

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Aporte de carga orgánica y coliformes fecales en las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021**

Yony Arias Boza  
Ada Jaqueline Calderón Garcilazo  
Jean Pierre Orellana Cerron

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Ambiental

Huancayo, 2022

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

## **ASESOR**

Ing. Pablo Cesar Espinoza Tumialán

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestro Señor Dios quien nos da fuerza, vida y salud, guiando nuestro camino hasta el fin de nuestros días. Señor, te damos gracias por permitirnos cumplir un sueño más en nuestro camino profesional, un sueño que desde que nos lo propusimos, no fue fácil, ya que tuvimos que luchar mucho para conseguirlo; sueño que se convirtió en una meta más y hoy se vuelve realidad.

Gracias a nuestros padres que nos dieron la vida; cuidándonos a diario para que no nos pase nada, con sus consejos y su paciencia infinita; por enseñarnos a perseguir y luchar por nuestros sueños, permitiéndonos integrarnos en grupo para tener éxito en nuestra investigación.

A su vez, a nuestra Universidad, por forjarnos para ser buenos profesionales en la carrera que elegimos y tanto nos apasiona, mostrándonos cosas nuevas cada día. Gracias a todos nuestros catedráticos, por sembrar en nosotros los conocimientos en todo el proceso de nuestra formación profesional.

Asimismo, a nuestro asesor, Ing. Pablo Cesar Espinoza Tumialán, por la asesoría brindada, por su paciencia, disponibilidad de tiempo y su motivación para el logro del presente estudio.

Muchas gracias a todos.

## DEDICATORIA

Con mucho aprecio para mis padres y mi familia en general, quienes velan por mi bienestar a diario, quienes fueron mi motivación para seguir adelante para cumplir mis sueños, metas y realizar un aporte a la sociedad. En especial a mi papá Ever, quien desde el cielo me cuida y vela por mí con mucho cariño. Padre, te digo: cumplí el reto que te prometí.

*Jean Pierre Orellana Cerrón.*

Dedico este trabajo a mis padres por el apoyo incondicional. A mi madre Yuli, por transmitirme la valentía y fortaleza para salir siempre adelante; a mi padre Palermo, por dejar en mí parte de su compromiso y determinación para afrontar distintas situaciones y cumplir las metas propuestas; a mis hermanas, Kaori y Keyt, de quienes aprendo a diario la perseverancia y la alegría de vivir; ellas son la fuerza y motivación de mi corta vida. Para mi enamorado, por el apoyo incondicional.

*Ada J. Calderón Garcilazo.*

Dedico esta investigación a mi madre Santosa, por su apoyo constante y quien fue mi motivación. Para mis hermanos, Elsa y Raúl, por el apoyo incondicional y la motivación constante para seguir adelante y cumplir mis metas.

*Yony Arias Boza.*

# ÍNDICE

<b>ASESOR</b> .....	ii
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iii
<b>DEDICATORIA</b> .....	iv
<b>ÍNDICE</b> .....	v
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	viii
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	ix
<b>RESUMEN</b> .....	x
<b>ABSTRACT</b> .....	xi
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	xii
<b>CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO</b> .....	1
1.1 Planteamiento y formulación del problema .....	1
1.1.1 Planteamiento del problema .....	1
1.1.2 Formulación del problema .....	4
1.2 Objetivos.....	4
1.2.1 Objetivo general .....	4
1.2.2 Objetivos específicos .....	5
1.3 Justificación e importancia .....	5
1.3.1 Justificación teórica .....	5
1.3.2 Justificación práctica .....	6
1.3.3 Justificación metodológica.....	6
1.3.4 Importancia .....	6
1.4 Hipótesis y descripción de variables .....	7
1.4.1. Hipótesis .....	7
1.4.2 Variables .....	8
A. Variable dependiente.....	8
B. Variable independiente .....	8

<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	9
2.1 Antecedentes de la investigación.....	9
2.1.1 Antecedentes internacionales .....	9
2.1.2 Antecedentes nacionales .....	11
2.1.3 Antecedentes locales .....	14
2.2 Bases teóricas .....	15
2.2.1 Fundamentos teóricos.....	15
2.2.2 Metodologías existentes.....	33
2.2.3 Técnicas e instrumentos de investigación .....	35
2.3 Definición de términos básicos.....	37
2.4 Diseño de modelo teórico conceptual .....	40
<b>CAPITULO III: METODOLOGÍA</b> .....	41
3.1 Método y alcances de la investigación .....	41
3.1.1 Método de la investigación .....	41
3.1.2 Alcances de la investigación .....	42
3.2 Diseño de la Investigación .....	43
3.2.1 Tipo de diseño de investigación .....	43
3.3 Población y muestra .....	43
3.3.1 Población .....	44
3.3.2 Muestra .....	44
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	45
3.4.1 Técnicas utilizadas en la recolección de datos .....	45
3.4.2 Instrumentos utilizados en la recolección de datos.....	47
<b>CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	48
4.1 Resultados del tratamiento y análisis de la información .....	48
4.1.1 Resultado para lograr explicar el objetivo específico 1 .....	48
4.1.2 Resultado para lograr explicar el objetivo específico 2 .....	50
4.1.3 Resultado que explica el objetivo general 3 .....	52

4.1.4	Resultado que explica el objetivo general .....	54
4.2	Prueba de hipótesis .....	55
4.2.1	Hipótesis general .....	55
4.2.2	Hipótesis específicas.....	56
4.2.2.1.	Carga orgánica.....	56
4.2.2.2.	Sólidos Suspendidos Totales .....	56
4.2.2.3.	Coliformes Fecales .....	57
4.2.3	Prueba de normalidad .....	58
4.3	Discusión de resultados.....	60
<b>CONCLUSIONES</b> .....		<b>64</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		<b>65</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....		<b>66</b>
<b>ANEXOS</b> .....		<b>71</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del tramo de investigación.....	3
Figura 2. Delimitación de área de estudio.....	18
Figura 3. Total de agua en la tierra.....	19
Figura 4. Cantidad de agua residual que genera al día una persona en el Perú.....	24
Figura 5. Producción actual de aguas residuales y capacidad de tratamiento en las regiones del Perú.....	26
Figura 6. Comparación de los caudales tratados y de los efluentes utilizados para el riego en las regiones del Perú.....	27
Figura 7. Principales agentes infecciosos en las aguas residuales.....	28
Figura 8. Planificación del monitoreo.....	36
Figura 9. Modelo teórico conceptual de la investigación.....	40
Figura 10. Ubicación de la estación de muestreo de agua PAG-01.....	44
Figura 11. Diagrama de flujo del protocolo de muestreo utilizado.....	46
Figura 12. Resultados de monitoreo de agua (DBO <sub>5</sub> ) - concentración mg/L.....	49
Figura 13. Resultados de monitoreo de agua (SST) - concentración mg/L.....	51
Figura 14. Resultados de monitoreo de agua (CF) - concentración mg/L.....	53

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Evacuación de desagüe en el distrito de Huancayo. ....	2
Tabla 2. Factor de corrección para el cálculo de caudales.....	34
Tabla 3. Coordenadas de la estación de muestreo. ....	44
Tabla 4. Resultados y comparación con el ECA-agua para Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO). ....	49
Tabla 5. Resultados y comparación con el ECA-agua para Sólidos Suspendidos Totales. ....	51
Tabla 6. Resultados y comparación con el ECA-agua para Coliformes Fecales. ....	52
Tabla 7. Determinación de carga orgánica - $DBO_5$ .....	54
Tabla 8. Determinación de coliformes fecales.....	55
Tabla 9. Prueba de normalidad.....	58
Tabla 10. Prueba paramétrica t de student. ....	59
Tabla 11. Resultados de calidad de agua. ....	63

## RESUMEN

Según un estudio de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), un promedio de 238 000 m<sup>3</sup> de agua residual a nivel nacional no son captados por una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. A nivel local, la Empresa SEDAM Huancayo S.A.C. no cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, realizando vertimientos sin ningún tipo de tratamiento previo a distintos cuerpos de agua que cruzan por los distritos de la provincia de Huancayo, entre ellos el río Shullcas. En este contexto, a través de la investigación se planteó el objetivo de determinar la influencia del aporte de carga orgánica y coliformes fecales de las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021. El método de investigación utilizado fue el hipotético deductivo; el tipo de investigación fue aplicada; el nivel de investigación fue explicativa y el diseño de investigación no experimental cuantitativa de tipo longitudinal panel.

En la investigación no se realizó la toma de muestras de agua en el tramo inicial porque se observó un caudal cero (no hay evidencia de la presencia de agua). En el tramo de la desembocadura del río Shullcas se tomaron cuatro muestras de agua. Los resultados indican que la concentración de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Sólidos Suspendidos Totales (SST) y Coliformes Fecales (CF) son elevados superando los Estándares de Calidad Ambiental. Con relación al aporte de carga orgánica y coliformes fecales de las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, se alcanzaron valores de 3 363,09 kg/día y 4,93277E+15 kg/día respectivamente. Las pruebas estadísticas utilizadas fueron Shapiro-Wilk y t de student, concluyendo que el aporte de carga orgánica y coliformes fecales de las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas es significativo en el periodo de estudio.

**Palabras clave:** río Shullcas, aguas residuales, carga orgánica, coliformes fecales, Sólidos Suspendidos Totales (SST), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).

## ABSTRACT

According to a study by the Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), an average of 238 000 m<sup>3</sup> of wastewater are not captured by a wastewater treatment plant. At the local level, SEDAM Huancayo S.A.C. does not have a wastewater treatment plant and discharges wastewater without any type of prior treatment into various bodies of water that flow through the districts of the Province of Huancayo, including the Shullcas River. In this context, the objective of the research was to determine the influence of the organic load and fecal coliforms of the wastewater discharges to the Shullcas riverbed during the dry season, Bellavista Condominium - mouth of the river, Huancayo 2021. The research method used was the hypothetical deductive, applied type of research, explanatory research level and the research design is non-experimental quantitative longitudinal panel type.

In the research, no water samples were taken in the initial stretch because zero flow was observed (there is no evidence of the presence of water). Four water samples were taken at the mouth of the Shullcas River. The results indicate that the concentration of Biochemical Oxygen Demand (BOD), Total Suspended Solids (TSS) and Fecal Coliforms (FC) are high, exceeding the Environmental Quality Standards. The organic load and fecal coliforms contributed by wastewater discharges to the Shullcas riverbed in the Bellavista Condominium - desembocadura section are 3363,09 kg/day and 4.93277E+15 kg/day, respectively. The statistical test used was Shapiro-Wilk and t-student, concluding that the contribution of organic load and fecal coliforms from wastewater discharges to the Shullcas riverbed is significant in the study period.

**Key words:** Shullcas river, wastewater, organic load, fecal coliforms, Total Suspended Solids (TSS), Biochemical Oxygen Demand (BOD).

# INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los compuestos más abundantes sobre la tierra, ya que cubre más de las tres cuartas partes del planeta; sin embargo, existen diferentes factores que limitan la cantidad y calidad disponible para el uso de consumo humano (OMS) (1). La cantidad total de agua en la Tierra es de 1,4 billones de  $\text{km}^3$ , de los cuales sólo 41 000  $\text{km}^3$  circulan a través del ciclo hidrológico; el resto del agua permanece en los océanos, casquetes de hielo y acuíferos durante largos períodos (2).

El agua es considerada como disolvente universal ya que es requerida para todo tipo de actividades. Es un recurso natural renovable, considerado el recurso más importante e indispensable para garantizar la sostenibilidad ecosistémica de la tierra. El agua siempre ha sido usada en todas las actividades que realizan las personas, principalmente en la actividad agrícola, ganadera y usos domésticos (2).

El Perú es el país que tiene la mayor reserva hídrica a nivel de América Latina y también tiene un alto índice de demanda y oferta hídrica, sujeta a la contaminación por indistintos factores (2).

El crecimiento progresivo de la población ha provocado el incremento de efluentes domésticos producto de las actividades antropogénicas propias de una ciudad en expansión; todo ello ha generado el deterioro de la calidad del agua y ha afectado negativamente al medio ambiente y la salud.

Según el estudio realizado en el marco del Programa de Modernización y Fortalecimiento del Sector Agua y Saneamiento (PROAGUA II) llevado a cabo por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), en colaboración con la Cooperación Alemana, entre los años 2008 al 2014 se determinó que a nivel nacional un promedio de 238 000  $\text{m}^3$  de aguas residuales no son captados por una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (3). A nivel local, en el mismo estudio se detalla que la Empresa Prestadora de Servicios para la ciudad de Huancayo, SEDAM Huancayo S.A.C., no cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, realizando vertimientos al alcantarillado de 384 L/s (3).

El río Shullcas se encuentra ubicado en el departamento de Junín, provincia de Huancayo. Tiene una longitud de 35,9 km; nace de las descargas de las aguas de las lagunas Chuspicocha (4 632 msnm) y Lasuntay (4 646 msnm), ubicadas al pie del flanco

occidental del nevado Huaytapallana; su cauce cursa por los límites de los distritos de la ciudad de Huancayo. La importancia del río Shullcas radica, en que es el principal proveedor de agua potable para la ciudad de Huancayo; asimismo, recibe las descargas de las aguas residuales de toda la población a lo largo de su recorrido hasta su desembocadura en el río Mantaro.

La presente investigación, titulada “Aporte de carga orgánica y coliformes fecales en las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021”, tiene por objetivo determinar la influencia del aporte de carga orgánica y coliformes fecales de las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas en temporada de estiaje, tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.

La investigación consta de 4 capítulos que se encuentran detallados a continuación: en el Capítulo I (Planteamiento del Problema), se encuentra detallado el planteamiento y formulación del problema, objetivos generales y específicos, justificación e importancia, hipótesis y la descripción de las variables dependientes e independientes.

En el Capítulo II (Marco Teórico) se presentan los antecedentes internacionales, nacionales y locales, las bases teóricas y definición de términos básicos. Este capítulo nos brinda el sustento para la discusión de los resultados.

En el Capítulo III (Metodología) se presenta el método y el alcance de la investigación, diseño y tipo de investigación, la población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos e instrumentos utilizados en la recolección de datos

En el Capítulo IV (Resultados y Discusión), se presentan los resultados y análisis de la información del objetivo general, objetivo específico 1, objetivo específico 2, objetivo específico 3 y discusión de los resultados.

Con toda la información obtenida, se llega a la conclusión que existen evidencias estadísticas para afirmar que el contenido de carga orgánica ( $DBO_5$ ), contenido de Sólidos Suspendidos Totales (SST) y Coliformes Fecales (CF) que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas es significativo en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.

Los autores.

# **CAPITULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

### 1.1 Planteamiento y formulación del problema

#### 1.1.1 Planteamiento del problema

El crecimiento progresivo de la población y el consumo del agua como servicio básico para los seres humanos han provocado el incremento de efluentes domésticos producto de las actividades antropogénicas propias de una ciudad en expansión; todo ello, ha generado el deterioro de la calidad del agua y ha afectado negativamente al medio ambiente y la salud.

En los últimos años, la calidad natural de los cursos de agua ha sufrido un gran deterioro por el impacto de las actividades humanas y las conexiones no autorizadas de descargas de aguas residuales. La mayoría de las situaciones de contaminación han evolucionado gradualmente hasta que han llegado a ser visibles y medibles. Las fuentes más importantes de contaminación del agua han sido: las aguas residuales domésticas, los efluentes industriales y agrícolas, los escurrimientos pluviales y las tormentas (4).

Según el estudio realizado en el marco del Programa de Modernización y Fortalecimiento del Sector Agua y Saneamiento (PROAGUA II) llevado a cabo por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento

(SUNASS) en colaboración con la Cooperación Alemana, entre los años 2008 al 2014, determinaron que a nivel nacional, al año 2014, un promedio de 238 000 m<sup>3</sup> de agua residual no son captados por una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (3). A nivel local, en el mismo estudio se detalla que la Empresa Prestadora de Servicios para la ciudad de Huancayo SEDAM Huancayo S.A.C. no cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, realizando vertimientos al alcantarillado de 384 L/s (3).

Tabla 1. *Evacuación de desagüe en el distrito de Huancayo.*

Descripción	Distrito de Huancayo	
	Casos	%
Red pública dentro de la vivienda	18 774	75,24
Red pública fuera de la vivienda	3 099	12,42
Pozo séptico	538	2,16
Pozo ciego o negro/ Letrina	661	2,65
Río, acequia o canal	405	1,62
No tiene	1 474	5,91
Total	540	100,00

Fuente: INEI CENSO 2007 (5).

En la tabla de evacuación de desagüe en el distrito de Huancayo, según el Censo Nacional de Población y Vivienda de 2007, llevado a cabo por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), se evidenció que el 75,24 % de viviendas cuentan con red pública dentro de la vivienda y el 12,42 % fuera de la vivienda, mientras que el 1,62 % indica que se está vertiendo directamente hacia estos cuerpos de agua (5). Es importante saber cuántas viviendas están vertiendo al río sus descargas, ya que están afectando directamente a este cuerpo receptor y a la salud pública. También es necesaria una mayor planificación y coordinación entre la Empresa Prestadora de Servicios (SEDAM Huancayo S.A.C.) y las municipalidades para un mayor control.

Al no contar el distrito de Huancayo con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, estas están siendo vertidas sin ningún tipo de tratamiento a los cuerpos de agua que discurren por la ciudad de



Huancayo, siendo uno de ellos el río Shullcas, impactando directamente a la calidad de agua del mismo y en la salud de la población que habita a las orillas.

La razón de la elección del tramo de la investigación inicia con la observación en la salida de campo. Al inicio del tramo de estudio no existe presencia de agua natural superficial discurriendo, es decir, el caudal es cero; sin embargo, en el tramo final del estudio del río Shullcas (desembocadura) se evidenció agua superficial discurriendo por el cuerpo de agua.

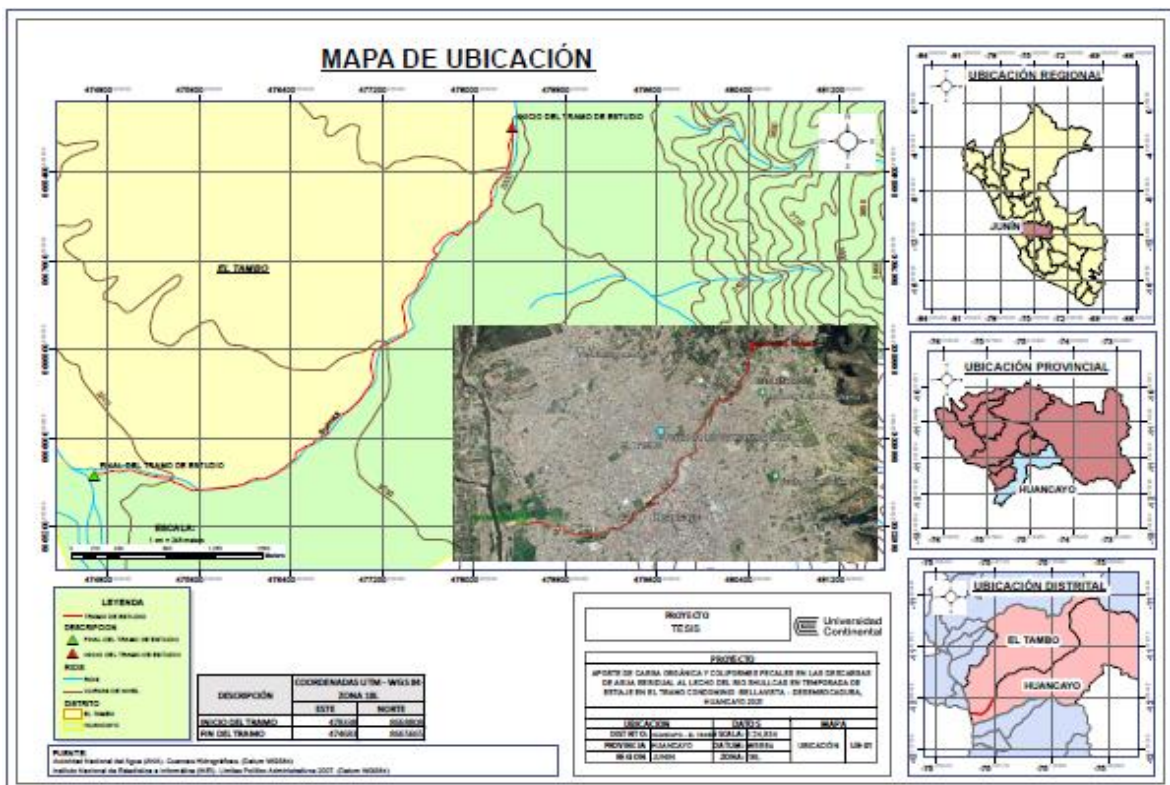


Figura 1. Mapa de ubicación del tramo de investigación.

Fuente: elaboración propia.

En este contexto, a través de la investigación se pretende conocer cuál es la influencia del aporte de carga orgánica y coliformes fecales de las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas en temporada de estiaje, tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo en el año 2021.

### 1.1.2 Formulación del problema

#### A) Problema general

¿Cuál es la influencia del aporte de carga orgánica y coliformes fecales de las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas en temporada de estiaje, tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021?

#### B) Problemas específicos

- ¿Cuál es la influencia del aporte de Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $DBO_5$ ) de las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas en temporada de estiaje, tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021?
- ¿Cuál es la influencia del aporte de Sólidos Suspendedos Totales (SST) de las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas en temporada de estiaje, tramo condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021?
- ¿Cuál es la influencia del aporte de Coliformes Fecales (CF) de las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas en temporada de estiaje, tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021?

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo general

Determinar la influencia del aporte de carga orgánica y coliformes fecales de las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas en temporada de estiaje, tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar la influencia del aporte de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) de las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas en temporada de estiaje, tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.
- Determinar la influencia del aporte de Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas en temporada de estiaje, tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.
- Determinar la influencia del aporte de Coliformes Fecales (CF) de las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas en temporada de estiaje, tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.

### 1.3 Justificación e importancia

#### 1.3.1 Justificación teórica

El agua constituye un Patrimonio de la Nación y es un bien de uso público. De acuerdo a la Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338, debe ser usado en armonía y con el bien común integrando valores sociales, culturales, económicos, políticos y ambientales (6). Se debe vigilar y fiscalizar los vertimientos de las aguas residuales en las fuentes naturales a nivel nacional y recuperar la calidad de los recursos hídricos.

A la revisión de antecedentes, no se han encontrado investigaciones que muestren resultados de calidad de agua en el río Shullcas en el tramo de estudio; es por ello, que esta investigación muestra los resultados obtenidos acerca del aporte de carga orgánica y coliformes fecales de los efluentes vertidos al río Shullcas en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.

### 1.3.2 Justificación práctica

El deterioro de la calidad de agua es uno de los problemas más graves del país que limita el potencial de uso de este recurso y compromete el normal abastecimiento de agua a la población (7). En este contexto, el conocimiento de la carga orgánica, coliformes fecales y calidad del agua que discurre por el río Shullcas debe fomentar la intención de la construcción de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, las cuales son necesarias para preservar la vida acuática, flora y fauna. De igual manera, servirá como base para las futuras investigaciones relacionadas a la calidad de agua del río Shullcas como complemento o similares a la presente.

El trabajo de investigación ofrece beneficio social para el distrito de Huancayo, debido a que la información generada será de utilidad para el conocimiento del entorno en el que habitan y para poder tomar decisiones trascendentales en favor del cuidado del medio ambiente, recursos hídricos y salud de las personas.

### 1.3.3 Justificación metodológica

El método es un requisito indispensable para la investigación y es la herramienta que ayuda a sistematizar u ordenar la investigación, asimismo coadyuva al logro de objetivos preestablecidos (8). El método de investigación utilizado fue el hipotético deductivo, porque a partir de los resultados del muestreo de agua realizado en el tramo del estudio, se determinó cual es la influencia del aporte de carga orgánica y coliformes fecales de las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas mediante la aceptación de la hipótesis y, consecuentemente, se llegó a la conclusión de la investigación.

### 1.3.4 Importancia

La importancia de la investigación radica en los resultados que se obtendrán, los cuales permitirán transmitir y lograr una mejor comprensión del estado actual de la calidad ambiental del agua del río Shullcas, para que la Municipalidad Provincial de Huancayo, a través del área de la Sub Gerencia del Medio Ambiente, puedan tomar acciones preventivas y correctivas, para mejorar la gestión del vertimiento del agua residual.

## 1.4 Hipótesis y descripción de variables

### 1.4.1. Hipótesis

#### A. Hipótesis general

H<sub>0</sub>: El contenido de carga orgánica y coliformes fecales que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas, no es significativa en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.

H<sub>1</sub>: El contenido de carga orgánica y coliformes fecales que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas, es significativa en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.

#### B. Hipótesis específica

- H<sub>0</sub>: El contenido de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas, no es significativa en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.

H<sub>1</sub>: El contenido Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas, es significativa en temporada de estiaje en el tramo condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021. Los contenidos de

carga orgánica que aportan las descargas de agua residual lecho del río Shullcas, no es significativo en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.

- $H_0$ : El contenido de Sólidos Suspendidos Totales (SST) que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas, no es significativa en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.

$H_1$ : El contenido Sólidos Suspendidos Totales (SST) que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas, es significativa en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021. El contenido de coliformes fecales que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas, no es significativo en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.

- $H_0$ : El contenido de Coliformes Fecales (CF) que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas, no es significativa en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.

$H_1$ : El contenido Coliformes Fecales (CF) que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas, es significativa en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.

#### 1.4.2 Variables

##### A. Variable dependiente

Lecho de río Shullcas en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.

##### B. Variable independiente

Aporte de carga orgánica y coliformes fecales de las descargas de agua residual en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### 2.1 Antecedentes de la investigación.

##### 2.1.1 Antecedentes internacionales

La tesis titulada “Evaluación del impacto por vertimientos de aguas residuales domésticas, mediante la aplicación del Índice de Contaminación (ICOMO) en Caño Grande, localizado en Villavicencio-meta”, tuvo por objetivo evaluar el impacto de vertimientos de aguas residuales domésticas en la microcuenca caño Grande, mediante la aplicación del Índice de contaminación (ICOMO) y el análisis multitemporal de estudios previos. Se utilizó el tipo de investigación cuantitativa estableciendo tres estaciones de muestreo a lo largo del tramo analizado y cuatro monitoreos en temporada de precipitación alta, midiendo variables *in situ* (pH, oxígeno disuelto, temperatura y conductividad) y *ex situ* (coliformes totales y DBO<sub>5</sub>). La investigación presenta como resultado que los valores promedio del índice ICOMO para las tres estaciones señalan una contaminación del agua media con un valor de 4,8. La correlación de Pearson permitió determinar que para este estudio los coliformes totales, tuvieron la mayor influencia sobre los resultados final del índice ICOMO. Un estudio previo para el año 2006 en temporada de baja pluviosidad mostró contaminación pésima para Caño Grande, indicando diferencia de 0,52 con respecto al índice obtenido, mientras que estudios realizados en los años 2005 y 2009 en meses con

altos niveles de precipitación (> 400 mm/mes), evidenciaron una diferencia en el índice de contaminación 0,32 y 0,22 respectivamente (9).

En la tesis titulada “Diagnóstico de la contaminación por aguas residuales domésticas, cuenca baja de la quebrada la Macana, San Antonio de Prado - Municipio de Medellín”, cuyo objetivo fue evaluar el deterioro de la cuenca baja de la quebrada La Macana por el vertimiento de aguas residuales domésticas y el planteamiento de alternativas de solución a dicha problemática, se muestrearon 7 puntos de parámetros indicadores de la calidad (DBO<sub>5</sub>, DQO, coliformes totales, *E. Coli*, grasas y aceites, y sólidos suspendidos) y se realizaron entrevistas dirigidas donde se encontró que el 62 % de la carga total proviene de las viviendas con tanque séptico y el restante 38 % de las que realizan el vertido directo. La relación DBO/DQO muestra que en el tramo estudiado (300 m), la quebrada ha degradado el 80 % de la carga contaminante debido a la alta capacidad de autodepuración de la corriente (10).

En la investigación titulada “Determinación del impacto en la calidad del agua en la parte alta de la microcuenca del río Porrosatí, por vertido de aguas residuales, para la realización de planes y acciones de manejo de recursos hídricos”, se tuvo por objetivo determinar el impacto en la calidad del agua en la parte alta de la microcuenca del río Porrosatí por vertido de aguas residuales para la realización de planes y acciones de manejo de recurso hídrico, que contribuyan en el mejoramiento de la calidad del agua de la microcuenca por medio de análisis fisicoquímicos y microbiológicos. Se utilizó el tipo de investigación exploratoria, se tomaron muestras de agua del río en seis puntos diferentes de la microcuenca, ubicados cada uno aproximadamente a un kilómetro de distancia entre sí, los muestreos se realizaron en época lluviosa, transición y seca. Los resultados para el río Porrosatí evidenciaron contaminación del río por presencia de coliformes fecales en su mayoría, los puntos más críticos de contaminación fueron el punto 2 y el punto 5. Para la época de invierno los parámetros amonio, Fe y Mn cumplen con el límite máximo permitido en el Reglamento para la Calidad de Agua Potable N° 38924S, sin embargo, en época de



transición el amonio, Al y Fe se encuentran sobre límite máximo permitido. Situación que se repite en la época seca, donde se incumple con el Al y el Fe (11).

En la tesis titulada “Diagnóstico de contaminación de agua en la quebrada camaronera, Parque Nacional Manuel Antonio, Área de Conservación Pacífico Central, Minaet, Costa Rica”, se tuvo por objetivo realizar un diagnóstico de la contaminación del agua en la quebrada al caracterizar los contaminantes y evaluar la calidad del agua por medio de la toma de muestras y su análisis de parámetros microbiológicos y biológicos. Para esto se utilizó la determinación de coliformes fecales/100mL, y el parámetro biológico de DBO<sub>5</sub>, con un muestreo en época seca y lluviosa. Los resultados indican que el sector de la quebrada más afectado por contaminación es el tramo bajo, el cual fue el sitio de la toma de muestras. En todos los puntos estudiados existen cantidades muy elevadas de coliformes fecales y totales (1 600/100mL), demostrando así la alta contaminación por aguas negras proveniente de la zona domiciliar circundante. En cambio, los resultados de DBO<sub>5</sub> demuestran a lo largo de la zona estudiada cantidades normales (2 mgO<sub>2</sub>/L). Se determinó que la degradación y destrucción que afecta la quebrada son inducidas principalmente por el crecimiento urbano-turístico no planificado y el vertido de aguas servidas, aguas negras y desechos sólidos (12).

#### 2.1.2 Antecedentes nacionales

En la tesis titulada “Niveles de contaminación de las aguas residuales del Centro Poblado Huaca Blanca y su efecto en la calidad del agua del río Chancay”, se tuvo como objetivo determinar los niveles de contaminación de las aguas residuales del Centro Poblado Huaca Blanca y su efecto en la calidad del agua del río Chancay. Se utilizó el tipo de investigación descriptivo no experimental - longitudinal. Se realizó en 3 puntos el muestreo con la finalidad de ver los niveles de contaminación y comparar con los Límites Máximos Permisibles (LMP) y los Estándares de Calidad Ambiental (ECA). Los resultados obtenidos de los análisis físicos, químicos

y microbiológicos en el Punto 1 se encuentran por debajo del ECA A2, están al límite del ECA para Aguas Superficiales destinadas para Riego de Vegetales, en el Punto 2 presenta una contaminación elevada específicamente en Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes que superan los LMP, por otro lado, en el Punto 3 excede el ECA A1, ECA A2, se encuentra por debajo de ECA A3, sin embargo, los análisis de  $\text{DBO}_5$  sobrepasan el ECA A3, todo ello como consecuencia del vertimiento de las aguas residuales del centro poblado sin previo tratamiento a las aguas del río Chancay (13).

En la tesis titulada “Determinación de la concentración de coliformes fecales y totales en el río Mayo, por incidencia de la descarga de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba 2009”, se planteó el objetivo de determinar la concentración microbiana de coliformes fecales y totales en el río Mayo, aportados por incidencia de la descarga de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba. Se utilizó el tipo de investigación descriptiva, en la etapa de campo se determinaron estaciones de muestreo en el vertedero y en el cuerpo receptor; como análisis adicional se determinó la capacidad de dispersión que presenta el río Mayo con respecto a coliformes totales y fecales; así también, se identificaron, calificaron y valoraron impactos ambientales generados por la descarga de las aguas residuales de la ciudad de Moyobamba; finalmente se plantearon alternativas de solución para corregir los impactos que se están generando. La descarga de aguas residuales en el río Mayo provenientes de la ciudad de Moyobamba, cuantitativamente generan un impacto de - 10,56 (valor adimensional - revisar numeral 2.4.4.) lo que cualitativamente representa un impacto moderado, de carácter negativo con mayor incidencia sobre el medio socioeconómico (salud pública) y en el medio físico (aire - calidad); para corregir estos impactos se plantea la formulación de un Proyecto de Inversión Pública para el mejoramiento del sistema de evacuación y disposición final de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba, dicho proyecto tiene que contemplar construcción de lagunas de estabilización con tratamientos primarios y secundarios, además de un programa de educación ambiental orientado a evitar riesgos en la salud de la población por consumo de peces contaminados (14).

La tesis titulada “Determinación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del contenido de las aguas del río Mazán - Loreto, 2016”, tuvo por objetivo determinar los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del contenido de las aguas del río Mazan - Loreto. Se utilizó el tipo de investigación descriptivo - correlacional. Todos los parámetros, se encontraron dentro de los LMP, exigido por la norma legal peruana y organismos internacionales. Los resultados obtenidos fueron: 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, aceites y grasas 1,29 mg/L, los metales pesados como Cd, Ba y Pb no fueron detectados. Considerándose que los cuerpos de agua del río Mazán se encuentran libres de contaminación, no obstante, se recomienda tomarla, previo tratamiento químico. El trabajo nos indica que las aguas del río Mazán están sanas, presentan contaminación antrópica dentro los Límites Máximos permisibles, sin embargo, tanto la población de sus riberas, como las autoridades mismas, deben estar alertas a las amenazas actuales de contaminación para mantenerla en el tiempo, su naturaleza viva, su biomasa y su ecosistema (15).

En la tesis titulada “Indicadores fecales en afluente y efluente en aguas residuales de la laguna de estabilización Boca del Río de EMAPISCO S.A.”, se tuvo por objetivo determinar el número más probable (NMP) de coliformes totales y coliformes termotolerantes en el afluente y efluente de la laguna de estabilización “Boca del Río”. Los muestreos se realizaron durante los meses de septiembre - diciembre 2017. Siguiendo las recomendaciones de los Métodos Standard (APHA - 2017), mediante la técnica del número más probable (NMP) para indicadores fecales, en donde se obtuvo un promedio para coliformes totales 4,26E+09 NMP/100mL (afluente) y 1,05E+05 NMP/100mL (efluente), y para coliformes termotolerantes 2,12E+09 NMP/100mL (afluente) y 3,96E+04 NMP/100mL (efluente). En septiembre hubo mayor carga microbiana, asimismo se reduce la carga microbiana en el mes de diciembre. Se

concluye que las aguas residuales del efluente de la laguna de estabilización “Boca de Río” de EMAPISCO S.A. se encuentran fuera de los Límites Máximos Permisibles para vertimiento a cuerpos de agua, además no son aptas para reúso de riego agrícola para la Categoría A (cultivos alimenticios que se consumen crudo), sin embargo, están aptas para la Categoría B (cultivos alimenticios cocidos), según directrices de la OMS (16).

### 2.1.3 Antecedentes locales

En la tesis titulada “Impacto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua de la subcuenca del río Shullcas - Huancayo - Junín”, se tuvo por objetivo evaluar el efecto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua de la subcuenca del río Shullcas. Se utilizó el método científico, de tipo aplicado pues buscó evaluar el efecto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua del río Shullcas. Se evaluaron parámetros *in situ* e hicieron análisis en laboratorio de muestras de agua, extraídas de las principales localidades, para ello se consideró parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua, los cuales fueron comparadas con el Estándar de Calidad Ambiental para 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 evidenció 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 *E. Coli*) sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental para agua Categoría 3 (17).

En la tesis titulada “Impacto de las actividades antrópicas sobre la calidad de agua en la subcuenca del río Chanchas - Huancayo”, se tuvo por objetivo determinar el impacto de las actividades antrópicas sobre la calidad de aguas de la subcuenta del río Chanchas. Utilizó el tipo de investigación aplicativo y descriptivo. Se evaluaron nueve puntos de muestreo según el protocolo de monitoreo de agua superficial de la Autoridad Nacional del Agua, los resultados fueron comparados con el

estándar de calidad de agua DS N°004-2017-MINAM, y se aplicó el cálculo de Índice de Calidad con la metodología de CCME WQI. (Índice Canadiense de calidad de aguas). Los resultados fueron que pH en el punto río Mantaro 9.5 Und., siendo el pH que sobrepasa los valores ECA-agua; en turbidez, Demanda Bioquímica de Oxígeno, dureza total y cloruros, el punto con mayor valor fue San Pedro de Cocharcas, en oxígeno disuelto, los puntos río Mantaro 1,08 mg/L y Huayllaspanca 1,25 mg/L los cuales están debajo del ECA-agua; en los parámetros microbiológicos solo los puntos Patalá, Raquina y Pucará son aptos para las Categorías 1 y 3 del ECA-agua. Así también, según el Índice de Calidad de Agua la clasificación resulto “Pésima”; se identificaron también en total 27 puntos que presentan fuentes de impacto (18).

El artículo científico titulado “Impactos antropogénicos en la calidad del agua del río Cunas”, se planteó el objetivo de identificar los impactos que generan las actividades antropogénicas en la calidad del agua del río Cunas, en las provincias de Chupaca y Concepción del departamento y Junín en el año 2012. Utilizaron la metodología de observación, descripción y explicación; para lo cual seleccionaron tres puntos, encontrando los siguientes resultados en la calidad del agua: en el punto uno, ubicada en Angasmayo, la calidad fue media con 65,83 (impacto ligeramente moderado); en el punto dos, ubicada en Antacusi, la calidad fue media de 61,08 (impacto moderado) y en el punto tres, ubicada en La Perla, fue 57,18 (impacto severo). La calidad de agua del río Cunas se ve perjudicada por cada actividad que originan contaminantes, los cuales ocasionan variación en el estado físico, químico y biológico, por lo tanto, los efectos que ocasionan las actividades antropogénicas son: eutrofia, alteraciones del estado químico y turbidez; e impactos que generan la degradación en la calidad del agua (19).

## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 Fundamentos teóricos

- Agua:

“El agua es un compuesto, cuya molécula está formada por un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno, siendo su fórmula química H<sub>2</sub>O, presentándose en el estado sólido, líquido y gaseosa siendo una sustancia imprescindible. El agua es considerada como disolvente universal ya que es requerida para todo tipo de actividades” (20). El agua es un recurso natural renovable, requerido para la vida, asequible y valioso para el desarrollo sostenible, manteniendo los sistemas y ciclos naturales que la respaldan, y la seguridad de la Nación (6).

“El agua tiene que cumplir algunos requisitos para el consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal por ello el uso del agua no debería presentar ningún contaminante que pueda causar enfermedades a los consumidores. El agua es fundamental para todo proceso de desarrollo mundial, aunque la cantidad de agua para consumo es limitada y su calidad se encuentra constantemente sometida a variaciones y cambios. El agua es uno de los compuestos más abundantes sobre la tierra, ya que cubre más de las tres cuartas partes del planeta, sin embargo, existen diferentes factores que limitan la cantidad y calidad disponible para el uso de consumo humano (OMS)” (1).

- Agua superficial:

“Las aguas superficiales son todas las corrientes de agua que se encuentran en la superficie del suelo, son las aguas provenientes de las precipitaciones pluviales o aguas acumuladas en las cuencas hidrográficas, que crean una corriente de agua, formando ríos, manantiales y arroyos, llegando a obtener lagos, lagunas si no consiguen a filtrarse al suelo. Las aguas superficiales se pueden encontrar en dos tipos: las aguas superficiales lólicas o corrientes y las lénticas” (21).

- Aguas lóaticas:

Son concentraciones de agua que se mueven siempre en una misma dirección como ríos, manantiales, riachuelos, arroyos (21).

- Río Shullcas:

Es un cuerpo de agua lóatica que está ubicado en el Departamento de Junín, Provincia de Huancayo, Distrito de Huancayo, que fluctúa por medio de la ciudad de Huancayo. El río Shullcas tiene una longitud de 35.9 km; nace de las descargas de las aguas de las lagunas Chuspicocha (4 632 msnm) y Lasuntay (4 646 msnm), ubicadas al pie del flanco occidental del nevado Huaytapallana. Esta subcuenca se localiza en la provincia de Huancayo del departamento de Junín (22).

El río Shullcas atraviesa la ciudad de norte a sur, para finalmente tributar sus aguas en la margen izquierda del río Mantaro; es el límite natural entre los distritos de Huancayo y El Tambo. Adicionalmente, el río Shullcas es el principal proveedor de agua potable para la ciudad de Huancayo (23).

- Ubicación geográfica:

- Latitud: 474683 E.
- Longitud: 866566 S.
- Altitud: 3197 msnm.

- Hidrografía:

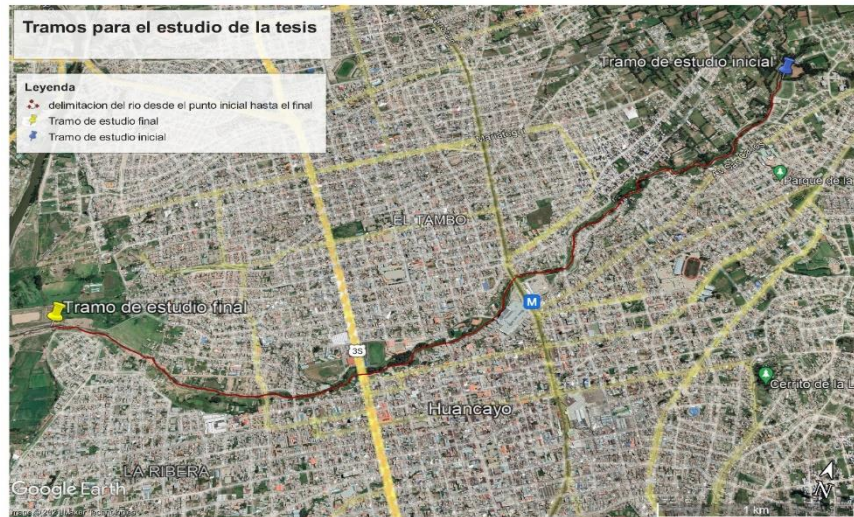


Figura 2. Delimitación de área de estudio.

Fuente: elaboración propia.

- Aguas lénticas:

Son aguas interiores quietas o estancadas tales como los lagos, lagunas, charcos, humedales y pantanos (21).

- Usos del agua:

“La cantidad total de agua en la Tierra es de 1,4 billones de  $\text{km}^3$ , de los cuales sólo 41 000  $\text{km}^3$  circulan a través del ciclo hidrológico, el resto del agua permanece en los océanos, casquetes de hielo y acuíferos durante largos períodos. El agua es el recurso natural imprescindible, por ello su uso es muy indistinto tales como: poblacional, agrícola, industrial, minero, pecuario, recreativo y turístico” (24).



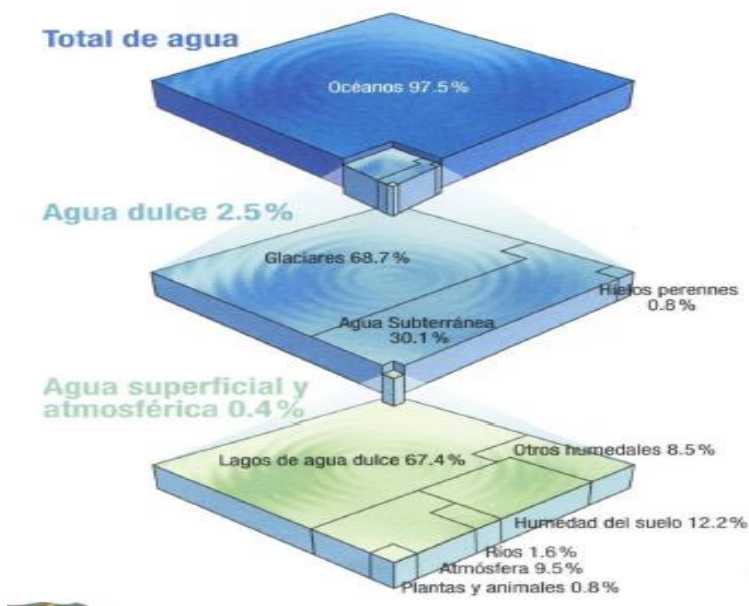


Figura 3. Total de agua en la tierra.

Fuente: Sevilla (24).

- Contaminación de agua:

“El Perú es el país que tiene la mayor reserva hídrica a nivel de América Latina; por ello, tiene la mayor disponibilidad a nivel mundial. De los cuales el agua de todo el país se encuentra dispuesta para la población. El Perú es un país con un alto índice de demanda y oferta hídrica, sujeta a la contaminación por indistintos factores” (25).

La contaminación del agua es la presencia de sustancias u organismos extraños en un cuerpo de agua de manera directa o indirecta, involucrando un cambio negativo en la calidad del agua impidiendo su uso con propósitos fijos, la contaminación puede ser de medio antropogénica o natural tales como (26):

- Las precipitaciones atmosféricas.
- Las escorrentías agrícolas (aguas que son arrastradas de los terrenos irrigados).
- Las escorrentías superficiales de las zonas urbanizadas (aguas que escurren de los centros urbanos).

- Los vertimientos de las aguas de uso doméstico a los cuerpos superficiales más cercanos.
  - Las descargas de los vertimientos industriales (aguas provenientes de aquellos procesos tecnológicos o especializados).
- Fuentes de contaminantes:

Estas fuentes de contaminación son:

- Puntuales: “es aquella alteración específica que afecta al agua y otros agentes contaminantes desde una zona o lugar fijo como las aguas negras municipales. Es el resultado de la unión de los efluentes domésticos y los efluentes industriales de descarga permitida en el alcantarillado por lo tanto es fácil de identificar” (27).
- No puntuales o difusas: “es aquella variación cuya fuente no se localiza en un punto fijo o determinado, sino que el contaminante aborda varios puntos dispersos como las aguas producto de aguas residuales por refinería de petróleo, desagüe industrial causando contaminación térmica, infiltración desde tierras de cultivo, Lotes de pastura para ganado, tanques sépticos, escorrentías urbanas y agrícolas entre otras” (27).
- Natural: “dentro de la naturaleza de los elementos, también se encuentra su capacidad de ser un contaminante natural; pues, contaminan con tan solo su presencia en la atmósfera e hidrósfera como es el caso del flúor y el arsénico que generan impactos ambientales negativos” (28).
- Antropogénica o artificial: “es la contaminación que se da por el resultado de las diferentes actividades del hombre y de su interacción con el ambiente, en la que se genera un residuo

alterando la composición natural del agua y modifica las concentraciones de los elementos ya existentes en su medio natural”, entre las que generan un daño más significativas están (29)”:

- Vertimientos domésticos: son aquellas aguas negras de origen residencial y comercial, que contienen desechos fisiológicos, restos de alimentos, productos de limpieza, aceites, restos de plásticos, entre otros; producto de la actividad humana (29).
  - Vertimientos industriales: son aquellas que resultan del desarrollo de un proceso productivo de indistintos orígenes, como pueden ser aquellas provenientes de la actividad minera, agrícola, agroindustrial, entre otras (29).
  - Vertimientos de la minería: son aquellas aguas procedentes de esta actividad, que durante todo el proceso productivo generan contaminación en un rango muy significativo, ya sean para las poblaciones aledañas o para aquellas que indirectamente se benefician del recurso agua (29).
- Aguas residuales:

“Las aguas residuales son la mezcla de los efluentes domésticos que vienen a ser las aguas negras (excremento, orina y los lodos fecales) y las aguas grises (aguas servidas de lavado y baño), aguas de los establecimientos comerciales, instituciones, hospitales, vertimientos de los efluentes industriales, aguas pluviales y otras escorrentías” (30). Se tienen varias definiciones, entre ella la que se dice que las aguas residuales son las aguas gastadas o usadas de un hogar, comunidad, granja o industria que contienen materia disuelta o suspendida, sin embargo, las aguas residuales de un usuario pueden servir de suministro para otro usuario en otro lugar (30).

“Desde este punto, el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) define a las aguas residuales como “aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por la actividad antropogénica y que por su calidad requieren un previo tratamiento, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado” (31).

- Clasificación de las aguas residuales:

Las aguas residuales se pueden clasificar en:

- Aguas residuales domésticas: son aquellas de origen residencial y comercial que contienen desechos fisiológicos, entre otros provenientes de la actividad humana, y deben ser dispuestas adecuadamente (31).
  - Aguas residuales Industriales: son aquellas que resultan del desarrollo de un proceso productivo, incluyéndose a las provenientes de la actividad minera, agrícola, energética, agroindustrial, entre otras (31).
  - Aguas residuales municipales: son aquellas aguas residuales domésticas que pueden estar mezcladas con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial previamente tratadas, para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado (31).
- Efectos de la contaminación del agua por aguas residuales:

Las aguas residuales que no reciben tratamiento y son vertidas directamente a los cuerpos de agua sin previo tratamiento, generan impactos ambientales, provocando contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.

Las aguas residuales una vez vertidas sin tratamiento o con tratamiento inadecuado, tendrán consecuencias como (32):

- Efectos en la salud humana: las enfermedades asociadas a las aguas residuales tienden a ser: el cólera, enfermedades tropicales desatendidas como el dengue, los helmintos transmitidos por el suelo (32).
  - Efectos ambientales: si el agua residual no recibe tratamiento previo, este traerá un impacto en la calidad del agua, que a su vez, afectará la cantidad de recurso hídrico disponible. En tanto la gestión inadecuada de las aguas residuales genera un impacto dentro de los ecosistemas y el medio ambiente (32).
  - Efectos económicos: disminución en la producción de la agricultura, piscícola, y en general, en toda la cadena de producción a nivel nacional (32).
- Problemática de las aguas residuales en el Perú:

El uso de las aguas residuales sin tratamiento previo trae consigo un sin número de problemas, como (33):

- En la agricultura, pone en peligro a la salud de la población y de aquellos que consumen los diversos productos agrícolas.
- Carencias en el sistema de tratamiento de aguas residuales.
- Acciones que sirvan de control para la fiscalización en el cumplimiento de las normativas ambientales establecidas.
- Deficiencia en las acciones de vigilancia, control y fiscalización por parte de las entidades encargadas, del acatamiento de los compromisos ambientales y sanitarios.

En el Perú, según las estimaciones realizadas por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), al año 2024 se generará aproximadamente 4 842 579 m<sup>3</sup>/día de aguas residuales que serán descargadas a la red de alcantarillado de las Empresas Prestadoras de Servicio de Saneamiento (EPS) (31), siendo el tratamiento de aguas residuales una necesidad tanto a futuro como en la actualidad.

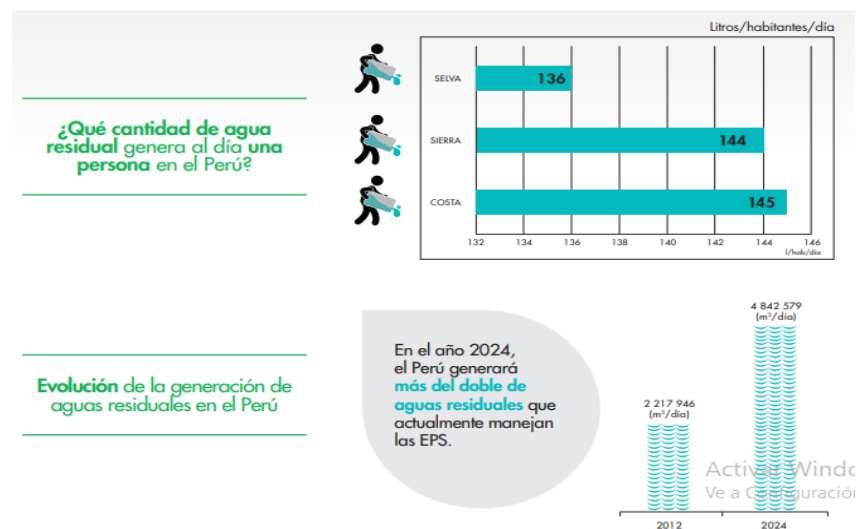


Figura 4. Cantidad de agua residual que genera al día una persona en el Perú.

Fuente: OEFA (31).

- Situación de las aguas residuales en el Perú:

“En el Perú, a fines de 2007, el 63,6 % de la población urbana total tuvo servicio de alcantarillado administrado por Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS); el resto fue administrado directamente por las municipalidades o a través de operadores especializados (OES) en pequeñas ciudades, comités de agua o simplemente no cuenta con dicho servicio” (34).

“Durante el 2007, los sistemas de alcantarillado recolectaron aproximadamente 747,3 millones de metros cúbicos de aguas residuales, producto de las descargas de los usuarios conectados al

servicio. De ese volumen, sólo 29,1 % ingresaron a un sistema de tratamiento de aguas residuales, muchos de los cuales con deficiencias operativas y de mantenimiento, y el resto se descargó directamente a un cuerpo de agua (mar, ríos o lagos), se infiltró en el suelo o se usó clandestinamente para fines agrícolas. Es decir, al menos 530 millones de m<sup>3</sup> de aguas residuales pasaron a contaminar los cuerpos de agua superficial que se usan para la agricultura, pesca, recreación e incluso para el abastecimiento de agua potable. Si a ello se suma la contaminación por fuentes mineras e industriales, se constituye un escenario que pone en peligro la salud pública, genera deterioro de ecosistemas, produce limitaciones para la agro exportación e incrementa los costos de tratamiento del agua para fines de abastecimiento poblacional” (34).

“Para conocer la situación actual del uso de las aguas residuales se han evaluado 25 regiones del país, seleccionadas por sus poblaciones proyectadas a junio de 2015. La producción actual de aguas residuales se ha estimado teniendo en cuenta la tasa nacional de producción de 162 L/día. habitante y las tasas de cobertura urbana de saneamiento de cada región, reportadas por el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (MVCS) para el 2014. Se puede deducir que el Perú estaría produciendo 42,5 m<sup>3</sup>/s de aguas residuales domésticas, siendo el aporte de la costa el 66 % con 27,9 m<sup>3</sup>/s. A diferencia de la selva, que es la zona con más baja cobertura, esta sólo representa el 10 % del caudal a nivel nacional. Luego están Cajamarca, Arequipa, Junín, Cuzco y Puno con 8.8 m<sup>3</sup>/s” (2).

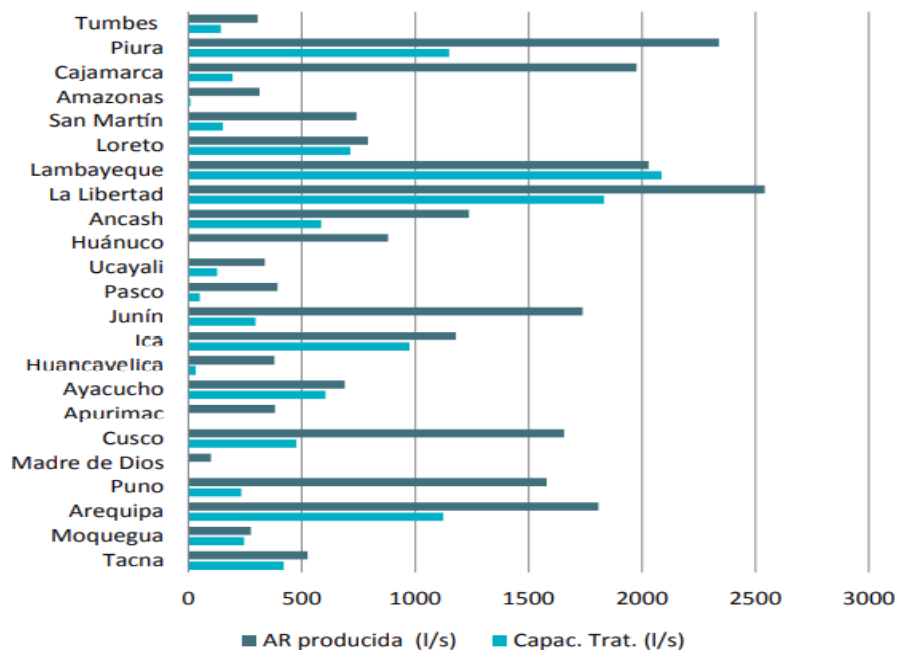


Figura 5. Producción actual de aguas residuales y capacidad de tratamiento en las regiones del Perú.

Fuente: Moscoso (2).

Es interesante ver que 7,8 m<sup>3</sup>/s de los efluentes generados por 145 PTAR identificadas (43 %) si son utilizados para el riego agrícola y otras 14 plantas (4 %) ofrecen 0,2 m<sup>3</sup>/s para el riego de áreas verdes urbanas. Luego de conocer el caudal de efluentes de las PTAR que son destinados al riego agrícola y de áreas verdes, es preciso saber lo que pasa en cada región. El 95 % se utiliza en la costa, mientras que en la sierra y selva solo se utilizan 0,4 m<sup>3</sup>/s aun cuando tienen capacidad para tratar casi 4 m<sup>3</sup>/s. Regiones como Huánuco, Ucayali, Pasco, Apurímac y Madre de Dios no utilizan sus aguas residuales. Le siguen de cerca Tumbes, Cajamarca, Amazonas, Loreto, Junín, Huancavelica, Cusco y Arequipa que juntas solo llegan al 3 % de las aguas reusadas en el Perú (2).



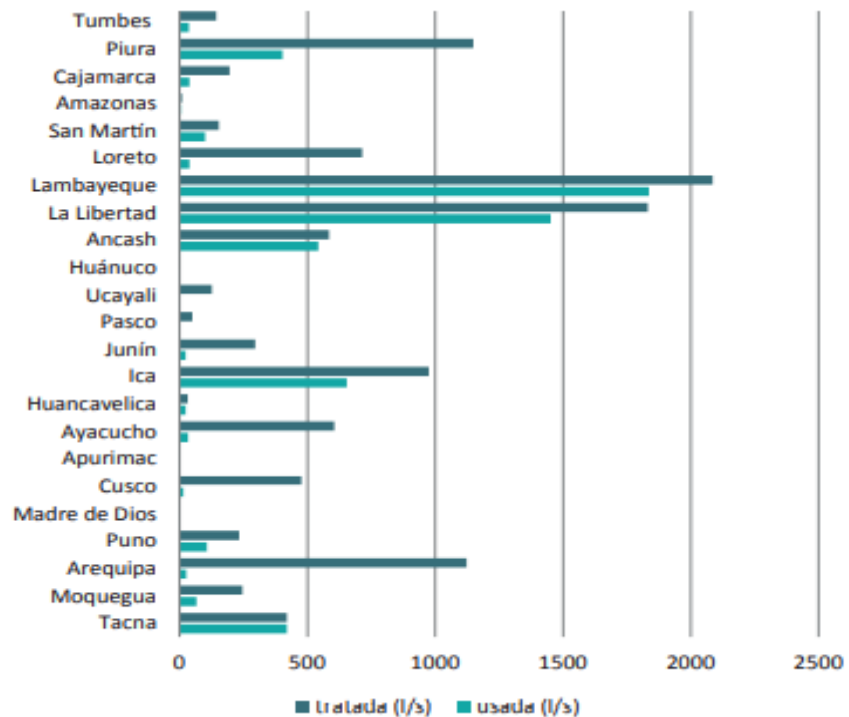
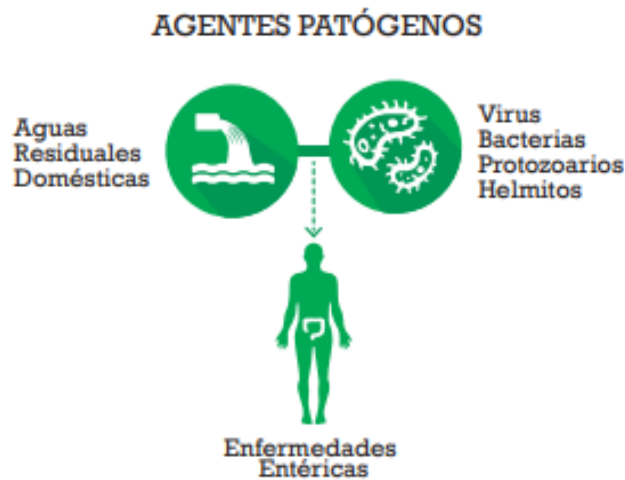


Figura 6. Comparación de los caudales tratados y de los efluentes utilizados para el riego en las regiones del Perú.

Fuente: Moscoso (2).

- Principales riesgos a la salud y el ambiente por el uso de las aguas residuales:

Las aguas residuales domésticas que se vierten sin tratamiento previo a los ríos o lagos, suelen contaminar estos cuerpos de agua con altas concentraciones de bacterias, virus y parásitos, lo cual crea un alto riesgo para salud pública. El mal manejo de las aguas residuales propaga enfermedades entéricas bacterianas, virales y parasitarias, tales como las diarreas, la tifoidea, la paratifoidea, el cólera, la hepatitis infecciosa, la amebiasis, giardiasis, etc. La mayoría de los efluentes industriales pueden tener altas concentraciones de contaminantes químicos (según el tipo de industria) y/o materia orgánica, expresada en Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), pero su concentración de gérmenes patógenos es bastante menor que en los efluentes domésticos (2).



*Figura 7. Principales agentes infecciosos en las aguas residuales.*

Fuente: Moscoso (2).

- Calidad del agua:

El término calidad de agua fue cambiando continuamente, esto, debido a los diferentes usos que se da a este recurso. La calidad de agua es un índice que incide claramente en la salud humana, ecosistemas y actividades socio económicas. Por lo tanto, la calidad del agua viene a ser un factor determinante para la pobreza o riqueza de un país. Cabe mencionar que la calidad de agua puede verse afectada por la presencia de factores de producto químicos, o factor antropogénico (35).

“Se entiende calidad de agua, desde un punto de vista funcional, como la capacidad intrínseca que tiene el agua para responder a los usos que se desearía obtener de ella. Desde el punto de vista ambiental, como la define la propuesta de Directiva Marco de las Aguas, son aquellas condiciones que debe tener el agua para que se mantenga en un ecosistema equilibrado y que cumpla unos determinados objetivos de calidad, o como el conjunto de características físicas, químicas y microbiológicas que la definen” (36).

Los límites aplicables para evaluar la calidad de agua superficial están determinados por el Decreto Supremo N° 004-2017 del Ministerio de Ambiente para sus Categorías 1 (Poblacional y Recreacional) y 4 (Conservación del Ambiente Acuático en lagunas, lagos y ríos de selva) y los límites aplicables para evaluar la calidad del agua de abastecimiento doméstico (consumo directo) (37).

- Influencia de carga orgánica en los efluentes industriales:

La materia orgánica disuelta en los efluentes industriales crea una amenaza a los recursos acuáticos receptores tales como: arroyos, ríos, lagos y océanos. La descarga de estos efluentes genera la muerte de peces y otras especies marinas, los cuales durante su desintegración requiere una cantidad apreciable de oxígeno disuelto, y reducen su concentración a valores intolerables alterando de esta manera el uso del agua. Estas descargas causan el crecimiento acelerado de plantas acuáticas, originando el problema de eutrofización en el cuerpo de agua. Para solucionar este tipo de problemas, se suele diseñar y construir plantas de tratamiento con el propósito de remover los contaminantes de los caudales de las aguas residuales, de tal manera, que el efluente tratado sea seguro para ser descargado al ambiente, cumpliendo con la normativa legal establecida (38).

- Parámetros de la calidad del agua:

Para determinar la calidad del agua se deberán analizar los parámetros físicos, químicos y biológicos, siendo conveniente revisar los parámetros que se utilicen para definir su calidad (39).

- Parámetros físicos: no son índices absolutos de contaminación, sino indicadores relativos, siendo que los cambios pueden ser tan apreciables que un sólo parámetro llegue a dar una idea del grado de contaminación y de la extensión de la zona afectada (39).

- Sabor y olor: son valores subjetivos, en tanto no poseen unidad de medida, ni instrumento de observación, ni registro y se han de mencionar juntas porque se encuentran concretamente unidas, sin embargo, las aguas que contienen concentraciones de Cl<sup>-</sup> a partir de 300 ppm tienden a adquirir un sabor salado, salado y amargo a partir de 450 ppm de SO<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> libre le atribuye al agua un gusto picante y la presencia de trazas de fenoles u otros compuestos orgánicos le adicionan un color y sabor desagradable (39).
- Color: es la capacidad de absorber ciertas radiaciones del espectro visible, aunque ciertos colores en aguas naturales son indicadores de la presencia de ciertos contaminantes (39).
- Turbiedad: parámetro que permite determinar el grado de dificultad para transmitir el paso de la luz debido a la presencia de material suspendido o coloidal, presentándose principalmente en las aguas superficiales. Siendo difíciles de decantar o destilar. La unidad de medida es la Unidad Nefelométrica de Turbiedad (NTU o UNF) (39).
- Conductividad: es la medida de la capacidad del agua para conducir electricidad y está directamente relacionada con la pureza química del agua (mientras más pureza del agua, menor conductividad). Esta capacidad depende de la presencia y conducción de iones, así como la temperatura del agua (39).
- Temperatura: La temperatura de las aguas residuales y de las masas de agua receptoras son importantes a causa de sus efectos sobre la solubilidad del oxígeno, en consecuencia, sobre las velocidades en el metabolismo, difusión y reacciones químicas y bioquímicas (40).

- Sólidos: se denomina sólidos a todos aquellos elementos o compuestos presentes en el agua que no son agua ni gases. Atendiendo a esta definición se pueden clasificar en dos grupos (40).
  - Sólidos totales disueltos: es un índice de la cantidad de sustancias disueltas en el agua, y proporciona una indicación general de la calidad química. Es definido analíticamente como residuo filtrable total (40).
  - Sólidos en suspensión: es descriptivo de la materia orgánica e inorgánica particulada existente en el agua (aceites, grasas, arcillas, arenas, fangos, etc.). La presencia de sólidos en suspensión participa en el desarrollo de la turbidez y el color del agua, mientras que, la de sólidos disueltos determina la salinidad del medio, y en consecuencia la conductividad del mismo. Por último, la determinación de sólidos volátiles constituye una medida aproximada de la materia orgánica, ya que, a la temperatura del método analítico empleado el único compuesto inorgánico que se descompone es el carbonato magnésico (40).
  
- Parámetros químicos: los parámetros químicos están relacionados con la capacidad del agua para disolver diversas sustancias que son determinados por análisis cuantitativo, entre las que podemos mencionar:
  - pH: es el término utilizado para expresar la intensidad de las condiciones ácidas o básicas del agua. Por convención está definido como:  $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ , Para los análisis químicos, se basa a la escala de 0 a 14; es importante decir que el pH mide el grado de acidez o de alcalinidad; pero no determina el valor de la acidez ni de la alcalinidad. En laboratorio el pH, es obtenida a través del instrumento electrónico pH (41).

- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>): es el parámetro más utilizado para determinar el contenido de materia orgánica de una muestra de agua. Se mide determinando la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para degradar, oxidar y estabilizar la materia orgánica. La prueba de DBO más conocida es la de DBO<sub>5</sub>. Esta prueba se realiza incubando la muestra de agua en el laboratorio y al cabo de cinco días se mide el consumo de oxígeno por parte de los microorganismos, y los resultados se reportan en mg/L de oxígeno consumido (41).
  - Demanda Química de Oxígeno (DQO<sub>5</sub>): es una prueba ampliamente utilizada para determinar el contenido de materia orgánica de una muestra de agua. El dicromato de potasio constituye actualmente el mejor agente oxidante para la determinación de la DQO. Otra de las ventajas de la DQO es el poco tiempo que duración de la prueba que se demora 3 horas su unidad de medida es mg/L (41).
  - Oxígeno disuelto: es una de las pruebas más simples e importantes, para determinar por su concentración la contaminación de corrientes o los cuerpos de agua. Moderadamente soluble en agua, dependiendo la solubilidad de la temperatura, la salinidad, la turbulencia del agua y la presión atmosférica (41).
- Parámetros microbiológicos: son todos los microorganismos indicadores de contaminación del agua, siendo también patógenos para la salud humana.
- Los coliformes fecales: se definen como el grupo de organismos coliformes, Los coliformes termorresistentes considerando primero a la *E. coli* seguido de otras especies como *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*, que pueden provenir también de aguas orgánicamente enriquecidas, de

efluentes industriales o de materias vegetales y suelos en descomposición. Como los organismos coliformes termorresistentes se detectan con facilidad, desempeñando una importante función como indicadores de la eficacia de los procesos de tratamiento del agua para eliminar las bacterias fecales (41).

## 2.2.2 Metodologías existentes

- Cálculo de caudal:

Se realizó el cálculo del caudal por el método del flotador.

- Método del flotador:

- Se debe estimar la velocidad del agua y el área del canal.
- El cálculo del caudal estimado se determina mediante la siguiente expresión matemática (42):

$$Q = F_c \times A \times (L/T)$$

Donde:

\*Q = Es el caudal, en m<sup>3</sup>/s.

\*L = Es la longitud entre el punto A y B en metros.

\*A = Es el área, en m<sup>2</sup>.

\*T = Es el tiempo promedio en segundos.

\*F<sub>c</sub> = Es el factor de corrección.

Donde F<sub>c</sub> es un factor de corrección relacionado con la velocidad. El valor de F<sub>c</sub> se debe seleccionar de acuerdo al tipo de río o canal y a la profundidad del mismo, de acuerdo a los valores presentados en la tabla siguiente.

Tabla 2. *Factor de corrección para el cálculo de caudales.*

FACTOR DE CORRECCIÓN PARA CÁLCULO DE CAUDALES	
TIPO DE CAUCE	FACTOR DE CORRECCIÓN FC
Canal revestido en concreto, profundidad del agua >15	0.8
Canal de tierra, profundidad del agua >15 cm	0.7
Riachuelos profundidad del agua >15cm	0.5

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego (42).

El valor promedio obtenido del caudal de agua estudiada permitirá no sólo conocer el volumen de agua del que se dispone por unidad de tiempo, información importante a la hora de tomar decisiones sobre posibles proyectos de riego.

Para ello debemos seguir los siguientes pasos:

- a) Primer paso: seleccionar el lugar adecuado. Se selecciona en el río o canal un tramo recto y uniforme, de preferencia sin piedras grandes, ni troncos de árboles, en el que el agua fluya libremente, sin turbulencias, ni impedimentos, que sea recto y de sección transversal uniforme, cuya longitud de ser alrededor de 5 a 10 metros de largo, donde el agua escurra libremente. Midiendo con una wincha En el tramo seleccionado ubicar dos puntos A (de inicio) y B (de llegada), en el que deberán colocar estacado en los extremos del canal o cauce, respectivamente (42).
- b) Segundo paso: medición del área del cauce o canal. Se divide el ancho del cauce o canal en tramos iguales pueden ser cada 10 a 40 cm según el ancho. Para determinar los puntos donde se medirá la altura del agua.
- c) Tercer paso: medición de la velocidad del agua (V) (42).

Fórmula:



$$\text{Área} = \frac{(h_1+h_2)}{2} * \text{espacio}$$

Cálculo de la velocidad (V):  $V = L/Tp$

Cálculo del caudal (Q):  $Q = fc \times A \times V$

➤ Cálculo de carga orgánica:

La evaluación aproximada de la carga contaminante se realizará en los principales sectores socioeconómicos, mediante la utilización adecuada de indicadores de producción y consumo, así como datos resultantes de los programas de caracterización y monitoreo realizados o actualmente en ejecución (43).

La etapa inicial del trabajo comprenderá la identificación de las principales fuentes puntuales de contaminación, localizadas en los territorios de las cuencas hidrográficas de interés nacional y provincial (43). La expresión general para la determinación de la carga contaminante para residuales líquidos es la siguiente (43):

$$\begin{aligned} (\text{Concentración}) \times (\text{Caudal}) &= \text{Carga} \\ \text{kg/l} \times \text{l/d} &= \text{kg/d} \end{aligned}$$

### 2.2.3 Técnicas e instrumentos de investigación

Para la realización del recojo de muestras se utilizó la metodología del Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de Recursos Hídricos Superficiales, hay diversos criterios que se toman en cuenta para desarrollar un monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales, que considera la logística necesaria, planificación, ejecución y aseguramiento de la calidad del muestreo, cuyo contenido deberá ser aplicado y de referente obligatorio por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y otros que puedan realizar actividades similares (44).

➤ Planificación del monitoreo:

La planificación de monitoreo se realizó en gabinete con la finalidad de plantear los trabajos de monitoreo a realizar, estableciendo el ámbito de evaluación, puntos de monitoreo, lugares de acceso, verificación, ubicación de la zona de muestreo, los puntos de monitoreo, los parámetros a evaluar, equipos, materiales, reactivos, formatos de campo, personal para traslado de equipos de trabajo y análisis de muestras (44). En la siguiente ilustración se muestra el proceso de planificación, en función a lo estipulado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), utilizado en la investigación.

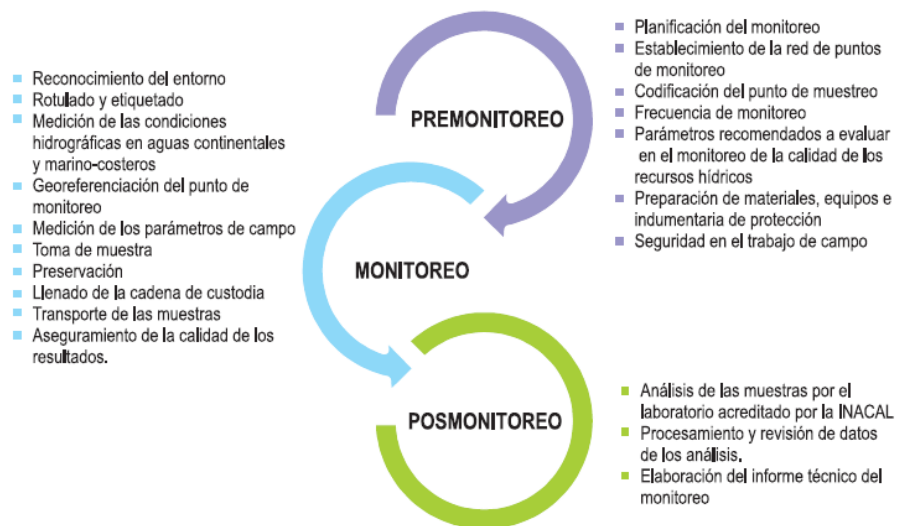


Figura 8. Planificación del monitoreo.

Fuente: Autoridad Nacional de Agua (ANA) (44).

➤ Toma de muestras:

Las muestras fueron tomadas en los ríos de bajo caudal o poca profundidad, donde se tiene un fácil acceso para ingresar al río, debiendo evitar la contaminación de las muestras por algunos sedimentos del cauce del río (44).

Procedimiento:

- a) Se colocó los implementos de seguridad como botas, chalecos y guantes descartables antes del inicio de la toma de muestras.
- b) Se identificó un punto medio de la corriente principal, donde la corriente fue homogénea, evitando aguas estancadas y poco profundas.
- c) Se tomó los materiales de recojo de muestras (botellas) retirando la tapa y la contratapa sin tocar la superficie interna del frasco.
- d) Antes de coleccionar las muestras, el frasco se enjuagó dos veces, a excepción de los frascos para el análisis de los parámetros orgánicos o microbiológicos.
- e) Se cogió la botella por debajo del cuello, sumergida en dirección opuesta al flujo del agua.
- f) Para las muestras de coliformes fecales se dejó un espacio de 10 % del volumen del recipiente para asegurar un adecuado suministro de oxígeno para las bacterias.
- g) Para el parámetro demanda bioquímica de oxígeno ( $DBO_5$ ), el frasco se llenó lentamente en su totalidad para evitar la formación de burbujas.

### 2.3 Definición de términos básicos

- Agua residual: son aquellas aguas 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 (31).
- Cadena de custodia: procedimiento documentado de la obtención de muestras, su transporte, conservación y entrega de éstas al laboratorio para la realización de pruebas de análisis físico-químico, realizado por el personal responsable (45).
- Calidad Ambiental: condición de equilibrio natural que describe el conjunto de procesos geoquímicos, biológicos y físicos, y sus diversas y complejas interacciones, que tienen lugar a través del tiempo, en un determinado espacio

geográfico. La calidad ambiental se puede ver impactada, positiva o negativamente, por la acción humana; poniéndose en riesgo la integridad del ambiente, así como la salud de las personas (46).

- Contaminación ambiental: acción y estado que resulta de la introducción de contaminantes al ambiente por encima de las cantidades y/o concentraciones máximas permitidas; tomando en consideración el carácter acumulativo o sinérgico de los contaminantes en el ambiente realizado por el hombre (46).
- Coliformes: son una familia de bacterias que se encuentran comúnmente en las plantas, el suelo y los animales, incluyendo los humanos. La presencia de bacterias coliformes es un indicio de que el agua puede estar contaminada con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Generalmente, las bacterias coliformes se encuentran en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo. La contaminación fecal ha sido y sigue siendo un problema sanitario, ya que supone la incorporación de microorganismos patógenos que pueden provocar enfermedades en la salud humana (47).
- Coliformes fecales: son microorganismos con una estructura parecida a la de una bacteria común que se llama *E. coli* y se transmiten, normalmente, en el intestino del hombre y en el de otros animales. Algunos no causan daño en condiciones normales y otros pueden, incluso, ocasionar la muerte. Se denominan genéricamente coliformes fecales a los que se transmiten, a través de las excretas, y comúnmente, por la ingestión o el contacto con agua contaminada (48).
- Coliformes termotolerantes (fecales): la presencia de este parámetro en los cuerpos de agua superficial se debe a la contaminación fecal, cuyo origen pueden ser por los vertidos domésticos sin tratamiento a los cuerpos receptores (ríos, quebradas) y otros de los factores, es por la inadecuada disposición de residuos sólidos que se depositan en los cauces de los ríos (49).
- Carga contaminante: masa de una sustancia o número de individuos microbiológicos contenido en un volumen de agua que pasa por una sección determinada en una unidad de tiempo (44).
- Carga orgánica: cantidad de materia orgánica, generalmente medida como  $DBO_5$ , aplicada a un proceso de tratamiento dado presente en el agua residual; expresado como peso por unidad de tiempo por unidad de superficie o por unidad de peso (50).

- DBO<sub>5</sub> (Demanda Biológica de Oxígeno): cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para la estabilización de la materia orgánica bajo condición de tiempo y temperatura específicos (generalmente a 5 días y 20° C) (44).
- Diagnóstico de la calidad del agua: evaluación de los resultados de monitoreo de calidad de agua y su relación con las actividades en la cuenca para establecer la condición y los factores que la influyen (44).
- Estándar de Calidad Ambiental (ECA): estándar ambiental que regula el nivel de concentración o el 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 al ambiente (46).
- Efluente: líquido o agua residual previamente tratada, proveniente de actividades antropogénicas que pueden ser vertidas a un recurso hídrico o reusadas (44).
- Fuente contaminante puntual: fuente única identificable y localizada de contaminación real o potencial de los recursos hídricos, como un vertimiento de aguas residuales domésticos, municipales, industriales y mineros o botaderos de residuos sólidos (44).
- Impacto ambiental: alteración, positiva o negativa, de uno o más de los componentes del ambiente, provocada por la acción de un proyecto. El “impacto” es la diferencia entre qué habría pasado con la acción y que habría pasado sin ésta (46).
- Límite Máximo Permisible (LMP): instrumento de gestión ambiental que regula la concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente (46).
- Monitoreo ambiental: comprende la recolección, el análisis, y la evaluación sistemática y comparable de muestras ambientales en un determinado espacio y tiempo; la misma que se realiza a efectos de medir la presencia y concentración de contaminantes en el ambiente (46).
- Muestra de agua: parte representativa del material a estudiar (para este caso agua residual) en la cual se analizarán los parámetros de interés (44).
- Sólidos Suspendidos Totales: hacen referencia a la materia particulada que se mantiene en suspensión en las corrientes de agua superficial y/o residual (51).

## 2.4 Diseño de modelo teórico conceptual

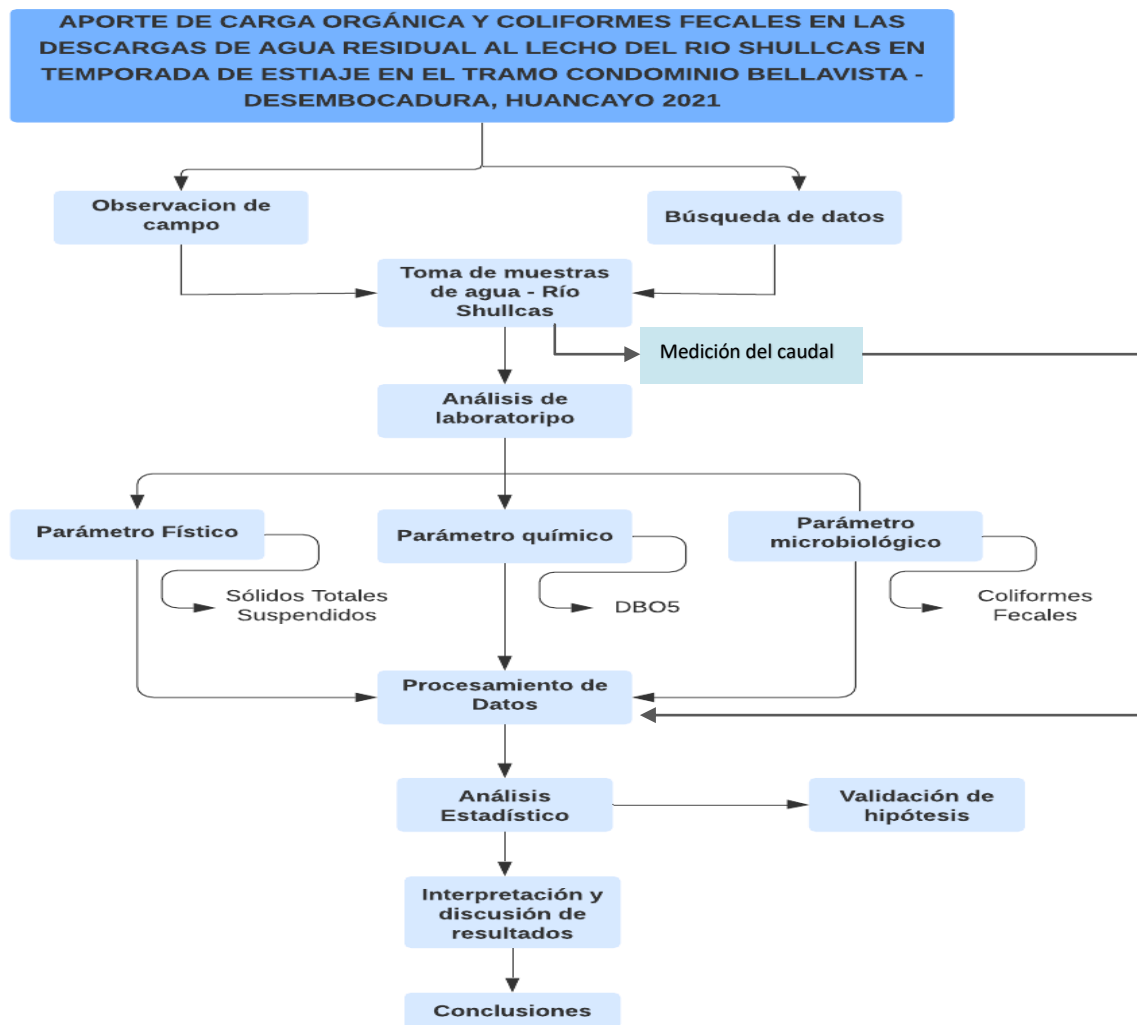


Figura 9. Modelo teórico conceptual de la investigación.

Fuente: elaboración propia.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### 3.1 Método y alcances de la investigación

En el estudio se empleó el método científico, puesto que es una metodología diseñada para obtener nuevos conocimientos partiendo de la observación sistemática de un fenómeno, la medición, experimentación usando métodos estadísticos para construir conocimiento y proporcionarle validez.

##### 3.1.1 Método de la investigación

###### A) Método general o teórico de la investigación

El método de investigación utilizado fue el hipotético - deductivo, el cual consiste en un procedimiento que parte de unas aseveraciones en calidad de hipótesis y busca refutar o falsear tales hipótesis, deduciendo de ellas conclusiones que deben confrontarse con los hechos (52). Se ha considerado este método porque a partir de los resultados del muestreo de agua realizado en el tramo del estudio se determinó cual es la influencia del aporte de carga orgánica y coliformes fecales de las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas mediante la aceptación o negación de la hipótesis y, consecuentemente, llegar a las conclusiones de la investigación.

## B) Método específico de la investigación

Se dio inicio a la investigación con la observación del caudal que discurre en el tramo de estudio por el río Shullcas; identificando así una situación problemática, ya que, en el inicio del tramo no se observa agua natural superficial y hacia el final del tramo, cerca de la desembocadura del río Shullcas, se observa agua discurriendo por el río. Para dar explicación al fenómeno, se identificaron estaciones de muestreo de agua y se realizó la toma de muestras cumpliendo el protocolo de monitoreo ambiental para agua. Con los datos obtenidos del monitoreo de agua y el análisis posterior en el laboratorio; se procedió a la recopilación de datos e información a través de los resultados de análisis, siendo el método específico aplicado para la obtención de información, ya que ésta se caracteriza por buscar la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación (53). El uso del conocimiento y los resultados de investigación que da como resultado una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad (53), utilizando instrumentos mecánicos o electrónicos, llegando así, a la generación de conocimientos.

### 3.1.2 Alcances de la investigación

#### A) Tipo de investigación

El tipo de investigación, por su finalidad, se consideró aplicada porque buscó la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad (54). La información teórica adquirida será aplicada a la realidad para generar nuevos conocimientos, a su vez, se alcanzó a validar o refutar la hipótesis planteada en el estudio.



## B) Nivel de investigación

El estudio de investigación presenta atributos de un nivel explicativo, porque responderá la causa de los fenómenos. Las tesis de nivel explicativas establecen hipótesis (es decir, supuestos o presunciones teóricas que se pueden verificar empíricamente, en forma directa o indirecta) que constituyen el núcleo de su encuadre teórico, a priori de las mediciones (55). Por consiguiente, estas tesis tratan de dar cuenta del funcionamiento de fenómenos en términos de relaciones de influencia recíproca entre variables, factores o elementos (55).

### 3.2 Diseño de la Investigación

El diseño de investigación fue no experimental cuantitativa, porque se realizó sin manipular deliberadamente variables, es decir, se trata de un estudio donde no hacemos variar en forma intencionada variables independientes para ver su efecto sobre otras variables, solo se observan fenómenos tal como se dan en su contexto natural para después analizarlos (56).

#### 3.2.1 Tipo de diseño de investigación

La investigación también se considera de tipo longitudinal panel, porque el objetivo del estudio fue medir, observar o analizar cambios a través del tiempo sobre el mismo grupo de estudio (56). Para el caso de la presente investigación, se ha recolectando muestras de agua por un periodo de tiempo de 4 semanas en un determinado punto de muestreo (desembocadura de río Shullcas) para determinar la influencia que tiene el aporte de carga orgánica y coliformes fecales al río Shullcas. Las variables del estudio no han sido manipuladas ni controladas.

### 3.3 Población y muestra

### 3.3.1 Población

Río Shullcas en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura.

### 3.3.2 Muestra

Cuatro muestras de agua con un volumen de 25 L en el Tramo Condominio Bellavista - desembocadura.

Tabla 3. *Coordenadas de la estación de muestreo.*

COORDENADA DE LA ESTACIÓN DE MUESTREO			
DESCRIPCIÓN: Desembocadura del río Shullcas			
CÓDIGO	COORDENADAS UTM		ZONA
	ESTE	NORTE	
PAG-01	474683	8665665	18 L

Fuente: elaboración propia.

La determinación de las coordenadas de muestreo se realizó con un GPS marca GARMIN.



Figura 10. Ubicación de la estación de muestreo de agua PAG-01.

Fuente: elaboración propia.

En la figura 10 se muestra la estación de muestreo de agua (PAG-01). La elección de la estación de monitoreo codificada como PAG-01 fue realizada porque el caudal del río, en esa ubicación, es uniforme y a partir de ese punto en adelante (dirección hacia la desembocadura al río Mantaro) ya no se identifican vertimientos de agua residual, por el contrario, desvían el agua superficial hacia terrenos de cultivo.

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.4.1 Técnicas utilizadas en la recolección de datos

Se emplearon procedimientos para obtención de datos:

- Observacional; es empleada en el campo de la investigación con la finalidad de una observación directa, analizando la actividad antropogénica y reconocimiento de los puntos de monitoreo.
- Para la obtención de información, se empleó la técnica del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, en la que se incluyen el premonitoreo, monitoreo y el posmonitoreo, tal como se muestra en la siguiente figura.

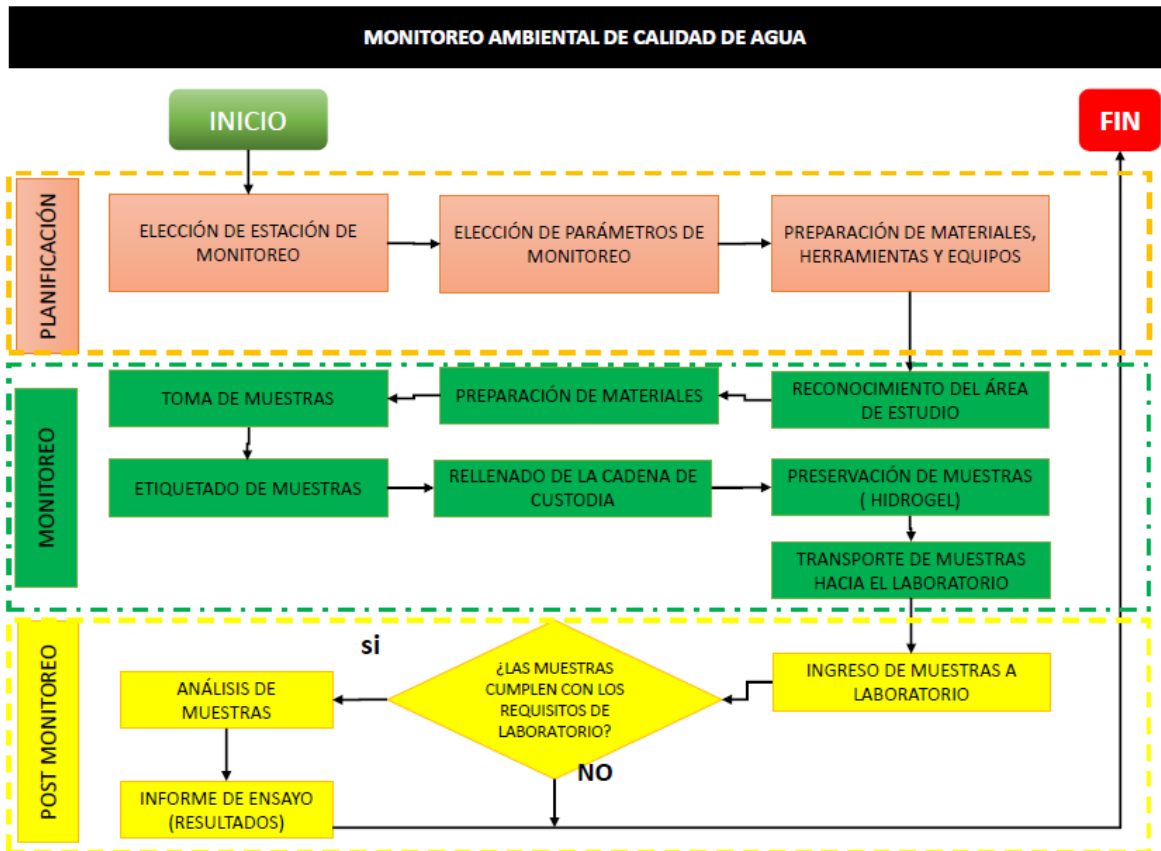


Figura 11. Diagrama de flujo del protocolo de muestreo utilizado.

Fuente: elaboración propia.

- Premonitoreo: se encuentra establecida ante una planificación, la identificación y enumeración de los puntos de monitoreo, tipificación de los parámetros, elaboración de la cadena de custodia, preparación del equipo y herramientas para el monitoreo *in situ* y *ex situ*.
- Monitoreo: reconocimiento del área de estudio, preparación de la cadena de custodia y su etiquetado de cada muestra, ubicación georreferenciar UTM, medición de los parámetros *in situ*, obtención de muestras, relleno de la cadena de custodia, transporte y su aseguramiento para su análisis en laboratorio y resultados.
- Posmonitoreo: análisis en un laboratorio acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) y su respectivo resultado.

- Generación de nuevos conocimientos, mediante el procesamiento y revisión de los datos de análisis.

#### 3.4.2 Instrumentos utilizados en la recolección de datos

Se emplearon como herramientas:

- GPS GARMIN (certificado de calibración se adjunta en anexos).
- Ficha de campo.
- Cadena de custodia.
- Programa Microsoft Excel y estadístico SPSS para una relativa tabulación, frecuencia y correlación de los datos obtenidos tras el análisis.
- Cámara fotográfica.
- Documentos digitales.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### 4.1 Resultados del tratamiento y análisis de la información

El río Shullcas se encuentra ubicado en la provincia de Huancayo; su cauce cruza los principales distritos de la ciudad de Huancayo. En la actualidad existe la falta de un sistema de tratamiento de las aguas residuales, el vertimiento es directo al cuerpo de este.

La prueba de normalidad que se empleó fue la prueba de Shapiro-Wilk, cuando el tamaño es un máximo de 50 muestras (57). El método consiste en comenzar ordenando la muestra de menor a mayor valor, obteniendo el nuevo vector muestral. Cuando la muestra es como máximo de tamaño 50, se puede contrastar, procediéndose a calcular la media y la varianza muestral. Se rechaza la hipótesis nula de normalidad si el estadístico Shapiro-Wilk es menor que el valor (58).

En las siguientes tablas se presentan los valores más representativos de los parámetros analizados en la época de estiaje.

##### 4.1.1 Resultado para lograr explicar el objetivo específico 1

Se observó en la salida de campo que en la estación de monitoreo PAG-00 al inicio del tramo de estudio no existe presencia de agua natural superficial discurriendo; es decir, el caudal es cero.

Los resultados que se mostraran a continuación corresponden a los datos recolectados de la estación de monitoreo PAG-01, localizada en la desembocadura del río Shullcas.

Tabla 4. Resultados y comparación con el ECA-agua para Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).

CÓDIGO DE ESTACIÓN	FECHA	PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS ANÁLISIS	ECA-AGUA - CATEGORÍA 4: CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE ACUÁTICO
PAG-01	19/09/2021	DEMANDA		204,9	
	24/09/2021	BIOQUÍMICA DE	mg/L	149	< 10
	30/09/2021	OXÍGENO (DBO <sub>5</sub> )		127,1	
	20/09/2021			135	

Fuente: elaboración propia a partir de los reportado por el Laboratorio Servicios Analíticos Generales S.A.C.

### RESULTADOS DE MONITOREO - DBO5

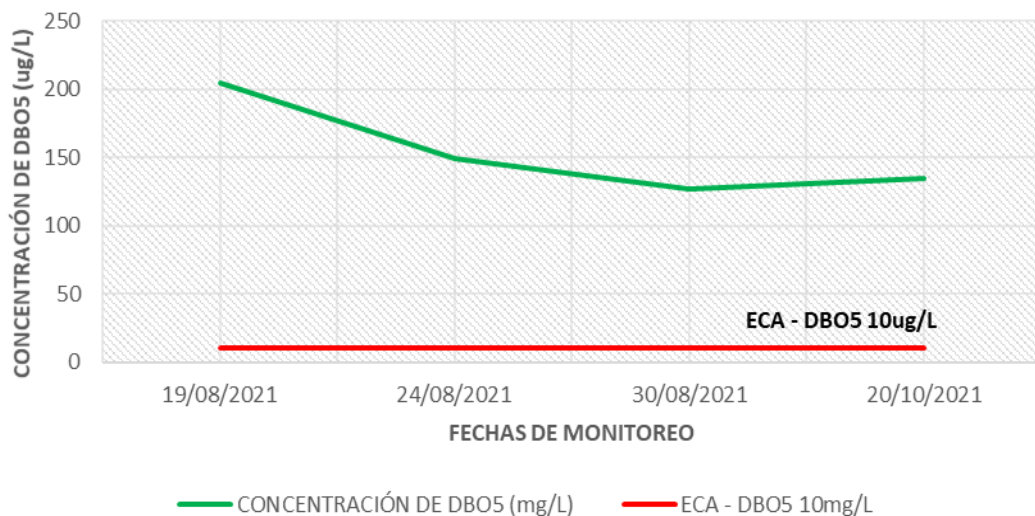


Figura 12. Resultados de monitoreo de agua (DBO<sub>5</sub>) - concentración mg/L.

Fuente: elaboración propia.

Los resultados obtenidos de las muestras analizadas para el parámetro de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en las cuatro muestras realizadas en la estación codificada como PAG-01 sobrepasan el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua - Categoría 4: Conservación del ambiente

acuático según el D.S. N° 004-2017-MINAM, donde el límite de  $DBO_5$  es  $< 10$  mg/L (figura 12).

Con respecto a la influencia del aporte de Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $DBO_5$ ) de las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas, según el análisis estadístico realizado se plantearon la hipótesis nula y alterna.

- $H_0$ : el contenido de Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $DBO_5$ ) que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas no es significativa en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.
- $H_1$ : el contenido Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $DBO_5$ ) que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas es significativa en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.

La prueba de normalidad utilizada fue Shapiro-Wilk (menos de 50 datos), indicando como resultado que los datos analizados tiene una distribución normal correspondiéndole una prueba paramétrica. La prueba estadística utilizada fue t de student, siendo el p-valor (0.003) menor que la significancia ( $\alpha = 0.05$ ), teniendo una distribución normal, por lo tanto, se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna llegando a la conclusión que el contenido de carga orgánica que aporta las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas es significativo en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.

#### 4.1.2 Resultado para lograr explicar el objetivo específico 2

Los resultados obtenidos de las muestras analizadas para Sólidos Suspendidos Totales (SST) que se muestran en la tabla 5 sobrepasan el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua - Categoría 4: Conservación del ambiente acuático según el D.S. N° 004-2017-MINAM, donde el límite de SST es  $\leq 100$  (figura 13).



Tabla 5. Resultados y comparación con el ECA-agua para Sólidos Suspendidos Totales.

CÓDIGO DE ESTACIÓN	FECHA	PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS ANÁLISIS	ECA AGUA - CATEGORÍA 4: CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE ACUÁTICO
PAG-01	19/09/2021	SÓLIDOS		197	≤ 100
	24/09/2021	SUSPENDIDOS	mg/L	238,8	
	30/09/2021	TOTALES		138,8	
	20/09/2021	(SST)		123,45	

Fuente: elaboración propia a partir de los reportado por el Laboratorio Servicios Analíticos Generales S.A.C.

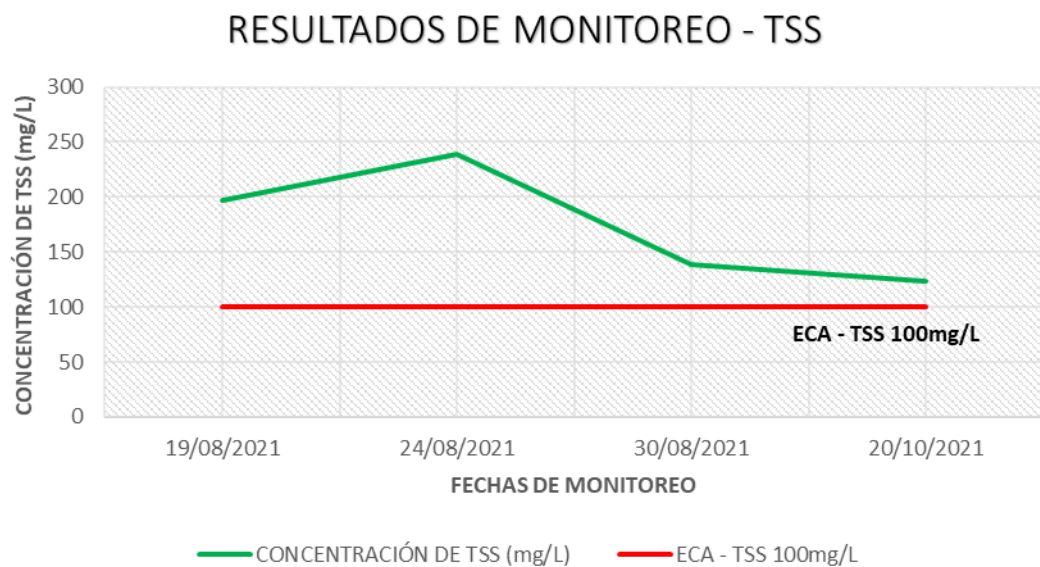


Figura 13. Resultados de monitoreo de agua (SST) - concentración mg/L.

Fuente: elaboración propia.

Con respecto a la influencia del aporte de Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas; según el análisis estadístico realizado se plantearon la hipótesis nula y alterna.

- $H_0$ : el contenido de Sólidos Suspendidos Totales (SST) que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas no es significativa en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.

- $H_1$ : El contenido Sólidos Suspendidos Totales (SST) que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas es significativa en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.

La prueba de normalidad utilizada fue Shapiro-Wilk (menos de 50 datos), indicando como resultado que los datos analizados tiene una distribución normal correspondiéndole una prueba paramétrica. La prueba estadística utilizada fue t de student, siendo el p-valor (0.003) menor que la significancia ( $\alpha = 0.05$ ), teniendo una distribución normal, por lo cual, se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna, llegando a la conclusión que el contenido de Solidos Suspendidos Totales (SST) que aporta las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas es significativo en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.

#### 4.1.3 Resultado que explica el objetivo general 3

Los resultados obtenidos de las muestras analizadas para Coliformes Fecales (CF) que se muestran en la tabla 6 sobrepasan el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua - Categoría 4: Conservación del ambiente acuático según el D.S. N° 004-2017-MINAM, donde el límite de Coliformes Fecales es  $\leq 2\ 000$  NMP/100mL (figura 14).

Tabla 6. Resultados y comparación con el ECA-agua para Coliformes Fecales.

CÓDIGO DE ESTACIÓN	FECHA	PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS ANÁLISIS	ECA AGUA - CATEGORÍA 4: CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE ACUÁTICO
<b>PAG-01</b>	19/09/2021			7 900 000	$\leq 2000$
	24/09/2021	COLIFORMES	NMP/100mL	13 000 000	
	30/09/2021	FECALES		33 000 000	
	20/09/2021			34 500 000	

Fuente: elaboración propia a partir de los reportado por el Laboratorio Servicios Analíticos Generales S.A.C.

## RESULTADOS DE MONITOREO - COLIFORMES FECALES

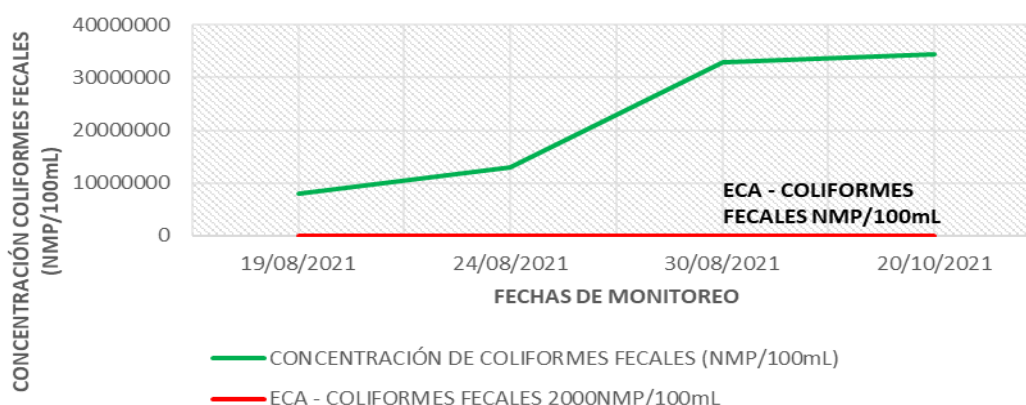


Figura 14. Resultados de monitoreo de agua (CF) - concentración mg/L.

Fuente: elaboración propia.

Con respecto a la influencia del aporte de Coliformes Fecales (CF) de las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas; según el análisis estadístico realizado se plantearon la hipótesis nula y alterna.

- $H_0$ : el contenido de Coliformes Fecales (CF) que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas no es significativo en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.
- $H_a$ : el contenido de Coliformes Fecales (CF) que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas es significativo en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.

La prueba de normalidad utilizada fue Shapiro-Wilk (menos de 50 datos), indicando como resultado que los datos analizados tiene una distribución normal correspondiéndole una prueba paramétrica. La prueba estadística utilizada fue t de student, siendo el p-valor (0.003) menor que la significancia ( $\alpha = 0.05$ ), teniendo una distribución normal, por lo cual, se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna, concluyendo que el contenido de coliformes fecales que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas es significativo en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.

#### 4.1.4 Resultado que explica el objetivo general

Para determinar la influencia de la carga orgánica y coliformes fecales que aportan los efluentes, se hizo uso de los resultados obtenidos del laboratorio y el caudal del río Shullcas, como se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 7. *Determinación de carga orgánica - DBO<sub>5</sub>.*

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO						
FECHA	RESULTADO		CAUDAL	CARGA ORGÁNICA		
	mg/L	mg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /s	mg/s	kg/s	kg/día
19/09/2021	204,9	204 900	0,253	51 877,70	0,052	4 482,23
24/09/2021	149	149 000	0,232	34 608,04	0,035	2 990,13
30/09/2021	127,1	127 100	0,249	31 707,28	0,032	2 739,51
20/09/2021	135	135 000	0,278	37 505,76	0,038	3 240,50
					<b>PROMEDIO</b>	3 363,09

Fuente: elaboración propia.

Para determinar la concentración de DBO<sub>5</sub> se tomó cuatro muestras que fueron enviadas al laboratorio. Para el cálculo del caudal se realizó las medidas pertinentes haciendo uso del método del flotador. El cálculo de la carga orgánica se obtiene del producto de la concentración del DBO<sub>5</sub> y el caudal, siendo en este caso el aporte promedio por día 3 363,09 kg. En la prueba estadística (la prueba estadística utilizada fue Shapiro-Wilk) se observó que p-valor (0,003) es menor que la significancia  $\alpha = 0,05$  llegando a la conclusión que el contenido de carga orgánica que aporta las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas es significativo en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.

Con referencia a la determinación de la concentración de Coliformes Fecales (CF), se tomaron cuatro muestras que fueron enviadas al laboratorio. Para el cálculo del caudal se realizó las medidas pertinentes haciendo uso del método del flotador. El cálculo de la coliformes fecales se obtiene del producto de la concentración de CF (NMP/100mL) y el caudal,

siendo en este caso el aporte promedio por día  $4.93277E+15$ . En la prueba estadística (la prueba estadística utilizada fue Shapiro-Wilk) se observó que p-valor (0,003) es menor que la significancia  $\alpha = 0,05$  llegando a la conclusión que el contenido de carga orgánica que aporta las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas es significativo en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.

Tabla 8. *Determinación de coliformes fecales.*

COLIFORMES FECALES						
FECHA	RESULTADO		CAUDAL		CARGA ORGÁNICA	
	NMP/100mL	NMP/L	NMP/m3	m3/s	NMP/s	NMP/DIA
19/09/2021	7900000	79000000	79000000000	0,253	20001650145	1,7281E+15
24/09/2021	13000000	130000000	1,3E+11	0,232	30194930292	2,6088E+15
30/09/2021	33000000	330000000	3,3E+11	0,249	82324175571	7,1128E+15
20/09/2021	34500000	345000000	3,45E+11	0,278	95848052271	8,2813E+15
					<b>PROMEDIO</b>	4,93277E+15

Fuente: elaboración propia.

## 4.2 Prueba de hipótesis

### 4.2.1 Hipótesis general

$H_0$ : el contenido de carga orgánica y coliformes fecales que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas no es significativo en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.

$H_1$ : el contenido de carga orgánica y coliformes fecales que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas es significativo en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.

## 4.2.2 Hipótesis específicas

### 4.2.2.1. Carga orgánica

- Hipótesis específica:
  - $H_0$ : Los contenidos de carga orgánica que aportan las descargas de agua residual lecho del río Shullcas no es significativo en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.
  - $H_a$ : El contenido de carga orgánica que aporta las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas es significativo en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.
  
- Hipótesis estadística:
  - $H_0$ : El contenido de carga orgánica ( $DBO_5$ ) de agua residual de descarga no supera los ECA para ríos (10 mg/L).
  - $H_a$ : El contenido de carga orgánica ( $DBO_5$ ) de agua residual de descarga supera los ECA para ríos (10 mg/L).

$$H_0: \mu \leq 10 \text{ mg/L}$$

$$H_1: \mu > 10 \text{ mg/L}$$

### 4.2.2.2. Sólidos Suspendidos Totales

- Hipótesis específica

- $H_0$ : El contenido de Sólidos Suspendidos Totales que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas no es significativo en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.
  - $H_a$ : El contenido de Sólidos Suspendidos Totales que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas es significativo en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.
- Hipótesis estadística:
    - $H_0$ : El contenido de Sólidos Suspendidos Totales de agua residual de descarga No supera los ECA para ríos (100 mg/L).
    - $H_a$ : El contenido de Sólidos Suspendidos Totales de agua residual de descarga supera los ECA para ríos (100 mg/L).

$$H_0: \mu \leq 100 \text{ mg/L}$$

$$H_1: \mu > 100 \text{ mg/L}$$

#### 4.2.2.3. Coliformes Fecales

- Hipótesis específica:
  - $H_0$ : El contenido de coliformes fecales que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas no es significativo en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.
  - $H_a$ : El contenido de coliformes fecales que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas es

significativo en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.

- Hipótesis estadística:

- $H_0$ : El contenido de coliformes fecales de agua residual de descarga no supera los ECA para río (2 000 NMP/100mL).
- $H_a$ : El contenido de coliformes fecales de agua residual de descarga supera los ECA para río (2 000 NMP/100mL).

$$H_0: \mu \leq 2\,000 \text{ NMP/100mL}$$

$$H_1: \mu > 2\,000 \text{ NMP/100mL}$$

#### 4.2.3 Prueba de normalidad

Nivel de confianza: 95 %

Nivel de significancia ( $\alpha = 0,05$ ).

Tabla 9. Prueba de normalidad.

Parámetros	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Contenido de carga orgánica DBO <sub>5</sub> aguas residuales río Shullcas	0,307	4	.	0,841	4	0,199
Contenido de STS aguas residuales río Shullcas	0,249	4	.	0,929	4	0,586
Contenido de Coliformes Fecales aguas residuales río Shullcas	0,288	4	.	0,838	4	0,190

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: elaboración propia.



En la prueba de normalidad, utilizando Shapiro-Wilk (menos de 50 datos) el p-valor (0,199) para contenido de carga orgánica DBO<sub>5</sub> es mayor que  $\alpha = 0,05$ , el p-valor (0,586) para el contenido de Sólidos Suspendidos Totales (SST) es mayor que  $\alpha = 0,05$  y el p-valor (0,190) para el contenido de Coliformes Fecales es mayor que  $\alpha = 0,05$  entonces tienen distribución normal. Por tanto, les corresponde una prueba paramétrica.

Elección de la prueba estadística: prueba de t de student para una muestra.

Tabla 10. Prueba paramétrica t de student.

Parámetros	Prueba para una muestra			
	Valor de prueba = 0			Diferencia de medias
	T	gl	Sig. (bilateral)	
Contenido de carga orgánica DBO <sub>5</sub> aguas residuales río Shullcas	8,770	3	0,003	154,0000
Contenido de STS aguas residuales río Shullcas	6,549	3	0,007	174,51250
Contenido de Coliformes Fecales	3,244	3	0,048	22100000,000

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 10, el estadístico de prueba para contenido carga orgánica DBO<sub>5</sub> se observa que el p-valor (0,003) es menor que la significancia  $\alpha = 0,05$  entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, por tanto, existe suficiente evidencia estadística para afirmar que el contenido de carga orgánica DBO<sub>5</sub> de agua residual de descarga supera los ECA para ríos (10 mg/L). En conclusión, el contenido de carga orgánica que aporta las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas es significativo en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.

En la tabla 10, el estadístico de prueba para el contenido de Sólidos Suspendidos Totales (SST) se observa que el p-valor (0,007) es menor que la significancia  $\alpha = 0,05$ , entonces se rechaza la hipótesis nula y se

acepta la hipótesis alterna, por tanto, existe suficiente evidencia estadística para afirmar que el contenido Sólidos Suspendidos Totales (SST) de agua residual de descarga supera los ECA para ríos (100 mg/L). En conclusión, el contenido de Sólidos Suspendidos Totales (SST) que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas es significativo en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.

En la tabla 10, el estadístico de prueba para el contenido de Coliformes Fecales (CF) se observa que el p-valor (0,048) es menor que la significancia  $\alpha = 0,05$ , entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, por tanto, existe suficiente evidencia estadística para afirmar que el contenido de Coliformes Fecales de agua residual de descarga supera los ECA para río (2 000 NMP/100mL). En conclusión, el contenido de Coliformes Fecales que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas es significativo en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.

#### 4.3 Discusión de resultados

El resultado obtenido del parámetro de coliformes fecales indica que la concentración es  $4,93277E+15$  NMP/día en el PAG-01, considerándose muy alta ya que está por encima del ECA-agua. En la investigación realizada por Tananta (14), titulada "Determinación de la concentración de coliformes fecales y totales en el río Mayo, por incidencia de la descarga de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba 2009", mediante el método de filtración de membranas se tuvo como resultado la concentración de coliformes fecales y totales durante los meses de agosto, septiembre, noviembre y diciembre a 50 m aguas arriba del vertimiento superan los ECA-Agua, siendo  $(1.3 \times 10^5)$  para coliformes totales y  $(1.0 \times 10^4)$  para coliformes fecales, en dicho sentido, la incidencia o aporte bacteriológico del vertedero al río Mayo fue analizado mediante el método de regresión lineal simple, determinando que existe una relación de moderado a significativo para coliformes totales, mientras que, para coliformes fecales la relación de causa efecto es medianamente aceptable; por otro lado, a 50 metros río abajo del vertimiento las concentraciones fueron mayores, siendo  $1.6 \times 10^6$  para coliformes totales y  $1.0 \times 10^5$

para coliformes fecales, esto significa que el vertedero de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba tiene incidencia sobre el aporte de concentraciones bacteriológicas sobre el río Mayo. Los resultados alcanzados en la investigación indican que las concentraciones de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), Sólidos Suspendidos Totales (SST) y Coliformes Fecales (CF) sobrepasan el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en la Categoría 4: Conservación del ambiente acuáticos - E2 Ríos, por lo tanto, se puede afirmar que los parámetros analizados si presentan un efecto significativo por vertimiento de aguas residuales. Con referencia al aporte de carga orgánica de las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas, se considera significativo, aportando 3363,09 kg/día. Con relación al aporte de coliformes fecales, su aporte promedio es de 4,93277E+15 kg/día. En la presente investigación, como en la citada, también se identificaron altas concentraciones de coliformes fecales debido al vertimiento directo de aguas residuales al río Shullcas, siendo identificada como de aguas muy contaminadas.

En la investigación realizada por Hidalgo y Mejía (10) titulada “Diagnóstico de la contaminación por aguas residuales domésticas, cuenca baja de la quebrada La Macana, San Antonio de Prado - Municipio de Medellín”, se realizaron 7 muestras a lo largo de este cuerpo de agua llegando a concluir que “la calidad de agua es deficiente desde el punto de vista fisicoquímico, marcada por una alta contaminación por materia orgánica con presencia de material fecal en el agua” (10). El autor concluye esto después de observar que los valores mostrados de DBO<sub>5</sub> son elevados (valores por encima de 4 mg/L). Al igual que en la presente investigación, los valores que se han registrado están sobrepasando el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en promedio 154 mg/L, siendo la principal causa las descargas de agua residual a lo largo del tramo de estudio y la alta concentración de coliformes fecales.

En la investigación realizada por Hernández y Ulate (11) titulada “Determinación del impacto en la calidad del agua en la parte alta de la microcuenca del río Porrosatí, por vertido de aguas residuales, para la realización de planes y acciones de manejo de recursos hídricos” el autor indica que existe evidencia de contaminación del río por coliformes fecales en su mayoría a causa de las descargas de agua residual hacia el río Porrosatí en la parte alta de la microcuenca estudiada. Al igual que en el presente estudio, los resultados de los análisis realizados evidencian la

contaminación del área estudiada por la alta concentración de coliformes fecales a causa de los vertimientos de aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento.

En la investigación realizada por Estela (13) titulada “Niveles de contaminación de las aguas residuales del Centro Poblado Huaca Blanca y su efecto en la calidad del agua del río Chancay” se encontraron resultados muy similares con los de la presente investigación, concluyendo que la principal fuente de contaminación en la calidad del río Chancay del Centro Poblado Huaca Blanca es el vertimiento de las aguas residuales sin previo tratamiento a razón de las altas concentraciones de los coliformes fecales, Demanda Bioquímica de Oxígeno y la existencia de la acumulación de los residuos sólidos a lo largo del cauce del río Chancay. En la presente investigación, al igual que el estudio citado, se tomó como indicadores los resultados de los análisis de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Coliformes Fecales (CF) para concluir que el aporte de carga orgánica y coliformes fecales de las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas es significativo, llegando a alterar las condiciones iniciales del río Shullcas y a incumplir el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua a razón de las descargas directas de las aguas residuales domiciliarias, de la presencia de botaderos con material desmonte, presencia de animales y de residuos sólidos a lo largo de su cauce.

Las investigaciones “Impacto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua de la subcuenca del río Shullcas - Huancayo - Junín” (17), “Impacto de las actividades antrópicas sobre la calidad de agua en la subcuenca del río Chanchas - Huancayo” (18) e “Impactos antropogénicos en la calidad del agua del río Cunas” (19) se realizaron en la cuenca del río Mantaro, donde todos los vertimientos tributan a aquel, al igual que nuestra investigación. Los resultados de estas investigaciones nos dan un indicador de la calidad de agua de los ríos que discurren por el Valle del Mantaro. En relación a los resultados, se observa que en las tres investigaciones, los parámetros evaluados sobrepasan el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua, tomando especial atención en el parámetro de Coliformes Fecales, el cual es un indicador de la presencia de aguas residuales. Considerando que la ciudad de Huancayo no cuenta con Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y los efluentes son vertidos directamente al río, podemos afirmar que el contenido de carga orgánica y coliformes fecales que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas es significativo en la temporada de estiaje en el tramo de estudio.

Tabla 11. *Resultados de calidad de agua.*

RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA					
PARÁMETROS	UNIDADES	RIO SHULLCAS*	RIO CHANCHAS**	RIO CUNAS***	INVESTIGACIÓN
DBO <sub>5</sub>	mg/L	24,05*	11.00**	--	154
SST		403,00*	75.4**	--	174.5125
Coliformes Fecales	NMP/100mL	--	163280**	1100,00***	22100000

Fuente: elaboración propia considerando:

\* "Impacto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua de la subcuenca del río Shullcas - Huancayo - Junín" (17).

\*\* "Impacto de las actividades antrópicas sobre la calidad de agua en la subcuenca del río Chanchas - Huancayo" (18) - valores de época de estiaje.

\*\*\* Impactos antropogénicos en la calidad del agua del río Cunas (19).

En la investigación realizada por Moscoso (2) titulado "Manual de buenas prácticas para el uso seguro y productivo de las aguas residuales domésticas", se detalla que el reúso de las aguas residuales se dan de dos maneras: directo, es cuando las aguas residuales tratadas son utilizadas directamente en el riego agrícola o de áreas verdes, e indirecto, que es cuando los desagües se descargan a los cuerpos receptores que luego son utilizados para las diferentes actividades. Este segundo tipo, no es considerado por la legislación como reúso, sin embargo, es el que más preocupa por sus graves impactos en la salud y el ambiente. Cuando no existe un tratamiento previo adecuado, estos cuerpos de agua suelen contaminarse con altas concentraciones de bacterias, virus y parásitos; bajo este criterio microbiológico de riesgo potencial, se realizaron una serie de investigaciones destinadas a evaluar la calidad de los productos agrícolas regados con aguas residuales. En 1990, el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) realizó una amplia evaluación de la calidad de hortalizas cultivadas en el Callao con aguas residuales crudas (sin tratar), con aguas tratadas en las lagunas de San Juan de Miraflores y en una zona agrícola regada con agua del río Lurín no contaminada. Los resultados indican que el 85 % de las hortalizas regadas con aguas crudas estaban contaminadas con parásitos humanos y el 69 % con bacterias patógenas. En la presente investigación se observó, en la salida de campo, el uso indirecto de las aguas residuales que se utiliza para el riego agrícola es el que más preocupa por sus graves impactos en la salud de la población.

## CONCLUSIONES

Existen evidencias estadísticas para afirmar que el contenido de carga orgánica  $DBO_5$  y coliformes fecales que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas es significativo en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021, con un contenido de carga orgánica y coliformes fecales promedios de 3363.09 kg/día y  $4,93277E+15$  NMP/día respectivamente.

La concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en la estación PAG-01 sobrepasa el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua - Categoría 4: Conservación del ambiente acuático según el D.S. N° 004-2017-MINAM. De acuerdo a la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, tiene una distribución normal y de acuerdo con la prueba t de student, el contenido de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) que aportan las descargas de agua residual al río Shullcas es significativo en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.

La concentración de Sólidos Suspendidos Totales (SST) sobrepasa el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua - Categoría 4: Conservación del ambiente acuático según el D.S. N° 004-2017-MINAM. De acuerdo a la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, tiene una distribución normal y de acuerdo con la prueba t de student, el contenido de Sólidos Suspendidos Totales (SST) que aportan las descargas de agua residual al río Shullcas es significativo en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.

La concentración de Coliformes Fecales (CF) sobrepasa el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua - Categoría 4: Conservación del ambiente acuático según el D.S. N° 004-2017-MINAM; esta agua residual sin tratamiento es vertido al río de las diversas localidades. De acuerdo a la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, tiene una distribución normal y de acuerdo con la prueba t de student, el contenido de Coliformes Fecales (CF) que aporta las descargas de agua residual al río Shullcas es significativo en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.

## RECOMENDACIONES

- Elaborar un Proyecto de Inversión Pública para el mejoramiento del sistema de evacuación y construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de la ciudad de Huancayo.
- Realizar investigaciones sobre los vertimientos de agua residual al río Shullcas, ya que en el transcurso de la investigación se observaron tuberías que vierten constantemente aguas negras hacia el río Shullcas.
- A nivel nacional, el 7,8 m<sup>3</sup>/s de los efluentes generados son utilizados para el riego agrícola y 0,2 m<sup>3</sup>/s para el riego de áreas verdes urbanas. En la sierra se tiene capacidad para tratar agua residual de 4 m<sup>3</sup>/s; sin embargo, estas no son tratadas adecuadamente y se vierten directamente a cuerpos de agua sin dar un uso adicional. En dicho sentido, se recomienda realizar un tratamiento de agua residual con el objetivo de reusar estas aguas para el riego agrícola; esto sería de gran ayuda para la agricultura de nuestro valle en época de sequía y estiaje.
- Vigilar el uso y manejo de las aguas residuales que trascurren por el río Shullcas, ya que se observó que los agricultores de la zona desvían el cauce del río para regar sus cultivos. Además, se observó ganado vacuno y animales domésticos alimentándose de desperdicios y residuos sólidos que la población arroja en el río.
- Realizar contenidos de Educación Ambiental, para poder concientizar a la población que habita en la ribera del río Shullcas puesto que viene arrojando sus residuos sólidos; de esta manera, se alcanzaría a fomentar buenas prácticas del cuidado del agua.
- El mal manejo de las aguas residuales propaga enfermedades entéricas bacterianas, virales y parasitarias, tales como la diarrea, tifoidea, paratifoidea, cólera, hepatitis infecciosa, amebiasis, giardiasis, entre otras. Teniendo en cuenta que existe población a las riberas del río, se recomienda no verter aguas residuales al río Shullcas sin previo tratamiento.
- Se recomienda hacer más investigaciones del río Shullcas en las diferentes épocas del año y tramos para poder obtener información integral que aporte en la toma de decisiones, con el objetivo de conservar nuestro recurso natural teniendo en cuenta que la población depende de la subcuenca del río Shullcas, ya que se observó que sus aguas son empleadas en el riego de cultivos. Dichas investigaciones servirán para comprender el estado actual del río Shullcas y tomar decisiones inmediatas que ayuden a prevenir y controlar la pérdida de calidad del agua.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD [en línea]. Guías para la calidad del agua de consumo humano, 2018. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?ua=1>.
- (2) MOSCOSO, J. *Manual de buenas practicas para el uso seguro y productivo de las aguas residuales domésticas*. Lima: Autoridad Nacional del Agua, 2016.
- (3) SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO. *Diagnóstico de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en el ámbito de las Entidades Prestadoras de Servicios de saneamiento*. Lima: SUNASS, 2016.
- (4) PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION. *Saneamiento Rural y Salud - Guía para acciones a nivel local*. Columbia: PAHO, 2002.
- (5) MURGUEYTIO, A., ORTEGA, E. y CRUCHAGA, H. [en línea]. Instituto Nacional de Defensa Civil - Programa Ciudades Sostenibles. Proyecto INDECI PNUD PER /02/051 00014426, 2011. Disponible en: [http://documentos.munihuancayo.gob.pe/documentos/2015/gerencia\\_subgerencia/desarrollo\\_urbano/plan/DiagnosticoPDU.pdf](http://documentos.munihuancayo.gob.pe/documentos/2015/gerencia_subgerencia/desarrollo_urbano/plan/DiagnosticoPDU.pdf)
- (6) AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. *Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338*. Lima: El Peruano, 2009.
- (7) BRACK, A. *Diagnóstico Ambiental del Perú*. Lima: Ministerio del Ambiente, 2008.
- (8) NATERAS, M. *La importancia del método de investigación*. Toluca, 2005. ISSN: 1665-8140.
- (9) AGUILAR, S. y SOLANO, G. Evaluación del impacto por vertimientos de aguas residuales domésticas, mediante la aplicación del Índice de Contaminación (Icom) en Caño Grande, localizado en Villavicencio-Meta. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Villavicencio: Universidad Santo Tomás, 2018.
- (10) HIDALGO, M. y MEJÍA, E. Diagnóstico de la contaminación por aguas residuales domésticas, cuenca baja de la quebrada La Macana, San Antonio de Prado - Municipio de Medellín. Tesis (Título de Especialista en Gestión Ambiental). Colombia: Universidad de Antioquía, 2010.
- (11) HERNÁNDEZ, A. y ULATE, M. Determinación del impacto en la calidad del agua en la parte alta de la microcuenca del río Porrosatí, por vertido de aguas residuales, para la realización de planes y acciones de manejo de recursos hídricos. Tesis (Grado de Lic. en Manejo de Recursos Hídricos). Costa Rica: Universidad Nacional, 2016.



- (12) LOAIZA, E. Diagnóstico de contaminación de agua en la quebrada Camaronera, Parque Nacional Manuel Antonio, Área de Conservación Pacífico Central - Minaet. Trabajo de investigación. Costa Rica: Universidad de Costa Rica, 2009.
- (13) ESTELA, M. Niveles de contaminación de las aguas residuales del Centro Poblado Huaca Blanca y su efecto en la calidad del agua del río Chancay. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2017.
- (14) TANANTA, F. Determinación de la concentración de coliformes fecales y totales en el río Mayo, por incidencia de la descarga de aguas residuales de la ciudad de la ciudad de Moyobamba 2009. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Moyobamba: Universidad Nacional de San Martín, 2009.
- (15) SOTIL, L. y FLORES, H. Determinación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del contenido de aguas del río Mazan - Loreto, 2016. Tesis (Título de Ingeniero Químico). Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, 2016.
- (16) ARONÉ, S. Indicadores fecales en afluente y efluente en aguas residuales de la laguna de estabilización "Boca del Río" de EMAPISCO S.A. Tesis (Título de Biólogo). Ica: Universidad Nacional San Luis Gonzaga, 2018.
- (17) LOAYZA, J. Impacto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua de la subcuenca del río Shullcas - Huancayo - Junín. Título (Título de Ingeniero Forestal y Ambiental). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2015.
- (18) CHANCASANAMPA, P. y RAMOS, D. Impacto de las actividades antropicas sobre la calidad de agua en la subcuenca del Río Chanchas - Huancayo. Tesis (Título de Ingeniera Forestal y Ambiental). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Peru, 2020.
- (19) CUSTODIO, M. y PANTOJA, R. Impactos antropogénicos en la calidad del agua del río Cunas. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*, 2012, 2(2).
- (20) BLANCAS, C. y HERVÁS, E. *Contaminación de las aguas por nitratos y efectos en la salud*. Sevilla: Consejería de Salud.
- (21) MINISTERIO DE TRANSICIÓN ECOLÓGICA [en línea]. Aguas superficiales y sus tipos. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/aguas-superficiales/>
- (22) DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD JUNÍN [en línea]. Río Shullcas y afluentes, 2008. Disponible en: [http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/rios/2008/SHULCAS\\_2008.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/rios/2008/SHULCAS_2008.pdf).

- (23) MARTÍNEZ, A. *Análisis de la vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático y propuesta de adaptación en la ciudad de Huancayo, Junín: el recurso agua y el género*. Lima: Instituto Geofísico del Perú, 2007.
- (24) SEVILLA, J. [en línea]. Uso del agua, 2014. Disponible en: <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/2113>.
- (25) AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA [en línea]. El agua en cifras. Disponible en: <http://www.ana.gob.pe/contenido/el-agua-en-cifras>.
- (26) MAMANI, W., SUÁREZ, N. y GARCÍA, C. [en línea]. Contaminación del agua e impactos por actividad hidrocarburífera en la Serranía Aguaragüe, 2003. Disponible en: [https://www.academia.edu/44256369/Contaminaci%C3%B3n\\_del\\_agua\\_e\\_impactos\\_por\\_actividad\\_hidrocarbur%C3%ADfera\\_en\\_la\\_Serran%C3%ADa\\_Aguarag%C3%BCe](https://www.academia.edu/44256369/Contaminaci%C3%B3n_del_agua_e_impactos_por_actividad_hidrocarbur%C3%ADfera_en_la_Serran%C3%ADa_Aguarag%C3%BCe). ISBN: 99905-68-32-4.
- (27) SOCIEDAD NORTEAMERICANA DE ECOLÓGICA. *Contaminación no puntual de aguas superficiales con fósforo y nitrógeno*. Washington D.C.: La Sociedad Norteamericana de Ecológica, 1998. ISSN: 1092-8987.
- (28) KIDO, J., ROLDAN, G. y SALAS, M. Contaminación del agua. *Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*, 2016, 2(5). ISSN: 2444-4936.
- (29) ISCH, E. *Contaminación de las aguas y políticas para enfrentarla*. Ecuador: Foro de los Recursos Hídricos, 2011.
- (30) UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL. *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos*. 2006.
- (31) ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL [en línea]. Fiscalización ambiental en aguas residuales, 2014. Disponible en: [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=7827#:~:text=Son%20aquellas%20aguas%20cuyas%20caracter%C3%ADsticas,descargadas%20al%20sistema%20de%20alcantarillado..](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827#:~:text=Son%20aquellas%20aguas%20cuyas%20caracter%C3%ADsticas,descargadas%20al%20sistema%20de%20alcantarillado..)
- (32) FARIAS, E. y PACHECO, H. *Cuidemos el agua fuente de vida y salud*. s.l.: Organización Mundial de la Salud, 2010.
- (33) FERNÁNDEZ, A. [en línea]. Aguas residuales en el Perú, problemática y uso en la agricultura, 2011. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12543/4516>.
- (34) MÉNDEZ, J. y MARCHÁN, J. [en línea]. Diagnóstico situacional de los sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en las Empresas Prestadoras de Servicio del Perú y propuestas de solución, 2008. Disponible en: <https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2020/09/3.-Sunass-GIZ-PROAGUA-2008.-Diagn%C3%B3stico->

situacional-de-los-sistemas-de-tratamiento-de-aguas-residuales-en-las-EPS-del-Per%C3%BA-y-propuestas-de-soluci%C3%B3n.pdf.

- (35) TORRES, P., HERNÁN, C. y PATIÑO, P. *Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica*. Medellín: s.n., 2009.
- (36) GARCÍA, A. [en línea]. Calidad del agua, 2014. Disponible en: <http://www.agua.unam.mx/assets/pdfs/impluvium/numero03.pdf>.
- (37) MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Estándares de Calidad Ambiental para agua*. Lima: s.n., 2017.
- (38) BEHLING, E., y otros. [en línea]. Influencia de la carga orgánica sobre la eficiencia de reactores RBC de tres etapas en el tratamiento de un efluente industrial sintético, 2012. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v22n2/v22n2a01.pdf>.
- (39) RIGOLA, M. *Tratamiento de aguas Industriales*. s.l.: Marcombo. ISBN: 84-267-0740-8.
- (40) MINISTERIO DE SALUD. *Evaluación de los resultados de los monitoreos realizados a los recursos hídricos en la cuenca del río Rímac*. Lima: s.n., 2019.
- (41) SIERRA, C. *Calidad del agua evaluación y diagnóstico*. Colombia: Universidad de Medellín, 2011. ISBN: 978-958-8692-06-7.
- (42) MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. *Manual N° 5: Medición de agua*. Lima: s.n., 2015.
- (43) AGENCIA DE MEDIO AMBIENTE. *Metodología para la evaluación aproximada de la carga orgánica*.
- (44) AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales*. Lima: s.n., 2016.
- (45) MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Guía para el muestreo*. Lima: Mavet impresiones E.I.R.L, 2014.
- (46) MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Glosario de términos para la Gestión Ambiental Peruana*. Lima: s.n., 2012.
- (47) RAMOS, L., y otros. [en línea]. Análisis de la contaminación microbiológica (coliformes totales y fecales) en la Bahía de Santa Marta, Caribe colombiano, 2008. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v13n3/v13n3a7.pdf>.
- (48) MORA, J. y CALVO, G. *Estado actual de contaminación con coliformes fecales de los cuerpos de agua de la Península de Osa*. Costa Rica: s.n., 2010.

- (49) AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. *Metodología para la Determinación del Índice de Calidad de Agua de los Recursos Hídricos Superficiales en el Perú*. Lima: s.n., 2018.
- (50) AGUAMARKET [en línea]. Carga orgánica. Disponible en: <https://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Id=404&termino=Carga+organica>.
- (51) COMUNIDAD ANDINA. *Manual de estadísticas ambientales*. Lima: s.n., 2008.
- (52) RODRÍGUEZ, F. *Generalidades acerca de las técnicas de investigación cuantitativa*. Bogotá: Paradigmas, 2007. ISSN: 1909-4302.
- (53) VARGAS, Z. *La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica*. Costa Rica: Educación, 2009. ISSN: 0379-7082.
- (54) LOZADA, J. *Investigación aplicada: Definición, propiedad intelectual e industria*. Quito: Dialnet, 2014. ISSN: 130-9592.
- (55) WYNARCZYK, H. [en línea]. Orientaciones técnicas especialmente para niveles de Licenciatura y Máster en Áreas de Ciencias de la Administración y Ciencias Sociales, 2001 [fecha de consulta: 26 de octubre de 2021]. Disponible en: <http://www.cyta.com.ar/ta0102/research.htm>.
- (56) HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ-COLLADO, C. y BAPTISTA, P. *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill, 2006. ISBN: 970-10-5753-8.
- (57) ROMERO, M. [en línea]. Pruebas de bondad de ajuste a una distribución normal, 2016. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5633043.pdf>
- (58) FLORES, C. y FLORES, K. *Pruebas para comprobar la normalidad de datos en procesos productivos: Anderson-Darling, Ryan-Joiner, Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov*. Ecuador: s.n., 2021. ISSN: 1560-0408.

# **ANEXOS**

## Anexo 1. Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p><b>General:</b> ¿Cuál es la influencia del aporte de carga orgánica y coliformes fecales de las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas en temporada de estiaje, tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021?</p> <p><b>Específicos:</b> ¿Cuál es la influencia del aporte de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) de las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas en temporada de estiaje, tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021?</p> <p>¿Cuál es la influencia del aporte de Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas en temporada de estiaje, tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021?</p> <p>¿Cuál es la influencia del aporte de Coliformes Fecales (FC) de las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas en temporada de estiaje, tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021?</p>	<p><b>General:</b> Determinar la influencia del aporte de carga orgánica y coliformes fecales de las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas en temporada de estiaje, tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.</p> <p><b>Específicos:</b> Determinar la influencia del aporte de Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) de las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas en temporada de estiaje, tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.</p> <p>Determinar la influencia del aporte de Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas en temporada de estiaje, tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.</p> <p>Determinar la influencia del aporte de Coliformes Fecales (FC) de las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas en temporada de estiaje, tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.</p>	<p><b>Hipótesis general</b> <b>H<sub>0</sub>:</b> El contenido de carga orgánica y coliformes fecales que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas no es significativa en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021. <b>H<sub>1</sub>:</b> El contenido de carga orgánica y coliformes fecales que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas es significativa en temporada de estiaje en el tramo condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.</p> <p><b>Específicos:</b> <b>H<sub>0</sub>:</b> El contenido de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas no es significativa en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021. <b>H<sub>1</sub>:</b> El contenido Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas es significativa en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.</p> <p><b>H<sub>0</sub>:</b> El contenido de Sólidos Suspendidos Totales (SST) que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas no es significativa en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021. <b>H<sub>1</sub>:</b> El contenido Sólidos Suspendidos Totales (SST) que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas es significativa en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.</p> <p><b>H<sub>0</sub>:</b> El contenido de Coliformes Fecales (CF) que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas no es significativa en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021. <b>H<sub>1</sub>:</b> El contenido Coliformes Fecales (CF) que aportan las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas es significativa en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.</p>	<p><b>Variable independiente:</b> Aporte de carga orgánica y coliformes fecales de las descargas de agua residual en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura.</p> <p>Componentes (dimensiones):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DBO<sub>5</sub></li> <li>• SST</li> <li>• Coliformes fecales (CF)</li> </ul> <p><b>Variable in dependiente:</b> Lecho de río Shullcas en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021.</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b> Aplicado.</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> Explicativo.</p> <p><b>Método general:</b> Hipotético deductivo.</p> <p><b>Método específico:</b> Recopilación de datos en campo (observación).</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> No experimental cuantitativo - longitudinal panel.</p>

Anexo 2. Ficha de campo.

FICHA DE CAMPO			
<b>TEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	APORTE DE CARGA ORGÁNICA Y COLIFORMES FECALES EN LAS DESCARGAS DE AGUA RESIDUAL AL LECHO DEL RIO SHULLCAS EN TEMPORADA DE ESTIAJE EN EL TRAMO CONDOMINIO BELLAVISTA - DESEMBOCADURA, HUANCAYO 2021		<b>FICHA DE CAMPO N°</b>
<b>INTEGRANTES</b>	ARIAS BOZA YONY CALDERON GARCILAZO ADA ORELLANA CERRON JEAN PIERRE		<b>FECHA</b> <b>HORA</b>
			01 16/08/21 10:45 A. M.
<b>LUGAR</b>	DESEMBOCADURA DEL RIO SHULLCAS		
<b>N°</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>HERRAMIENTAS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
01	Reconocimiento del lugar de estudio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GPS</li> <li>• cámara fotográfica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En el punto identificado a 100m. del condominio bellavista, se observo que no existe evidencia de caudal.</li> <li>• En el punto de estudio de la desembocadura hacia el rio shullcas se observó que existe caudal de aguas y el olor es desagradable y el color es gris.</li> <li>• Se observan animales en el cauce del río</li> <li>• Se observo residuos sólidos</li> <li>• Tránsito de valques.</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se observó a personas y animales domésticos caminando por el área del trabajo.</li> <li>• Se tomó los coordenados del punto de muestreo en la desembocadura. COD. PRG-01 COORDENADAS WGS 84. ESTE : 474683 NORTE : 8665665</li> <li>• Se fue al punto inicial de la investigación (cerca al condominio Bellavista - San Carlos) para verificar el caudal, se observo que no hay caudal.</li> </ul>

FICHA DE CAMPO

<b>TEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	APORTE DE CARGA ORGÁNICA Y COLIFORMES FECALES EN LAS DESCARGAS DE AGUA RESIDUAL AL LECHO DEL RIO SHULLCAS EN TEMPORADA DE ESTIAJE EN EL TRAMO CONDOMINIO BELLAVISTA - DESEMBOCADURA, HUANCAYO 2021	<b>FICHA DE CAMPO N°</b>	02
<b>INTEGRANTES</b>	ARIAS BOZA YONY CALDERON GARCILAZO ADA ORELLANA CERRON JEAN PIERRE	<b>FECHA</b>	19/08/21
		<b>HORA</b>	10:45 A.M.

LUGAR DESEMBOCADURA DEL RIO SHULLCAS

N°	ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS	OBSERVACIONES
01	• medición de caudal	• GPS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizó el trabajo de campo de acuerdo a las actividades programadas de manera ordenada según el protocolo de monitoreo de aguas</li> <li>• Durante el trabajo realizado, se pudo observar que había poco caudal.</li> <li>• El color de los aguas residuales es gris y despiden olor desagradable</li> <li>• Se tomaron los muestras en la parte central del Río Shullcas</li> </ul>
02	• toma de muestras	• Cámara Fotográfica • Cinta métrica	
03	• Envío de muestras al laboratorio	• Frascos rotulados • Cooler • Epps	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se eligió un tramo uniforme para medir el caudal, acorde a la guía del Ministerio de agricultura.</li> <li>• Se observa animales voceros (vocas), doméstico (perros) y aves alimentándose y bebiendo agua del río.</li> <li>* Los tomó las coordenadas del punto de muestreo en la desembocadura                      COO: PAG-01                      COORDENADAS UTM WGS 84                      ESTE: 474683 ZONA 18L                      NORTE: 8665665</li> <li>• Se fue al punto inicial de la investigación (cerca al Condominio Bellavista - San Carlos) para verificar el caudal. Se observa que no existe caudal.</li> </ul>



**FICHA DE CAMPO**

<b>TEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	APORTE DE CARGA ORGÁNICA Y COLIFORMES FECALES EN LAS DESCARGAS DE AGUA RESIDUAL AL LECHO DEL RIO SHULLCAS EN TEMPORADA DE ESTIAJE EN EL TRAMO CONDOMINIO BELLAVISTA - DESEMBOCADURA, HUANCAYO 2021	<b>FICHA DE CAMPO N°</b>	03
<b>INTEGRANTES</b>	ARIAS BOZA YONY CALDERON GARCILAZO ADA ORELLANA CERRON JEAN PIERRE	<b>FECHA</b>	24/08/21
		<b>HORA</b>	10:45 A.M.

**LUGAR** DESEMBOCADURA DEL RIO SHULLCAS

N°	ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS	OBSERVACIONES
01	• medición de Caudal	• G.P.S.	• Se realizó el trabajo de campo acorde a los actividades programadas de manera ordenada, según protocolo de monitoreo de aguas • Durante el trabajo realizado, se pudo observar que había poco caudal. • El color de las aguas residuales es gris y despiden olor desagradable. • Se tomaron las muestras en la parte central del río Shullcas.
02	• toma de muestras	• Cámara Fotográfica	
03	• Envío de muestras al laboratorio	• Cinta métrica • Frascos rotulados • Epps ✓ cosco ✓ chaleco ✓ guantes ✓ Botas	
			• Se eligió un tramo uniforme para medir el caudal acorde a la guía del ministerio de agricultura • Se observan animales vacunos, domésticos y aves alimentándose y bebiendo agua del río • Se tomaron las muestras de agua de las siguientes coordenadas COD. P19-01 Coordenadas UTM Este: 474683 W6584 Norte: 8665665 Zona 18L • Se fue al punto inicial de la investigación (cerca al condominio Bellavista-Sancarlos) para verificar el caudal. Se observa que no existe caudal

**FICHA DE CAMPO**

<b>TEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	APORTE DE CARGA ORGÁNICA Y COLIFORMES FECALES EN LAS DESCARGAS DE AGUA RESIDUAL AL LECHO DEL RIO SHULLCAS EN TEMPORADA DE ESTIAJE EN EL TRAMO CONDOMINIO BELLAVISTA - DESEMBOCADURA, HUANCAYO 2021	<b>FICHA DE CAMPO N°</b>	04
<b>INTEGRANTES</b>	ARIAS BOZA YONY CALDERON GARCILAZO ADA ORELLANA CERRON JEAN PIERRE	<b>FECHA</b>	30/08/21
		<b>HORA</b>	10:45 A.M.

**LUGAR** DESEMBOCADURA DEL RIO SHULLCAS

N°	ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS	OBSERVACIONES
01	Medición de caudal	<ul style="list-style-type: none"> <li>GPS</li> <li>Camara fotografica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se realizo el trabajo de campo de acuerdo a las actividades programadas de manera ordenada según el protocolo de monitoreo de aguas</li> </ul>
02	toma de muestras	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cinta metrica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Durante el trabajo realizado, se pudo observar que habia poco caudal</li> <li>El color de los aguas residuales es gris y despiden olor desagradables</li> <li>Se tomaron los muestras en la parte central del rio shullcas</li> </ul>
03	Envio de muestras al laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Frascos rotulador</li> <li>EPPS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se eligio un tramo uniforme para medir el caudal, acorde a la guía de Ministerio de Agricultura</li> <li>Se observan animales domésticos (perros) alimentándose y bebiendo del agua de río</li> <li>Se tomaron los muestras de agua de la siguiente coordenada:                      COORDENADAS UTM                      ESTE: 474683      WGS84                      NORTE: 8665665      ZONA 18L.</li> <li>* Se fue al punto inicial de la investigación (cerca al condominio - San Carlos) para verificar el caudal del Río. se observó que no existe agua.</li> </ul>





Anexo 3. Cadena de custodia.



CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - DE AGUAS Y SUELOS

FE: Versión F.E. 20

Página: 1 de 20

Cliente: ARA CAJADERON GARCILAZO      Contacto:      E-mail: yxkfa98@gmail.com      Telef.(s) 992846955  
 Lugar: RIO SHULLAS - HUANCAYO - JUNIN      Empresa:      Planta:      Proyecto:  
 Carta/Colización: 2021 - OGEV - 54 - 1      MUESTREADO POR SAG      MUESTREADO POR CLIENTE

PUNTO DE MUESTREO o CÓDIGO DEL CUENTE	MUESTREO		TIPO DE MUESTRA	PARAMETROS IN SITU			ANÁLISIS DE LABORATORIO		N° Informe: 154993-2021
	FECHA	HORA		DBO5	TSS	C.FECALIS	CODIGO DE LABORATORIO	FACTOS ASOCIADOS	
	19/08/21	10:45	14-SUPERFICIL	X	X	X			21081244
COORDENADAS									
ESTE			474683						
NORTE			8665665						
PROYECTO									
*APORTE DE CARGA ORGANICA Y COLIFORMES FECALES EN CAS DE CARGAS DE AGUA RESIDUAL AL LECHO DEL RIO SHULLAS EN TEMPORADA DE ESTIAJE EN EL TRAMO CONDOMINIO BELCAUSTA - DESEMBOCADURA, HUANCAYO 2021									

SERVICIOS ANALITICOS GENERALES  
**RECIBIDO**  
 20 AGO 2021  
 RECEPCION DE MUESTRAS  
 SAG

Observaciones de Muestreo: \_\_\_\_\_  
 Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del muestreo: ORELUANA JUAN PIERRE      Firma(s):   
 Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable o Supervisor en campo: ARIAS ROSA VIVY      Firma(s):   
 Recibido en laboratorio: AF      Día/Hora: 9:00



CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - DE AGUAS Y SUELOS

FB-01  
Versión 4  
1.E. 2020

Página 01

Cliente: DOA CRISTINA GARCILAZO      Contacto: \_\_\_\_\_      E-mail: yackem15@gmail.com      Telef: (51) 992846955  
 Lugar: RIO SHULLCAS - HUANCAYO - JUNIN      Empresa: \_\_\_\_\_      Planta: \_\_\_\_\_      Proyecto: \_\_\_\_\_  
 Carta/Cotización: 2021-OSUE-S4-1      MUESTREO POR SAG: \_\_\_\_\_      MUESTREO POR CLIENTE: X

MUESTREO			PARAMETROS IN SITU	ANALISIS DE LABORATORIO			N° Informe: <u>154493-2021</u>		
PUNTO DE MUESTREO O CODIGO DEL CLIENTE	FECHA	HORA		TIPO DE MUESTRA	D.B.O.5	T.S.S		C.FECALIS	CODIGO DE LABORATORIO
<u>006-01</u>	<u>24/08/21</u>	<u>10:45 AM</u>	<u>AN-SUPERFICIA</u>	<u>X</u>	<u>X</u>	<u>X</u>	<u>21081531</u>		
			COORDENADAS:  ESTE <u>474683</u> NORTE <u>8665667</u>						
			PROYECTO:  "ANALISIS DE CARGA ORGANICA Y COLIFORMES FECALES EN LAS DESCARGAS DE AGUA RESIDUAL AL LECHO DEL RIO SHULLCAS EN TEMPORADA DE ESTIAJE EN EL TRAMO CONDOMINIO BELLAVISTA - DESEMBOCADURA, HUANCAYO 2021"						

SERVICIOS ANALITICOS GENERALES  
**RECIBIDO**  
**25 AGO 2021**  
 RECEPCION DE MUESTRAS  
 SAG

Observaciones de Muestreo: \_\_\_\_\_

Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del muestreo: CRISTINA GARCILAZO      Firma: [Firma]      Recibido en laboratorio: AF  
 Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable Supervisor en campo: ARIAS BOZA YONY      Firma: [Firma]      Fecha: 9/08



CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - DE AGUAS Y SUELOS

FR - 005  
 Versión 06  
 F.E. 11/2019

Página ..... de .....

Cliente: ADA CALDERÓN GARCILAZO Contacto: \_\_\_\_\_ E-mail: yacki3785@gmail.com Telef.(s) 992846955

Lugar: RIO SHULLCAS - HUANCAYO - JUNIN Empresa: \_\_\_\_\_ Planta: \_\_\_\_\_ Proyecto: \_\_\_\_\_

Carta/Cotización: 2021-08VE-54-1 MUESTREO POR SAG  MUESTREO POR CLIENTE

PUNTO DE MUESTREO O CÓDIGO DEL CLIENTE	MUESTREO			PARAMETROS IN SITU	ANÁLISIS DE LABORATORIO	N° Informe: <u>154726-2021</u>
	FECHA	HORA	TIPO DE MATRIZ			
<u>PAG-01</u>	<u>30/08/21</u>	<u>10:45</u>	<u>AN-SUPERFICIAL</u>	DB05 TSS C. Fecales <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		<u>21082094</u>
			COORDENADAS E <u>4746.83</u> N <u>8665665</u>			
			PROYECTO: "ABORTE DE CARGA ORGÁNICA Y COLIFORMES FECALES EN LAS DESCARGAS DE AGUA RESIDUAL AL LECHO DEL RIO SHULLCAS EN TEMPORADA DE ESTIAJE EN EL TRAMO CONDOMINIO BELLAVISTA - DESEMBOCADURO, HUANCAYO 2021"			

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES  
**RECIBIDO**  
**31 AGO 2021**  
 RECEPCIÓN DE MUESTRAS  
 SAG

Observaciones de Muestreo: \_\_\_\_\_

Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del muestreo: ORELLANO JEAN PIERRE Firma(s): [Firma] Recibido en laboratorio: AF

Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable o Supervisor en campo: ARZAS BOZO YONY Firma(s): [Firma] Día/Hora: 1:00





**CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - CALIDAD DE AGUA Y SUELO**

FR - 001  
 Versión: 01  
 F.E: 08/2021  
 Página . 01 de 01.

Cliente: ADA CALDERON GARCIAZO Contacto: Ada Calderon E-mail: yaicki3495@gmail.com Telef. (s) 992 846955

Lugar: RIO SHULLCAS - NUNCAYO - JUNIN Empresa: \_\_\_\_\_ Planta: \_\_\_\_\_ Proyecto: 1E-SSA-19-282

Carta/Cotización: 070-UR-URDREAM-2021  MUESTREO POR URDREAM  MUESTREO POR CLIENTE

PUNTO DE MUESTREO ó CÓDIGO DEL CLIENTE	MUESTREO		TIPO DE MATRIZ	PARAMETROS IN SITU			ANÁLISIS DE LABORATORIO										N° Informe:			
	FECHA	HORA																CÓDIGO DE LABORATORIO	DATOS ADICIONALES	
PAG-01	29/09/21	10:45	AN SUPERFICIA																SSA-282	
<p>PROYECTO:</p> <p>"APORTE DE CARGO ORGANICA Y COLIFORMES FECALIS EN LAS DESCARGAS DE AGUA RESIDUAL AL LECHO DEL RIO SHULLCAS EN TEMPORADA VE ESTIAJE EN EL TRAMO CONDOMINIO BELLAUSCA - DESEMBOCADURA NUNCAYO 2021"</p>																				



DATOS DEL MUESTREO: Registrar la información de campo en el siguiente recuadro:

CÓDIGO DEL CLIENTE	Descripción del punto de muestreo / Estación de muestreo	GEOREFERENCIA (UTM) (Sistema, Zona y Banda):		ALTITUD (m.s.n.m.)
PAG-01	Desembocadura del Rio Shullcas	E: 474683	N: 8665665	-
		E:	N:	

OBSERVACIONES DE CAMPO

Apellido(s) y Nombre(s) del Responsable del Muestreo: ORELINDA PERON JEAN PERE Firma(s): [Signature] Recibido en laboratorio por: AL

Apellido(s) y Nombre(s) del Supervisor de Campo: ARIAS BORD VONY Firma(s): [Signature] hora y fecha: 11:50

## Anexo 4. Informe de laboratorio SAG y UR DREAM.



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



### INFORME DE ENSAYO N° 154726 - 2021 CON VALOR OFICIAL

**RAZÓN SOCIAL** : GRUPO URBAN DREAM INGENIERÍA Y ARQUITECTURA SOSTENIBLE S.A.C.  
**DOMICILIO LEGAL** : JR. MANCO CÁPAC NRO. 162, AYACUCHO, HUAMANGA, AYACUCHO  
**SOLICITADO POR** : ADA CALDERÓN, YONY ARIAS, JEAN PIERRE ORELLANA  
**REFERENCIA** : "APORTE DE CARGA ORGÁNICA Y COLIFORMES FECALES EN LAS DESCARGAS DE AGUA RESIDUAL AL LÉCHO DEL RÍO SHULLCAS EN TEMPORADA DE ESTIAJE EN EL TRAMO CONDOMINIO BELLAVISTA - DESEMBOCADURA, HUANCAYO 2021"  
**PROCEDENCIA** : RÍO SHULLCAS - HUANCAYO - JUNÍN  
**FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS** : 2021-08-31  
**FECHA(S) DE ANÁLISIS** : 2021-08-31 AL 2021-09-06  
**FECHA(S) DE MUESTREO** : 2021-08-30  
**MUESTREO POR** : EL CLIENTE  
**CONDICIÓN DE LA MUESTRA** : LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIBIÓ.

#### I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C	Unidades
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.	2.00 <sup>(a)</sup>	mg/L
Sólidos suspendidos totales (TSS)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.	3.00	mg/L
Numeración de Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.	1.6 <sup>(a)</sup>	NMP/100mL

L.C.: Límite de cuantificación.

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

(b) Expresado como límite de detección del método.

#### II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua Natural Superficial	
Matriz analizada	Agua Natural	
Fecha de muestreo	2021-08-30	
Hora de inicio de muestreo (h)	10:45	
Coordenadas	474683E	
	8665665W	
Condiciones de la muestra	Refrigerada/Preservada	
Código del Cliente	PAG-01	
Código del Laboratorio	21082094	
Ensayo	Unidades	Resultados
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	127.10
Sólidos suspendidos totales (TSS)	mg/L	138.80
Numeración de Coliformes Fecales <sup>(1)</sup>	NMP/100mL	33 x 10 <sup>4</sup>

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

*Mariú Tello Paucar*  
 Ing. Mariú Tello Paucar  
 Director Técnico  
 C.I.P. N° 219624  
 Servicios Analíticos Generales S.A.C.

Lima, 14 de Setiembre del 2021.

EXPERTS  
 WORKING  
 FOR YOU

Cod. FI 002 / Versión 09 / F.E. 09/2020

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

#### SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chaera Ríos Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima  
 • Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 1 de 1





**INFORME DE ENSAYO N° 154493 - 2021  
CON VALOR OFICIAL**

**RAZÓN SOCIAL** : GRUPO URBAN DREAM INGENIERÍA Y ARQUITECTURA SOSTENIBLE S.A.C.  
**DOMICILIO LEGAL** : JR. MANCO CÁPAC NRO. 162, AYACUCHO, HUAMANGA, AYACUCHO  
**SOLICITADO POR** : ADA CALDERÓN, YONY ARIAS, JEAN PIERRE ORELLANA  
**REFERENCIA** : "APORTE DE CARGA ORGÁNICA Y COLIFORMES FECALES EN LAS DESCARGAS DE AGUA RESIDUAL AL LECHO DEL RÍO SHULLCAS EN TEMPORADA DE ESTIAJE EN EL TRAMO CONDOMINIO BELLAVISTA - DESEMBOCADURA, HUANCAYO 2021"  
**PROCEDENCIA** : RÍO SHULLCAS - HUANCAYO - JUNÍN  
**FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS** : 2021-08-20/ 25  
**FECHA(S) DE ANÁLISIS** : 2021-08-20 AL 2021-08-31  
**FECHA(S) DE MUESTREO** : 2021-08-19/ 24  
**MUESTREADO POR** : EL CLIENTE  
**CONDICIÓN DE LA MUESTRA** : LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIBIÓ.

**I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:**

Ensayo	Método	L.C	Unidades
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test.	2.00 <sup>(b)</sup>	mg/L
Sólidos suspendidos totales (TSS)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.	3.00	mg/L
Numeración de Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.	1.8 <sup>(a)</sup>	NMP/100mL

L.C.: límite de cuantificación.

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

(b) Expresado como límite de detección del método.

Ing. Mariú Tello Paucar  
 Director Técnico  
 C.I.P. N° 219624  
 Servicios Analíticos Generales S.A.C.

EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU

Codi. FI002 / Versión 09/ F.E.: 09/2020

**OBSERVACIONES:** • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento solo son válidos para las muestras enviadas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

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

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Malto de Turner N° 2079 - Lima  
 • Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 1 de 2



**INFORME DE ENSAYO N° 154493 - 2021  
CON VALOR OFICIAL**

**II. RESULTADOS:**

Producto declarado		Agua Natural Superficial
Matriz analizada		Agua Natural
Fecha de muestreo		2021-08-19
Hora de inicio de muestreo (h)		10:45
Coordenadas		474683E 8665665N
Condiciones de la muestra		Refrigerada/Preservada
Código del Cliente		PAG-01
Código del Laboratorio		21081244
Ensayo	Unidades	Resultados
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	204.90
Sólidos suspendidos totales (TSS)	mg/L	197.00
Numeración de Coliformes Fecales <sup>(1)</sup>	NMP/100mL	79 x 10 <sup>5</sup>
Producto declarado		Agua Natural Superficial
Matriz analizada		Agua Natural
Fecha de muestreo		2021-08-24
Hora de inicio de muestreo (h)		10:45
Coordenadas		474683E 8665665N
Condiciones de la muestra		Refrigerada/Preservada
Código del Cliente		PAG-01
Código del Laboratorio		21081531
Ensayo	Unidades	Resultados
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	149.00
Sólidos suspendidos totales (TSS)	mg/L	238.80
Numeración de Coliformes Fecales <sup>(1)</sup>	NMP/100mL	130 x 10 <sup>5</sup>

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

Lima, 03 de Setiembre del 2021.

EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU

## INFORME DE ENSAYO N°: IE-SSA-19-282

### I. DATOS DEL SERVICIO

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| 1. RAZÓN SOCIAL                | : ADA CALDERÓN, YONY ARIAS, JEAN PIERRE   |
| 2. DIRECCIÓN                   | : Huancayo.   |
| 3. PROYECTO                    | : "APORTE DE CARGA ORGÁNICA Y COLIFORMES<br>FECALES EN LAS DESCARGAS DE AGUA RESIDUAL AL<br>LECHO DEL RIO SHULLCAS EN TEMPORADA DE<br>ESTIAJE EN EL TRAMO CONDOMINIO BELLAVISTA-<br>DESEMBOCADURA, HUANCAYO 2021" |
| 4. PROCEDENCIA                 | : DISTRITO DE HUANCAYO  |
| 5. SOLICITANTE                 | : ADA CALDERÓN, YONY ARIAS, JEAN PIERRE   |
| 6. PLAN DE MONITOREO           | : NO APLICA   |
| 7. MUESTREO POR                | : GRUPO URBAN DREAM INGENIERÍA Y<br>ARQUITECTURA SOSTENIBLE S.A.C.  |
| 8. FECHA DE EMISION DE INFORME | : 10/10/2021  |

### II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

- |                                  |                            |
|----------------------------------|----------------------------|
| 1. MATRIZ                        | : AGUA                     |
| 2. NÚMERO DE MUESTRAS            | : 1                        |
| 3. FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA | : 29/09/2021               |
| 4. PERÍODO DE ENSAYO             | : 29/09/2021 al 08/10/2021 |

### III. METODOS Y REFERENCIA

TIPO DE ENSAYO	NORMA REFERENCIA	TÍTULO
Sólidos Suspendidos Totales(TSS)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23 rd Ed.2017. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.	Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017
Numeración de Coliformes Totales	SMEW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23 rd Ed. 2017. Multiple tube fermentation technique for members of the coliforms group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.	Multiple tube fermentation technique for members of the coliforms group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.

Marcos A. Valdivia Coronel  
Ing. Químico

JEFE DE LABORATORIO  
GRUPO URBAN DREAM INGENIERIA Y  
ARQUITECTURA SOSTENIBLE S.A.C.

CIP: 85980

JR. MANCO CAPAC N° 162 – URB. CERCADO – HUAMANGA – AYACUCHO  
AV. SAN CARLOS N° 2106 – HUANCAYO – JUNÍN

Cel: 952021179

GRUPO URBAN DREAM INGENIERIA Y ARQUITECTURA SOSTENIBLE S.A.C.





**IV. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO**

ITEM	1
CÓDIGO DEL LABORATORIO:	SSA-282
CÓDIGO DEL CLIENTE	PAG-01
COORDENADAS	N: 8665665
UTM WGS 84:	E: 474683
MATRIZ:	AGUA
GRUPO:	NATURAL
SUB GRUPO:	SUPERFICIAL
FECHA:	29-09-21
HORA:	10:45

**V. RESULTADOS**

PARAMETRO	UNIDAD	L.C.M	RESULTADO
			AG-01
Sólidos Suspendidos Totales(TSS)	mg/L	3.00	138.80
Numeración de coliformes fecales/coliformes termotolerantes	NMP/100mL	1.8 <sup>(a)</sup>	34500000
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	2.00 <sup>(b)</sup>	127.10



"L.C.M.": Límite de Cuantificación del Método

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de la empresa.

Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**"FIN DEL DOCUMENTO"**



JR. MANCO CAPAC N° 162 – URB. CERCADO – HUAMANGA – AYACUCHO  
 AV. SAN CARLOS N° 2106 – HUANCAYO - JUNÍN  
 Cel: 952021179

**GRUPO URBAN DREAM INGENIERIA Y ARQUITECTURA SOSTENIBLE S.A.C.**

**Anexo 5. Certificado de calibración de instrumentos.**



**GRUPO URBAN DREAM INGENIERIA Y ARQUITECTURA SOSTENIBLE S.A.C**

**CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN OPERACIONAL  
N° 2021007-10**

1. **SOLICITANTE** : GRUPO URBAN DREAM S.A.C.  
 2. **DIRECCIÓN** : Av. San Carlos N° 2106 – Huancayo  
 3. **DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO** :

<b>EQUIPO</b>	GPS	<b>MEDICIÓN</b>	UTM
<b>MARCA</b>	GARMIN	<b>RANGO</b>	NO APLICA
<b>RESOLUCIÓN</b>	NO APLICA	<b>EXACTITUD</b>	+/- 3.6 m

4. **FECHA DE VERIFICACIÓN** : 10/07/2021  
 5. **LUGAR DE VERIFICACIÓN** : Jr. Manco Capac N° 162 Huamanga - Ayacucho  
 6. **MÉTODO DE VERIFICACIÓN** : La verificación se realizó según el procedimiento indicado en el manual de operación del fabricante.  
 7. **TRAZABILIDAD** : Los resultados de la calibración tienen trazabilidad. Se utilizaron los siguientes patrones.



<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MARCA</b>	<b>N° CERTIFICADO</b>
GPS	GARMIN	NO INDICA

8. **CONDICIONES AMBIENTALES** :

<b>TEMPERATURA</b>	Inicial	26.3 °C	Final	26.4°C
<b>HUMEDAD</b>	Inicial	75% HR	Final	75% HR
<b>PRESION</b>	Inicial	757.4mmHg	Final	756 mmHg

9. **RESULTADOS** :

GPS PATRON (alt, L, UTM)	LECTURAS DEL GPS		ERROR	ESTADO
	Inicial (UTM)	Final (UTM)		
357	358	358	1.00	CUMPLE
291351.30	291352	291350	-1.30	CUMPLE
8667667.30	8667668	8667668	0.70	CUMPLE
53	61	55	2.00	CUMPLE
270585.00	270596	270587	2.00	CUMPLE
8670624.00	8670622	8670623	-1.00	CUMPLE
50	52	50	0.00	CUMPLE
270545.25	270545	270546	0.75	CUMPLE
8670880.91	8670882	8670883	2.09	CUMPLE

ERROR: Lectura final - Valor del estándar.  
 ESTADO: "CUMPLE" si está dentro de los criterios de aceptación de la verificación, en caso contrario "NO CUMPLE".

10. **OBSERVACIONES** :
- Los resultados del presente documento son válidos únicamente para el objeto verificado
  - El instrumento se encuentra en buen estado y dentro de las tolerancias establecidas por el fabricante

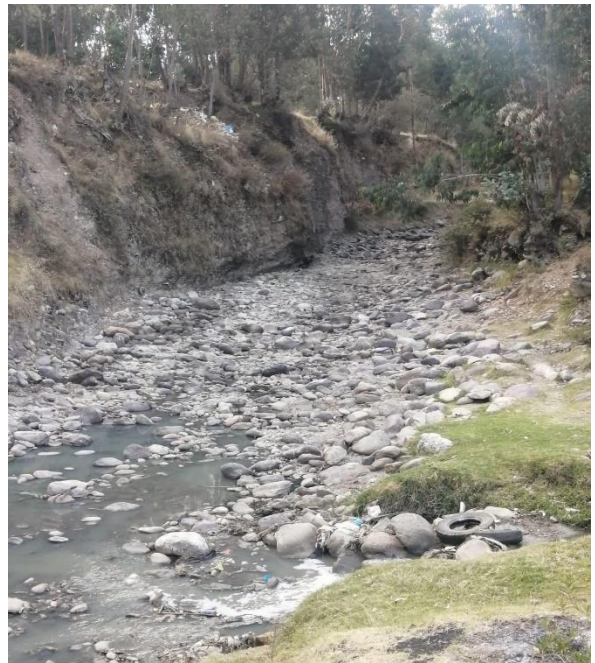
Dirección: Jr. Manco Capac n° 162 Ayacucho  
 Cel: 952021179

Email : [grupour.dream@gmail.com](mailto:grupour.dream@gmail.com)

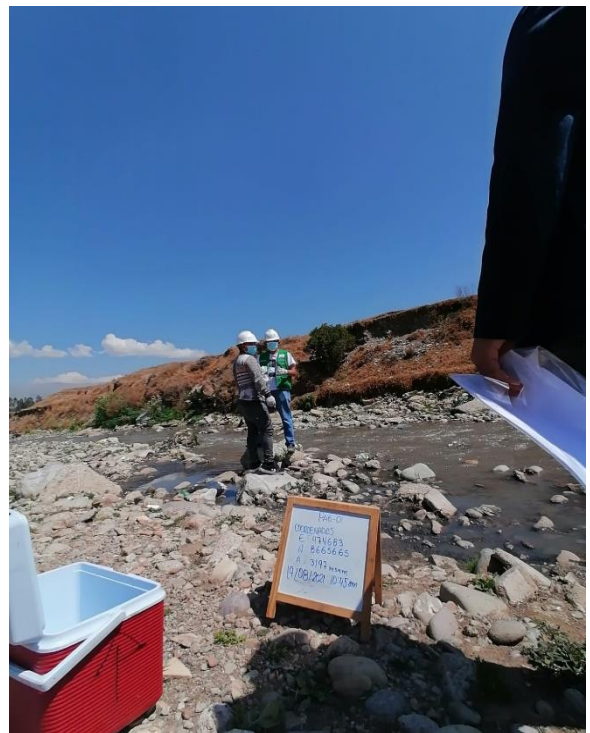




**Anexo 6. Registro fotográfico.**



*Fotografías 1 y 2. Reconocimiento del punto inicial de la investigación (PAG-01).*



*Fotografías 3 y 4. Preparación de materiales para recojo de muestras (PAG-01).*





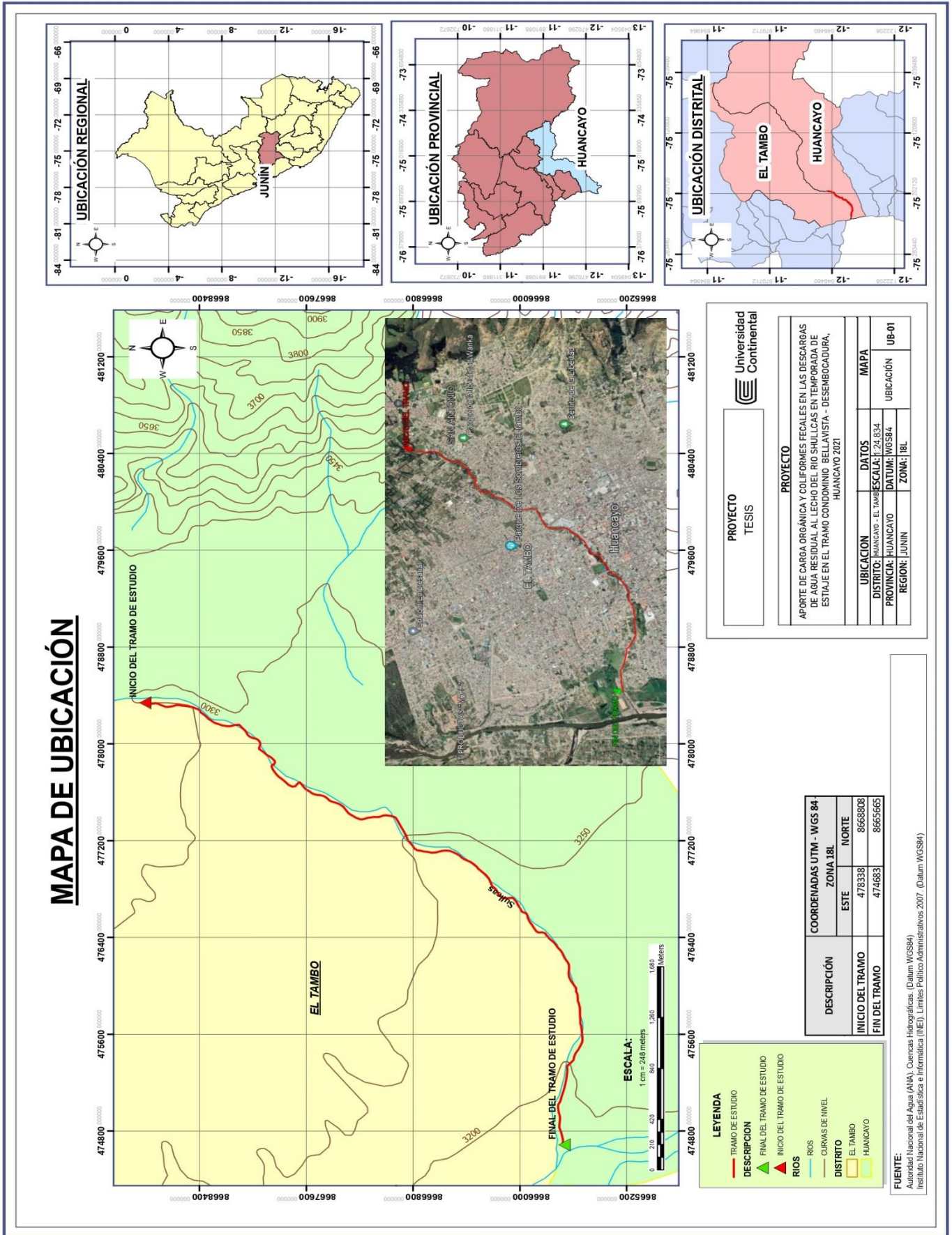
Fotografías 5, 6, 7 y 8. Recojo de muestras de agua del río Shullcas (Punto de monitoreo PAG-01).



*Fotografías 9 y 10. Medición del caudal del río Shullcas.*



# Anexo 7. Mapa de ubicación.



**Anexo 8.** Reporte Turnitin (% de similitud).