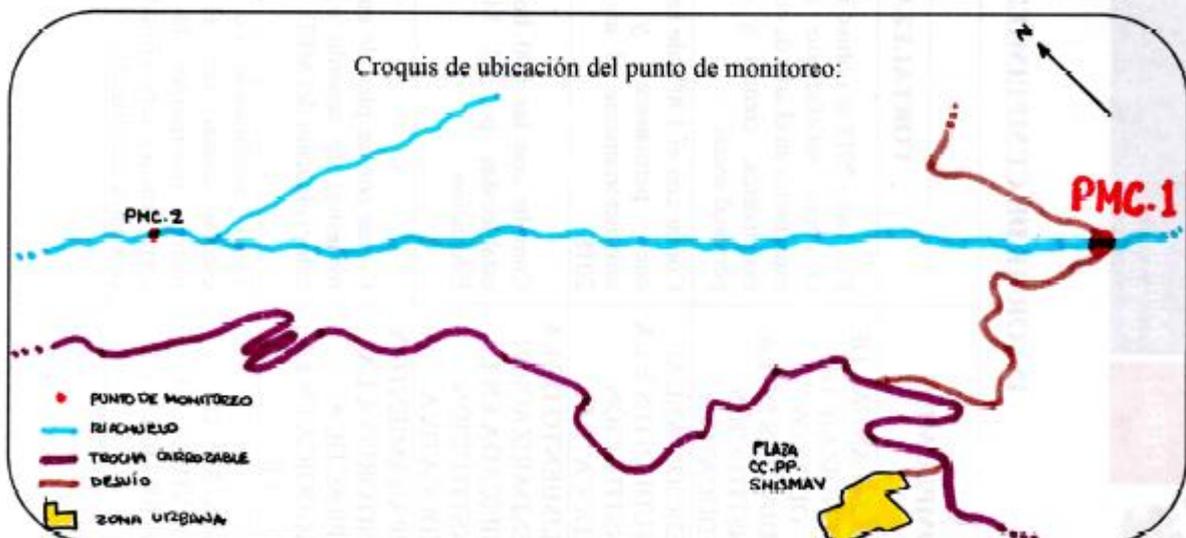
Norte/ Latitud: 8898677

Zona: 18L9

17, 18 o 19, para UTM solamente)

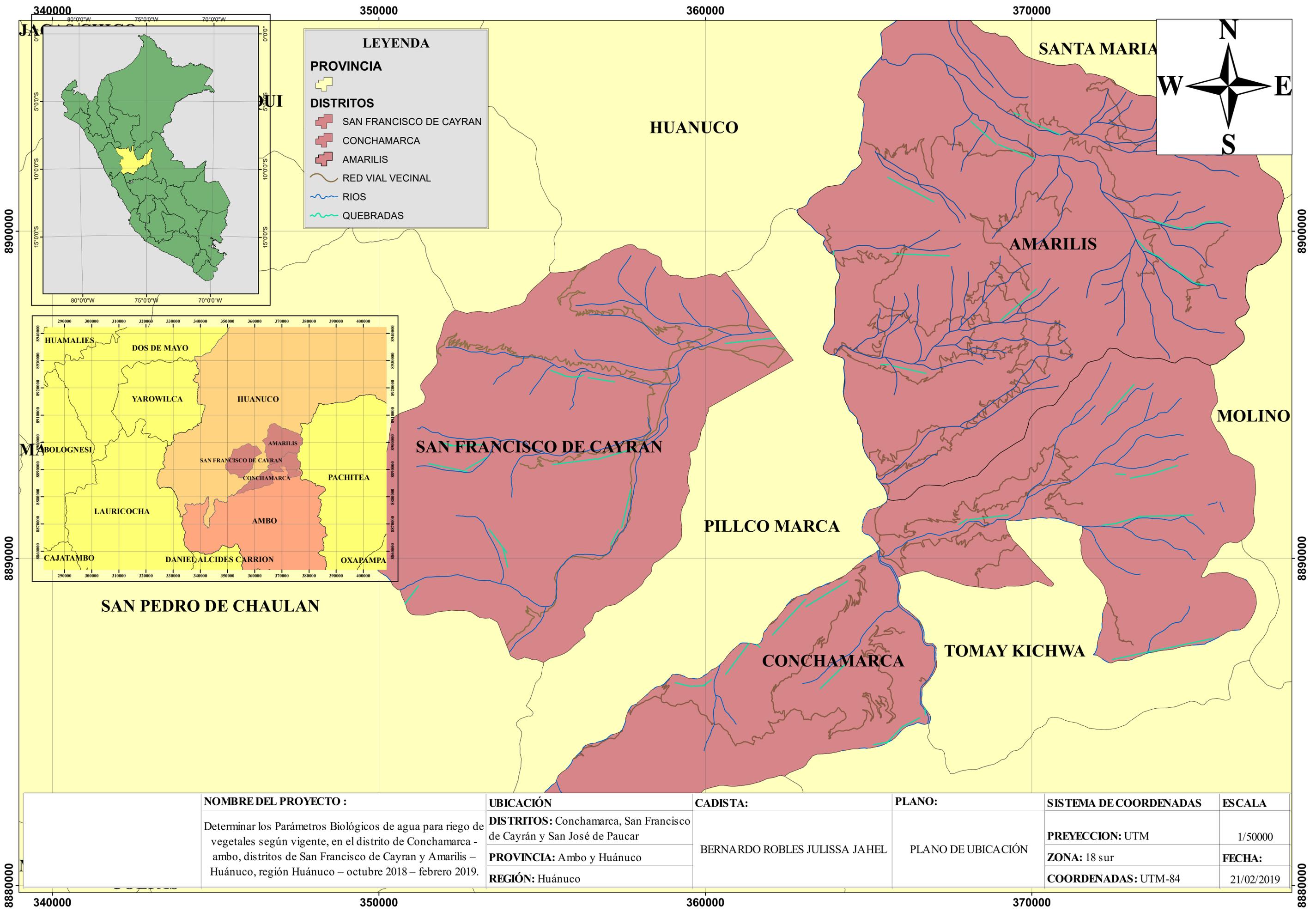
Este/ Longitud: 373738

Altitud (msnm): 3138







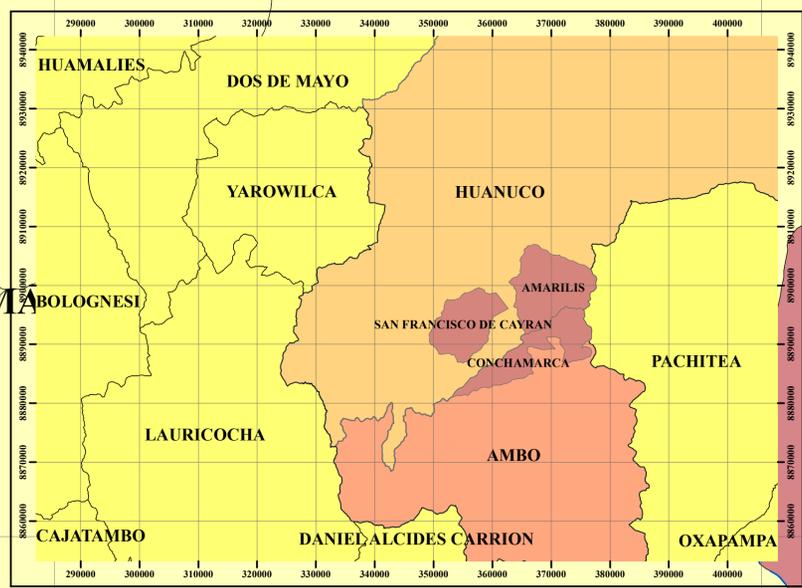


**LEYENDA**

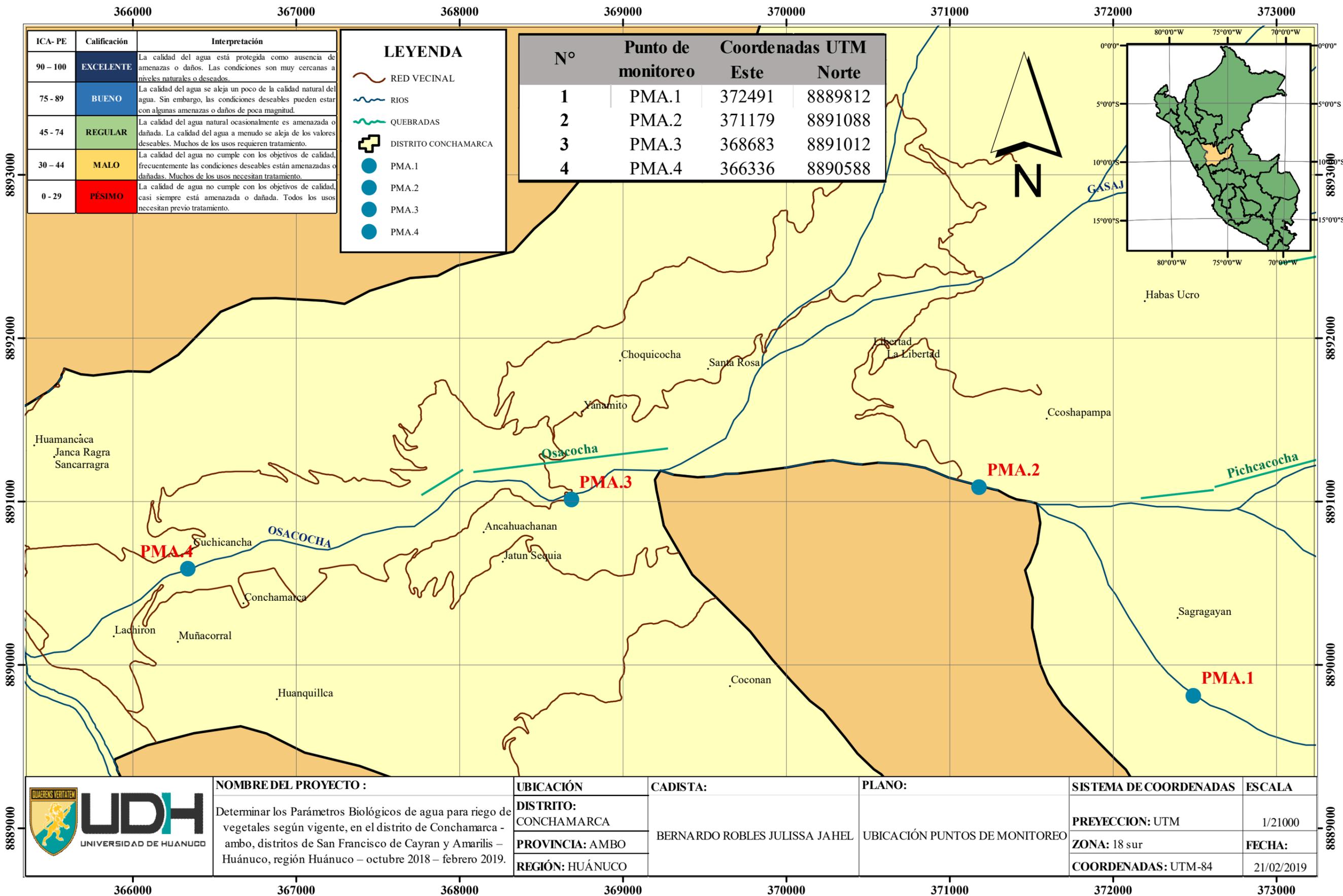
**PROVINCIA**

**DISTRITOS**

- SAN FRANCISCO DE CAYRAN
- CONCHAMARCA
- AMARILIS
- RED VIAL VECINAL
- RIOS
- QUEBRADAS



	<b>NOMBRE DEL PROYECTO :</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>CADISTA:</b>	<b>PLANO:</b>	<b>SISTEMA DE COORDENADAS</b>	<b>ESCALA</b>
	Determinar los Parámetros Biológicos de agua para riego de vegetales según vigente, en el distrito de Conchamarca - ambo, distritos de San Francisco de Cayrán y Amaris – Huánuco, región Huánuco – octubre 2018 – febrero 2019.	<b>DISTRITOS:</b> Conchamarca, San Francisco de Cayrán y San José de Paucar	BERNARDO ROBLES JULISSA JAHEL	PLANO DE UBICACIÓN	<b>PREYECCION:</b> UTM	1/50000
		<b>PROVINCIA:</b> Ambo y Huánuco			<b>ZONA:</b> 18 sur	<b>FECHA:</b>
		<b>REGIÓN:</b> Huánuco			<b>COORDENADAS:</b> UTM-84	21/02/2019



**NOMBRE DEL PROYECTO :**  
 Determinar los Parámetros Biológicos de agua para riego de vegetales según vigente, en el distrito de Conchamarca - ambo, distritos de San Francisco de Cayran y Amarilis - Huánuco, región Huánuco - octubre 2018 - febrero 2019.

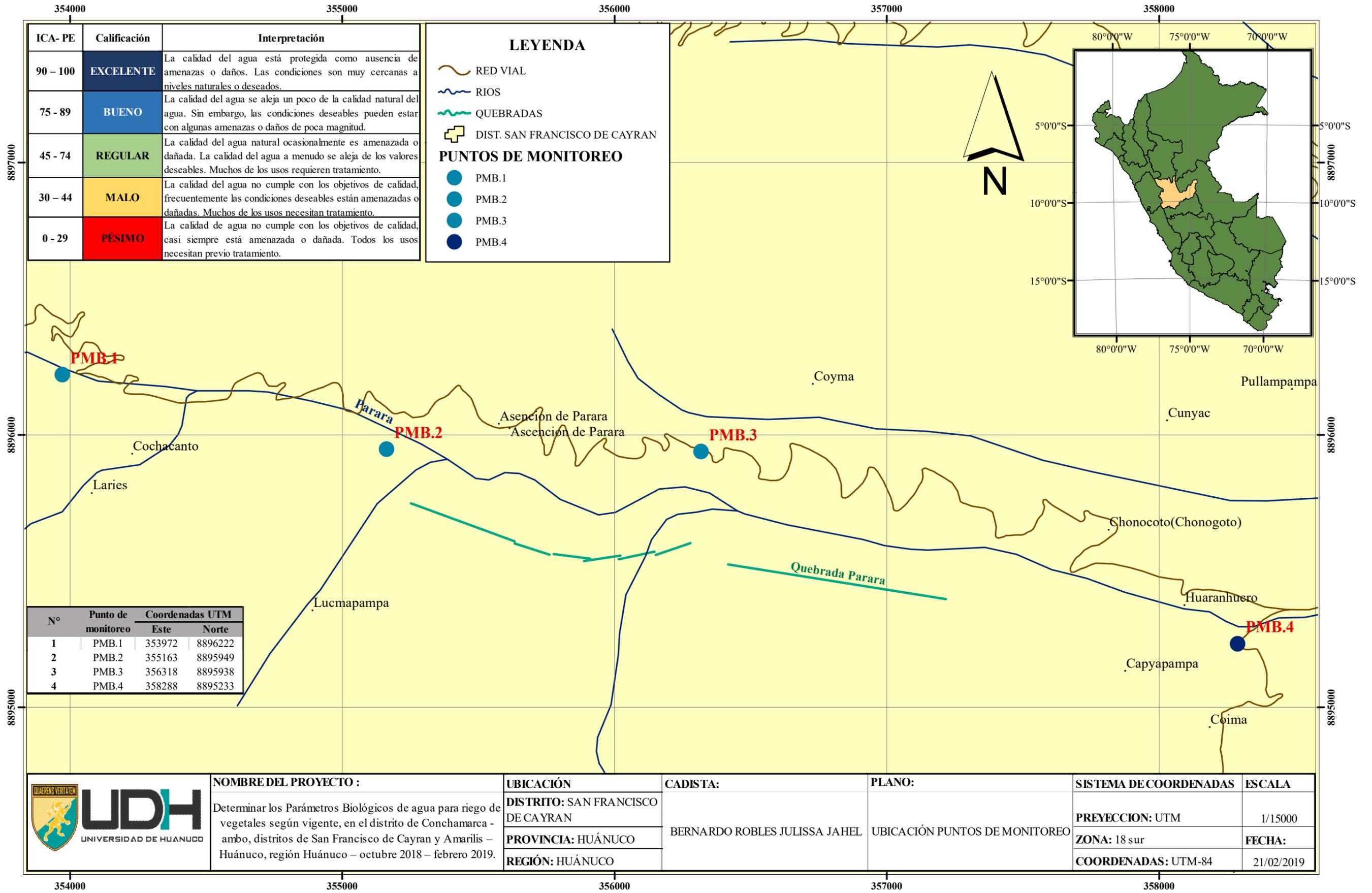
**UBICACIÓN**  
**DISTRITO:** CONCHAMARCA  
**PROVINCIA:** AMBO  
**REGIÓN:** HUÁNUCO

**CADISTA:**  
 BERNARDO ROBLES JULISSA JAHEL

**PLANO:**  
 UBICACIÓN PUNTOS DE MONITOREO

**SISTEMA DE COORDENADAS**  
**PREYECCION:** UTM  
**ZONA:** 18 sur  
**COORDENADAS:** UTM-84

**ESCALA**  
 1/21000  
**FECHA:**  
 21/02/2019



ICA- PE	Calificación	Interpretación
90 - 100	<b>EXCELENTE</b>	La calidad del agua está protegida como ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados.
75 - 89	<b>BUENO</b>	La calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural del agua. Sin embargo, las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud.
45 - 74	<b>REGULAR</b>	La calidad del agua natural ocasionalmente es amenazada o dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos requieren tratamiento.
30 - 44	<b>MALO</b>	La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, frecuentemente las condiciones deseables están amenazadas o dañadas. Muchos de los usos necesitan tratamiento.
0 - 29	<b>PÉSIMO</b>	La calidad de agua no cumple con los objetivos de calidad, casi siempre está amenazada o dañada. Todos los usos necesitan previo tratamiento.

**LEYENDA**

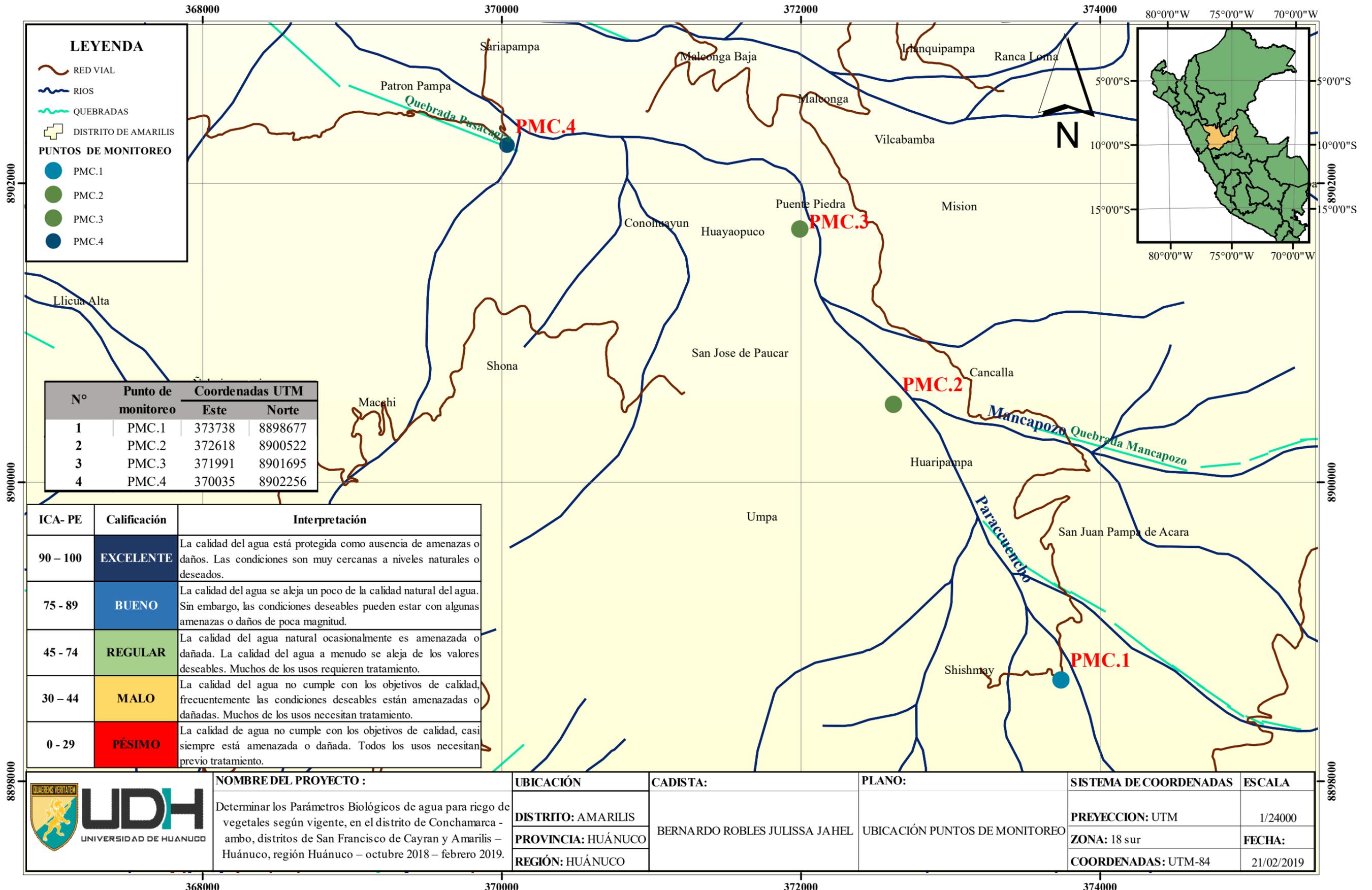
- RED VIAL
- RIOS
- QUEBRADAS
- DIST. SAN FRANCISCO DE CAYRAN

**PUNTOS DE MONITOREO**

- PMB.1
- PMB.2
- PMB.3
- PMB.4

N°	Punto de monitoreo	Coordenadas UTM	
		Este	Norte
1	PMB.1	353972	8896222
2	PMB.2	355163	8895949
3	PMB.3	356318	8895938
4	PMB.4	358288	8895233

	<b>NOMBRE DEL PROYECTO :</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>CADISTA:</b>	<b>PLANO:</b>	<b>SISTEMA DE COORDENADAS</b>	<b>ESCALA</b>
	Determinar los Parámetros Biológicos de agua para riego de vegetales según vigente, en el distrito de Conchamarca - ambo, distritos de San Francisco de Cayran y Amarilis - Huánuco, región Huánuco - octubre 2018 - febrero 2019.	DISTRITO: SAN FRANCISCO DE CAYRAN	BERNARDO ROBLES JULISSA JAHEL	UBICACIÓN PUNTOS DE MONITOREO	PREYECCION: UTM	1/15000
		PROVINCIA: HUÁNUCO			FECHA:	
		REGIÓN: HUÁNUCO			COORDENADAS: UTM-84	21/02/2019



**LEYENDA**

- RED VIAL
- RIOS
- QUEBRADAS
- DISTRITO DE AMARILIS

**PUNTOS DE MONITOREO**

- PMC.1
- PMC.2
- PMC.3
- PMC.4

N°	Punto de monitoreo	Coordenadas UTM	
		Este	Norte
1	PMC.1	373738	8898677
2	PMC.2	372618	8900522
3	PMC.3	371991	8901695
4	PMC.4	370035	8902256

ICA- PE	Calificación	Interpretación
90 - 100	<b>EXCELENTE</b>	La calidad del agua está protegida como ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados.
75 - 89	<b>BUENO</b>	La calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural del agua. Sin embargo, las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud.
45 - 74	<b>REGULAR</b>	La calidad del agua natural ocasionalmente es amenazada o dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos requieren tratamiento.
30 - 44	<b>MALO</b>	La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, frecuentemente las condiciones deseables están amenazadas o dañadas. Muchos de los usos necesitan tratamiento.
0 - 29	<b>PÉSIMO</b>	La calidad de agua no cumple con los objetivos de calidad, casi siempre está amenazada o dañada. Todos los usos necesitan previo tratamiento.

	<b>NOMBRE DEL PROYECTO :</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>CADISTA:</b>	<b>PLANO:</b>	<b>SISTEMA DE COORDENADAS</b>	<b>ESCALA</b>
	Determinar los Parámetros Biológicos de agua para riego de vegetales según vigente, en el distrito de Conchamarca - ambo, distritos de San Francisco de Cayran y Amarilis - Huánuco, región Huánuco - octubre 2018 - febrero 2019.	<b>DISTRITO:</b> AMARILIS	BERNARDO ROBLES JULISSA JAHEL	UBICACIÓN PUNTOS DE MONITOREO	<b>PREYECCION:</b> UTM	1/24000
		<b>PROVINCIA:</b> HUÁNUCO			<b>ZONA:</b> 18 sur	<b>FECHA:</b>
		<b>REGIÓN:</b> HUÁNUCO			<b>COORDENADAS:</b> UTM-84	21/02/2019

ANEXO VII:

VII.1. Resultados del Índice de Calidad de Agua por zona de monitoreo

ZONAS DE MONITOREO			ZONA A				ZONA B				ZONA C				
PUNTOS DE MONITOREO			ECA Cat. 3	PMA.1	PMA.2	PMA.3	PMA.4	PMB.1	PMB.2	PMB.3	PMB.4	PMC.1	PMC.2	PMC.3	PMC.4
Parámetros a Evaluar															
PARAMETROS DE CAMPO	Conductividad	µS/cm	2500	44	85	50	60	137	55	51	73	28	53	40	
	pH	...	6.5 - 8.5	8.79	9.09	9.05	8.84	9.40	8.70	9.21	8.23	8.79	8.72	8.90	
	Temperatura	°C	Δ3	12.1	16	15.8	18	15	17.40	18.90	19	12.80	13.90	14.20	
PARAMETROS BIOLÓGICOS	Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	1000	4.5	7.8	33	79	6.80	7.80	4.50	4.50	<1.8	1600	2400	
	<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml	1000	< 1.8	< 1.8	4.5	6.8	1.80	<1.80	<1.80	<1.80	<1.80	49	79	
	Huevos de Helmintos	Huevo/L	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
DATOS	Número de parámetros que NO cumplen			1				1				2			
	Número Total de parámetros a Evaluar			6				6				6			
	Número de datos que NO cumplen el ECA			4				3				5			
	Número Total de Datos			24				24				18			
CALCULO DE LOS FACTORES DEL ICA - PE EXCEDENTE DE CADA PARAMETRO EN CADA MONITOREO	<b>F1</b>			16.67				16.67				33.33			
	<b>F2</b>			16.67				12.50				27.78			
	Conductividad electrica	µS/cm													
	pH	...		0.03	0.07	0.06	0.04	0.11	0.02	0.08		0.03	0.03	0.05	
	Temperatura	°C													
	Coliformes termotolerantes	NMP/100ml											0.6	1.40	
	<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml													
	Huevos de Helmintos	Huevo/L													
	<b>Sumatoria de los excedentes</b>			0.05				0.01				0.09			
	<b>F3</b>			4.95				0.88				17.56			
<b>Índice de Calidad</b>				86				88				73			
				BUENO				BUENO				REGULAR			

Zona A: Río Paraccuencho- Distrito de Conchamarca, provincia de Ambo y región Huánuco

Zona B: Río Parara - Distrito de San Francisco de Cayran, provincia y región Huánuco

Zona C: Río Osacocho - Centro poblado San José de Paucar, distrito de Amarilis, provincia y región Huánuco

VII.1. Resultados del Índice de Calidad de Agua por punto de monitoreo

ZONAS DE MONITOREO			ZONA A				ZONA B				ZONA C					
PUNTOS DE MONITOREO			ECA Cat. 3	PMA.1	PMA.2	PMA.3	PMA.4	PMB.1	PMB.2	PMB.3	PMB.4	PMC.1	PMC.2	PMC.3	PMC.4	
Parámetros a Evaluar																
PARAMETROS DE CAMPO	Conductividad	μS/cm	2500	44	85	50	60	137	55	51	73	28	53	40	158	
	pH	...	6.5 - 8.5	8.79	9.09	9.05	8.84	9.4	8.7	9.21	8.23	8.79	8.72	8.9	7.81	
	Temperatura	°C	Δ3	12.1	16	15.8	18	15	17.4	18.9	19	12.8	13.9	14.2	15.6	
PARAMETROS BIOLÓGICOS	Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	1000	4.5	7.8	33	79	6.8	7.8	4.5	4.5	<1.8	1600	2400	170	
	<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml	1000	<1.8	<1.8	4.5	6.8	1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	49	79	21	
	Huevos de Helmintos	Huevo/L	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
DATOS	Número de parámetros que NO cumplen			1	1	1	1	1	1	1	0	1	2	2	0	
	Número Total de parámetros a Evaluar			6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	Número de datos que NO cumplen el ECA			1	1	1	1	1	1	1	0	1	2	2	0	
	Número Total de Datos			6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
CÁLCULO DE LOS FACTORES DEL ICA - PE EXCEDENTE DE CADA PARÁMETRO EN CADA MONITOREO	F1 = F2			16.67	16.67	16.67	16.67	16.67	16.67	16.67	0	16.67	33.33	33.33	0	
	Conductividad eléctrica	μS/cm														
	pH	...		0.03	0.07	0.06	0.04	0.11	0.02	0.08		0.03	0.03	0.05		
	Temperatura	°C														
	Coliformes termotolerantes	NMP/100ml											0.6	1.4		
	<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml														
	Huevos de Helmintos	Huevo/L														
	Sumatoria de los excedentes			0.006	0.012	0.011	0.007	0.018	0.004	0.014		0.006	0.104	0.241		
F3			0.57	1.14	1.07	0.66	1.73	0.39	1.37		0.57	9.45	19.43			
Índice de Calidad			86	86	86	86	86	86	86		86	72	71			
			BUENO	BUENO	BUENO	BUENO	BUENO	BUENO	BUENO	BUENO	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	REGULAR	EXCELENTE	

Zona A: Río Paracuencho- Distrito de Conchamarca, provincia de Ambo y región Huánuco

Zona B: Río Parara - Distrito de San Francisco de Cayran, provincia y región Huánuco

Zona C: Río Osacocha - Centro poblado San José de Paucar, distrito de Amarilis, provincia y región Huánuco

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1903141**

**BERNARDO ROBLES JULISSA JAHEL**

Urb. San Felix, calle Argentina 587, Mz. C, lote 15

ENV / LB-344962-006

PROCEDENCIA : DTTO CONCHAMARCA

Fecha de Recepción SGS : 09-02-2019

Fecha de Ejecución : Del 09-02-2019 al 14-02-2019

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
PMA.1
PMA.1-1
PMA.1-2
PMA.1-3
PMA.1-4
PMA.2
PMA.2-1
PMA.2-2
PMA.2-3

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 14/02/2019



Roberto C. Arista Gonzalez

C.B.P. 6085

Supervisor de Laboratorio-Microbiología



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1903141**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					PMA.1	PMA.1-1	PMA.1-2
FECHA DE MUESTREO					06/02/2019	06/02/2019	06/02/2019
HORA DE MUESTREO					13:00:00	13:00:00	13:00:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUBCATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
<b>Análisis Microbiológicos</b>							
Numeración de Coliformos Fecales o Termotolerantes	EW_APH49221E_NMP_CX	NMP/100 ml	--	--	4.5		
Numeración de Escherichia coli	EW_APH49221F_CX	NMP/100 ml	--	--	<1.0		
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helicobacter	EW_505_MAC04_CX	Huevos/L	--	--		0	0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					PMA.1-3	PMA.1-4	PMA.2
FECHA DE MUESTREO					06/02/2019	06/02/2019	06/02/2019
HORA DE MUESTREO					13:00:00	13:00:00	14:07:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUBCATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
<b>Análisis Microbiológicos</b>							
Numeración de Coliformos Fecales o Termotolerantes	EW_APH49221E_NMP_CX	NMP/100 ml	--	--			7.8
Numeración de Escherichia coli	EW_APH49221F_CX	NMP/100 ml	--	--			<1.0
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helicobacter	EW_505_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0	0	

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					PMA.2-1	PMA.2-2	PMA.2-3
FECHA DE MUESTREO					06/02/2019	06/02/2019	06/02/2019
HORA DE MUESTREO					14:07:00	14:07:00	14:07:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUBCATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
<b>Análisis Microbiológicos</b>							
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helicobacter	EW_505_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0	0	0

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1903141**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					PMA.2-4	PMA.3	PMA.3-1
FECHA DE MUESTREO					06/02/2019	06/02/2019	06/02/2019
HORA DE MUESTREO					14:07:00	15:35:00	15:35:00
CATEGORÍA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUBCATEGORÍA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
<b>Análisis Microbiológicos</b>							
Numeración de Coliformos Fecales o Termotolerantes	EW_APH49221E_NMP_CX	NMP/100 ml	--	--		32.0	
Numeración de Escherichia coli	EW_APH49221F_CX	NMP/100 ml	--	--		4.5	
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helicópteros	EW_SGS_MAD04_CX	Huevos/L	--	--	0		0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					PMA.3-2	PMA.3-3	PMA.3-4
FECHA DE MUESTREO					06/02/2019	06/02/2019	06/02/2019
HORA DE MUESTREO					15:25:00	15:35:00	15:35:00
CATEGORÍA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUBCATEGORÍA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
<b>Análisis Microbiológicos</b>							
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helicópteros	EW_SGS_MAD04_CX	Huevos/L	--	--	0	0	0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					PMA.4	PMA.4-1	PMA.4-2
FECHA DE MUESTREO					06/02/2019	06/02/2019	06/02/2019
HORA DE MUESTREO					15:45:00	15:45:00	15:45:00
CATEGORÍA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUBCATEGORÍA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
<b>Análisis Microbiológicos</b>							
Numeración de Coliformos Fecales o Termotolerantes	EW_APH49221E_NMP_CX	NMP/100 ml	--	--	79.0		
Numeración de Escherichia coli	EW_APH49221F_CX	NMP/100 ml	--	--	6.8		
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helicópteros	EW_SGS_MAD04_CX	Huevos/L	--	--		0	0

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1903141**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					PMA.4-3	PMA.4-4
FECHA DE MUESTREO					08/02/2019	08/02/2019
HORA DE MUESTREO					18:40:00	18:40:00
CATEGORÍA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUBCATEGORÍA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado
Análisis Microbiológicos						
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helicócos	EW_SGS_MACM_CK	Huevos/L	--	--	0	0

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1903141**

**REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO**

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHAS221E_NMP_CX	Cajamarca	Numeración de Coliformes Fecales o Termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221E, 1, 23rd Ed. 2017; Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).
EW_APHAS221F_CX	Cajamarca	Numeración de Escherichia coli (EC-MUG)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F, Item 1, 23rd Ed. 2017; Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Escherichia coli test (EC-MUG Medium).
EW_SGS_MAC04_CX	Cajamarca	Detección y/o Cuantificación de Huevos de Helmintos	Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. O.M.S. 1997, Item 2.1 Método (Baileger modificado) (VALIDADO)2014.

**Notas:**

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.com.pe/es/ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de honorarios y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su aceptación o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se rige por los dispositivos civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS de Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

Última Revisión Julio 2015

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1902098**

Estación de Muestreo
PMB.3
PMB.3-1
PMB.3-2
PMB.3-3
PMB.3-4
PMB.4
PMB.4-1
PMB.4-2
PMB.4-3
PMB.4-4

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1902098**

**BERNARDO ROBLES JULISSA JAHEL**

Urb. San Felix, calle Argentina 587, Mz. C, lote 15

ENV / LB-344962-004

PROCEDENCIA : Río Parara - San Francisco de Cayran

Fecha de Recepción SGS : 28-01-2019

Fecha de Ejecución : Del 28-01-2019 al 31-01-2019

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
PMB.1
PMB.1-1
PMB.1-2
PMB.1-3
PMB.1-4
PMB.2
PMB.2-1
PMB.2-2
PMB.2-3
PMB.2-4

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 31/01/2019

Roberto C. Arista Gonzalez

C.B.P. 6085

Supervisor de Laboratorio-Microbiología

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1902098**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					PMB.1	PMB.1-1	PMB.1-2
FECHA DE MUESTREO					27/01/2019	27/01/2019	27/01/2019
HORA DE MUESTREO					12:45:00	12:45:00	12:45:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUBCATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Microbiológicos							
Numeración de Coliformos Fecales + Termotolerantes	EW_APH49221E_NMP_CX	NMP/100 ml	--	--	6.1		
Numeración de Escherichia coli	EW_APH49221F_CX	NMP/100 ml	--	--	1.1		
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helminthos	EW_SGS_MAO04_CX	Huevos/L	--	--		0	0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					PMB.1-3	PMB.1-4	PMB.2
FECHA DE MUESTREO					27/01/2019	27/01/2019	27/01/2019
HORA DE MUESTREO					12:45:00	12:45:00	13:00:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUBCATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Microbiológicos							
Numeración de Coliformos Fecales + Termotolerantes	EW_APH49221E_NMP_CX	NMP/100 ml	--	--			7.8
Numeración de Escherichia coli	EW_APH49221F_CX	NMP/100 ml	--	--			<1.1
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helminthos	EW_SGS_MAO04_CX	Huevos/L	--	--	0	0	

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					PMB.2-1	PMB.2-2	PMB.2-3
FECHA DE MUESTREO					27/01/2019	27/01/2019	27/01/2019
HORA DE MUESTREO					13:55:00	13:55:00	13:55:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUBCATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Microbiológicos							
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helminthos	EW_SGS_MAO04_CX	Huevos/L	--	--	0	0	0

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1902098**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					PMB.2-4	PMB.3	PMB.3-1
FECHA DE MUESTREO					27/01/2019	27/01/2019	27/01/2019
HORA DE MUESTREO					13:55:00	15:00:00	15:00:00
CATEGORÍA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUBCATEGORÍA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
<b>Análisis Microbiológicos</b>							
Numero de Coliformos Fecales o Termotolerantes	EW_APH48221E_NMP_CX	NMP/100 ml	--	--		4.5	
Numero de Escherichia coli	EW_APH48221F_CX	NMP/100 ml	--	--		<1.8	
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helminos	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0		0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					PMB.3-2	PMB.3-3	PMB.3-4
FECHA DE MUESTREO					27/01/2019	27/01/2019	27/01/2019
HORA DE MUESTREO					16:00:00	16:00:00	16:00:00
CATEGORÍA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUBCATEGORÍA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
<b>Análisis Microbiológicos</b>							
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helminos	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0	0	0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					PMB.4	PMB.4-1	PMB.4-2
FECHA DE MUESTREO					27/01/2019	27/01/2019	27/01/2019
HORA DE MUESTREO					16:00:00	16:00:00	16:00:00
CATEGORÍA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUBCATEGORÍA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
<b>Análisis Microbiológicos</b>							
Numero de Coliformos Fecales o Termotolerantes	EW_APH48221E_NMP_CX	NMP/100 ml	--	--	4.5		
Numero de Escherichia coli	EW_APH48221F_CX	NMP/100 ml	--	--	<1.8		
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helminos	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--		0	0

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1902098**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					PMB.4-3	PMB.4-4
FECHA DE MUESTREO					27/01/2019	27/01/2019
HORA DE MUESTREO					16:03:00	16:03:00
CATEGORÍA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUBCATEGORÍA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado
Análisis Microbiológicos						
Detección Y/O Cuantificación De Hongos De Helechos	EW_SGS_MACOM_CX	Huevos/l	-	-	0	0

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1902098**

**REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO**

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA8221E_NMP_CX	Cajamarca	Numeración de Coliformes Fecales o Termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 8221E.1, 23rd Ed. 2017; Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).
EW_APHA8221F_CX	Cajamarca	Numeración de Escherichia coli (EC-MUG)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 8221 F. Item 1, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Escherichia coli test (EC-MUG Medium).
EW_SGS_MAO04_CX	Cajamarca	Detección y/o Cuantificación de Huevos de Helminfos	Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. O.M.S. 1997. Item 2.1 Método Baillenger modificado (VALIDADO)2014.

**Notas:**

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgsperu.com/ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS de Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificaes del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen a fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

Última Revisión Julio 2015

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1902661**

**BERNARDO ROBLES JULISSA JAHEL**

Urb. San Felix, calle Argentina 587, Mz. C, lote 15

ENV / LB-344962-005

PROCEDENCIA : QUEBRADA MANCAPOZO

Fecha de Recepción SGS : 04-02-2019

Fecha de Ejecución : Del 04-02-2019 al 09-02-2019

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
PMC.1
PMB.1-1
PMB.1-2
PMC.1-3
PMB.1-4
PMC.2
PMC.2-1
PMC.2-2

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 09/02/2019



Roberto C. Ariata Gonzalez

C.B.P. 6085

Supervisor de Laboratorio-Microbiología



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1902661**

Estación de Muestreo
PMC.3-3
PMC.3-4
PMC.3
PMC.3-1
PMC.3-2
PMC.3-3
PMC.3-4
PMC.4
PMC.4-1
PMC.4-2
PMC.4-3
PMC.4-4

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1902661**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA						PMC.1	PMC.1-1	PMC.1-2
FECHA DE MUESTREO						03/02/2019	03/02/2019	03/02/2019
HORA DE MUESTREO						13:30:00	13:30:00	13:30:00
CATEGORÍA						AGUA NATURAL	AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUBCATEGORÍA						AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado	
<b>Análisis Microbiológicos</b>								
Numaración de Coliformos Fecales o Termotolerantes	EW_APH9221E_NMP_CX	NMP/100 ml	--	--	<1.0			
Numaración de Escherichia coli	EW_APH9221F_CX	NMP/100 ml	--	--	<1.0			
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helminetos	EW_S05_MAO04_CX	Huevos/L	--	--		0	0	

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA						PMC.1-3	PMC.1-4	PMC.2
FECHA DE MUESTREO						03/02/2019	03/02/2019	03/02/2019
HORA DE MUESTREO						13:30:00	13:30:00	15:45:00
CATEGORÍA						AGUA NATURAL	AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUBCATEGORÍA						AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado	
<b>Análisis Microbiológicos</b>								
Numaración de Coliformos Fecales o Termotolerantes	EW_APH9221E_NMP_CX	NMP/100 ml	--	--			1,800.0	
Numaración de Escherichia coli	EW_APH9221F_CX	NMP/100 ml	--	--			49	
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helminetos	EW_S05_MAO04_CX	Huevos/L	--	--	0	0		

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA						PMC.2-1	PMC.2-2	PMC.2-3
FECHA DE MUESTREO						03/02/2019	03/02/2019	03/02/2019
HORA DE MUESTREO						15:45:00	15:45:00	15:45:00
CATEGORÍA						AGUA NATURAL	AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUBCATEGORÍA						AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado	
<b>Análisis Microbiológicos</b>								
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helminetos	EW_S05_MAO04_CX	Huevos/L	--	--	0	0	0	

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1902661**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					PMC.2-4	PMC.3	PMC.3-1
FECHA DE MUESTREO					03/02/2019	03/02/2019	03/02/2019
HORA DE MUESTREO					15:45:00	15:45:00	15:45:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUBCATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
<b>Análisis Microbiológicos</b>							
Alimentación de Coliformos Fecales o Termotolerantes	EW_APH40221E_NMP_CX	NMP/100 ml	--	--		2,400.0	
Alimentación de Escherichia coli	EW_APH40221F_CX	NMP/100 ml	--	--		70	
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helminthos	EW_S06_MAD04_CX	Huevos/L	--	--	0		0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					PMC.3-2	PMC.3-3	PMC.3-4
FECHA DE MUESTREO					03/02/2019	03/02/2019	03/02/2019
HORA DE MUESTREO					16:45:00	16:45:00	16:45:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUBCATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
<b>Análisis Microbiológicos</b>							
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helminthos	EW_S06_MAD04_CX	Huevos/L	--	--	0	0	0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					PMC.4	PMC.4-1	PMC.4-2
FECHA DE MUESTREO					03/02/2019	03/02/2019	03/02/2019
HORA DE MUESTREO					17:45:00	17:45:00	17:45:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUBCATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
<b>Análisis Microbiológicos</b>							
Alimentación de Coliformos Fecales o Termotolerantes	EW_APH40221E_NMP_CX	NMP/100 ml	--	--	170.0		
Alimentación de Escherichia coli	EW_APH40221F_CX	NMP/100 ml	--	--	21		
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helminthos	EW_S06_MAD04_CX	Huevos/L	--	--		0	0

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1902661**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					PMC-43	PMC-44
FECHA DE MUESTREO					03/02/2019	03/02/2019
HORA DE MUESTREO					17:45:00	17:45:00
CATEGORÍA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUBCATEGORÍA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LG	Resultado	Resultado
Análisis Microbiológico						
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helicobacter	EW_SGS_MACH_CX	Huevos/L	-	-	0	0

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1902661**

**REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO**

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA9221E_NMP_CX	Cajamarca	Numeración de Coliformes Fecales o Termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221E, 1, 23rd Ed. 2017, Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group, Fecal Coliform Procedure, Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).
EW_APHA9221F_CX	Cajamarca	Numeración de Escherichia coli (EC-MUG)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F, Item 1, 23rd Ed. 2017, Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group, Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate, Escherichia coli test (EC-MUG Medium).
EW_SGS_MAC04_CX	Cajamarca	Detección y/o Cuantificación de Huevos de Helminfos	Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio, O.M.S. 1997, Item 2.1 Método Baillenger modificado (VALIDADO)2014.

**Notas:**

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.com/ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de honorarios y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su aceptación o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS de Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como evidencia del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la(s) muestra(s) que han sido tomadas.

Última Revisión Julio 2015

## ANEXO IX: Fotos

### ZONA A – RIO OSACOCHA, distrito Conchamarca



**Fotografía 1.** Información de campo de cada uno de los puntos de monitoreo en el río Osacocha (ZONA A)



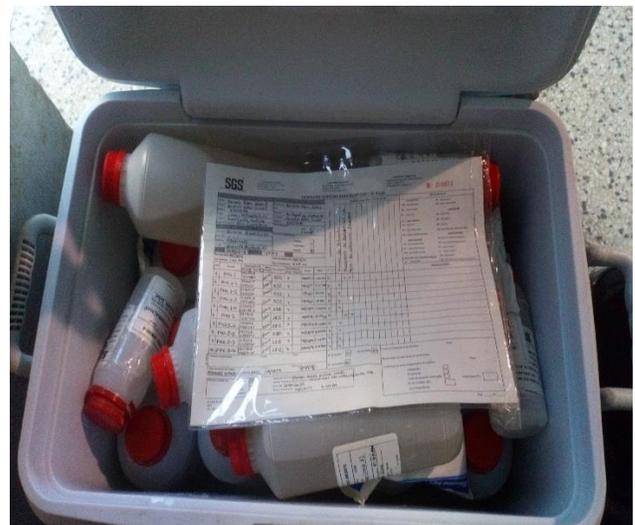
**Fotografía 2.** Toma de la muestra de agua para análisis de Huevos de Helmintos.



**Fotografía 3.** Muestra de agua para el análisis de *Escherichia coli*.



**Fotografía 4.** Medición de parámetros de campo (pH, conductividad, temperatura y sólidos totales disueltos).



**Fotografía 5.** Muestra lista para enviar al laboratorio para su análisis.



**Fotografía 6.** Pobladores cultivando hortalizas.



**Fotografía 7.** Pastoreo de ganado ovino en el PMA.2.



**Fotografía 8.** Muestra de una extensión de cultivo de vegetales, los cuales se riegan con el agua del río Osacocha, río que fue monitoreado.

## ZONA B – RIO PARARA, distrito San Francisco de Cayrán



**Fotografía 9.** Información de campo de cada uno de los puntos de monitoreo en el río Parara (ZONA B)



**Fotografía 10.** Obtención de muestra de agua para el análisis de Huevos de Helmintos.



**Fotografía 11.** Muestra de agua para el análisis de Coliformes Termotolerantes.



**Fotografía 12.** Muestras de agua debidamente etiquetadas.

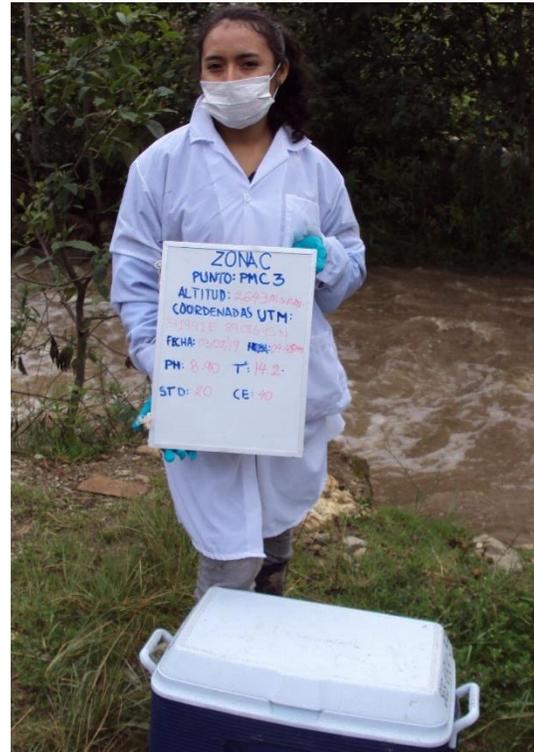
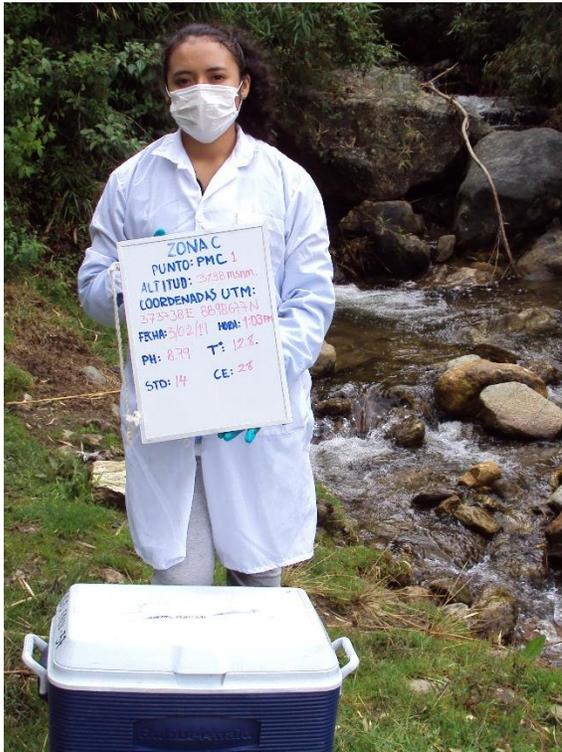


**Fotografía 13.** Medición de los parámetros de campo (pH, temperatura, sólidos totales disueltos y conductividad).



**Fotografía 14.** Áreas de cultivo al margen del río Parara. Se observan alguna de las hortalizas que cultivan en el centro poblado de Parara.

## ZONA C – RIO PARACCUENCHO, distrito Amarilis



**Fotografía 15.** Información de campo de cada uno de los puntos de monitoreo en el río Paraccuencho (ZONA C)



**Fotografía 16.** Obtención de la muestra de agua para el análisis de Huevos de Helmintos.



**Fotografía 17.** Medición de los parámetros de campo (pH, temperatura, sólidos totales disueltos y conductividad).



**Fotografía 18.** Obtención de la muestra de agua para el análisis de Coliformes Termotolerantes.



**Fotografía 19.** Muestras de agua listas para enviar al laboratorio.



**Fotografía 20.** Fotografías de los campos de cultivo, cosecha y limpieza antes de su traslado para la venta.



**Fotografía 21.** Pastoreo del ganado ovino al margen del río Paraccuencho.



**Fotografía 17.** Pastoreo del ganado vacuno al margen del río Paraccuencho.