



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y DEMANDA BIOQUÍMICA DE
OXÍGENO EN AGUA DEL RÍO VILCANOTA DESTINADO AL
RIEGO DE VEGETALES DE CONSUMO HUMANO EN EL
DISTRITO SICUANI – CUSCO EN LOS MESES DE JULIO-
SEPTIEMBRE, 2023**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. LADY MARILYN HUAYLLA ALONSO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADA EN BIOLOGÍA

PUNO - PERÚ

2024



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO EN AGUA DEL RÍO VILCANOTA DESTINADO AL RIEGO

AUTOR

LADY MARILYN HUAYLLA ALONSO

RECuento DE PALABRAS

15168 Words

RECuento DE CARACTERES

83495 Characters

RECuento DE PÁGINAS

92 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

10.3MB

FECHA DE ENTREGA

Oct 25, 2024 4:20 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Oct 25, 2024 4:21 AM GMT-5

● **17% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 15% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 6% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



Resumen



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO EN
AGUA DEL RÍO VILCANOTA DESTINADO AL RIEGO DE VEGETALES DE
CONSUMO HUMANO EN EL DISTRITO SICUANI – CUSCO EN LOS MESES
DE JULIO- SEPTIEMBRE, 2023

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. LADY MARILYN HUAYLLA ALONSO
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

APROBADA POR:

PRESIDENTE:


Dra. YOURI TERESA DEL CARPIO CONDORI

PRIMER MIEMBRO:


Mg. CIRIATVONNE TRIGOS RONDON

SEGUNDO MIEMBRO:


Mg. DIANA ELIZABETH CAVERO ZEGARRA

DIRECTOR / ASESOR:


Mg. JUAN PABLO HUARACHI VALENCIA

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 29/10/2024

ÁREA: Ciencias Biomédicas

SUBLINEA: Diagnóstico y Epidemiología





YB^o Dra. VICKY CRISTINA GONZALES ALCOS
DIRECTORA DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN-FCCBB



DEDICATORIA

Dedico este estudio a mis padres que siempre me apoyaron y animaron en todo el camino profesional; a mis familiares que confiaron en mí apoyándome brindándome su ayuda; a mis amigos y compañeros que me animaron y estuvieron ahí para ayudarme a crecer como persona y como profesional; y a los profesores de mi alma mater la Facultad de Ciencias Biológicas.

Lady Marilyn



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi Padre Celestial por la vida, las bendiciones que me ha dado y la oportunidad de poder mejorar temporalmente para servir a mi prójimo.

A mis padres y familiares por su apoyo incondicional, ejemplo y consejos brindados durante este proceso animándome a continuar mi progreso personal.

A la Universidad Nacional del Altiplano, a mis docentes de la Facultad de Ciencias Biológicas por brindarme su apoyo, por brindarme sus conocimientos y su orientación en este proceso de mi carrera profesional; por la dedicación a la enseñanza y su amistad quiero agradecer al M. Cs. Juan Pablo Huarachi Valencia que aceptó ser mi director / asesor de tesis en esta etapa final, a mis jurados la Dra. Youri Teresa del Carpio Condori, Mg. Ciria Ivonne Trigos Rondón, Mag. Diana Elizabeth Cavero Zegarra, por el tiempo dedicado a la revisión y otorgar las observaciones para mejorar este trabajo de investigación.

A mis compañeros y amigos que me apoyaron, enseñaron y corrigieron en todo este proceso animándome a continuar.

Lady Marilyn



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	13
ABSTRACT.....	14
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1 OBJETIVO GENERAL	16
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1 ANTECEDENTES	17
2.1.1 A nivel internacional	17
2.1.2 A nivel nacional	17
2.1.3 A nivel local	21
2.2 MARCO TEÓRICO	22
2.2.1 El río vilcanota.....	22
2.2.2 Coliformes termotolerantes y totales	25
2.2.3 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).....	27
2.2.4 Normas eca para agua de río, categoría 3	28



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	ZONA DE ESTUDIO.....	31
3.2	DISEÑO Y TIPO DE INVESTIGACIÓN	32
3.3	POBLACIÓN Y TAMAÑO DE MUESTRA.....	32
3.4	EVALUACIÓN DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES Y <i>ESCHERICHIA COLI</i> SEGÚN ZONAS DE MUESTREO DEL RÍO VILCANOTA	33
3.4.1	Toma de muestra de agua.....	33
3.4.2	Remisión de muestras a la empresa “Laboratorios Analíticos del Sur”..	34
3.4.3	Determinación de coliformes totales.....	34
3.4.4	Determinación de <i>Escherichia coli</i>	36
3.4.5	Pruebas estadísticas	37
3.5	CUANTIFICACIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO SEGÚN ZONAS DE MUESTREO DEL RÍO VILCANOTA	37
3.5.1	Determinación de la demanda bioquímica del oxígeno.	37
3.5.2	Pruebas estadísticas	38

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	RECuentos de Coliformes Termotolerantes y <i>ESCHERICHIA COLI</i> SEGÚN ZONAS DE MUESTREO DEL RÍO VILCANOTA	40
4.1.1	Coliformes termotolerantes en el río Vilcanota	40
4.1.2	<i>Escherichia coli</i> en el río Vilcanota	47



4.2 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO₅) SEGÚN ZONAS DE MUESTREO DEL RÍO VILCANOTA.....	52
V. CONCLUSIONES.....	58
VI. RECOMENDACIONES	59
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
ANEXOS.....	72

ÁREA: Ciencias Biomédicas.

SUB LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diagnóstico y Epidemiología.

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 29 de octubre del 2024.



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Delimitación de la cuenca del río Vilcanota (derecha) y delimitación de la cuenca de río Urubamba (izquierda).	23
Figura 2 Zonas de muestreo (Z1 a Z5) donde se realizó la evaluación del agua en los tributarios Chectuyoc, Hercca y el río Vilcanota.	31
Figura 3 Prueba de Tukey de los recuentos promedios de coliformes termotolerantes (NMP/100 ml) en cinco puntos de muestreo del río Vilcanota.	41
Figura 4 Recuentos promedios de <i>Escherichia coli</i> (NMP/100 ml) en cinco puntos de muestreo del río Vilcanota.....	49
Figura 5 Valores promedio de demanda bioquímica de oxígeno (mg/l) en cinco puntos de muestreo del río Vilcanota.....	53
Figura 6 Muestreo de agua en el Puente Arturo.	75
Figura 7 Muestreo de agua en el río Chectuyoc.	75
Figura 8 Muestreo de agua en el río Hercca.	76
Figura 9 Muestreo de agua en el Puente Arcoiris.	76
Figura 10 Muestreo de agua en el Puente San Cristóbal.....	77



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1	Parámetros fisicoquímicos, inorgánicos, orgánicos y plaguicidas para riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto..... 28
Tabla 2	Parámetros para riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto..... 30
Tabla 3	Parámetros biológicos para riego de vegetales..... 30
Tabla 4	Distribución del número de muestras por zonas y meses de evaluación muestreo en la investigación..... 33
Tabla 5	Recuento de coliformes termotolerantes (NMP/100ml) en el río Vilcanota, durante los meses de julio – septiembre del 2023. 40
Tabla 6	Recuento de <i>Escherichia coli</i> (NMP/100 ml) en aguas del río Vilcanota, durante los meses de julio – septiembre del 2023. 48
Tabla 7	Valores de DBO ₅ (mg/l) en aguas del río Vilcanota, durante los meses de julio – septiembre del 2023. 52
Tabla 8	Prueba de supuestos (Levene y Shapiro Wilks) a los recuentos de coliformes termotolerantes en el río Vilcanota..... 72
Tabla 9	Prueba de Kruskal Wallis de los valores de recuentos de coliformes termotolerantes (Transf. Raíz cuadrada de Xi) en el río Vilcanota. 72
Tabla 10	Prueba de supuestos (Levene y Shapiro Wilks) a los recuentos de coliformes termotolerantes en el río Vilcanota..... 73
Tabla 11	Prueba de análisis de varianza de los valores de recuentos de <i>Escherichia coli</i> en el río Vilcanota..... 73
Tabla 12	Prueba de supuestos (Levene y Shapiro Wilks) a los valores de demanda bioquímica de oxígeno en el río Vilcanota. 74



Tabla 13	Prueba de Kruskal Wallis de los valores de DBO_5 (Transf. Raíz cuadrada de X_i) en el río Vilcanota.	74
-----------------	--	----



ACRÓNIMOS

°C:	Grados centígrados.
μS/cm:	Microsiemens por centímetro.
CV:	Coefficiente de variabilidad.
DE:	Desviación estándar.
DBO ₅ :	Demanda bioquímica de oxígeno en 5 días.
ECA:	Estándar de Calidad Ambiental.
et al.:	Y colaboradores.
g:	Gramo.
mg O ₂ /l:	Miligramos de oxígeno por litro.
mg/l:	Miligramos por litro.
Mm:	Milímetros.
NMP/100 ml:	Número más probable por 100 mililitros.
P:	Probabilidad.
pH:	Potencial de hidrogeniones.
Prom:	Promedio.



RESUMEN

El río Vilcanota en la ciudad de Sicuani, provincia de Canchis (Cusco – Perú), es utilizado para fines de riego de los campos de cultivo aledaños, pero in situ se observa el ingreso de diversos efluentes contaminantes entre ellas las aguas residuales domésticas y de otras actividades antropogénicas, fundamentalmente del Hospital de Sicuani, que estarían alterando la calidad bacteriológica y el contenido de materia orgánica presente en el río. El estudio se realizó en los meses de julio – setiembre del 2023. Los objetivos fueron: interpretar los recuentos de coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* y la cuantificación de la demanda bioquímica de oxígeno según zonas de muestreo del río Vilcanota destinado al riego de vegetales de consumo humano en el distrito de Sicuani – Cusco, 2023. Las muestras de agua del río Vilcanota se colectaron según el Protocolo Nacional para el Monitoreo de Calidad de Recursos Hídricos Superficiales del MINAGRI y la ANA (2016). Los métodos para el recuento de coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* se realizaron mediante el número más probable (NMP), y la demanda bioquímica de oxígeno se realizó a través del método de diluciones. Los análisis fueron realizados por el personal del laboratorio acreditado “Laboratorios Analíticos del Sur” de la ciudad de Arequipa. Los resultados fueron contrastados con los valores de los Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA, categoría 3 – D1). Los resultados promedios en los ríos Hercca, Chectuyoc, y los puentes Arturo, Arcoiris y San Cristóbal fueron: coliformes termotolerantes 63.33, 183.00, 274.33. 450.00 y 783.33 NMP/100 ml; *Escherichia coli* 53.27, 173.00, 191.00, 346.67 y 318.00 NMP/100 ml; y DBO₅ 2.00. 2.33, 3.00, 2.00 y 2.00 mg/l, respectivamente, sin presentar diferencia estadística significativa ($P \geq 0.05$). Se concluye indicando que las aguas del río Vilcanota pueden ser utilizadas para el riego de vegetales de consumo humano, en razón de que los valores evaluados se encuentran por debajo de lo enmarcado en la norma ambiental vigente.

Palabras clave: Agua, Coliformes termotolerantes, Demanda bioquímica de oxígeno, *Escherichia coli*, Riego vegetal.



ABSTRACT

The Vilcanota River in the city of Sicuani, province of Canchis (Cusco - Peru), is used for irrigation purposes of surrounding crop fields, but in situ the entry of various polluting effluents is observed, including domestic wastewater and other anthropogenic activities, mainly from the Sicuani Hospital, which would be altering the bacteriological quality and the content of organic matter present in the river. The study was carried out during the months of July - September 2023. The objectives were: To interpret the counts of thermotolerant coliforms, *Escherichia coli* and the quantification of the biochemical oxygen demand according to sampling areas of the Vilcanota River destined for irrigation of vegetables for human consumption in the district of Sicuani - Cusco, 2023. The water samples of the Vilcanota River were collected according to the National Protocol for the Quality Monitoring of Surface Water Resources of the MINAGRI and the ANA (2016). The methods for counting thermotolerant coliforms and *Escherichia coli* were using the most probable number (MPN), and the biochemical oxygen demand was performed using the dilution method. The analyses were carried out by the staff of the accredited laboratory "Laboratorios Analíticos del Sur" in the city of Arequipa. The results were contrasted with the values of the Environmental Quality Standards for water (ECA, category 3 – D1). The average results in the Hercca, Chectuyoc rivers, and the Arturo, Arcoiris and San Cristóbal bridges were: thermotolerant coliforms 63.33, 183.00, 274.33, 450.00 and 783.33 NMP/100 ml; *Escherichia coli* 53.27, 173.00, 191.00, 346.67 and 318.00 MPN/100 ml; and BOD₅ 2.00, 2.33, 3.00, 2.00 and 2.00 mg/l, respectively, without presenting a significant statistical difference ($P \geq 0.05$). It is concluded by indicating that the waters of the Vilcanota River can be used for the irrigation of vegetables for human consumption, because the evaluated values are below what is framed in the current environmental standard.

Keywords: Water, Thermotolerant coliforms, Biochemical oxygen demand, *Escherichia coli*, Plant irrigation.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Sicuni es una de las ciudades más importantes de la región Cusco (Perú), la población en la periferia se dedica a la agricultura y la ganadería, donde sus productos son expendidos en la misma ciudad y en la ciudad capital Cusco. *In situ*, se observa que el agua del río Vilcanota está destinado al riego de vegetales de consumo humano en los campos de cultivo de la zona, bebida de animales y que muchas veces es utilizada por la población carente de servicios de agua para sus actividades antrópicas, sospechándose que el agua del río Vilcanota está siendo contaminada por las aguas residuales de la ciudad de Sicuni incrementando los valores de coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* y demanda biológica de oxígeno (DBO₅), motivo de la presente investigación, además de ello a la salida de la ciudad, el agua del río en mención posee una coloración oscura y no se observa presencia de especies acuáticas, indicadores potenciales de la contaminación orgánica y bacteriológica.

La investigación se propuso porque el agua del río Vilcanota a la salida de la ciudad de Sicuni, es utilizada para riego de los campos de cultivo de papa, maíz entre otros, y se consideró a los parámetros de coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* y demanda bioquímica de oxígeno (DBO) para determinar si cumplen con los valores referenciales establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental – ECA (Decreto Supremo N° 004 -2017-MINAM) en la categoría 3 – D1 agua destinada para riego de vegetales.

El estudio se realizó para determinar si el río Vilcanota tiene los parámetros a evaluar, que otorguen la aptitud para su uso en el riego de vegetales de consumo humano en las comunidades campesinas, ya que se considera un foco de infección indirecta de los



alimentos y estaría relacionado con el ingreso de efluentes contaminados de aguas residuales domésticas de la ciudad de Sicuani, que ingresarían directamente al río. Asimismo, al realizar los análisis en un laboratorio acreditado de la ciudad de Arequipa, sea tomado en cuenta por las autoridades municipales y de salud y promover programas de recuperación ambiental del río y para la salud pública.

Por tales motivos el estudio tuvo los siguientes objetivos:

1.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar la calidad bacteriológica y la demanda bioquímica de oxígeno en el río Vilcanota destinado al riego de vegetales de consumo humano en el distrito Sicuani – Cusco en los meses de julio - setiembre, 2023.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Interpretar los recuentos de coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* según zonas de muestreo del río Vilcanota destinado al riego de vegetales de consumo humano en el distrito de Sicuani – Cusco en los meses de julio - setiembre, 2023.
- Interpretar la cuantificación de la demanda bioquímica de oxígeno según zonas de muestreo del río Vilcanota utilizado para el riego de vegetales de consumo humano en el distrito de Sicuani – Cusco en los meses de julio - setiembre, 2023.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 A nivel internacional

Abril et al. (2021), en Pastaza (Ecuador) con el objetivo de describir la calidad ambiental en sectores de la subcuenca del río Puyo y sus tributarios, con muestreos entre los años 2015 al 2018 con 28 zonas de monitoreo y 413 muestras, registraron elevadas concentraciones de coliformes totales, DBO₅ y coliformes fecales en la zona urbana, fundamentalmente a causa del ingreso de aguas residuales al alcantarillado y el río.

Del Pozo y López (2022), en Cotopaxi (Ecuador), evaluaron el río Pumacunchi y según las normas Icomi y canadiense en cuatro zonas de muestreo, y en cada zona se realizaron cuatro repeticiones, entre los resultados reportados, la dureza total y el pH se ubicaron en el límite máximo permisible (LMP) dirigidos al consumo humano y riego de plantas; mientras que los demás parámetros evaluados fueron la conductividad eléctrica 694.50 uS/cm, la turbidez 138.22 NTU, la concentraciones de hierro 5.36 mg/l, arsénico 0.262 mg/l, DQO 35.17 mg/l, DBO₅ 8.19 mg/l, y los recuentos de coliformes fecales, 138166.66 NMP/100 ml.

2.1.2 A nivel nacional

Taipe y Cabrera (2006), reportan la contaminación del río Vilcanota en la zona de Calca Urubamba (Cusco – Perú), registrando que las aguas del río Vilcanota durante las temporadas de sequía y lluvias, excedieron los límites



máximos permisibles respecto a coliformes fecales y totales según la Ley de Aguas (actualmente ECAs para agua), además que en temporadas de lluvia se eleva el material suspendido y particulado, procedente de efluentes líquidos de las actividades urbano domésticas de las poblaciones establecidas en alrededores del río.

Rojas (2018), en Bolívar – Pasco (Perú) evaluó parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del río Ragra, efluente del río San Juan, que desemboca al lago Junín, con la finalidad de sugerir medidas para conservar, preservar y restaurar el Río Ragra, colectando una única muestra en dos puntos al inicio y al final del río confirmando que no cumple con los ECAs para agua en la categoría 3 en los parámetros sólidos disueltos totales entre 306 y 3335 mg/l, coliformes totales y termotolerantes con valores entre 3400 a cifras mayores a 160000 NMP/100 ml, pH entre 8.28 y 8.47, la conductividad eléctrica entre 549 y 3616 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y oxígeno disuelto entre 3.6 y 3.07 mg/l.

Aronés et al. (2018), en Huamanga – Ayacucho (Perú) al investigar el valor del índice de calidad del agua del río Huatatas a una altitud entre 2552 a 2724 msnm, realizó dos repeticiones en cuatro puntos de muestreo, siendo los resultados los siguientes: coliformes fecales 800, 2,600, 80,000 y 60000 NMP/100 ml; y DBO5 de 2.52, 2.25, 2.61 y 2.49 mg O_2/l en los puntos de muestreo Rhuat-1, Rhuat-2, Rhuat-2 y Rhuat-2, respectivamente. En un segundo muestreo se obtuvieron los valores de coliformes fecales 70, 40, 130 y 80 NMP/100 ml; y DBO5 de 5.58, 4.89, 5.43 y 5.04 mg O_2/l en los puntos de muestreo Rhuat-1, Rhuat-2, Rhuat-2 y Rhuat-2, respectivamente.

Villavicencio (2021) en Apurímac (Perú) evaluó la calidad del río



Ccohuayco para el riego de parcelas mediante los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y compuesto orgánico methomyl, al analizar una sola muestra en tres zonas de muestreo obtuvo los siguientes resultados: conductividad eléctrica 180-255 $\mu\text{S}/\text{cm}$, DBO_5 1.5-3 mg/l, nitratos 4-5.8 mg/l, nitritos 0 mg/l, oxígeno disuelto 6-7.2 mg/l, coliformes termotolerantes 28×10^7 NMP/100ml, methomyl 0.0002-33.5 \pm 0.5 mg/l, con índices de calidad “malos” con valores de 42.06, 41.88 y 41.89 en los puntos Rccoh1, Rccoh2 y Rccoh3, superando las cifras recomendadas del ECA para agua – categoría 3, agua para riego de vegetales (D.S. N° 004- 2017-MINAM, 2017).

Celi (2021) en Piura (Perú), evaluó el impacto de las actividades antrópicas en la calidad del agua del manantial El Buitre, Suyo-Ayabaca, con una sola muestra en tres puntos, registran los siguientes valores: pH 7.85, SDT 324.33 mg/l, conductividad eléctrica 648.78 $\mu\text{S}/\text{cm}$, temperatura de 20.74 °C, dureza total 197.22 mg/l, turbiedad 10 UNT, coliformes termotolerantes de 420.7 NMP/100 ml y coliformes totales 828.9 NMP/100 ml, excediendo lo señalado en los ECAs para agua categoría 1 – subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.

Cayllahua (2022) en Cusco (Perú) evaluó la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) Sicuani y su impacto en la calidad del agua del río Vilcanota y demostró que cumple con los límites máximos permisibles recomendados en el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, para efluentes de PTAR de aguas residuales municipales, con una eficiencia de remoción mínima de 90.49% y máxima de 98.53% para la demanda bioquímica de oxígeno; entre un 73.80% a 88.75% de sólidos totales en suspensión y de 99.9 a 100 % de coliformes termotolerantes.



Carhuasuica y Gonzáles (2022) en Cusco (Perú) reportan índices de calidad de agua, luego de la aplicación del ICARHS en muestras del río Vilcanota (distrito de Urubamba), para ello se realizó la evaluación de una muestra en dos épocas del año (avenidas y estiaje) y en tres puntos, considerando como indicadores de contaminación la demanda química de oxígeno, la demanda bioquímica de oxígeno, el oxígeno disuelto, las coliformes termotolerantes, el pH, los metales arsénico, manganeso, aluminio, hierro, plomo, cadmio, boro y cobre, monitoreando in situ y con resultados emitidos del laboratorio Louis Pasteur acreditado por INACAL, arrojaron un valor ICARHS regular de 66.057 en época de estiaje y una valoración mala de 60.631.

Arias et al. (2022) en Huancayo (Perú), determinaron la influencia del aporte de carga orgánica y coliformes fecales del agua residual al río Shullcas en época de estiaje en el tramo Condominio Bellavista – desembocadura, donde se colectaron cuatro muestras, reportando que la DBO, los sólidos suspendidos totales y las coliformes fecales se encuentran elevados superando los ECAs para agua, asimismo afirmaron que la carga orgánica y coliformes fecales del agua residual al río lograron valores de 3'363,09 Kg/día y 4,93277 E+15 kg/día, respectivamente.

Bazán y Cerna (2022) en Cajamarca (Perú), determinaron el nivel de contaminación microbiológica y orgánica del agua del río Mashcón por descarga de desagües, recolectando tres muestras en tres zonas de muestreo reportaron los siguientes parámetros fisicoquímicos y microbiológicos: turbidez 711.3 NTU, DBO 4.31 mg/l; DQO = 78.7 mg/l; coliformes totales = 162,000 NMP/100 ml y coliformes fecales 60,200 NMP/100 ml, no cumpliendo con los ECAs para agua, categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales (D.S N° 004-2017-MINAM).



Fernández (2022) en San Martín (Perú), evaluó los impactos de la calidad del agua del Canal Galindona originado por las aguas residuales vertidas al canal, determinando que el agua residual impacta en la calidad del agua del canal Galindona, originando impactos severos y donde los parámetros físicos, químicos y biológicos, en el estudio aparte de realizar la encuesta a la población, recolectó una muestra en cuatro puntos de muestreo y resultaron con niveles superiores a los ECAs y LMPs, constituyéndose de riesgo a la salud pública.

Flores (2022) en Cusco (Perú), con el objetivo de determinar la influencia de la gestión de aguas residuales y la calidad del río Huatanay, encuestó a 21 trabajadores de la institución del “Valle del sur del río Huatanay” y logró demostrar la influencia de la gestión de agua residual de la ciudad y la calidad de agua del río Huatanay.

Merino (2022) en Piura (Perú) identificó la calidad ambiental del agua del río Chira en la localidad de Sullana, después de recolectar dos muestras en puntos estratégicos de dicho río, se evidenció que la calidad ambiental del río Chira está alterada en los parámetros de coliformes fecales con valores de 1,600,000 NMP/100 ml y 24,000 NMP/100ml respectivamente, además que la conductividad eléctrica y el fósforo superaron los valores 2048 uS/cm y 5148 mg/l respectivamente.

2.1.3 A nivel local

Cruz (2019) investigó el cuerpo acuático del golfo del lago Titicaca, zonas norte, centro y sur del distrito de Puno, región Puno, mediante la colección de tres muestras en tres puntos de muestreo, determinando que las temperaturas en la



zona norte 12 a 18 °C, centro 11 a 17.10 °C y sur 13.23 a 19.05 °C; conductividad eléctrica zona norte 1.40 a 1.60, centro 1.10 a 1.90 y sur 1.12 a 1.80 mmhos/cm; sólidos totales disueltos zona norte 1.60 a 3 mg/l, centro 2.20 a 12 mg/l y sur 4.10 a 10.90 mg/l; pH zona norte 9.0 a 10.10 unidades, centro 8.88 a 10.20 unidades y sur 9.03 a 10.16 unidades; DBO₅ zona norte 11 a 13.20 mg/l, centro 11 a 13 mg/l y sur 11 a 13 mg/l; sulfatos zona norte 18 a 200 mg/l, centro 10 a 180 mg/l y 16 a 360 mg/l y nitratos zona norte 9.99 a 13.40 mg/l, centro 10 a 122 mg/l y sur 12 a 180 mg/l.

Calizaya (2021) evaluó la calidad fisicoquímica del agua del río Zapatilla, El Collao – Puno, para ello colectó tres muestras en tres zonas importantes del río reportando así los siguientes resultados: oxígeno disuelto de 0.01 mg/l, la DBO₅ de 100 a 180 mg/l, la DQO de 200 mg/l a 242 mg/l, concluyendo que el agua de la cuenca del río Zapatilla sector Simillaca no es apta para bebida de animales.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 El río Vilcanota

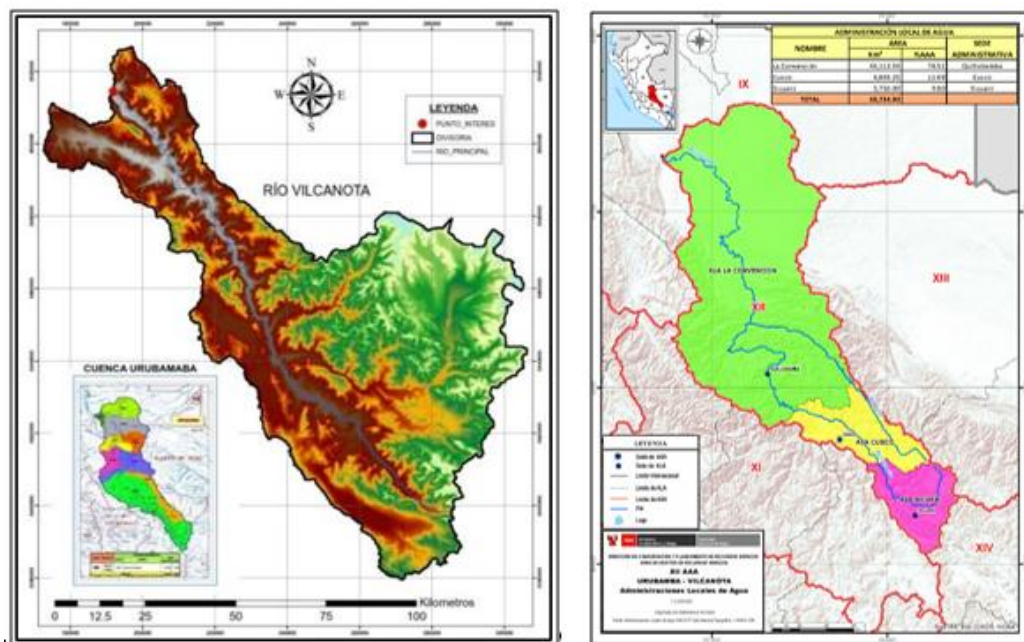
El río Vilcanota – Urubamba atraviesa varias provincias entre ellas: Canchis, Cusco, Quispicanchis, Calca, Urubamba y La Convención en el departamento de Cusco, asimismo una zona de la provincia de Atalaya en Ucayali. Sus fuentes se encuentran en el nevado Cunurana, a una altitud de 5443 metros sobre el nivel del mar. Durante su curso, recibe contribuciones de varios ríos importantes como el Salcca, Pitumarca, Huarcondo, Huatanay, Yanatile, Yavero y Camisea. Al unirse con el río Tambo, forma el río Ucayali (Ministerio de Salud, 2007). A lo largo del río Vilcanota - Urubamba se encuentran centros poblados significativos como Sicuani, Calca, Urcos, Urubamba, Machupicchu,

Ollantaytambo, Sepahua y Quillabamba. La descarga de aguas residuales domésticas sin tratamiento en el recurso hídrico y la presencia de desechos sólidos en sus orillas tienen un impacto negativo en el ecosistema. Las actividades principales desarrolladas son: turismo, agricultura, acuicultura, ganadería, comercio; siendo la actividad minera casi nula (Luna et al., 2020).

En el año 2007 en los meses de enero y marzo el Ministerio de Salud realizó un análisis en 10 estaciones de todo el río encontrando concentraciones de cadmio, cobre, cromo, plomo y zinc, sin embargo, se encontraban por debajo de los límites establecidos por el ANA. En los 10 puntos la demanda bioquímica de oxígeno y el oxígeno disuelto se encontraban con valores normales. Sin embargo, los valores de coliformes totales y coliformes termotolerantes en la mayoría de estaciones sobrepasaban los límites permisibles (Ministerio de salud, 2007).

Figura 1

Delimitación de la cuenca del río Vilcanota (derecha) y delimitación de la cuenca de río Urubamba (Izquierdo).



Fuente: Luna et al. (2020).



La calidad del agua es cualquier intervención para mejorar la calidad microbiológica del agua potable, incluida la eliminación o inactivación de patógenos microbiológicos (a través de sistemas de tratamiento de agua a nivel doméstico, comunitario o de fuentes de agua que implican filtración, sedimentación, tratamiento químico, tratamiento térmico o radiación ultravioleta (UV)) y proteger la calidad microbiológica del agua antes de su consumo (desinfección residual, distribución protegida, mejor almacenamiento) (Dangour et al., 2013) .

La calidad del agua es muy importante ya que se tiene utilidades diferentes previamente establecidos por el Estado. Entonces se desea lograr la conservación y la protección de la calidad de las aguas continentales y marinas de los vertimientos contaminantes antropogénicas y naturales, así como el cambio climático, el descongelamiento de nevados, etc. El objetivo de tener estándares de calidad es establecer un equilibrio del ecosistema acuático, considerándose a éste como indicador de la calidad óptima del recurso, beneficiándose al ambiente y a la salud pública (ANA, 2016).

A pesar de tener normativas para no amplificar problemas en la contaminación del agua, aun así se sigue magnificando estas complicaciones con las aguas residuales domésticas sin tratamientos, descarga de desagües a ríos, contaminación minera y contaminación natural, el tener aguas contaminadas son un problema muy grande ya que esta puede trasportar diferentes contaminantes como bacterias, parásitos, hongos, algas y metales pesados. Es por eso que es importante tener estándares de calidad del agua (Larrea et al., 2013).



Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) fueron emanados por el Ministerio del Ambiente del Perú, donde se establecen valores máximos permisibles referentes a los contaminantes ambientales. El objetivo es garantizar la protección de la calidad ambiental mediante el uso de herramientas avanzadas de gestión ambiental y evaluaciones detalladas (Lujan y Sánchez, 2022).

La calidad del agua es el aspecto más importante que se toma en cuenta para determina el destino de uso en todo el territorio peruano. Se busca conservar y proteger la calidad de las aguas continentales y marinas de los efectos de las fuentes contaminantes y del cambio climático, con la finalidad de establecer un equilibrio del ecosistema acuático, considerándose a éste como indicador de la calidad óptima del recurso, beneficiándose al ambiente y a la salud pública (ANA, 2016).

A pesar de esto se sabe que uno de los problemas de América Latina es la descarga de aguas residuales domesticas sin tratamientos, contaminando así aguas superficiales, subterráneas, donde a falta de un adecuado tratamiento, son sinónimos de diferentes enfermedades (Larrea et al., 2013). Donde los causantes son una variedad de microorganismos que pueden ser patógenos o no patógenos, por patógenos se denomina a los coliformes fecales y coliformes totales estos microorganismos ocasionan enfermedades más comunes que se transmiten por el agua como la gastroenteritis (Arroyo, 2019).

2.2.2 Coliformes termotolerantes y totales

La calidad biológica de las aguas es un modo de definir la riqueza biológica y el valor ambiental de las comunidades de seres vivos asociados al ecosistema de un curso fluvial, o de un tramo concreto de él (Larrea et al., 2013).



La presencia de este parámetro en los cuerpos de agua superficial se debe a la contaminación fecal, cuyo origen pueden ser por los vertidos domésticos sin tratamiento a los cuerpos receptores (ríos y quebradas) y otros de los factores, es por la inadecuada disposición de residuos sólidos que se depositan en los cauces de los ríos (ANA, 2016).

Las bacterias coliformes son el indicador bacteriano comúnmente utilizado para la aptitud sanitaria de cualquier muestra de agua. Se definen como especies de la familia Enterobacteriace, donde las coliformes totales son capaces de tener crecimiento a 37 °C y las coliformes termotolerantes entre los 44 °C - 45 °C, que poseen β -galactosidasa. Las bacterias coliformes habitan en las heces de los animales de sangre caliente, pueden encontrarse también en el suelo, los ambientes acuáticos y la vegetación. *Escherichia coli* es exclusiva de origen fecal y posee altas densidades en heces humanas, animales, en aguas residuales y agua sometidas a contaminación fecal reciente. Por lo tanto, se considera el mejor microorganismo indicador fecal (Hachich et al., 2012).

Las bacterias fecales se han utilizado como indicador de la posible presencia de patógenos en aguas superficiales y del riesgo de enfermedades basándose en evidencia epidemiológica de enfermedades transmitidas por el agua. En consecuencia, debido a las dificultades para detectar muchos posibles patógenos (como *Salmonella* sp, *Shigella* sp, *Escherichia coli* diarrógena, *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium parvum* y virus entéricos), las concentraciones de bacterias fecales, incluidos coliformes termotolerantes, enterococos y *Escherichia coli*, son Se utilizan como indicadores principales de contaminación fecal (Edberg et al., 2000). Los estudios sugieren que *Escherichia coli* es el indicador más confiable para mostrar contaminación fecal y la aparición de patógenos en el agua



que los coliformes totales y termotolerantes. Por lo tanto, se ha propuesto el uso de *Escherichia coli* como principal indicador bacteriano en lugar de otras bacterias coliformes en programas de monitoreo de la calidad del agua que adaptan la calidad microbiológica del agua (Leclerc et al., 2001).

2.2.3 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

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

Es un parámetro que está relacionado con el ingreso de materia orgánica y se conceptúa como aquella cantidad de oxígeno emplazada por microorganismos para lograr la oxidación, degradación y estabilización de la materia orgánica en ambientes con condiciones aeróbicas, se determina basándose en la oxidación de forma natural llegando a la degradación (Autoridad Nacional del Agua, 2016).

La materia orgánica necesita de moléculas de oxígeno para ser degradada en un ambiente acuático, por otro lado, altas cifras de contenido orgánico estimulan el crecimiento bacteriano y micótico. El oxígeno que se requiere para la oxidación de material orgánica, es aquel necesario para el desarrollo de animales y plantas acuáticas. La presencia de material orgánico en un ecosistema, puede alterar la calidad del agua y elevación de valores de pH, ulteriormente desaparecen las plantas y los peces. La cantidad consumida de oxígeno, se mide

en la diferencia entre el oxígeno al principio y final de la prueba (Raffo y Ruiz, 2014).

La DBO se utiliza para determinar las necesidades de oxígeno para estabilizar los desechos domésticos e industriales. Los efluentes vertidos por los hogares y las industrias en las aguas superficiales y subterráneas contaminan la calidad del agua, que puede evaluarse mediante la determinación de DBO (Gupta et al., 2017).

Los contaminantes inorgánicos en el agua potable pueden representar un riesgo agudo o crónico para la salud o una preocupación por afecciones como cáncer, daño hepático, tumores, daño a los sistemas nervioso y circulatorio, trastornos renales, bronquitis, anemia, retraso en el desarrollo físico y mental, trastornos gastrointestinales, trastornos degenerativos del adulto y trastornos autoinmunes (Bofill et al., 2005).

2.2.4 Normas ECA para agua de río, categoría 3

Las normas establecidas por los estándares de calidad del agua para riego y consumo animal pertenecen a la categoría 3 según el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM.

Tabla 1

Parámetros fisicoquímicos, inorgánicos, orgánicos y plaguicidas para riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto.

Parámetros para riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto		
Parámetros	Unidad	Valor
Fisicoquímicos		
Bicarbonatos	mg/l	370
Calcio	mg/l	200
Carbonatos	mg/l	5



Parámetros para riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto		
Parámetros	Unidad	Valor
Cloruros	mg/l	100-700
Conductividad	(uS/cm)	<2000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	15
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	40
Fluoruros	mg/l	1
Fosfatos – P	mg/l	1
Nitratos (NO ₃ -N)	mg/l	10
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/l	0.06
Oxígeno Disuelto	mg/l	≥4
pH	Unidad de pH	6.5 – 8.5
Sodio	mg/l	200
Sulfatos	mg/l	300
Sulfuros	mg/l	0.05
Inorgánicos		
Aluminio	mg/l	5
Arsénico	mg/l	0.05
Bario total	mg/l	0.7
Boro	mg/l	0.5 – 6
Cadmio	mg/l	0.005
Cianuro Wad	mg/l	0.1
Cobalto	mg/l	0.05
Cobre	mg/l	0.2
Cromo (6+)	mg/l	0.1
Hierro	mg/l	1
Litio	mg/l	2.5
Magnesio	mg/l	150
Manganeso	mg/l	0.2
Mercurio	mg/l	0.001
Níquel	mg/l	0.2
Plata	mg/l	0.05
Plomo	mg/l	0.05
Selenio	mg/l	0.05
Zinc	mg/l	2
Orgánicos		
Aceites y Grasas	mg/l	1
Fenoles	mg/l	0.001
S.A.A.M (detergentes)	mg/l	1
Plaguicidas		
Aldicarb	ug/l	1
Aldrín (CAS 309-00-2)	ug/l	0.004
Clordano (CAS 57-74-9)	ug/l	0.3
DDT	ug/l	0.001
Diendrín (N° CAS 72-20-8)	ug/l	0.7
Endrín	ug/l	0.004

Fuente: Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM.

Tabla 2

Parámetros para riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto.

Parámetros para riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto			
Parámetros		Unidad	Valor
Endosulfán		ug/l	0.02
Heptacloro	(N° CAS 76-44-8) y heptacloripoxido	ug/l	0.1
Lindano		ug/l	4
Paratión		ug/l	7.5

Fuente: Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM.

Tabla 3

Parámetros biológicos para riego de vegetales.

Parámetros para riego de vegetales			
Parámetros	Unidad	Vegetales tallo bajo	Vegetales tallo alto
		Valor	Valor
Biológicos			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1000	2000 (3)
Coliformes Totales	NMP/100mL	5000	5000 (3)
Enterococos	NMP/100mL	20	100
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	100	100
Huevos de Helminetos	Huevos/litro	<1	<1(1)
<i>Salmonella sp.</i>		Ausente	Ausente
<i>Vibrio cholerae</i>		Ausente	Ausente

Fuente: Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM.

CAPÍTULO III

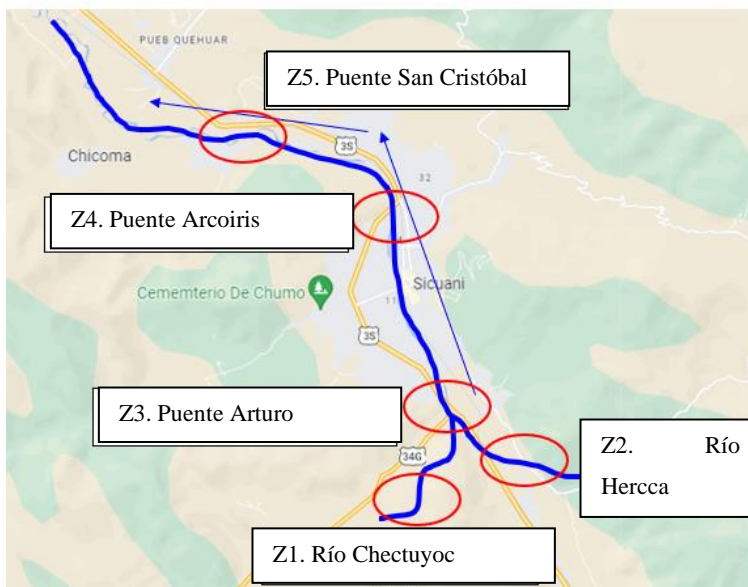
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ZONA DE ESTUDIO

La investigación fue realizada en el distrito de Sicuani, provincia de Canchis, región Cusco. El agua a evaluar en la presente propuesta de investigación procedió de las zonas de muestreo (Z1-Z5) mostrados en la Figura 1. Las coordenadas de la Z1 – Río Chectuyoc fueron $14^{\circ}17'44.3''$ latitud Sur y $71^{\circ}12'49.7''$ longitud Oeste, de la Z2 – Río Hercca fueron $14^{\circ}17'58.6''$ latitud Sur y $71^{\circ}13'23.0''$ longitud Oeste, de la Z3 – Puente Arturo fueron $14^{\circ}17'27.6''$ latitud Sur y $71^{\circ}13'11.8''$ longitud Oeste, de la Z4 – Puente Arcoiris fueron $14^{\circ}15'31.6''$ latitud Sur y $71^{\circ}13'46.2''$ longitud Oeste y la Z5 – Puente San Cristóbal fueron $14^{\circ}14'51.5''$ latitud Sur y $71^{\circ}15'23.2''$ longitud Oeste.

Figura 2

Zonas de muestreo (Z1 a Z5) donde se realizó la evaluación del agua en los tributarios Chectuyoc, Hercca y el río Vilcanota.



Fuente: Elaboración propia.



Para mayor confiabilidad, los recuentos de coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* y la cuantificación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) en las cinco zonas de muestreo del río mencionado, se realizaron en la empresa acreditada por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL), “Laboratorios Analíticos del Sur”, establecida en la ciudad de Arequipa.

3.2 DISEÑO Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

El estudio se ejecutó en un diseño observacional (Hernández et al., 2014), ubicados en las zonas de muestreo se recolectaron las muestras, que posteriormente fueron derivadas a un laboratorio acreditado, los resultados fueron evaluados mediante pruebas estadísticas descriptivas e inferenciales.

Por otro lado, fue de tipo descriptivo (Hernández et al., 2014), porque los resultados de las evaluaciones realizadas, fueron descritas e interpretadas por puntos de muestreo, y asimismo, fueron contrastados con los valores de los Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA), categoría 3 – D1 riego de vegetales, agua para riego no restringido.

3.3 POBLACIÓN Y TAMAÑO DE MUESTRA

El río Vilcanota, por su naturaleza de poseer una corriente de agua fluctuante durante las temporadas, días y en algunas horas, fue evaluado mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia (Otzen y Menterola, 2017). La población fue representada por los litros de agua que discurren en el río Vilcanota. El tamaño de muestra fue determinado por conveniencia ya que son puntos importantes de la ciudad y donde se verían directamente los canales de recolección de toda la ciudad y se realizaron en diferentes meses para ver el comportamiento del río en temporada de sequía que son en los meses de julio a agosto y lluvias en el mes de setiembre, en razón de que se planteó

interpretar la posible contaminación que vendría presentándose en el agua del río Vilcanota a causa del ingreso de aguas residuales domésticas procedentes de la población de la ciudad de Sicuani. Se colectaron 15 muestras de agua en los puntos estratégicos del río con la finalidad de evaluar los valores actuales de la demanda bioquímica y coliformes en este cuerpo de agua. En cada zona de muestreo se realizaron tres repeticiones para fines de análisis estadístico (Tabla 1). Los análisis fueron realizados en el laboratorio acreditado “Laboratorios Analíticos del Sur” de la ciudad de Arequipa.

Tabla 4

Distribución del número de muestras por zonas y meses de evaluación en la investigación.

Zonas (Z) de muestreo	Meses de muestreo 2023			Total
	Julio	Agosto	Setiembre	
Z1	1	1	1	3
Z2	1	1	1	3
Z3	1	1	1	3
Z4	1	1	1	3
Z5	1	1	1	3
Total	5	5	5	15

Fuente: Elaboración propia.

3.4 EVALUACIÓN DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES Y

***Escherichia coli* SEGÚN ZONAS DE MUESTREO DEL RÍO**

VILCANOTA

3.4.1 Toma de muestra de agua

La colecta de muestras se realizó cumpliendo el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (MINAGRI – ANA, 2016), primeramente, se eligieron los puntos exactos de evaluación, para



ello se cumplieron las exigencias recomendadas por el laboratorio acreditado en la toma de muestras, como son: el punto de muestreo fue la zona central del río, la muestra estuvo libre de contaminantes que se acumulan en las riberas del río y alejadas de las actividades de la población como el lavado de ropa con uso de detergentes, y al recolectar las muestras se utilizaron guantes, barbijo y botas. Luego a una profundidad de 30 cm, se realizó 3 enjuagues del frasco con el agua del río contra la corriente, a continuación, se colectaron en dos frascos limpios y esterilizados, uno para análisis bacteriológico con un volumen de 500 ml, y el otro frasco fue para la determinación de la DBO₅ completamente lleno y sin burbujas, según las indicaciones del laboratorio.

3.4.2 Remisión de muestras a la empresa “Laboratorios Analíticos del Sur”

Los frascos con las muestras colectadas, fueron rotulados con lapicero indeleble, indicando ubicación georreferencial de un GPS, el nombre de la zona de muestreo, el examen a realizar y los datos de la persona que recolectó las muestras, a continuación, fueron dispuestos en un cooler con bolsas de hielo refrigerante para la conservación de las muestras, en razón de que fueron enviados de manera directa a la empresa “Laboratorios Analíticos del Sur”, de la ciudad de Arequipa, que su llegada no debería superar las 12 horas, caso contrario serían rechazadas.

3.4.3 Determinación de coliformes totales

Los análisis de laboratorio se realizaron en la empresa “Laboratorios Analíticos del Sur”, de la ciudad de Arequipa, laboratorio acreditado por INACAL, donde se ejecutó la siguiente técnica y sus procedimientos:



- a. **Técnica:** Número más probable (Soler, 2006).
- b. **Fundamento:** El método de número más probable (NMP) se realiza para estimar densidades bacterianas en materias primas, alimentos y agua (Ortega, 2014). Se basa en añadir un volumen de cada dilución a varios tubos replicados con medio de cultivo, luego de la incubación se registra el número de tubos con crecimiento bacteriano. La estimación bacteriana del inóculo posee una distribución aleatoria de células microbianas, implicando que cada dilución está totalmente mezclada y no se producen agregados celulares, y cada volumen de inóculo al menos contiene un organismo viable que exhibirá crecimiento (Soler, 2006).
- c. **Procedimientos:**
 - **Prueba presuntiva.** Se inoculó cantidades de 10 ml, 1 ml y 0.1 ml de muestra de agua, en triadas de 9 tubos conteniendo caldo lactosado, los 3 primeros tubos tuvieron doble concentración del caldo y los otros 6 tubos presentaron simple concentración, seguidamente fueron incubados a 45 °C por 48 horas, previa adecuada rotulación.
 - **Prueba confirmativa.** Se inoculó cada tubo positivo de la prueba presuntiva a tubos conteniendo caldo verde brillante bilis, luego se incubó a 37 °C por un tiempo de 48 horas (Pascual y Calderón, 2000).
- d. **Cálculos de las lecturas.** La formación de gas, la fermentación y el entubamiento luego de las 48 horas confirmaron presencia de coliformes termotolerantes, los resultados fueron en NMP/100 ml de bacterias. Los recuentos se calcularon mediante la tabla estadística (Pascual y Calderón, 2000) y fueron contrastados con los valores recomendados en los



Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA), categoría 3 – D1 riego de vegetales, agua para riego no restringido.

3.4.4 Determinación de *Escherichia coli*

Los análisis de laboratorio se realizaron en la empresa “Laboratorios Analíticos del Sur”, de la ciudad de Arequipa, laboratorio acreditado por INACAL, donde se ejecutó la siguiente técnica y sus procedimientos:

- a. **Técnica:** Número más probable (Soler, 2006).
- b. **Fundamento:** El método de número más probable (NMP) se realiza para estimar densidades bacterianas en materias primas, alimentos y agua (Ortega, 2014). Se basa en añadir un volumen de cada dilución a varios tubos replicados con medio de cultivo, luego de la incubación se registra el número de tubos con crecimiento bacteriano. La estimación bacteriana del inóculo posee una distribución aleatoria de células microbianas, implicando que cada dilución está totalmente mezclada y no se producen agregados celulares, y cada volumen de inóculo al menos contiene un organismo viable que exhibirá crecimiento (Soler, 2006).
- c. **Procedimiento:** Se transfirió un inóculo de cada tubo positivo de la prueba confirmativa en placas Petri con agar EMB, cultivando mediante una estría simple por agotamiento en el agar, se incubó por un tiempo de 48 horas a 37 °C en una estufa de incubación microbiana (Pascual y Calderón, 2000).
- d. **Cálculos de las lecturas.** El crecimiento y visualización de colonias de color verde metálico confirmaron la presencia de *Escherichia coli*, registrando el recuento bacteriano según los tubos positivos previos. Los



resultados se contrastaron con los valores recomendados en los Estándares de Calidad Ambiental para muestras de agua (ECA), categoría 3 – D1 destinados al riego de vegetales, y clasificado para riego sin restricciones.

3.4.5 Pruebas estadísticas

Los resultados obtenidos de los parámetros de coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* previamente fueron evaluados mediante pruebas de supuestos, luego se calcularon el promedio, el coeficiente de variación, pruebas de Kruskal Wallis y prueba de análisis de varianza, para comparar los recuentos bacterianos entre zonas de muestreo, con un nivel de confianza del 95 % (De la Garza et al., 2013).

3.5 CUANTIFICACIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO SEGÚN ZONAS DE MUESTREO DEL RÍO VILCANOTA

3.5.1 Determinación de la demanda bioquímica del oxígeno.

Los análisis de laboratorio se realizaron en la empresa “Laboratorios Analíticos del Sur”, de la ciudad de Arequipa, laboratorio acreditado por INACAL, donde se ejecutó el siguiente método y sus procedimientos:

- a. **Método:** De las diluciones (APHA, 2005).
- b. **Fundamento:** La DBO es la medición de la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para estabilizar la materia orgánica biodegradable, en aerobiosis, durante cinco días a 20 °C, representando en aguas residuales domésticas, entre el 65 a 70 % de la materia orgánica oxidable, se debe suministrar las condiciones ambientales óptimas para el desarrollo y el trabajo microbiano, como lo son el nitrógeno y el fósforo,



culminando con la eliminación de las sustancias tóxicas de la muestra (IDEAM, 2007).

- c. Procedimientos:** Se usaron botellas Winkler que fueron enjuagados por triplicado con agua destilada, se llenaron cada botella con 50 ml de agua sin que se presenten burbujas, luego se añadieron 5 gotas del reactivo $O_2 - 1$, el cual fue sacudido por 60 segundos. Posteriormente, se agregaron 10 gotas del reactivo $O_2 - 3$, luego fueron sellados con el tapón y sacudidos. Seguidamente a un tubo de ensayo se transfirió 5 ml de la muestra de agua, se añadió una gota del reactivo $O_2 - 4$ y viró de coloración violeta a azul, luego se cargó la bureta de titulación conteniendo el reactivo $O_2 - 5$ a escala cero, con la solución de la titulación se valoró en un tubo de ensayo el viraje que cambie de color azul a violeta (APHA, 2005).
- d. Cálculos de las lecturas:** Luego que se logró el viraje del color, se dio lectura del valor de oxígeno en unidades de mg/l (valor A). Seguidamente se realizó la incubación de la botella Winkler a una temperatura de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ por un lapso de 5 días, a continuación, se procedió de manera similar al anterior y la lectura del contenido de oxígeno (valor B). La determinación de la DBO, se logró restando el valor A menos el valor B (APHA, 2005). Los resultados se contrastaron con los valores recomendados en los Estándares de Calidad Ambiental para muestras de agua (ECA), categoría 3 – D1 riego de vegetales, agua sin restricciones para riego.

3.5.2 Pruebas estadísticas

Los resultados obtenidos de los valores de DBO, previamente fueron evaluados mediante pruebas de supuestos, seguidamente se calcularon el



promedio, el coeficiente de variación, pruebas de Kruskal Wallis, para comparar entre zonas de muestreo, con una confianza del 95 % (De la Garza et al., 2013).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RECUENTOS DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES Y *Escherichia coli* SEGÚN ZONAS DE MUESTREO DEL RÍO VILCANOTA

4.1.1 Coliformes termotolerantes en el río Vilcanota

Tabla 5

Recuento de coliformes termotolerantes (NMP/100ml) en el río Vilcanota, durante los meses de julio – septiembre del 2023.

Zonas de muestreo	Coliformes termotolerantes (NMP/100 ml)			Prom	CV (%)
	Julio (*)	Agosto (**)	Setiembre (***)		
Río Hercca (Control)	49	11	130	63.33	95.97
Río Chectuyoc	79	140	330	183.00	71.53
Puente Arturo	460	33	330	274.33	79.78
Puente Arcoiris	170	940	240	450.00	94.62
Puente San Cristóbal	330	1100	920	783.33	51.42

ECA para agua, Cat. categoría 3 – D1 (riego de vegetales): 1000 NMP/100ml

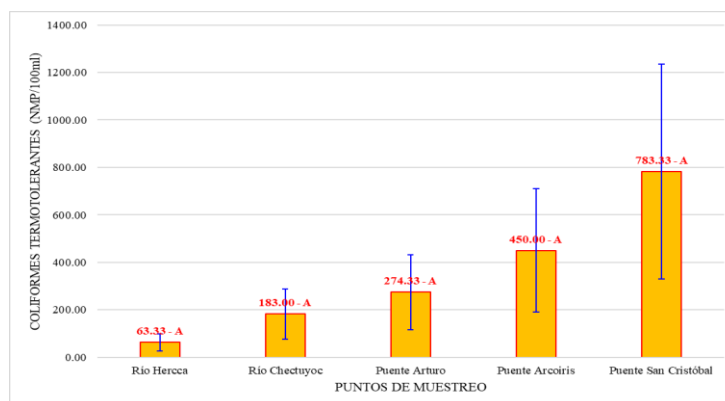
Fuente: R: repetición. Servicio de análisis de muestras solicitado a la empresa Laboratorios Analíticos del Sur – Laboratorio de Ensayo Acreditado por INACAL, cuyos resultados se emiten en los Informes de ensayo LAS01-AG-AC-23-00259 (*), LAS01-AG-AC-23-00276 (**) y LAS01-AG-AC-23-00304 (***) - Anexos).

En la Tabla 5 se presenta los recuentos de coliformes termotolerantes en cinco puntos de muestreo del río Vilcanota. En el río Hercca el promedio fue de 63.33 NMP/100 ml, siendo este el menor de todos los puntos de muestreo, con valores que oscilaron de 11 NMP/100 ml a 130 NMP/100 ml; en el río Chectuyoc se obtuvo un promedio de 183.00 NMP/100 ml, con recuentos entre 79 NMP/100 ml a 330 NMP/100 ml; en el puente Arturo el promedio fue de 274.33 NMP/100

ml, con rangos de 33 NMP/100 ml a 460 NMP/100 ml; asimismo, en el puente Arcoiris el promedio se incrementa a 450 NMP/100 ml, con oscilaciones entre 170 NMP/100 ml a 940 NMP/100 ml; mientras tanto que en puente San Cristóbal se obtuvo el promedio más alto con 783.33 NMP/100 ml, con valores entre 330 NMP/100 ml a 1100 NMP/100 ml. Ésta última cifra que supera la norma legal, probablemente se deba a una ingreso eventual de aguas residuales clandestinas, así como el vertimiento de residuos sólidos cercanos al punto de muestreo. Los coeficientes de variación estuvieron elevados, que oscilaron entre 51.42 % en muestras del puente San Cristóbal y 95.97 % en muestras del río Hercca, lo cual indica que existe una alta dispersión de los datos respecto de sus promedios. Los resultados promedios obtenidos en los cinco puntos de muestreo, estuvieron por debajo de los 1000 NMP/100 ml, recomendado en las normas ECAs para agua categoría 3 – D1 (Figura 3), en tal sentido puede ser utilizado para el riego de vegetales.

Figura 3

Recuentos promedios de coliformes termotolerantes (NMP/100 ml) en cinco puntos de muestreo del río Vilcanota.



Fuente: Elaboración propia.



Luego de realizar el análisis estadístico, los recuentos de coliformes termotolerantes, a pesar que las muestras de agua del río Hercca presentaron los menores promedios (7.24 NMP/100 ml) y en el puente San Cristóbal los mayores promedios (27.22 NMP/100 ml), no presentaron diferencia estadística significativa entre los cinco puntos de muestreo ($H=7.70$; $P=0.1010$), tal como se visualiza en la Tabla 9 de anexos.

Los resultados obtenidos en la presente investigación tuvieron como los mayores promedios en el punto de muestreo Puente San Cristóbal con 783.33 NMP/100 ml, estos resultados fueron superiores a los registrados por Gil – Mora et al. (2022), quienes en el río Saphy ubicado en la provincia del Cusco, determinaron valores de 66.7 NMP/100 ml en coliformes termotolerantes, considerando como causa principal la presencia de aguas cloacales, que desembocan al río, siendo una fuente de infección real y efectiva. En ese sentido el río Vilcanota, carecería de una adecuada gestión de aguas residuales en la ciudad de Sicuani, tal como sucedió al evaluar la calidad de río Huatanay en Cusco por Flores (2022).

Asimismo, Arenas (2019) en la cuenca del Huatanay provincia de Cusco, concluyó que la calidad ambiental de los ríos Huancaro, Huillcarpay y T'ankarpata en épocas seca y lluviosa, es inaceptable para su uso en riego de vegetales, bebida de animales, ni para la conservación del ambiente acuático, salvo excepciones en algunas zonas de muestreo que si cumplen. De forma similar, El MINSA – DIRESA – CUSCO (2007), reporta valores de coliformes termotolerantes de 110000 NMP/100 ml en aguas residuales que desembocan al río Vilcanota, que se debe al ingreso de residuos orgánicos humanos doméstico, incumpliendo con la norma legal en la categoría III. En contraste, en el presente



estudio los valores obtenidos en el río Vilcanota, sí estarían aptos para el riego de vegetales, debido probablemente a que se considera como una pequeña población hasta la fecha y la época de evaluación sería la seca y no habría un arrastre de aguas residuales.

En otros puntos de muestreo del río Vilcanota, Carhuasuica y Gonzáles (2022) en el distrito de Urubamba (Cusco – Perú) aplicando la técnica ICARHS y analizando entre los parámetros químicos de demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, oxígeno disuelto, pH, diversos metales no pesados, pesados y recuentos de coliformes termotolerantes, obtuvieron valores regulares de ICARHS de 66.057 en época de estiaje y valores malos de 60.631 en época de avenidas, los altos valores de los parámetros fisicoquímicos entre ellos los bacterianos se debería a la mayor población que podría poseer la ciudad de Urubamba, incrementando la contaminación del río evaluado dentro de su jurisdicción. Asimismo, se elevan los recuentos bacterianos en temporadas de lluvia donde se eleva el material particulado y suspendido, quienes proceden de efluentes líquidos de actividades urbano antrópicas en alrededores del río (Taípe y Cabrera, 2006).

Sin embargo, resultados elevados fueron mencionados por Villavicencio (2021) quién en Apurímac (Perú) al evaluar el río Ccohoahuayco destinado al riego de parcelas reportó recuentos de coliformes termotolerantes de 28×10^7 NMP/100 ml, con ello el río evaluado fue considerado con índices de calidad malos, superando las cifras recomendadas del ECA para agua - categoría 3, agua para riego de vegetales (D.S. N° 004- 2017-MINAM, 2017). Por otro lado, los resultados fueron próximos a los obtenidos por Celi (2021), quien en Piura (Perú), al evaluar el impacto de las actividades antrópicas en la calidad del agua del



manantial El Buitre (Ayabaca), registró valores de coliformes termotolerantes de 420.7 NMP/100 ml, excediendo lo señalado en los ECAs para agua en la categoría 1, subcategoría A.

Según los resultados obtenidos, se afirma que las aguas del río Vilcanota en la Jurisdicción de Sicuani, puede ser utilizado el riego de vegetales de consumo humano, aduciendo que el vertimiento de aguas residuales es menor; en contraste Bazán y Cerna (2022) en Cajamarca (Perú), al evaluar el río Mashcón y poseer descargas de desagües, obtuvieron cifras de 60000 NMP/100 ml, superando ampliamente los datos obtenidos en la presente investigación, no siendo apto para el riego de vegetales y bebidas de animales, así como también, el río Chira en Sullana (Piura – Perú) tuvo un recuento de coliformes termotolerantes entre 24000 NMP/100 ml y 1600000 NMP/100 ml (Merino, 2022).

La presencia de coliformes termotolerantes en las muestras de aguas de los ríos evaluados en el presente estudio, a pesar de no superar los valores de las normas vigentes, representa el estado actual de la calidad biológica del río Vilcanota, en razón de que demuestra parte de la riqueza biológica, asimismo posee valor ambiental que se asocia al ecosistema acuático o el tramo que representa. El río Vilcanota, es un cuerpo de agua importante para la población asentada en Sicuani, en muchos puntos es utilizado para el riego de vegetales y otras actividades antrópicas, por lo que requieren de agua que presente una adecuada calidad, ya que en su trayecto puede recibir contaminantes naturales entre bacterias, virus, otras formas de vida, sustancias minerales presentes, sólidos orgánicos e inorgánicos suspendidos y productos orgánicos solubles (Martínez et al., 2009).



La presencia de coliformes termotolerantes en el río evaluado, se constituye en una contaminación de alto riesgo, ya que indica la presencia de materia fecal (Mushi et al., 2012), y que en países de América Latina es un problema sanitario importante debido a la descarga continua de aguas residuales domésticas no tratadas (Abril et al., 2021), contaminando recursos hídricos subterráneos, superficiales y en zonas costeras, a la inapropiada eliminación de excretas ante la carencia o deficiencia de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, que traería consigo muchas enfermedades relacionadas a la contaminación acuática, como cólera, hepatitis, amebiasis, fiebre tifoidea y paratifoidea, entre otras (Chigor et al., 2012) como microorganismos patógenos como *Cryptosporidium*, pueden llegar a originar una alerta en los países para su prevención, en razón de que traería consigo una elevada morbilidad y mortalidad en la población (Staley et al., 2012).

La calidad sanitaria del río Vilcanota representado por la enumeración de coliformes termotolerantes, fue mayor en el punto de muestreo Puente San Cristóbal superando en una de sus muestras (1100 NMP/100 ml) los valores recomendados en la norma ambiental; estas bacterias no solo son utilizadas para evaluar la sanidad acuática, sino también la calidad de aguas de consumo humano, recreación, industria, agricultura y sedimentos, no existiendo un indicador universal, razón por la cual debe seleccionarse el más idóneo para un estudio específico (Bachoon et al., 2010), en razón que de los indicadores de contaminación fecal (coliformes totales, termotolerantes, *Escherichia coli* y enterococos) (Rossen et al., 2008), poseen limitaciones relacionadas con la aplicación bacteriana como indicadores, debido a su escasa supervivencia en cuerpos de agua, así como en fuentes no fecales, su destreza de su multiplicación



luego de ser liberadas hacia una columna de agua y la debilidad ante los procesos de desinfección (González et al., 2010), por lo que recomiendan indicadores alternativos como virus (colifagos), bacterias anaerobias fecales (*Bacteroides* spp, *Clostridium perfringens* y *Bifidobacterium* spp.), y componentes orgánicos fecales como el coprostanol (Santiago et al., 2012).

La presencia de coliformes termotolerantes en las muestras de agua evaluadas, al constituirse grupos indicadores, se infiere que a parte de ellas habría la presencia de otros microorganismos patógenos procedentes de las heces humanas, así como de ciertos ambientales que podría presentar el cuerpo acuático, como su temperatura, pH, tiempo de retención hídrica y la presencia de nutrientes como el nitrógeno y fósforo fundamentalmente (Ávila de Navia y Estupiñán, 2009).

Las coliformes termotolerantes presentes en el río Vilcanota, están representadas por bacterias que indican contaminación fecal, ya que cumplen con requisitos como ser constituyente normal de la microbiota intestinal en individuos sanos, y exclusiva en estiércol de animales homeotermos y estén presentes en gran número, facilitando su aislamiento e identificación, tener incapacidad de reproducirse en el exterior del tracto gastrointestinal humano y de animales homeotermos, pero debe resistir a los factores ambientales siendo iguales o superiores al de los patógenos de origen fecal (Boehm y Soller, 2013), razones por las cuales se encuentran enmarcadas en las normas ambientales de agua y alimentos.

Los coliformes termotolerantes cuantificadas en la investigación, son llamadas así porque toleran hasta 45 °C de temperatura, lo constituyen un reducido



número de microorganismos, y son indicadores de calidad debido a su origen, entre ellas mayoritariamente *Escherichia coli*, y menos frecuente *Citrobacter freundii* y *Klebsiella pneumoniae*, estas últimas tienen un origen ambiental (fuentes de agua, suelos y vegetación) y rara vez son parte de la microbiota normal (Santiago et al., 2012), razón por la cual el término coliformes fecales debería de ser sustituido por coliformes termotolerantes (Narváez et al., 2008).

Luego de realizar el análisis de los recuentos de coliformes termotolerantes, se rechaza la hipótesis planteada, que afirmaba: “Los recuentos de coliformes termotolerantes en las zonas de muestreo del río Vilcanota destinados al riego de vegetales de consumo humano en el distrito de Sicuani – Cusco, sobrepasan los valores permitidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, categoría 3 – D1”, la cual según revisando los promedios, los recuentos de coliformes termotolerantes no superaron los valores de la norma vigente.

Los resultados obtenidos en la presente investigación respecto a los recuentos de coliformes termotolerantes, nos hacen inferir que las aguas del río Vilcanota pueden ser utilizadas para el riego de vegetales de consumo humano, en razón de que sus cifras no superaron los valores recomendados en la norma ambiental vigente. Asimismo, se puede afirmar que el ingreso de aguas residuales de la población de la ciudad de Sicuani, no es de manera directa, pero se encontraría propensa a superar la norma, en razón de que se encontró en una sola muestra, valores de coliformes termotolerantes superiores a lo recomendado en la norma vigente.

4.1.2 *Escherichia coli* en el río Vilcanota

Tabla 6

Recuento de Escherichia coli (NMP/100 ml) en aguas del río Vilcanota, durante los meses de julio – septiembre del 2023.

Zonas de muestreo	<i>Escherichia coli</i> (NMP/100 ml)			Prom	CV (%)
	Julio (*)	Agosto (**)	Setiembre (***)		
Río Hercca (Control)	22	7.8	130	53.27	125.47
Río Chectuyoc	49	140	330	173.00	82.88
Puente Arturo	210	33	330	191.00	78.22
Puente Arcoiris	170	630	240	346.67	71.50
Puente San Cristóbal	240	700	14	318.00	109.93

ECA para agua, Cat. categoría 3 – D1 (riego de vegetales): 1000 NMP/100ml

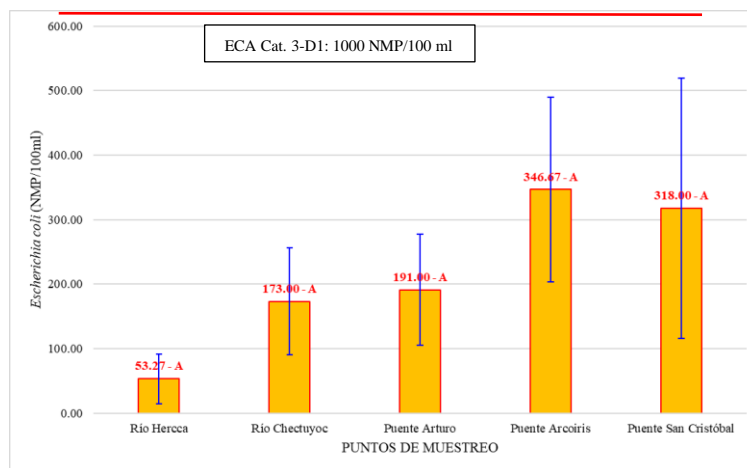
Fuente: R: repetición. Servicio de análisis de muestras solicitado a la empresa Laboratorios Analíticos del Sur – Lab. de Ensayo Acreditado por INACAL, cuyos resultados se emiten en los Informes de ensayo LAS01-AG-AC-23-00259 (*), LAS01-AG-AC-23-00276 (**) y LAS01-AG-AC-23-00304 (***) - Anexos).

En la Tabla 6 se exhibe los conteos bacterianos de *Escherichia coli* en cinco puntos de muestreo del río Vilcanota. En el río Hercca el promedio resultó de 53.27 NMP/100 ml, siendo este el menor de todos los puntos de muestreo ya que es el punto de comparación con los demás puntos de muestreo, con intervalos de 7.8 NMP/100 ml a 130 NMP/100 ml; en el río Chectuyoc se tuvo un promedio de 173.00 NMP/100 ml, con variaciones entre 49 NMP/100 ml a 330 NMP/100 ml; en el puente Arturo el promedio fue de 191.00 NMP/100 ml, con rangos de 33 NMP/100 ml a 330 NMP/100 ml; asimismo, en el puente Arcoiris el promedio llegó a 346.67 NMP/100 ml, con cifras entre 170 NMP/100 ml y 630 NMP/100 ml; mientras tanto en puente San Cristóbal se determinó el promedio de 318.00 NMP/100 ml, con valores entre 14 NMP/100 ml a 700 NMP/100 ml. Los coeficientes de variación estuvieron elevados, que oscilaron entre 71.50 % en muestras del puente Arcoiris y 125.47 % en muestras del río Hercca, lo cual indica

que existe una alta dispersión de los datos respecto de sus promedios. Los resultados promedios obtenidos en los cinco puntos de muestreo, estuvieron por debajo de los 1000 NMP/100 ml, recomendado en las normas ECAs para agua categoría 3 – D1 (Figura 4), desde esta condición puede ser utilizado para el riego de vegetales.

Figura 4

Recuentos promedios de Escherichia coli (NMP/100 ml) en cinco puntos de muestreo del río Vilcanota.



Fuente: Elaboración propia.

Luego de realizar el análisis estadístico, los recuentos de *Escherichia coli*, a pesar que las muestras de agua del río Hercca resultaron con los menores promedios (6.30 NMP/100 ml) y en el puente Arcoiris los mayores promedios (17.88 NMP/100 ml), no presentaron diferencia estadística significativa entre los cinco puntos de muestreo ($F=0.92$; $P=0.4914$), tal como se visualiza en la Tabla 11 de anexos.

Los recuentos de *Escherichia coli* en las muestras de agua del río evaluado, llegaron como valor máximo a los 346.67 NMP/100 ml en el punto de muestreo Puente Arcoiris, no superando las cifras recomendadas por la norma ambiental



vigente. A pesar de tener la sospecha de que estaría contaminado por efluentes de agua residuales domésticas, es probable que los bajos recuentos bacterianos se deban a las diferentes fechas y puntos de muestreo, ya que la principal causa bacteriana son las aguas residuales que ingresan directamente al sistema de alcantarillado y el río (Abril et al., 2021), tal como lo reportado por Taipe y Cabrera (2006), que en el mismo río pero en el sector Calca Urubamba (Cusco - Perú), los recuentos bacterianos excedieron límites máximos permisibles, especialmente en temporadas de lluvia cuando se eleva el material suspendido y particulado, que proceden de efluentes líquidos de actividades antrópicas de los habitantes de alrededores del río.

Por otro lado, los resultados obtenidos en la investigación fueron inferiores a los reportados por Aronés et al. (2018), quienes en Huamanga – Ayacucho (Perú) investigaron la calidad del agua del río Huatatas, y reportaron recuentos bacterianos entre 800 NMP/100 ml y 60000 NMP/100 ml, mientras que en un segundo muestreo obtuvieron valores de 70 NMP/100 ml y 130 NMP/100 ml, confirmándose que le época de muestreo es otro factor indispensable que influye en la carga microbiana de los ríos; asimismo, Carhuasuica y Gonzáles (2022) en Cusco (Perú) al evaluar el río Vilcanota en el distrito de Urubamba, determinó que en la época de avenidas el río presentó una valoración mala, entre los componentes fisicoquímicos y bacteriológicos.

Sin embargo, Arias et al. (2022), en Huancayo (Perú), determinaron que el aporte de carga orgánica y coliformes fecales del agua residual al río Shullcas en época de estiaje elevan los valores, superando las normas ECAs para agua. Por su parte, de similar forma Bazán y Cerna (2022), en Cajamarca (Perú), determinaron que el nivel de contaminación microbiológica y orgánica procedentes de los



desagües, el agua del río Mashcón, reportó muy altos valores bacterianos con 60,200 NMP/100 ml, incumpliendo con los ECAs para agua, categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales (D.S N° 004-2017-MINAM). Resultados similares obtuvo Merino (2022), quien en Piura (Perú), al evaluar el agua del río Chira, evidenció que la calidad ambiental del río Chira estuvo incrementada con valores de 1600000 NMP/100 ml y 24000 NMP/100 ml respectivamente.

Escherichia coli se encuentra mencionada en la norma ambiental vigente donde es la más abundante, está clasificada en la familia Enterobacteriaceae ya que integra la microbiota normal intestinal del ser humano y de los animales homeotermos, su presencia se debe a una contaminación por heces ya que se eliminan de manera diaria entre 10^8 UFC/g a 10^9 UFC/g de heces, en tal sentido es uno de los indicadores de contaminación fecal mayormente utilizados (Larrea et al., 2009).

Las grandes cantidades de *Escherichia coli* que se liberan en las heces, debe a que en la parte baja del intestino de humanos y animales homeotermos, posee abundantes nutrientes para su crecimiento (Chung et al., 1979), con un tiempo de sobrevivencia de dos días en su hábitat primario (Winfield y Grosman, 2003). Se sugiera que la mitad de la población de *Escherichia coli* se encuentra en el hábitat primario del hospedante y la otra mitad en el hábitat secundario (ambiente externo), donde no crece ni se divide y su supervivencia es de un día aproximadamente en el agua (Faust et al., 1975), tres días en el suelo (Temple et al., 1980) y 1.5 días en sedimentos (Gerba y McLeod, 1976).

Con todo ello se afirma que *Escherichia coli* no sobrevive en ambientes inertes, pero se mantienen gracias al continuo ingreso de residuos de fuentes

humanas y animales originando una población estable (Winfield y Grosman, 2003), donde la falta de nutrientes y las condiciones ecológicas severas impiden que *Escherichia coli* logre sostener una división celular fuera del hospedante (Jiménez et al., 1989). Sin embargo, se plantea que en los trópicos con las condiciones ambientales con temperaturas elevadas y grandes concentraciones de nutrientes en los cuerpos acuáticos, favorecen la multiplicación de *Escherichia coli*. En tal sentido, no es un miembro autóctono de los ecosistemas estudiados (Byamukama et al., 2005), y al encontrar en zonas alejadas, serían los animales salvajes quienes sean los aportantes bacterianos (Larrea et al., 2009).

4.2 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO₅) SEGÚN ZONAS DE MUESTREO DEL RÍO VILCANOTA

Tabla 7

Valores de DBO₅ (mg/l) en aguas del río Vilcanota, durante los meses de julio – septiembre del 2023.

Zonas de muestreo	DBO ₅ (mg/l)			Prom	CV (%)
	Julio (*)	Agosto (**)	Setiembre (***)		
Río Hercca	4	1	1	2.00	86.60
Río Chectuyoc	4	1	2	2.33	65.47
Puente Arturo	6	1	2	3.00	88.19
Puente Arcoiris	4	1	1	2.00	86.60
Puente San Cristóbal	4	1	1	2.00	86.60

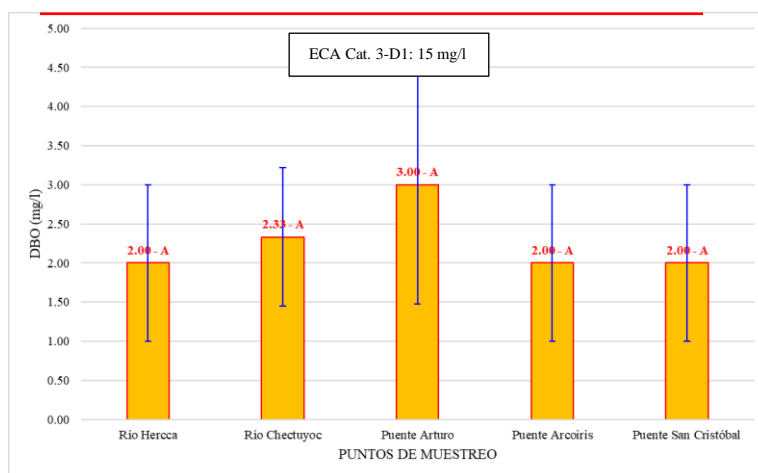
ECA para agua, Cat. categoría 3 – D1 (riego de vegetales): 15 mg/l

Fuente: R: repetición. Servicio de análisis de muestras solicitado a la empresa Laboratorios Analíticos del Sur – Lab. de Ensayo Acreditado por INACAL, cuyos resultados se emiten en los Informes de ensayo LAS01-AG-AC-23-00259 (*), LAS01-AG-AC-23-00276 (**), y LAS01-AG-AC-23-00304 (***) - Anexos).

En la Tabla 7 se presenta los valores de DBO₅ en cinco puntos de muestreo del río Vilcanota. El río Hercca tuvo el promedio de 2.00 mg/l, con variaciones entre 1 mg/l y 4 mg/l; en el río Chectuyoc se tiene un promedio de 2.33 mg/l, con oscilaciones de 1 mg/l a 4 mg/l; en el puente Arturo el promedio resultó con 3 mg/l, con rangos de 1 mg/l a 6 mg/l; en el puente Arcoiris el promedio fue de 2.00 mg/l, con cifras de 1 mg/l a 4 mg/l; y en el puente San Cristóbal se determinó el promedio de 2.00 mg/l, con valores entre 1 mg/l a 4 mg/l. Los coeficientes de variación también estuvieron elevados, fluctuaron entre 65.47 % en muestras del río Chectuyoc y 88.19 % en muestras del puente Arturo, lo cual indica que existe una alta dispersión de los datos respecto de sus promedios. Los resultados promedios obtenidos en los cinco puntos de muestreo, estuvieron por debajo de los 15 mg/l, recomendado en las normas ECAs para agua categoría 3 – D1 (Figura 5), razón por la cual puede ser utilizado para el riego de vegetales.

Figura 5

Valores promedio de demanda bioquímica de oxígeno (mg/l) en cinco puntos de muestreo del río Vilcanota.



Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar el análisis estadístico, los valores de DBO₅ al igual que anteriores parámetros, el río Hercca resultó con el menor promedio (1.33 mg/l) y en el



punto Arturo los mayores promedios (1.62 mg/l), no presentaron diferencia estadística significativa entre los cinco puntos de muestreo ($H=0.83$; $P=0.9093$), tal como se visualiza en la Tabla 13 de anexos.

Los valores promedio de la DBO_5 llegaron a 3 mg/l en el punto Arturo, siendo este el más elevado, pero todos los promedios resultaron por debajo de las cifras enmarcadas en la norma ambiental vigente. Estos resultados fueron inferiores a los registrados por Gil – Mora et al. (2022), quienes en el río Saphy ubicado en la provincia del Cusco, determinaron valores entre 0.80 y 25.87 mg/l de demanda bioquímica de oxígeno, lo que implica que el río Vilcanota no presentaría una alta concentración de materia orgánica en sus aguas, debido probablemente a que en ese momento no se vertieron aguas residuales ni se presentó ingreso de efluente alguno al río, a pesar de ello el vertimiento de aguas residuales sería bajos y los impactos serían leves al menos por estos años en el cuerpo receptor.

De similar forma, Arenas (2019) en la cuenca del Huatanay provincia de Cusco, concluyó que la calidad ambiental de los ríos Huancaro, Huillcarpay y T'ankarpata en épocas seca y lluviosa, es inaceptable para su uso en riego de vegetales, bebida de animales, ni para la conservación del ambiente acuático, salvo excepciones en algunas zonas de muestreo que si cumplen. Por algún motivo que se desconoce el MINSA – DIRESA – CUSCO (2007), no determinaron la demanda bioquímica de oxígeno en la jurisdicción de Sicuani, pero en el río Huatanay se registró cifras de 2.75 mg/l, siendo un valor bajo y parecidos a los obtenidos en la presente investigación. En contraposición el agua del río Vilcanota no posee una carga elevada de demanda bioquímica de oxígeno, por lo que puede ser usado para el riego de vegetales en el distrito de Sicuani, probablemente a que la hora de muestreo no el mencionado río no presentaba vertimientos de efluentes de pequeñas empresas ni de aguas residuales domésticas.



En otras regiones entre nacionales e internacionales, los resultados obtenidos fueron superados por los registrados por Del Pozo y López (2022), quienes en Cotopaxi (Ecuador), al evaluar la contaminación del río Pumacunchi mencionaron una DBO_5 de 8.19 mg/l y a los obtenidos por Aronés et al. (2018), quienes en Huamanga – Ayacucho (Perú) al investigar el río Huatatas, mencionaron valores de DBO_5 entre 4.89 mg/l y 5.58 mg/l. Por otro lado, fueron similares a los mencionados por Villavicencio (2021) quien en Apurímac (Perú) evaluó el río Ccohoahuayco para el riego de parcelas encontrando una DBO_5 de 1.5 a 3 mg/l, presentan un índice de calidad malo, superando las cifras recomendadas del ECA para agua - categoría 3, agua para riego de vegetales (D.S. N° 004- 2017-MINAM, 2017).

Los valores de DBO_5 a pesar de estar por debajo de lo estipulado en la norma ambiental, se constituye en una representación de que el ingreso de carga orgánica en los puntos evaluados es en cantidades menores, incrementándose en épocas de estiaje, tal como se determinó en el río Shullcas en Huancayo – Perú (Arias et al., 2022). Por otro lado, Bazán y Cerna (2022), en Cajamarca (Perú) al determinar la contaminación orgánica del río Mashcón por descarga de desagües, registraron cifras de DBO_5 igual a 4.31 mg/l, siendo estos datos similares a los obtenidos en la presente investigación. En contraste los resultados obtenidos por Calizaya (2021) al evaluar el río Zapatilla en la provincia de El Collao – Puno, reportó cifras de DBO_5 de 100 a 180 mg/l, no es apta para bebida de animales.

La demanda bioquímica de oxígeno, es un indicador importante para medir la contaminación de aguas residuales, así como para realizar el control del agua potable. En el presente estudio se estudiaron las aguas del río Vilcanota, como agua superficial es grandemente susceptible a la contaminación, debido a que en muchas ocasiones las aguas veces de las ciudades, de manera frecuente vierten sus aguas residuales, donde los



contaminantes residuos que requieren de oxígeno, afectan las corrientes de agua y las aguas estancadas. Muchas veces los altos valores de DBO_5 originan la desaparición de animales y seres vivos que requieren de oxígeno y es justamente la materia orgánica la requiere oxígeno para su degradación en un curso de agua, es decir que una elevada cantidad de material orgánico incrementa el crecimiento microbiano (bacterias y hongos), por lo que, para oxidarlo, consumen el oxígeno que normalmente es utilizado por la fauna y flora acuática y como consecuencia de ello afecta al ecosistema, cambiando la calidad del agua, la elevación del pH, originando la posible desaparición de peces y plantas (Raffo y Ruiz, 2014).

Los bajos niveles de DBO_5 , indica que el contenido de materia orgánica es menor, ya que la actividad biológica es inducida por los microorganismos en presencia de oxígeno, en consecuencia, la materia orgánica degradada pierde sus propiedades contaminantes, en ese sentido la DBO_5 se utiliza como medida de la cantidad de oxígeno que se necesita para la oxidación de la materia orgánica que puede ser biodegradada, pero que está presente en la muestra de agua, como consecuencia de la acción de oxidación aerobia (Ramalho, 2003).

Si el río Vilcanota tuviera elevados valores de DBO_5 , se afirmarían que las masas de agua se encontrarían muy contaminadas, por tanto, carecerían de suficiente oxígeno en la solución para mantener el ambiente aeróbico durante la descomposición y autopurificación (Babbitt y Baumann, 1980), es por ello que la presencia de la DBO_5 en una masa de agua natural es a causa de la descomposición de toda la materia orgánica que sería susceptible a la descomposición microbiana (Del Angel, 1994).

Es posible que las curtiembres que existen en Sicuani, puedan en algún momento elevar los valores de DBO_5 , en razón de que, en el proceso de pelambre y la curtición



vegetal, se produce grandes cantidades de materia orgánica y grasas animales en los vertimientos, afectando la calidad del agua, disminuyendo el oxígeno disuelto en la misma (Cuesta et al., 2018), ocasionando el estrés de un ecosistema, llegando posiblemente a destruir la vida natural en la zona donde se vierten las aguas residuales (CAR, 2012), ya que a mayor valor de DBO, mayor será la contaminación del agua (Guarín, 2017).

Se rechaza la hipótesis planteada, en razón que en el proyecto se afirmó lo siguiente: La cuantificación de la demanda bioquímica de oxígeno en las zonas de muestreo del río Vilcanota utilizado para el riego de vegetales de consumo humano en el distrito de Sicuani – Cusco, exceden los valores recomendados en el Decreto Supremo N° 004-2017- MINAM, categoría 3 – D1. Y como se visualiza en los resultados obtenidos en el laboratorio acreditado, los valores de DBO estuvieron por debajo de lo mencionado en la norma ambiental.

Luego de realizar el análisis e interpretación de los resultados obtenidos, los puntos de muestreo realizados en la investigación no presentaron contaminación por materia orgánica, ya que la DBO_5 resultó con valores pequeños, lo que significa que posee material orgánico pero en bajas concentraciones, lo cual es adecuado para la flora y fauna presente en el cuerpo acuático, por tanto también se afirmarían que la contaminación por ahora es baja y el uso del agua del río Vilcanota, no traería consecuencias si lo utilizan para riego de vegetales de consumo humano en Sicuani.



V. CONCLUSIONES

- El río Vilcanota durante los meses de julio a setiembre del año 2023, presentó recuentos promedios de coliformes termotolerantes entre 63.33 NMP/100 ml y 783.33 NMP/100 ml y *Escherichia coli* de 53.27 NMP/100 ml y 346.67 NMP/100 ml, no superando la norma ambiental ECA para agua, Cat. categoría 3 – D1, en tal sentido pueden ser utilizadas para el riego de vegetales en el distrito de Sicuani – Cusco.
- El río Vilcanota durante los meses de julio a setiembre del año 2023, presentó valores promedio de demanda bioquímica de oxígeno entre 2.00 mg/l y 3 mg/l, no superando la norma ambiental ECA para agua, Cat. categoría 3 – D1, en tal sentido pueden ser utilizadas para el riego de vegetales en el distrito de Sicuani – Cusco.



VI. RECOMENDACIONES

- A los futuros investigadores, realizar las cuantificaciones de coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* a diferentes horas del día, durante la tarde debido al mayor movimiento del caudal del río, incrementando el número de muestras y entre épocas (seca y lluviosa) para obtener un coeficiente de variación más confiable y contrastarlos con los resultados obtenidos en la presente investigación.
- A los futuros investigadores, realizar las cuantificaciones de demanda bioquímica de oxígeno en muestras de sedimentos del río, en razón de que representaría la materia orgánica asentada en la zona bentónica del cuerpo acuático.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abril, R., Armas, P., Patricio, W., Toscano, V., Sucoshañay, D. y Ríos A. (2021). Calidad de agua del río Puyo y afluentes, Pastaza, Ecuador. Revista Tecnología y Ciencias del Agua. 12(3): 379-417. [Doi: 10.24850/j-tyca-2021-03-10](https://doi.org/10.24850/j-tyca-2021-03-10).
- Aguilar, E. (2017). Calidad bacteriológica del río Torococha y su influencia en las aguas de pozo de los barrios San Isidro y San Jacinto de la ciudad de Juliaca. [Tesis de Licenciado en Biología. Universidad Nacional del Altiplano].
- APHA, American Public Health Association. (2005). Standars Methods for Examination of Water and Waste Water. 21th edition. Washington D. C.
- Arias, Y., Calderón, A. y Orellana, J. (2022). Aporte de carga orgánica y coliformes fecales en las descargas de agua residuales al lecho del río Shullcas en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista – desembocadura, Huancayo 2021. [Tesis de Ing. Ambiental. Facultad de Ingeniería, Universidad Continental. Huancayo] – Perú. 105 p.
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11475>.
- Arenas, J. (2019). Calidad ambiental del agua de los ríos Huancaro, T'ankarpata y Huillcarpay tributarios de la cuenca del Huatanay – provincia Cusco. [Tesis de Biólogo. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Cusco – Perú.
<https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/4753>.
- Aronés, E., Véliz R. y Palomino Y. (2018). Evaluación de la calidad del agua del río Huatatas, aplicando el ICA, región Ayacucho. Rev. Inv. UNSCH. 26 (1): 117 – 125. <http://revistas.unsch.edu.pe/index.php/investigacion/article/view/67>.
- Arroyo, E. (2019). Determinación de la calidad bacteriológica de las aguas del río Chili, durante los meses de marzo-mayo, Arequipa 2019. [Tesis de Biólogo. Universidad



- Nacional De San Agustín de Arequipa].
- Autoridad Nacional del Agua. (2016). Protocolo Nacional para el Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales (Resolución Jefatural N° 010-ANA).
- Ávila de Navia, S. y Estupiñan, S. (2009). Calidad sanitaria del agua de la Ciénaga Mata de Palma en el Departamento del Cesar, Colombia. NOVA. 7(11):85-91.
- Ávila, S. y Estupiñan, S. (2009). Calidad sanitaria del agua de la ciénaga Mata de Palma en el Departamento del Cesar, Colombia. Nova - Ciencias Biomédicas. 7: 85–91.
- Babbitt, E. y Baumann, E. (1980). Alcantarillado y tratamiento de aguas negras. Primera publicación. Séptima impresión 1980, Compañía Editorial Continental S. A. de México.
- Bachoon, D., Markand, S., Otero, E., Perry, G. y Ramsubaugh, A. (2010). Assessment of non-point sources of fecal pollution in coastal waters of Puerto Rico and Trinidad. Marine Pollution Bulletin. 60:11171121.
- Bazán, A. y Cerna, K. (2022). Contaminación orgánica y microbiológica del río Mashcón Cajamarca 2022. [Tesis de Ing. Ambiental y Prevención de riesgos. Facultad de Ingeniería, Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo. Cajamarca – Perú]. 75 p. <http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/2501>.
- Boehm, A. y Soller, J. (2013). Recreational Water Risk: Pathogens and Fecal Indicators. In: Laws EA, editor. Environmental Toxicology: New York: Springer. 441-59.
- Bofill, S., Clemente, P., Albiñana, N., Maluquer, C., Hundesa, A., y Llop, R. (2005). Efectos sobre la salud de la contaminación de agua y alimentos por virus emergentes humanos. In Rev Esp Salud Pública. 79 (2). Marzo-Abril.
- Brown, K. (2017). Caracterización y clasificación automática de ríos en imágenes satelitales. [Tesis de Ingeniero Informático. Pontificia universidad Católica del Perú].



- Byamukama D, Mach RL, Kansime F, Manafi M, Farnleitner (2005) AH. Discrimination Efficacy of Fecal Pollution Detection in Different Aquatic Habitats of a High Altitude Tropical Country, using presumptive coliforms, *Escherichia coli* and *Clostridium perfringens* spores. *Appl Environ Microbiol.*; 71(1):65-71.
- C. A. R. (2012). Cundinamarca, Boletín de calidad de las cuencas de la jurisdicción CAR, Bogotá D.C.
- Cabrera, E., Hernández, L., Gómez, H., y Cañizares, M. (2003). Determinación de nitratos y nitritos en agua. Comparación de costos entre un método de flujo continuo y un método estándar. *Revista de La Sociedad Química de México.* 47: 88–92.
- Calizaya, W. (2021). Calidad del agua de la cuenca del río Zapatilla sector Simillaca comparado con los estándares calidad ambiental para bebida de animales en la provincia de El Collao, región Puno – 2020. [Tesis de Bachiller en Ingeniería Ambiental. Facultad de Ingenierías, Universidad Privada San Carlos. Puno – Perú]. 116 p. <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC%20S.A.C./224>.
- Carhuasuica, Y. y Gonzáles S. (2022). Índice de calidad de agua aplicando el ICARHS en el río Vilcanota en el tramo Paclamayo – Pucruto, distrito de Urubamba – Cusco – 2021. [Tesis de Ing. Ambiental. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Andina del Cusco. Cusco – Perú]. 123 p. <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/4999>.
- Cayllahua, N. (2022). Evaluación de la PTAR Sicuani y su impacto en la calidad del agua del río Vilcanota. Informe Técnico de Ing. Químico. Facultad de Ingeniería de Procesos, Universidad Nacional de San Antonio de Abad del Cusco. Cusco – Perú. 131 p. <http://200.48.82.27/handle/20.500.12918/6429>.
- Celi, M. (2021). Impacto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua del



- manantial El Buitre, Chirinos, distrito de Suyo – Ayabaca, 2020. [Tesis Ing. Ambiental. Facultad de Ingeniería Agraria, Universidad Católica Sedes Sapientiae. Morropón – Perú]. 118 p.
<https://repositorio.ucss.edu.pe/handle/20.500.14095/1191>.
- Cruz, J. (2019). Evaluación de la polución del ecosistema en el golfo de Puno 2018. [Tesis de Maestro en Ciencias con mención Ingeniería Ambiental. Escuela de Posgrado. Universidad José Carlos Mariátegui. Moquegua – Perú]. 73 p.
<http://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/782>.
- Cuesta, D., Velazco, C. y Castro, J. (2018). Evaluación ambiental asociada a los vertimientos de agua residuales generados por una empresa de curtiembres en la cuenca del río Aburrá. *Revista UIS Ingenierías*. 17(2):141-152.
- Chigor, V., Umoh, V., Okuofu, C., Ameh, J., Igbinsa, E. y Okoh, A. (2012). Water quality assessment: surface water sources used for drinking and irrigation in Zaria, Nigeria are a public health hazard. *Environ Monit Assess*. 184(5):3389-3400.
- Chung YC, Kim YS, Shadchehr A, Garrido A, Macgregor IL and Sleisenger (1979) MH. Protein digestion and absorption in human small intestine. *Gastroenterology*.; 76:1415-1421.
- Daboul, J., Weghorst, L., De Angelis, C., Plecha, C., Saul-McBeth, J. y Matson, S. (2020). Characterization of *Vibrio cholerae* isolates from freshwater sources in northwest Ohio. *PLOS ONE*. 15(9): e0238438.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238438>.
- Dangour, D., Watson, L., Cumming, O., Boisson, S., Che, Y., Velleman, Y., Cavill, S., Allen, E. y Uauy, R. (2013). Interventions to improve water quality and supply, sanitation and hygiene practices, and their effects on the nutritional status of children. *Cochrane Database of Systematic Reviews*.



<https://doi.org/10.1002/14651858.CD009382.pub2>.

De la Garza, J., Morales, B., y González, A. (2013). Análisis Estadístico Multivariante. México: McGraw Hill.

Del Ángel, M. (1994). Contribución al estudio de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO). [Tesis de maestro en Ing. Ambiental. Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey – México]. 88 p. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://eprints.uanl.mx/7204/1/1020091184.PDF>.

Del Pozo, S. y López, L. (2022). Evaluación de la calidad del agua en la microcuenca del río Pumacuncho, provincia de Cotopaxi, periodo 2022. [Tesis de Ing. Ambiental. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga – Ecuador]. 110 p. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10172>.

Edberg, C., Rice, W., Karlin, J. y Allen, J. (2000). *Escherichia coli*: the best biological drinking water indicator for public health protection. Journal of Applied Microbiology. 88(S1):106S-116S. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2000.tb05338.x>.

Faust MA, Aotaky AE, Hargadon (1975) MT. Effect of physical parameters on the in situ survival of *Escherichia coli* MC-6 in an estuarine environment. Applied Microbiology; 30:800-806.

Fernández, L. (2022). Evaluación de impactos de aguas residuales en la calidad del agua del canal Galindona, Nueva Cajamarca – San Martín 2022. [Tesis de Ing. Ambiental. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad César Vallejo. Lima – Perú]. 85 p. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/104164>.

Flores, A. (2022). Influencia de la gestión de aguas residuales de la ciudad del Cusco, en



- la calidad del río Huatanay, año 2022. [Tesis de Maestro en Gestión Pública. Escuela de Posgrado, Universidad César Vallejo. Lima – Perú]. 108 p. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/95722>.
- García, C. (2013). Parámetros fisicoquímicos del agua. Albeitar. <http://albeitar.portalveterinaria.com/imprimir-noticia.asp?noti=12664>.
- Gerba CP, McLeod JS. (1976) Effect of sediments on the survival of *Escherichia coli* in marine waters. *Applied Environmental Microbiology* 32:114-120.
- Gil-Mora, J., Flores, A., Ochoa, K. y Valencia, N. (2022). Determinación de la pérdida de la calidad de un río urbano en Cusco: Caso Saphy. *Ciencia Latina Revista Multidisciplinar*. 6 (1): 3722. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i1.1765.
- González, E. (2018). Calidad bacteriológica de las aguas de las quebradas de la concesión de conservación - cuenca alta río Itaya de la Universidad Científica del Perú. [Tesis de Ingeniero Ambiental. Universidad Científica del Perú].
- González, A., Paranhos, R. y Lutterbach, M. (2010). Relationships between fecal indicators and pathogenic microorganisms in a tropical lagoon in Rio de Janeiro, Brazil. *Environ Monit Assess*. 164B(1):207-219.
- Guarín, O. (2017). Metodología para evaluación de la condición ambiental en microcuencas urbanas. *Revista UIS Ingenierías*. 16(2):141-150.
- Gupta, N., Pandey, P. y Hussain, J. (2017). Effect of physicochemical and biological parameters on the quality of river water of Narmada, Madhya Pradesh, India. *Water Science*. 31(1): 11–23. <https://doi.org/10.1016/j.wsj.2017.03.002>.
- Hachich, M., Di Bari, M., Christ, G., Lamparelli, C., Ramos, S. y Sato, Z. (2012). Comparison of thermotolerant coliforms and *Escherichia coli* densities in freshwater bodies. *Brazilian Journal of Microbiology*. 43(2): 675–681. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822012000200032>.



- IDEAM, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – Colombia. (2007). Demanda bioquímica de oxígeno 5 días, incubación y electrometría. Ministerio de Ambiente, Viviendo y Desarrollo Territorial. República de Colombia.
- <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Demanda+Bioqu%C3%ADmica+de+Ox%C3%ADgeno..pdf/ca6e1594-4217-4aa3-9627-d60e5c077dfa>.
- INTAGRI. (2017). El uso de ácidos para mejorar la calidad del agua de riego. 5 p.
- Islam, S., Zaman, H., Islam, S., Ahmed, N. y Clemens, D. (2020). Environmental reservoirs of *Vibrio cholerae*. *Vaccine*. 38: A52–A62. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2019.06.033>.
- Jiménez L, Muniz I, Torazos GA, Hazen TC. Survival and activity (1989) of *Salmonella typhimurium* and *Escherichia coli* in tropical freshwater. *J Appl Bacteriol*. 67:61-69.
- Larkin, T., Ralph, J., Tooth, S., Fryirs, A. y Carthey, R. (2020). Identifying threshold responses of Australian dryland rivers to future hydroclimatic change. *Scientific Reports*. 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63622-3>.
- Larrea J, Rojas M, Heydrich M, Romeu B, Rojas N, Lugo D. (2009) Evaluación de la calidad microbiológica de las aguas del Complejo Turístico Las Terrazas, Pinar del Río (Cuba). *Hig Sanid Ambient*. 9:492-504.
- Larrea, J., Rojas, M., Álvarez, B., Rojas, N. y Heydrich, M. (2013). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura. *Red de Revistas Científicas de América Latina, El Caribe, España y Portugal*. 44: 24–34.
- Leclerc, H., Mossel, A., Edberg, C. y Struijk, B. (2001). Advances in the Bacteriology of the Coliform Group: Their Suitability as Markers of Microbial Water Safety.



Annual Review of Microbiology. 55(1): 201–234.

<https://doi.org/10.1146/annurev.micro.55.1.201>.

Liu, H., Whitehouse, A. y Li, B. (2018). Presence and Persistence of Salmonella in Water: The Impact on Microbial Quality of Water and Food Safety. *Frontiers in Public Health*, 6 p. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2018.00159>.

Lujan, A. y Sanchez, G. (2022). Análisis de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del río Mashcon Cajamarca, año 2018-2020. [Tesis de Ingeniero Ambiental. Universidad Privada del Norte]. <https://orcid.org/0000-0001-7638-3456>.

Luna, C., Almanza, M. y Nina, R. (2020). Peligro de inundación del río Vilcanota en el centro poblado de Písac, Cusco 2018. *CIK Ingeniería Hidráulica y Ambiental*. 41: 18–32.

Mainstone, P. y Parr, W. (2002). Phosphorus in rivers — ecology and management. *Science of The Total Environment*. 282–283: 25–47. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(01\)00937-8](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(01)00937-8).

Martínez, A., Fonseca, K., Ortega, J. y García, C. (2009). Monitoreo de la calidad microbiológica del agua en la cuenca hidrológica del río Nazas, México. *Química Viva*. 8 (1):35-47.

Merino, R. (2022). Calidad ambiental del agua del río Chira y su relación con la percepción social ambiental, Sullana, 2022. [Tesis de Ing. Ambiental. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad César Vallejo. Lima – Perú]. 113 p. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/106711>.

Millennium Ecosystem Assessment Program. (2005). *Ecosystems and human well-being: wetlands and water synthesis: a report of the Millennium Ecosystem Assessment*. World Resources Institute.

MINAGRI – ANA, Ministerio de Agricultura y Riego – Autoridad Nacional del Agua.



- (2016). Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. Editorial Gráfica Industrial Alarcón S. R. L. Lima – Perú. 92 p.
- Ministerio de salud. (2007). Río Vilcanota – Urubamba 2007.
- MINSA – DIRESA – CUSCO. (2007). Río Vilcanota – Urubamba 2007. Programa Nacional de Vigilancia de la Calidad de los Recursos Hídricos. Cusco – Perú. 12 p. http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/rios/2007/vilcanota_07.pdf.
- Mushi, D., Byamukama, D., Kirschner, AKT., Mach, R., Brunner, K. y Farnleitner, A. (2012). Sanitary inspection of wells using risk-of-contamination scoring indicates a high predictive ability for bacterial faecal pollution in the peri-urban tropical lowlands of Dar es Salaam, Tanzania. *J Water Health*. 10(2):236–243.
- Narváez, S., Gómez, M. y Acosta, J. (2008). Coliformes termotolerantes en aguas de las poblaciones costeras y palafíticas de La Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. *Acta Biol Colomb*. 13(3):111-120.
- Ortega, I. (2014). Cuantificación de bacterias lácticas expuestas a estrés y durante su desarrollo en salchichas. [Tesis de Ing. Químico de Alimentos]. <http://ri.uaq.mx/bitstream/123456789/1791/1/RI001401.pdf>.
- Otzen, T. y Manterola C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *Int. J. Morphol*. 35 (1): 227 – 232.
- Pascual, M. y Calderón V. (2000). *Microbiología Alimentaria*. 2ª Ed. Diaz de Santos. Madrid, España.
- Pekel, F., Cottam, A., Gorelick, N. y Belward, S. (2016). High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. *Nature*. 540(7633): 418–422. <https://doi.org/10.1038/nature20584>.
- Raffo, E. y Ruiz, E. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda



- bioquímica de oxígeno. Revista de La Facultad de Ingeniería Industrial. p. 71–80.
- Raffo, E. y Ruíz, E. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. Revista Industrial Data. UNMSM. Lima – Perú. 17(1): 71-80.
- Ramalho, R. (2003). Tratamiento de Aguas Residuales. Barcelona: España, Editorial Reverté, S.A.
- Reilly, A. y Twiddy, R. (1992). Salmonella and *Vibrio cholerae* in brackishwater cultured tropical prawns. International Journal of Food Microbiology. 16(4): 293–301. [https://doi.org/10.1016/0168-1605\(92\)90031-W](https://doi.org/10.1016/0168-1605(92)90031-W).
- Rinaldi, M., Bussetini, M., Surian, N., Comiti, F. y Gurnell, M. (2016). Guidebook for the evaluation of stream morphological conditions by the Morphological Quality Index (MQI).
- Rodell, M., Famiglietti, S., Wiese, N., Reager, T., Beaudoin, K., Landerer, W. y Lo, M.-H. (2018). Emerging trends in global freshwater availability. Nature. 557(7707): 651–659. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0123-1>.
- Rojas, O. (2018). Evaluación de parámetros físico – químico y microbiológico del río Ragra afluente del río San Juan, para determinar la categoría de sus aguas – Simón Bolívar – Pasco – 2018. [Tesis de Ing. Ambiental. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Pasco – Perú. 87 p. <http://45.177.23.200/handle/undac/529>.
- Rossen, A., Rodríguez, M., Ruibal, A., Fortunato, M., Bustamante, A. Ruiz, M., Angelaccio, C. y Korol S. (2008). Indicadores bacterianos de contaminación fecal en el embalse San Roque (Córdoba, Argentina). Hig Sanid Ambient. 8:325-330.
- Samboni, R., Carvajal, Y. y Escobar, J. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua indicadores de calidad y



- contaminación del agua. *Revista de Ingeniería e Investigación*. 27: 172–181.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64327320>.
- Santiago, T., Tremblay, R., Toledo, C., González, J., Ryu, H., Santo Domingo, J. y Toranzos, G. (2012). Microbial quality of tropical inland waters and effects of rainfall events. *Appl and Environ Microbiol*. 78(15):5160-5169.
- Schwartzbrod, J., Thevenot, T. y Stien, L. (1989). Helminth eggs in marine and river sediments. *Marine Pollution Bulletin*. 20(6): 269–271.
[https://doi.org/10.1016/0025-326X\(89\)90298-1](https://doi.org/10.1016/0025-326X(89)90298-1).
- Sengupta, E., Thamsborg, M., Andersen, J., Olsen, A. y Dalsgaard, A. (2011). edimentation of helminth eggs in water. *Water Research*. 45(15): 4651–4660.
<https://doi.org/10.1016/j.watres.2011.06.017>.
- Soler, J. (2006). Validación secundaria del método de número más probable y recuento en placa profunda para coliformes totales y fecales en muestras de alimentos basada en la norma ISO NTC 17025. [Tesis de Microbióloga Industrial. Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana]. Bogotá – Colombia. 153 p.
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8295/tesis273.pdf?sequence>.
- Sopeña, A. y Sánchez, Y. (2010). Los sistemas aluviales.
<https://www.researchgate.net/publication/313746167>.
- Srivastava, A. y Cano, A. (2022). Analysis and forecasting of rivers pH level using deep learning. *Progress in Artificial Intelligence*. 11(2): 181–191.
<https://doi.org/10.1007/s13748-021-00270-2>.
- Staley, C., Reckhow, K., Lukasik, J. y Harwood, V. (2012). Assessment of sources of human pathogens and fecal contamination in a Florida freshwater lake. *Water Research*. 46:5799-5812.



- Taipe, M. y Cabrera, C. (2006). Identificación y evaluación de las principales fuentes de contaminación del río Vilcanota en el sector Calca Urubamba. Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG – UNMSM. 9 (17): 97-106.
- Temple KL, Camper AK, McFeters GA. Survival (1980) of two enterobacteria in feces buried in soil under field conditions. Applied Environmental Microbiology 40:794-797.
- Villavicencio, C. (2021). Evaluación de la contaminación del río Ccohoahuayco mediante la valoración del índice de calidad del agua para el riego de vegetales en los sectores de Trancapata Alta y Bacas, Curahuasi, Abancay – Apurímac, 2019. [Tesis de Ing. Ambiental. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad César Vallejo]. Lima – Perú. 162 p.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/76699>.
- Winfield MD, Grosman EA. Role (2003) of Nonhost Environments in the Lifestyles of *Salmonella* and *Escherichia coli*. Appl Environ Microbiol. 69:3687-3694.

ANEXOS

Tabla 8

Prueba de supuestos (Levene y Shapiro Wilks) a los recuentos de coliformes termotolerantes en el río Vilcanota.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Col Termot	15	0.61	0.45	58.26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	185118.81	4	46279.70	3.92	0.0362
Zonas	185118.81	4	46279.70	3.92	0.0362
Error	118000.22	10	11800.02		
Total	303119.04	14			

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Col Termot	15	0.00	242.68	0.99	0.9951

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9

Prueba de Kruskal Wallis de los valores de recuentos de coliformes termotolerantes (Transf. Raíz cuadrada de Xi) en el río Vilcanota.

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	PUNTOS	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
RAIZ_COL_TERM	Puente Arcoiris	3	19.73	9.54	15.49	7.70	0.1010
RAIZ_COL_TERM	Puente Arturo	3	15.12	8.28	18.17		
RAIZ_COL_TERM	Puente San Cristóbal	3	27.22	7.97	30.33		
RAIZ_COL_TERM	Río Chectuyoc	3	12.96	4.74	11.83		
RAIZ_COL_TERM	Río Hercca	3	7.24	4.05	7.00		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10

Prueba de supuestos (Levene y Shapiro Wilks) a los recuentos de coliformes termotolerantes en el río Vilcanota.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS E coli	15	0.47	0.26	65.94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	77633.06	4	19408.26	2.25	0.1364
Zonas	77633.06	4	19408.26	2.25	0.1364
Error	86379.78	10	8637.98		
Total	164012.84	14			

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO E coli	15	0.00	181.66	0.96	0.7933

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11

Prueba de análisis de varianza de los valores de recuentos de Escherichia coli en el río Vilcanota.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
E coli	15	0.27	0.00	99.33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	169299.50	4	42324.88	0.92	0.4914
Zonas	169299.50	4	42324.88	0.92	0.4914
Error	461983.49	10	46198.35		
Total	631283.00	14			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=577.57226

Error: 46198.3493 gl: 10

Zonas	Medias	n	E.E.
R_Hercca	53.27	3	124.09 A
R_Chectuyoc	173.00	3	124.09 A
P_Arturo	191.00	3	124.09 A
P_S_Cristóbal	318.00	3	124.09 A
P_Arcoiris	346.67	3	124.09 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 12

Prueba de supuestos (Levene y Shapiro Wilks) a los valores de demanda bioquímica de oxígeno en el río Vilcanota.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS DBO	15	0.22	0.00	49.53

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.36	4	0.34	0.69	0.6174
Zonas	1.36	4	0.34	0.69	0.6174
Error	4.96	10	0.50		
Total	6.33	14			

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO DBO	15	0.00	1.62	0.78	0.0010

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13

Prueba de Kruskal Wallis de los valores de DBO₅ (Transf. Raíz cuadrada de Xi) en el río Vilcanota.

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	PUNTOS	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
RAIZ_DBO	Puente Arcoiris	3	1.33	0.58	1.00	0.83	0.9093
RAIZ_DBO	Puente Arturo	3	1.62	0.75	1.41		
RAIZ_DBO	Puente San Cristóbal	3	1.33	0.58	1.00		
RAIZ_DBO	Río Chectuyoc	3	1.47	0.50	1.41		
RAIZ_DBO	Río Hercca	3	1.33	0.58	1.00		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6

Muestreo de agua en el Puente Arturo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7

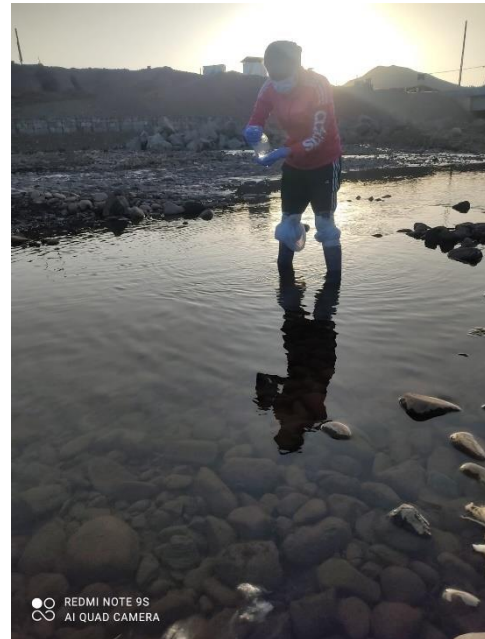
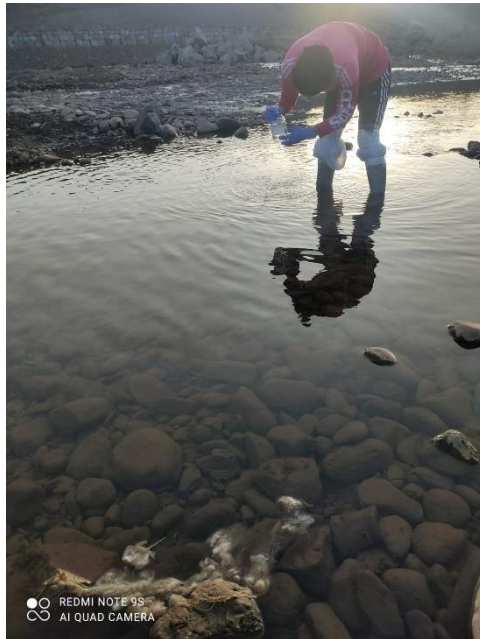
Muestreo de agua en el río Chectuyoc.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8

Muestreo de agua en el río Hercca.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 9

Muestreo de agua en el Puente Arcoiris.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 10

Muestreo de agua en el Puente San Cristóbal.



Fuente: Elaboración propia.



RESULTADOS EMITIDOS POR EL LABORATORIO ACREDITADO.



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**

Laboratorios Analíticos del Sur



Registro N° LC - 050

Clave generada : FAB32A27

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00259

Fecha de emisión: 10/8/2023

Página 1 de 4

Señores : LADY MARILYN HUAYLLA ALONSO
Dirección : CUSCO SICUANI
Atención : LADY MARILYN HUAYLLA ALONSO
Proyecto : TESIS

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : LADY MARILYN HUAYLLA ALONSO
Registro de muestreo : Cadena de custodia N°: 157-23
Plan de muestreo : Muestreado por el cliente
Procedimiento Aplicado : Muestreado por el cliente

Fecha de recepción : 3/8/2023

Fecha de ensayo : 3/8/2023

Nro de muestras : 5

Firmado por: JUAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES II.Sr. Ingeniero Químico CIP 11426. Emisor de certificado: LLAMA.PE. 10/08/2023 15:48:02

Cod. Interno L.A.S.	(c) Nombre de muestra	(c) Matriz de la muestra	(c) Zona, Urb, AAHH/Dist/Prov/Depart.	(c) Punto de muestreo y/o coordenadas	(c) Fecha de inicio de muestreo	(c) Hora de inicio de muestreo
AG23000455	HERCCA	Agua Natural - Superficial - Agua de Río	HERCCA / SICUANI / CANCHIS / CUSCO	RIO HERCCA	2/8/2023	16:30
AG23000456	SENCA CHECTUYOC	Agua Natural - Superficial - Agua de Río	CHECTUYOC / SICUANI / CANCHIS / CUSCO	RIO CHECTUYOC	2/8/2023	17:00
AG23000457	PUENTE ARTURA	Agua Natural - Superficial - Agua de Río	SICUANI / CANCHIS / CUSCO	RIO VILCANOTA	2/8/2023	17:30
AG23000458	PUENTE ARCOIRIS	Agua Natural - Superficial - Agua de Río	SICUANI / CANCHIS / CUSCO	RIO VILCANOTA	2/8/2023	18:00
AG23000459	PUENTE SAN CRISTOBAL	Agua Natural - Superficial - Agua de Río	SICUANI / CANCHIS / CUSCO	RIO VILCANOTA	2/8/2023	18:30
Condiciones de recepción de la muestra						
Cooler refrigerado						
Observación						
-						

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo del os miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Limite de detección del método, "<Valor Numérico">=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

(c) : Datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>. Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú,(054)443294 - (054)



Validar el Informe
vía web



Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LC - 050

Clave generada : FAB32A27

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00259

Fecha de emisión: 10/8/2023

Página 2 de 4

RESULTADOS DE ENSAYO FISICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	859
		DBO-5 mg/L
AG23000455	HERCCA	4
AG23000456	SENCA CHECTUYOC	4
AG23000457	PUENTE ARTURA	6
AG23000458	PUENTE ARCOIRIS	4
AG23000459	PUENTE SAN CRISTOBAL	4

Firmado por: JUAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Ingeniero Químico CIP: 14426, Emisor de certificado: LLAMA, PE: 10/8/2023, 15:48:02

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo del os miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Limite de detección del método, ">Valor Numérico">=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>. Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)444582.



Validar el informe
vía web



Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LC - 050

Clave generada : FAB32A27

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00259

Fecha de emisión: 10/8/2023

Página 3 de 4

RESULTADOS DE ENSAYO MICROBIOLÓGICOS

Firmado por: JUAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Ingeniero Químico CIP: 114426, Emisor de certificado: LLAMA, PE: 10/8/2023, 15:48:02

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	872	873
		Coliformes Termotolerantes (Fecales)	E. Coli
		NMP/100 mL	NMP/100 mL
AG23000455	HERCCA	49	22
AG23000456	SENCA CHECTUYOC	79	49
AG23000457	PUENTE ARTURA	460	210
AG23000458	PUENTE ARCOIRIS	170	170
AG23000459	PUENTE SAN CRISTOBAL	330	240

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Limite de detección del método, "<Valor Numérico">=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>. Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú,(054)443294 - (054)444582.



Validar el informe
vía web



Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N°LC - 050

Clave generada : FAB32A27

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00259

Fecha de emisión:10/8/2023

Página 4 de 4

MÉTODOS DE ENSAYO UTILIZADOS

Código	Título	Rango de método analítico
859	Demanda bioquímica de oxígeno. DBO SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test. (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	[0.5 - 20000] mg/L
872	Numeración de Coliformes Focales (NMP). SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part-9221 E-1, 23rd Ed. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group, Focal Coliform Procedures (EC Medium). (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	[1.8 - 160000000000] NMP/100 mL
873	Numeración de Escherichia Coli (NMP). SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part-9221 F, 23rd Ed. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluoregenic Substrate (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	[1.8 - 160000000000] NMP/100 mL

a : Límite de detección b : Límite de cuantificación

----- Fin del informe -----

Firmado por: JUAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Ingeniero Químico CIP: 114426, Emisor de certificado: LLAMA, PE: 10/8/2023, 15:48:02

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Límite de detección del método, ">Valor Numérico">=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>. Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú,(054)443294 - (054)444582.

Validar el informe
vía web





Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LC - 050

Clave generada : 583A5534

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00276

Fecha de emisión: 31/8/2023

Página 1 de 4

Señores : LADY MARILYN HUAYLLA ALONSO
Dirección : CUSCO SICUANI
Atención : LADY MARILYN HUAYLLA ALONSO
Proyecto : TESIS

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : LADY MARILYN HUAYLLA ALONSO
Registro de muestreo : Cadena de custodia N°: 174-23
Plan de muestreo : Muestreado por el cliente
Procedimiento Aplicado : Muestreado por el cliente

Fecha de recepción : 19/8/2023
Fecha de ensayo : 19/8/2023

Nro de muestras : 5

Firmado por: JUAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Ingeniero Químico CIP 114426, Emisor de certificado: LUMMA PE, 31/08/2023 14:46:31

Cod. Interno L.A.S.	(c) Nombre de muestra	(c) Matriz de la muestra	(c) Zona, Urb, AAHH/Dist/Prov/Depart.	(c) Punto de muestreo y/o coordenadas	(c) Fecha de inicio de muestreo	(c) Hora de inicio de muestreo
AG23000516	HERCCA	Agua Natural - Superficial - Agua de Río	HERCCA / SICUANI / CANCHIS / CUSCO	RIO HERCCA	18/8/2023	16:10
AG23000517	SENCCA CHECTUYOC	Agua Natural - Superficial - Agua de Río	CHECTUYOC / SICUANI/ CANCHIS / CUSCO	RIO CHECTUYOC	18/8/2023	16:25
AG23000518	PUENTE ARTURO	Agua Natural - Superficial - Agua de Río	SICUANI / CANCHIS / CUSCO	RIO VILCANOTA	18/8/2023	16:40
AG23000519	PUENTE ARCOIRIS	Agua Natural - Superficial - Agua de Río	SICUANI / CANCHIS / CUSCO	RIO VILCANOTA	18/8/2023	17:00
AG23000520	PUENTE SAN CRISTOBAL	Agua Natural - Superficial - Agua de Río	SICUANI / CANCHIS / CUSCO	RIO VILCANOTA	18/8/2023	17:10
Condiciones de recepción de la muestra						
Cooler refrigerado						
Observación						
-						

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo del os miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Limite de detección del método, "<Valor Numérico">=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

(c) : Datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>. Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú,(054)443294 - (054)



Validar el informe
vía web



Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LC - 050

Clave generada : 583A5534

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00276

Fecha de emisión: 31/8/2023

Página 2 de 4

RESULTADOS DE ENSAYO FISICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	859
		DBO-5 mg/L
AG23000516	HERCCA	1
AG23000517	SENCCA CHECTUYOC	1
AG23000518	PUENTE ARTURO	1
AG23000519	PUENTE ARCOIRIS	1
AG23000520	PUENTE SAN CRISTOBAL	1

Firmado por: JUAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Ingeniero Químico CIP 114426. Emisor de certificado: LLAMA PE. 31/8/2023 14:46:31

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo del os miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(***) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.**

"<Valor numérico">=Limite de detección del método, ">Valor Numérico">=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>. Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)444582.



Validar el informe
vía Web



Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LC - 050

Clave generada : 583A5534

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00276

Fecha de emisión: 31/8/2023

Página 3 de 4

RESULTADOS DE ENSAYO MICROBIOLÓGICOS

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	872	873
		Coliformes Termotolerantes (Fecales)	E. Coli
		NMP/100 mL	NMP/100 mL
AG23000516	HERCCA	11	7,8
AG23000517	SENCCA CHECTU YOC	140	140
AG23000518	PUENTE ARTURO	33	33
AG23000519	PUENTE ARCOIRIS	940	630
AG23000520	PUENTE SAN CRISTOBAL	11x10 ²	700

Firmado por: JUAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Ingeniero Químico CIP 114426, Emisor de certificado: LUMMA PE, 31/8/2023 14:46:31

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo del os miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Limite de detección del método, "<Valor Numérico">=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>. Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú,(054)443294 - (054)444582.



Validar el informe
vía web



Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LC - 050

Clave generada : 583A5534

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00276

Fecha de emisión: 31/8/2023

Página 4 de 4

MÉTODOS DE ENSAYO UTILIZADOS

Código	Título	Rango de método analítico
859	Demanda bioquímica de oxígeno. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24th Ed. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test. (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	[0.5 - 20000] mg/L
872	Numeración de Coliformes Fecales (NMP). SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part-9221 E-1, 24th Ed. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) Coliform Procedure (EC Medium). (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO).	[1.8 - 160000000000] NMP/100 mL
873	Numeración de Escherichia Coli (NMP). SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part-9221 F, 24th Ed. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluoregenic Substrate (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO).	[1.8 - 160000000000] NMP/100 mL

a : Límite de detección b : Límite de cuantificación

----- Fin del informe -----

Firmado por: JUAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES S. S. Ingeniero Químico C/P 114426, Emisor de certificado: LLAMA PE, 31/08/2023 14:46:31

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"a" <Valor numérico">=Límite de detección del método, "b" <Valor Numérico">=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú, (054)443294 - (054)444582.



Validar el informe
vía Web



Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LC - 050

Clave generada : F8B7C8E8

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00304

Fecha de emisión: 11/9/2023

Página 1 de 4

Señores : LADY MARILYN HUAYLLA ALONSO
Dirección : CUSCO SICUANI
Atención : LADY MARILYN HUAYLLA ALONSO
Proyecto : TESIS

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : LADY MARILYN HUAYLLA ALONSO
Registro de muestreo : Cadena de custodia N°: 189-23
Plan de muestreo : Muestreado por el cliente
Procedimiento Aplicado : Muestreado por el cliente

Fecha de recepción : 5/9/2023
Fecha de ensayo : 5/9/2023

Nro de muestras : 5

Firmado por: JUAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Ingeniero Químico CIP 114426, Emisor de certificado: LUMMA PE, 11/9/2023, 15:48:01

Cod. Interno L.A.S.	(c) Nombre de muestra	(c) Matriz de la muestra	(c) Zona, Urb, AAHH/Dist/Prov/Depart.	(c) Punto de muestreo y/o coordenadas	(c) Fecha de inicio de muestreo	(c) Hora de inicio de muestreo
AG23000553	HERCCA	Agua Natural - Superficial - Agua de Río	HERCCA/SICUANI/CANCHIS/CUSCO	RIO HERCCA	4/9/2023	17:00
AG23000554	SENCCA CHECTUYOC	Agua Natural - Superficial - Agua de Río	CHECTUYOC/SICUANI/CANCHIS/CUSCO	RIO CHECTUYOC	4/9/2023	17:30
AG23000555	PUENTE ARTURO	Agua Natural - Superficial - Agua de Río	SICUANI/CANCHIS/CUSCO	RIO VILCANOTA	4/9/2023	18:00
AG23000556	PUENTE ARCOIRIS	Agua Natural - Superficial - Agua de Río	SICUANI/CANCHIS/CUSCO	RIO VILCANOTA	4/9/2023	18:30
AG23000557	PUENTE SAN CRISTOBAL	Agua Natural - Superficial - Agua de Río	SICUANI/CANCHIS/CUSCO	RIO VILCANOTA	4/9/2023	19:00
Condiciones de recepción de la muestra						
Cooler refrigerado						
Observación						
Datos proporcionados por el cliente.						

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo del os miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Limite de detección del método, "<Valor Numérico">=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

(c) : Datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>. Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú,(054)443294 - (054)



Validar el informe
vía web



Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N° LC - 050

Clave generada : F8B7C8E8

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00304

Fecha de emisión: 11/9/2023

Página 2 de 4

RESULTADOS DE ENSAYO FISICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	859
		DBO-5 mg/L
AG23000553	HERCCA	1
AG23000554	SENCRA CHECTUYOC	2
AG23000555	PUENTE ARTURO	2
AG23000556	PUENTE ARCOIRIS	1
AG23000557	PUENTE SAN CRISTOBAL	1

Firmado por: JUAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Ingeniero Químico CIP 114426, Emisor de certificado: LLAMA PE, 11/9/2023, 15:48:01

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo del os miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(* **Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.**

"<Valor numérico">=Limite de detección del método, ">Valor Numérico">=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>. Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)444582.



Validar el informe
vía Web



Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LC - 050

Clave generada : F8B7C8E8

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00304

Fecha de emisión: 11/9/2023

Página 3 de 4

RESULTADOS DE ENSAYO MICROBIOLÓGICOS

Firmado por: JUAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Ingeniero Químico CIP 114426. Emisor de certificado: LAMMA PE. 11/9/2023 15:48:01

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	872	873
		Coliformes Termotolerantes (Fecales)	E. Coli
		NMP/100 mL	NMP/100 mL
AG23000553	HERCCA	130	130
AG23000554	SENCCA CHECTU YOC	330	330
AG23000555	PUENTE ARTURO	330	330
AG23000556	PUENTE ARCOIRIS	240	240
AG23000557	PUENTE SAN CRISTOBAL	920	14

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo del os miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Limite de detección del método, "<Valor Numérico">=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú,(054)443294 - (054)444582.



Validar el informe
vía web



Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LC - 050

Clave generada : F8B7C8E8

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00304

Fecha de emisión: 11/9/2023

Página 4 de 4

MÉTODOS DE ENSAYO UTILIZADOS

Código	Título	Rango de método analítico
859	Demanda bioquímica de oxígeno. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24th Ed. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test. (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	↳ 0.5 - 20000 mg/L
872	Numeración de Coliformes Fecales (NMP). SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part-9221 E-1, 24th Ed. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) Coliform Procedure (EC Medium). (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	↳ 1.8 - 16000000000 NMP/100 mL
873	Numeración de Escherichia Coli (NMP). SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part-9221 F, 24th Ed. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluoregenic Substrate (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO).	↳ 1.8 - 16000000000 NMP/100 mL

a : Límite de detección b : Límite de cuantificación

----- Fin del informe -----

Firmado por: JUAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES S. S. Ingeniero Químico C/P 114426, Emisor de certificado: LLAMA PE, 11/9/2023, 15:48:01

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"a" <Valor numérico">=Límite de detección del método, "b" <Valor Numérico">=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú, (054)443294 - (054)444582.

Validar el informe
vía Web





Universidad Nacional del Altiplano de Puno

Facultad de Ciencias Biológicas
Escuela Profesional de Biología
Programa de Estudios: Microbiología y Laboratorio Clínico



Registro: 001-2024

CONSTANCIA

EL QUE SUSCRIBE, **DOCENTE DIRECTOR / ASESOR DE TESIS** DEL PROGRAMA DE ESTUDIOS: MICROBIOLOGÍA Y LABORATORIO CLÍNICO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO – PERÚ.

HACE CONSTAR:

Que el (la) Bachiller **LADY MARILYN HUAYLLA ALONSO**, egresado (a) de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, ha realizado los análisis de laboratorio de su trabajo de investigación (Tesis) titulado: **“CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO EN AGUA DEL RÍO VILCANOTA DESTINADO AL RIEGO DE VEGETALES DE CONSUMO HUMANO EN EL DISTRITO SICUANI – CUSCO, 2023”**, en la empresa “Laboratorios Analíticos del Sur”, entidad acreditada por INACAL de la ciudad de Arequipa - Perú, entre los meses de julio a setiembre del año 2023.

Se le expide la presente Constancia a solicitud del (a) interesado (a) para los fines que se estime por conveniente.

Puno, 15 de abril del 2024.


JUAN JOSÉ PAURO ROQUE, Dr. Sc.
Director / Asesor de Tesis
FCCBB – UNA Puno



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Lady Marilyn Huaylla Alonso,
identificado con DNI 73769885 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
Escuela Profesional de Biología

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

"Calidad bacteriológica y demanda bioquímica de oxígeno en agua del río Vilcanota destinado al riego de vegetales de consumo humano en el distrito Sicuani - Cusco en los meses de Julio - Setiembre, 2023"

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y no existe plagio/copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 24 de Octubre del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Lady Marilyn Huaylla Alonso,
identificado con DNI 73769885 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Escuela Profesional de Biología,

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

"Calidad bacteriológica y demanda bioquímica de oxígeno en agua del río Vilcanota destinados al uso de vegetales de consumo humano en el distrito Sucasima - Cusco en los meses de Julio - Setiembre, 2023"

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 24 de Octubre del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella