

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA**

(Creada por Ley N° 25265)

**FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



## **TESIS**

**“CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA EN EL  
AGUA DEL RIO TINQUER EN EL CENTRO POBLADO  
DE TINQUERCASA – HUANCVELICA, 2021”**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:  
GESTIÓN AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR:**

Bach. MATOS RAMOS, ROSSEL  
Bach. TICLLASUCA MEZA, PERCY

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIO**

HUANCAVELICA, PERÚ

2022



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA**  
**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**



En el Auditorium de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, a los 21 días del mes de noviembre del año 2022, a horas 5:00 p.m., se reunieron los miembros del jurado calificador conformado de la siguiente manera:

- PRESIDENTE** : Mg. Wilfredo SÁEZ HUAMÁN  
<https://orcid.org/0000-0002-1485-8273>  
 DNI N° 23274838
- SECRETARIA** : M.Sc. Mabel Yesica ESCOBAR SOLDEVILLA  
<https://orcid.org/0000-0001-9253-5974>  
 DNI N° 41063829
- ASESOR** : Dr. Víctor Guillermo SÁNCHEZ ARAUJO  
<https://orcid.org/0000-0002-7702-0881>  
 DNI N° 40446828

Designados con Resolución de Decano N° 337-2021-FCI-UNH, de fecha 01 de diciembre del 2021, a fin de proceder el acto académico de evaluación y calificación de la sustentación del informe final de tesis titulado: "CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA EN EL AGUA DEL RIO TINQUER EN EL CENTRO POBLADO DE TINQUERCCASA-HUANCAVELICA, 2021", presentado por los Bachilleres Percy TICLLASUCA MEZA con DNI N° 71084897 y Rossel MATOS RAMOS con DNI N° 71968643, a fin de optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental y Sanitario; Finalizado la evaluación a horas 6:05 p.m.; se invitó al público presente y a los sustentantes abandonar el recinto. Luego de una amplia deliberación por parte de los jurados, se llegó al siguiente resultado:

**Bach. Percy TICLLASUCA MEZA**

APROBADO  POR... UNANIMIDAD

DESAPROBADO  POR.....

**Bach. Rossel MATOS RAMOS**

APROBADO  POR... UNANIMIDAD

DESAPROBADO  POR.....

En señal de conformidad, firmamos a continuación:

\_\_\_\_\_  
 Presidente

\_\_\_\_\_  
 Secretaria

\_\_\_\_\_  
 Asesor

\_\_\_\_\_  
 Vº Bº Decano

## **Titulo**

“CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA EN EL AGUA DEL RIO  
TINQUER EN EL CENTRO POBLADO DE TINQUERCCASA –  
HUANCAVELICA, 2021”

## **Autores**

**Bach. MATOS RAMOS, ROSSEL**

**DNI: 71968643**

**Bach. TICLLASUCA MEZA, PERCY**

**DNI: 71084897**

## **Asesor**

Dr. VICTOR GUILLERMO SANCHEZ ARAUJO

<https://orcid.org/0000-0002-7702-0881>

DNI: 40446828

## **Dedicatoria**

El presente trabajo de investigación está dedicado a las personas que apostaron por mi formación profesional y en mi superación personal.

## **Agradecimiento**

En primer lugar, agradecer a Dios por permitirnos vivir día a día, darnos un aliento emocional para salir adelante a pesar de los problemas que se presentan en el transcurso de la vida.

A nuestros padres quienes nos educaron y apoyaron en esta larga carrera educacional con la finalidad de ver a sus hijos siendo unas profesionales exitosas ayudando y forjando un futuro mejor para los niños a quienes impartiremos los conocimientos necesarios para que se puedan desarrollar cognitivamente.

A la Universidad Nacional de Huancavelica en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, así mismo a los docentes que laboran dentro de la institución ya que nos brindaron los conocimientos adecuados y necesarios para que podamos ser futuros ingenieros con gran capacidad de desempeño laboral.

Al centro poblado de Tinquercasa, quienes nos permitieron ejecutar nuestro proyecto de investigación y nos brindaron toda la información necesaria.

A nuestro asesor de investigación, Dr. Víctor Guillermo Sánchez Araujo quien nos brindó el conocimiento necesario y las pautas indicadas para el adecuado desarrollo de la tesis.

Bach. MATOS RAMOS, ROSSEL

Bach. TICLLASUCA MEZA, PERCY

## Tabla de Contenido

Portada.....	i
Acta de Sustentación .....	ii
Título .....	iii
Autores .....	iv
Asesor.....	v
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	vii
Tabla de Contenido .....	viii
Tabla de Contenidos de Tablas .....	xi
Tabla de Contenidos de Figuras .....	xiii
Resumen.....	xv
Abstract .....	xvi
Introducción.....	xvii
CAPÍTULO I.....	19
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
1.1. Descripción del problema .....	19
1.2. Formulación del problema .....	20
1.2.1. Problema general .....	20
1.2.2. Problemas específicos.....	20
1.3. Objetivos.....	20
1.3.1. Objetivo general.....	20
1.3.2. Objetivos específicos.....	20
1.4. Justificación .....	21
1.5. Limitaciones.....	22

CAPÍTULO II .....	23
MARCO TEÓRICO.....	23
2.1. Antecedentes.....	23
2.1.1. A nivel Internacional .....	23
2.1.2. A nivel Nacional.....	24
2.2. Bases teóricas sobre el tema de investigación.....	30
2.2.1. Agua .....	30
2.2.2. Agua para consumo humano.....	31
2.3. Definición de términos .....	39
2.4. Hipótesis.....	41
2.4.1. Hipótesis General .....	41
2.4.2. Hipótesis Específicas.....	42
2.5. Variables.....	42
2.6. Operacionalización de variables .....	42
CAPÍTULO III.....	43
MATERIALES Y MÉTODOS .....	43
3.1. Ámbito temporal y espacial.....	43
3.1.1. Ámbito temporal.....	43
3.1.2. Ámbito espacial .....	43
3.2. Tipo de investigación .....	43
3.3. Nivel de investigación .....	43
3.4. Método de investigación .....	44
3.5. Diseño de investigación.....	44
3.6. Población, muestra y muestreo .....	44
3.6.1. Población.....	44
3.6.2. Muestra.....	44

3.6.3. Muestreo.....	44
3.7. Instrumentos y técnicas para recolección de datos .....	45
3.8. Técnicas y procesamiento de análisis de datos.....	49
3.9. Descripción de la prueba de hipótesis .....	49
CAPÍTULO IV.....	50
DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	50
4.1. Presentación e interpretación de datos .....	50
4.1.1. Concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del río Tiquer .....	50
4.2. Prueba de hipótesis.....	57
4.2.1. Prueba de hipótesis para aceite y grasas.....	58
4.2.2. Prueba de hipótesis para conductividad .....	63
4.2.3. Prueba de hipótesis para DBO <sub>5</sub> .....	69
4.2.4. Prueba de hipótesis para DQO.....	74
4.2.5. Prueba de hipótesis para pH .....	79
4.2.6. Prueba de hipótesis para oxígeno disuelto .....	84
4.2.7. Prueba de hipótesis para temperatura.....	89
4.2.8. Prueba de hipótesis para sólidos suspendidos totales .....	94
4.2.9. Prueba de hipótesis para coliformes totales .....	99
4.3. Discusión de resultados.....	102
Conclusiones .....	107
Recomendaciones.....	108
Referencias bibliográficas .....	109
Apéndice .....	111

## Tabla de Contenidos de Tablas

Tabla 1 Matriz de Operacionalización de Variables .....	42
Tabla 2 Descripción y ubicación de los Puntos de monitoreo de Calidad del Agua.	45
Tabla 3. Resultados del Análisis de la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del río Tinquen .....	50
Tabla 4. Comparación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos con los (LMP), ECA-Agua.....	57
Tabla 5. Prueba de Normalidad para el parámetro Aceite y grasas en el río Tinquen .....	58
Tabla 6. Prueba de T de Student para el parámetro Aceite y grasas en el río Tinquen. ....	61
Tabla 7. Datos para la prueba de T de Student para Aceite y grasas .....	62
Tabla 8.....	63
Tabla 9. Prueba de T de Student para el parámetro Conductividad en el río Tinquen. ....	66
Tabla 10. Datos para la prueba de T de Student para Conductividad.....	67
Tabla 11. Prueba de Normalidad para el parámetro DBO <sub>5</sub> en el río Tinquen .....	69
Tabla 12. Prueba de T de Student para el parámetro DBO <sub>5</sub> en el río Tinquen.....	71
Tabla 13. Datos para la prueba de T de Student para DBO <sub>5</sub> .....	72
Tabla 14. Prueba de Normalidad para el parámetro DQO en el río Tinquen .....	74
Tabla 15. Prueba de T de Student para el parámetro DQO en el río Tinquen.....	76
Tabla 16. Datos para la prueba de T de Student para DQO.....	77
Tabla 17. Prueba de Normalidad para el parámetro pH en el río Tinquen .....	79
Tabla 18. Prueba de T de Student para el parámetro pH en el río Tinquen.....	81
Tabla 19. Datos para la prueba de T de Student para pH.....	82
Tabla 20. Prueba de Normalidad para el parámetro Oxígeno Disuelto en el río Tinquen .....	84
Tabla 21. Prueba de T de Student para el parámetro Oxígeno Disuelto en el río Tinquen. ....	86
Tabla 22. Datos para la prueba de T de Student para Oxígeno Disuelto .....	87
Tabla 23. Prueba de Normalidad para el parámetro Temperatura en el río Tinquen	89

Tabla 24. Prueba de T de Student para el parámetro Temperatura en el rio Tinquen. .....	91
Tabla 25. Datos para la prueba de T de Student para Temperatura .....	92
Tabla 26. Prueba de Normalidad para el parámetro Solidos Suspendidos Totales en el rio Tinquen.....	94
Tabla 27. Prueba de T de Student para el parámetro Solidos Suspendidos Totales en el rio Tinquen.....	96
Tabla 28. Datos para la prueba de T de Student para Solidos Suspendidos Totales.	97
Tabla 29. Frecuencia del número de muestras para coliformes totales.....	99
Tabla 30. Prueba de t Student de Coliformes Totales.....	100

## Tabla de Contenidos de Figuras

Figura 1. Mapa de Ubicación de los Puntos de Monitoreo de Calidad del Agua. ....	46
Figura 2. Concentración de Alcalinidad en el río Tinquen.....	51
Figura 3. Concentración de Aceite y grasas en el río Tinquen.....	52
Figura 4. Concentración de Conductividad en el río Tinquen.....	52
Figura 5. Concentración de Demanda Bioquímica de Oxígeno en el río Tinquen.....	53
Figura 6. Concentración de Demanda Química de Oxígeno en el río Tinquen.....	54
Figura 7. Concentración de pH en el río Tinquen.....	54
Figura 8. Concentración de Oxígeno disuelto en el río Tinquen.....	55
Figura 9. Concentración de Temperatura en el río Tinquen.....	56
Figura 10. Concentración de Sólidos suspendidos totales en el río Tinquen.....	56
Figura 11. Gráfica de normalidad para el parámetro Aceite y grasas en el río Tinquen.....	59
Figura 12. Comparación del parámetro Aceite y grasas con LMP, ECA-Agua.....	60
Figura 13. Campana de Gauss para el parámetro Aceite y grasas.....	63
Figura 14. Gráfica de normalidad para el parámetro Conductividad en el río Tinquen.....	65
Figura 15. Comparación del parámetro Conductividad con LMP, ECA-Agua.....	65
Figura 16. Campana de Gauss para el parámetro Conductividad.....	68
Figura 17. Gráfica de normalidad para el parámetro DBO <sub>5</sub> en el río Tinquen.....	70
Figura 18. Comparación del parámetro DBO <sub>5</sub> con LMP, ECA-Agua.....	70
Figura 19. Campana de Gauss para el parámetro DBO <sub>5</sub> .....	73
Figura 20. Gráfica de normalidad para el parámetro DQO en el río Tinquen.....	75
Figura 21. Comparación del parámetro DQO con LMP, ECA-Agua.....	75
Figura 22. Campana de Gauss para el parámetro DQO.....	78
Figura 23. Gráfica de normalidad para el parámetro pH en el río Tinquen.....	80
Figura 24. Comparación del parámetro pH con LMP, ECA-Agua.....	80
Figura 25. Campana de Gauss para el parámetro pH.....	83
Figura 26. Gráfica de normalidad para el parámetro Oxígeno Disuelto en el río Tinquen.....	85
Figura 27. Comparación del parámetro Oxígeno Disuelto con LMP, ECA-Agua....	85

Figura 28. Campana de Gauss para el parámetro Oxígeno Disuelto .....	88
Figura 29. Grafica de normalidad para el parámetro Temperatura en el rio Tinquen	90
Figura 30. Comparación del parámetro Temperatura con LMP, ECA-Agua .....	90
Figura 31. Campana de Gauss para el parámetro Temperatura .....	93
Figura 32. Grafica de normalidad para el parámetro Solidos Suspendidos Totales en el rio Tinquen.....	95
Figura 33. Comparación del parámetro Solidos Suspendidos Totales con LMP, ECA- Agua .....	95
Figura 34. Campana de Gauss para el parámetro Solidos Suspendidos Totales.....	98
Figura 35. Porcentaje de Frecuencia de Coliformes Totales.....	99
Figura 36. Comparación de Coliformes Totales con los LMP-ECA-Agua .....	101
Figura 37. Campana de Gauss para Prueba de Hipótesis para Coliformes Totales .	102

## **Resumen**

La presente investigación llevo por título “Calidad fisicoquímica y microbiológica en el agua del rio Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, 2021” donde se planteó objetivo general Evaluar las características calidad físico química y microbiológica del agua del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, 2021; la metodología: el tipo de investigación fue aplicada, de nivel descriptivo, diseño no experimental en la que se utilizó el método científico, la población fue el agua para consumo humano y la muestra estuvo compuesta por 5 muestras de agua; los resultados: análisis físico químico y microbiológico del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa, se obtuvieron promedios de 213.8 mg CaCO<sub>3</sub>/L para la alcalinidad total, 0.47 mg/L en aceites y grasas, 344.4 µS/cm para conductividad, 6.2 mg/L en Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), 12.02 mg/L para la Demanda Química de Oxígeno (DQO), 7.9 en pH, 6.5 mg/L para oxígeno disuelto, Δ 1.14 en temperatura, 50.2 para solidos suspendidos totales, y 17 NMP/100 mL en coliformes totales, finalmente se concluye que los parámetros evaluados cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental de agua para consumo humano a excepción del oxígeno disuelto.

Palabras Clave: calidad fisicoquímica, microbiológica, agua para consumo humano.

## **Abstract**

The present research was entitled "Physicochemical and microbiological quality in the water of the river Tinquero in the town center of Tinquercasa – Huancavelica, 2021" where the general objective was to evaluate the characteristics of the physical, chemical and microbiological quality of the water of the Tinquero River in the population center of Tinquercasa – Huancavelica, 2021 ; the methodology: the type of research was applied, of descriptive level, non-experimental design in which the scientific method was used, the population was water for human consumption and the sample was composed of 5 water samples; the results: physical, chemical and microbiological analysis of the Tinquero River in the population center of Tinquercasa, averages of 213.8 mg CaCO<sub>3</sub>/L were obtained for total alkalinity, 0.47 mg/L in oils and fats, 344.4 µS/cm for conductivity, 6.2 mg/L in Biochemical Oxygen Demand (BOD<sub>5</sub>), 12.02 mg/L for Chemical Oxygen Demand (COD), 7.9 in pH, 6.5 mg/L for dissolved oxygen, Δ 1.14 in temperature, 50.2 for total suspended solids, and 17 NMP/100 mL in total coliforms, finally it is concluded that the parameters evaluated comply with the Environmental Quality Standards of water for human consumption except for dissolved oxygen.

**Keywords:** physicochemical, microbiological quality, water for human consumption.

## Introducción

La presente tesis denominada “Calidad fisicoquímica y microbiológica en el agua del río Tinker en el centro poblado de Tinkerccasa – Huancavelica, 2021”, fue el producto del estudio de la realidad existente, teniendo como referente el marco teórico y la normatividad vigente, sobre los parámetros de la calidad del agua para consumo humano.

La calidad del agua de consumo humano es una variable descriptora fundamental del medio hídrico, tanto desde el punto de vista de su caracterización ambiental, como desde la perspectiva de la planificación y gestión hidrológica.

La calidad de las aguas puede verse modificada tanto por causas naturales, como por factores externos. Cuando los factores externos que degradan la calidad natural del agua son ajenos al ciclo hidrológico, se habla de contaminación. La investigación comprende cuatro capítulos.

Se justifica que en la actualidad el recurso hídrico se encuentra bajo presiones crecientes como consecuencia del crecimiento de la población, el incremento de las actividades pecuarias y el establecimiento de asentamientos humanos en zonas no adecuadas, lo que ha llevado a una competencia por los recursos limitados de agua dulce. Una combinación de problemas económicos y socioculturales sumados a una carencia de programas de superación de la pobreza, ha contribuido en las personas que viven en condiciones precarias a sobreexplotar los recursos naturales, lo cual afecta negativamente la calidad del recurso agua; así mismo contribuye a la transmisión de gran cantidad de enfermedades diarreicas agudas en la población y las carencias de medidas de control de la contaminación dificultan el uso sostenible del vital líquido.

Los principales resultados del análisis físico químico y microbiológico del Río Tinker en el centro poblado de Tinkerccasa, se obtuvieron promedios de 213.8 mg CaCO<sub>3</sub>/L para la alcalinidad total, 0.47 mg/L en aceites y grasas, 344.4 µS/cm para conductividad, 6.2 mg/L en Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), 12.02 mg/L para la Demanda Química de Oxígeno (DQO), 7.9 en pH, 6.5 mg/L para oxígeno disuelto, Δ 1.14 en temperatura, 50.2 para sólidos suspendidos totales, y 17 NMP/100

mL en coliformes totales indicando que los parámetros evaluados cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental de agua para consumo humano a excepción del oxígeno disuelto.

Finalmente, la presente investigación cuenta con la siguiente estructura

El Capítulo I: Planteamiento del problema, dentro del cual se encuentra la Descripción del problema, Formulación del problema, Objetivos de la investigación, Justificación e importancia del tema de investigación planteado.

El Capítulo II: Marco teórico, abarca aspectos generales referidos al tema, como: Antecedentes de la investigación, Bases teóricas, Definición de términos, Formulación de hipótesis, Identificación de variables, Definición operativa de variables e indicadores.

El Capítulo III: Tipo de investigación, Nivel de investigación, de investigación, Diseño de investigación, Población, muestra y muestreo, Técnicas e instrumentos de recolección de datos, Técnicas de procesamiento y análisis de datos; y Descripción de la prueba de hipótesis

El Capítulo IV, Resultados, prueba de hipótesis, discusiones, para finalizar con las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos pertinentes.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Descripción del problema**

El agua es un elemento esencial para la vida y somos conscientes que es necesaria para todos los seres vivos, para la producción de alimentos, electricidad, mantenimiento de la salud. También es requerida en el proceso de elaboración de muchos productos industriales, y es esencial para asegurar la sostenibilidad de los ecosistemas de la tierra (ONU/WWAP 2003).

El agua forma parte de todos los procesos naturales de la tierra, por lo que tiene un impacto en todos los aspectos de la vida. Debido a que cada organismo depende del agua, ésta se ha convertido en el eje primordial del desarrollo de la sociedad a través de la historia. Pero también es un recurso limitado, muy vulnerable y escaso en los últimos años, y no existe una conciencia globalizada sobre el manejo razonable que se debe ejercer sobre el mismo.

Actualmente, la cuarta parte de la población en el Perú es pobre y de este grupo, la quinta parte se encuentra en situación de extrema pobreza, dispersas en las zonas rurales de la Sierra y Selva del país. ENDES (2013), sostiene que: El 46% de los hogares de la selva rural no accede al servicio de agua y el 78% registra carencia del servicio de saneamiento.

Por tal motivo, en los centros poblados del distrito de Acoria, departamento de Huancavelica, se cuenta con sistemas de abastecimiento de agua que se obtienen directamente manantiales ubicados en la parte alta de cada

centro poblado de dicho distrito, los cuales se encuentran en mal estado por su vida útil de dicha infraestructura ya que sus tuberías se encuentran colmatadas por la sedimentación (sarro). Actualmente esta agua no es analizada y no cuenta con ningún tratamiento para el consumo humano, ocasionando constantes problemas en la salud en los habitantes de los centros poblados del distrito.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es la calidad física, química y microbiológica en el agua del Río Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, 2021?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cuáles son las características físicas del agua del Río Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, 2021?
- ¿Cuáles son las características químicas del agua del Río Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, 2021?
- ¿Cuáles son las características microbiológicas del agua del Río Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, 2021?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Evaluar las características calidad físico química y microbiológica del agua del Río Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, 2021.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Caracterizar físicamente el agua del Río Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, 2021.

- Caracterizar químicamente el agua del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, 2021.
- Caracterizar microbiológicamente el agua del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, 2021.

#### **1.4. Justificación**

El agua y el saneamiento son uno de los principales motores de la salud de la población, lo que significa que, si se garantiza el acceso al agua y saneamiento con instalaciones adecuadas, independientemente de la diferencia de sus condiciones de vida, se habrá ganado una importante batalla contra todo tipo de enfermedades.

La investigación se justifica que en la actualidad el recurso hídrico se encuentra bajo presiones crecientes como consecuencia del crecimiento de la población, el incremento de las actividades pecuarias y el establecimiento de asentamientos humanos en zonas no adecuadas, lo que ha llevado a una competencia por los recursos limitados de agua dulce. Una combinación de problemas económicos y socioculturales sumados a una carencia de programas de superación de la pobreza, ha contribuido en las personas que viven en condiciones precarias a sobreexplotar los recursos naturales, lo cual afecta negativamente la calidad del recurso agua; así mismo contribuye a la transmisión de gran cantidad de enfermedades diarreicas agudas en la población y las carencias de medidas de control de la contaminación dificultan el uso sostenible del vital líquido.

Sin la seguridad de tener acceso a agua de calidad, los humanos no podríamos sobrevivir por mucho tiempo. Las enfermedades relacionadas con el agua están entre los más comunes malestares. Por lo tanto, el agua potable es un recurso vital para la humanidad, de su buena calidad depende el buen desarrollo de la sociedad y la buena salud de la población.

Esta investigación contribuye a que los beneficiarios conozcan la calidad del agua, sensibilizando sobre la necesidad del uso, manejo racional y técnico de

este recurso. Con ello se realiza una propuesta de medidas correctivas, beneficiando no solo las actuales, si no a las futuras generaciones, recuperando la calidad del recurso hídrico, para satisfacer las necesidades actuales y requerimientos de la población, mejorando sus condiciones de vida y salud, impulsando de esa forma el desarrollo de la región.

## **1.5. Limitaciones**

La investigación denominada “Calidad fisicoquímica y microbiológica en el agua del rio Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, 2021”, en su desarrollo no se presentaron ningún tipo de limitación.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **2.1.1. A nivel Internacional**

Ramos (2016), Análisis de la calidad del agua para consumo humano en el área urbana del puerto de San José, departamento de escuintla. realizó un estudio en Guatemala, cuyo objetivo fue realizar un análisis físico – químico y bacteriológico del agua que actualmente suministra el sistema de abastecimiento, con el fin de verificar si la vigilancia y el control de la misma cumplen con los requisitos exigidos por Norma Coguanor NGO 29001, para consumo humano del área urbana del municipio del Puerto de San José, del departamento de Escuintla. El autor llega a la conclusión por efectos de la investigación que el agua extraída desde las profundidades de la tierra, no debería estar contaminada, por no existir oxígeno disuelto y en el aspecto de la bacteriología en este tipo de agua los microorganismos no tendrían medios de subsistencia, pero se concluyó en los análisis realizados en ese lugar no se cumplía, debido a que el agua cruda de los pozos mostraba contaminación fecal. En base a los valores obtenidos de los parámetros físicos y químicos del agua en estudio, el agua suministrada por la red de abastecimiento de la municipalidad de Puerto de San José, en su mayoría es apta para consumo humano. Mientras que según características bacteriológicas el agua

suministrada no es apta para consumo humano, por lo que en determinados momentos puede afectar la salud del consumidor.

Gudiel (2016), Determinación de la calidad del agua para consumo humano y uso industrial de las fuentes de agua que abastecen al municipio de Santa Catarina Pinula, realizó un estudio en Guatemala, cuyo objetivo fue determinar la calidad física, química y bacteriológica del agua distribuida por el sistema de abastecimiento municipal a la población de Santa Catarina Pinula y sus alrededores; este autor llega a la conclusión por efectos de la investigación que: el agua distribuida por la municipalidad de Santa Catarina Pinula cumple con la norma COGUANOR NGO 29-001 en cuanto a parámetros físicos se refiere, durante la época de verano; no ocurre así en invierno, ya que las características de turbiedad y color la hacen no potable. En cuanto a parámetros químicos, no es apta para consumo humano, debido a la concentración de hierro excede el máximo permisible establecido por la norma, el resto de parámetros químicos si cumplen con la norma. El agua bacteriológicamente no es potable, según la norma de calidad del agua. Para uso industrial, no cumple la propuesta de norma, por lo que debe ser objeto de algún tratamiento antes de ser usada con fines industriales.

Yupanqui (2016), Análisis Físicoquímico de fuentes de aguas termominerales del callejón de Huaylas realizó el estudio, cuyo objetivo fue: determinar las características físicoquímicas de las fuentes de aguas termo minerales más importantes del Callejón de Huaylas. El autor llega a la conclusión que los componentes catiónicos y aniónicos mayoritarios en las aguas termo minerales de El Pato, La Merced, Chancos y Monterrey son: sodio, calcio, cloruro, bicarbonato y sulfato, por lo tanto, no son aptas para la alimentación, ni deben ser utilizadas para regadío en la agricultura.

### **2.1.2. A nivel Nacional**

Costa (2021) en su tesis sobre “Evaluación de los parámetros físicoquímicos y microbiológicos de la calidad de agua de efluentes del río Chillón durante os meses enero a junio del 2019” tuvo como objetivo evaluar

los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la calidad de agua de seis afluentes cercanos al margen del Río Chillón, por ello analizó un total 12 muestras por mes para realizar análisis fisicoquímicos tales como turbiedad, pH, temperatura, conductividad, dureza total, cloruros y nitratos, mientras para los análisis microbiológicos fueron coliformes totales, coliformes termotolerantes, los principales resultados que obtuvo fueron: para la turbiedad un mínimo de 61.8 y un máximo de 669.7 NTU, el pH mínimo fue de 7.1 y un máximo de 8.3, la temperatura mínima fue de 22.9 y la máxima de 23.1 °C, la conductividad tuvo un valor mínimo de 695 y un máximo de 1037  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , en la concentración de nitratos obtuvo un mínimo de 14 y máximo de 37.8 mg/L, la dureza total tuvo un mínimo de 317.98 y un máximo de 461.85  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ , en la concentración de cloruros obtuvo 31.98 hasta 39.16 mg/L, en cuanto a coliformes totales y termotolerantes el 51% de las muestras obtuvieron un crecimiento de *Escherichia coli*, finalmente concluye que los parámetros analizados se encuentran dentro de los límites establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental.

Cordova & Muñoz (2021), en su investigación sobre “Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológico en los manantiales de Pauco 1 y 2, Celendín 2020” tuvo como objetivo evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica en los manantiales Pauco 1 y 2, del distrito el Utco, provincia de Celendín. En la investigación se utiliza un diseño analítico, descriptivo y comparativo, donde se describe la realidad de los manantiales a través de los análisis de laboratorio, permitiéndonos una sistematización de la información y comparar con los estándares de calidad ambiental (ECA). Para el análisis e interpretación de datos se utilizó el software IBM SPSS Statistics y Excel, a nivel de significancia o grado de error, el 5% es decir ( $\alpha < 0.05$ ), y el nivel de confianza del 95%. Los resultados de evaluación de la calidad fisicoquímicos de los manantiales Pauco1 y Pauco2, cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental, en los parámetros de Aluminio (0.025 mg/L), Boro (0.023 mg/L), Bario (0.088 mg/L), Manganeso (0.002 mg/L), Cloruro (1.259 mg/L), Nitrato (8.628 mg/L), Sulfato (24.748 mg/L), Turbidez (0.71 NTU), pH (7.48),

Conductividad (560.5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), Sólidos Disueltos Totales (349.8 mg/L), Dureza Total 264 mg  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ ), siendo óptimas para el consumo humano y existiendo diferencia de significancia entre los dos manantiales. En relación a la evaluación de la calidad Microbiológicos se determinó, que no cumplen por superar los valores de los Estándares de Calidad Ambiental, a nivel de Coliformes Totales (40 NMP/100mL), Termotolerantes (1.8 NMP/100mL), Escherichia Coli (1.8 NMP/100mL), Organismos de Vida Libre (59 N° Org/L), evidenciándose que existe diferencia de significancia entre los dos manantiales. Concluyendo que dichas aguas no son aptas para consumo humano.

Torres (2020), en su investigación acerca de “Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en el centro poblado de Pomalca, distrito de Soritor – Moyobamba”, tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua de consumo humano del centro poblado de Pomalca del distrito de Soritor-Moyobamba. La investigación consistió en realizar el análisis de dispersión fisicoquímica y biológica del agua de consumo, en 3 puntos de muestreo (salida del reservorio, red primera vivienda y red ultima vivienda) en los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero. Según los resultados obtenidos, se concluyó que los parámetros que sobrepasaron los límites máximos permisibles del reglamento de calidad de agua para consumo humano D.S.N°031-2010/SA fueron la turbiedad en 1 muestreo con 7.57 UNT, el cloro residual con 0.0 mg/L, bacterias heterotróficas con  $84 \times 10^4$  UFC/mL, coliformes totales, coliformes fecales y escherichia coli presentaron contaminación en el agua, estos resultados fueron obtenidos durante el monitoreo en los 3 primeros meses. Por consiguiente, el monitoreo del mes de enero todos los parámetros cumplieron los límites máximos permisibles, dado que la cloración se realizó durante dicho mes donde enfatizamos su importancia. El análisis de dispersión como método predictivo tuvo una variación significativa en la turbiedad dado por el coeficiente de determinación siendo  $R^2 = 0,8472$ , según los resultados del monitoreo en la salida del reservorio, como consecuencia de la frecuencia de la precipitaciones pluviales; para el resto de parámetros como la conductividad, pH, dureza total, cloro residual, bacterias heterotróficas,

coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*, el modelo como predicción no es recomendable, debido a la dispersión de los resultados con la recta de mejor ajuste.

Jimenez y Llico (2020), investigaron “Evaluación de la calidad del agua en el río Muyoc, aplicando el índice de calidad ambiental para agua. Cajamarca 2019”, el objetivo evaluar la calidad de agua del río Muyoc según ICA – PE. Metodología el cual incorpora parámetros físicos, químicos y microbiológicos. En cada uno de los monitoreos, se calculó eficazmente teniendo como resultado del primer monitoreo los siguientes puntos: P1 cabecera de cuenca, P2 parte media y P3 parte baja de la cuenca. Con la finalidad de evaluar si la calidad de agua es buena o mala para el riego de vegetales y bebida de animales. Los resultados de la evaluación nos indican que en el primer monitoreo cloruros  $M1= 9217.78$ ;  $M2= 7090.6$  y  $M3= 7799.6$  y pH:  $M1=4.5$ ;  $M2=4.03$ ;  $M3= 4.3$  son los parámetros que sobrepasan los valores establecidos por del ECA – Agua, en conclusión, se evaluó la calidad de agua del río Muyoc en dos épocas del año, en época de estiaje y en época de lluvia, en el primer monitoreo una calidad de agua BUENA de 79.040 y en segundo monitoreo una calidad de agua EXCELENTE de 100.

Quispe (2017), en su investigación sobre “Calidad bacteriológica y físico-química del agua de seis manantiales del distrito de Santa Rosa – Melgar” tuvo como objetivo determinar su calidad bacteriológica y físico-química. Se aplicó la metodología de número más probable, los resultados obtenidos para los manantiales con respecto al análisis bacteriológico de coliformes totales fue mayor en Qayqu con 330 NMP/100ml y el valor más bajo en Yuraq Unu con 43,33 NMP/ 100ml, para coliformes fecales el valor más alto fue en Qayqu con 30.00 NMP/ 100 ml y el valor más bajo en Yuraq Unu con  $< 3$  NMP/100 ml cuyos valores determinados sobrepasan los límites permisibles por lo que estas aguas no son aptas para el consumo humano. El análisis físico químicos: la temperatura del agua en su valor más alto se presentó en Chíartita con  $10.36\text{ }^{\circ}\text{C}$  y el valor más bajo en  $8.70\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $P > 0.05$ ), el potencial de hidrogeniones el promedio más alto fue en Yuraq Unu con 8.20

pH y el punto más bajo en Uno Pata con 7.22, se encuentran dentro de la normatividad; la dureza total fue mayor en Ch'akipata con 106.78 mg/L y el menor en Cóndor Wachana con 56.77 mg/l; la alcalinidad resulto mayor en Ch'artita con 32.89 mg/l el mínimo en Cóndor Wachana con 7.62 mg/l; los cloruros presentaron máximo en Ch'artita con 32.89 mg/l, el valor mínimo en Cóndor Wachana con 7.62 mg/l, ( $P > 0.05$ ), respecto al calcio el valor máximo en Ch'akipata con 28.47 mg/l y el valor mínimo en Yuraq Unu con 7.27 mg/l, en el magnesio el valor máximo Ch'akipata con 6.90 mg/l y el valor mínimo en Qayqu con 1.39 mg/l, para solidos disueltos totales el valor máximo se presenta en Ch'akipata con 108.19 mg/l y el valor mínimo en Cóndor Wachana con 23.46 mg/l, así mismo para la turbiedad se presentó en Qayqu con 6.50 UNT y un valor mínimo en Uno Pata 3.83 UNT estos valores se encuentran dentro de los límites permisibles.

Tévez (2016), en su “Estudio fisicoquímico del agua del río Cakra región Lima”, realizado en la Universidad Pontificia Católica del Perú en Lima, realizó la evaluación de calidad del agua en el cuerpo hídrico que pertenece a la cuenca hidrográfica del río Cañete ubicada en la provincia de Yauyos en la Región Lima – Perú, planteó el objetivo de determinar la calidad del recurso que tiene por uso principal el riego de cultivos agrícolas y bebida de animales en una zona calificada de extrema pobreza. La metodología empleada consistió de primera mano en el monitoreo en sendas campañas en mayo y julio del 2015, en época de lluvias y estiaje correspondientemente, para lo cual se han definido 6 estaciones de muestreo. Los parámetros identificados fueron los fisicoquímicos. Los resultados recopilados indican que los parámetros estudiados en el río Cakra no superan los niveles indicados en el estándar nacional de calidad ambiental para agua que será destinada al riego de vegetales y bebida para animales. El río Paluche, uno de los contribuyentes del río Cakra, no han cumplido con los valores refrendados por el ECA para fosfatos (1,052 mg/L), Fe (1,005 mg/L) y pH (6,03). La conclusión de la investigación fue que el río Lincha tiene influencia en la calidad del agua del río Cakra.

Meza (2016), en su investigación titulado “Calidad del recurso hídrico de la subcuenca del río Lampa – Huancayo”. Los objetivos planteados en la presente investigación fueron; analizar la calidad del agua de la subcuenca del río Lampa; indicar las características físicas, bioquímicas y biológicas de la subcuenca del río Lampa; ubicar y caracterizar las fuentes contaminantes que existen a nivel de la subcuenca del río Lampa. La metodología consistió en la recopilación de muestras de siete localidades (Yuracyacu, Palta Rumi, Cabracancha, San Balvin, Occoro, Panti, Pariahuanca), a la vez se tuvo en cuenta tres puntos de fuentes subterráneas (Colquirumi, Chonta, Carahuasa) y fue conformada por los siete puntos superficiales y tres puntos subterráneos de monitoreo en época lluviosa y época seca, para lo cual se aplicó lo indicado en el protocolo de monitoreo de aguas superficiales de la autoridad nacional del agua (ANA) en cual está basado en parámetros físicos y bioquímicos, seguido a ello se han comparado con los estándares nacionales de calidad ambiental para agua, en la mayoría de las localidades presenta ECA categoría 1, existe el parámetro coliformes fecales y solidos suspendidos totales, en su mayor cantidad, el cual supera a los demás parámetros. Finalmente concluye en que los parámetros analizados se encuentran dentro de los límites máximos permisibles. El cual representa una buena calidad de agua en Palta Rumi.

Sotil y Flores (2016), en su trabajo de investigación titulado “Determinación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del contenido de las aguas del río Mazán – Loreto, 2016”, establecen como objetivo, la identificación de parámetros, in situ, como en los laboratorios de la FIQ – UNAP, el cual refleja el actual estado de la corriente de agua de este río. La metodología que se ha usado para comprender en su totalidad lo que se interpreta a los valores de cada parámetro, para ello se usó el Decreto Supremo 002–2008–MINAN. Se tuvo en cuenta que el recurso hídrico encontrado en el río Mazán, no han presentado indicios de contaminación. Concluyeron que el río Mazán, está caracterizado por poseer aguas con déficit contenido de materiales en suspensión, el cual está constituido en su mayoría por material orgánico, con valores mínimos de conductividad, que refleja déficit en relación

al contenido de electrolitos y nutrientes (Nitratos, Carbonatos, Sulfatos, Fosfatos), en donde abundan los ácidos húmicos, el cual esta generado por la desintegración de la materia orgánica.

## **2.2. Bases teóricas sobre el tema de investigación**

### **2.2.1. Agua**

#### *2.2.1.1. Definición de agua*

El agua es una sustancia abiótica, la más importante de la tierra y uno de los principales constituyentes del medio en que vivimos y de la materia viva. En estado líquido aproximadamente un gran porcentaje de la superficie terrestre está cubierta por agua que se distribuye por cuencas saladas y dulces, las primeras forman los océanos y mares; ríos, lagos y lagunas respectivamente; como gas constituyente la humedad atmosférica y en forma sólida nieve o el hielo, los glaciares. (Gabykell, 2013)

El agua constituye lo que llamamos hidrósfera y no tiene límites precisos con la Atmósfera y la litosfera porque se compenetran entre ella. En definitiva, el agua es el principal fundamento de la vida vegetal y animal y por tanto, es el medio ideal para la vida, es por eso que las diversas formas de vida prosperan allí donde hay agua (Apaza y Carpio, 2019).

#### *2.2.1.2. Tipos de agua*

En términos químicos solamente existe un solo tipo de agua, pero el agua en la naturaleza, está formando soluciones, por lo que existe el criterio de clasificación en base a los componentes que este tiene disueltos, otro criterio que se tienen para clasificarlo de acuerdo a la fuente de donde proviene en la naturaleza (Apaza y Carpio, 2019).

Existen diferentes criterios para indicar los tipos de agua, por ejemplo, podemos tipificarlos de acuerdo a su procedencia y uso. El criterio que es

usado a nivel tecnológico, es en base al contenido de sales disueltas en el agua, se presenta dos grupos:

- Aguas saladas y
- Aguas dulces.

El agua dulce llamada agua epicontinental presenta los siguientes tipos de agua:

- Agua de superficiales: ríos, lagos, puquios, manantiales,
- Aguas subterráneas.

Agua salada tipificada como aquellas que se encuentran en los mares o lagos salados (Apaza y Carpio, 2019).

### **2.2.2. Agua para consumo humano**

Son todas aquellas aguas que, en estado original, o después del tratamiento, son utilizadas para beber, cocinar, preparar alimentos, higiene personal y para otros usos domésticos, sea cual fuere su origen e independientemente de que se suministren al consumidor, a través de redes de distribución públicas o privadas, de cisternas, de depósitos públicos o privados. Así como todas aquellas aguas utilizadas en la industria en general, especialmente en la industria alimentaria para fines de fabricación, tratamiento, conservación o comercialización de productos o sustancias destinadas al consumo humano, así como, a las utilizadas en la limpieza de las superficies, objetos y materiales que puedan estar en contacto con los alimentos (OEFA, 2014).

#### *2.2.2.1. Calidad de agua para consumo humano*

Se considera agua apta para consumo humano, toda aquella que no dañe la salud de las personas, y puede provenir de fuentes naturales o haber sido tratada específicamente para uso humano. Cuando no contiene ningún tipo de microorganismo, parásito o sustancia, en una cantidad o concentración que pueda suponer un peligro para la salud humana; y cumple con los

requisitos especificados para los parámetros microbiológicos, químicos, indicadores de calidad y radiactivos (OEFA, 2014).

Cuando no cumple con los requisitos anteriores, es un agua no apta para el consumo. En el caso de alcanzar niveles muy altos los parámetros microbiológicos, químicos o radiactivos, la autoridad sanitaria podría considerar que es agua no apta para el consumo con riesgos para la salud (OEFA, 2014).

#### 2.2.2.2. *Parámetros de calidad de agua para consumo humano*

En el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, se especifican los parámetros microbiológicos, organolépticos y químicos, que debe cumplir el agua para ser considerada bebible por el ser humano. Los describimos brevemente:

##### ❖ **Parámetros microbiológicos**

Referido a seres vivos muy pequeños, como las bacterias, los virus, hongos y parásitos, visibles sólo bajo los lentes de un microscopio. Uno de los más mencionados y cuya presencia está prohibida en el agua, es el referido a las bacterias coliformes (*Echerichia Coli*, la más común de ellas), que, al incrementar su cantidad de manera abrupta, puede producir infecciones intestinales. De igual forma, no se deben encontrar en el agua, huevos de larvas de gusanos, protozoarios dañinos para la salud del ser humano, entre otros.

##### ❖ **Parámetros Organolépticos**

Basados en el uso de los sentidos, toman en cuenta parámetros que afectan la calidad estética del agua. Para lo que se han establecido rangos con distintas unidades de medida para características como el olor, sabor, turbiedad, entre otros.

### ❖ **Parámetros Químicos Orgánicos e Inorgánicos**

Establece la cantidad máxima de ciertos elementos en el agua, como son el arsénico, mercurio, plomo, boro, etc. Además, limita la concentración de sustancias orgánicas (compuestos de carbono), como los hidrocarburos disueltos, el benceno, aldrín, cloruro de vinilo, etc.

### ❖ **Parámetros de Control Obligatorio**

Si bien la lista es extensa para cada uno de los grupos de parámetros que mencionamos, es importante tomar en cuenta que algunos de estos son parte de los controles obligatorios para las empresas o personas que distribuyen agua para el consumo humano (proveedores de agua), es decir son de cumplimiento obligatorio. Estos son: Bacterias coliformes totales, Bacterias coliformes termotolerantes (*Escherichia Coli*), Color, Turbiedad, Residual de desinfectante; y pH

En las condiciones de DIGESA, se señala que el proveedor del agua después de realizar la desinfección para eliminar todo tipo de microorganismos, deberá dejar un residual del desinfectante (cloro o solución clorada) para proteger el agua de una posible contaminación microbiológica, durante su distribución.

Existen cuatro grupos de parámetros similares considerados en la actual normativa de agua de consumo:

**A. Parámetros microbiológicos.** Son indicadores de contaminación biológica de las aguas. El incumplimiento de los límites establecidos, puede ocasionar riesgos para la salud a corto plazo.

**B. Parámetros químicos.** La contaminación química es una de las mayores preocupaciones de nuestro tiempo, y generalmente llega al medio acuático por las actividades industriales, agrarias, las aguas de tormenta y a través de los efluentes y vertidos de aguas residuales de origen urbano. Son contaminantes orgánicos, inorgánicos, por naturaleza del terreno, por contaminación puntual o difusa, y en

ocasiones debidos a subproductos generados en los tratamientos de potabilización.

**C. Parámetros indicadores.** La presencia de estas sustancias, o las oscilaciones de algunos de estos parámetros, están relacionadas bien con la eficacia de tratamiento del agua y su control; bien con la percepción del agua a través de los sentidos (olor, color, sabor, gusto, también llamadas características organolépticas).

**D. Radiactividad.** La presencia de este tipo de contaminación en se debe a la radiactividad natural procedente del terreno, y está restringida a determinados tipos de formaciones geológicas. Es más frecuente en las aguas subterráneas.

#### 2.2.2.3. *Contaminación de agua para consumo humano*

A medida que se incrementa la demanda de agua, y por tanto la búsqueda de nuevos recursos hídricos, pueden aparecer problemas relacionados con la calidad del agua, generalmente producidos por la contaminación. Esta contaminación puede producir un cambio en la composición física, química o biológica del agua por la introducción de sustancias o microorganismos indeseables capaces de suponer, bajo determinadas circunstancias, un riesgo para la salud de las personas a corto o a largo plazo.

Hace años, o como sucede aún en muchos países en desarrollo, los riesgos más frecuentes asociados al agua de consumo eran las enfermedades infecciosas de transmisión hídrica; como por ejemplo el cólera, el tifus o la disentería. Sin embargo, en países desarrollados e industrializados como los países europeos, hoy en día los riesgos sanitarios se asocian cada vez más con la exposición a contaminantes de origen químico. Esta creciente preocupación se ve reflejada en las políticas de la Unión Europea.

Las fuentes de contaminación procedentes de determinadas actividades industriales, ganaderas, agrícolas, urbanas e incluso de fuentes naturales; pueden deteriorar el agua en origen, en las captaciones, las aguas subterráneas, o en otros puntos de la zona de abastecimiento.

Una mala gestión durante el tratamiento, almacenamiento o distribución del agua, también puede generar riesgos sanitarios. Los problemas más frecuentes son:

- Problemas en el tratamiento de potabilización del agua por inadecuada aplicación o dosificación de aditivos y sustancias utilizadas en esos procesos. En determinadas circunstancias, pueden generarse subproductos tras el tratamiento. Sin embargo, un tratamiento por defecto (por ejemplo: una inadecuada o nula dosificación de desinfectante), también puede originar problemas.
- Problemas en las redes de distribución (canalizaciones), cuando se realiza una inadecuada elección de los materiales, o por su estado de conservación (ejm: corrosión). Así mismo, un adecuado diseño de las redes, evita la contaminación del agua de consumo (ejm: red de distribución de diseño mallado que no permita zonas de estancamiento del agua).
- Problemas con las instalaciones interiores, ya sea por una mala elección o conservación de los materiales de las tuberías, por unas malas prácticas de instalación y mantenimiento, o por la edad del inmueble; lo que puede producir alteraciones de la calidad del agua dentro de las casas, establecimientos, hoteles, colegios, hospitales, etc.
- Problemas con los depósitos privados y aparatos de potabilización doméstica que no son adecuados, o no se mantienen correctamente (limpieza y revisiones).

#### 2.2.2.4. *Principales contaminantes de agua para consumo humano*

Los metales pesados normalmente aparecen en el agua superficial procedentes de dos fuentes,

- Fuente la natural, que son disueltas durante el recorrido de las aguas que son clasificadas como aptas para el consumo.
- Aguas que reciben los aportes de las actividades comerciales e industriales, degradando la calidad del agua para su consumo.

Los Metales pesados son elementos metálicos con gran peso atómico, por ejemplo: mercurio, cromo, cadmio, arsénico, plomo, cobre, zinc y níquel. A bajas concentraciones pueden afectar a los seres vivos y tienden acumularse en la cadena alimentaria.

Los principales metales pesados que contaminan el agua para consumo humano son:

- Mercurio (Hg): los compuestos mercuriales son venenosos para todos los sistemas vivientes. La mayor parte del mercurio se obtiene de un mineral que contiene Cinabrio, HgS, calentándolo al aire. El mercurio inorgánico puede ser controlado durante el tratamiento del agua mediante la coagulación con hierro y alumbre (Dickson, 1999).
- Plomo (Pb): es un metal pesado como el mercurio, constituye un elemento tóxico que se acumula en el cuerpo conforme se inhala del aire o se ingiere con los alimentos y el agua. El plomo se ha empleado durante muchos siglos para fabricar tuberías de agua y utensilios de cocina. En realidad, el plomo es un elemento bastante raro en la litosfera. (INEHM, 1992).
- Cadmio (Cd): es un metal tóxico que debe vigilarse, ya que también se está distribuyendo ampliamente en el medio ambiente a consecuencia de las actividades del hombre. Los fertilizantes fosfatados contienen algo de

cadmio que las plantas pueden absorber. Algo de ese metal entra también a los abastecimientos de agua debido a las tuberías que se usan.

- Cromo (Cr): es usado en síntesis en la industria del acero, en galvanoplastia, en el curtido del cuero y como anticorrosivo en radiadores, (Robertson, 1988).
- Arsénico (As): se encuentra en la corteza terrestre en combinación con otros metales, principalmente en forma de sulfuros. En general, el arsénico presente en el ambiente es As (V) y el añadido como contaminante As (III). Como fuentes de contaminación se encuentran la producción de aceros especiales, pinturas, esmaltes, residuos de usos agrícolas (herbicidas, fungicidas), suplementos minerales en los piensos, emisiones a la atmósfera producidas por combustión del carbón y gases industriales, etc.
- Zinc (Zn): es un metal que tiene muchos usos en la industria. Puede encontrarse en forma pura o mezclado con otros metales para formar aleaciones como bronce. También puede encontrarse combinado con otras sustancias químicas, como el cloro (cloruro de zinc). Los compuestos de zinc se encuentran en forma natural en el aire, el suelo y el agua, y están presentes en todas las comidas.
- Níquel (Ni): es un elemento metálico de color blanco plateado, resistente a los álcalis, pero, que generalmente se disuelve en ácidos oxidantes diluidos. La solubilidad de los compuestos de níquel en agua, que es un importante factor en todas las rutas de absorción, es variable, así los cloruros, sulfatos y nitratos de níquel son solubles en agua, mientras que los carbonatos, sulfuros y óxidos de níquel no lo son. El tratamiento convencional del agua remueve algo de níquel, de manera que los niveles de agua tratada son generalmente más bajos que los de agua sometida a tratamiento.

- Cobre (Cu): la contaminación ambiental por cobre es poco frecuente. Se ha detectado en aguas que discurren próximas a yacimientos, así como terrenos y plantas cercanas o sometidas a tratamientos agrícolas con sales cúpricas, dadas sus aplicaciones como: pesticidas, herbicidas y plaguicidas. El cobre es un nutriente esencial. Existen evidencias de que la ingestión de cobre es inferior a la requerida para una óptima nutrición humana.

#### 2.2.2.5. *Normativa nacional para agua*

A nivel nacional se han vertido una serie de dispositivos cuyo objetivo es el de salvaguardar la calidad del agua, de acuerdo al uso que se le destine, tenemos así:

- Constitución Política del Perú. (Art. 118)
- Ley general de salud – Ley N° 26842.
- Ley N° 27657, Ley del ministerio de salud
- Ley general del ambiente N° 28611
- Ley N° 29338 Ley de recursos hídricos y su reglamento
- Decreto supremo N° 023-2005-SA, aprueban el reglamento de organización y funciones del ministerio de salud.
- Decreto supremo N°031- 2010-SA, aprueban el reglamento de la calidad del agua para consumo humano.
- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Aprueban los estándares nacionales de calidad ambiental para agua y establecen complementarias para su aplicación.
- Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338:

- La Resolución Jefatural N° 0291-2009-ANA promulgada por la Autoridad Nacional de Agua con vigencia hasta el 31 de marzo del 2010.
- El decreto Supremo N° 023-2009 -MINAM, en su artículo 8,1 establece que, a partir del 1 de abril del 2010, los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, son referente obligatorio para el otorgamiento de las Autorizaciones de Vertimiento.

### **2.3. Definición de términos**

- a) **BASURA:** Sinónimo de residuos sólidos municipales y de desechos sólidos.
- b) **BOTADERO:** Lugar donde se arrojan los residuos a cielo abierto en forma indiscriminada sin recibir ningún tratamiento sanitario. Sinónimo de vertedero o vaciadero.
- c) **CONTENEDOR:** Recipiente de capacidad variable empleado para el almacenamiento de residuos sólidos.
- d) **DESECHO SOLIDO:** Sinónimo de residuos sólidos municipales y de basura.
- e) **DESPERDICIO:** Residuo sólido o semisólido de origen animal o vegetal, sujeto a putrefacción, proveniente de la manipulación, preparación y consumo de alimentos.
- f) **ESCOMBRO:** Desecho proveniente de las construcciones y demoliciones de casas, edificios y otro tipo de edificaciones.
- g) **EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA):** Instrumento preventivo que, en el campo de los residuos, tiene el objeto de prevenir la generación de residuos y asegurar que sus impactos sobre la salud de la población y sobre el ambiente sean minimizados al máximo.
- h) **GESTION:** Referido al manejo o administración. Véase manejo.
- i) **LIMPIEZA PUBLICA:** Sinónimo de aseo urbano.
- j) **LIXIVIADO:** Líquido que percola a través de los residuos sólidos, compuesto por el agua proveniente de precipitaciones pluviales, escorrentías, la humedad de la

basura y la descomposición de la materia orgánica que arrastra materiales disueltos y suspendidos. Sinónimo de percolado.

- k) **LODO:** Líquido con gran contenido de sólidos en suspensión, proveniente del tratamiento de agua, de aguas residuales o de otros procesos similares.
- l) **MANEJO:** Conjunto de operaciones dirigidas a darle a los residuos el destino más adecuado de acuerdo a sus características, con la finalidad de prevenir daños o riesgos a la salud humana o al ambiente. Incluye el almacenamiento, barrido de calles y áreas públicas, recolección, transferencia, transporte, tratamiento, disposición final o cualquier otra operación necesaria.
- m) **RECICLAJE:** Proceso mediante el cual los materiales segregados de los residuos son reincorporados como materia prima al ciclo productivo.
- n) **RELLENO DE SEGURIDAD:** Relleno sanitario destinado a la disposición final adecuada de los residuos industriales o peligrosos.
- o) **RELLENO SANITARIO:** Técnica de ingeniería para el adecuado confinamiento de los residuos sólidos municipales; comprende el esparcimiento, acomodo y compactación de los residuos, su cobertura con tierra u otro material inerte por lo menos diariamente y el control de los gases, lixiviados, y la proliferación de vectores, con el fin de evitar la contaminación del ambiente y proteger la salud de la población.
- p) **RESIDUO SOLIDO ESPECIAL:** Residuo sólido que por su calidad, cantidad, magnitud, volumen o peso puede presentar peligros y, por lo tanto, requiere un manejo especial. Incluye a los residuos sólidos de establecimientos de salud, productos químicos y fármacos caducos, alimentos con plazos de consumo expirados, desechos de establecimientos que utilizan sustancias peligrosas, lodos, residuos voluminosos o pesados que con autorización o ilícitamente son manejados conjuntamente con los residuos sólidos municipales.
- q) **RESIDUO SOLIDO MUNICIPAL:** Residuo sólido o semisólido proveniente de las actividades urbanas en general. Puede tener origen residencial o doméstica, comercial, institucional, de la pequeña industria o del barrido y limpieza de calles, mercados, áreas públicas y otros. Su gestión es responsabilidad de la municipalidad o de otra autoridad del gobierno. Sinónimo de basura y de desecho sólido.

- r) **RESIDUO PELIGROSO:** Residuo sólido o semisólido que por sus características tóxicas, reactivas, corrosivas, radiactivas, inflamables, explosivas o patógenas, plantea un riesgo sustancial real o potencial a la salud humana o al ambiente cuando su manejo se hace, autorizada o clandestinamente, en forma conjunta con los residuos sólidos municipales.
- s) **RESIDUO SOLIDO DOMICILIARIO:** Residuo que por su naturaleza, composición, cantidad y volumen es generado en actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento similar.
- t) **RESIDUO SÓLIDO COMERCIAL:** Residuo generado en establecimientos comerciales y mercantiles, tales como almacenes, depósitos, hoteles, restaurantes, cafeterías y plazas de mercado.
- u) **RESIDUO SOLIDO INSTITUCIONAL:** Residuo generado en establecimientos educativos, gubernamentales, militares, carcelarios, religiosos, terminales aéreos, terrestres, fluviales o marítimos y edificaciones destinadas a oficinas, entre otros.
- v) **RESIDUO SOLIDO INDUSTRIAL:** Residuo generado en actividades industriales, como resultado de los procesos de producción, mantenimiento de equipo e instalaciones y tratamiento y control de la contaminación.
- w) **SEGREGACION:** Actividad que consiste en recuperar materiales reusables o reciclables de los residuos.
- x) **SEGREGADOR:** Persona que se dedica a la segregación de la basura.
- y) **TRATAMIENTO:** Proceso de transformación física, química o biológica de los residuos sólidos para modificar sus características o aprovechar su potencial y del cual se puede generar un nuevo residuo sólido con características diferentes.
- z) **VERTEDERO:** Sinónimo de botadero o vaciadero.

## **2.4. Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis General**

Las características químicas, físicas y bacteriológicas que posee el agua del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, no cumplen los ECA agua.

## 2.4.2. Hipótesis Específicas

Las características físicas que posee el agua del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, no cumplen los ECA agua.

Las características químicas que posee el agua del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, no cumplen los ECA agua.

Las características bacteriológicas que posee el agua del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, Huancavelica, no cumplen los ECA agua.

## 2.5. Variables

- Caracterización física, química y microbiológica.

## 2.6. Operacionalización de variables

Tabla 1

*Matriz de Operacionalización de Variables*

Variables	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida
<b>Variable 1:</b> Caracterización química, física, microbiológica	Parámetros químicos	• pH	• Unid. pH
		• Conductividad	• uS/cm
		• Alcalinidad	• Cl <sup>-</sup> mg/L
		• Aceites y grasas	• mg/L
		• DBO	• SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> mg/L
		• DQO	• mg/L
		• Oxígeno disuelto	• mg/L
	Parámetros físicos	• Temperatura	• NTU
		• Sólidos Disueltos Totales	• CU
			• mg/L
	Parámetros microbiológicos	• Numeración de coliformes totales.	• NMP/10 OMI

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Ámbito temporal y espacial**

##### **3.1.1. Ámbito temporal**

El ámbito temporal de la investigación sobre “Calidad fisicoquímica y microbiológica en el agua del río Tinker en el centro poblado de Tincerccasa – Huancavelica, 2021”, fue en año 2021.

##### **3.1.2. Ámbito espacial**

El ámbito espacial de la investigación denominada “Calidad fisicoquímica y microbiológica en el agua del río Tinker en el centro poblado de Tincerccasa – Huancavelica, 2021”, fue centro poblado de Tincerccasa, del distrito de Paucará provincia de Huancavelica.

#### **3.2. Tipo de investigación**

El tipo es aplicado; que se caracteriza en la aplicación de los conocimientos existentes a una situación concreta, su profundización de estas y las consecuencias prácticas que resulten. Se busca conocer para hacer, actuar, construir, modificar.

#### **3.3. Nivel de investigación**

El nivel es descriptivo; porque su interés se centra en describir una única variable independiente (caracterización química, física y

microbiológica). En este sentido se trata de describir la caracterización del agua para conservación del ambiente acuático en el centro poblado de Tinquercasa.

### **3.4. Método de investigación**

El método científico; porque se usará la secuencia lógica para obtener los resultados esperados.

El Método de investigación es Ex-Post-Facto; hace referencia a un tipo de investigación en la cual se observan situaciones ya existentes – contexto natural en los centros poblados del distrito de Acoria, para después analizarlos.

Método inductivo - deductivo; basado en la lógica y relacionado con el estudio de hechos particulares, aunque es deductivo en un sentido (parte de lo general a lo particular) e inductivo en sentido contrario (va de lo particular a lo general).

### **3.5. Diseño de investigación**

Diseño no experimental; porque carecen de manipulación intencional y se analizan y estudian los hechos y fenómenos de la realidad después de su ocurrencia.

### **3.6. Población, muestra y muestreo**

#### **3.6.1. Población**

Agua de las captaciones para consumo humano del centro poblado de Tinquercasa distrito de Paucará.

#### **3.6.2. Muestra**

Agua de las captaciones que consumen el centro poblado de Tinquercasa del distrito de Paucará.

#### **3.6.3. Muestreo**

La muestra calculada se distribuyó de manera aleatoria simple, consiste en la toma al azar de muestras independientes temporales y espacialmente.

### 3.7. Instrumentos y técnicas para recolección de datos

**Las técnicas e instrumentos de recolección de datos fueron:**

- ✓ **Observación directa:** Observación en campo para la toma de información y su registro para su posterior análisis de laboratorio.
- ✓ Fichas de recolección de datos con las recomendaciones del MINAN para registrar los parámetros analizados.
- ✓ Revisión de registros, informes, estadísticas de la Municipalidad Distrital de Acoria referente al monitoreo de la calidad ambiental del agua.
- ✓ Revisión de información secundaria de otras fuentes diferentes a las municipales sobre calidad del agua para consumo humano de los centros poblados en estudio.

**Metodología experimental.**

- ✓ **Selección de área de muestreo:** Para el presente se han establecido 02 puntos de muestreo de Calidad Ambiental para Agua. Se detalla la descripción y ubicación en la siguiente tabla:

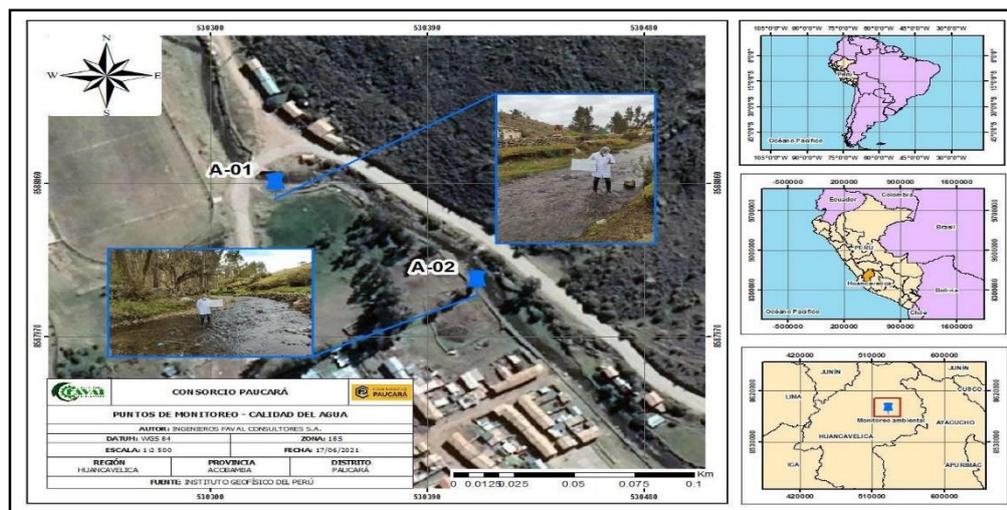
**Tabla 2**

*Descripción y ubicación de los Puntos de monitoreo de Calidad del Agua.*

PUNTOS DE MONITOREO	UBICACIÓN	COORDENADAS UTM (*)	
		ESTE	NORTE
P-1	100 m aguas arriba de la ubicación del río Tinquerccasa	E 530326.71	N 8588 058.79
P-2	100 m aguas abajo de la ubicación del río Tinquerccasa	E 530330.75	N 8588061.51
P-3	100 m aguas abajo de la ubicación del río Tinquerccasa	E 530474.82	N 8587905.35

<b>P-4</b>	100 m aguas abajo de la ubicación del río Tiquerccasa	E 530 410.53	N 8 588 001.58
<b>P-5</b>	100 m aguas abajo de la ubicación del río Tiquerccasa	E 530646.76	N 8587779.53

**Figura 1.** Mapa de Ubicación de los Puntos de Monitoreo de Calidad del Agua.



✓ **Periodicidad de muestreo:** Para cada sitio de muestreo se recolectará una muestra para análisis fisicoquímico y bacteriológico respectivamente. Este procedimiento se realizará semanalmente para cada punto, haciendo un total de tres meses.

✓ **Recolección de muestras.**

**Físico – químicas:** Se recolectan muestras en botellas incoloras de cloruro de polivinilo (PVC) de 1,0 L de capacidad, previamente esterilizados y equipada con una tapa con excelente condición de cierre. Antes de tomar la muestra se enjuaga el envase dos o tres veces con la misma agua que se va a analizar, a fin de “curarla”, es decir, eliminar cualquier sustancia que no corresponda con la verdadera composición del agua bajo estudio; luego se llena a su capacidad y se tapa herméticamente, previamente

identificado, procediendo a anotar los datos del lugar, hora y temperatura. Luego, se trasladará en refrigeración al laboratorio SAG (Servicios Analíticos Generales), para determinar los parámetros físicos y químicos.

**Examen Bacteriológico:** Se recolectan las muestras en envase de 1,0 L de capacidad con tapón esmerilado, que se será esterilizado previamente en un horno a una temperatura aproximada de 160° Celsius, durante media hora y se cubre con una capucha como protección elaborada con papel kraft. En los lugares donde se muestreará se practicará la técnica de flamenco con mechero de alcohol para evitar una contaminación ajena a la muestra de agua y así evitar muestras no representativas.

**Técnica de muestreo.** Las muestras de agua pueden ser “simples”, “compuestas” o bien “en continuo”.

- ✓ La **muestra simple** proporciona información sobre la calidad en un punto y momento dado puede ser importante a la hora de establecer las características del agua en un punto de la red de abastecimiento de una población.
- ✓ La **muestra compuesta** se compone de varias alícuotas espaciadas temporalmente (con frecuencias variables, minutos, horas, días) que se adicionan al mismo recipiente. Este tipo de muestras se aplica, por ejemplo, en el seguimiento de vertidos industriales cuya calidad puede variar mucho a lo largo de una jornada de trabajo.
- ✓ Las **muestras en continuo** son imprescindibles en procesos a escala industrial, por ejemplo, la determinación de cloro residual libre en el agua potable a la salida de una potabilizadora.

Respecto a los tipos de muestreos posibles en aguas naturales (ríos, embalses, zonas marinas) éstos pueden ser:

(a) Muestreo aleatorio simple, consiste en la toma al azar de muestras independientes temporales y espacialmente.

(b) Muestreo estratificado, consiste en dividir el curso de agua en varios tramos a los que se aplica un muestreo aleatorio simple.

(c) Muestreo sistemático, aquí se adopta una cadencia temporal repetitiva, con lo cual se obtienen series temporales de datos.

(d) Muestreo sistemático estratificado, que combina los dos anteriores, representando probablemente el tipo de muestreo más adecuado y completo para conocer comportamientos cíclicos de sistemas hidráulicos.

**Recomendaciones para el muestreo.** Algunas normas usuales (extraídas de la práctica cotidiana) a tener en cuenta durante un muestreo de aguas, con independencia del sistema usado pueden ser:

- ✓ Cuando se van a tomar varias muestras en un punto o estación de muestreo se tomará en primer lugar el volumen destinado al análisis microbiológico, después la alícuota destinada al análisis biológico y en último lugar la destinada a las determinaciones fisicoquímicas, con lo cual se evitarán posibles contaminaciones.
- ✓ Las muestras de agua de fondo se coleccionarán evitando remover los sedimentos, circunstancia que alteraría gravemente el resultado analítico posterior.
- ✓ Si se toman muestras de agua profunda, el recipiente debe quedar herméticamente cerrado para evitar que sustancias oxidables al contacto con el aire varíen su concentración desde su origen hasta el momento del definitivo análisis en el laboratorio.

### **3.8. Técnicas y procesamiento de análisis de datos**

Los resultados serán procesados en tablas estadísticas para determinar los estadísticos descriptivos, y de esta manera obtener los resultados según la normatividad ambiental vigente; estos datos serán procesados utilizando una hoja de cálculo como el Excel o un software estadístico.

### **3.9. Descripción de la prueba de hipótesis**

La hipótesis se contrastará aplicando los estándares de calidad ambiental para agua (ECA- agua), y procesando los resultados con un software adecuado para obtener el diagnóstico situacional buscado.

## CAPÍTULO IV

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Presentación e interpretación de datos

Se efectuó el análisis respectivo de la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del río Tinquero, que se presenta a continuación:

##### 4.1.1. Concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del río Tinquero

**Tabla 3.**  
*Resultados del Análisis de la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del río Tinquero*

PARAMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	PUNTOS DE MONITERO					PROMEDIO
		P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	
<b>QUÍMICO</b>							
Alcalinidad Total	mg CaCO <sub>3</sub> /L	210	214	212	215	218	213.8
Aceite y grasas	mg/L	0.48	0.45	0.46	0.48	0.48	0.47
Conductividad	uS/cm	356	352	346	330	338	344.4
Demanda de Bioquímica Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	5.9	6.1	6.4	6.0	6.5	6.2

Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	11.5	11.8	12.1	12.3	12.4	12.02
pH	Unidad de pH	7.8	7.6	8.1	7.7	8.2	7.9
Oxígeno Disuelto	mg/L	6.8	6.5	6.7	6.4	6.2	6.5

### FÍSICO

Temperatura	°C	Δ 1	Δ1.1	Δ1.3	Δ1	Δ1.3	Δ 1.14
-------------	----	-----	------	------	----	------	--------

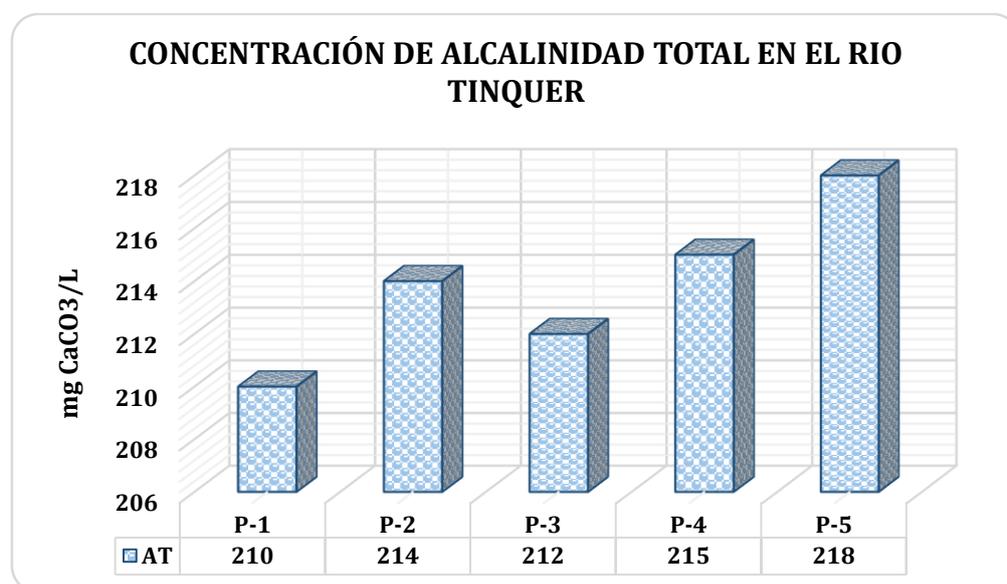
### Solidos

Suspendidos Totales	mg/L	48	50	49	52	52	50.2
---------------------	------	----	----	----	----	----	------

### MICROBIOLÓGICO

Coliformes Totales	NMP/100mL	16	15	17.5	18	18.5	17
--------------------	-----------	----	----	------	----	------	----

**Figura 2.** Concentración de Alcalinidad en el río Tinquér

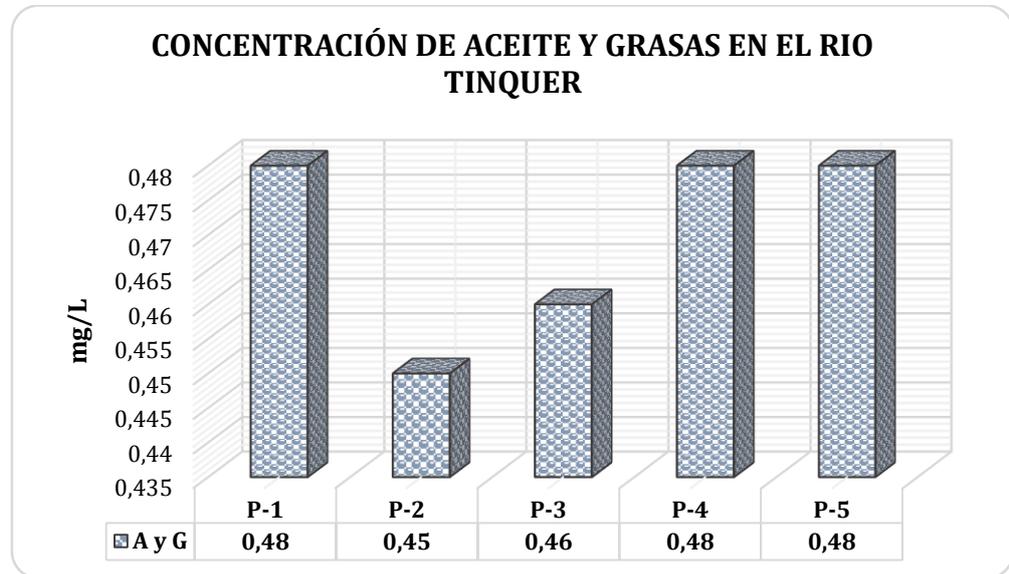


### Interpretación:

Los resultados de la figura N° 02, reportan que la concentración de alcalinidad en el río Tinquér se encuentra entre los rangos de 210 mg CaCO<sub>3</sub>/L a 218 mg

CaCO<sub>3</sub>/L. Siendo el valor más alto en la muestra P-5 con (218 mg CaCO<sub>3</sub>/L) y en tanto el valor bajo se obtuvo en la muestra P-1 con (210 mg CaCO<sub>3</sub>/L).

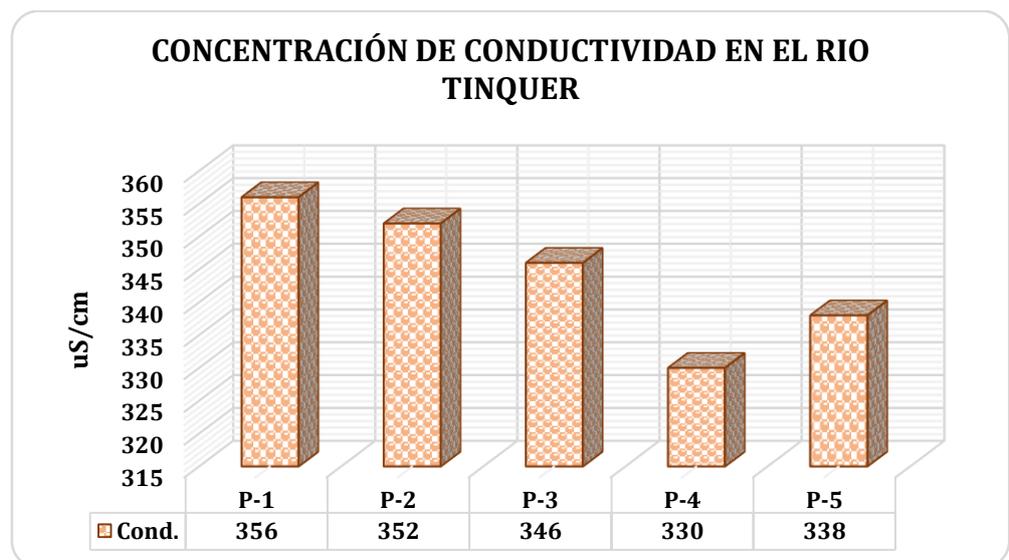
**Figura 3.** Concentración de Aceite y grasas en el rio Tinquier



**Interpretación:**

Los resultados de la figura N° 03, reportan que la concentración de aceites y grasas en el rio Tinquier se encuentra entre los rangos de 0.45 mg/L a 0.48 mg/L. Siendo el valor más alto en la muestra P-1, P-4 y P-5 con (0.48 mg/L) y en tanto el valor bajo se obtuvo en la muestra P-2 con (0.45 mg/L).

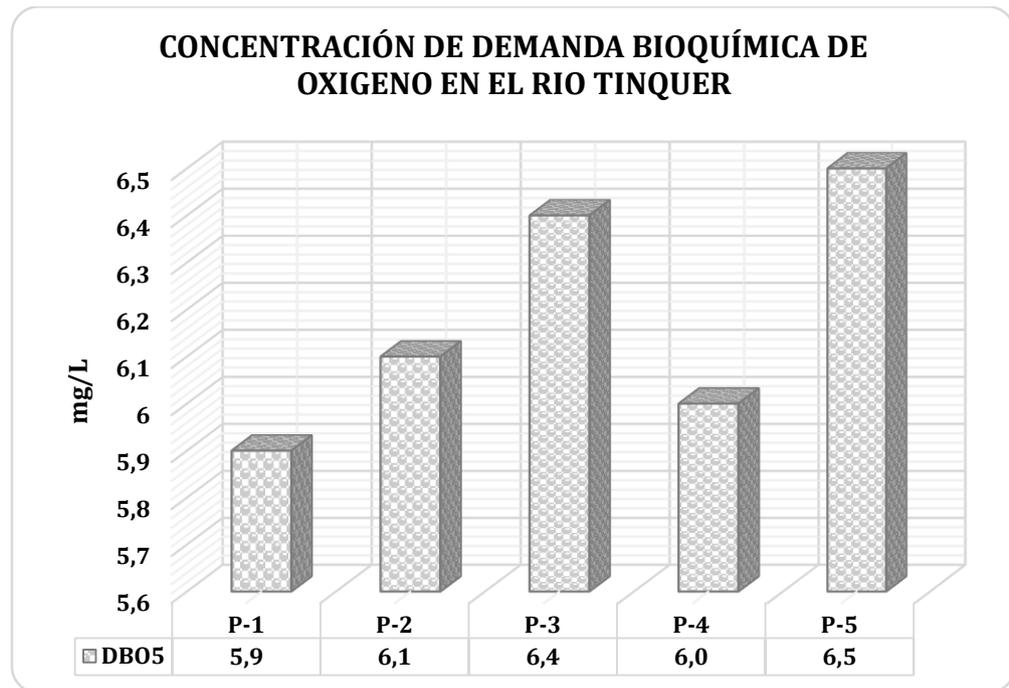
**Figura 4.** Concentración de Conductividad en el rio Tinquier



### Interpretación:

Los resultados de la figura N° 04, reportan que la concentración de conductividad eléctrica en el río Tinker se encuentra entre los rangos de 330 uS/cm a 356 uS/cm. Siendo el valor más alto en la muestra P-1 con (356 uS/cm) y en tanto el valor bajo se obtuvo en la muestra P-4 con (330 uS/cm).

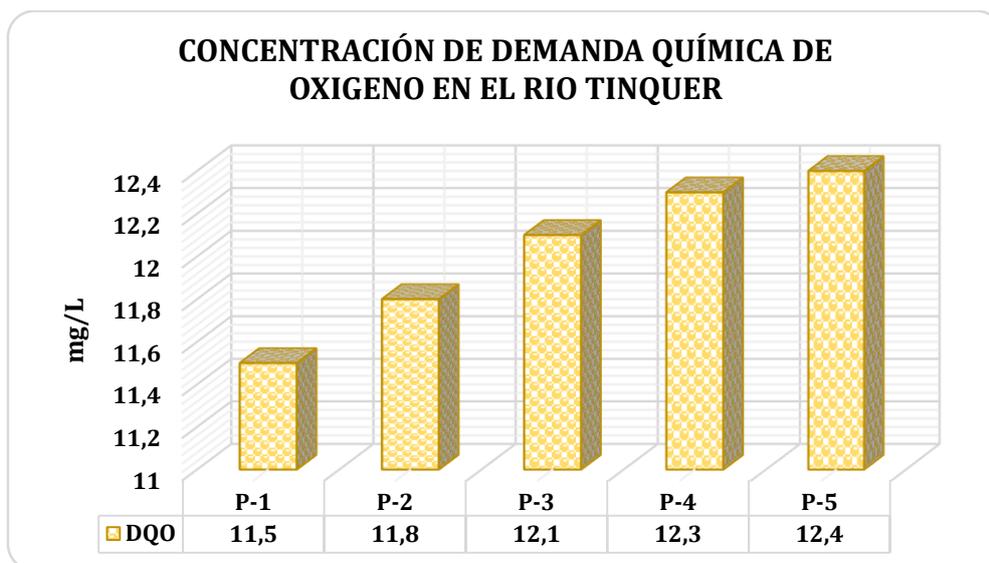
**Figura 5.** Concentración de Demanda Bioquímica de Oxígeno en el río Tinker



### Interpretación:

Los resultados de la figura N° 05, reportan que la concentración de DBO<sub>5</sub> en el río Tinker se encuentra entre los rangos de 5.9 mg/L a 6.5 mg/L. Siendo el valor más alto en la muestra P-5 con (6.5 mg/L) y en tanto el valor bajo se obtuvo en la muestra P-1 con (5.9 mg/L).

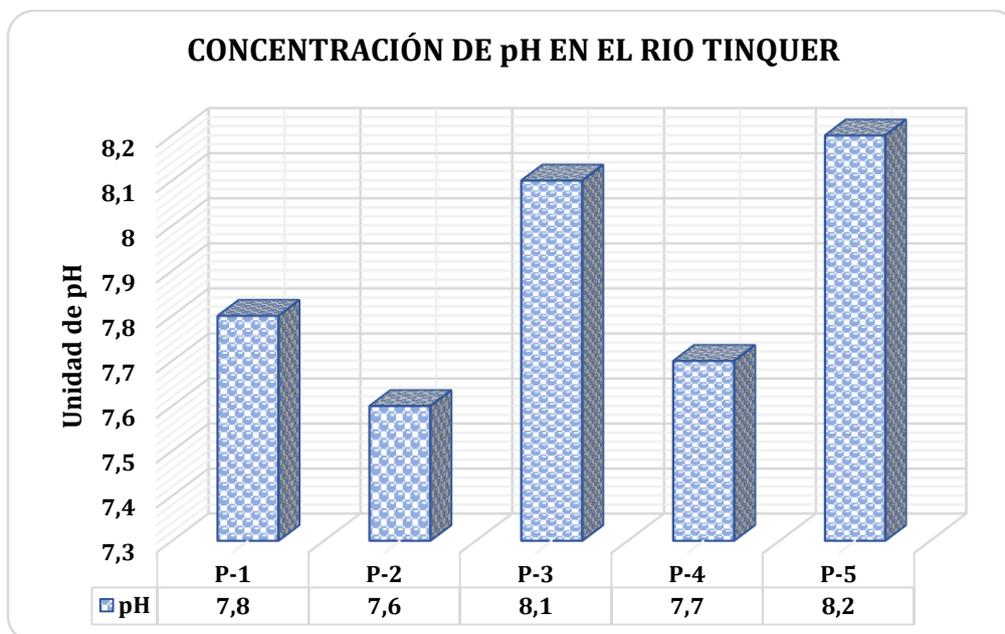
**Figura 6.** Concentración de Demanda Química de Oxígeno en el río Tinquér



**Interpretación:**

Los resultados de la figura N° 06, reportan que la concentración de DQO en el río Tinquér se encuentra entre los rangos de 11.5 mg/L a 12.4 mg/L. Siendo el valor más alto en la muestra P-5 con (12.4 mg/L) y en tanto el valor bajo se obtuvo en la muestra P-1 con (11.5 mg/L).

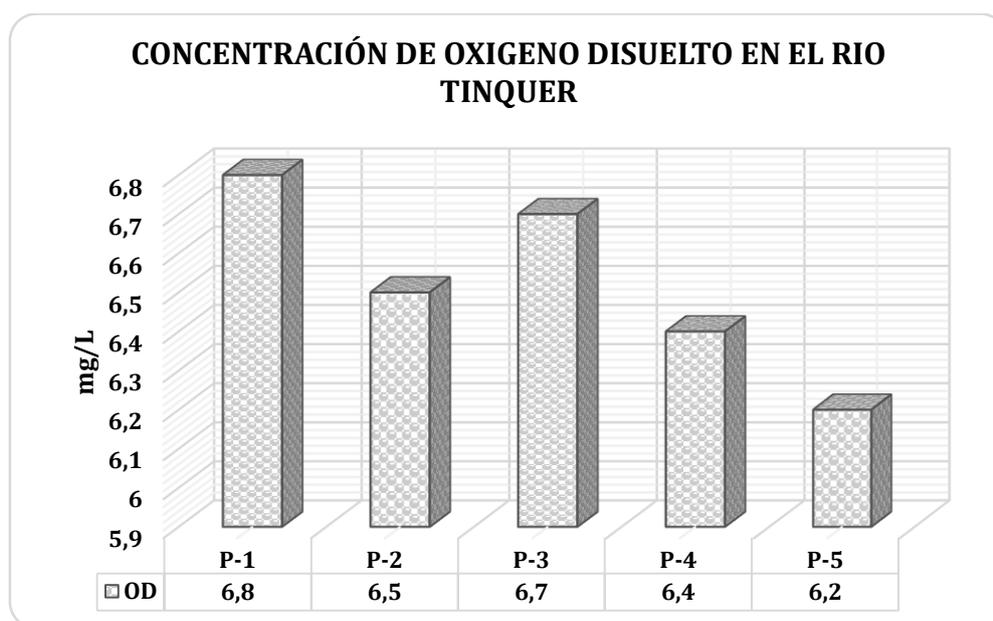
**Figura 7.** Concentración de pH en el río Tinquér



### Interpretación:

Los resultados de la figura N° 07, reportan que la concentración de potencial de hidrogeno en el rio Tinquier se encuentra entre los rangos de 7.6 unidad de pH a 8.2 unidad de pH. Siendo el valor más alto en la muestra P-5 con (8.2 unidad de pH) y en tanto el valor bajo se obtuvo en la muestra P-2 con (7.6 unidad de pH).

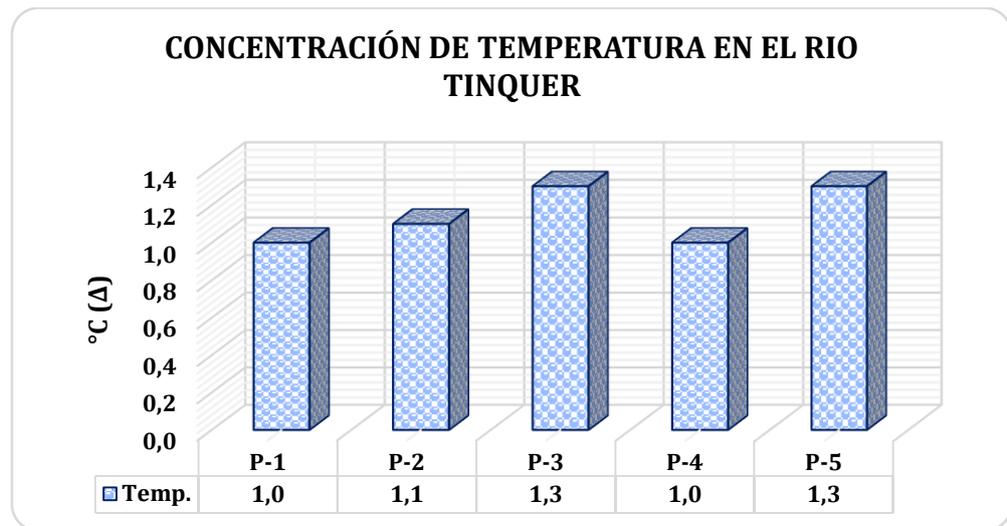
**Figura 8.** *Concentración de Oxígeno disuelto en el rio Tinquier*



### Interpretación:

Los resultados de la figura N° 08, reportan que la concentración de oxígeno disuelto en el rio Tinquier se encuentra entre los rangos de 6.2 mg/L a 6.8 mg/L. Siendo el valor más alto en la muestra P-1 con (6.8 mg/L) y en tanto el valor bajo se obtuvo en la muestra P-5 con (6.2 mg/L).

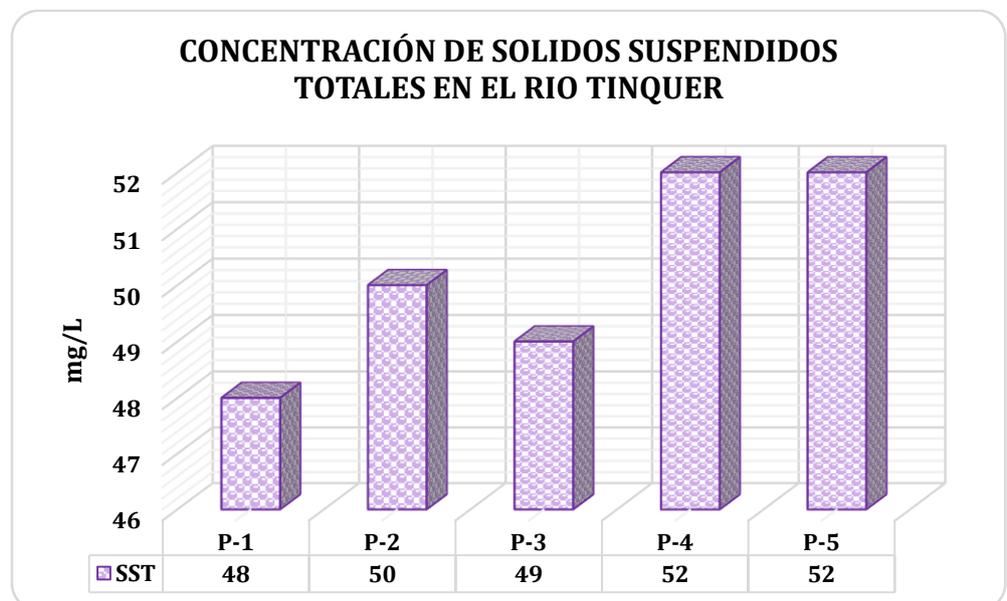
**Figura 9.** *Concentración de Temperatura en el río Tinquér*



**Interpretación:**

Los resultados de la figura N° 09, reportan que la concentración de temperatura en el río Tinquér se encuentra entre los rangos de 1.1 °C (Δ) a 1.3 °C (Δ). Siendo el valor más alto en la muestra P-3 y P-5 con (1.3 °C (Δ)) y en tanto el valor bajo se obtuvo en la muestra P-1 y P-4 con (1.1 °C (Δ)). Variación de grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

**Figura 10.** *Concentración de Sólidos suspendidos totales en el río Tinquér*



### Interpretación:

Los resultados de la figura N° 10, reportan que la concentración de sólidos suspendidos totales en el río Tinquero se encuentra entre los rangos de 48 mg/L a 52 mg/L. Siendo el valor más alto en la muestra P-4 y P-5 con (52 mg/L) y en tanto el valor bajo se obtuvo en la muestra P-1 con (48 mg/L).

## 4.2. Prueba de hipótesis

La prueba de hipótesis de la investigación se realizó con la evaluación de cada parámetro y su comparación con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua.

**Tabla 4.**

*Comparación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos con los (LMP), ECA-Agua*

PARAMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	PUNTOS DE MONITERO					PROMEDIO	ECA(*)
		P-1	P-2	P-3	P-4	P-5		
<b>QUÍMICO</b>								
Alcalinidad Total	mg CaCO <sub>3</sub> /L	210	214	212	215	218	213.8	---
Aceite y grasas	mg/L	0.48	0.45	0.46	0.48	0.48	0.47	5
Conductividad	uS/cm	356	352	346	330	338	344.4	1000
DBO <sub>5</sub>	mg/L	5.9	6.1	6.4	6.0	6.5	6.2	10
DQO **	mg/L	11.5	11.8	12.1	12.3	12.4	12.02	40
pH	Unidad	7.8	7.6	8.1	7.7	8.2	7.9	6.5 - 9.0
Oxígeno Disuelto	mg/L	6.8	6.5	6.7	6.4	6.2	6.5	≥ 5
<b>FÍSICO</b>								

Temperatura ***	°C	Δ 1	Δ 1.1	Δ 1.3	Δ 1	Δ 1.3	Δ 1.14	Δ 3
Solidos Suspendidos Totales	mg/L	48	50	49	52	52	50.2	≤ 100
<b>MICROBIOLÓGICO</b>								
Coliformes Totales ****	NMP/100mL	16	15	17.5	18	18.5	17	50

(Δ) Variación de grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

(\*) D.S. N° 004-2017-MINAM.

(\*\*) Comparado con ECA de Categoría 3, para riego de vegetales.

(\*\*\*) Comparación de temperatura con respecto a promedio mensual multianual.

(\*\*\*\*) Comparado con ECA de Categoría 1 A1, para aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

#### 4.2.1. Prueba de hipótesis para aceite y grasas

##### ✓ Test de normalidad

##### Tabla 5.

*Prueba de Normalidad para el parámetro Aceite y grasas en el rio Tinquen*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístic o	gl	Sig.	Estadístic o	gl	Sig.
Aceite y Grasas	,360	5	,033	,767	5	,052

Se realizó el test de normalidad utilizando el estadístico de **Shapiro-Wilk**, porque la cantidad de datos evaluados de cada parámetro son

menores a 50 datos ( $n < 50$ ), se muestran un comportamiento normal debido a que el  $p\text{-value} > 0.05$ .

**Criterio para determinar Normalidad:**

$P - \text{Valor} \geq \alpha$  Aceptar  $H_0$  (Los datos provienen de una distribución Normal)

$P - \text{Valor} < \alpha$  Aceptar  $H_1$  (Los datos **No** provienen de una distribución Normal)

---

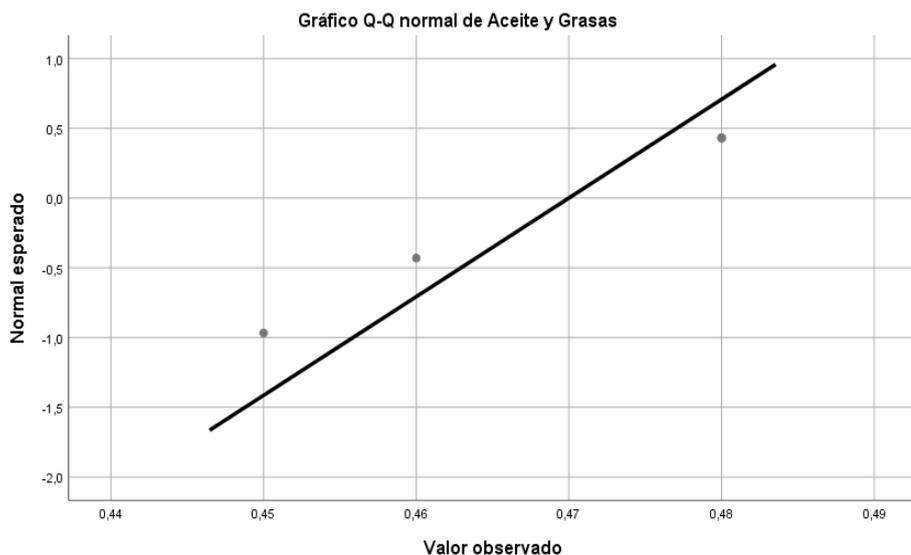
<b>NORMALIDAD</b>		
$P - \text{Valor} = 0.052$	$>$	$\alpha = 0.05$

---

**Interpretación**

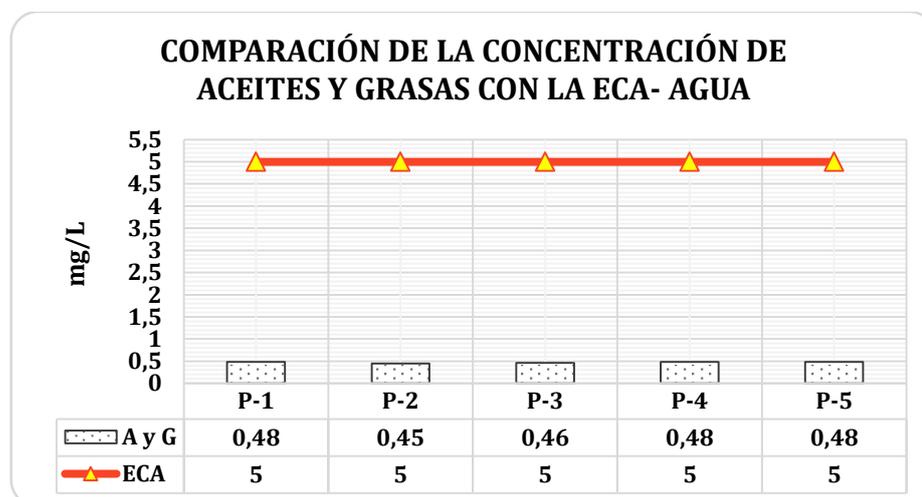
De la tabla 5, se obtuvo un P- valor 0.052 es mayor que 0.05 por tanto aceptamos la homogeneidad de varianzas para los valores de aceite y grasas, por tanto, aceptamos  $H_0$  (Los datos provienen de una distribución Normal).

**Figura 11.** Grafica de normalidad para el parámetro Aceite y grasas en el rio Tinquier



De la figura 11, se puede observar que existe una relacion lineal positiva de la variable aceite y grasas, entre sus varianzas por tanto se encuentra homogenidad y todos tienen la misma varianza.

**Figura 12.** Comparación del parámetro Aceite y grasas con LMP, ECA- Agua



✓ **Prueba de Hipótesis para el parámetro Aceite y grasas**

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

**Formulación de la hipótesis nula y alterna**

**H<sub>0</sub>:** La concentración del parámetro Aceite y grasas que posee el agua del Rio Tinker en el centro poblado de Tinkerccasa – Huancavelica, no cumple con los ECA-Agua.

$$\mathbf{H_0: u > 5 \text{ mg/L}}$$

**H<sub>a</sub>:** La concentración del parámetro Aceite y grasas que posee el agua del Rio Tinker en el centro poblado de Tinkerccasa – Huancavelica, cumple con los ECA-Agua.

$$\mathbf{H_a: u < 5 \text{ mg/L}}$$

✓ **Nivel de significancia**

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

$\alpha = 0.05$ , es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%,  $1 - \alpha = 0.95$ .

✓ **Estadístico de prueba**

Se utilizó la prueba de T de Student y se obtuvo un p-valor:

**Tabla 6.**

*Prueba de T de Student para el parámetro Aceite y grasas en el rio Tinquier.*

Prueba de  $\mu = 5$  vs.  $< 5$

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
5	0,47000	0,01414	0,00632	0,48348	-716,26	0,000

**Utilizamos el valor P:**

Si,  $P - \text{Valor} \geq \alpha$  (Nivel de significancia) **Se acepta  $H_0$ .**

Si,  $P - \text{Valor} < \alpha$  (Nivel de significancia) **Se rechaza  $H_0$ .**

✓ **Regla de decisión**

PRUEBA DE T		
$P - \text{Valor} = 0.000$	$<$	$\alpha = 0.05$

Como el  $P - \text{Valor} < 0.05$ , aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0.05. La concentración del parámetro Aceite y grasas que posee el

agua del Rio Tinker en el centro poblado de Tinkerccasa – Huancavelica, **cumple** con los ECA-Agua.

**Tabla 7.**

*Datos para la prueba de T de Student para Aceite y grasas*

<b>Estadísticos</b>	<b>Datos</b>
Nivel de significancia (NS)	0.05
Nivel de confianza (NC)	0.95
Media (x)	0.47000
Valor hipotético ( $\mu$ )	5
Muestra ( $n$ )	5
Desviación estándar ( $S$ )	0.01414
T de tabla (valor crítico)	-2.132
T de Student calculado	-716.26

Para determinar la t calculada usamos la siguiente formula:

$$t = \frac{x - u}{s/\sqrt{n}}$$

Donde:

t = t de Student calculado

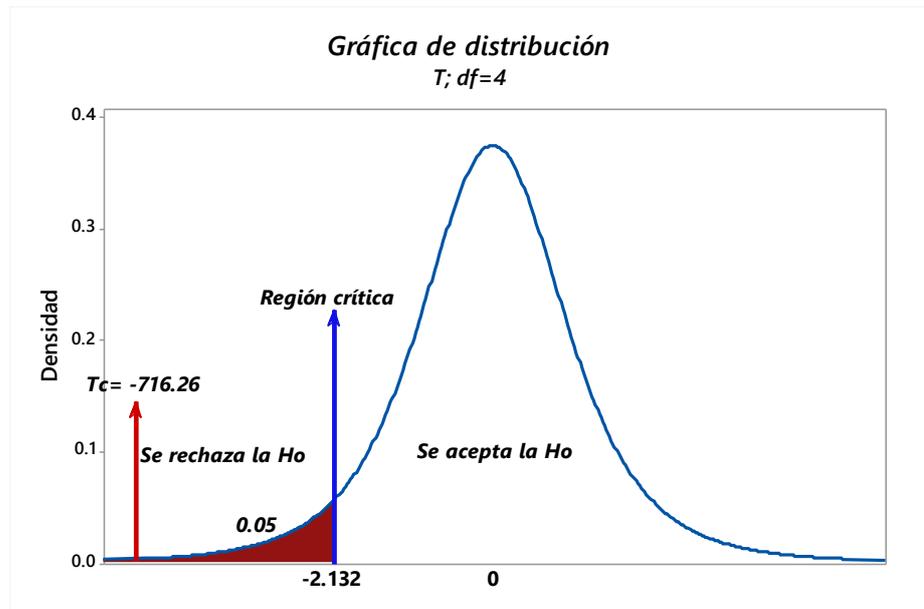
x = Media

$\mu$  = Valor hipotético

S = Desviación estándar

n = Muestra

**Figura 13.** Campana de Gauss para el parámetro Aceite y grasas



### Toma de decisión

- $T_{cal.}$  cae fuera de la región crítica ( $t_{0.05, 5-1}$ ), se acepta la hipótesis nula.
- $T_{cal.}$  cae dentro de la región crítica ( $t_{0.05, 5-1}$ ), se rechaza la hipótesis nula.

El valor de  $T_c = -716.26$ , cae dentro de la región crítica ( $-2.132$ ), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis Ha**, la concentración del parámetro Aceite y grasas que posee el agua del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, **cumple** con los ECA-Agua.

### 4.2.2. Prueba de hipótesis para conductividad

#### ✓ Test de normalidad

**Tabla 8**

*Prueba de Normalidad para el parámetro Conductividad en el rio Tinquen*

Pruebas de normalidad	
Kolmogórov-Smirnov	Shapiro-Wilk

	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Conductividad	,165	5	,200*	,963	5	,829

Se realizó el test de normalidad utilizando el estadístico de **Shapiro-Wilk**, porque la cantidad de datos evaluados de cada parámetro son menores a 50 datos ( $n < 50$ ), se muestran un comportamiento normal debido a que el p-value  $> 0.05$ .

**Criterio para determinar Normalidad:**

P – Valor  $\geq \alpha$  Aceptar  $H_0$  (Los datos provienen de una distribución **Normal**)

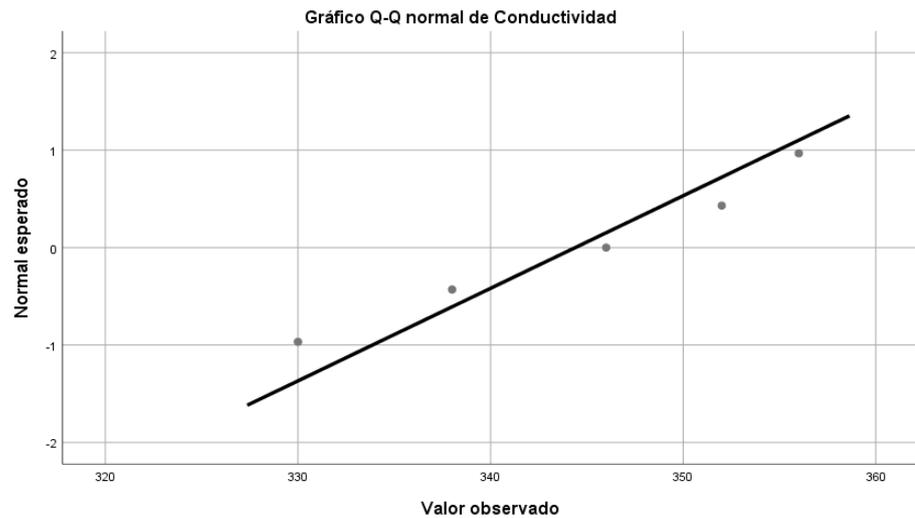
P – Valor  $< \alpha$  Aceptar  $H_1$  (Los datos **No** provienen de una distribución **Normal**)

NORMALIDAD		
P – Valor = 0.829	>	$\alpha = 0.05$

**Interpretación**

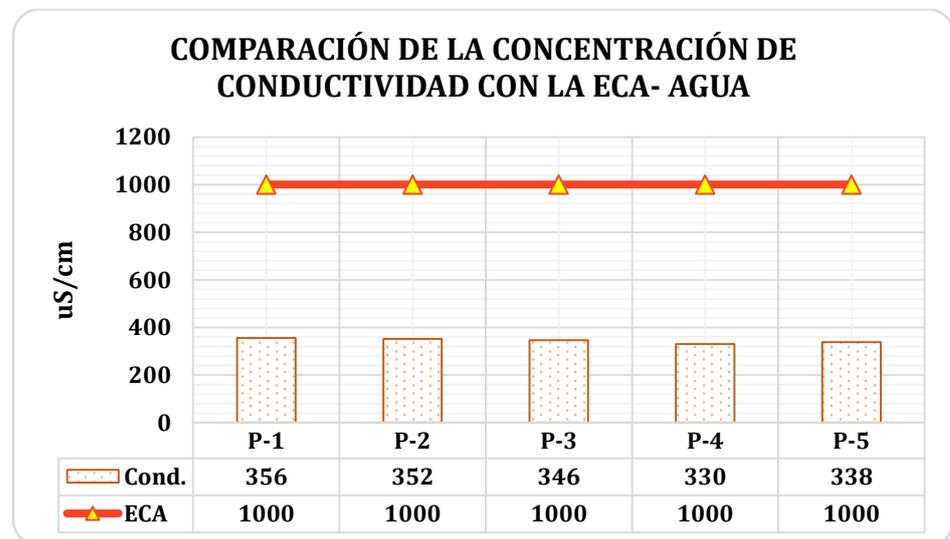
De la tabla 8, se obtuvo un P- valor 0.829 es mayor que 0.05 por tanto aceptamos la homogeneidad de varianzas para los valores de conductividad, por tanto, aceptamos  $H_0$  (Los datos provienen de una distribución **Normal**).

**Figura 14.** Grafica de normalidad para el parámetro Conductividad en el rio Tinquen



De la figura 14, se puede observar que existe una relación lineal positiva de la variable conductividad, entre sus varianzas por tanto se encuentra homogeneidad y todos tienen la misma varianza.

**Figura 15.** Comparación del parámetro Conductividad con LMP, ECA- Agua



✓ **Prueba de Hipótesis para el parámetro Conductividad**

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la

decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

### Formulación de la hipótesis nula y alterna

**H<sub>0</sub>:** La concentración del parámetro Conductividad que posee el agua del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, no cumple con los ECA-Agua.

$$\mathbf{H_0: u > 1000 \text{ uS/cm}}$$

**H<sub>a</sub>:** La concentración del parámetro Conductividad que posee el agua del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, cumple con los ECA-Agua.

$$\mathbf{H_a: u < 1000 \text{ uS/cm}}$$

#### ✓ Nivel de significancia

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

$\alpha = 0.05$ , es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%,  $1 - \alpha = 0.95$ .

#### ✓ Estadístico de prueba

Se utilizó la prueba de T de Student y se obtuvo un p-valor:

#### **Tabla 9.**

*Prueba de T de Student para el parámetro Conductividad en el rio Tinquen.*

Prueba de  $\mu = 1000$  vs.  $< 1000$

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
5	344,40	10,53	4,71	354,44	-139,27	0,000

**Utilizamos el valor P:**

Si,  $P - \text{Valor} \geq \alpha$  (Nivel de significancia) **Se acepta  $H_0$ .**

Si,  $P - \text{Valor} < \alpha$  (Nivel de significancia) **Se rechaza  $H_0$ .**

✓ **Regla de decisión**

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0.000	<	$\alpha = 0.05$

Como el  $P - \text{Valor} < 0.05$ , aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0.05. La concentración del parámetro Conductividad que posee el agua del Rio Tinker en el centro poblado de Tiquerccasa – Huancavelica, **cumple** con los ECA-Agua.

**Tabla 10.**

*Datos para la prueba de T de Student para Conductividad*

Estadísticos	Datos
Nivel de significancia (NS)	0.05
Nivel de confianza (NC)	0.95
Media ( $\bar{x}$ )	344.40
Valor hipotético ( $\mu$ )	1000
Muestra ( $n$ )	5
Desviación estándar ( $S$ )	10.53
T de tabla (valor crítico)	-2.132
T de Student calculado	-139.27

Para determinar la t calculada usamos la siguiente formula:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

Donde:

$t$  =  $t$  de Student calculado

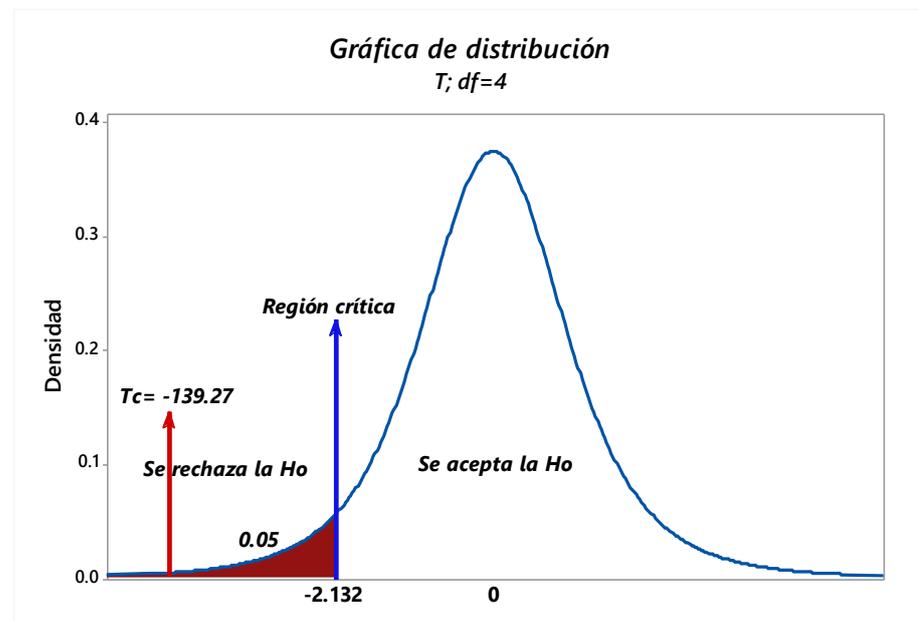
$x$  = Media

$\mu$  = Valor hipotético

$S$  = Desviación estándar

$n$  = Muestra

**Figura 16.** Campana de Gauss para el parámetro Conductividad



### Toma de decisión

- $T_{cal.}$  cae fuera de la región crítica ( $t_{0.05, 5-1}$ ), se acepta la hipótesis nula.
- $T_{cal.}$  cae dentro de la región crítica ( $t_{0.05, 5-1}$ ), se rechaza la hipótesis nula.

El valor de  $T_c = -139.27$ , cae dentro de la región crítica ( $-2.132$ ), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis Ha**, la concentración del parámetro Conductividad que posee el agua del Rio Tinquercasa – Huancavelica, **cumple** con los ECA-Agua.

### 4.2.3. Prueba de hipótesis para DBO<sub>5</sub>

✓ **Test de normalidad**

**Tabla 11.**

*Prueba de Normalidad para el parámetro DBO<sub>5</sub> en el río Tinquen*

<b>Pruebas de normalidad</b>						
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DBO <sub>5</sub>	,221	5	,200*	,915	5	,501

Se realizó el test de normalidad utilizando el estadístico de **Shapiro-Wilk**, porque la cantidad de datos evaluados de cada parámetro son menores a 50 datos ( $n < 50$ ), se muestran un comportamiento normal debido a que el  $p\text{-value} > 0.05$ .

**Criterio para determinar Normalidad:**

$P - \text{Valor} \geq \alpha$  Aceptar  $H_0$  (Los datos provienen de una distribución **Normal**)

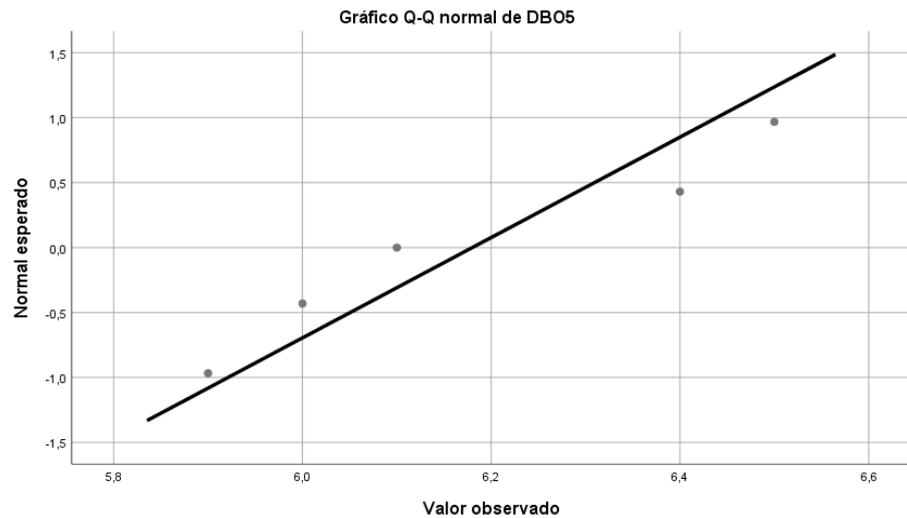
$P - \text{Valor} < \alpha$  Aceptar  $H_1$  (Los datos **No** provienen de una distribución **Normal**)

<b>NORMALIDAD</b>	
$P - \text{Valor} = 0.501$	$> \alpha = 0.05$

**Interpretación**

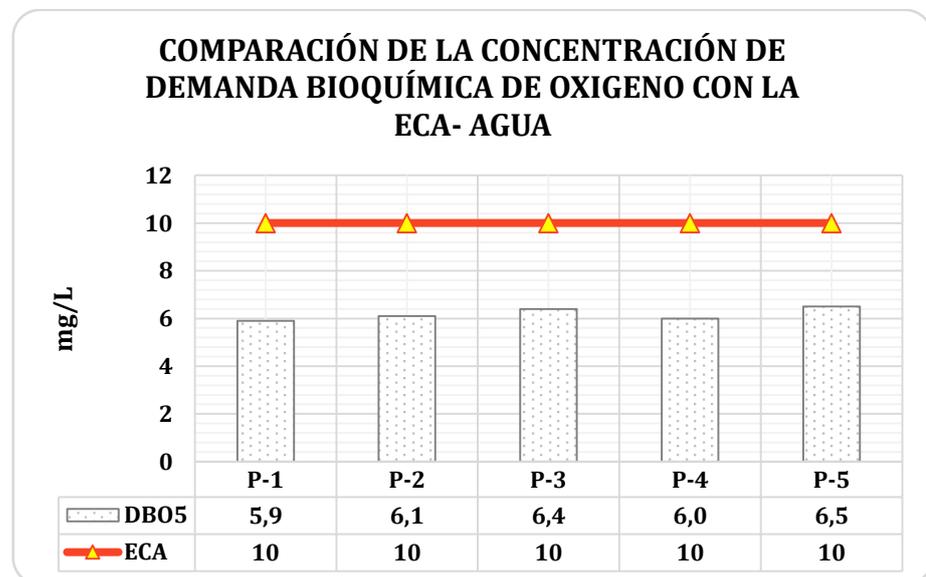
De la tabla 11, se obtuvo un P- valor 0.501 es mayor que 0.05 por tanto aceptamos la homogeneidad de varianzas para los valores de DBO<sub>5</sub>, por tanto, aceptamos  $H_0$  (Los datos provienen de una distribución **Normal**).

**Figura 17.** Grafica de normalidad para el parámetro DBO<sub>5</sub> en el rio Tinquier



De la figura 17, se puede observar que existe una relacion lineal positiva de la variable DBO<sub>5</sub>, entre sus varianzas por tanto se encuentra homogenidad y todos tienen la misma varianza.

**Figura 18.** Comparación del parámetro DBO<sub>5</sub> con LMP, ECA-Agua



✓ **Prueba de Hipótesis para el parámetro DBO<sub>5</sub>**

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la

decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

### Formulación de la hipótesis nula y alterna

**H<sub>0</sub>:** La concentración del parámetro DBO<sub>5</sub> que posee el agua del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquerccasa – Huancavelica, no cumple con los ECA-Agua.

$$\mathbf{H_0: u > 10 \text{ mg/L}}$$

**H<sub>a</sub>:** La concentración del parámetro DBO<sub>5</sub> que posee el agua del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquerccasa – Huancavelica, cumple con los ECA-Agua.

$$\mathbf{H_a: u < 10 \text{ mg/L}}$$

#### ✓ Nivel de significancia

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

$\alpha = 0.05$ , es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%,  $1 - \alpha = 0.95$ .

#### ✓ Estadístico de prueba

Se utilizó la prueba de T de Student y se obtuvo un p-valor:

#### **Tabla 12.**

*Prueba de T de Student para el parámetro DBO<sub>5</sub> en el rio Tinquen.*

Prueba de  $\mu = 10$  vs.  $< 10$

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
5	6,180	0,259	0,116	6,427	-33,00	0,000

**Utilizamos el valor P:**

Si,  $P - \text{Valor} \geq \alpha$  (Nivel de significancia) **Se acepta  $H_0$ .**

Si,  $P - \text{Valor} < \alpha$  (Nivel de significancia) **Se rechaza  $H_0$ .**

✓ **Regla de decisión**

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0,000	<	$\alpha = 0,05$

Como el  $P - \text{Valor} < 0.05$ , aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0.05. La concentración del parámetro  $DBO_5$  que posee el agua del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, **cumple** con los ECA-Agua.

**Tabla 13.**

*Datos para la prueba de T de Student para  $DBO_5$*

Estadísticos	Datos
Nivel de significancia (NS)	0.05
Nivel de confianza (NC)	0.95
Media ( $\bar{x}$ )	6.180
Valor hipotético ( $\mu$ )	10
Muestra ( $n$ )	5
Desviación estándar ( $S$ )	0.259
T de tabla (valor crítico)	-2.132
T de Student calculado	-33.00

Para determinar la t calculada usamos la siguiente formula:

$$t = \frac{x - u}{s/\sqrt{n}}$$

Donde:

$t$  =  $t$  de Student calculado

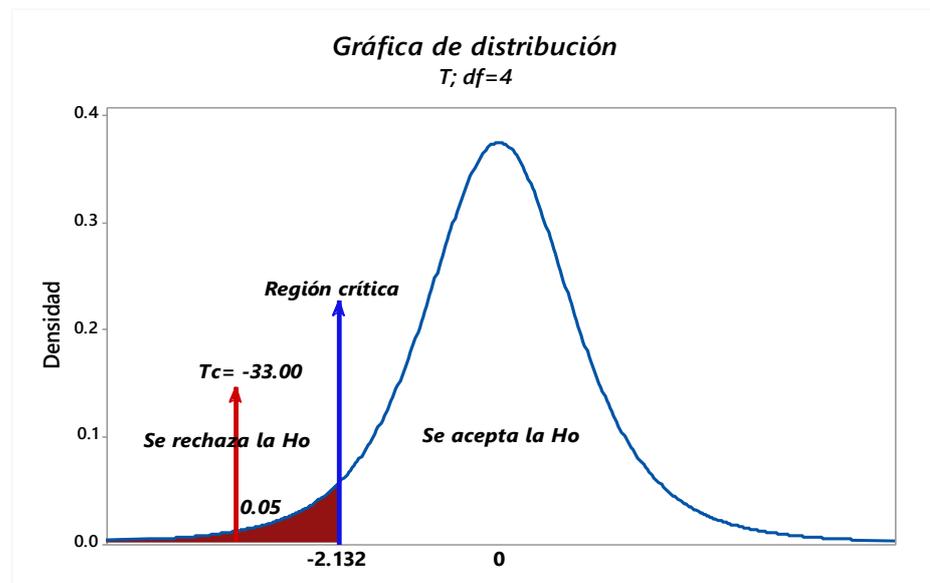
$x$  = Media

$\mu$  = Valor hipotético

$S$  = Desviación estándar

$n$  = Muestra

**Figura 19.** Campana de Gauss para el parámetro  $DBO_5$



### Toma de decisión

- $T_{cal.}$  cae fuera de la región crítica ( $t_{0.05, 5-1}$ ), se acepta la hipótesis nula.
- $T_{cal.}$  cae dentro de la región crítica ( $t_{0.05, 5-1}$ ), se rechaza la hipótesis nula.

El valor de  $T_c = -33.00$ , cae dentro de la región crítica (-2.132), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis  $H_a$** , la concentración del parámetro  $DBO_5$  que posee el agua del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, **cumple** con los ECA-Agua.

#### 4.2.4. Prueba de hipótesis para DQO

✓ **Test de normalidad**

**Tabla 14.**

*Prueba de Normalidad para el parámetro DQO en el río Tinquier*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístic o	gl	Sig.	Estadístic o	gl	Sig.
DQO	,186	5	,200*	,943	5	,687

Se realizó el test de normalidad utilizando el estadístico de **Shapiro-Wilk**, porque la cantidad de datos evaluados de cada parámetro son menores a 50 datos ( $n < 50$ ), se muestran un comportamiento normal debido a que el p-value  $> 0.05$ .

**Criterio para determinar Normalidad:**

P – Valor  $\geq \alpha$  Aceptar  $H_0$  (Los datos provienen de una distribución **Normal**)

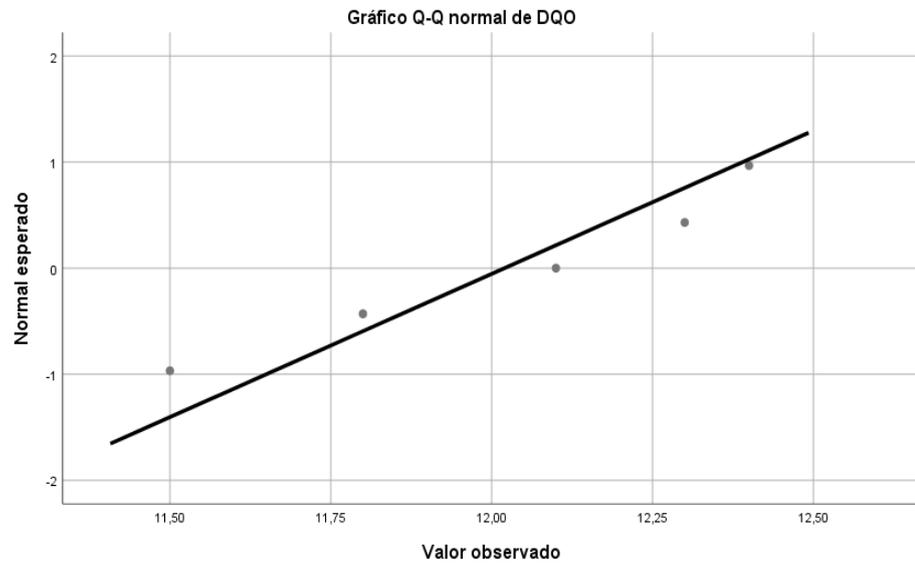
P – Valor  $< \alpha$  Aceptar  $H_1$  (Los datos **No** provienen de una distribución **Normal**)

NORMALIDAD	
P – Valor = 0.687	$>$ $\alpha = 0.05$

**Interpretación**

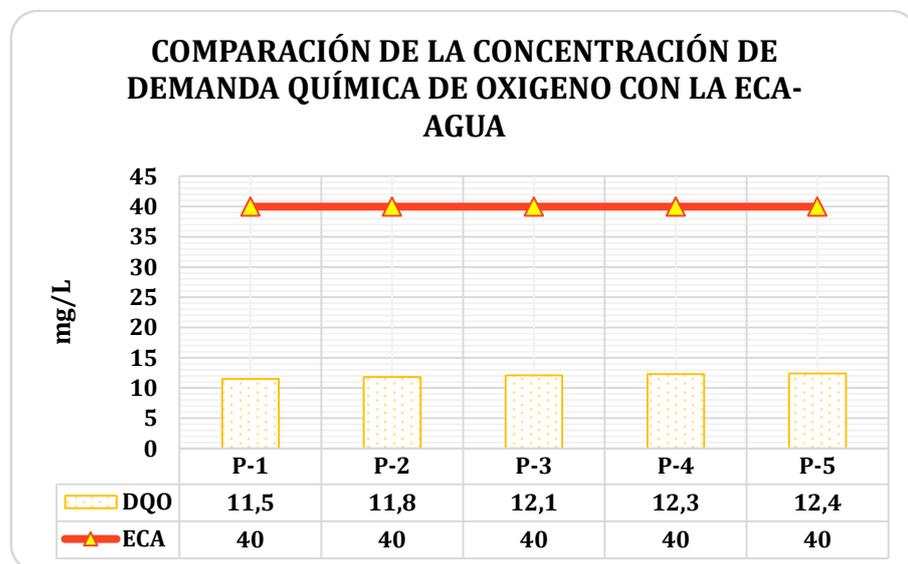
De la tabla 14, se obtuvo un P- valor 0.687 es mayor que 0.05 por tanto aceptamos la homogeneidad de varianzas para los valores de DQO, por tanto, aceptamos  $H_0$  (Los datos provienen de una distribución **Normal**).

**Figura 20.** Grafica de normalidad para el parámetro DQO en el rio Tinquier



De la figura 20, se puede observar que existe una relacion lineal positiva de la variable DQO, entre sus varianzas por tanto se encuentra homogenidad y todos tienen la misma varianza.

**Figura 21.** Comparación del parámetro DQO con LMP, ECA-Agua



✓ **Prueba de Hipótesis para el parámetro DQO**

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la

decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

### Formulación de la hipótesis nula y alterna

**H<sub>0</sub>:** La concentración del parámetro DQO que posee el agua del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquerccasa – Huancavelica, no cumple con los ECA-Agua.

$$\mathbf{H_0: u > 40 \text{ mg/L}}$$

**H<sub>a</sub>:** La concentración del parámetro DQO que posee el agua del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquerccasa – Huancavelica, cumple con los ECA-Agua.

$$\mathbf{H_a: u < 40 \text{ mg/L}}$$

#### ✓ Nivel de significancia

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

$\alpha = 0.05$ , es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%,  $1 - \alpha = 0.95$ .

#### ✓ Estadístico de prueba

Se utilizó la prueba de T de Student y se obtuvo un p-valor:

#### **Tabla 15.**

*Prueba de T de Student para el parámetro DQO en el rio Tinquen.*

Prueba de  $\mu = 40$  vs.  $< 40$

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
5	12,020	0,370	0,166	12,373	-169,03	0,000

**Utilizamos el valor P:**

Si,  $P - \text{Valor} \geq \alpha$  (Nivel de significancia) **Se acepta  $H_0$ .**

Si,  $P - \text{Valor} < \alpha$  (Nivel de significancia) **Se rechaza  $H_0$ .**

✓ **Regla de decisión**

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0.000	<	$\alpha = 0.05$

Como el  $P - \text{Valor} < 0.05$ , aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0.05. La concentración del parámetro DQO que posee el agua del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, **cumple** con los ECA-Agua.

**Tabla 16.**

*Datos para la prueba de T de Student para DQO*

Estadísticos	Datos
Nivel de significancia (NS)	0.05
Nivel de confianza (NC)	0.95
Media ( $\bar{x}$ )	12.020
Valor hipotético ( $\mu$ )	40
Muestra ( $n$ )	5
Desviación estándar ( $S$ )	0.370
T de tabla (valor crítico)	-2.132
T de Student calculado	-169.03

Para determinar la t calculada usamos la siguiente formula:

$$t = \frac{x - u}{s/\sqrt{n}}$$

Donde:

$t = t$  de Student calculado

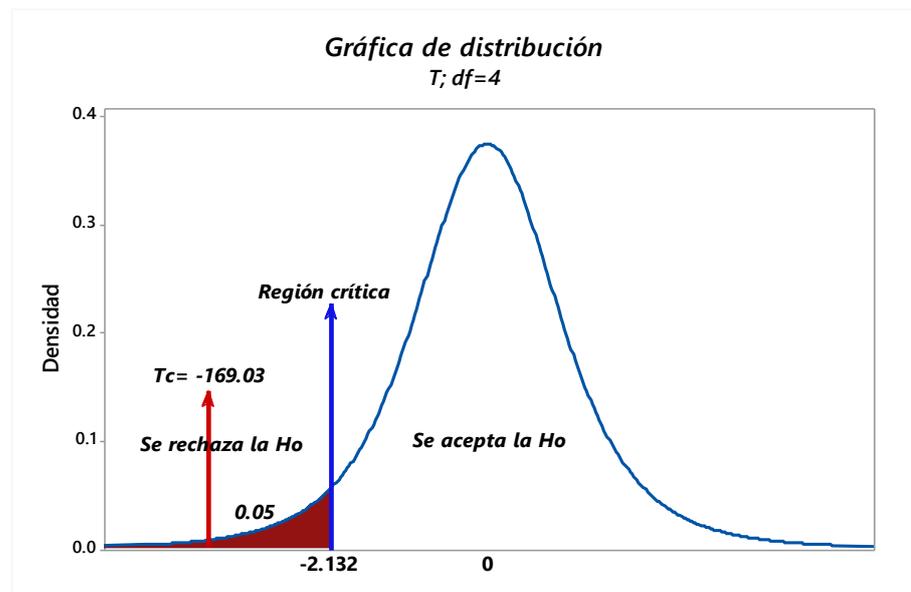
$x =$  Media

$\mu =$  Valor hipotético

$S =$  Desviación estándar

$n =$  Muestra

**Figura 22.** Campana de Gauss para el parámetro DQO



### Toma de decisión

- $T_{cal.}$  cae fuera de la región crítica ( $t_{0.05, 5-1}$ ), se acepta la hipótesis nula.
- $T_{cal.}$  cae dentro de la región crítica ( $t_{0.05, 5-1}$ ), se rechaza la hipótesis nula.

El valor de  $T_c = -169.03$ , cae dentro de la región crítica ( $-2.132$ ), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis Ha**, la concentración del parámetro DQO que posee el agua del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, **cumple** con los ECA-Agua.

#### 4.2.5. Prueba de hipótesis para pH

✓ **Test de normalidad**

**Tabla 17.**

*Prueba de Normalidad para el parámetro pH en el río Tinquer*

<b>Pruebas de normalidad</b>						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístic		Sig.	Estadístic		Sig.
	o	gl		o	gl	
pH	,221	5	,200*	,915	5	,501

Se realizó el test de normalidad utilizando el estadístico de **Shapiro-Wilk**, porque la cantidad de datos evaluados de cada parámetro son menores a 50 datos ( $n < 50$ ), se muestran un comportamiento normal debido a que el p-value  $> 0.05$ .

**Criterio para determinar Normalidad:**

P – Valor  $\geq \alpha$  Aceptar  $H_0$  (Los datos provienen de una distribución **Normal**)

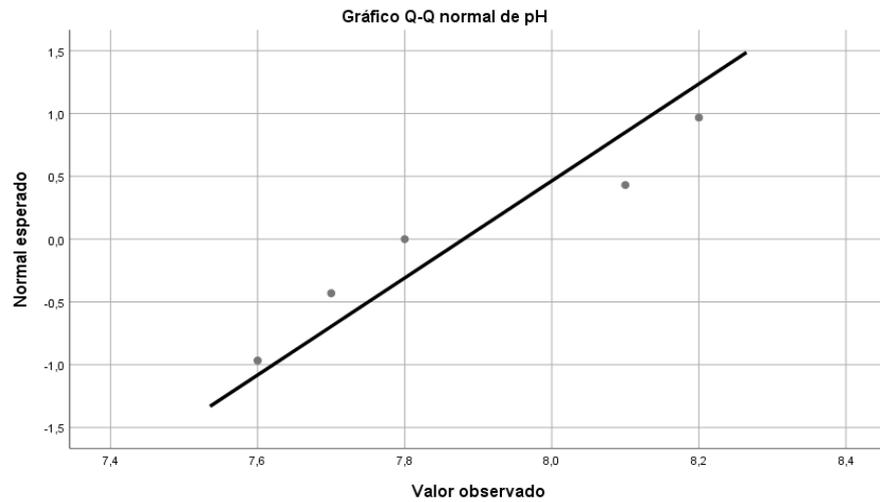
P – Valor  $< \alpha$  Aceptar  $H_1$  (Los datos **No** provienen de una distribución **Normal**)

<b>NORMALIDAD</b>	
P – Valor = 0.501	$>$ $\alpha = 0.05$

**Interpretación**

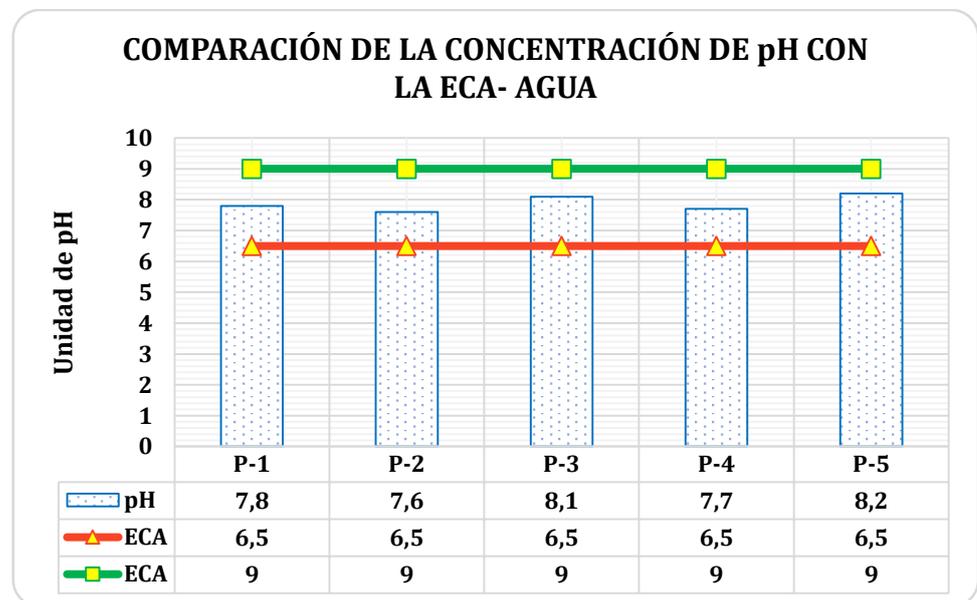
De la tabla 17, se obtuvo un P- valor 0.501 es mayor que 0.05 por tanto aceptamos la homogeneidad de varianzas para los valores de pH, por tanto, aceptamos  $H_0$  (Los datos provienen de una distribución **Normal**).

**Figura 23.** Grafica de normalidad para el parámetro pH en el rio Tinquier



De la figura 23, se puede observar que existe una relacion lineal positiva de la variable pH, entre sus varianzas por tanto se encuentra homogenidad y todos tienen la misma varianza.

**Figura 24.** Comparación del parámetro pH con LMP, ECA-Agua



✓ **Prueba de Hipótesis para el parámetro pH**

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la

decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

### Formulación de la hipótesis nula y alterna

**H<sub>0</sub>:** La concentración del parámetro pH que posee el agua del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, no cumple con los ECA-Agua.

**H<sub>0</sub>: u > 9 unidades de PH**

**H<sub>a</sub>:** La concentración del parámetro pH que posee el agua del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, cumple con los ECA-Agua.

**H<sub>a</sub>: u < 9 unidades de PH**

#### ✓ Nivel de significancia

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

$\alpha = 0.05$ , es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%,  $1 - \alpha = 0.95$ .

#### ✓ Estadístico de prueba

Se utilizó la prueba de T de Student y se obtuvo un p-valor:

#### **Tabla 18.**

*Prueba de T de Student para el parámetro pH en el rio Tinquen.*

Prueba de  $\mu = 9$  vs.  $< 9$

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
5	7,880	0,259	0,116	8,127	-9,68	0,000

**Utilizamos el valor P:**

Si,  $P - \text{Valor} \geq \alpha$  (Nivel de significancia) **Se acepta  $H_0$ .**

Si,  $P - \text{Valor} < \alpha$  (Nivel de significancia) **Se rechaza  $H_0$ .**

✓ **Regla de decisión**

PRUEBA DE T		
$P - \text{Valor} = 0,000$	$<$	$\alpha = 0,05$

Como el  $P - \text{Valor} < 0.05$ , aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0.05. La concentración del parámetro pH que posee el agua del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, **cumple** con los ECA-Agua.

**Tabla 19.**

*Datos para la prueba de T de Student para pH*

Estadísticos	Datos
Nivel de significancia (NS)	0.05
Nivel de confianza (NC)	0.95
Media ( $\bar{x}$ )	7.880
Valor hipotético ( $\mu$ )	9
Muestra ( $n$ )	5
Desviación estándar ( $S$ )	0.259
T de tabla (valor crítico)	-2.132
T de Student calculado	-9.68

Para determinar la t calculada usamos la siguiente formula:

$$t = \frac{x - u}{s/\sqrt{n}}$$

Donde:

$t$  =  $t$  de Student calculado

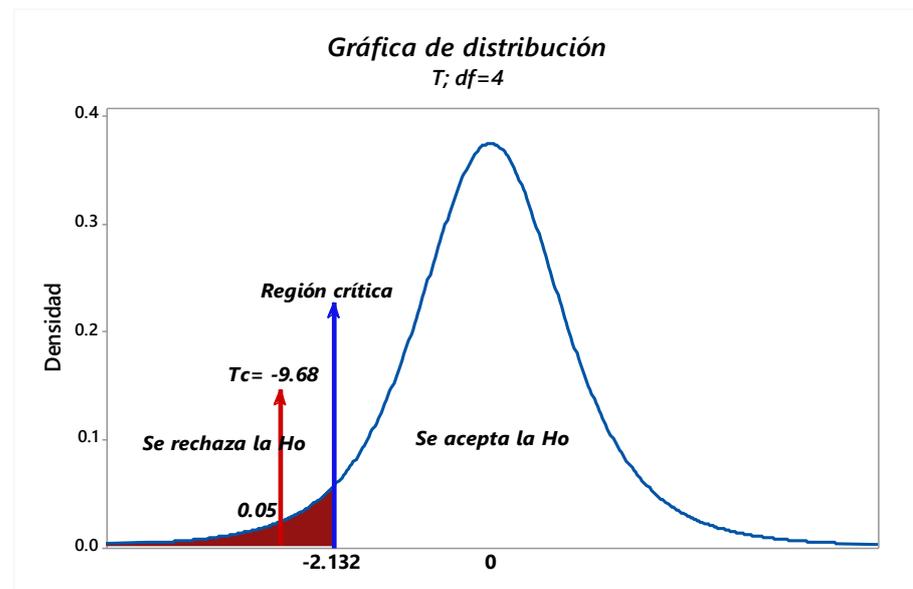
$x$  = Media

$\mu$  = Valor hipotético

$S$  = Desviación estándar

$n$  = Muestra

**Figura 25.** Campana de Gauss para el parámetro pH



### Toma de decisión

- $T_{cal.}$  cae fuera de la región crítica ( $t_{0.05, 5-1}$ ), se acepta la hipótesis nula.
- $T_{cal.}$  cae dentro de la región crítica ( $t_{0.05, 5-1}$ ), se rechaza la hipótesis nula.

El valor de  $T_c = -9.68$ , cae dentro de la región crítica ( $-2.132$ ), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis Ha**, la concentración del parámetro pH que posee el agua del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, **cumple** con los ECA-Agua.

#### 4.2.6. Prueba de hipótesis para oxígeno disuelto

✓ **Test de normalidad**

**Tabla 20.**

*Prueba de Normalidad para el parámetro Oxígeno Disuelto en el rio Tinquen*

<b>Pruebas de normalidad</b>						
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístic o	gl	Sig.	Estadístic o	gl	Sig.
Oxígeno Disuelto	,175	5	,200*	,974	5	,899

Se realizó el test de normalidad utilizando el estadístico de **Shapiro-Wilk**, porque la cantidad de datos evaluados de cada parámetro son menores a 50 datos ( $n < 50$ ), se muestran un comportamiento normal debido a que el  $p\text{-value} > 0.05$ .

**Criterio para determinar Normalidad:**

$P - \text{Valor} \geq \alpha$  Aceptar  $H_0$  (Los datos provienen de una distribución **Normal**)

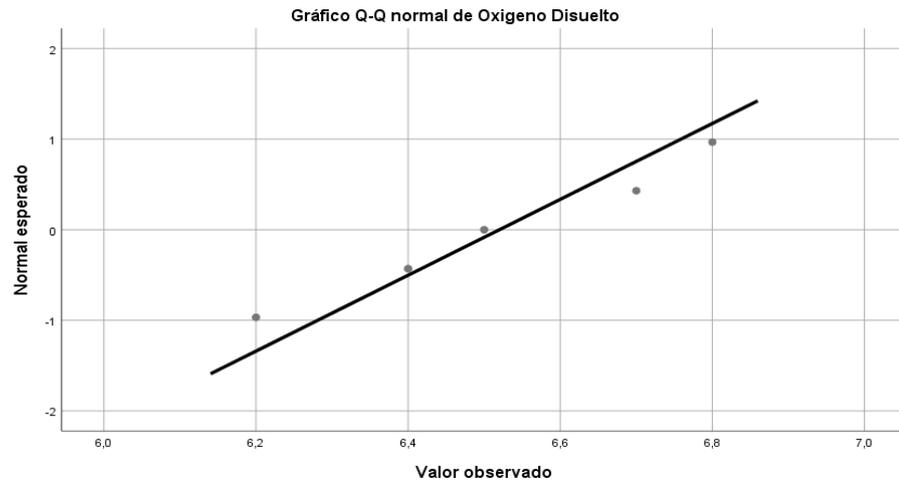
$P - \text{Valor} < \alpha$  Aceptar  $H_1$  (Los datos **No** provienen de una distribución **Normal**)

<b>NORMALIDAD</b>		
$P - \text{Valor} = 0.899$	$>$	$\alpha = 0.05$

**Interpretación**

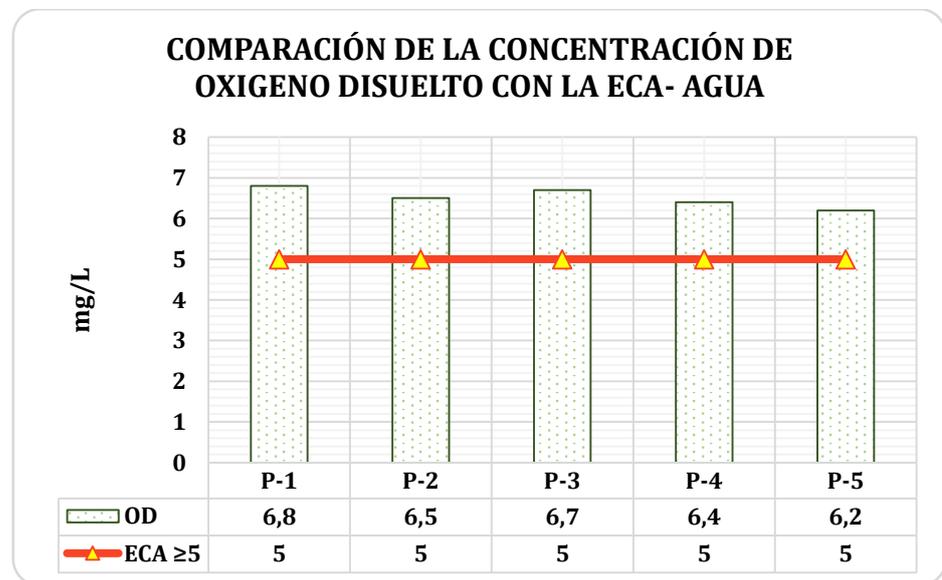
De la tabla 20, se obtuvo un P- valor 0.899 es mayor que 0.05 por tanto aceptamos la homogeneidad de varianzas para los valores de Oxígeno disuelto, por tanto, aceptamos  $H_0$  (Los datos provienen de una distribución **Normal**).

**Figura 26.** Grafica de normalidad para el parámetro Oxígeno Disuelto en el rio Tinquier



De la figura 26, se puede observar que existe una relacion lineal positiva de la variable Oxígeno disuelto, entre sus varianzas por tanto se encuentra homogenidad y todos tienen la misma varianza.

**Figura 27.** Comparación del parámetro Oxígeno Disuelto con LMP, ECA-Agua



✓ **Prueba de Hipótesis para el parámetro Oxígeno Disuelto**

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la

decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

### Formulación de la hipótesis nula y alterna

**H<sub>0</sub>:** La concentración del parámetro Oxígeno Disuelto que posee el agua del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, no cumple con los ECA-Agua.

$$\mathbf{H_0: u < 5 \text{ mg/L}}$$

**H<sub>a</sub>:** La concentración del parámetro Oxígeno Disuelto que posee el agua del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, cumple con los ECA-Agua.

$$\mathbf{H_a: u \geq 5 \text{ mg/L}}$$

#### ✓ Nivel de significancia

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

$\alpha = 0.05$ , es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%,  $1 - \alpha = 0.95$ .

#### ✓ Estadístico de prueba

Se utilizó la prueba de T de Student y se obtuvo un p-valor:

#### **Tabla 21.**

*Prueba de T de Student para el parámetro Oxígeno Disuelto en el rio Tinquen.*

Prueba de  $\mu = 5$  vs.  $\geq 5$

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
5	6,520	0,239	0,107	6,292	14,24	0,000

**Utilizamos el valor P:**

Si,  $P - \text{Valor} \geq \alpha$  (Nivel de significancia) **Se acepta  $H_0$ .**

Si,  $P - \text{Valor} < \alpha$  (Nivel de significancia) **Se rechaza  $H_0$ .**

✓ **Regla de decisión**

PRUEBA DE T		
$P - \text{Valor} = 0.000$	$<$	$\alpha = 0.05$

Como el  $P - \text{Valor} < 0.05$ , aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0.05. La concentración del parámetro oxígeno disuelto que posee el agua del Rio Tinker en el centro poblado de Tinkerccasa – Huancavelica, **cumple** con los ECA-Agua.

**Tabla 22.**

*Datos para la prueba de T de Student para Oxígeno Disuelto*

Estadísticos	Datos
Nivel de significancia (NS)	0.05
Nivel de confianza (NC)	0.95
Media ( $\bar{x}$ )	6.520
Valor hipotético ( $\mu$ )	5
Muestra ( $n$ )	5
Desviación estándar ( $S$ )	0.239
T de tabla (valor crítico)	2.132
T de Student calculado	14.24

Para determinar la t calculada usamos la siguiente formula:

$$t = \frac{x - u}{s/\sqrt{n}}$$

Donde:

$t$  =  $t$  de Student calculado

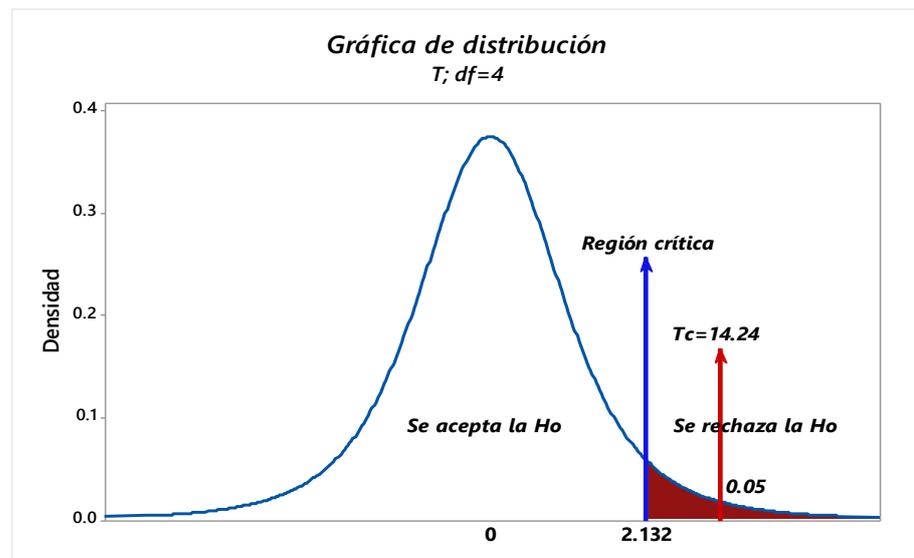
$x$  = Media

$\mu$  = Valor hipotético

$S$  = Desviación estándar

$n$  = Muestra

**Figura 28.** Campana de Gauss para el parámetro Oxígeno Disuelto



### Toma de decisión

- $T_{cal.}$  cae fuera de la región crítica ( $t_{0.05, 5-1}$ ), se acepta la hipótesis nula.
- $T_{cal.}$  cae dentro de la región crítica ( $t_{0.05, 5-1}$ ), se rechaza la hipótesis nula.

El valor de  $T_c= 14.24$ , cae dentro de la región crítica (2.132), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis Ha**, la concentración del parámetro Oxígeno disuelto que posee el agua del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, **cumple** con los ECA-Agua.

#### 4.2.7. Prueba de hipótesis para temperatura

##### ✓ Test de normalidad

**Tabla 23.**

*Prueba de Normalidad para el parámetro Temperatura en el rio Tinquen*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Temperatura	,254	5	,200*	,803	5	,086

Se realizó el test de normalidad utilizando el estadístico de **Shapiro-Wilk**, porque la cantidad de datos evaluados de cada parámetro son menores a 50 datos ( $n < 50$ ), se muestran un comportamiento normal debido a que el  $p\text{-value} > 0.05$ .

##### **Criterio para determinar Normalidad:**

$P - \text{Valor} \geq \alpha$  Aceptar  $H_0$  (Los datos provienen de una distribución **Normal**)

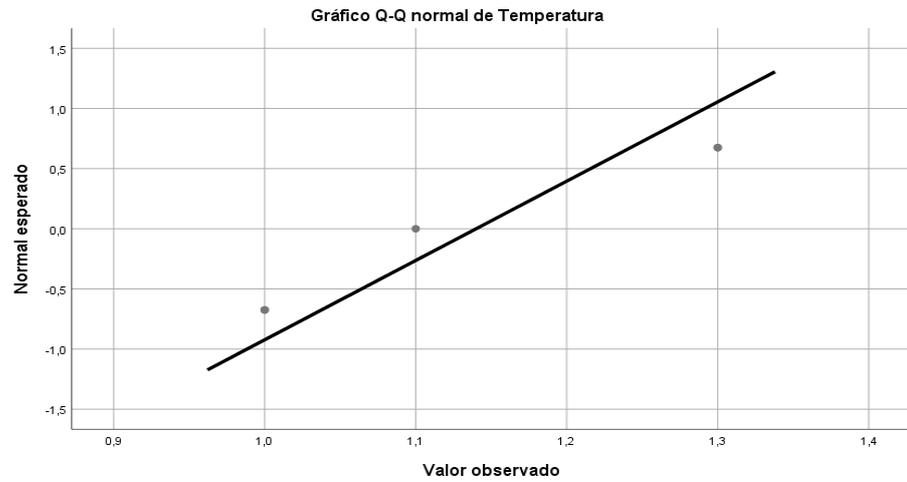
$P - \text{Valor} < \alpha$  Aceptar  $H_1$  (Los datos **No** provienen de una distribución **Normal**)

NORMALIDAD		
$P - \text{Valor} = 0.086$	$>$	$\alpha = 0.05$

##### **Interpretación**

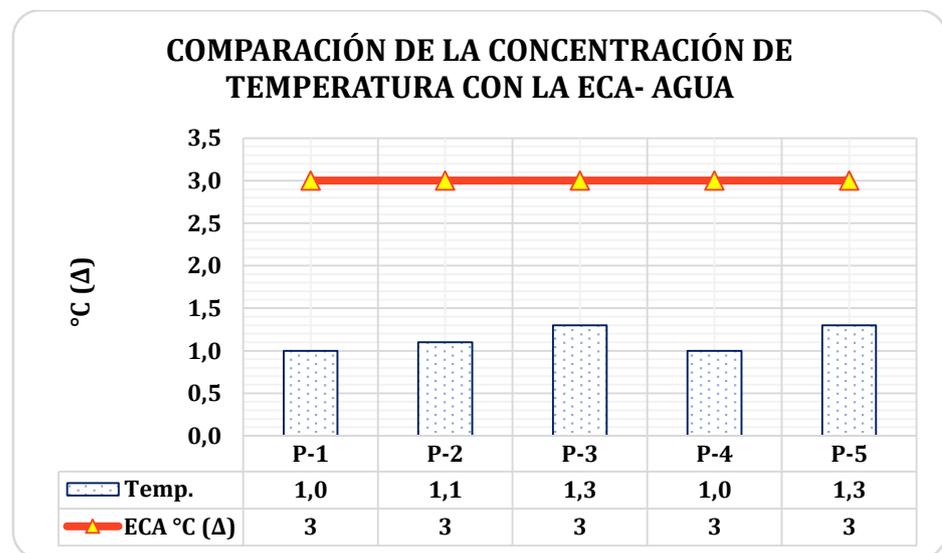
De la tabla 23, se obtuvo un P- valor 0.086 es mayor que 0.05 por tanto aceptamos la homogeneidad de varianzas para los valores de Temperatura, por tanto, aceptamos  $H_0$  (Los datos provienen de una distribución **Normal**).

**Figura 29.** Grafica de normalidad para el parámetro Temperatura en el rio Tinquen



De la figura 29, se puede observar que existe una relacion lineal positiva de la variable Temperatura, entre sus varianzas por tanto se encuentra homogenidad y todos tienen la misma varianza.

**Figura 30.** Comparación del parámetro Temperatura con LMP, ECA- Agua



✓ **Prueba de Hipótesis para el parámetro Temperatura**

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la

decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

### Formulación de la hipótesis nula y alterna

**H<sub>0</sub>:** La concentración del parámetro Temperatura que posee el agua del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, no cumple con los ECA-Agua.

$$\mathbf{H_0: u > 3 (\Delta)}$$

**H<sub>a</sub>:** La concentración del parámetro Temperatura que posee el agua del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, cumple con los ECA-Agua.

$$\mathbf{H_a: u < 3 (\Delta)}$$

#### ✓ Nivel de significancia

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

$\alpha = 0.05$ , es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%,  $1 - \alpha = 0.95$ .

#### ✓ Estadístico de prueba

Se utilizó la prueba de T de Student y se obtuvo un p-valor:

#### **Tabla 24.**

*Prueba de T de Student para el parámetro Temperatura en el rio Tinquen.*

Prueba de  $\mu = 3$  vs.  $< 3$

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
5	1,140	0,1517	0,0678	1,2846	-27,42	0,000

**Utilizamos el valor P:**

Si,  $P - \text{Valor} \geq \alpha$  (Nivel de significancia) **Se acepta  $H_0$ .**

Si,  $P - \text{Valor} < \alpha$  (Nivel de significancia) **Se rechaza  $H_0$ .**

✓ **Regla de decisión**

PRUEBA DE T		
$P - \text{Valor} = 0.000$	$<$	$\alpha = 0.05$

Como el  $P - \text{Valor} < 0.05$ , aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0.05. La concentración del parámetro temperatura que posee el agua del Rio Tinker en el centro poblado de Tinkerccasa – Huancavelica, **cumple** con los ECA-Agua.

**Tabla 25.**

*Datos para la prueba de T de Student para Temperatura*

Estadísticos	Datos
Nivel de significancia (NS)	0.05
Nivel de confianza (NC)	0.95
Media ( $\bar{x}$ )	1.140
Valor hipotético ( $\mu$ )	3
Muestra ( $n$ )	5
Desviación estándar ( $S$ )	0.1517
T de tabla (valor crítico)	-2.132
T de Student calculado	-27.42

Para determinar la t calculada usamos la siguiente formula:

$$t = \frac{x - u}{s/\sqrt{n}}$$

Donde:

$t = t$  de Student calculado

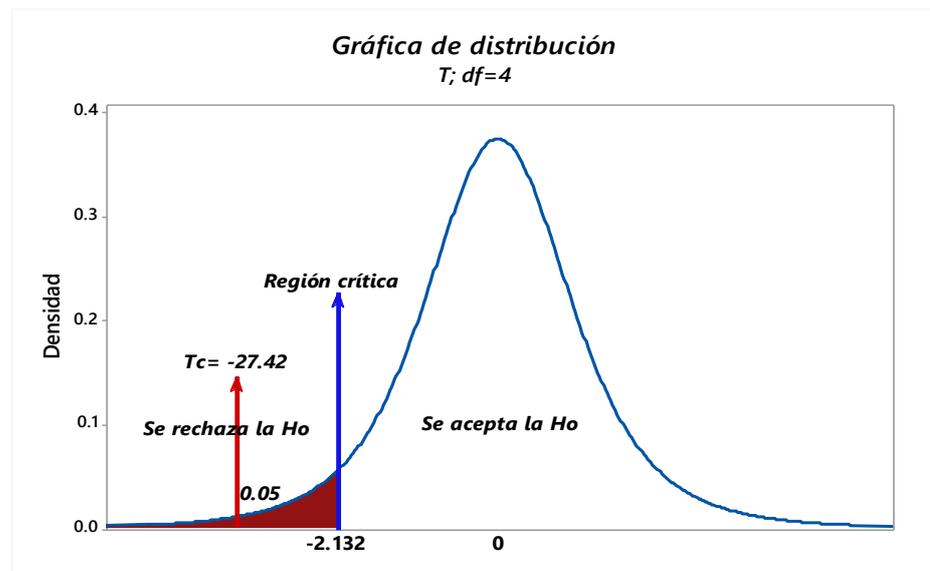
$x =$  Media

$\mu =$  Valor hipotético

$S =$  Desviación estándar

$n =$  Muestra

**Figura 31.** Campana de Gauss para el parámetro Temperatura



### Toma de decisión

- $T_{cal.}$  cae fuera de la región crítica ( $t_{0.05, 5-1}$ ), se acepta la hipótesis nula.
- $T_{cal.}$  cae dentro de la región crítica ( $t_{0.05, 5-1}$ ), se rechaza la hipótesis nula.

El valor de  $T_c = -27.42$ , cae dentro de la región crítica (-2.132), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis Ha**, la concentración del parámetro Temperatura que posee el agua del Rio Tinker en el centro poblado de Tinkerccasa – Huancavelica, **cumple** con los ECA-Agua.

#### 4.2.8. Prueba de hipótesis para sólidos suspendidos totales

##### ✓ Test de normalidad

**Tabla 26.**

*Prueba de Normalidad para el parámetro Sólidos Suspendidos Totales en el río Tinquen*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
SST	,243	5	,200*	,894	5	,377

Se realizó el test de normalidad utilizando el estadístico de **Shapiro-Wilk**, porque la cantidad de datos evaluados de cada parámetro son menores a 50 datos ( $n < 50$ ), se muestran un comportamiento normal debido a que el  $p\text{-value} > 0.05$ .

##### **Criterio para determinar Normalidad:**

$P - \text{Valor} \geq \alpha$  Aceptar  $H_0$  (Los datos provienen de una distribución **Normal**)

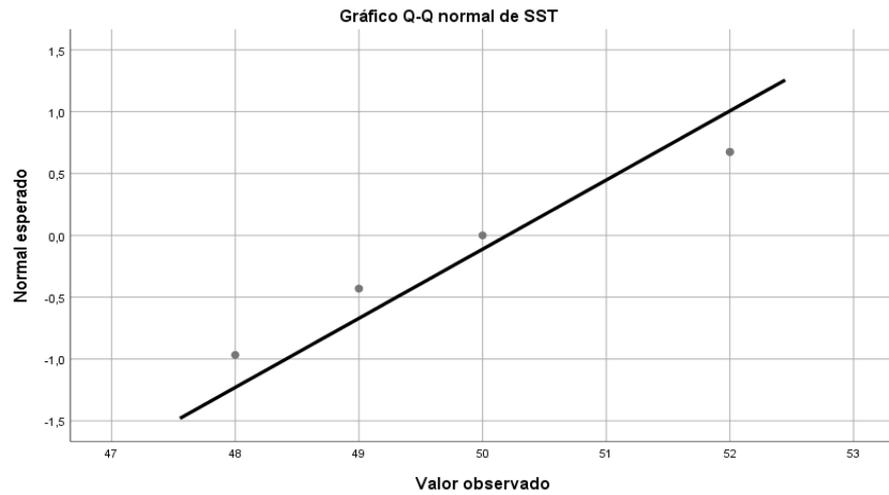
$P - \text{Valor} < \alpha$  Aceptar  $H_1$  (Los datos **No** provienen de una distribución **Normal**)

NORMALIDAD	
$P - \text{Valor} = 0.377$	$> \alpha = 0.05$

##### **Interpretación**

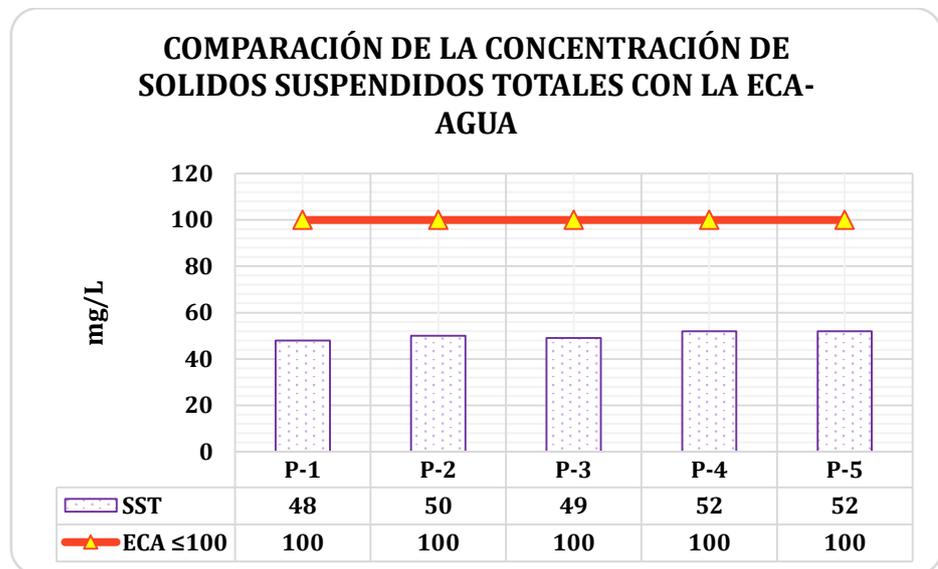
De la tabla 26, se obtuvo un  $P$ -valor 0.377 es mayor que 0.05 por tanto aceptamos la homogeneidad de varianzas para los valores de Sólidos suspendidos totales, por tanto, aceptamos  $H_0$  (Los datos provienen de una distribución **Normal**).

**Figura 32.** Grafica de normalidad para el parámetro Solidos Suspendidos Totales en el rio Tinquier



De la figura 32, se puede observar que existe una relacion lineal positiva de la variable Solidos suspendidos totales, entre sus varianzas por tanto se encuentra homogeneidad y todos tienen la misma varianza.

**Figura 33.** Comparación del parámetro Solidos Suspendidos Totales con LMP, ECA-Agua



- ✓ **Prueba de Hipótesis para el parámetro Solidos Suspendidos Totales**  
Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la

decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

### Formulación de la hipótesis nula y alterna

**H<sub>0</sub>:** La concentración del parámetro Sólidos suspendidos totales que posee el agua del Río Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, no cumple con los ECA-Agua.

$$\mathbf{H_0: u > 100 \text{ mg/L}}$$

**H<sub>a</sub>:** La concentración del parámetro Sólidos suspendidos totales que posee el agua del Río Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, cumple con los ECA-Agua.

$$\mathbf{H_a: u < 100 \text{ mg/L}}$$

#### ✓ Nivel de significancia

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

$\alpha = 0.05$ , es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%,  $1 - \alpha = 0.95$ .

#### ✓ Estadístico de prueba

Se utilizó la prueba de T de Student y se obtuvo un p-valor:

#### **Tabla 27.**

*Prueba de T de Student para el parámetro Sólidos Suspendidos Totales en el río Tinquen.*

Prueba de  $\mu = 100$  vs.  $< 100$

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
5	50,200	1,789	0,800	51,905	-62,25	0,000

**Utilizamos el valor P:**

Si,  $P - \text{Valor} \geq \alpha$  (Nivel de significancia) **Se acepta  $H_0$ .**

Si,  $P - \text{Valor} < \alpha$  (Nivel de significancia) **Se rechaza  $H_0$ .**

✓ **Regla de decisión**

PRUEBA DE T		
$P - \text{Valor} = 0.000$	$<$	$\alpha = 0.05$

Como el  $P - \text{Valor} < 0.05$ , aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0.05. La concentración del parámetro sólidos suspendidos totales que posee el agua del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, **cumple** con los ECA-Agua.

**Tabla 28.**

*Datos para la prueba de T de Student para Sólidos Suspendidos Totales*

Estadísticos	Datos
Nivel de significancia (NS)	0.05
Nivel de confianza (NC)	0.95
Media ( $\bar{x}$ )	50.200
Valor hipotético ( $\mu$ )	1000
Muestra ( $n$ )	5
Desviación estándar ( $S$ )	1.789
T de tabla (valor crítico)	-2.132
T de Student calculado	-62.25

Para determinar la t calculada usamos la siguiente formula:

$$t = \frac{x - u}{s/\sqrt{n}}$$

Donde:

$t$  =  $t$  de Student calculado

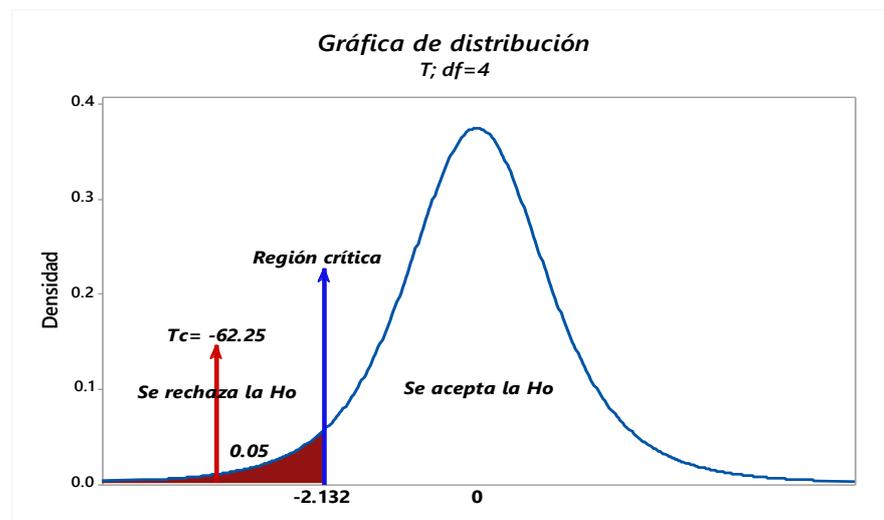
$x$  = Media

$\mu$  = Valor hipotético

$S$  = Desviación estándar

$n$  = Muestra

**Figura 34.** Campana de Gauss para el parámetro Solidos Suspendidos Totales



### Toma de decisión

- $T_{cal.}$  cae fuera de la región crítica ( $t_{0.05, 5-1}$ ), se acepta la hipótesis nula.
- $T_{cal.}$  cae dentro de la región crítica ( $t_{0.05, 5-1}$ ), se rechaza la hipótesis nula.

El valor de  $T_c = -62.25$ , cae dentro de la región crítica ( $-2.132$ ), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis Ha**, la concentración del parámetro Solidos suspendidos totales que posee el agua del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, **cumple** con los ECA-Agua.

#### 4.2.9. Prueba de hipótesis para coliformes totales

**Tabla 29.**

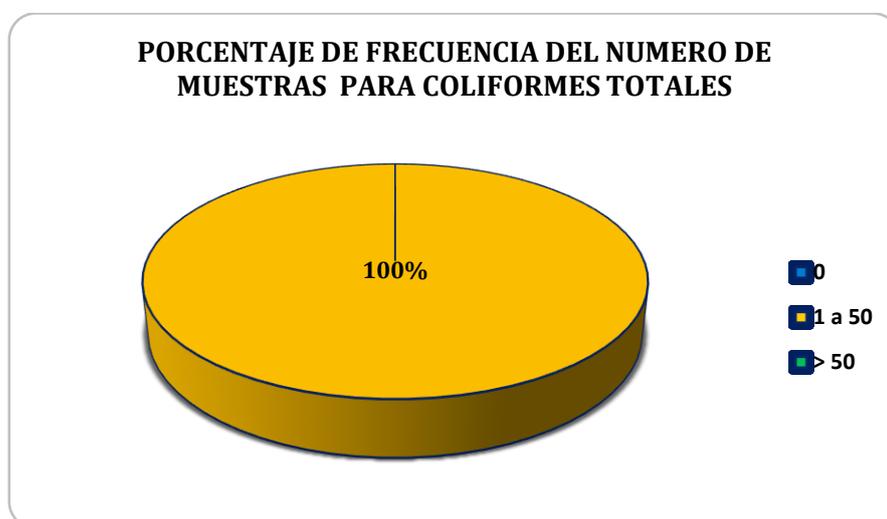
*Frecuencia del número de muestras para coliformes totales*

Parámetros de Coliformes totales (NMP)	FRECUENCIA	
	Nº	%
0	0	0
1 a 50	5	100
> 50	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>100</b>

Nº: número de muestras                      %: porcentaje

En la Tabla N° 29 y figura N° 35, se observa la frecuencia del número de muestras de agua según los LMP-ECA-Agua para la determinación de la calidad de agua del río Tinquér, se obtuvo una frecuencia del NMP 0 con 0%, seguido del NMP 1 a 50 con 100%, mientras que en el NMP de > 50 con 0%.

**Figura 35. Porcentaje de Frecuencia de Coliformes Totales**



#### ✓ Prueba de hipótesis para Coliformes Totales

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la

decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

### **Formulación de la hipótesis nula y alterna**

**H<sub>0</sub>:** La concentración de coliformes totales que posee el agua del Rio Tinquercasa – Huancavelica, no cumple con los ECA-Agua.

$$\mathbf{H_0: u > 50 \text{ NMP/100ml}}$$

**H<sub>a</sub>:** La concentración de coliformes totales que posee el agua del Rio Tinquercasa – Huancavelica, cumple con los ECA-Agua.

$$\mathbf{H_a: u < 50 \text{ NMP/100ml}}$$

#### ✓ **Nivel de significancia**

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

$\alpha = 0.05$ , es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%,  $1 - \alpha = 0.95$ .

#### ✓ **Estadístico de Prueba**

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

**Tabla 30.**

*Prueba de t Student de Coliformes Totales*

<b>Recuento (NMP)</b>	<b>X±S</b>	<b>t Student</b>	<b>P SIGNIFICANCIA</b>
<b>Coliformes Totales</b>	<b>17 ± 1.458</b>	<b>-50.62</b>	<b>0.000</b>
<b>ECA</b>	<b>50</b>		

**Utilizamos el valor P:**

Si,  $P - \text{Valor} \geq \alpha$  (Nivel de significancia) **Se acepta  $H_0$ .**

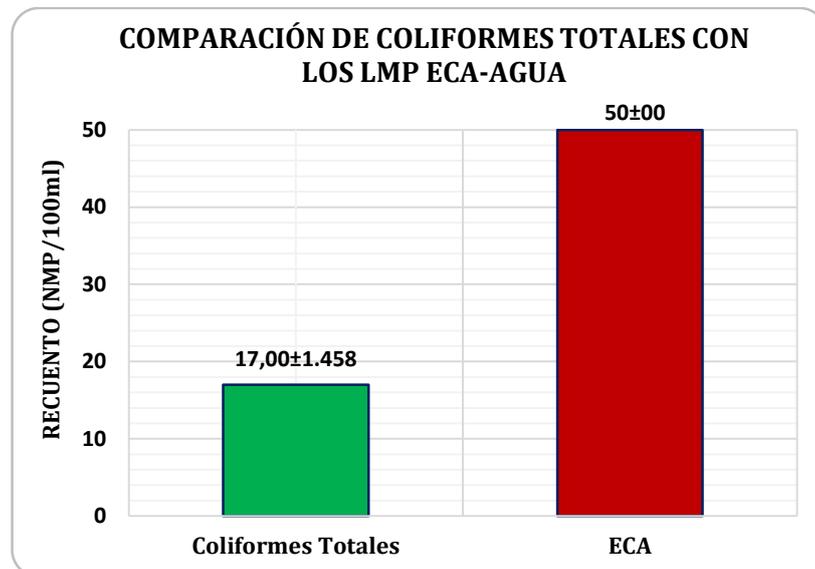
Si,  $P - \text{Valor} < \alpha$  (Nivel de significancia) **Se rechaza  $H_0$ .**

✓ **Regla de decisión**

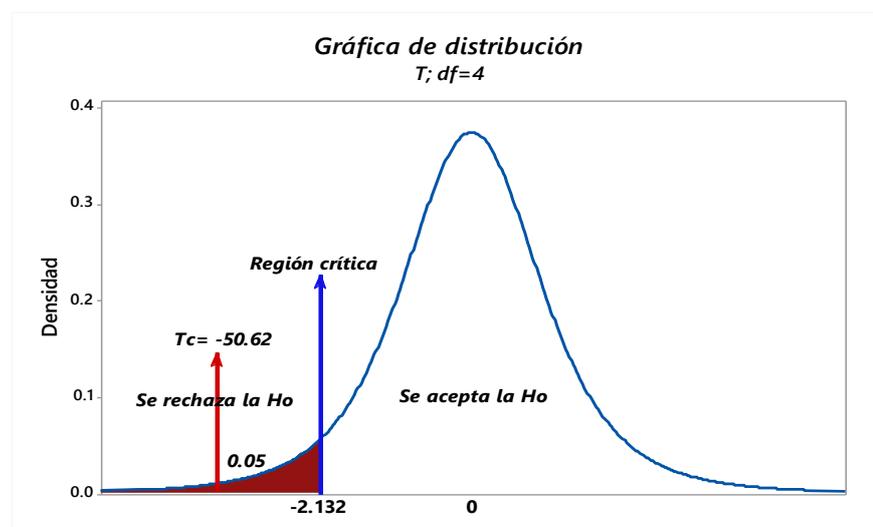
PRUEBA DE T		
$P - \text{Valor} = 0.000$	$<$	$\alpha = 0.05$

Como el  $P - \text{Valor} < 0.05$ , aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05. La concentración de coliformes totales que posee el agua del Rio Tinker en el centro poblado de Tinkerccasa – Huancavelica, **cumple** con los ECA-Agua.

**Figura 36.** Comparación de Coliformes Totales con los LMP-ECA-Agua



**Figura 37.** Campana de Gauss para Prueba de Hipótesis para Coliformes Totales



#### ✓ Toma de decisión

- ❖  $T_{cal.}$  cae fuera de la región crítica ( $t_{0.05, 5-1}$ ), se acepta la hipótesis nula.
- ❖  $T_{cal.}$  cae dentro de la región crítica ( $t_{0.05, 5-1}$ ), se rechaza la hipótesis nula.

El valor de  $T_c = -50.62$ , cae dentro de la región crítica (-2.132), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis  $H_a$**  la media de concentración de coliformes totales que posee el agua del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, **cumple** con los ECA-Agua.

### 4.3. Discusión de resultados

Para la discusión de resultados se empleó un análisis deductivo el cual parte de estudiar el objetivo en general hasta llegar a los específicos.

Como objetivo general se tuvo “Evaluar las características calidad físico química y microbiológica del agua del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, 2021”, donde Cordova y Muñoz (2021), en su investigación sobre “Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológico en los manantiales de Pauco 1 y 2, Celendín 2020” obteniendo los resultados de evaluación de la calidad fisicoquímicos de los manantiales Pauco1 y Pauco2, cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental, en los

parámetros de Aluminio (0.025 mg/L), Boro (0.023 mg/L), Bario (0.088 mg/L), Manganeso (0.002 mg/L), Cloruro (1.259 mg/L), Nitrato (8.628 mg/L), Sulfato (24.748 mg/L), Turbidez (0.71 NTU), pH (7.48), Conductividad (560.5  $\mu$ S/cm), Sólidos Disueltos Totales (349.8 mg/L), Dureza Total (264 mg CaCO<sub>3</sub>/L), en la calidad microbiológicos se determinó, que no cumplen por superar los valores de los Estándares de Calidad Ambiental, a nivel de Coliformes Totales (40 NMP/100mL), Termotolerantes (1.8 NMP/100mL), Escherichia Coli (1.8 NMP/100mL), Organismos de Vida Libre (59 N° Org/L), finalmente concluye que los parámetros fisicoquímicos cumplen con los estándares de calidad ambiental de agua para consumo humano pero los parámetros microbiológicos no se encuentran dentro de los límites permitidos en comparación con los ECA's de agua indicando que dichas aguas no son aptas para consumo humano, al respecto la Organización de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA (2014) señala que el agua apta para consumo humano es toda aquella que no dañe la salud de las personas, y puede provenir de fuentes naturales o haber sido tratada específicamente para uso humano. Cuando no contiene ningún tipo de microorganismo, parásito o sustancia, en una cantidad o concentración que pueda suponer un peligro para la salud humana; y cumple con los requisitos especificados para los parámetros microbiológicos, químicos, indicadores de calidad y radiactivos, el parámetro de aceites y grasas, conductividad, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), Demanda Química de Oxígeno (DQO), pH, temperatura, solidos suspendidos totales, coliformes totales cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental de agua para consumo humano solo el parámetro de oxígeno disuelto no cumple con los Estándares de Calidad Ambiental de agua para consumo humano, se puede mencionar que en relación al antecedente citado cabe señalar que los parámetros fisicoquímicos que analizó se encontraban dentro del límite permitido a diferencia de la investigación que el oxígeno disuelto no cumple con los ECA's para agua, y con relación al parámetro microbiológico en la investigación realizada por Cordova y Muñoz estos superaban los límites establecidos en el ECA para agua que a diferencia de nuestra investigación que el valor obtenido se encuentra dentro de los límites permitidos, pero ambas

investigaciones coinciden en que ninguno de las fuentes analizadas es apta para consumo humano ya que de acuerdo a la OEFA el agua no cumple con las características tanto fisicoquímicas como microbiológicas adecuadas que no dañen la salud de las personas.

Como primer objetivo se definió “Caracterizar físicamente el agua del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, 2021”, donde Quispe (2017), en su investigación sobre “Calidad bacteriológica y físico-química del agua de seis manantiales del distrito de Santa Rosa – Melgar” obteniendo en el análisis físico químicos: la temperatura del agua en su valor más alto se presentó en Chíartita con 10.36 °C y el valor más bajo en 8.70 °C ( $P > 0.05$ ), el potencial de hidrogeniones el promedio más alto fue en Yuraq Unu con 8.20 pH y el punto más bajo en Uno Pata con 7.22, se encuentran dentro de la normatividad nacional, al respecto la Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA (2016) señala que el parámetro físico del agua se encuentra determinado en el uso de los sentidos, tomando en cuenta parámetros que afectan la calidad estética del agua, para lo que se han establecido rangos con distintas unidades de medida para características como el olor, sabor, turbiedad, entre otros, en la investigación se obtuvo en la temperatura un promedio de variación de 1.14, en los sólidos suspendidos totales un valor de 50.2 mg/L, como se indica en el antecedente citado la temperatura máxima de 10.36°C indicando que se encuentra dentro de los límites establecidos lo cual concuerda con la investigación presentada que cumple con los límites establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental para agua, así mismo este parámetro es esencial ya que brinda los valores de la calidad estética del agua.

Como segundo objetivo se estableció “Caracterizar químicamente el agua del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, 2021”, donde Cordova y Muñoz (2021), en su investigación sobre “Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológico en los manantiales de Pauco 1 y 2, Celendín 2020” en el cual obtuvo el resultados de los parámetros siguientes parámetros evaluados: Aluminio (0.025 mg/L), Boro (0.023 mg/L), Bario

(0.088 mg/L), Manganese (0.002 mg/L), Cloruro (1.259 mg/L), Nitrato (8.628 mg/L), Sulfato (24.748 mg/L), Turbidez (0.71 NTU), pH (7.48), Conductividad (560.5  $\mu$ S/cm), Sólidos Disueltos Totales (349.8 mg/L), Dureza Total (264 mg CaCO<sub>3</sub>/L), siendo óptimas para el consumo humano, al respecto la Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA (2016) señala que la contaminación química es una de las mayores preocupaciones de nuestro tiempo, y generalmente llega al medio acuático por las actividades industriales, agrarias, las aguas de tormenta y a través de los efluentes y vertidos de aguas residuales de origen urbano. Son contaminantes orgánicos, inorgánicos, por naturaleza del terreno, por contaminación puntual o difusa, y en ocasiones debidos a subproductos generados en los tratamientos de potabilización, en la investigación se obtuvo valores promedio en la alcalinidad de 213.8 mg CaCO<sub>3</sub>/L, aceites y grasas de 0.47 mg/L, la conductividad de 344.4  $\mu$ S/cm, en la demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) de 6.2 mg/L, la demanda química de oxígeno (DQO) de 12.02 mg/L, el pH de 7.9 y oxígeno disuelto de 6.5 mg/L, como se aprecia en el antecedente citado se aprecia que todos los parámetros químicos evaluados cumplen con los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental de agua, que a diferencia de los valores evaluados en la investigación solo un parámetro no cumple con el límite establecido indicando que el agua no es apta para consumo humano, así mismo la Dirección General de Salud Ambiental indica que este parámetro es delimitado por la influencia de contaminantes orgánicos e inorgánicos que alteran la característica natural del agua.

Como tercer objetivo se precisó “Caracterizar microbiológicamente el agua del Rio Tinquen en el centro poblado de Tinquercasa – Huancavelica, 2021”, donde Quispe (2017), en su investigación sobre “Calidad bacteriológica y físico-química del agua de seis manantiales del distrito de Santa Rosa – Melgar” donde obtuvo que el análisis bacteriológico de coliformes totales fue mayor en Qayqu con 330 NMP/100ml y el valor más bajo en Yuraq Unu con 43,33 NMP/ 100ml, para coliformes fecales el valor más alto fue en Qayqu con 30.00 NMP/ 100 ml y el valor más bajo en Yuraq Unu con < 3 NMP/100 ml

cuyos valores determinados sobrepasan los límites permisibles por lo que estas aguas no son aptas para el consumo humano, al respecto la Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA (2016) señala que los microorganismos son seres vivos muy pequeños, como las bacterias, los virus, hongos y parásitos, visibles sólo bajo los lentes de un microscopio, uno de los más mencionados y cuya presencia está prohibida en el agua, es el referido a las bacterias coliformes (*Echerichia Coli*, la más común de ellas), que, al incrementar su cantidad de manera abrupta, puede producir infecciones intestinales, de igual forma, no se deben encontrar en el agua, huevos de larvas de gusanos, protozoarios dañinos para la salud del ser humano, entre otros, en la investigación sobre el parámetro analizado de los coliformes totales se obtuvo un valor de 17 NMP/100mL, como se aprecia en la investigación citada los valores hallados sobrepasan los límites permitidos por los estándares de Calidad Ambiental para agua, que a diferencia del análisis realizado los valores hallados se encuentran dentro del rango permitido por los Estándares de Calidad Ambiental de agua para consumo humano, así mismo la Dirección General de Salud Ambiental resalta que los microorganismos presentes en las aguas en altas concentraciones producen enfermedades intestinales y son dañinas para la salud del ser humano.

## Conclusiones

- ♠ En cuanto a los parámetros físicos evaluados en el agua del río Tinquier se tuvo en cuenta la temperatura y los sólidos suspendidos totales que comparando con los Estándares de Calidad Ambiental para agua de consumo humano se concluye que cumplen y se encuentran dentro de los límites establecidos por la normativa nacional.
- ♠ Para los parámetros químicos evaluados en el agua del río Tinquier de la localidad de Tinquercasa se tuvo en cuenta el pH, aceites y grasas, alcalinidad, oxígeno disuelto, conductividad, Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), obteniendo que el parámetro de oxígeno disuelto supera los Estándares de Calidad Ambiental para agua de consumo humano y los otros parámetros se encuentran dentro de los límites permitidos.
- ♠ Sobre el parámetro microbiológico que fue los coliformes totales evaluados en el río Tinquier se obtuvo que no supera los Estándares de Calidad Ambiental para agua de consumo humano ya que fue menor a los 50 NMP/100mL.
- ♠ En cuanto al análisis físico químico y microbiológico del Rio Tinquier en el centro poblado de Tinquercasa, se obtuvieron promedios de 213.8 mg CaCO<sub>3</sub>/L para la alcalinidad total, 0.47 mg/L en aceites y grasas, 344.4 μS/cm para conductividad, 6.2 mg/L en Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), 12.02 mg/L para la Demanda Química de Oxígeno (DQO), 7.9 en pH, 6.5 mg/L para oxígeno disuelto, Δ 1.14 en temperatura, 50.2 para solidos suspendidos totales, y 17 NMP/100 mL en coliformes totales indicando que los parámetros evaluados cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental de agua para consumo humano a excepción del oxígeno disuelto.

## Recomendaciones

- ♠ A la Municipalidad Distrital de Tiquerccasa, realizar una evaluación a mayor profundidad para identificar la categoría a la que pertenece el agua del río Tiquer para un mayor aprovechamiento del recurso.
- ♠ Que la Dirección General de Salud Ambiental, supervisar la calidad de agua para consumo humano de la localidad de Tiquerccasa.
- ♠ A la población de la localidad de Tiquerccasa, proteger el recurso hídrico y evitar su contaminación.
- ♠ A los estudiantes en general, investigar sobre el tema de estudio tratado a nivel local.

## Referencias bibliográficas

- CEPIS. (2002). Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de agua. Manual de capacitación para operadores. Autor: Lima. 862 P. (OPS/CEPIS/PUB/02.76).
- Di Bernardo, L. (1993). Métodos y técnicas de tratamiento de agua. Volumen II. Río de Janeiro, ABES.
- Dickson, T.R. (1999). Química con enfoque ecológico, Editorial Limusa, México, Distrito Federal, México, pp 96-263.
- Galvis, A.; Vargas, V. (1998). Modelo de Selección de Tecnología en el Tratamiento de Agua para Consumo Humano.
- Guillermo Etienne (2011). Potabilización y tratamiento de agua. 1ra Edición electrónica, enero de 2009. Jean Rodier, Análisis del agua.
- INHEM. (1992). “Agua y Salud”, Editorial Ciencias Médicas. Instituto Nacional de Higiene Epidemiología y microbiología. La Habana, Cuba, pp 20-59. 108
- Krasovsky (1981). Metales pesados y su toxicología - Estructplan On Line – Artículos [www.estrucplan.com.ar/articulos/verarticulo.asp?IDArticulo=2173](http://www.estrucplan.com.ar/articulos/verarticulo.asp?IDArticulo=2173)
- Martínez, Jorge (2005). MPH. Tratamiento y Calidad de Agua potable en PR, AAA, FY. U. S. Environ Mental Protection Agency Caribbean Environ Mental Protection Division EPA.
- Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación. D. S. N° 004-2017-MINAM. Normas legales – El Peruano.
- Pérez Carrión, J. M. y Vargas, L. El agua. Calidad y tratamiento para consumo humano. Manual I, Serie Filtración Rápida. Programa Regional

Pérez Carrión, J. M. (1996). Selección de procesos en función del grado de desarrollo de las comunidades. Lima, CEPIS.

Programa de servicios básicos, salud y medio ambiente. Oficina de comunicación social – Epsel S.A. 2007.

Ramírez, M.W. (1999). director de Tesis. Dr. Juan Villalvazo Naranjo. Tesis para obtener el grado Maestría en Ingeniería de Proyectos. “Diseño de un modelo de saneamiento de suelos contaminados con metales pesados derivados de la explotación minera”, Universidad de

Reglamento de la Calidad del Agua para consumo Humano. D. S. N° 031-2010-SA. Dirección General de Salud Ambiental. Ministerio de Salud. Lima- Perú. 2011.

Robertson, W.O., Dreisbach, R.H. (1988). “Metales pesados y su toxicología”, Editorial el

UNESCO. (2006). Water for people, water for life. World Water Assessment Programme, 36.

Vargas, L. (2004). Tratamiento de agua para consumo humano. Lima: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

Vargas, Lidia de (2004). tratamiento de Agua para consumo humano. Planta de filtración rápida. Manual I: teoría. Tomo I O.P.S. - Lima 2004

Vargas, V., & Galvis, A. (2008). Modelo de Selección de Tecnología en el Tratamiento de Agua para Consumo Humano

## **Apéndice**

## Apéndice 1

### Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA	MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p><b>Problema General:</b> ¿Cuál es la calidad física, química y microbiológica en el agua del Río Tinquen en el centro poblado de Tiquerccasa – Huancavelica, 2021?</p> <p><b>Problemas Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuáles son las características físicas del agua del Río Tinquen en el centro poblado de Tiquerccasa – Huancavelica, 2021?</li> <li>• ¿Cuáles son las características químicas del agua del Río Tinquen en el centro poblado de Tiquerccasa – Huancavelica, 2021?</li> <li>• ¿Cuáles son las características microbiológicas del agua del Río Tinquen en el centro poblado de Tiquerccasa – Huancavelica, 2021?</li> </ul>	<p><b>Objetivo General:</b> Evaluar las características calidad físico química y microbiológica del agua del Río Tinquen en el centro poblado de Tiquerccasa – Huancavelica, 2021.</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caracterizar físicamente el agua del Río Tinquen en el centro poblado de Tiquerccasa – Huancavelica, 2021.</li> <li>• Caracterizar químicamente el agua del Río Tinquen en el centro poblado de Tiquerccasa – Huancavelica, 2021.</li> <li>• Caracterizar microbiológicamente el agua del Río Tinquen en el centro poblado de Tiquerccasa – Huancavelica, 2021.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis General:</b> Las características químicas, físicas y bacteriológicas que posee el agua del Río Tinquen en el centro poblado de Tiquerccasa – Huancavelica, no cumplen los ECA agua.</p> <p><b>Hipótesis Específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las características físicas que posee el agua del Río Tinquen en el centro poblado de Tiquerccasa – Huancavelica, no cumplen los ECA agua.</li> <li>• Las características químicas que posee el agua del Río Tinquen en el centro poblado de Tiquerccasa – Huancavelica, no cumplen los ECA agua.</li> <li>• Las características bacteriológicas que posee el agua del Río Tinquen en el centro poblado de Tiquerccasa – Huancavelica, no cumplen los ECA agua.</li> </ul>	<p><b>Variable Dependiente:</b> Características físicas, químicas y bacteriológicas</p>	<p><b>Tipo de Investigación:</b> Investigación aplicada.</p> <p><b>Nivel de Investigación:</b> Investigación descriptiva.</p> <p><b>Método General:</b> Método científico</p> <p><b>Diseño:</b> Diseño no experimental</p>	<p><b>Población:</b> Aguas de la captación para consumo humano</p> <p><b>Muestra:</b> Agua de la captación del río Tinquen.</p> <p><b>Muestreo:</b> Muestreo aleatorio simple.</p>	<p><b>Técnicas:</b> Observación directa</p> <p><b>Instrumentos:</b> Fichas de recolección de datos.</p>

**Apéndice 2**  
**Galería Fotográfica**



**Fotografía N° 01.- Ubicación del rio Tiquer en el Centro Poblado de Tiquerccasa**



**Fotografía N° 02.- Toma de muestra en P-1**



**Fotografía N° 03.- Toma de muestra en P-2**



**Fotografía N° 04.- Toma de muestra en P-3**



**Fotografia N° 05.- Toma de muestra en P-4**



**Fotografia N° 06.- Toma de muestra en P-5**



**Fotografía N° 07.- Lectura de los resultados**



UNIDAD DE PROMOCIÓN, DIFUSIÓN Y REPOSITORIO



CERTIFICADO DE SIMILITUD

Por medio del presente y de acuerdo al siguiente detalle:

- trabajo de investigación titulado: "CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA EN EL AGUA DEL RIO TINQUER EN EL CENTRO POBLADO DE TINQUERCCASA - HUANCAMELICA, 2021"
- Presentado por los autores: TICLLASUCA MEZA, Percy. MATOS RAMOS, Rossel.
- Docente asesor: Dr. SÁNCHEZ ARAUJO, Víctor Guillermo.
- Para obtener: El Título Profesional de: INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIO.

La Unidad de Promoción, Difusión y Repositorio, **certifica que es un trabajo de investigación original** y que no ha sido presentado ni publicado en revistas científicas nacionales e internacionales, ni en sitio o portal electrónico.

Por tanto, en cumplimiento del Art.4° del Reglamento del Software Anti plagio de la Universidad Nacional de Huancavelica, se dictamina que el trabajo de investigación fue analizado por el software anti plagio TURNITIN (realizado por el docente Asesor), se expide el presente.

ORIGINALIDAD	SIMILITUD
77.0 %	23.0 %

El Certificado se expide el 03 de noviembre del año 2022.



Handwritten signature

DR. ESPINOZA CAUSPE CARLOS ENRIQUE JEFE DE LA UNIDAD DE PROMOCIÓN, DIFUSIÓN Y REPOSITORIO

N° 425-2022