

**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

---

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RIO  
HUANCACHUPA, CONTAMINADO POR DESCARGAS DE AGUAS  
RESIDUALES EN LOS DISTRITOS DE SAN FRANCISCO DE  
CAYRAN Y PILLCO MARCA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE  
HUÁNUCO, JUNIO A AGOSTO – 2019”**

---

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA  
AMBIENTAL**

**AUTORA: Bueno Salcedo, Abigail Milagros**

**ASESORA: Campos Ríos, Bertha Lucila**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2021**

# U



## TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis ( X )
- Trabajo de Suficiencia Profesional ( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Modelación, análisis y control de la contaminación ambiental.

**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN** (2018-2019)

## CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Ingeniería ambiental

**Disciplina:** Ingeniería ambiental y geológica

# D

## DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniera ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio ( X )
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

## DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 76156768

## DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 19939411

Grado/Título: Magister en educación, gestión y planeamiento educativo

Código ORCID: 0000-0002-5662-554X

# H

## DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Riveros Agüero, Elmer	Maestro en administración y gerencia en salud	28298517	0000-0003-3729-5423
2	Calixto Vargas, Simeón Edmundo	Maestro en administración de la educación	22471306	0000-0002-5114-4114
3	Torres Marquina, Marco Antonio	Ingeniero metalurgista	22514557	0000-0003-4006-7683



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

---

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

En la ciudad de Huánuco, siendo las 18:30 horas del día 02 del mes de julio del año 2021, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** mediante la plataforma Google Meet integrado por los docentes:

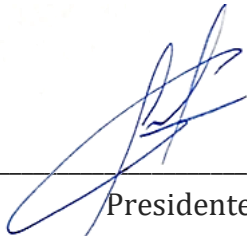
- Mg. Elmer Riveros Agüero (Presidente)
- Mg. Simeon Edmundo Calixto Vargas (Secretario)
- Ing. Marco Antonio Torres Marquina (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N°627-2021-D-FI-UDH, para evaluar la **Tesis** intitulada: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RIO HUANCACHUPA, CONTAMINADO POR DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES EN LOS DISTRITOS DE SAN FRANCISCO DE CAYRAN Y PILLCO MARCA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO, JUNIO A AGOSTO - 2019** presentado por el (la) **Bach. ABIGAIL MILAGROS BUENO SALCEDO**, 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.

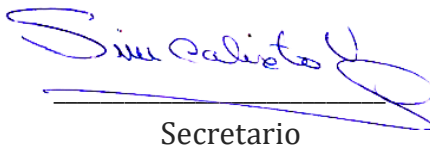
Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) **APROBADO** por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 16 y cualitativo de BUENO (Art. 47)

Siendo las 19:41 horas del día 02 del mes de julio del año 2021, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



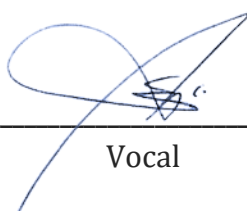
---

Presidente



---

Secretario



---

Vocal

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme la vida y permitirme cumplir con cada meta que me he trazado.

A mis padres y hermanos por siempre apoyarme de manera incondicional en cada etapa de mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por bendecirme con una familia maravillosa y llenarnos de bendiciones todos los días.

A mi familia, por su apoyo incondicional y por impulsarme cada día para seguir y culminar este trabajo.

Al Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva, por los consejos y apoyo brindado para elaborar un buen trabajo.

A mi asesora Mg. Bertha Lucila Campos Rios, por la paciencia, consejos, correcciones y apoyo en el desarrollo de este trabajo.

A mis docentes de la Universidad, por compartir sus conocimientos durante mis años de estudios y posteriores a ello.

A mis colegas, por compartir sus conocimientos durante el desarrollo de este trabajo.

Y gracias a todo aquel que contribuyo de una u otra forma con el desarrollo y culminación de este trabajo.

# ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	viii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	ix
RESUMEN.....	x
SUMMARY .....	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii
CAPÍTULO I.....	14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
1.3. OBJETIVO GENERAL.....	20
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN .....	21
CAPÍTULO II.....	22
MARCO TEÓRICO .....	22
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
2.2. BASES TEÓRICAS .....	31
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES .....	35
2.4. HIPÓTESIS .....	37
2.6. VARIABLES.....	38
2.7. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	39

CAPÍTULO 3.....	40
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	40
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	40
3.1.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN .....	40
3.1.2. ALCANCE O NIVEL.....	40
3.1.3. DISEÑO.....	40
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	40
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	41
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS .....	41
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	42
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS ....	43
CAPÍTULO IV .....	45
RESULTADOS .....	45
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS .....	46
4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS .....	55
CAPÍTULO 5.....	60
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	60
CONCLUSIONES .....	63
RECOMENDACIONES.....	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
ANEXOS .....	71
RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	72
RESOLUCIÓN DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR .....	73
MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	74
RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL LABORATORIO DEL MES DE JULIO ..	75
RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL LABORATORIO DEL MES DE AGOSTO .....	77

MAPA SATELITAL DEL ÁREA DEL PROYECTO .....	79
UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO Y PUNTOS DE MUESTREO .....	80
ÁRBOL DE CAUSAS Y EFECTOS.....	81
ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES.....	82
PANEL FOTOGRÁFICO.....	83



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Coordenadas de la zona de estudio.....	21
Tabla 2	Operacionalización de variables .....	39
Tabla 3	Coordenadas de ubicación de la zona de estudio .....	41
Tabla 4	Código de laboratorio.....	45
Tabla 5	Bacterias coliformes totales del Rio Huancachupa.....	46
Tabla 6	Bacterias termotolerantes del Rio Huancachupa .....	47
Tabla 7	Potencial de hidrógeno del Rio Huancachupa.....	48
Tabla 8	Conductividad eléctrica del Rio Huancachupa .....	49
Tabla 9	Sólidos totales disueltos en el Rio Huancachupa .....	50
Tabla 10	Presencia de Cloruros en el Rio Huancachupa.....	50
Tabla 11	Presencia de Sulfatos en el Rio Huancachupa .....	51
Tabla 12	Presencia de Plomo en el Rio Huancachupa .....	53
Tabla 13	Demanda Biológica de Oxígeno (5) en el Rio Huancachupa.....	53
Tabla 14	Demanda Química de Oxígeno en el Rio Huancachupa .....	54
Tabla 15	Prueba de hipótesis para las muestras relacionas a la contaminación microbiológica: bacterias coliformes totales y bacterias coliformes termotolerantes.....	57
Tabla 16	Prueba de hipótesis para las muestras relacionas a la contaminación física y química: pH, conductividad, STD, cloruros, sulfatos, plomo, DBO5 y DQO .....	58
Tabla 17	Matriz de consistencia.....	74

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Bacterias coliformes totales del Rio Huancachupa .....	46
Gráfico 2 Bacterias coliformes termotolerantes del Rio Huancachupa .....	47
Gráfico 3 Potencial de hidrógeno del Rio Huancachupa .....	48
Gráfico 4 Conductividad eléctrica del Rio Huancachupa.....	49
Gráfico 5 Sólidos totales disueltos en el Rio Huancachupa .....	50
Gráfico 6 Presencia de Cloruros en el Rio Huancachupa .....	51
Gráfico 7 Presencia de Sulfatos en el Rio Huancachupa.....	52
Gráfico 8 Presencia de Plomo en el Rio Huancachupa.....	53
Gráfico 9 Demanda Biológica de Oxígeno (5) en el Rio Huancachupa .....	54
Gráfico 10 Demanda Química Oxígeno en el Rio Huancachupa .....	55

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Planta de tratamiento de aguas residuales .....	83
Fotografía 2 Planta de tratamiento de agua residual en mal estado .....	83
Fotografía 3 Punto de descarga de agua residual de la PTAR .....	84
Fotografía 4 Descarga de agua contaminada .....	84
Fotografía 5 Zona de mezcla .....	85
Fotografía 6 Toma de muestras .....	85
Fotografía 7 Muestra tomada.....	86
Fotografía 8 Toma de parámetros In Situ .....	86
Fotografía 9 Toma de datos de los parámetros In Situ .....	87
Fotografía 10 Muestras recolectadas.....	87

## RESUMEN

La contaminación del agua superficial como subterránea es un problema ambiental a nivel mundial, y en el Perú, esta problemática no es la excepción. El tema central de la presente investigación trata sobre la contaminación de un cuerpo de agua superficial, cuyo objetivo es determinar la calidad del agua del río Huancachupa y la relación que existe con la descarga de agua residual proveniente de los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca. Para ello se realizó el muestreo en diferentes puntos del cuerpo de agua, los cuales fueron tomados antes de la zona de mezcla, en la zona de mezcla y después de la zona de mezcla en un periodo de dos meses (julio y agosto del 2019). Los resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y los Límites Máximo Permisibles (LMP), dando como resultado final que estos superan los valores establecidos en el ECA y asimismo se encuentran dentro de los valores establecidos en los LMP.

Para la prueba de hipótesis se usó el estadístico de prueba T-Student para muestras relacionadas y se demostró que existe una relación entre la calidad del agua del río Huancachupa y la descarga de agua residual de los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, ubicados en la provincia y departamento de Huánuco.

***Palabras clave:*** *calidad, contaminación y descarga.*

## SUMMARY

Surface water contamination as groundwater is an environmental problem worldwide, and in Peru, this problem is no exception. The central theme of this research concerns the contamination of a body of surface water, whose objective is to determine the water quality of the Huancachupa river and the relationship that exists with the discharge of waste water from the districts of San Francisco de Cayran and Pillco Marca. Sampling was carried out at different points in the body of water, which were taken before the mixing area, in the mixing area and after the mixing area over a two-month period (July and August 2019). The results obtained from laboratory tests were compared to environmental quality standards (ECA) and Maximum Permissible Limits (LMP), resulting in them exceeding the values set in the ECA and also within the values set out in the LMP.

For the hypothesis test, the T-Student test statistic was used for related samples and it was shown that there is an relation between the water quality of the Huancachupa river and the discharge of wastewater from the districts of San Francisco de Cayran and Pillco Marca, located in the province and department of Huánuco.

**Keywords:** *quality, contamination and discharge.*

## INTRODUCCIÓN

La tesis intitulada: “Evaluación de la calidad de agua del río Huancachupa contaminado por las descargas de agua residuales en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco, julio a agosto – 2019”, se desarrolló dentro de la temática de la contaminación ambiental; el cual se define según el Ministerio del Ambiente (MINAM) como: “Acción y estado que resulta de la introducción por el hombre de contaminantes al ambiente por encima de las cantidades y/o concentraciones máximas permitidas tomando en consideración el carácter acumulativos o sinérgico de los contaminantes en el ambiente” (MINAM, 2012).

Abel (1995) menciona que: “La contaminación del agua esta comúnmente asociada con las descargas de fuentes puntuales, que son los efluentes de plantas de tratamiento de agua residual, drenajes y fábricas. Los efectos de la contaminación son frecuentemente fáciles de observar en fuentes puntuales. Sin embargo, una de las formas más serias, pero frecuentemente menos obvias, son las provenientes de fuentes “difusas” que son aquellas en la que el contaminante no entra al agua desde un punto simple, como son las áreas de agricultura y pastoreo, densas áreas urbanas, los escurrimientos de aguas superficiales y la infiltración hacia el subsuelo” (citado en Barrera & Wong, 2005).

Según la Organización de las Naciones Unidas – Medio Ambiente (ONU Medio Ambiente), se calcula que “el 80% de las aguas residuales se vierten en las masas de agua sin ningún tratamiento previo y de la industria en todo el mundo, se vierte toneladas de metales pesados, disolventes y otros desechos directamente en las masas de agua cada año” (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos –WWAP, 2017)

Los cuerpos de aguas naturales reciben desechos humanos domésticos e industriales, los cuales contienen microorganismos que involucran un riesgo potencial para la salud humana. Las fuentes a través de las cuales pueden ser introducidos estos microorganismos son diversos (Barrera & Wong, 2005).

La presente tesis se realizó con el fin de evaluar la calidad del agua del río Huancachupa contaminado por las descargas de agua residuales en los

distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco.

En el capítulo I, se desarrolló el problema de la investigación, la descripción y la formulación del problema, también se plantearon los objetivos, la justificación, las limitaciones y viabilidad de la investigación.

En el capítulo II, se planteó el marco teórico, donde se inició con la descripción de los antecedentes de la investigación, seguido de las bases teóricas, las definiciones conceptuales, la formulación de las hipótesis, las variables y la operacionalización de las variables del estudio.

En el capítulo III, se realizó la metodología de la investigación, en el cual se describió el tipo de investigación, la población y la muestra, y las técnicas e instrumentos de recolección de datos.

En el capítulo IV, se llevó a cabo el análisis de los resultados mediante el procesamiento de datos, la comparación y prueba de hipótesis.

En el capítulo V, se llevó a cabo la discusión de resultados con las bibliografías citadas.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Liu *et al.* (2012) nos dice lo siguiente: “El agua dulce representa menos del 1% del volumen total del agua de la Tierra, pero ese pequeño porcentaje brinda numerosos servicios que son fundamentales para el desarrollo sostenible. La capacidad para asimilar los desechos está rebasando sus límites debido al crecimiento de la población mundial y al aumento de la actividad socioeconómica” (ONU Medio Ambiente, 2018).

Las fuentes agrícolas son también una amenaza importante para la calidad del agua en muchos países y, dada la presión para intensificar la producción agrícola a fin de atender a una población creciente, es probable que se agrave aún más (Bhaduri *et al.*, 2016 citado en ONU Medio Ambiente, 2018).

Realizar una evaluación adecuada del estado de la calidad de las masas de agua dulce sigue planteando enormes dificultades, en muchas partes del mundo, a pesar de los intentos de comprender las tendencias mundiales que la caracterizan (Bhaduri *et al.*, 2016 citado en ONU Medio Ambiente, 2018).

La población humana ha considerado los medios acuáticos como un receptáculo natural de sus desechos domésticos e industriales. Los efluentes tendrán características fisicoquímicas y biológicas diferentes al cuerpo receptor, lo cual implica modificaciones ecológicas que frecuentemente se extienden grandes distancias (Aubert *et al.*, 1969 y Schmitz, 1995, citados en Barrera & Wong, 2005).

La urbanización y la industrialización presentan nuevos problemas de contaminación. En las ciudades, se descargan en los ríos, las aguas servidas que no han sido tratadas (o solo lo han sido en parte), así como las aguas de alcantarillado que exceden de la capacidad de las instalaciones de tratamiento. Las aguas residuales industriales se vierten en ríos y riachuelos sin tratamiento previo, determinando una grave contaminación del agua. A diferencia de los residuos domésticos, los efluentes industriales tienen una composición muy variada. Pueden contener: residuos de animales y vegetales; ácidos; álcalis; aceites y otros productos químicos orgánicos e



inorgánicos (algunos de los cuales pueden ser tóxicos); detergentes sintéticos; y sustancias radiactivas. Además de estos efluentes industriales, llegan a los cauces fluviales, desagües con fertilizantes de las tierras de cultivo, y estos pueden causar serias dificultades al favorecer el crecimiento de algas es su amenaza para la salud. Y esto por si solo hace necesario el tratamiento eficaz de las aguas servidas, tanto de origen doméstico como industrial (Paz, 1971, p. 68).

La contaminación del agua impide su aprovechamiento y esto equivale a una pérdida parcial de los recursos de agua de un país; de ahí que exista una estrecha relación entre la lucha contra la contaminación y la administración de los recursos de agua existentes. En algunas regiones, las aguas subterráneas han sido necesario abandonarlas como fuente de abastecimiento. Si no está muy contaminada el agua se purifica por sí misma. Pero la contaminación es mucha, este proceso de purificación es lento e inseguro (Paz, 1971, p. 68 – 69).

En muchos países donde el desarrollo urbano e industrial ha sido más rápido que el de las medidas sanitarias, es necesario estudiar con urgencia la manera de satisfacer las necesidades presentes y futuras de agua. En muchas regiones la utilización de nuevas fuentes supondría el transporte de agua de lugares lejanos, con un costo muy elevado (Paz, 1971, p. 69).

La protección contra la contaminación del agua, el tratamiento y utilización de las agua de alcantarillado y de los efluentes industriales tiene muchos aspectos importantes relacionados con la salud pública que debe ser siempre una de las principales preocupaciones de todo gobierno, ello es tanto en relación con los países desarrollados como en relación con los países en desarrollo. Y presenta especial importancia en las regiones áridas y semiáridas, los factores que han de tener en cuenta son los siguientes: 1) la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas en las que se vierten aguas residuales y desechos industriales; 2) el peligro de que se contaminen la tierra y los cultivos alimenticios y de que se infecten los animales como consecuencia de la eliminación de agua servidas o de su nueva utilización; 3) la contaminación de los lagos y de las zonas marítimas dedicadas a la pesca o que se usan como lugares de recreo. Es preciso que, tanto en el orden internacional como en el nacional y el local, las autoridades sanitarias

aprecien la necesidad de dar a la medidas de lucha contra la contaminación del agua, la alta prioridad que se merecen, ya que, de lo contrario, se pueden derivar graves consecuencias para la salud y el bienestar de la población (Paz, 1971, p. 69).

La contaminación de agua por productos químicos, incluidos en las plaguicidas y los herbicidas, se está convirtiendo en un grave peligro para la salud en las regiones industrializadas. Muchos de estos productos químicos tienen una gran persistencia en el medio acuático y con frecuencia no siguen el mismo proceso de depuración natural que otros contaminadores conocidos (Paz, 1971, p. 70).

Según la Organización de la Naciones Unidas – Medio Ambiente (ONU Medio Ambiente), “La buena calidad del agua de nuestros ríos, lagos y aguas subterráneas es fundamental para el desarrollo sostenible y la salud mundial, ya que contribuye a la prestación de servicios básicos y permite la realización de actividades económicas. Si se dispone de datos que determinen la calidad de las aguas ambientales, resulta más sencillo evaluar el impacto del desarrollo socioeconómico en la calidad de agua dulce a lo largo del tiempo y, además dichos datos proporcionan una indicación de las prestaciones que pueden obtenerse de los ecosistemas acuáticos, tales como el agua limpia para beber, la preservación de la diversidad ecológica, la pesca sostenible y el agua para la irrigación. El monitoreo también permite determinar en qué lugares la calidad de agua está sometida a presión y donde se mantiene su estado natural. Informa a los responsables de las decisiones sobre donde conviene dirigir los recursos para reducir la contaminación, y permite medir la eficacia de las estrategias de prevención y mitigación de la contaminación” (2018, p. 12).

En el informe de la ONU Medio Ambiente se menciona que: “Si las presiones sobre la cuenca están afectando la calidad del agua, los programas de monitoreo de la calidad de las aguas ambientales puede proporcionar detalles sobre la fuente y el alcance de cada uno de esos impactos, así como la tendencia a lo largo del tiempo y la efectividad de las medidas adoptadas para reducirlos. Con datos sólidos y fiables sobre la calidad de agua, estos impactos pueden evaluarse en el contexto de todos los impactos y procesos que se producen en la masa de agua, esto es fundamental para separar las

consecuencias de la actividad humana de los fenómenos naturales” (2018, p. 15).

Asimismo la ONU Medio Ambiente, propone la meta 6.3, la cual “insta a los países a que reduzcan a la mitad la proporción de agua sin tratar, aumenten la recogida de aguas residuales y garanticen el uso y mantenimiento de tecnologías de tratamiento *in situ* y externas, velando por que los efluentes cumplan sistemáticamente las normas nacionales. Los generadores de aguas residuales industriales deben ser monitoreados y regulados mediante permisos de vertimiento al alcantarillado o al medio ambiente. La eliminación de contaminantes peligrosos en la fuente y el tratamiento seguro de las aguas residuales crean oportunidades para aumentar la reutilización segura del agua a fin de combatir la sequía. Esta medida también contribuye a hacer efectivo el derecho humano al agua y al saneamiento y, en particular, el derecho a no verse perjudicado por desechos fecales no gestionados” (2018, p. 15 y 16).

Los ecosistemas de agua dulce se encuentran entre los más afectados a nivel mundial, debido principalmente al crecimiento poblacional y el desarrollo socioeconómico. Dichos factores generan presiones asociados a los vertimientos de aguas residuales y las fuentes agrícolas de contaminación (Revenge & Kura, 2003 y Ligtoet *et al.*, 2018 citados en ONU Medio Ambiente, 2018, p. 17).

Ligtoet *et al* (2018) manifiesta lo siguiente: “A menudo se pasa por alto la relación entre la escasez del agua y su calidad. La contaminación del agua, que disminuye su calidad, reduce la cantidad de agua disponible para cubrir las necesidades específicas sin deber incurrir en el costo de onerosos tratamientos. Se estima que estos problemas de escasez y contaminación relacionados con el agua, junto con las inundaciones, aumentaran en los decenios si no se adoptan medidas para garantizar la seguridad hídrica (ONU Medio Ambiente, 2018, p. 18).

Jiménez (2001), dice que “La disponibilidad de agua no solo depende de la cantidad sino también de su calidad. Aunque haya agua, si está contaminada y se encuentra en una condición tal que no sea acorde con el uso que se le quiere dar, su empleo se limita. En la antigüedad, la calidad del agua se calificaba solo por su aspecto, sabor, color y olor. Actualmente, los

avances científicos y tecnológicos han repercutido en el desarrollo de técnicas analíticas y procesos capaces de identificar y de remover una amplia lista de compuestos, a tal grado que es posible hacer agua “potable” mediante la depuración del agua residual. Sin embargo, debido a su costo, tales conocimientos no se aplican en forma común; más aún no se plasman políticas integradas de administración de agua que busquen: 1) la conservación del recurso (agua superficial y subterránea); 2) la preservación de su calidad y 3) su uso eficiente (reúso, ahorro y recirculación del agua). Así que, quedad aún mucho por lograr en términos del mejoramiento de la calidad y la distribución de la cantidad, tanto en el tercer mundo como en los países desarrollados, en aspectos que pueden ser similares o muy diferentes. Los retos actuales abarcan desde el suministro de agua microbiológicamente aceptable, mediante el empleo de procesos sencillos (como la cloración), hasta el desarrollo de sofisticados métodos de control para remover contaminantes complejos y de daño a largo plazo, e incluso, de efectos poco conocidos” (p.34).

Allen (2008), menciona que “según el Banco Mundial, más de 300 millones de habitantes e ciudades en Latinoamérica producen 225 mil toneladas de residuos, y de manera sorprendente, solamente un 5% o menos de las aguas del alcantarillado de las ciudades recibe tratamiento. El término agua negra, más conocido como aguas negras, define aquellas que están contaminadas con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos, humanos y animales. Está claro que la ausencia de un plan de tratamiento hace que esas aguas negras sean vertidas en fuentes superficiales, creando un riesgo obvio para la salud humana, la ecología y los animales. Esto supone que las aguas residuales albergan microorganismos que causan enfermedades (diarrea y gastroenteritis), incluyendo virus, protozoos y bacterias, que pueden originarse en los individuos infectados o en animales domésticos o salvajes, de los cuales pueden o no presentar señales de enfermedad”.

En el informe presentado por el Banco Mundial en el año 2017, se refuerza lo descrito por Castro (2005), el cual describe que el “Perú es uno de los países con mayor diversidad ecológica en el mundo, dotado de un extenso y variado territorio con una enorme cantidad de recursos naturales. Sin embargo, los recursos naturales no han sido usados para desarrollar una

economía resistente y variada. En lugar de eso, a través de sus historia, ha habido un patrón según el cual un determinado recurso desencadena un auge económico que es rápidamente seguido por la reducción de los recursos y el colapso”

Fernández nos da a conocer que: “La Gestión de los Recursos Hídricos, la protección de la salud, la tecnología y la productividad son aspectos que el Perú viene desarrollando progresivamente a fin de dar un enfoque sistémico al tratamiento y adecuación de factores ambientales como son el uso eficiente del agua y la generación de aguas residuales generados por las actividades poblacionales y productivas. La necesidad de implementar sistemas de manejo acordes, técnica y económicamente, que respondan a la realidad de país y a la demanda cada vez más grande, en vista que la población es consciente del cuidado del medio ambiente; así también, la aplicación del concepto de inversión y no de gasto para implementar medidas de control ambiental y sanitario es un tema que cada ve el estado y los inversionistas o la actividad privada comprenden más y vienen incorporando dentro de su marco normativo y proyectos productivos, instrumentos de producción y control de tal manera que el uso eficiente, los impactos ambientales, alternativas de reuso y prevención de riesgos a la salud sean resultado de estrategias del mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones en el Perú” (2011, p. 3).

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

En este trabajo de investigación, se formularon las siguientes preguntas:

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

- ¿Cuál es la calidad de agua del río Huancachupa, contaminada por descargas de agua residual en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco, junio a agosto – 2019?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Cuál es el nivel de contaminación microbiológica producida por las descargas de agua residual en el río Huancachupa?
- ¿Cuál es el nivel de contaminación física y química producida por las descargas de agua residual en el río Huancachupa?

### **1.3. OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar la calidad de agua del río Huancachupa, contaminada por descarga de agua residual en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco, junio a agosto – 2019.

### **1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar el nivel de contaminación microbiológica producida por la descarga de agua residual en el río Huancachupa.
- Determinar el nivel de contaminación física y química producida por la descarga de agua residual en el río Huancachupa.

### **1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.5.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

Se justificó en el contexto teórico, debido a que la contaminación del agua por descargas de aguas residuales es un problema preocupante en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, y cada vez empeora por la falta de atención debida por parte de las autoridades correspondientes de cada distrito.

Asimismo, se utilizaron los diversos estudios relacionados directa e indirectamente con el tema de investigación, los cuales servirán de base para los identificar el problemas y plantear las mejores soluciones.

#### **1.5.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA**

La justificación de esta investigación a nivel práctico, fue que se estableció la calidad de agua generada por las descargas de agua residual sin tratamiento previo, así como también servirá de base para un futuro estudio de la zona.

Con los resultados obtenidos de la investigación y haciendo uso de los conocimientos obtenidos durante mi formación profesional, se podrá proponer medidas de solución y/o mitigación para mejorar la calidad de agua producida por esta contaminación.

#### **1.5.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**

El presente estudio se justifica metodológicamente, porque se utilizó instrumentos de investigación que fueron sometidos a pruebas de

confiabilidad y validez, así como también se podrá utilizar como antecedente en futuros estudios relacionados con la misma problemática del presente trabajo.

### 1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio presentó las siguientes limitaciones:

- Los análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras tomadas para el estudio, representaron un costo económico un tanto elevado, debido a que no se contó con financiamiento externo.
- Escasa información local relacionada con el tema principal de la investigación.
- Inexperiencia de la investigadora en el procesamiento de datos y manejo de programas estadísticos.

### 1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación fue viable por las siguientes razones:

- Viabilidad técnica: se contó con las técnicas e instrumentos para la recolección y procesamiento de datos obtenidos durante la investigación.
- Viabilidad económica: se asumió los costos de ejecución de las diferentes actividades planificadas en el presente trabajo.
- Ubicación de la zona de estudio

**Tabla 1 Coordenadas de la zona de estudio**

Norte	Este	Vórtices
<b>8893333.46</b>	357948.18	Origen - centro recreacional "Relave"
<b>8897287.33</b>	363856.81	Desembocadura del río Huancachupa

Fuente: Elaboración propia – Bueno Salcedo 2021

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1. A NIVEL INTERNACIONAL**

Villa (2011) en su trabajo de investigación denominada: “*Evaluación de la calidad del agua en la subcuenca del río Yacuambi. Propuestas de tratamiento y control de la contaminación*’.

Tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua en la subcuenca del río Yacuambi y en función de los resultados obtenidos, realizar propuestas de control y tratamiento de la contaminación acuerdo a su uso para consumo humano, riego y actividades recreativas. Así como también: 1. Diseñar una red de monitoreo; 2. Realizar los análisis físico-químicos y microbiológicos adecuados que permitan definir la calidad de agua en el cauce; 3. Determinar las posibles fuentes de contaminación y 4. Realizar propuestas de tratamiento y control de contaminación del río Yacuambi, en función de los contaminantes que afecten al cauce y de los vertidos que recibe.

Justifica sus objetivos planteados, en base a la importancia que tiene este cauce en la región de Ecuador, tanto para la población de la zona como para el medio ambiente y los recursos naturales que posee. Además, y dado que existe una gran carencia de infraestructuras y servicios básicos, la mayoría de las viviendas no cuentan con abastecimiento de agua potable dentro de sus viviendas o con sistema de eliminación de las aguas residuales; la población consume agua de las quebradas y el control de la contaminación de estas aguas redonda muy significativamente en la salud de sus habitantes.

Concluyo que, de acuerdo a los parámetros evaluados, se evidencian un deterioro del ecosistema río Yacuambi siendo el factor Coliformes fecales el de mayor significancia por las altas concentraciones encontradas en su cauce de hasta 8200 UFC/100 mL, valores que sobrepasan los límites permisibles por la norma vigente que es de 1000 UFC/100mL”.

Peñañiel (2014) en su proyecto de investigación titulado: “*Evaluación de la calidad del agua del río Tomebamba mediante el índice ICA del Instituto Mexicano de Tecnología del agua*’.



Realizo un estudio de la calidad del agua del río Tomebamba, que permita establecer sus potenciales usos en áreas específicas y conceptualizar las alternativas de control de la contaminación, que necesariamente deberán implementarse. El proyecto de investigación tuvo como aporte el obtener un estudio actualizado de la calidad del río Tomebamba, efectuado en un periodo representativo que incluye las distintas condiciones climatológicas, considerando los tiempos de paso entre las estaciones y un modelo de calidad que emplea 18 parámetros, lo que permite un análisis sobre la hidrogeoquímica del río.

Los resultados permiten detectar las principales fuentes de contaminación, establecer los mecanismos de prevención y control, y finalmente faculta a las empresas encargadas del manejo y control del recurso, establecer objetivos de calidad para fines específicos”.

Martínez (2010) en su proyecto de investigación titulado “*Evaluación de la calidad del agua en la microcuenca del río Naolinco, Veracruz (Periodo 2009 – 2010)*”.

Sostuvo como objetivo en su investigación, evaluar la calidad del agua en la microcuenca del río Naolinco, con la finalidad de caracterizar a la misma y verificar los principales parámetros que afectan las características del recurso e identificar los sitios de atención prioritaria, para establecer medidas preventivas y de protección. Los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos utilizados fueron nitratos, fosfatos, pH, Oxígeno disuelto, Demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, coliformes fecales, sólidos totales, turbidez y diferencia de temperatura. Los valores obtenidos se compararon contra los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua propuestos por la SEMARNAP (1989). Se muestrearon 26 sitios durante los periodos de primavera, verano, otoño e invierno de los cuales hicieron una totalidad de 61 muestras de la corriente principal, las corrientes tributarias y las captaciones de agua para consumo humano.

El método utilizado para la estimación del índice de calidad del agua (ICA), fue el propuesto por la Fundación Nacional de Saneamiento (2004). Con esto se determinó que los calores del ICA en primavera fueron de 56.63%, en el verano de 54.39%, en otoño de 64.23 y el periodo de invierno fue de 50.45%, que los clasifica como calidad media, necesitando un tratamiento potabilizador

para uso como agua potable, siendo apta para la mayoría de cultivos, pero estando limitada para la pesca y la vida acuática, no requiere tratamiento para la industria, sin embargo se recomienda restringir los deportes de inmersión dada la posibilidad de bacterias. Sobre los resultados del ICA agrupados por zonas se determinó que las zonas de atención prioritaria son: La Toma, San Marcos abajo, Entronque San Marcos, Entronque La Mina Naolinco y Puente Colgante porque presentaron los índices de calidad más bajos”.

Zambrano (2010) en su trabajo de investigación titulado “*Minimización y prevención como estrategia para el control de la contaminación por aguas residuales municipales en la zona de expansión de Cali*”.

Cuyo objetivo fue contribuir al desarrollo de estrategias que optimicen el impacto de las inversiones en el control de contaminación por aguas residuales municipales en zonas urbanas de la cuenca alta del Río Cauca con énfasis en aspectos tecnológicos. Utilizó una metodología de manejo de aguas residuales domésticas, con la siguiente estructura: 1) Identificación de alternativas: las alternativas de minimización y prevención incluyen mejoramiento en prácticas de consumo y aspectos tecnológicos tales como aparatos de bajo consumo, uso de aguas de lluvias y uso de aguas grises. Esta investigación realizó énfasis en las opciones tecnológicas y considero parcialmente las prácticas de consumo, ya que estas están ligadas a diversos elementos sociales. Se incorporaron algunas características socioculturales orientadas principalmente a la aceptación social de las tecnologías, al igual que elementos económicos. 2) Preselección de alternativas y formulación de estrategias acorde al contexto local: la preselección de alternativas se hizo a partir de la consulta en el mercado local de los dispositivos disponibles actualmente, para no incorporar incertidumbre en el estudio sobre la posibilidad de comercializar aparatos de otros contextos. Se realizó una consulta social sobre la preferencia de los aparatos para la evacuación de excretas, a través de 167 encuestas realizadas a personas interesadas en adquirir vivienda urbana en el sur de la ciudad. 3) Selección de estrategias: la selección de estrategias formuladas se apoyó en el método propuesto por (Zeng et al. 2007), el cual es un modelo multicriterio que incorpora análisis jerarquizacional y análisis relacional gris, el cual permite identificar un orden de elegibilidad de las estrategias analizadas. 4) Comparación de estrategia

seleccionada vs. Estrategia convencional: la comparación tuvo como primer paso la caracterización de la estrategia seleccionada o estrategias seleccionadas y la estrategia convencional. Esta caracterización incluye trazados, pre dimensionamientos y presupuestos de las redes principales de acueducto, alcantarillado, y planta de tratamiento de agua residual, además de los requerimientos de bombeo. También se consideraron los caudales de demanda de agua potable y la producción de agua residual”.

Reina (2013) en su proyecto de investigación intitulado “*Evaluación de la calidad de la microcuenca del río Bejuco mediante la aplicación de indicadores físico-químicos y microbiológicos*”.

El objetivo fue determinar la calidad del agua del rio Bejuco mediante indicadores físicos-químicos y microbiológicos, interrelacionándolos con el índice de calidad de agua ICA y TULSMA para establecer sus usos agrícola y doméstico en época seca y época lluviosa. Se establecieron tres estaciones de muestreo incluyendo dos puntos en cada estación y realizando dos replicas en la época seca y lluviosa en cada punto de muestreo, en los que se realizaron análisis físicos, químicos y microbiológicos, de los cuales la mayoría de los resultados están dentro de los límites máximos permisibles para aguas de uso agrícola y domestico de acuerdo al TULSMA. Para ello se siguieron los protocolos establecidos en Standard Methods, interrelacionada con la metodología del ÍCA. Según la clasificación de la calidad de agua se encontró de acuerdo a valores entre 50 – 69 considerado como rango apto. En función de sus usos se obtuvo como criterio general que es poco contaminado; según su abastecimiento público es de mayor necesidad de tratamiento; según su recreación es aceptable pero no recomendable; según la pesca y vida acuática es dudosa para especies sensibles y según su uso industrial y agrícola es sin tratamiento para la industria normal. Las actividades humanas que se desarrollan en sus alrededores, no tiene mayor incidencia de contaminación. Concluyo que aún existe un buen medio para la vida acuático y que al agua del rio Bejuco puede ser utilizada para cualquier actividad que se requiera, pero con mayor tratamiento”.

Hernández (2015) en su estudio titulado “*Evaluación de la calidad físico-químico y bacteriológica del arroyo Coyopolan del municipio de Ixhuacán de los Reyes., Veracruz*”.

Evaluó la calidad del agua del arroyo Coyopolan entre los meses de abril a julio del 2014. En este trayecto se analizaron 10 sitios de muestreos desde el primer manantial de Atecaxil hasta el sitio de muestreo situado a 500 metros de las descargas de la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Coyopolan que no se encuentra operando. Se identificaron las principales fuentes puntuales y no puntuales de contaminación del arroyo y se relacionaron con los parámetros y ámbitos de calidad. Se determinaron doce parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos en los diez sitios de muestreo. Se tomaron muestras simples con el fin de medir las afectaciones por parte de bacterias patógenas, las cuales fueron analizadas en un laboratorio de calidad de agua. Al final del texto se hace una discusión sobre la calidad de agua en términos físicos-químicos y bacteriológicos. Con base en los datos obtenidos en este estudio, se pudo determinar la situación del arroyo Coyopolan presenta una baja calidad. El agua de los sitios uno al nueve, es apta para consumo humano con tratamiento simple y desinfección; mientras que el agua del sitio diez no son utilizables para el consumo humano, debido a que su calidad bacteriológica presento altos niveles de coliformes fecales y totales (>2000 NMP/100mL). La calidad física del arroyo se encuentra en los límites máximo permisibles que marca la norma, sin embargo el sitio uno excedió en el parámetro de turbiedad durante los meses de abril y mayo. Mientras que en los sitios 2, 8, 9 y 10 aumento este parámetro en los meses de junio y julio época de lluvias, debido al arrastre de arcillas, partículas suspendidas. El estudio presento evidencia de la existencia de contaminantes en el arroyo. Por lo tanto los datos obtenidos sirven como referencia en investigaciones futuras. Se recomendaron acciones para contribuir a la mejora de la calidad del agua del arroyo Coyopolan”.

### **2.1.2. A NIVEL NACIONAL**

Estela (2017) en su proyecto de investigación titulado: “*Niveles de contaminación de las aguas residuales del Centro Poblado Huaca Blanca y su efecto en la calidad del agua del rio Chancay*”.

La finalidad de su investigación fue Determinar los Niveles de contaminación de las Aguas Residuales provenientes del Centro Poblado Huaca Blanca y su efecto en la Calidad del Agua del Rio Chancay, conocimiento que se obtuvo a través de los análisis físicos, químicos y

microbiológicos que se realizaron, determinando así en que parámetros se presenta la calidad del agua así mismo se determinó si es apta para los diversos usos como: consumo humano, agricultura, ganadería, ente otros”.

Loayza & Cano (2015) en su investigación titulada: “*Impacto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua de la subcuenca del río Shullcas – Huancayo – Junín*”.

Tuvo como objetivo evaluar el efecto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua de la subcuenca del río Shullcas en función a las actividades desarrolladas en el sector alto medio y bajo del mismo. Se evaluaron parámetros “*in situ*” e hicieron análisis en laboratorio de muestras de agua extraídas de las principales localidades, para ello se consideró parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua, los cuales fueron comparados con el estándar de calidad de agua categoría: 1 y 3 – D.S. N° 002-2008-MINAM para así conocer la calidad de agua del Shullcas en sus tres sectores. En los resultados registrados se evidencio que la calidad de agua a partir del sector medio y bajo se ve afectada por la actividad doméstica, por lo tanto las concentraciones de parámetros microbiológicos (coliformes fecales y *Escherichia Coli*) sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua categoría 3, mientras que en el sector alto de la subcuenca los parámetros evaluados testifican que el agua del Shullcas, pese a la actividad ganadera desarrollada, no tiene mayor incidencia de contaminación, y su recurso hídrico aún puede ser utilizado para cualquier actividad que sus habitantes requieran”.

Sotil y Flores (2016) en su trabajo de investigación titulado: “*Determinación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del contenido de las aguas del río Mazán – Loreto, 2016*”.

En su estudio se encontró que el río Mazán presenta parámetros, como el pH, que debería mantener su límite natural, ligeramente ácido; siendo alterado a un pH, casi neutro o mayor que ello: 6,70 a 7,30. Concordando con los resultados de estudios realizados por otros trabajos, en ríos similares (río Itaya, ríos del lote 8 – Trompeteros, río Morona): BURGA – 2005 (5,32 y 6,01); RUIZ – 2004 (6,58 y 6,75); SÁENZ – 2008 (6,78 y 7,02). Todos los parámetros, se encuentran dentro del LMP, exigido por la norma legal peruana y organismos internacionales. Los resultados obtenidos son: temperatura 26.70

°C, transparencia 93.78 cm, conductividad 16.77  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , TDS 9.36 mg/L, pH 7.05, oxígeno disuelto 6.57 mg/L, dióxido de carbono 4.14 mg/L, alcalinidad total 21.20 mg/L, coliformes totales 4.66 UFC/100mL, coliformes fecales 1.66 UFC/100mL, cloruros 15.13 mg/L, dureza total 22.82 mg/L, dureza de calcio 14.83 mg/L, dureza de magnesio 7.98 mg/L, A/G 1.29mg/L, los metales pesados como cadmio, bario y plomo no fueron detectados por nuestro equipo de medición. Considerándose, que los cuerpos de agua, del río Mazán, se encuentran libres de contaminación; no obstante aquello, se recomienda tomarla, previo tratamiento químico”.

Meza (2016) en su trabajo de investigación titulado “*Calidad del recurso hídrico de la subcuenca del río Lampa – Huancayo*’.

Su objetivo fue evaluar la calidad del recurso hídrico, el tipo de investigación fue aplicada, descriptiva y de corte longitudinal, se tomó las muestras de siete localidades (Yuracyacu, Palta, Rumi, Cabracancha, San Balvin, Occoro, Panti, Pariahuanca), también considerando tres puntos de fuentes subterráneas (Colquirumi, Chonta, Carahuasa). Se aplicó el protocolo de monitoreo de aguas superficiales de la autoridad nacional del agua (ANA) basada en parámetros físicos, bioquímicos como: temperatura, sólidos suspendidos totales, pH, demanda biológica de oxígeno, demanda química de oxígeno y oxígeno disuelto y el parámetro biológico de coliformes fecales. Se compararon con los estándares nacionales de calidad ambiental para agua categoría 3 (agua para riego de vegetales y bebida de animales) D.S. N° 002-2008-MINAM, así resultó que el valor del DBO está por encima del ECA categoría 3 con 23.35 (mG/L) en la localidad de Occor, el DQO en la mayoría de localidades tiene ECA categoría 1 A2: 20 (mG/L) (agua superficial destinada a la producción de agua potable con tratamiento convencional), el parámetro coliformes fecales y sólidos suspendidos totales, en su gran mayoría, se encuentran por encima de los demás parámetros. Concluyendo que los parámetros evaluados se encuentran dentro de los límites máximo permisibles. Teniendo una buena calidad de agua en Palta Rumi”.

### **2.1.3. A NIVEL LOCAL**

Dimas (2011) en su trabajo de investigación titulado “*Calidad del agua del río Huallaga – Tingo María*’.

En el presente estudio se determinó la calidad de las aguas del río Huallaga a partir de los parámetros físicos-químicos y microbiológicos en Tingo María, mediante los análisis de 27 muestras, tomadas en tres diferentes horarios, obteniéndose que los coliformes fecales se encuentran en un promedio de 293,8 mo./ml en la mañana, 894,4 mo./ml al medio día y 345,0 mo./ml en la noche. Asimismo, el promedio de estafilococos patógenos en horas de la mañana fue de  $46,1 \times 10^3$ /ml, al medio  $63,2 \times 10^3$ /ml y en la noche  $44,2 \times 10^3$ /ml. Se detectó la presencia de salmonella, un 70% en la mañana, 90% al medio día y 70% en la noche, y vibrio con porcentajes similares. No se detectó *Cryptosporidium sp.*

Los análisis físicos están dentro de los estándares de calidad ambiental y límites máximos permisibles a diferencia de los análisis químicos como nitrito que resultaron positivos en todas las muestras. Los resultados hallados nos estaría indicando el riesgo de usar esta agua para la recreación y el consumo humano, ya que se encuentran fuera de los límites máximos permisibles para el uso recreacional de acuerdo a la ley 28817 de los Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos permisibles de la calidad del agua”.

Bernardo (2019) en su trabajo de investigación titulado: “*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*”.

Considero por objetivo 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 San Francisco de Cayrán, Amarilis – Huánuco, Región Huánuco; con lo establecido en el Estándar de Calidad Ambiental para agua. Octubre 2018 – febrero 2019. Así como también: 1) 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. 2) Determinar cuál de las tres zonas evaluadas, presentan calidad biológica del agua óptima para el riego de vegetales en el distrito de Conchamarca - Ambo, distritos de San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, Región Huánuco. Octubre 2018 – febrero 2019. 3) 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”.

Berrios (2018) en su trabajo de investigación titulado: “*Contaminación del río Niño, afluente del río Higuerras por descargas de aguas residuales de la ciudad de Margos, distrito de Margos, departamento de Huánuco, periodo marzo – agosto 2018*’.

Teniendo como objetivo demostrar la contaminación del río Niño, afluente del río Higuerras, por descarga de aguas residuales, para el muestreo se realizó en referencia del punto de descarga de aguas residuales para realizar su comparación con los LMP y 100 metros antes y después para compararlo con el ECA, el muestreo se realizó en dos periodos (abril – mayo), se obtuvo como resultado que la contaminación del río Niño supera el ECA de agua, al respecto en el punto de descarga no supera los límites máximo permisibles para las descargas de aguas residuales; se estableció mediante la prueba de hipótesis T Student para muestras relacionadas que las descargas de aguas residuales influye significativamente en la contaminación del río Niño, afluente del río Higuerras, en la ciudad de Margos, distrito de Margos, Departamento de Huánuco”.

Cruz (2013) en su plan titulado “*Identificación y diagnóstico de los puntos de vertimientos de las aguas residuales de la ciudad de Huánuco*’.

Sostuvo como metodología: La identificación de los focos de contaminación constituye el paso más importante para poder realizar un diagnóstico claro y con fundamento. Durante este proceso recorreremos los tramos especificados del Río Huallaga y del Río Higuerras (tramo Huayopampa - Huancachupac y tramo Puente Tingo – Urb. Los Carrizales, respectivamente) a ambos márgenes ubicando los focos de contaminación e identificándolos, este primer proceso se va realizar con ayuda de un GPS y una cámara fotográfica. Cada uno de estos puntos será plasmado en un plano catastral de los ríos para así poder visualizar de manera gráfica los puntos de vertimientos. También debemos de considerar que los vertimientos pertenecen a aguas residuales domésticos e industriales, es a partir de ello que podremos elaborar un diagnóstico acertado del tipo de contaminación que se está provocando así como las consecuencias de la misma”.



## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. MARCO LEGAL

- **Constitución Política del Perú**, publicada en Lima el 31 de octubre de 1993, vigente hasta la fecha; establece lo siguiente en el art. 2. “Derechos fundamentales de la persona; inciso 22. A la paz, a la tranquilidad, al disfrute de tiempo libre y al descanso, así como de gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida. Esto indica que se debe de tener acceso a una buena calidad de agua y los demás recursos”.
- **Ley General del Ambiente (Ley N° 28611)** publicada el 15 de octubre del 2005, vigente hasta la fecha. Establece en el título preliminar Derechos y principios, artículo 1: Del derecho y deber fundamental lo siguiente “Toda persona tiene el derecho irrenunciables a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento del deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país”.
- **Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338)**, publicada el 31 de marzo del 2009 y vigente hasta la fecha. Manifiesta en el Título preliminar, artículo 1, lo siguiente “La presente Ley regula el uso y gestión de los recursos hídricos. Comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta. Se extiende hasta el agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable”.
- **Protocolo Nacional para el Monitoreo de la calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA)**, publicada en enero del 2016 y está aún vigente. El protocolo tiene como objetivo “Estandarizar los criterios y procedimientos técnicos para evaluar la calidad de los recursos hídricos, continentales y marino-costeros considerando el diseño de la redes de puntos de monitoreo, la frecuencia, el programa analítico, la medición de parámetros en campo, la recolección, preservación,

almacenamiento, transporte de muestras de agua, el aseguramiento de la calidad, la seguridad del desarrollo del monitoreo”.

- **Estándar de Calidad Ambiental (Decreto Supremo 004-2017-MINAN)**, publicada el 07 de junio del 2017. Decreta en el artículo 1 Objeto de la norma, lo siguiente “La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos”.
- **Límites Máximos Permisibles para efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domesticas o municipales (Decreto Supremo 003-2010-MINAM)**, publicada en 17 de marzo del 2010. Establece los valores de los límites máximo permisibles (LMP) y los parámetros para los efluentes de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

## 2.2.2. IMPORTANCIA DEL AGUA

Losiev (1989), en unos de sus trabajos de investigación manifiesta lo siguiente:

“El agua es un compuesto con características únicas, de gran significación para la vida, el más abundante en la naturaleza y determinante en los procesos físicos, químicos y biológicos que gobiernan el medio natural

Hoy en día se sabe que la molécula de agua resulta de la combinación de un átomo de oxígeno con dos de hidrogeno: molécula aparentemente simple, pero cuyas propiedades extraordinarias constituyen mismo de la vida terrestre

El agua aparentemente se resume en una simple formula: H<sub>2</sub>O, que es la característica más general de las grandes masas que cubren el 71% de la superficie de la tierra”.

Mientras que Garcia *et al.*, hace mención que: “Desde el punto de vista químico, el agua es un medio de transporte de nutrientes; se trata de una cualidad muy importante para la vida, ya que para algunos ecosistemas, sirve de recipiente de sustancias vitales para su existencia” (2011).

### **2.2.3. CALIDAD DE AGUA**

Para definir la calidad de agua, se considera:

Su composición química, sus características físicas y biológicas, adquiridas a través de los diferentes procesos naturales y antropogénicos; estos implican contacto y disolución de los componentes minerales de las rocas sobre las cuales el agua actúa como agente meteorizante, en sus diferentes estados de agregación –sólido, líquido y gaseoso-, además de intervenir como disolvente de los gases presentes en la atmosfera. La calidad del agua natural y su variación espaciotemporal se modifica por el influjo de las múltiples actividades socioeconómicas, de acuerdo con las características propias de estas dinámicas. Comúnmente la calidad del agua se expresa en términos de cantidades mensurables y relacionadas con su uso potencial. La mayor parte de los problemas concernientes a la calidad del agua tienen que ver con su contaminación por materia orgánica, nutrientes y una amplia gama de sustancias químicas. Esta contaminación puede ser un obstáculo en el uso sostenible del recurso agua para el abastecimiento humano, agrícola, industrial, hidroenergético, recreacional y turístico (García *et al.* 2001).

### **2.2.4. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA**

#### **2.2.4.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS**

Presentan diferentes características según su origen, ya que:

“Cada cuerpo de agua tiene un patrón individual de carácter físico y químico característico, determinado por las condiciones climáticas, geomorfológicas y geoquímicas que prevalecen en los sistemas hídricos superficiales y subterráneos del área de drenaje. Las características resumidas tales como los sólidos total disueltos, la conductividad eléctrica y el potencial redox, ofrecen una clasificación general de cuerpos de aguas similares, presentes en la naturaleza” (García *et al.*, 2001).

#### **2.2.4.2. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS**

Para que exista un desarrollo de la biodiversidad (flora y fauna) en un cuerpo de agua superficial, este debe presentar ciertas condiciones, las cuales determinan las especies que habitaran en ellas, algunas condiciones que se presentan son:

La productividad primaria de la materia orgánica, en la forma de fitoplancton y macrofitas, es intensiva en lagos y reservorios y muy limitada en los ríos. La degradación de las sustancias orgánicas y la producción bacteriana asociada a un proceso que toma tiempo, lo cual es importante en las aguas subterráneas y en lagos de cierra profundidad, cuando no están expuestos directamente a la luz del sol (García *et al.*, 2001).

#### **2.2.5. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA**

Es un estudio general sobre el estado o condiciones que presenta un cuerpo de agua en relación con su uso antropogénico, fuentes naturales, entre otros aspectos que puedan afectar su calidad y la salud de la población, por otro lado:

El monitoreo de la calidad del agua es el compendio actual de información de una serie de localidades a intervalos regulares, destinados a suministrar los datos con los cuales definir las condiciones corrientes, las tendencias establecidas, etc. La descripción de la calidad del ambiente acuático se puede hacer a través de medidas cuantitativas, tales como determinaciones fisicoquímicas (en agua, en material particulado o en tejidos biológicos) y pruebas bioquímicas-biológicas (demanda bioquímica de oxígeno, pruebas de toxicidad, etc.), o mediante descripciones semicuantitativas y cualitativas, como índices bióticos, aspectos visuales, inventarios de especies, olores, etc. Estas determinaciones se hacen en el campo y en el laboratorio, y arrojan varios tipos de datos con diferentes tipos de técnicas interpretativas. La evaluación de la calidad del agua incluye el uso del monitoreo para definir la condición del agua, brindar las bases para detectar las tendencias y proveer la información con la cual se puedan establecer las relaciones e causa-efecto (García *et al.*, 2001).

### **2.2.6. AGUAS RESIDUALES Y SU CLASIFICACIÓN**

La Organización de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) lo define como: “Aquellas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado” (2014, p. 6).

Según el OEFA (2014), La clasificación de las aguas residuales es la siguiente:

- Aguas residuales domesticas: origen residencial y comercial.
- Aguas residuales municipales: pueden estar mezcladas con aguas de drenaje o con aguas residuales industriales.
- Aguas residuales industriales: resultan del desarrollo de un proceso productivo

#### **2.2.6.1. AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS**

Zambrano & Saltos, lo definen de la siguiente manera: “Son las aguas originadas en las viviendas o instalaciones comerciales privadas y/o públicas. Están compuestas por aguas fecales y aguas de lavado y limpieza. Los principales contaminantes que contiene son gérmenes patógenos, materia orgánica, sólidos, y otros en menor proporción” (2008).

#### **2.2.6.2. AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES**

“Las aguas residuales industriales proceden de la variada actividad industrial. Dentro de cada industria, el agua de abastecimiento, se utiliza fundamentalmente como: aguas de proceso; aguas de limpieza; aguas asimilables a domesticas; aguas de refrigeración y calefacción” (Zambrano & Saltos, 2008).

### **2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES**

- **Calidad de agua:** Se describe las condiciones en las que se encuentra un cuerpo de agua considerando todas sus características, con el fin de poder usarla en algún tipo de actividad. Esta calidad se ve afectada por las actividades del ser humano (industrias, agricultura, pesca, etc.).

- **Contaminación:** Es la incorporación o introducción de sustancias nocivas para el medio ambiente y el ser humano. Existen múltiples tipos de contaminación, pero los más conocidos son aquellos relacionados al agua, suelo, aire.
- **Contaminación hídrica:** Es el tipo de contaminación que más afecta al recurso hídrico, ya que se introducen sustancias nocivas dentro de él, las cuales afectan de forma directa e indirecta su calidad y por ende perjudican sus posibles usos.
- **Contaminante:** Es un elemento o sustancia nociva que produce algún tipo de daño en el medio ambiente y en los seres vivos, algunos producen un cambio o desequilibrio en el medio (reversibles como irreversibles), y esto se genera por las actividades antropogénicas.
- **Efluente:** Es todo residuo gaseoso, líquido, sólido o mezcla de ellos que es dirigido a un cuerpo receptor.
- **Estándar de Calidad Ambiental:** Según el MINAM, este se define de la siguiente manera “Es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente”.
- **Límite Máximo Permisible:** El MINAM lo define como: “La medida de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan al efluente o una emisión, que al ser excedida, causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente”.
- **Número Más Probable (NMP):** Se define como “El cálculo de la densidad probable de bacterias coliformes basadas en la combinación de resultados positivos y negativos obtenidos en cada dilución. La precisión de cada prueba depende del número de tubos utilizados. Tres diluciones son necesarios para la obtención del código NMP”.
- **Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR):** Es una infraestructura donde se realizan procesos que permiten la depuración

de aguas residuales domésticas y/o municipales para luego ser introducidas sin riesgo a un cuerpo de agua.

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

**H<sub>a</sub>:** La calidad de agua del río Huancachupa está relacionada con la contaminación por descargas de aguas residuales, en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco, junio a agosto - 2019.

**H<sub>o</sub>:** La calidad de agua del río Huancachupa no está relacionada con la contaminación por descargas de aguas residuales, en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco, junio a agosto – 2019.

### **2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

**H<sub>a1</sub>:** La contaminación microbiológica del río Huancachupa está relacionada con las descargas de aguas residuales, en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco, junio a agosto -2019

**H<sub>o1</sub>:** La contaminación microbiológica del río Huancachupa no está relacionada con las descargas de aguas residuales, en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco, junio a agosto – 2019.

**H<sub>a2</sub>:** La contaminación física y química del río Huancachupa está relacionada con las descargas de aguas residuales, en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco, junio a agosto – 2019.

**H<sub>o2</sub>:** La contaminación física y química río Huancachupa no está relacionada con las descargas de aguas residuales, en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco, junio a agosto – 2019.

## **2.6. VARIABLES**

### **2.6.1. VARIABLE DEPENDIENTE**

- Calidad del agua

### **2.6.2. VARIABLE INDEPENDIENTE**

- Descarga de aguas residuales



## 2.7. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:** “Evaluación de la calidad del agua del río Huancachupa, contaminada por aguas residuales en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, provincia y departamento Huánuco, junio a agosto - 2019”.

**TESISTA:** BUENO SALCEDO, Abigail Milagros

**Tabla 2 Operacionalización de variables**

VARIABLE	INDICADORES	VALOR FINAL (Unidad de medición)	TIPO DE VARIABLE (Escala de medición)	INSTRUMENTOS
<b>Variable dependiente</b>	Contaminantes físicoquímicos	PH	Unidad de pH	Equipo multi paramétrico y pruebas de laboratorio
		Conductividad eléctrica	us/cm	
<b>Calidad de agua</b>	Contaminantes microbiológicos	Sólidos totales disueltos	mg/L	Continua
		Cloruros		
		Sulfatos		
		Plomo		
<b>Variable independiente</b>	Contaminantes físicoquímicos	Demanda biológica de oxígeno 5	NMP/100 ml	Microscopio y pruebas de laboratorio
		Demanda química de oxígeno		
		Bacterias coliformes totales		
		Bacterias coliformes termotolerantes		
<b>Descarga de aguas residuales</b>	Contaminantes microbiológicos	PH	Unidad de pH	Equipo multi paramétrico y pruebas de laboratorio
		Conductividad eléctrica	us/cm	
		Sólidos totales disueltos	mg/L	
		Cloruros		
		Sulfatos		
		Contaminantes microbiológicos	Plomo	
Demanda biológica de oxígeno 5				
Demanda química de oxígeno				
		Bacterias coliformes totales		
		Bacterias coliformes termotolerantes		

Fuente: Elaboración propia - Bueno Salcedo - 2021

## CAPÍTULO 3

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque que se utilizó para esta investigación fue el cuantitativo porque su objetivo fue evaluar la calidad del agua del río Huancachupa, contaminado por descargas de aguas residuales en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco, junio a agosto – 2019, mediante el análisis y comparación de datos.

##### 3.1.2. ALCANCE O NIVEL

Tuvo un alcance correlacional; de acuerdo con Hernández *et al.*, (2014), este tipo de estudio tiene como finalidad “conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables de una muestra o contexto en particular”.

##### 3.1.3. DISEÑO

Para el desarrollo de la investigación se utilizó el diseño de campo, se trabajó con la variable independiente (contaminación por descarga de aguas residuales) y con la variable dependiente (calidad de agua del río).

$$GE_1 = Y_1, Y_2, Y_3 - X - Y_5, Y_6, Y_7$$

$$GE_2 = Y_1, Y_2, Y_3 - X - Y_5, Y_6, Y_7$$

Donde:

GE<sub>1</sub> = Grupo experimental 1

GE<sub>2</sub> = Grupo Experimental 2

X = Variable independiente (descarga de aguas residuales)

Y<sub>1...n</sub> = Puntos de muestreo antes y después del punto de descarga de aguas residuales.

#### 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

**3.2.1. POBLACIÓN:** Estuvo conformado por el punto de descarga de agua residual y los puntos de muestreo en el Rio Huancachupa.

##### 3.2.2. UBICACIÓN

- **Ubicación espacial:** Distrito de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco.

- **Ubicación temporal:** Junio a agosto del 2019

### 3.2.3. MUESTRA

#### 3.2.3.1. UNIDAD DE ANÁLISIS

Agua del río Huancachupa, antes, durante y después de ser contaminada por la descarga de aguas residuales, en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca.

#### 3.2.3.2. UNIDAD DE MUESTREO:

Se determinó en función del punto de descarga de agua residual hacia el río Huancachupa, en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca.

- Para el monitoreo de la descarga de aguas residuales, se realizó el muestreo en el punto de descarga de aguas residuales hacia el río Huancachupa (más conocida como zona de mezcla)
- Para el monitoreo de la contaminación del río Huancachupa, se realizó el muestreo, en tres puntos estratégicos, antes y después del punto de descarga.

**Tabla 3 Coordenadas de ubicación de la zona de estudio**

COORDENADAS UTM			
PUNTOS	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN
1	8896996.25	364176.84	Vértice 1
2	8893186.34	357980.31	Perímetro
3	8894895.49	356609.92	
4	8898421.99	363343.68	
5	8893333.46	357948.18	Punto Monitoreo 1
6	8893616.65	358340.36	Punto Monitoreo 2
7	8896368.06	359544.39	Punto Monitoreo 3
8	8896367.74	359632.97	Punto Monitoreo 4
9	8896421.44	359716.58	Punto Monitoreo 5
10	8897080.59	363461.79	Punto Monitoreo 6
11	8897287.33	363856.81	Punto Monitoreo 7

Fuente: Elaboración propia - Bueno Salcedo - 2021

### 3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas que se utilizaron en el presente estudio, fueron las siguientes:

##### 3.3.1.1. Recolección de muestras para el análisis de la contaminación del río Huancachupa

Para la recolección de muestras se realizó lo siguiente:

- **Procedimiento de toma de muestra:** Se tomaron las muestras de agua del río Huancachupa, comprendido entre los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, para lo cual se emplearon frascos esterilizados de un litro. 1) Indicadores biológicos: la toma de muestra microbiológica fue directa, dejando un poco de espacio para la aireación y se realizó a una profundidad de 20 a 30 cm; 2) Indicadores orgánicos: para aceites y grasas, la toma se realizó de forma directa y en la superficie; 3) Parámetros Físicos - Químicos: se tomaron las muestras a una profundidad de 20 cm, y se cerró inmediatamente.
- **Identificación de las muestras de agua:** los envases fueron identificados antes y después de la toma de muestra con una etiqueta, la cual contenía la siguiente información:
  - Número de muestra,
  - Código de identificación,
  - Origen de la fuente,
  - Descripción de la fuente,
  - Fecha y hora,
  - Preservación realizada o tipo de preservante utilizado,
  - Tipo de análisis requerido,
  - Nombre del responsable.
- **Conservación y transporte de las muestras:** las muestras recolectadas fueron guardadas en cajas térmicas (Coolers), con la finalidad de conservar las muestras en las mejores condiciones, y así evitar su deterioro. Fueron transportadas con todas las medidas de seguridad sugeridas por el laboratorio encargado de analizar las muestras.
- **Análisis de las muestras:** Los análisis físicos, químicos y bacteriológicos fueron realizados por el laboratorio ambiental de la DIRESA - HUÁNUCO

### 3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

- **Procedimiento de recolección de datos**

La recolección de datos se ejecutó en un periodo de dos meses, mediante la aplicación de los instrumentos (protocolo de monitoreo de aguas superficiales).

- **Procesamiento de datos**

Los datos obtenidos se presentaron en cuadros, a fin de realizar el análisis e interpretación de cada uno de ellos. Todo esto de acuerdo al marco conceptual y a las variables presentadas en la investigación, así como también se comparó con los datos obtenidos por otros autores.

### **3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS**

#### **3.3.3.1. Plan de análisis**

- Se realizó través de cuadros descriptivos, en los cuales se analizó y comparo con la literatura de otros autores.
- Se estableció un contacto real con el área de estudio con la finalidad de obtener claridad y veracidad de los datos.
- Se procedió a realizar el análisis, interpretación y comparación de los resultados obtenidos.
- Se planteó las conclusiones y recomendaciones derivadas del resultado de la investigación.

#### **3.3.3.2. Prueba estadística**

Para el contraste de la hipótesis se utilizó el método de T – Student para muestras relacionadas, y se procedió de la siguiente manera:

##### **a. Formulación de la hipótesis**

**H<sub>a</sub>:** La calidad del agua del rio Huancachupa está relacionada con la contaminación por descargas de aguas residuales, en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco, junio a agosto - 2019.

**H<sub>o</sub>:** La calidad del agua del río Huancachupa no está relacionada con la contaminación por descargas de aguas residuales, en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco, junio a agosto – 2019.

##### **b. Determinación del nivel de significancia**

El nivel de significancia fue de  $\alpha = 0,05$  (95%)

##### **c. Selección de la prueba estadística**

Se utilizó la siguiente formula:

$$T = \frac{\bar{x}}{\sigma/\sqrt{n}}$$

Donde:

$\bar{x}$  = media muestral

$\sigma$  = desviación estandar

$n$  = tamaño de muestra

Grados de libertad

$Gl = n - 1$

#### **d. Regla de decisión**

Si:

$t_o \geq t_t$  se rechaza la  $H_o$  y se acepta  $H_a$

$p(t_o) \leq \alpha$  se rechaza la  $H_o$  y se acepta  $H_a$

Donde:

$t_o$  = T – Student obtenido

$t_t$  = T – Student en la tabla

$H_a$  = Hipotesis alternativa

$H_o$  = Hipotesis nula

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

En este capítulo se muestra el procesamiento de datos, a través de cuadros estadísticos y la descripción de cada uno de ellos, asimismo se interpretó los datos a base a los objetivos de esta investigación.

Se presentan los resultados de los siguientes análisis: físico, químico y microbiológico de las muestras tomadas del Rio Huancachupa contaminado por descargas de aguas residuales, siguiendo el procedimiento establecido en el protocolo de monitoreo de aguas superficiales – R.J. 010-2016-ANA.

Se comparó los resultados de los análisis con los estándares de calidad ambiental y los límites máximo permisibles.

Se utilizó la información de la siguiente tabla, para un mejor procesamiento los datos.

**Tabla 4 Código de laboratorio**

Código de laboratorio	Puntos de muestreo	Coordenadas		Distrito	Provincia	Departamento
		Norte	Este			
M-01	Campo Recreacional Relave	8893333.46	357948.18	San Francisco de Cayran	Huánuco	Huánuco
M-02	500 mt del Campo Recreacional Relave – Rio abajo	8893616.65	358340.36	San Francisco de Cayran	Huánuco	Huánuco
M-03	100 mt antes de la zona de mezcla de la PTAR – Rio arriba	8896368.06	359544.39	San Francisco de Cayran	Huánuco	Huánuco
M-04	Zona de mezcla PTAR – Rio Huancachupa	8896367.74	359632.97	San Francisco de Cayran	Huánuco	Huánuco
M-05	100 mt después de la zona de mezcla de la PTAR – Rio abajo	8896421.44	359716.58	San Francisco de Cayran	Huánuco	Huánuco
M-06	500 mt antes de la desembocadura del rio Huancachupa	8897080.59	363461.79	Pillco Marca	Huánuco	Huánuco
M-07	Desembocadura del Rio Huancachupa	8897287.33	363856.81	Pillco Marca	Huánuco	Huánuco

Fuente: Elaboración propia - Bueno Salcedo - 2021

#### 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

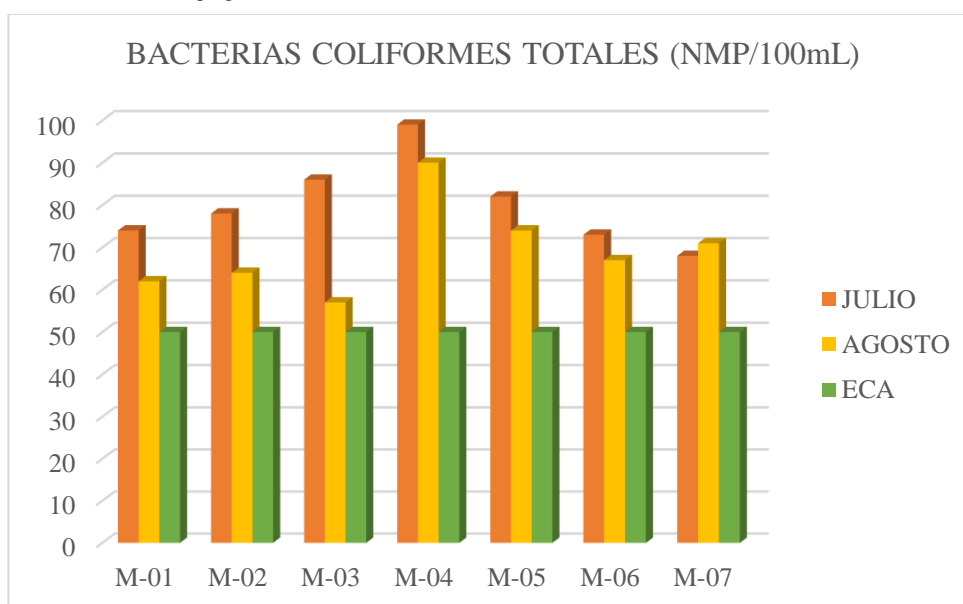
##### 4.1.1. Resultados de los análisis microbiológicos de las muestras tomadas del Rio Huancachupa

En las siguientes tablas se muestran los resultados del análisis microbiológico de las muestras tomadas del Rio Huancachupa, para los parámetros: “Bacterias coliformes totales” y “Bacterias termotolerantes”.

**Tabla 5 Bacterias coliformes totales del Rio Huancachupa**

Muestra	Bacterias coliformes totales (NMP/100ml)							ECA
	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	M-06	M-07	
<b>Julio</b>	74	78	86	99	82	73	68	50 NMP/100ml
<b>Agosto</b>	62	64	57	90	74	67	71	
<b>Total</b>	136	142	143	189	156	140	139	
<b>Promedio</b>	68	71	71.5	94.5	78	70	69.5	

Fuente: Elaboración propia con base en datos de los resultados de análisis del laboratorio-DIRESA HCO



Fuente: Elaboración propia con base en datos de los resultados de análisis del laboratorio-DIRESA HCO

**Gráfico 1 Bacterias coliformes totales del Rio Huancachupa**

##### **Análisis e interpretación:**

Los valores mostrados en la Tabla 5 y el Gráfico 1, son los valores obtenidos de los resultados del análisis en el laboratorio, de las muestras tomadas del rio Huancachupa. El valor mínimo obtenido del total de muestras para el parámetro “Bacterias coliformes totales”, fue de; 73 NMP/100 ml en el mes de Julio y 62 NMP/100 ml en el mes de Agosto; y el valor máximo fue de: 99 NMP/100 ml en el mes de Julio y 90 NMP/100 ml en el mes de Agosto. Se pudo observar que estos valores superan el valor establecido en el Estándar de Calidad Ambiental, el cual es de 50 NMP/100mL. En cuanto a los Límites

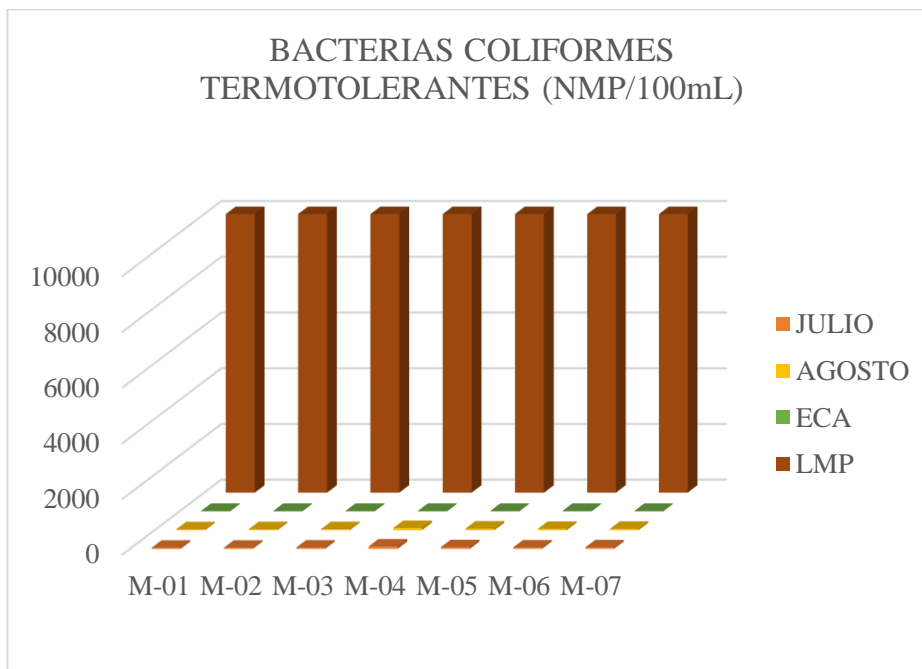


Máximos Permisibles, aún no existen valores establecidos referentes al parámetro “bacterias coliformes totales”

**Tabla 6 Bacterias termotolerantes del Rio Huancachupa**

Muestra	Bacterias termotolerantes (NMP/100ml)							ECA	LMP
	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	M-06	M-07		
<b>Julio</b>	41	43	47	86	62	51	54	20 NMP/100 ml	10,000 NMP/100 ml
<b>Agosto</b>	32	34	35	74	56	45	47		
<b>Total</b>	73	77	82	160	118	96	101		
<b>Promedio</b>	36.5	38.5	41	80	59	48	50.5		

Fuente: Elaboración propia con base en datos de los resultados de análisis del laboratorio-DIRESA HCO



Fuente: Elaboración propia con base en datos de los resultados de análisis del laboratorio-DIRESA HCO

**Gráfico 2 Bacterias coliformes termotolerantes del Rio Huancachupa**

**Análisis e interpretación:**

Los valores mostrados en la Tabla 6 y el Gráfico 2, son los valores obtenidos de los resultados del análisis en el laboratorio, de las muestras tomadas del rio Huancachupa. El valor mínimo obtenido del total de muestras para el parámetro “Bacterias coliformes termotolerantes”, fue de; 41 NMP/100 ml en el mes de Julio y 32 NMP/100 ml en el mes de Agosto; y el valor máximo fue de: 86 NMP/100 ml en el mes de Julio y 74 NMP/100 ml en el mes de Agosto. Se pudo observar que estos valores superan el valor establecido en el Estándar de Calidad Ambiental, el cual es de 20 NMP/100ML; y en cuanto a los Límites Máximos Permisibles, los valores obtenidos no superan el valor establecido, el cual es 10,000 NMP/100 ml.

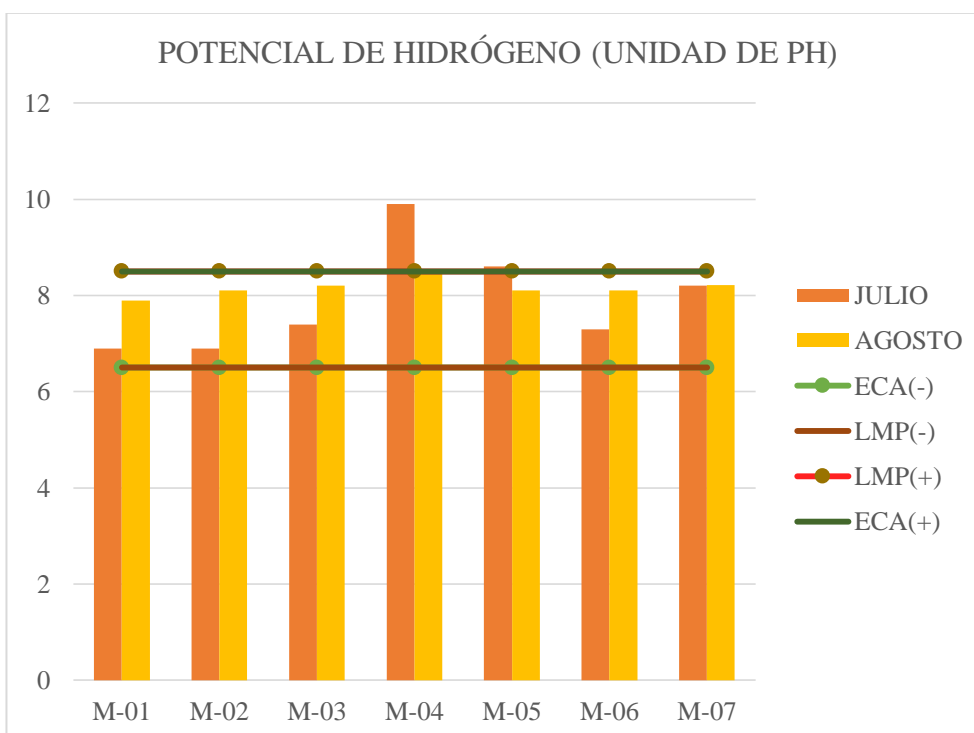
#### 4.1.2. Resultados de los análisis físicos y químicos de las muestras tomadas del Rio Huancachupa

En las siguientes tablas se muestran los resultados del análisis físico-químico de las muestras tomadas del Rio Huancachupa, para los parámetros: pH, conductividad, sólidos totales disueltos, cloruros, sulfatos, plomo, DBO5, DQO.

**Tabla 7 Potencial de hidrógeno del Rio Huancachupa**

Muestra	Potencial de hidrógeno (Unidad de pH)							ECA	LMP
	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	M-06	M-07		
<b>Julio</b>	6.9	6.9	7.4	9.9	8.6	7.3	8.2		
<b>Agosto</b>	7.89	8.1	8.2	8.5	8.1	8.1	8.21	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5
<b>Total</b>	14.79	15	15.6	18.4	16.7	15.4	16.41		
<b>Promedio</b>	7.395	7.5	7.8	9.2	8.35	7.7	8.205		

Fuente: Elaboración propia con base en datos de los resultados de análisis del laboratorio-DIRESA HCO



Fuente: Elaboración propia con base en datos de los resultados de análisis del laboratorio-DIRESA HCO

**Gráfico 3 Potencial de hidrógeno del Rio Huancachupa**

#### **Análisis e interpretación:**

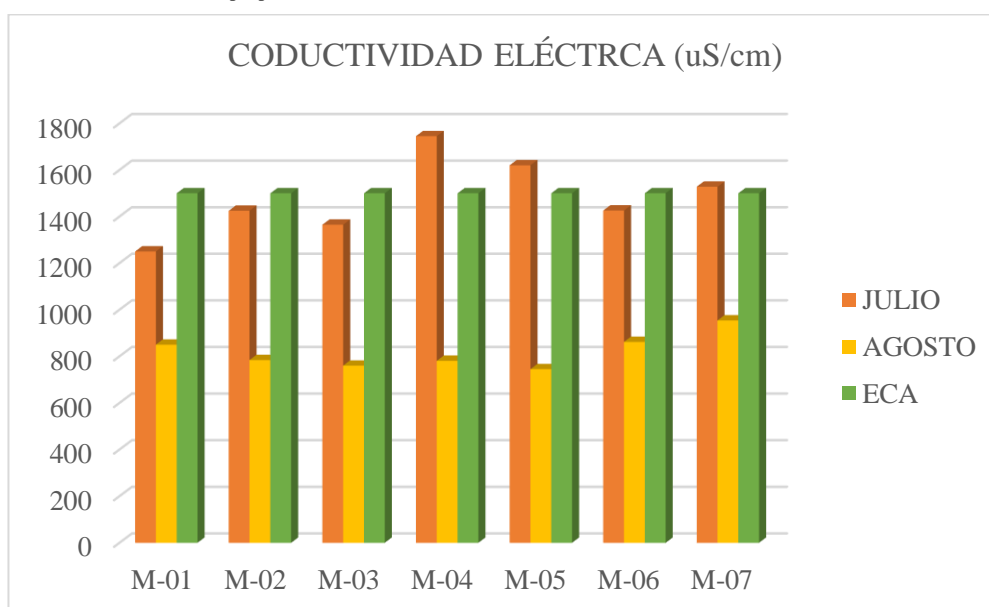
Los valores mostrados en la Tabla 7 y el Gráfico 3, son los valores obtenidos de los resultados del análisis en el laboratorio, de las muestras tomadas del rio Huancachupa. El valor mínimo obtenido del total de muestras para el parámetro “Potencial de hidrógeno - pH”, fue de; 6.9 unidades de pH, en el mes de Julio y 8.1 unidades de pH, en el mes de Agosto; y el valor máximo fue de: 9.9 unidades de pH, en el mes de Julio y 8.5 unidades de pH,

en el mes de Agosto. Se pudo observar que estos valores, en su mayoría, se encuentran dentro de los valores establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental y en los Límites Máximos Permisibles, los valores establecidos para ambas normativas es de 6.5 – 8.5 unidad de pH.

**Tabla 8 Conductividad eléctrica del Rio Huancachupa**

Muestra	Conductividad eléctrica (uS/cm)							ECA
	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	M-06	M-07	
<b>Julio</b>	1250	1425	1365	1745	1620	1426	1528	1500 $\mu$ s/cm
<b>Agosto</b>	850	784	760	781	745	862	954	
<b>Total</b>	2100	2209	2125	2526	2365	2288	2482	
<b>Promedio</b>	1050	1104.5	1062.5	1263	1182.5	1144	1241	

Fuente: Elaboración propia con base en datos de los resultados de análisis del laboratorio-DIRESA HCO



Fuente: Elaboración propia con base en datos de los resultados de análisis del laboratorio-DIRESA HCO

**Gráfico 4 Conductividad eléctrica del Rio Huancachupa**

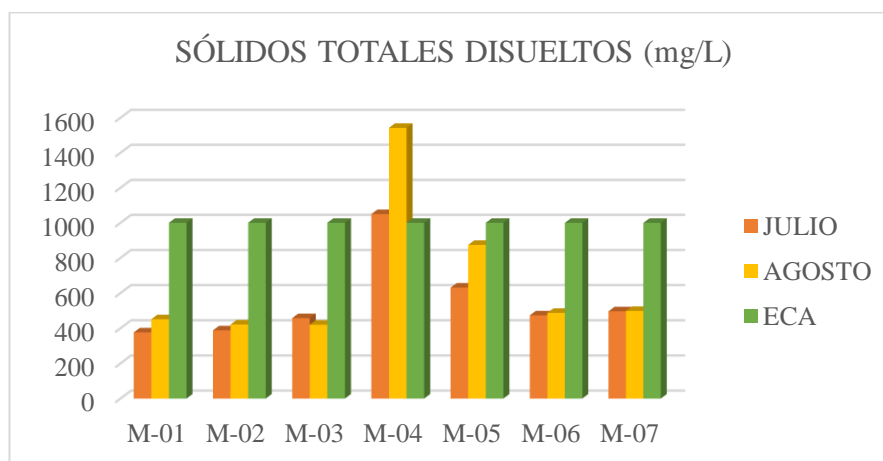
**Análisis e interpretación:**

Los valores mostrados en la Tabla 8 y el Gráfico 4, son los valores obtenidos de los resultados del análisis en el laboratorio, de las muestras tomadas del rio Huancachupa. El valor mínimo obtenido del total de muestras para el parámetro “Conductividad eléctrica”, fue de; 1250 uS/cm en el mes de julio y 745 uS/cm en el mes de agosto; y el valor máximo fue de: 1745 uS/cm en el mes de julio y 2525 uS/cm en el mes de agosto. Se pudo observar que estos valores, en su mayoría, se encuentran dentro valor establecido en el Estándar de Calidad Ambiental, el cual es 1500 uS/cm. En cuanto a los Límites Máximos Permisibles, aún no existen valores establecidos referentes al parámetro “conductividad eléctrica”

**Tabla 9 Sólidos totales disueltos en el Rio Huancachupa**

Muestra	Sólidos totales disueltos (mg/L)							ECA
	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	M-06	M-07	
<b>Julio</b>	376	388	457	1050	631	473	496	1000 mg/L
<b>Agosto</b>	451	421	420	1542	874	487	498	
<b>Total</b>	827	809	877	2592	1505	960	994	
<b>Promedio</b>	413.5	404.5	438.5	1296	752.5	480	497	

Fuente: Elaboración propia con base en datos de los resultados de análisis del laboratorio-DIRESA HCO



Fuente: Elaboración propia con base en datos de los resultados de análisis del laboratorio-DIRESA HCO

**Gráfico 5 Sólidos totales disueltos en el Rio Huancachupa**

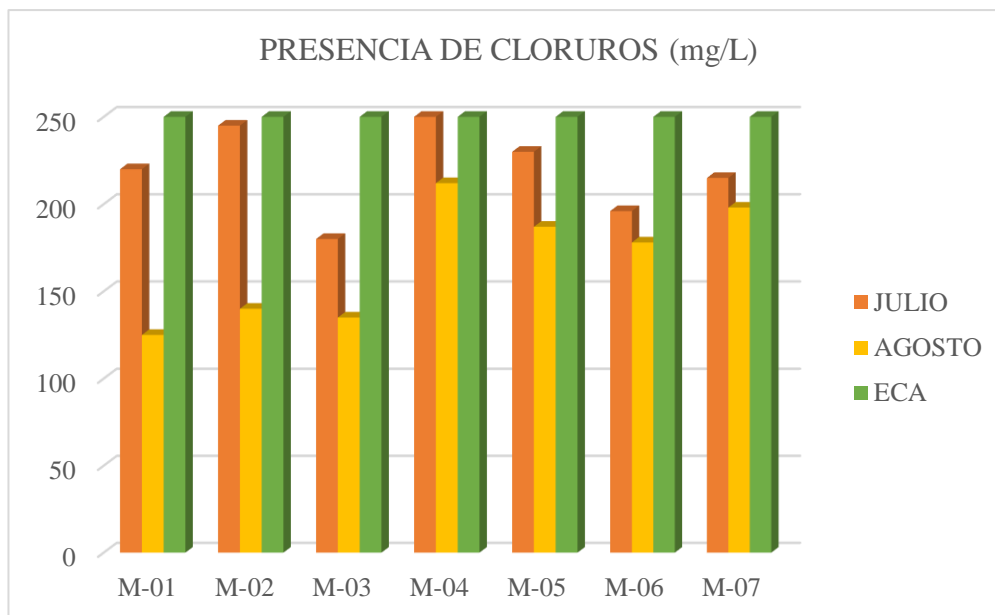
**Análisis e interpretación:**

Los valores mostrados en la Tabla 9 y el Gráfico 5, son los valores obtenidos de los resultados del análisis en el laboratorio, de las muestras tomadas del rio Huancachupa. El valor mínimo obtenido del total de muestras para el parámetro “Sólidos totales disueltos”, fue de 376 mg/L en el mes de julio y 421 mg/L en el mes de agosto; y el valor máximo fue de: 1050 mg/L en el mes de julio y 1542 mg/L en el mes de agosto. Se pudo observar que los valores altos obtenidos, corresponden a la zona de mezcla, los cuales superan el valor establecido en el Estándar de Calidad Ambiental, mientras que los demás valores obtenidos se encuentran dentro el valor establecido en el Estándar de Calidad Ambiental, el cual es de 1000 mg/L. En cuanto a los Límites Máximos Permisibles, aún no existen valores establecidos referentes al parámetro “Sólidos totales disueltos”.

**Tabla 10 Presencia de Cloruros en el Rio Huancachupa**

Muestra	Presencia de cloruros mg/L)							ECA
	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	M-06	M-07	
<b>Julio</b>	220	245	180	250	230	196	215	250 mg/L
<b>Agosto</b>	125	140	135	212	187	178	198	
<b>Total</b>	345	385	315	462	417	374	413	
<b>Promedio</b>	172.5	192.5	157.5	231	208.5	187	206.5	

Fuente: Elaboración propia con base en datos de los resultados de análisis del laboratorio-DIRESA HCO



Fuente: Elaboración propia con base en datos de los resultados de análisis del laboratorio-DIRESA HCO

### Gráfico 6 Presencia de Cloruros en el Río Huancachupa

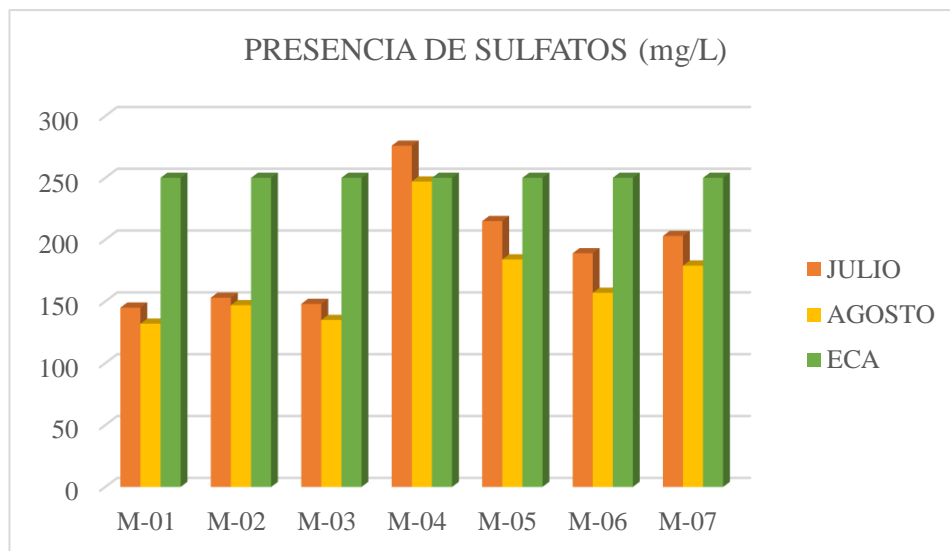
#### Análisis e interpretación:

Los valores mostrados en la Tabla 10 y el Gráfico 6, son los valores obtenidos de los resultados del análisis en el laboratorio, de las muestras tomadas del río Huancachupa. El valor mínimo obtenido del total de muestras para el parámetro “Cloruros”, fue de; 180 mg/L en el mes de julio y 125 mg/L en el mes de agosto; y el valor máximo fue de: 250 mg/L en el mes de julio y 212 mg/L en el mes de agosto. Se pudo observar que estos valores se encuentran dentro del valor establecido en el Estándar de Calidad Ambiental, el cual es de 250 mg/L. En cuanto a los Límites Máximos Permisibles, aún no existen valores establecidos referentes al parámetro “Cloruros”.

Tabla 11 Presencia de Sulfatos en el Río Huancachupa

Muestra	Presencia de sulfatos (mg/L)							ECA
	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	M-06	M-07	
<b>Julio</b>	145	153	148	276	215	189	203	250 mg/L
<b>Agosto</b>	132	147	135	247	184	157	179	
<b>Total</b>	277	300	283	523	399	346	382	
<b>Promedio</b>	138.5	150	141.5	261.5	199.5	173	191	

Fuente: Elaboración propia con base en datos de los resultados de análisis del laboratorio-DIRESA HCO



Fuente: Elaboración propia con base en datos de los resultados de análisis del laboratorio-DIRESA HCO

**Gráfico 7 Presencia de Sulfatos en el Río Huancachupa**

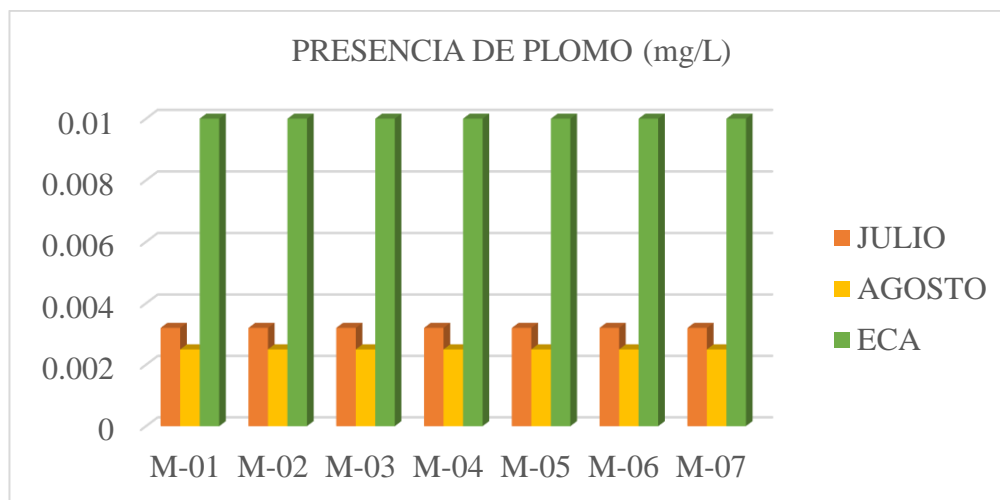
**Análisis e interpretación:**

Los valores mostrados en la Tabla 11 y el Gráfico 7, son los valores obtenidos de los resultados del análisis en el laboratorio, de las muestras tomadas del río Huancachupa. El valor mínimo obtenido del total de muestras para el parámetro “Sulfatos”, fue de; 145 mg/L en el mes de julio y 132 mg/L en el mes de agosto; y el valor máximo fue de: 276 mg/L en el mes de julio y 247 mg/L en el mes de agosto. Se pudo observar que estos valores se encuentran dentro del valor establecido en el Estándar de Calidad Ambiental, el cual es de 250 mg/L. En cuanto a los Límites Máximos Permisibles, aún no existen valores establecidos referentes al parámetro “Sulfatos”.

**Tabla 12 Presencia de Plomo en el Rio Huancachupa**

Muestra	Presencia de plomo (mg/L)							ECA
	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	M-06	M-07	
<b>Julio</b>	0.0032	0.0032	0.0032	0.0032	0.0032	0.0032	0.0032	
<b>Agosto</b>	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.01
<b>Total</b>	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	mg/L
<b>Promedio</b>	0.00285	0.00285	0.00285	0.00285	0.00285	0.00285	0.00285	

Fuente: Elaboración propia con base en datos de los resultados de análisis del laboratorio-DIRESA HCO



Fuente: Elaboración propia con base en datos de los resultados de análisis del laboratorio-DIRESA HCO

**Gráfico 8 Presencia de Plomo en el Rio Huancachupa**

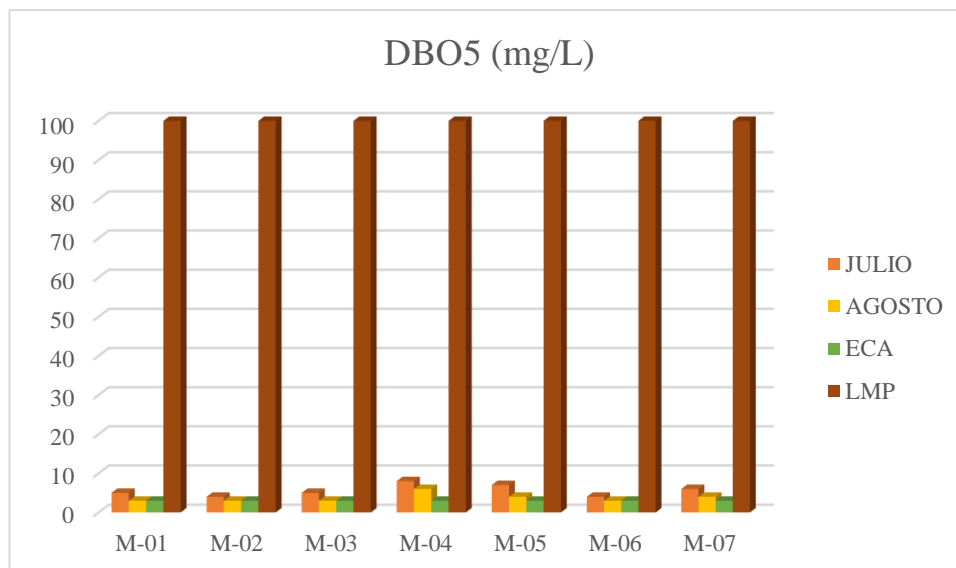
**Análisis e interpretación:**

Los valores mostrados en la Tabla 12 y el Gráfico 8, son los valores obtenidos de los resultados del análisis en el laboratorio, de las muestras tomadas del rio Huancachupa. Los valores obtenidos fueron los mismos para todas las muestras, además de ello, todos estos valores se encuentran dentro del valor establecido en el Estándar de Calidad Ambiental, el cual es de 0.01 mg/L. En cuanto a los Límites Máximos Permisibles, aún no existen valores establecidos referentes al parámetro “Plomo”.

**Tabla 13 Demanda Biológica de Oxígeno (5) en el Rio Huancachupa**

Muestra	DBO <sub>5</sub> (mg/L)							ECA	LMP
	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	M-06	M-07		
<b>Julio</b>	5	4	5	8	7	4	6		
<b>Agosto</b>	3	3	3	6	4	3	4		
<b>Total</b>	8	7	8	14	11	7	10	3 mg/L	100 mg/L
<b>Promedio</b>	4	3.5	4	7	5.5	3.5	5		

Fuente: Elaboración propia con base en datos de los resultados de análisis del laboratorio-DIRESA HCO



Fuente: Elaboración propia con base en datos de los resultados de análisis del laboratorio-DIRESA HCO

### Gráfico 9 Demanda Biológica de Oxígeno (5) en el Río Huancachupa

#### Análisis e interpretación:

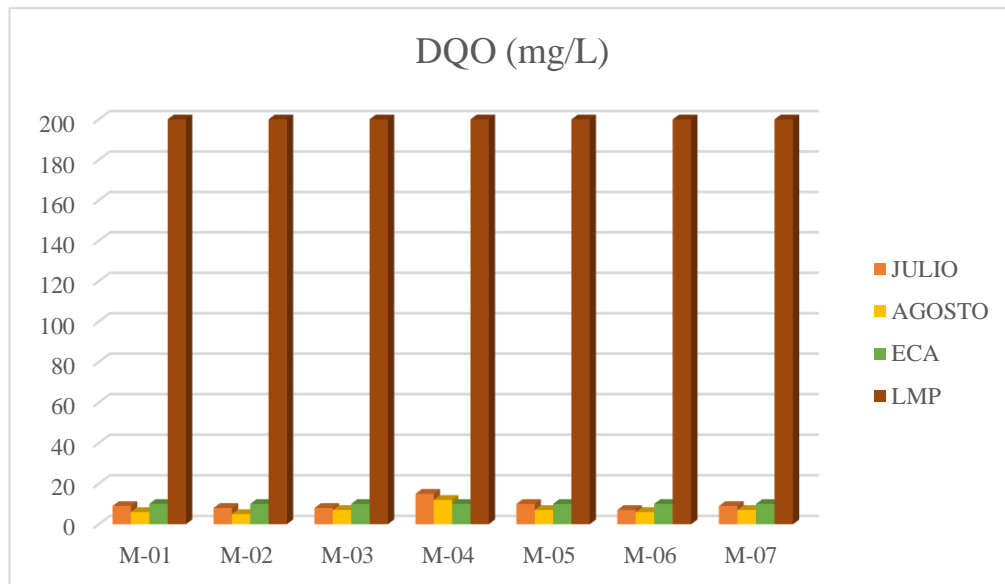
Los valores mostrados en la Tabla 13 y el Gráfico 9, son los valores obtenidos de los resultados del análisis en el laboratorio, de las muestras tomadas del río Huancachupa. El valor mínimo obtenido del total de muestras para el parámetro “DBO<sub>5</sub>”, fue de; 4 mg/L en el mes de julio y 3 mg/L en el mes de agosto; y el valor máximo fue de: 8 mg/L en el mes de julio y 6 mg/L en el mes de agosto. Se pudo observar que estos valores superan el valor establecido en el Estándar de Calidad Ambiental, el cual es de 3 mg/L. por otro lado se observó que los valores obtenidos se encuentran dentro del valor establecido en los Límites Máximos Permisibles, el cual es de 100 mg/L.

Tabla 14 Demanda Química de Oxígeno en el Río Huancachupa

Muestra	DQO (mg/L)							ECA	LMP
	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	M-06	M-07		
<b>Julio</b>	9	8	8	15	10	7	9	10 mg/L	200 mg/L
<b>Agosto</b>	6	5	7	12	7	6	7		
<b>Total</b>	15	13	15	27	17	13	16		
<b>Promedio</b>	7.5	6.5	7.5	13.5	8.5	6.5	8		

Fuente: Elaboración propia con base en datos de los resultados de análisis del laboratorio-DIRESA HCO





Fuente: Elaboración propia con base en datos de los resultados de análisis del laboratorio-DIRESA HCO

**Gráfico 10 Demanda Química Oxígeno en el Río Huancachupa**

#### **Análisis e interpretación:**

Los valores mostrados en la Tabla 14 y el Gráfico 10, son los valores obtenidos de los resultados del análisis en el laboratorio, de las muestras tomadas del río Huancachupa. El valor mínimo obtenido del total de muestras para el parámetro “DQO”, fue de; 7 mg/L en el mes de julio y 5 mg/L en el mes de agosto; y el valor máximo fue de: 15 mg/L en el mes de julio y 12 mg/L en el mes de agosto. Se pudo observar que estos valores se encuentran dentro del valor establecido en el Estándar de Calidad Ambiental, el cual es de 10 mg/L. por otro lado se también se observó que los valores obtenidos se encuentran dentro del valor establecido en los Límites Máximos Permisibles, el cual es de 200 mg/L.

#### **4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS**

La comprobación de la Hipótesis se realizó en función de los objetivos planteados en la presente investigación.

##### **4.2.1. Prueba de hipótesis de la contaminación microbiológica y su relación con las descargas de aguas residuales en el río Huancachupa, en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, provincia y departamento Huánuco, junio a agosto - 2019.**

Para esta contrastación, se utilizó los parámetros evaluados de todos los puntos de muestreo, para ello se procedió al planteamiento de las hipótesis estadísticas:

**H<sub>a</sub>:** La contaminación microbiológica está relacionada con las descargas de aguas residuales al río Huancachupa en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco, junio a agosto – 2019.

**H<sub>o</sub>:** La contaminación microbiológica no está relacionada con las descargas de aguas residuales al río Huancachupa en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco, junio a agosto – 2019.

Para un nivel de significancia:  $\alpha = 0,05$

- El estadístico de prueba T – Student para muestras relacionadas es la siguiente:

$$T = \frac{\bar{x}}{\sigma / \sqrt{n}}$$

Donde:

$\bar{x}$  = *media muestral*

$\sigma$  = *desviación estandar*

$n$  = *tamaño de muestra*

Grados de libertad

$$Gl = n - 1 = 13$$

Regla de decisión

Si:

$t_o \geq t_t$  se rechaza la  $H_o$  y se acepta  $H_a$

$p(t_o) \leq \alpha$  se rechaza la  $H_a$  y se acepta  $H_o$

El valor obtenido de  $t_o$  se comparó con los valores críticos de la tabla de la distribución de t-Student, y se pudo observar que el valor en la tabla es de 1.771 con  $\alpha = 0,05$ .

**Tabla 15 Prueba de hipótesis para las muestras relacionadas a la contaminación microbiológica: bacterias coliformes totales y bacterias coliformes termotolerantes**

<b>Parámetro microbiológico</b>	<b>T-Student obtenido (to)</b>	<b>T-Student en tabla (tt)</b>
Bacterias coliformes totales	24.230	1.771
Bacterias coliformes termotolerantes	12.349	

Fuente: Elaboración propia con base en datos de los resultados de análisis del laboratorio-DIRESA HCO

**Decisión:**

Como el valor *to* para las bacterias coliformes totales es de 24.230 y por lo tanto es mayor que el valor *tt*, el cual es 1.771, por lo que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa; así como también el valor de *to* para las bacterias coliformes termotolerantes es de 12.349 y también es mayor que el valor de *tt*, el cual es 1.771; por lo que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa.

El nivel de contaminación microbiológica (bacterias coliformes totales y bacterias coliformes termotolerantes), está relacionada con la descarga de aguas residuales en el río Huancachupa en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, existiendo diferencias en la media de los valores obtenidos, entre el antes y después de la descarga de aguas residuales.

**4.2.2. Prueba de hipótesis de la contaminación física y química y su relación con las descargas de aguas residuales en el río Huancachupa, en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, provincia y departamento Huánuco, junio a agosto - 2019.**

Para esta contrastación, se utilizó los parámetros evaluados de todos los puntos de muestreo, para ello se procedió al planteamiento de las hipótesis estadísticas:

**H<sub>a</sub>:** La contaminación física y química está relacionada con las descargas de aguas residuales al río Huancachupa en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco, junio a agosto – 2019.

**H<sub>0</sub>:** La contaminación física y química no está relacionada con las descargas de aguas residuales al río Huancachupa en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco, junio a agosto – 2019.

Para un nivel de significancia:  $\alpha = 0,05$

El estadístico de prueba T – Student para muestras relacionadas es la siguiente:

$$T = \frac{\bar{x}}{\sigma / \sqrt{n}}$$

Donde:

$\bar{x}$  = media muestral

$\sigma$  = desviación estandar

$n$  = tamaño de muestra

Grados de libertad

$Gl = n - 1 = 13$

Regla de decisión

Si:

$t_o \geq t_t$  se rechaza la  $H_o$  y se acepta  $H_a$

$p(t_o) \leq \alpha$  se rechaza la  $H_a$  y se acepta  $H_o$

El valor obtenido de  $t_o$  se comparó con los valores críticos de la tabla de la distribución de t-Student, y se pudo observar que el valor en la tabla es de 1.771 con  $\alpha = 0,05$ .

**Tabla 16 Prueba de hipótesis para las muestras relacionas a la contaminación física y química: pH, conductividad, STD, cloruros, sulfatos, plomo, DBO5 y DQO**

Parámetro fisicoquímicos	T-Student obtenido (to)	T-Student en tabla (tt)
Potencial de hidrogeno	39.126	
Conductividad eléctrica	In situ 11.814	
Solidos totales disueltos	6.934	
Cloruros	18.403	
Sulfatos	15.460	1.771
Plomo	29.359	
Demanda biológica de Laboratorio oxígeno (5)	10.868	
Demanda química de oxígeno	11.727	

Fuente: Elaboración propia con base en datos de los resultados de análisis del laboratorio-DIRESA HCO

**Decisión:**

Los valores de  $t_o$  para: pH es de 39.126; conductividad es de 11.814; solidos totales disueltos es de 6.934; cloruros es de 18.403, sulfatos es de 15.460; plomo es de 29.359; DBO<sub>5</sub> es de 10.868 y DQO es de 11.727, se

observó que los valores obtenidos de  $t_0$  son mayores que el valor de  $t_t$ , el cual es 1.77; por lo que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa.

El nivel de contaminación física y química (pH, conductividad, STD, cloruros, sulfatos, plomo, DBO<sub>5</sub> Y DQO), está relacionada con la descarga de aguas residuales en el río Huancachupa en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca. Existiendo diferencias significativas entre los valores obtenidos de: pH, conductividad, STD, cloruros, sulfatos, plomo, DBO<sub>5</sub> Y DQO, antes y después de las descargas de aguas residuales.

## **CAPÍTULO 5**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Según los resultados obtenidos de la investigación se procedió a realizar el análisis de las variables estudiadas considerando los objetivos planteados.

- Determinación de la contaminación microbiológica (bacterias coliformes totales y bacterias coliformes termotolerantes) del río Huancachupa por las descargas de aguas residuales, teniendo en consideración los puntos de muestreo que se realizaron antes de la zona de mezcla, en la zona de mezcla y después de la zona de mezcla, lo cual me llevo a concluir lo siguiente:

Los resultados del análisis del laboratorio para los parámetros microbiológicos: 1) Bacterias coliformes totales, son en promedio: antes de la zona de mezcla (68, 71 y 71.5), en la zona de mezcla (94.5) y después de la zona de mezcla (78, 67.5 y 72); con respecto a la unidad NMP/100 mL; 2) Bacterias coliformes termotolerantes, son en promedio: antes de la zona de mezcla (36.5, 38.5 y 41), en la zona de mezcla (80) y después de la zona de mezcla (59, 48 y 50.5); con respecto a la unidad NMP/100 mL. Por lo que se concluye que los resultados obtenidos de ambos parámetros superan el valor establecido en el Estándar de Calidad Ambiental, en cuanto a los Límites Máximo Permisibles, los resultados obtenidos para el parámetro “bacterias coliformes termotolerantes” no superan al valor establecido y para el parámetro “bacterias coliformes totales” no existe un valor establecido, y esto indica que existe una contaminación microbiológica del agua del río Huancachupa por el alto índice de bacterias coliformes, esto concuerda con: Dimas (2011), quien menciona que los resultados obtenidos debemos considerarlos como señal de alarma desde el punto de vista sanitario, pues el alto índice de las bacterias coliformes lo reitera. También indica que la presencia de coliformes en el agua del río indica que estas se han filtrado a través del suelo desde la superficie, en este caso es posible que otros microorganismos bacteriales, que causan cuadros patológicos, pudieran estar presentes; también con Villa (2011), menciona que existe un deterioro del ecosistema del medio acuático cuando presentan altas concentraciones de contaminantes bacteriológicos.

- Determinación de la contaminación física y química (pH, conductividad, STD, cloruros, sulfatos, plomo, DBO5, DQO) del río Huancachupa por las descargas de aguas residuales, teniendo en consideración los puntos de muestreo que se realizaron antes de la zona de mezcla, en la zona de mezcla y después de la zona de mezcla, lo cual me llevo a concluir lo siguiente:

Los resultados del análisis del laboratorio para los parámetros físico y químicos: 1) pH, son en promedio: antes de la zona de mezcla (7.4, 7.5 y 7.8), en la zona de mezcla (9.2) y después de la zona de mezcla (8.4, 7.7 y 8.2); con respecto a la unidad de pH; 2) Conductividad eléctrica, son en promedio: antes de la zona de mezcla (1050, 1104.5 y 1062.5), en la zona de mezcla (1263) y después de la zona de mezcla (1182.5, 1144 y 1241); con respecto a la unidad uS/cm; 3) Sólidos totales disueltos, son en promedio: antes de la zona de mezcla (413.5, 404.5 y 438.5), en la zona de mezcla (1296) y después de la zona de mezcla (752.5, 480 y 497); con respecto a la unidad mg/L; 4) Cloruros, son en promedio: antes de la zona de mezcla (172.5, 192.5 y 157.5), en la zona de mezcla (231) y después de la zona de mezcla (208.5, 187 y 206.5); con respecto a la unidad mg/L; 5) Sulfatos, son en promedio: antes de la zona de mezcla (138.5, 150 y 141.5), en la zona de mezcla (261.5) y después de la zona de mezcla (199.5, 173 y 191); con respecto a la unidad mg/L; 6) Plomo, son en promedio: antes de la zona de mezcla (0.0029), en la zona de mezcla (0.0029) y después de la zona de mezcla (0.0029); 7) DBO5, son en promedio: antes de la zona de mezcla (4, 3.5 y 4), en la zona de mezcla (7) y después de la zona de mezcla (5.5, 3.5 y 5); con respecto a la unidad mg/L; 8) DQO, son en promedio: antes de la zona de mezcla (7.5, 6.5 y 7.5), en la zona de mezcla (13.5) y después de la zona de mezcla (8.5, 6.5 y 8); con respecto a la unidad mg/L. Por lo que se concluye que los resultados obtenidos de los parámetros estudiados superan los valores establecidos para cada uno de ellos en el Estándar de Calidad Ambiental, en cuanto a los Límites Máximos Permisibles, los resultados obtenidos para los parámetros: pH, DBO5 y DQO, no superan los valores establecidos para cada uno de ellos y para los parámetros: conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, cloruros, sulfatos y **plomo**, no existen valores establecidos.

De acuerdo a la naturaleza de la investigación, y basándonos en la comparación de los resultados obtenidos con el Estándar de Calidad Ambiental, nos indica que existe una contaminación física y química del agua del río Huancachupa, y va en aumento en todo su recorrido, el cual se demuestra en los resultados de cada punto de muestreo en la zona de estudio, esto coincide con: Peñafiel (2014), quien indica que en la evaluación de la calidad del agua del río a lo largo de los tramos de estudio muestra un deterioro a medida que avanza su recorrido; Berrios (2018) quien menciona que existe contaminación en diferentes puntos de muestreo y que en su mayoría superan los estándares de calidad ambiental y los límites máximos permisibles, y Bernardo (2019) quien dice que hay contaminación existente en 2 de las 3 zonas de estudio que abarca su investigación.

Según los resultados obtenidos, se puede utilizar el agua del río Huancachupa previo tratamiento convencional para consumo humano, uso recreacional y sin tratamiento para la industria; además es aceptable para el uso como agua de riego para algunas especies (por ejemplo los tubérculos), esto concuerda con los siguientes autores: Martínez (2010), Reina (2013), Hernández (2015) y Estela (2017); quienes mencionan en sus respectivas investigaciones, que se puede usar el recurso hídrico para uso humano previo tratamiento convencional y en algunos casos, cuando el índice de contaminación es alto, sería necesario un tratamiento avanzado, también indican que en ciertos casos no es necesario el tratamiento para uso agrícola.

Asimismo se concuerda con Zambrano (2010) y Cruz (2013), cuando mencionan que es importante y necesario plantear estrategias de minimización y prevención en las zonas de expansión, e identificación de los focos y tipos de contaminación respectivamente, para así cuando se evalué la calidad de los recursos hídricos estos se encuentren dentro de los parámetros establecidos por las normas nacionales e internacionales, tal como se puede apreciar en los resultados de las investigaciones de Sotil & Flores (2016) y Meza (2016), los cuales fueron de calidad aceptable, ya que los valores de los parámetros estudiados se encuentran dentro de los valores establecidos.



## CONCLUSIONES

Se llegó a las siguientes conclusiones de la tesis titulada “Evaluación de la calidad del agua del río Huancachupa, contaminado por descargas de aguas residuales en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco, junio a agosto - 2019”.

- Se determinó que existe contaminación microbiológica porque existen bacterias coliformes totales y bacterias coliformes termotolerantes por las descargas de aguas residuales al río Huancachupa. Los resultados obtenidos a partir del análisis de laboratorio, superan los valores establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental, en todos los puntos de muestreo (antes de la zona de mezcla, en la zona de mezcla y después de la zona de mezcla); en cuanto a los Límites Máximos Permisibles, también superan el valor establecido.
- Se determinó que existe contaminación física y química (pH, conductividad eléctrica, STD, cloruros, sulfatos, plomo, DBO5 y DQO) por las descargas de aguas residuales al río Huancachupa. Los resultados obtenidos a partir del análisis de laboratorio, superan los valores establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental, en todos los puntos de muestreo (antes de la zona de mezcla, en la zona de mezcla y después de la zona de mezcla); en cuanto a los Límites Máximos Permisibles, para los parámetros: pH, DBO5 y DQO también superan el valor establecido; mientras que para los parámetros: conductividad eléctrica, STD, cloruros, sulfatos y plomo, no existen aún valores establecidos dentro de esta normativa.

## RECOMENDACIONES

- A la municipalidad de San Francisco de Cayran, realizar la limpieza de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), en su totalidad, así mismo realizar la operación y mantenimiento correspondiente, también gestionar los permisos correspondientes para la descarga del agua residual tratada en la PTAR al río Huancachupa.
- A la municipalidad de Pillco Marca, realizar campañas preventivas y ambientales sobre el uso del agua del río Huancachupa, debido a que parte de la población utiliza el agua del río para lavar su ropa.
- Generar conciencia en la población, sobre la contaminación de las fuentes de aguas (superficial y/o subterránea) con desechos fecales y otro tipo de contaminantes.
- Participación de la población en la conservación y preservación de las fuentes de agua (superficial y subterránea).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, L. F. (2008, 08 de abril) Aguas residuales y su impacto. *La Republica.net*. <https://www.larepublica.net/noticia/aguas-residuales-y-su-impacto-1>
- Autoridad Nacional del Agua (2016) Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA *Por la cual se aprueba el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales*. Portal Institucional de la ANA. <http://www.ana.gob.pe>
- A. V. Botello, J. Rendón-von Osten, G. Gold-Bouchot y C. Agraz-Hernández (Eds.). Golfo de México Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnostico y Tendencias, (pp. 475-486). Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Nacional Autónoma de México e Instituto Nacional de Ecología. <https://vdocuments.mx/documents/gm-contaminacion.html>
- Banco mundial (2007) Análisis Ambiental del Perú: Retos para un desarrollo sostenible
- Barrera, G. & Wong, C. (2005) Contaminación por microorganismos en zona costeras. <http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/patt/5. Contaminacion Biologica/12 microorganismos e indicadores.pdf>
- Bermúdez, M. (2010) *Contaminación y turismo sostenible*. CETD SA
- Bernardo, J. J. (2019) *Determinar los parámetros de agua de riego para vegetales según normativa vigente, en el distrito Conchamarca – Ambo, distritos San Francisco de Cayran y Amarilis – Huánuco, región Huánuco. Octubre 2018 – febrero 2019*. [Tesis de Pregrado. Universidad de Huánuco] Repositorio Institucional UDH. <http://repositorio.udh.edu.pe>
- Berrios, L. (2018) *Contaminación del río Niño, afluente del río Higuera por descarga de aguas residuales de la ciudad de Margos, distrito Margos, departamento de Huánuco, periodo marzo – agosto 2018*. [Tesis de Pregrado. Universidad de Huánuco] Repositorio Institucional UDH. <http://repositorio.udh.edu.pe>

- Congreso de la República del Perú (2005) Ley 28611 - Ley General del Ambiente. Diario Oficial El Peruano.
- Congreso de la República del Perú (2009) Ley 29338 - Ley de Recursos Hídricos. Diario Oficial El Peruano.
- Constitución Política del Perú (1993)
- Cruz, X. C. (2013) *Identificación y diagnóstico de los puntos de vertimientos de las aguas residuales de la ciudad de Huánuco*. Dirección Regional de Salud de Huánuco. <http://docplayer.es/11882365-Identificacion-y-diagnostico-de-los-puntos-de-vertimientos-de-las-aguas-residuales-de-la-ciudad-de-huanuco.html>
- Definiciones conceptuales. <https://www.buenastareas.com/ensayos/El-Agua/4030626.html>  
<https://water.usgs.gov/gotita/waterquality.html#:~:text=Calidad%20del%20agua%20es%20un,se%20le%20va%20a%20dar.&text=Estos%20excedentes%20qu%C3%ADmicos%20llamados%20%22nutrientes,bajar%20la%20calidad%20del%20agua>  
<https://www.slideshare.net/sandraserna8/contaminacion-79592079>
- Diersing, N. (2009) *Calidad de agua: Preguntas frecuentes*. Santuario Nacional Marino de los cayos de florida.
- Dimas, L. J. (2011) *Calidad de agua del río Huallaga – Tingo María*. [Tesis de Pregrado. Universidad Nacional Agraria de la Selva] Repositorio de tesis UNAS.
- EPA (2017) *La ciencia del agua para escuelas* <http://water.usgs.gov/gotita/waterquality.html>
- Estela, M (2017) *Niveles de contaminación de las aguas residuales del Centro Poblado Huaca Blanca y su efecto en la calidad del agua del río Chancay*. [Tesis de Pregrado. Universidad César Vallejo] Repositorio Institucional UCV. <http://repositorio.ucv.edu.pe>
- Fernández, A. & y los miembros de la FAO, UNW-DPC, UNU-INWEH para el desarrollo de capacidades para el uso seguro de aguas servidas en agricultura (2011) *Taller Internacional sobre el Uso de Aguas Residuales en la Agricultura. Informe de país Perú*

*Aguas residuales en el Perú, problemática y uso en la agricultura.* <https://docplayer.es/14951352-Informe-de-pais-peru.html>

Galindez, D., Ortiz, M. I., Montenegro, D., Zambrano, M., Guerrero, A. (2015) Desde La Educación Ambiental, Despertemos Sentimientos Para La Conservación Del Agua en la Comunidad de Buesaquillo <http://praebuesaquillo.blogspot.com/>

García, M., Darío, F., Marín, R., Guzmán, H., Verdugo, N., Domínguez, E., Vargas, O., Panizzo, L., Sanchez, N., Gómez, J., Cortés, G. (2011) *El agua. Capítulo 04. El Medio Ambiente en Colombia.* IDEAM Colombia. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/000001/cap4.pdf?cv=1>

Hernández, S. I. (2015) *Evaluación de la calidad físico-química y bacteriología del arroyo Coyopolan del municipio de Ixguacán de los Reyes., Veracruz.* [Tesis de Maestría. Universidad Veracruzana. México] Repositorio Institucional UV <https://cdigital.uv.mx/handle/123456789/42105>

Hernández Sampieri, R. & Fernández Collado, C. & Baptista Lucio, M. P. (2014) Metodología de investigación científica. Sexta edición. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A DE C. V.

Jaureguiberry, M. E. (2003) *Efluentes industriales, desagües industriales. Seguridad e higiene en el trabajo.* Departamento de Ingeniería Industrial.

Jiménez, B. E. (2001) *La contaminación ambiental en México: causas, efectos y tecnología apropiada.* México; Limusa, Colegio de Ingenieros Ambientales de México, A. C., Instituto de Ingeniería de la UNAM y FEMISCA.

Loayza, J. L. & Cano, P. A (2015) *Impacto de las actividades sobre la calidad del agua en la subcuenca del rio Shullcas-Huancayo-Junín.* [Tesis de Pregrado. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo] Repositorio Institucional UNCP. <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3507/Loa>

- [yza%20Quispe%20-%20Cano%20Rojas.pdf?isAllowed=y&sequence=1](#)
- Martínez, A. K. (2010) *Evaluación de la calidad del agua en la microcuenca del río Naolinco, Veracruz (periodo 2009 – 2010)*. Universidad Veracruzana de México. <https://cdigital.uv.mx>  
<https://studylib.es/doc/7123376/universidad-veracruzana>
- Meza, V. M. (2016) *Calidad del recurso hídrico de la subcuenca del río Lampa – Huancayo*. [Tesis de Pregrado. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo] Repositorio Institucional UNCP. <http://repositorio.uncp.edu.pe>
- Ministerio del Ambiente (2016) Glosario de términos: Sitios contaminados <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2015/02/2016-05-30-Conceptos-propuesta-Glosario.pdf>
- OEFA (2014) *Fiscalización ambiental en aguas residuales*. Ministerio del Ambiente del Perú. <https://www.slideshare.net/wilmermarq/brochure-aguasresiduales?cv=1>
- ONU Medio Ambiente - PNUMA (2018) *Agua limpia y saneamiento. Progresos en la calidad del agua. Prueba piloto de la metodología de monitoreo y primeras constataciones sobre el indicador 6.3.2., de los ODS*. [http://www.unwater.org/app/uploads/2018/10/SDG6\\_Indicator\\_Report\\_632-progress-on-ambient-water-quality-2018\\_ES.pdf](http://www.unwater.org/app/uploads/2018/10/SDG6_Indicator_Report_632-progress-on-ambient-water-quality-2018_ES.pdf)  
[www.odselsalvador.gob.sv](http://www.odselsalvador.gob.sv)
- Paz, J. (1971) *La contaminación ambiental y sus problemas*. Real Academia Nacional de Medicina
- Peñafiel, A. G (2014) *Evaluación de la calidad del agua del río Tomebamba mediante el índice ICA del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua*. [Tesis de Pregrado] Universidad de Cuenca. Ecuador.
- Presidencia del Perú (2017) *Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM Por la cual se Aprueban los Estándares de Calidad Ambiental*

- (ECA) para Agua y se establecen Disposiciones Complementarias. Diario Oficial El Peruano.
- R.D. N° 2254/2007/DIGESA/SA (2007) Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales. Dirección de ecología y protección del ambiente. Ministerio de Salud. Dirección General de Salud Ambiental.
- Reglamento general de grados y títulos de la Universidad de Huánuco [http://www.udh.edu.pe/doc/reglamento\\_grados\\_titulos.pdf](http://www.udh.edu.pe/doc/reglamento_grados_titulos.pdf)
- Reina, A. M. (2013) *Evaluación de la calidad de agua en la microcuenca del río Bejuco mediante la aplicación de indicadores físico-químicos y microbiológicos*. [Tesis de Pregrado] Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”. Ecuador
- Sotil, L. E. & Flores, H. I. (2016) *Determinación de los parámetros físicos, químicos y bacteriológico del río Mazán – Loreto, 2016*. [Tesis de Pregrado] Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Loreto.
- Villa, M. A. (2011) *Evaluación de la calidad de agua en la subcuenca del río Yacuambi. Propuesta de tratamiento y control de la contaminación*. [Tesis de Master. Universidad de Cádiz. España.] <https://docplayer.es/64851035-Evaluacion-de-la-calidad-del-agua-en-la-subcuenca-del-rio-yacuambi-propuestas-de-tratamiento-y-control-de-la-contaminacion.html>
- Vizcarra, J. (2020) Curso Especializado e en Saneamiento y tratamiento de aguas residuales. INAGEP Escuela de Gestión Pública. [https://archivosdiversos.weebly.com/uploads/2/1/7/6/21760126/guia\\_ces -  
\\_saneamiento\\_y\\_tratamiento\\_de\\_aguas\\_residuales.pdf](https://archivosdiversos.weebly.com/uploads/2/1/7/6/21760126/guia_ces_-_saneamiento_y_tratamiento_de_aguas_residuales.pdf)
- Zambrano, C. X. & Saltos, X. E. (2008) Capítulo 2: Agua residuales y su clasificación. Diseño del sistema de tratamiento para la depuración de las aguas residuales domésticas de la población San Eloy en la provincia de Manabí por medio de un sistema de tratamiento naturales compuesto por un humedal artificial de

flujo libre. [Tesis de Grado]. Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Zambrano, D. A. (2010) *Minimización y prevención como estrategia para el control de la contaminación por aguas residuales municipales en la zona de expansión de Cali*. [Tesis de Maestría] Universidad del Valle. Colombia.



## **ANEXOS**

**ANEXO I**  
**RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE**  
**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
***Facultad de Ingeniería***

**RESOLUCIÓN N° 765-2019-CF-FI-UDH**

Huánuco, 09 de Agosto de 2019

Visto, el Oficio N° 520-2019-C-EAPIA-FI-UDH, del Coordinador Académico de Ingeniería Ambiental, referente a **Abigail Milagros, BUENO SALCEDO**, 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, del Programa Académico de, Ingeniería Ambiental, Informa que el Proyecto de Investigación Presentado por **Abigail Milagros, BUENO SALCEDO**, ha sido aprobado, y

Que, según Oficio N° 520-2019-C-EAPIA-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 09 de Agosto de 2019 y normado en el Estatuto de la Universidad, Art. N° 44 inc.r);

**SE RESUELVE:**

**Artículo Primero.** - **APROBAR**, el Proyecto de Investigación Títulado:  
"EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO HUANCACHUPA, CONTAMINADO POR DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES EN LOS DISTRITOS DE SAN FRANCISCO DE CAYRAN Y PILLCO MARCA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO, JUNIO A AGOSTO - 2019" presentado por **Abigail Milagros, BUENO SALCEDO** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) 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 Ríos  
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - EAPIA - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.  
BCR/JJR.

## ANEXO II

# RESOLUCIÓN DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR

### UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

#### RESOLUCIÓN N° 436-2020-D-FI-UDH

Huánuco, 28 de agosto de 2020

Visto, el Oficio N° 237-2020-C-PAIA-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Ambiental y el Expediente N° 1083, de la Bach. **Abigail Milagros, BUENO SALCEDO**, quién solicita cambio de Asesor de Tesis.

#### CONSIDERANDO:

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

Que, según el Expediente N° 1083, presentado por el (la) Bach. **Abigail Milagros, BUENO SALCEDO**, quién solicita cambio de Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, y;

Que, con Resolución N° 1110-2018-D-FI-UDH, de fecha 28 de noviembre de 2018, en la cual se designa como Asesor de Tesis de la Bach. **Abigail Milagros, BUENO SALCEDO** al Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva, el mismo que no cuenta con el grado de maestro y que para el Registro Nacional de Trabajos de Investigación – RENATI, es requisito que el asesor cuente con dicho grado, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 31 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 Primero.** - **DEJAR SIN EFECTO**, la Resolución N° 1110-2018-D-FI-UDH, de fecha 28 de noviembre de 2018.

**Artículo Segundo.**- **DESIGNAR**, como nuevo Asesor de Tesis de la Bach. **Abigail Milagros, BUENO SALCEDO** al Mg. Bertha Lucila Campos Ríos, Docente del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería.

Regístrese, comuníquese, archívese



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
*Mg. Johnny S. Jacha Rojas*  
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
*Mg. Bertha Campos Ríos*  
DECANA(R) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:  
Fac. de Ingeniería - PAIA- Asesor- Mat. y Reg.Acad. - Interesado - Archivo.  
BCR/PPJR/nto

## ANEXO III

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:** “Evaluación de la calidad del agua del río Huancachupa, contaminado por descarga de aguas residuales, en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco, junio a agosto del 2019”

**TESISTA:** Bueno Salcedo, Abigail Milagros

**Tabla 17 Matriz de consistencia**

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	UNIDA DE MEDICIÓN	METODOLOGÍA
<b>Problema general</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>Hipótesis general</b>	<b>Variable dependiente</b>	Potencial de hidrogeno	Unidad de pH	<b>Método:</b> Investigación cuantitativa. <b>Alcance de la investigación:</b> Correlacional. <b>Diseño de la investigación:</b> Experimental. <b>Población:</b> Río Huancachupa. <b>Muestra:</b> 14 muestras <b>Técnica de recolección de datos:</b> Observación, investigación, muestreo, análisis. <b>Instrumentos:</b> Resultados de los análisis del laboratorio <b>Técnicas de análisis de resultados:</b> Análisis descriptivo Análisis inferencial Se utilizará la siguiente formula: $T = \frac{\bar{x}}{\sigma/\sqrt{n}}$ <b>Donde:</b> $\bar{x}$ = <i>media muestral</i> $\sigma$ = <i>desviación estandar</i> $n$ = <i>tamaño de muestra</i> <b>Grados de libertad</b> $Gf = n - 1$ <b>Regla de decisión</b> <b>Si:</b> $t \geq t_t$ se rechaza la $H_0$ y se acepta $H_a$ $p(t_0)$ $\leq \alpha$ se rechaza la $H_0$ y se acepta $H_a$
¿Cuál es la calidad del agua del río Huancachupa, contaminado por descargas de aguas residuales, en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, Provincia y Departamento de Huánuco, junio a agosto - 2019?	Evaluar la calidad del agua del río Huancachupa, contaminado por descargas de aguas residuales, en los distritos de Cayran y Pillco Marca, Provincia y Departamento de Huánuco, junio a agosto - 2019	La calidad del agua del río Huancachupa está relacionada con la contaminación por descargas de aguas residuales, en los distritos de Cayran y Pillco Marca, Provincia y Departamento de Huánuco, junio a agosto - 2019	Calidad del agua.	Conductividad eléctrica	us/cm	
<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis específicas</b>	<b>Variable independiente</b>	Solidos totales disueltos	mg/L	
¿Cuál es el nivel de contaminación microbiológica por las descargas de aguas residuales al río Huancachupa?	Determinar en nivel de contaminación microbiológica por las descargas de aguas residuales al río Huancachupa.	La contaminación microbiológica del río Huancachupa está relacionada con las descargas de aguas residuales, en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco, junio a agosto -2019		Cloruros		
				Sulfatos		
				Plomo		
¿Cuál es el nivel de contaminación física y química por las descargas de aguas residuales al río Huancachupa?	Determinar en nivel de contaminación física y química por las descargas de aguas residuales al río Huancachupa.	La contaminación física y química del río Huancachupa está relacionada con las descargas de aguas residuales, en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco, junio a agosto - 2019.	Descargas de aguas residuales	Demanda biológica química (5)		
				Demanda química de oxígeno		
				Bacterias coliformes totales		
				Bacterias coliformes termotolerantes		

Fuente: Elaboración propia – Bueno Salcedo - 2021

# ANEXO IV

## RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL LABORATORIO DEL MES DE JULIO



**GOBIERNO REGIONAL HUÁNUCO**



DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD HUÁNUCO

REG.: 0001-2019-LMAA-DESA HCO



### LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE AGUAS Y ALIMENTOS

#### III. DATOS GENERALES

Solicitante : Abigail Milagros Bueno Salcedo  
 Proyecto : Evaluación de la calidad del agua del río Huancachupa, contaminado por descargas de aguas residuales en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco, junio a agosto - 2019\*  
 Distrito : San Francisco de Cayran y Pillco Marca  
 Provincia : Huánuco  
 Región : Huánuco  
 Fecha De Muestreo : 22 de Julio del 2019  
 Fecha De Análisis : 22 – 26 de Julio del 2019  
 Responsable del Muestreo: Abigail Milagros Bueno Salcedo  
 Cantidad De Muestras : 1000 ml

#### IV. RESULTADOS - PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

DESCRIPCIÓN	VALORES NORMALES	M-01: Campo Recreacional Relave	M-02: 500 mts del Campo Recreacional Relave-Río Abajo	M-03: 100 mts antes de la zona de mezcla de la PTAR -Río Arriba	M-04: Zona de mezcla de PTAR - Río	M-05: 100 mts después de la zona de mezcla de la PTAR río abajo	M-06: 500 mts antes de la desembocadura del río Huancachupa	M-07: Desembocadura del río Huancachupa
Bacterias Coliformes totales	50 NMP/100 ml	74	78	86	99	82	73	68
Bacterias Termotolerantes o fecales	20 NMP/100 ml	41	43	47	86	62	51	54

**MINISTERIO DE SALUD**  
 DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD - HUÁNUCO  
**José Luis Abanto Alvarez**  
 BIÓLOGO ENCARGADO DE LABORATORIO  
 DE ENTOMOLOGÍA  
 C.B.P. 4020

**LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS Y ALIMENTOS**  
**LABORATORIO REGIONAL REFERENCIAL DE SALUD PÚBLICA**  
 Jr. Dámaso Beraún N° 1017 ☎ (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261





# GOBIERNO REGIONAL HUÁNUCO



## DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD HUÁNUCO

### - PARÁMETROS FÍSICOS - QUÍMICOS

DESCRIPCIÓN	VALORES NORMALES LMP	M-01: Campo Recreacional Relave	M-02: 500 mts del Campo Recreacional Relave-Río Abajo	M-03: 100 mts antes de la zona de mezcla de la PTAR - Río Arriba	M-04: Zona de mezcla de PTAR - Río	M-05: 100 mts después de la zona de mezcla de la PTAR río abajo	M-06: 500 mts antes de la desembocadura río Huancachupa	M-07: Desembocadura del río Huancachupa
PH	Unidad de pH	6.9	6.9	7.4	9.9	8.6	7.3	8.2
CONDUCTIVIDAD	us/cm	1250	1425	1365	1745	1620	1528	1426
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/l	376	388	457	1050	631	473	496
CLORUROS	mg/l	220	245	180	250	230	215	196
SULFATOS	mg/l	145	153	148	276	215	203	189
PLOMO	mg/l	<0.0032	<0.0032	<0.0032	<0.0032	<0.0032	<0.0032	<0.0032
DBO 5	mg/l	6	4	7	8	5	4	5
DQO	mg/l	9	8	10	15	8	9	7

Huánuco, 26 de Julio del 2019

 **MINISTERIO DE SALUD**  
**DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD - HUÁNUCO**

*Jose Luis Abanto Alvarez*  
**BIÓLOGO ENCARGADO DE LABORATORIO**  
**DE ENTOMOLOGÍA**  
**C.B.P. 4020**

# ANEXO V

## RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL LABORATORIO DEL MES DE AGOSTO


**GOBIERNO REGIONAL HUÁNUCO**


**DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD HUÁNUCO**

REG.: 0188-2019-LMAA-DESA HCO



**LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE AGUAS Y ALIMENTOS**

**I. DATOS GENERALES**

Solicitante : Abigail Milagros Bueno Salcedo

Proyecto : Evaluación de la calidad del agua del río Huancachupa, contaminado por descargas de aguas residuales en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco, junio a agosto - 2019\*

Distrito : San Francisco de Cayran y Pillco Marca

Provincia : Huánuco

Región : Huánuco

Fecha De Muestreo : 23 de agosto del 2019

Fecha De Análisis : 23 – 28 de agosto del 2019

Responsable del Muestreo: Abigail Milagros Bueno Salcedo

Cantidad De Muestras : 1000 ml

**II. RESULTADOS**  
**- PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS**

DESCRIPCIÓN	Unidad	M-01: Campo Recreacional Relave	M-02: 500 mts del Campo Recreacional Relave-Río Abajo	M-03: 100 mts antes de la zona de mezcla de la PTAR –Río Arriba	M-04: Zona de mezcla de PTAR – Río	M-05: 100 mts después de la zona de mezcla de la PTAR río abajo	M-06: 500 mts antes de la desembocadura a río Huancachupa	M-07: Desembocadura del río Huancachupa
Bacterias Coliformes totales	NMP/100 ml	62	67	71	90	74	64	57
Bacterias Termotolerantes o fecales	NMP/100 ml	32	34	35	74	56	45	47



MINISTERIO DE SALUD  
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD - HUÁNUCO  
Luis Abanto Alvarado  
ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENTOMOLOGÍA  
C.B.P. 4020

---

**LABORATORIO FISICO QUIMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS Y ALIMENTOS**  
**LABORATORIO REGIONAL REFERENCIAL DE SALUD PUBLICA**  
Jr. Dámaso Beraún N° 1017 ☎ (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261



# GOBIERNO REGIONAL HUÁNUCO



## DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD HUÁNUCO

### - PARÁMETROS FÍSICOS – QUÍMICOS

DESCRIPCIÓN	Unidad de medida	M-01: Campo Recreacional Relave	M-02: 500 mts del Campo Recreacional Relave-Río Abajo	M-03: 100 mts antes de la zona de mezcla de la PTAR - Río Arriba	M-04: Zona de mezcla de PTAR - Río	M-05: 100 mts después de la zona de mezcla de la PTAR río abajo	M-06: 500 mts antes de la desembocadura río Huancachupa	M-07: Desembocadura del río Huancachupa
PH	Unidad de pH	8.1	8.1	8.2	8.5	8.1	7.89	8.21
CONDUCTIVIDAD	us/cm	850	784	760	781	745	862	954
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/l	451	421	420	1542	874	487	498
CLORUROS	mg/l	125	140	135	212	187	198	178
SULFATOS	mg/l	132	147	135	247	184	179	157
PLOMO	mg/l	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025
DBO 5	mg/l	4	3	4	6	3	3	3
DQO	mg/l	6	7	7	12	7	5	6

Huánuco, 29 de Agosto del 2019


 MINISTERIO DE SALUD  
 DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD - HUÁNUCO  
  
 José Luis Abanto Alvaréz  
 BIOMÉDICO ENCARGADO DE LABORATORIO  
 DE ENTOMOLOGÍA  
 C.B.P. 4020

**LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS Y ALIMENTOS**  
**LABORATORIO REGIONAL REFERENCIAL DE SALUD PÚBLICA**  
 Jr. Dámaso Beraún N° 1017 ☎ (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261



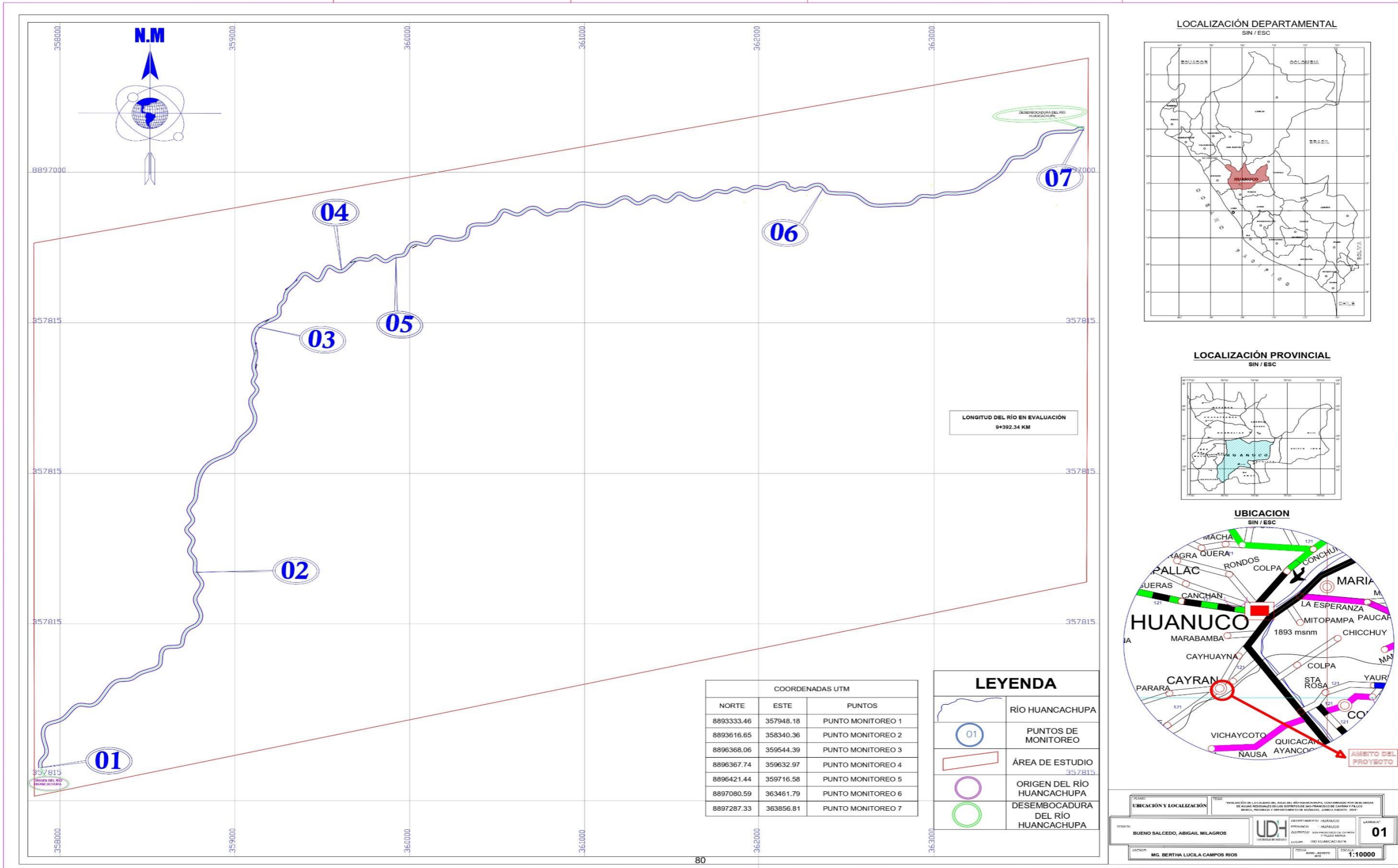
# ANEXO VI MAPA SATELITAL DEL ÁREA DEL PROYECTO





# ANEXO VI

## UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO Y PUNTOS DE MUESTREO

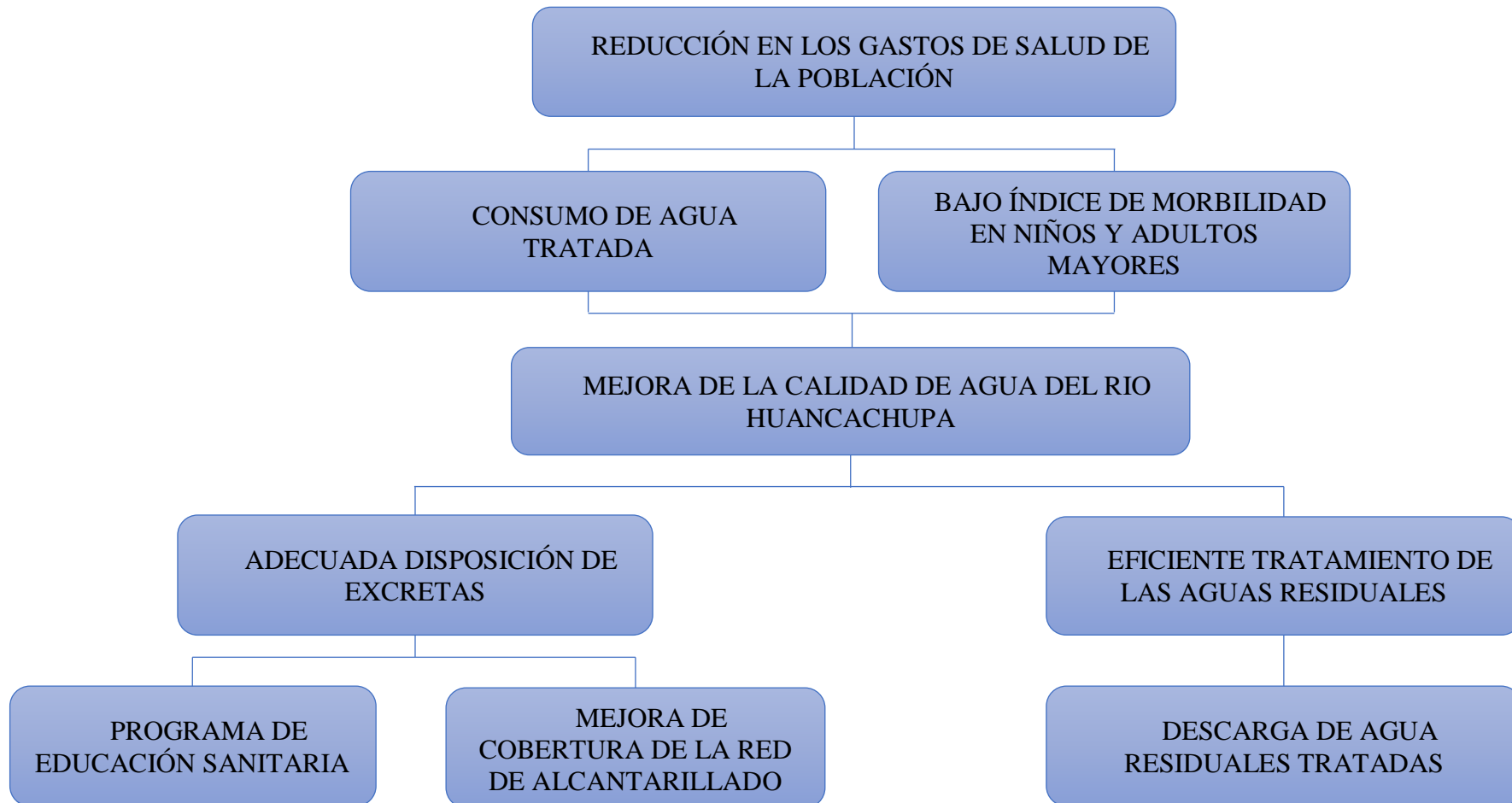


**ANEXO VIII**  
**ÁRBOL DE CAUSAS Y EFECTOS**



## ANEXO IX

### ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES





## PANEL FOTOGRÁFICO



**Fotografía 1 Planta de tratamiento de aguas residuales**



**Fotografía 2 Planta de tratamiento de agua residual en mal estado**



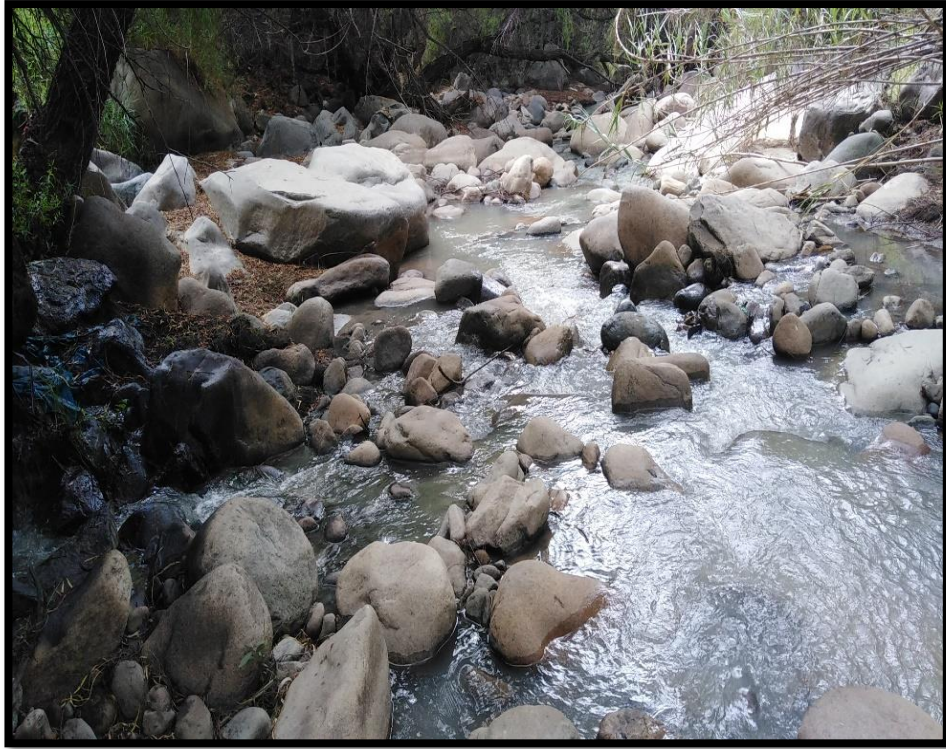


**Fotografía 3 Punto de descarga de agua residual de la PTAR**



**Fotografía 4 Descarga de agua contaminada**





**Fotografía 5 Zona de mezcla**



**Fotografía 6 Toma de muestras**





**Fotografía 7 Muestra tomada**



**Fotografía 8 Toma de parámetros In Situ**





**Fotografía 9 Toma de datos de los parámetros In Situ**



**Fotografía 10 Muestras recolectadas**