

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental

“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA MEDIANTE LA
PRESENCIA DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS Y
PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DEL RÍO CHILLÓN-LIMA,
PERÚ, 2024”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autores:

Alexis Borjas Torres

Rogger Gianpier Bendezu Chavez

Asesor:

Mg. Lic. Maryuri Yohana Vega Eras

<https://orcid.org/0000-0001-5190-0146>

Lima - Perú

2024


JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	ANDERSON ALEJANDRO BENITES ZELAYA
	Nombre y Apellidos

Jurado 2	JUAN CARLOS FLORES CERNA
	Nombre y Apellidos

Jurado 3	MARYURI YOHANA VEGA ERAS
	Nombre y Apellidos

INFORME DE SIMILITUD

 Página 2 of 90 - Descripción general de integridad Identificador de la entrega (rcod)=1:31 9893051




20% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado

Fuentes principales

- 18%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 6%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

0 de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar similitudes que permitan un diagnóstico de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de plagio. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

La presente investigación dedicada para nuestro creador, por darnos perseverancia para culminar este estudio.

A nuestros progenitores, por motivarnos y apoyarnos para hacer realidad nuestros sueños. A nuestros seres queridos por sus buenos deseos y apoyo moral en el proceso del proyecto.

Finalmente queremos dedicar este proyecto a todas las personas que nos han brindado soporte para terminar con el trabajo de investigación.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestra asesora de tesis quien, con su conocimiento, paciencia y apoyo nos fue guiando en cada etapa de desarrollo del trabajo.

Asimismo, agradecemos el apoyo que nos brindaron nuestros padres ya que cada día que pasa nos motivan para seguir adelante y cumplir con nuestro objetivo propuesto.

Finalmente, nos gustaría agradecer a nosotros mismos, ya que gracias a la colaboración y participación de cada uno de nosotros se pudo realizar este trabajo.

INDICE

JURADO EVALUADOR.....	2
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO.....	5
RESUMEN	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	11
1.1 Realidad Problemática.	11
1.2 Justificación	13
1.3 Antecedentes:.....	14
1.4 Bases Teóricas	17
1.4.1 Agua	17
1.4.2 Ríos	17
1.4.3 Clasificación.....	17
1.4.4 Caudal.....	18
1.4.5 Calidad de Agua.....	18
1.4.6 Contaminación del Agua	19
1.4.7 Monitoreo de Agua	19
1.4.8 Parámetros.....	19
1.4.9 Presencia	20
1.4.10 Hábitat	21
1.4.11 Macroinvertebrados Bentónicos.....	21
1.4.12 Tipos de Macroinvertebrados y Método de recolección.....	21
1.5 Base Legal	26
1.5.1 Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA para Agua).....	28
1.7 Formulación del problema.	29
1.7.1 Pregunta de investigación.....	29
1.7.2 Preguntas específicas	29
1.8 Objetivos	30

1.8.1 Objetivo general	30
1.8.2 Objetivos específicos	30
1.9 Hipótesis	30
1.9.1 Hipótesis general	30
1.9.2 Hipótesis específicas	30
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	32
2.1 Tipo de Investigación:.....	32
2.2 Población y muestra de estudio	32
2.2.1 Población.....	32
2.2.2 Muestra	32
2.3. Monitoreo de Calidad de Agua	34
2.3.2 Técnica e instrumento de recolección de datos.	35
2.2.4 Ubicación	36
2.2.5 Proceso de muestreo de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos	37
2.2.6 Proceso de análisis de los parámetros físico-químicos.....	38
2.2.7 Proceso de evaluación de calidad de agua	39
2.2.8 Procedimiento de análisis de datos.....	40
2.2.9 Aspectos éticos	40
CAPÍTULO III. RESULTADOS	41
3.1 Resultados descriptivos	41
3.1.1 Características físico-químicas de las aguas del río Chillón	41
3.1.2 Presencia de organismos bioindicadores en las aguas del río Chillón	45
3.1.3 Calidad de agua del río Chillón aplicando el Índice Biótico para los ríos del norte de Perú (nPeBMWP)	47
3.1.4 Resultados inferenciales	48
3.1.5 Prueba ANOVA	48
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	52
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	59
ANEXOS	66

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Normativa de Monitoreo Ambiental.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 2 Instrumento legal y Fecha de publicación.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 3 Parámetros del ECA de Agua categoría 3.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 4 Punto de muestreo y coordenadas.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 5 Coordenadas (Universal Transversal de Mercator) de los puntos de muestreo.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 6 Resultados de las mediciones de pH, conductividad del río chillón.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 7 Identificación taxonómica de macroinvertebrados bentónicos encontrados en el río chillón</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 8 Calidad de las aguas del río chillón aplicando el índice biótico nPeBMWP.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 9 Prueba ANOVA de un factor.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 10 Análisis de correlación de Pearson del pH y el número de individuos</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 11 Análisis de correlación de Pearson de la conductividad y el número de individuos.....</i>	<i>50</i>

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Mapa de ubicación de los puntos de muestreo en el rio Chillón</i>	<i>36</i>
<i>Figura 2 Grafica pH categoría 3 D1.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 3 Grafica pH categoría 3 D2.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 4 Valores Promedio de Conductividad.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 5 Grafica pH categoría 3 D1.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 6 Grafica conductividad categoría 3 D2.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 7 N° de familias de cada orden de macroinvertebrados.....</i>	<i>46</i>
<i>bentónicos en el rio chillón</i>	<i>49</i>
<i>Figura 8 Valor de medias del pH en los 6 puntos de muestreo.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 9 Valor de la conductividad en los 6 puntos de muestreo.....</i>	<i>50</i>

RESUMEN

A nivel mundial, el agua es fundamental para la vida y su calidad está determinada por los parámetros fisicoquímicos y las características biológicas que esta presenta. El objetivo de la investigación es analizar la relación entre la calidad de agua y la presencia de macroinvertebrados bentónicos y parámetros fisicoquímicos del río Chillón, Lima. El procedimiento se basó en la toma de muestras de agua y captura de macroinvertebrados bentónicos en los 6 puntos de muestreo de la parte baja del río Chillón, para luego analizarlos. Los resultados obtenidos mostraron una variación de 8,01-8,66 para el pH y 853,2-807,3 para la conductividad, estando ambos valores dentro del ECA para agua. Asimismo, sólo se identificó 2 órdenes de macroinvertebrados bentónicos, siendo estos el orden Diptera y Coleoptera; por lo cual, según el nPeBMWP es clasificada como aguas de pésima calidad. Los resultados difieren debido a que los parámetros fisicoquímicos evalúan la contaminación en el momento del monitoreo, mientras que los bioindicadores pueden mostrar contaminaciones pasadas. Se concluye que las aguas del río Chillón son de pésima calidad biológica, pero con valores de pH y conductividad dentro de lo estipulado en el ECA para agua.

PALABRAS CLAVES: Calidad de agua, Presencia, Macroinvertebrados bentónicos, parámetros fisicoquímicos, río Chillón.

NOTA

El contenido de la investigación no se encuentra disponible en **acceso abierto** por determinación de los propios autores, en concordancia con en el Texto Integrado del Reglamento RENATI (artículo 12), la Directiva N°048-2020-CONCYTEC-P que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto (ALICIA) administrado por el pliego Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - CONCYTEC y la Ley N° 29733, Ley de Protección de Datos Personales.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ANA (2015). Autoridad Nacional del Agua realiza monitoreo participativo de calidad del agua en la cuenca del río Chillón (*realizado el 2 de diciembre del 2015 a las 5:28pm*). <https://www.gob.pe/institucion/ana/noticias/138059-autoridad-nacional-del-agua-realiza-monitoreo-participativo-de-calidad-del-agua-en-la-cuenca-del-rio-chillon>
- ANA (2016). Resultado del monitoreo participativo de la calidad de agua de la cuenca del río Chillón (*realizado del 26 al 28 y 30 de noviembre y 01 de diciembre de 2015*): *Informe técnico*. <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/2191>
- Diaz, M. (2019). Determinación de variables con mayor impacto en la calidad del agua, de la cuenca baja del río Chillón. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/3807>
- Enciso E. y Rojas, C. (2015). Cálculo Del Caudal Del Río Cauca En La Estacion Tres Cruces Y Calculo Del Caudal Del Rio Vichada En La Estacion De Santa Rita, Por El Metodo De La Maxima Entropia. [Tesis de grado, Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas, Bogotá, Colombia]. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/2147/RojasHernandezCarlosAndres2015.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- FAO (2012). El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura. <https://www.fao.org/3/i1688s/i1688s.pdf>
- Gallart, F. (2017). La conductividad eléctrica del suelo como indicador de la capacidad de uso de los suelos de la zona norte del Parque Natural de la Albufera de Valencia.

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/94368/GALLART%20-%20La%20conductividad%20el%C3%A9ctrica%20del%20suelo%20como%20indicador%20de%20la%20capacidad%20de%20uso%20de%20los%20suelo....pdf?sequence=1>

García, R. (2016). Diversidad de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca alta del Río Chillón (Lima, Perú) y su uso como indicadores biológicos.

<https://hdl.handle.net/20.500.12672/5188>

Gualdrón, L. (2016). Evaluación de la Calidad de Agua de Ríos de Colombia usando Parámetros físicoquímicos y biológicos [Tesis de Doctorado, Universidad Libre Colombia]. <https://hdl.handle.net/10901/20335>.

Guevara, G., Verdesoto, A. y Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *RECIMUNDO*, 4(3), 163-173. Doi:

[https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)

Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación.

<http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/handle/54000/1292>

Herrera, C. & Terrones, A. (2015). Calidad del agua en la cuenca baja del río Chillón en época de estiaje y riesgo por el uso directo en riego agrícola. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Callao]

http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/1480/Alexander_Tesis_titulo_profesional_2015.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (2016). *Hidrogeología de la cuenca del río Chillón*.

1-23.

<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/3300#:~:text=La%20cuenca%20del%20r%C3%ADo%20Chill%C3%B3n%2C%20se%20encuentra%20ubicada%20en%20la,la%20desembocadura%20del%20r%C3%ADo%20Chill%C3%B3n.>

MINAM (2017). Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. <https://ds-004-2017-minam%20>

MINAM (2019). Estándar de Calidad Ambiental.

<https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/308391-estandar-de-calidad-ambiental>

Leaño, J. y Pérez, D. (2020). Determinación de la Calidad del Agua mediante el índice BMWP/BOL (bioindicadores ecológicos) del Río Trancas, Municipio de Entre Ríos – Tarija. *Revista Acta Nova*, 9(4). http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1683-07892020000100007&script=sci_arttext

Leiva, J. (2022). Diversidad de Macroinvertebrados Bentónicos y su uso como indicadores de calidad de agua en un tributario de primer orden del río Rímac, distrito de San Jerónimo de Surco (Lima-Perú). [Tesis de título, Universidad Nacional Federico Villareal]. https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/6187/TESIS_LEIVA_COSTA_JOSEPH_DAVID.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Lorenzini, E. (2017). Investigación De Métodos Mixtos En Las Ciencias De La Salud. *Revista Cuidarte*, 8(2). Doi: <https://doi.org/10.15649/cuidarte.v8i2.406>

Quispe, Y. (2018). Gestión Del Agua Para Riego De Áreas Verdes En El Distrito De Pueblo Libre, Lima, Perú.

https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/11915/Quispe_Sa_las_Gesti%C3%B3n_agua_riego1.pdf?sequence=1

Reyes, C. (2012) Estudio de la contaminación de las aguas del río Chillón.

<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2342903#:~:text=Los%20problemas%20de%20contaminaci%C3%B3n%20de,fundiciones%20informales%2C%20papeleras%2C%20curtiembres.>

Rock, C. y Rivera, B. (2014). La calidad del agua, E. Coli y su salud. College of Agriculture and life Sciences, 1.

<https://extension.arizona.edu/sites/extension.arizona.edu/files/pubs/az1624s.pdf>

Rodríguez, A., Roldán, J. y Bopp, G. (2021). Macroinvertebrados Bentónicos Indicadores De

Calidad Biológica Del Agua De Lagunas Altoandinas, La Libertad-Perú. *Rebiol*, 41(1), 91-101. Doi: <http://dx.doi.org/10.17268/rebiol.2021.41.01.09>

Roldan, B. (2019). Situación de la calidad de agua de la laguna Huacachina en base a

indicadores biológicos [Tesis de Grado, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú].

https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/2422/ECOL_T030_40639051_M%20Peralta%20Roldan%2C%20Elvis%20Sergio.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sánchez, J., Dávila, R., Zuta, N., Vásquez, F., Vargas, A., Villavicencio, P. y Espinoza, F.

(2022). Boletín de Malariología y Salud Ambiental. Evaluación fisicoquímica y

bacteriológica del agua del río chillón, 62(4).

<http://iaes.edu.ve/iaespro/ojs/index.php/bmsa/article/view/563>

Valdivielso, A. (2022). Qué es un río. <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-rio>

Vásquez, M. y Medina, C. (2014). Calidad de agua según los macroinvertebrados bentónicos y parámetros físico-químicos en la microcuenca del río Tablachaca (Ancash, Perú) 2014.

Revista REBIOL 35(2), 75-89.

<https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/faccbbiol/article/view/1079>

Vega, J. (2016). Calidad de agua y dinamica temporal de macroinvertebrados bentonicos, en las quebradas El Ruicito y El Riolindo, en el Municipio de Viotá-Cundinamarca [Universidad el Bosque, Bogotá, Colombia].

https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/5592/Vega_Briceno_Jenny_Paola_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Villanueva, M. y Chanamé, F. (2016). Análisis de la biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos del río Cunas mediante indicadores ambientales, Junín-Perú. *Scientia Agropecuaria*, 7(1). <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.01.04>

Yépez, Bolivar, Urdánigo, Morales, Guerrero y TayHing. (2017). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad hídrica en áreas de descargas residuales al río Quevedo, Ecuador. *Environmental Sciences*, 10(1), 27-34.

<https://doi.org/10.18779/cyt.v10i1.196>

- Leiva, J. (2022). Diversidad de Macroinvertebrados Bentónicos y su uso como indicadores de calidad de agua en un tributario de primer orden del río Rímac, distrito de San Jerónimo de Surco (Lima-Perú). [Tesis de título, Universidad Nacional Federico Villarreal]. https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/6187/TESIS_LEIVA_COSTA_JOSEPH_DAVID.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Lorenzini, E. (2017). Investigación De Métodos Mixtos En Las Ciencias De La Salud. *Revista Cuidarte*, 8(2). Doi: <https://doi.org/10.15649/cuidarte.v8i2.406>
- Quispe, Y. (2018). Gestión Del Agua Para Riego De Áreas Verdes En El Distrito De Pueblo Libre, Lima, Perú. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/11915/Quispe_Sa_las_Gesti%C3%B3n_agua_riego1.pdf?sequence=1
- Reyes, C. (2012) Estudio de la contaminación de las aguas del río Chillón. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2342903#:~:text=Los%20problemas%20de%20contaminaci%C3%B3n%20de,fundiciones%20informales%2C%20papeleras%2C%20curtiembres.>
- Rock, C. y Rivera, B. (2014). La calidad del agua, E. Coli y su salud. College of Agriculture and life Sciences, 1. <https://extension.arizona.edu/sites/extension.arizona.edu/files/pubs/az1624s.pdf>
- Rodríguez, A., Roldán, J. y Bopp, G. (2021). Macroinvertebrados Bentónicos Indicadores De Calidad Biológica Del Agua De Lagunas Altoandinas, La Libertad-Perú. *Rebiol*, 41(1), 91-101. Doi: <http://dx.doi.org/10.17268/rebiol.2021.41.01.09>

Roldan, B. (2019). Situación de la calidad de agua de la laguna Huacachina en base a indicadores biológicos [Tesis de Grado, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú].

https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/2422/ECOL_T030_40639051_M%20Peralta%20Roldan%2C%20Elvis%20Sergio.pdf?sequence=1&isAllowed=y