



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Calidad bacteriológica y evaluación de los factores de riesgo para la salud ambiental de las aguas provenientes de la cuenca baja del río Chillón, Perú”

Tesis para optar al título profesional de:
INGENIERO AMBIENTAL

Presentado por:

Adriana Nicol Acosta Oliva (0000-0002-4279-2523)
Daniel Jesús Churano Shuan (0000-0003-4925-0185)

Asesor:

Marcos Alejandro Sulca López (0000-0001-9056-0068)

Lima – Perú

2023

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 12 de junio del 2024.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Dr. Maiquel López Silva
Miembro: Mg. Wendy Elizabeth Pérez Porras
Miembro: Mg. Marisol Nuñez Martínez

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

“CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y EVALUACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO PARA LA SALUD AMBIENTAL DE LAS AGUAS PROVENIENTES DE LA CUENCA BAJA DEL RÍO CHILLÓN, PERÚ”

Presentada por la/el bachiller:

- **Adriana Nicol Acosta Oliva**
- **Daniel Jesús Churano Shuan**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesorado por: Dr. Marcos Alejandro Sulca López

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del tesista de la carrera de Ingeniería Ambiental en la sustentación, concluyen de manera unánime () por mayoría simple () calificar a:

Tesis: Adriana Nicol Acosta Oliva & Daniel Jesús Churano Shuan		Nota (en letras): 15 (Quince)	
Aprobado (X)	Aprobado - Muy buena ()	Aprobado Sobresaliente ()	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Dr. Maiquel López Silva
Presidente



Mg. Wendy Elizabeth Pérez Porras
Miembro 1



Mg. Marisol Nuñez Martínez
Miembro 2



Dr. Marcos Alejandro Sulca López
Asesor

ANEXO: FORMATO DE DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS / TRABAJO DE INVESTIGACIÓN¹

Lima, 18 de junio del 2024

Señor,
Dr. Carlos Zavalaga Reyes

**Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación
Universidad Científica del Sur
Presente. –**

De nuestra consideración,

Yo Adriana Nicol Acosta Oliva y Daniel Jesús Churano Shuan, egresados de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor de tesis Dr. Marcos Alejandro Sulca López, declaramos que este informe final de tesis titulada "CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y EVALUACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO PARA LA SALUD AMBIENTAL DE LAS AGUAS PROVENIENTES DE LA CUENCA BAJA DEL RÍO CHILLÓN, PERÚ", sustentado para obtener el título Profesional de Ingeniero Ambiental es original.

Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de nuestra investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos ², que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,

**Firma tesista
DNI:**

**Firma tesista
DNI:**

**Asesor: Dr. Marcos Alejandro Sulca López
DNI: 41283664**

¹ En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD

² Los documentos están en: <https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/>

INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

Título del documento evaluado. Calidad bacteriológica y evaluación de los factores de riesgo para la salud ambiental de las aguas provenientes de la cuenca baja del río Chillón, Perú

Autores. Adriana Nicol Acosta Oliva; Daniel Jesús Churano Shuan

Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2412601160).

Resultado de la evaluación. 5%

Revisado por. Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

Comentarios sobre la revisión. Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.

Calidad bacteriológica

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

www.me.go.kr

Fuente de Internet

1%

2

"Water Availability and Management in Mexico", Springer Science and Business Media LLC, 2020

Publicación

1%

3

Yuge, T.. "Quantitative analysis of a fault tree with priority AND gates", Reliability Engineering and System Safety, 200811

Publicación

<1%

4

Sustainability of Integrated Water Resources Management, 2015.

Publicación

<1%

5

git.ustc.edu.cn

Fuente de Internet

<1%

6

www.gestiopolis.com

Fuente de Internet

<1%

(A) IDENTIFICACIÓN**Calidad bacteriológica y evaluación de los factores de riesgo para la salud ambiental de las aguas provenientes de la cuenca baja del río Chillón, Perú****Bacteriological quality and evaluation of risk factors for the environmental health of waters from the lower basin of the Chillón River, Peru****Adriana Nicol Acosta Oliva**

<https://orcid.org/0000-0002-4279-2523>
180000211@cientifica.edu.pe

Daniel Jesús Churano Shuan

<https://orcid.org/0000-0003-4925-0185>
180000142@cientifica.edu.pe

Autores afiliados a la Universidad Científica del Sur

Carretera Antigua Panamericana Sur km 19, Villa el Código Postal Nacional 15081
Salvador – Lima – Lima.
Código Postal 150142

Marcos Alejandro Sulca López

<https://orcid.org/0000-0001-9056-0068>
msulcal@unmsm.edu.pe

Autor afiliado a la Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Av. Universitaria /Calle Germán Amézaga 375, Lima –
Lima - Lima.

el Código Postal Nacional 15081

***Corresponding author**

Universidad Científica del Sur, Facultad de Ciencias
Ambientales, Escuela de Ingeniería Ambiental.

CONTRIBUCIONES AL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

- Ejecución de análisis en laboratorio: Daniel Churano y Adriana Acosta
- Trámites ante laboratorio de la Universidad Científica del Sur y Autoridad Nacional del Agua: Daniel Churano y Adriana Acosta
- Muestras y levantamiento de información en campo: Daniel Churano Shuan y Adriana Acosta
- Ejecución de entrevistas y recopilación de datos: Daniel Churano Shuan y Adriana Acosta
- Procesamiento estadístico: Daniel Churano
- Levantamiento de información cartográfica y elaboración de mapas: Daniel Churano
- Sustento y verificación metodológica: Marcos Sulca
- Evaluación y verificación de resultados: Marcos Sulca
- Redacción: Adriana Acosta y Daniel Churano
- Revisión de redacción: Marcos Sulca

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores del presente trabajo de investigación declaramos no tener conflictos de intereses respecto a toda la ejecución en sí de trabajo.

FUENTE DE FINANCIAMIENTO

El proyecto fue parcialmente financiado mediante los fondos de Investiga para Lima de la Municipalidad de Lima Metropolitana en asociación de la Universidad Científica del Sur, además del aporte de la universidad con la facilitación del uso de laboratorios de microbiología, materiales y equipos. El resto de la financiación económica fue de capital propio de los autores.

Resumen

La contaminación por actividad antrópica y natural, además del déficit sanitario del Río Chillón han generado el incremento de carga bacteriana en el agua y riesgos ambientales. Esta severa alteración a la naturaleza motivó la presente investigación que tiene por objetivo determinar la correlación entre los valores de riesgo ambiental y la carga y presencia bacteriana resultante de las actividades antropogénicas y factores ambientales, dependiendo de la estacionalidad hídrica. Para esto se empleó el protocolo de muestreo del ANA, la guía de riesgos del MINAM y el manual de planes de seguridad hídrica de la OMS, la cuantificación de bacterias se dio mediante la técnica NMP y la presencalidad mediante pruebas bioquímicas; los resultados fueron analizados mediante pruebas de correlación y dependencia. Se hallaron cinco escenarios de riesgo que variaron su valor entre 10 a 34% y llegando alcanzar niveles de 100% en entorno natural por descarga de efluentes. La cuantificación de bacterias de las muestras de agua ha demostrado que existe gran concentración de estas, por encima de las normas nacionales mayores a 2×10^8 NMP/100 mL, especialmente en estaciones con semejanza rural y pueblos jóvenes. Se determinó bajo a moderado nivel de correlación entre 23 a 35.4%, además *Escherichia coli* tuvo menor correlación en la época húmeda y mayor en seco. La importante presencia de bacterias entéricas aumenta el grado de posibles consecuencias a la salud y el ambiente; al mismo tiempo la expansión urbana aumenta la exposición, estos efectos son contrarrestados mediante adecuados sistemas y procesos de saneamiento.

Abstract

Contamination by anthropogenic and natural activity, in addition to the sanitary deficit of the Chillón River, have generated an increase in bacterial load in the water and environmental risks. This severe alteration to nature motivated the present investigation, which aims to determine the correlation between environmental risk values and the bacterial load and presence resulting from anthropogenic activities and environmental factors, depending on water seasonality. For this, the ANA sampling protocol, the MINAM risk guide and the WHO water safety plans manual were used, the quantification of bacteria was done using the NMP technique and in person using biochemical tests; The results were analyzed using correlation and dependence tests. Five risk scenarios were found that varied in value between 10 to 34% and reaching levels of 100% in the natural environment due to effluent discharge. The quantification of bacteria in water samples has shown that there is a high concentration of bacteria, above national standards greater than 2×10^8 NMP/100 mL, especially in stations with rural resemblance and young towns. A low to moderate level of correlation was determined between 23 to 35.4%, in addition *Escherichia coli* had a lower correlation in the wet season and a higher correlation in the dry season. The significant presence of enteric bacteria increases the degree of possible consequences to health and the environment; At the same time, urban expansion increases exposure; these effects are counteracted by adequate sanitation systems and processes.

Palabras clave:

Saneamiento ambiental, riesgo bacteriano, calidad de agua, Recursos Hídricos, Salud Pública.

Keywords:

Environmental sanitation, bacterial risk, water quality, Water Resources, Public Health.