

**Análisis fisicoquímicos de puntos de vertimiento de aguas residuales en la ciénaga de
mallorquín, Barranquilla Atlántico**

Autores:

José Gabriel Márquez Cera

Jorge David Suarez

Corporación Universitaria Reformada

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Ambiental

Barranquilla-Atlántico

2024



**Análisis fisicoquímicos de puntos de vertimiento de aguas residuales en la ciénaga de
mallorquín, Barranquilla Atlántico**

Autores:

**José Gabriel Márquez Cera
Jorge David Suarez**

**Investigación presentada como prerrequisito para optar por el título de Ingeniería
Ambiental**

Tutora:

Martha Mendoza

Cotutora:

Sofia Sulbaran

**Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería Ambiental
Barranquilla – Atlántico**

2024

Contenido

Contenido	3
Resumen	5
Abstract	7
1. Introducción	9
2. Planteamiento Del Problema	9
3. Justificación	9
4. Objetivos	11
4.1. Objetivo General	11
4.2. Objetivos Específicos	11
5. Marco referencial	11
5.1. Marco teórico	11
5.2. Marco Legal	13
5.3. Estado Del Arte	14
6. Metodología	29
7. Resultado Y Discusión	34
8. Conclusiones y Recomendaciones	37
Bibliografía	39

Listado de Tablas

Tabla 1. Estado del arte.....	14
Tabla 2. Puntos y Coordenadas.....	30
Tabla 3. de puntos de muestreo en la ciénega de mallorquín.....	35

Listado de Ilustraciones

Figura 1. Ubicación de la selección de puntos de monitoreo en la ciénega de mallorquín	29
Figura 2. Toma de muestra simple.....	30
Figura 3. recorrido del arroyo león y sus afluentes.....	34
Figura 4. Ubicación de la selección de puntos de monitoreo en la ciénega de mallorquín	36

Listado de Gráficos

grafica 1. puntos de muestreo en la ciénega de mallorquín.....	35
---	-----------

Resumen

La Ciénaga de Mallorquín es un ecosistema único en Barranquilla, que alberga manglares y recursos hidrobiológicos vitales. Sin embargo, este ecosistema enfrenta serios problemas de contaminación debido a vertimientos de aguas residuales, que superan los estándares de calidad establecidos y afectan negativamente la biodiversidad y los servicios ambientales. La acumulación de contaminantes en el agua ha llevado a un deterioro de la calidad del ecosistema, poniendo en riesgo su funcionalidad y sostenibilidad. Teniendo objetivo general de la investigación es analizar los puntos de vertimiento de aguas residuales en la Ciénaga de Mallorquín. Y como objetivos específicos es Evaluar los parámetros fisicoquímicos del agua en diferentes puntos de vertimiento. Identificar las fuentes de contaminación y su impacto en el ecosistema. Proponer estrategias de mitigación para mejorar la calidad del agua y preservar la biodiversidad.

Como La metodología empleada incluye la toma de muestras de agua en diferentes puntos de vertimiento, siguiendo protocolos de seguridad y técnicas de muestreo adecuadas. Se realizaron análisis fisicoquímicos para medir parámetros como pH, conductividad, sólidos disueltos totales (TDS) y temperatura. Los datos fueron analizados para identificar tendencias y evaluar el cumplimiento de los estándares de calidad del agua.

Dando como resultados que superan los límites permisibles en varios parámetros fisicoquímicos. Esto indica un impacto negativo en la biodiversidad y el equilibrio ecológico del ecosistema de manglar circundante. Se identificaron tendencias preocupantes que subrayan la necesidad de un monitoreo continuo y un tratamiento adecuado de las aguas residuales.

La investigación concluye que es urgente implementar estrategias de mitigación, como el tratamiento adecuado de aguas residuales y un plan de monitoreo periódico de los parámetros

fisicoquímicos. Estas acciones son esenciales para mejorar la calidad del agua y preservar la biodiversidad del ecosistema, garantizando su sostenibilidad a largo plazo.

Las implicaciones de este estudio son significativas para la gestión ambiental en la región. La implementación de plantas de tratamiento de aguas residuales y el control de fuentes de contaminación son cruciales para reducir la carga de contaminantes. Además, el diseño de un plan de monitoreo permitirá a las autoridades identificar y reaccionar ante problemas emergentes, contribuyendo a la conservación del ecosistema de la Ciénaga de Mallorca y mejorando la calidad de vida de las comunidades circundantes.

Este resumen proporciona una visión general del contexto, problema, objetivos, metodología, resultados, conclusiones y aplicaciones del estudio, destacando la importancia de abordar la contaminación en la Ciénaga de Mallorca.

Palabras Claves:

Contaminación

Aguas residuales

Ciénaga de Mallorca

Análisis fisicoquímico

Biodiversidad

Abstract

The Mallorquín Swamp is a unique ecosystem in Barranquilla, which is home to mangroves and vital hydrobiological resources. However, this ecosystem faces serious pollution problems due to wastewater discharges, which exceed established quality standards and negatively affect biodiversity and environmental services. The accumulation of pollutants in the water has led to a deterioration in the quality of the ecosystem, putting its functionality and sustainability at risk.

The general objective of the research is to analyze the wastewater discharge points in the Mallorquín Swamp. And as specific objectives it is to Evaluate the physicochemical parameters of the water at different discharge points. Identify the sources of contamination and their impact on the ecosystem. Propose mitigation strategies to improve water quality and preserve biodiversity. As The methodology used includes taking water samples at different discharge points, following safety protocols and appropriate sampling techniques. Physicochemical analyses were performed to measure parameters such as pH, conductivity, total dissolved solids (TDS) and temperature. The data were analyzed to identify trends and assess compliance with water quality standards.

The results showed that the water exceeded permissible limits in several physicochemical parameters. This indicates a negative impact on the biodiversity and ecological balance of the surrounding mangrove ecosystem. Worrying trends were identified that underline the need for continuous monitoring and adequate treatment of wastewater.

The research concludes that it is urgent to implement mitigation strategies, such as adequate wastewater treatment and a periodic monitoring plan for physicochemical parameters. These actions are essential to improve water quality and preserve the biodiversity of the ecosystem, ensuring its long-term sustainability.

The implications of this study are significant for environmental management in the region. The implementation of wastewater treatment plants and the control of pollution sources are crucial to reduce the load of pollutants. In addition, the design of a monitoring plan will allow authorities to identify and react to emerging problems, contributing to the conservation of the Ciénaga de Mallorquín ecosystem and improving the quality of life of the surrounding communities.

This summary provides an overview of the context, problem, objectives, methodology, results, conclusions and applications of the study, highlighting the importance of addressing pollution in the Ciénaga de Mallorquín.

Key Words:

Pollution

Wastewater

Mallorquín Swamp

Physicochemical analysis

Biodiversity

1. Introducción

La contaminación por aguas residuales se genera debido a la acumulación indeseada de diversos elementos y sustancias presentes en vertimientos de aguas crudas o insuficientemente tratadas, las cuales superan la capacidad de asimilación y/o autodepuración del cuerpo receptor. Esto provoca concentraciones que exceden los estándares de calidad establecidos, afectando negativamente los ecosistemas acuáticos.

La Ciénaga de Mallorquín, el único ecosistema de este tipo en el Distrito de Barranquilla, posee una importancia biológica significativa. Está integrada por manglares, playas arenosas y fondos que brindan recursos ecosistémicos e hidrobiológicos vitales. Sin embargo, este ecosistema está siendo afectado por los vertimientos de agua residual, los cuales deterioran sus suelos y las especies de manglar que lo rodean, poniendo en riesgo la biodiversidad y los servicios ambientales que ofrece.

2. Planteamiento Del Problema

¿los análisis fisicoquímicos del vertimiento de agua residual en la ciénaga de mallorquín cumplirán con los parámetros establecidos?

La contaminación por agua residuales se genera debido a la acumulación indeseable de diversos elementos y sustancias presentes en los vertimientos de aguas residuales crudas o insuficientemente tratadas, la cuales superan la capacidad de asimilación y/o autodepuración del cuerpo receptor generando concentraciones en el cuerpo de agua que exceden el estándar de calidad.

La Ciénaga de Mallorquín es el único ecosistema de este tipo en el Distrito de Barranquilla. Su importancia biológica está dada por el ecosistema de manglar, playas arenosas y fondos que lo

integran brindando importantes recursos ecosistémicos e hidrobiológicos, lo cual, está siendo afectado por los vertimientos de agua residual afectando sus suelos y las especies de mangle donde se ubica el ecosistema de manglar que lo rodea.

3. Justificación

La presente investigación. Está se justifica únicamente porque pretende determinar el impacto significativo en la calidad del agua y en los ecosistemas acuáticos de la ciénaga de mallorquín por el vertimiento de aguas residuales.

Según La Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA), actualmente se están presentando vertimientos de aguas residuales hacia la zona de manglar que rodea este ecosistema, afectando el suelo donde se desarrollan las especies de mangles.

La mayor preocupación se encuentra en la calidad del agua la cual es indispensable para la vida de los seres vivos, dicha agua se ve afecta principalmente por el vertimiento provenientes del suroccidente de Barranquilla a través del Arroyo León, los vertimientos dispersos asociados a los asentamientos alrededor de la laguna, en particular el barrio La Playa, que aportan grandes cantidades de material orgánico y bacterias fecales.

La intención del presente proyecto de investigación es identificar y analizar mediante los análisis físicoquímicos la calidad del agua, identificando los puntos críticos de contaminación y proponiendo estrategias para su mitigación, lo cual puede ser de utilidad para futuras investigaciones y para la toma de decisiones en materia ambiental. agricultura, ganadería, entre otros; viéndose afectada por la presencia de agentes externos, todo ello como resultado de las acciones ya antes mencionadas.

La calidad de esta laguna costera es de suma importancia gracias a su gran biodiversidad, la cual proporciona refugio para una gran cantidad de animales terrestres y acuáticos, es por ello por lo que la elaboración de esta investigación juega un papel importante debido a la necesidad de proteger el medio ambiente y así mantener un equilibrio existente entre la flora y fauna acuática.

4. Objetivos

4.1. Objetivo General

Realizar análisis fisicoquímicos de puntos de vertimiento de aguas residuales en la ciénaga de mallorquín, Barranquilla, Atlántico

4.2. Objetivos Específicos

- * Identificar los puntos de vertimientos de agua residual en la Ciénaga de mallorquín.
- * Caracterizar fisicoquímicamente las muestras de agua de los puntos seleccionados.
- * Evaluar el impacto ambiental de la caracterización de las muestras de agua de los puntos seleccionados.
- * Proponer estrategias que ayuden a la disminución de carga de contaminantes del área delimitada.

5. Marco referencial

5.1. Marco teórico

El análisis fisicoquímico de vertimiento de aguas residuales en cuerpos de hídrico como la Ciénaga de Mallorquín en Barranquilla facilita la identificación del efecto de contaminantes industriales, urbanos y agrícolas en estos ecosistemas. Estas investigaciones son fundamentales para valorar factores como la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), la Demanda Química

de Oxígeno (DQO), los sólidos suspendidos totales (SST), el pH y la existencia de metales pesados (Martínez Cortina, 2019) Los estudios llevados a cabo en cuerpos de agua parecidos, como la Ciénaga El Palmar en el Magdalena, muestran un incremento en los índices de DBO5 y SST, lo que señala una reducción en la calidad del agua y un impacto en la biodiversidad acuática (Martínez Cortina,2019).

En la Ciénaga de Mallorquín, los vertimientos perjudican el bienestar de los manglares y la calidad del agua, constituyendo un peligro para la fauna local y las comunidades que se apoyan en este recurso (Miraflores, 2021). El análisis de estos efectos requiere investigaciones de ecotoxicología y la supervisión de indicadores de calidad como coliformes fecales y sólidos disueltos totales, que pueden sobrepasar los límites establecidos por la ley ambiental en Colombia (Resolución 0631 de 2015). Este marco regulatorio requiere la observancia de normas particulares en aguas receptoras, particularmente en áreas protegidas.

Investigaciones actuales indican que el despliegue de sistemas de tratamiento de aguas residuales podría disminuir de manera considerable la carga de contaminantes en estos ecosistemas, optimizando la calidad del agua y manteniendo la biodiversidad (Miraflores, 2021; Martínez Cortina, 2019). Estos descubrimientos subrayan la importancia de acciones sustentables y reguladas para preservar la salud y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos en zonas críticas como la Ciénaga de Mallorquín.

Referencias

Martínez Cortina, P. J. (2019). *Diagnóstico de efectos ambientales del vertimiento de aguas residuales del municipio Pijiño del Carmen en la Ciénaga el Palmar*. Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <https://noesis.uis.edu.co/items/03596fec-db4a-4f48-9188-b128be56bcc3>

Universidad de Manizales. (2021). *Estudio de los parámetros fisicoquímicos de cuerpos hídricos en áreas afectadas por vertimientos de aguas residuales*. Repositorio RIDUM.

5.2. Marco Legal

Resolución 0631 de 2015: Esta resolución del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establece los parámetros y límites máximos permisibles para los vertimientos de aguas residuales

en cuerpos de agua superficiales. Es relevante para este proyecto, ya que permite evaluar si los niveles de contaminantes en la Ciénaga de Mallorquín exceden los límites permitidos, impactando su calidad y biodiversidad.

Ley 99 de 1993: Esta ley organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA) en Colombia y establece principios y directrices para la protección de los recursos naturales y el medio ambiente. La ley es clave en el contexto del proyecto, ya que otorga a las autoridades ambientales locales, como la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA), la responsabilidad de regular y controlar los vertimientos que afectan ecosistemas como la Ciénaga de Mallorquín.

Decreto 3930 de 2010: Este decreto regula el uso, manejo y conservación del recurso hídrico en Colombia. Define los parámetros y condiciones para el vertimiento de aguas residuales y establece que los cuerpos de agua deben protegerse para asegurar su sostenibilidad y calidad. Este decreto apoya la justificación del estudio, que busca preservar la calidad del agua de la ciénaga mediante el análisis de vertimientos.

Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico: Esta política promueve el uso sostenible del agua en Colombia, buscando garantizar la disponibilidad y calidad del recurso. En

el marco de este proyecto, la política respalda la necesidad de estudios de calidad del agua que faciliten la toma de decisiones para la gestión y protección de la ciénaga.

Normas Internacionales y Compromisos Ambientales: Colombia es signataria de acuerdos internacionales de protección ambiental, como el Convenio sobre la Diversidad Biológica, que exige medidas de protección para la biodiversidad en ecosistemas críticos. Este contexto internacional fortalece la relevancia del proyecto, que busca proteger la biodiversidad de la Ciénaga de Mallorquín frente a los efectos de los vertimientos contaminantes

5.3. Estado Del Arte

Tabla 1. Estado del arte.

Estado del arte.					
Estado del arte.					
Fuente	Cuatro palabras clave del texto	Idea central del texto en una oración	¿Este autor aporta a mi problema de investigación? ¿Por qué?	Tres autores usados por el autor de fuente	Tres citas importantes de la fuente
. Pérez, J. et al. (2020) Impacto de los Vertimientos de Aguas Residuales en Ecosistemas Lacustres	Vertimientos, Aguas residuales, Ecosistemas lacustres, Contaminación, Biodiversidad	El estudio analiza los efectos de los vertimientos de aguas residuales en la biodiversidad y calidad del agua de los lagos.	Proporciona datos sobre la degradación de la calidad del agua y su efecto en la biodiversidad acuática, útil para establecer parámetros de	Smith, A.; García, L.; Thompson, M.	El tratamiento inadecuado de las aguas residuales es una de las principales causas de deterioro ambiental en los lagos. La implementación de

			calidad.		sistemas de tratamiento más eficientes es crucial para la preservación de los ecosistemas acuáticos.
López, M. y Rodríguez, F. (2018) Estrategias de mitigación, Ciénegas, Tratamiento de aguas, Contaminación, Ecosistemas	En esta investigación se discuten diversas estrategias de mitigación y tecnologías de tratamiento para reducir el impacto de las aguas residuales en ciénegas.	Nos ayuda ofreciendo un análisis detallado de las tecnologías de tratamiento disponibles y su aplicabilidad en el contexto colombiano			
Ramírez, C. (2021) Efectos a Largo Plazo del Vertimiento de Aguas Residuales en Lagos	Olor, Efectos a largo plazo, Vertimientos, Lagos tropicales, Calidad del agua, Ecosistemas	Se investigan los efectos a largo plazo de los vertimientos de aguas residuales en lagos tropicales, incluyendo cambios en la calidad del agua y la salud del ecosistema.	Nos Proporciona una visión a largo plazo de los impactos ambientales, útil para políticas de gestión sostenible de los	Hernández, M.; Silva, R.; Ortega, J.	Los lagos tropicales presentan una capacidad limitada para recuperarse de la contaminación por aguas residuales. La

Tropicales.			recursos hídricos.		colaboración interinstitucional es clave para abordar el problema de manera integral.
Johnson, L. (2018) Efectos del vertimiento de aguas residuales en la calidad del agua de lagos y ciénegas	Vertimiento de aguas residuales, Calidad del agua, Lagos, Ciénegas, Contaminación	Este artículo explora los efectos negativos del vertimiento de aguas residuales no tratadas en cuerpos de agua como lagos y ciénegas, destacando los cambios en la calidad del agua y los impactos ecológicos.	Proporciona una base científica para entender cómo los vertidos afectan la calidad del agua y los ecosistemas, lo cual es fundamental para desarrollar estrategias de mitigación en mi investigación.	- Smith, J. (2019) -Brown, C. (2017)	El vertimiento de aguas residuales no tratadas incrementa significativamente los niveles de nutrientes en los cuerpos de agua, lo que conduce a la eutrofización" (Smith, 2019). La implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales es esencial para mitigar los efectos adversos en los ecosistemas acuáticos" (Brown, 2017)

<p><i>Estudio de metales pesados en agua y sedimentos de la Ciénaga de Mallorca, Atlántico</i> (Universidad del Norte), 2021.</p>	<p>Metales pesados, Contaminación ambiental, Análisis fisicoquímico, Ecosistemas acuáticos</p>	<p>Los niveles de metales pesados (Pb, Zn, Hg) en el agua y sedimentos de Ciénaga de Mallorca superan los estándares internacionales y tienen un impacto negativo en la biodiversidad y la calidad del agua.</p>	<p>Este estudio ofrece datos específicos sobre los niveles de contaminación y sus fuentes, útiles para establecer parámetros fisicoquímicos específicos y proponer estrategias de remediación en puntos de vertimiento. Brindando una base técnica sólida para identificar y priorizar contaminantes críticos en la Ciénaga, correlacionándolos con fuentes antropogénicas.</p>	<p>Torregróza-Espinoza (2018) Hernán dez-Morales et al. (2020), Fuente s-Gándara (2021)</p>	<p>"Los niveles de plomo en agua superan los límites establecidos por la OMS (0,01 mg/L), representando un alto riesgo ambiental y para la salud humana." "Los lixiviados provenientes del antiguo basurero cercano contribuyen significativamente a la contaminación con metales pesados." "El índice de geoacumulación indica contaminación moderada a severa en los sedimentos por Zn, excediendo las normas internacionales de</p>
---	--	--	---	---	--

					calidad ambiental."
<i>Análisis de fuentes de vertimiento hacia la Ciénaga de Mallorquín (CRA, 2020).</i>	Vertimientos, aguas residuales, contaminación, fuentes antropogénicas.	La contaminación de la Ciénaga proviene principalmente de vertimientos no tratados y residuos sólidos.	Detalla fuentes de contaminación y su relación con parámetros fisicoquímicos.	León Insignares, Ayari Rojano, Jesús León,	"Los vertimientos de Arroyo León contribuyen significativamente al exceso de nutrientes." "Las fuentes urbanas aportan metales como cadmio y zinc." "La eutrofización es un problema recurrente debido al exceso de nutrientes en las aguas residuales."
<i>Efectos de lixiviados del antiguo basurero en la calidad del agua (INDERENA, 1995).</i>	Lixiviados, basurero, contaminación, calidad del agua.	Los lixiviados del antiguo botadero contribuyen a altos niveles de metales pesados.	Describe fuentes históricas de contaminación, útiles para contextualizar los parámetros actuales.	INDE RENA, Páez Correa, León Insignares.	"El basurero produjo lixiviados por más de 30 años, afectando los bordes de la Ciénaga." "Las concentraciones de zinc y cadmio son

					mayores a los límites establecidos." "La contaminación orgánica afecta especies como ostras y almejas."
<i>Aplicación de fitorremediación en ecosistemas contaminados (CRA, 2023)</i>	Fitorremediación, microalgas, descontaminación, bioacumulación.	Las microalgas reducen contaminantes como nitrógeno y fósforo en la Ciénaga.	Proporciona una solución práctica y sostenible para reducir contaminantes fisicoquímicos.	Ayari Rojano, León Insignares, CRA.	"La fitorremediación puede disminuir contaminantes como nitrógeno y fósforo." "Las microalgas nativas son clave para la bioacumulación de metales." "El proceso mejora la calidad del agua de forma exponencial."
<i>Análisis fisicoquímico del vertimiento de aguas</i>	Demanda bioquímica de oxígeno (BOD), sólidos disueltos totales (TDS),	La contaminación de cuerpos de agua por descargas de aguas residuales aumenta los niveles de nutrientes y	Identifica parámetros clave como BOD y TDS, relevantes para el monitoreo	Sharma et al. (2014), Scherer & Pfister	"El exceso de nutrientes en cuerpos de agua puede causar alteraciones en los

<p><i>residuales en la cuenca del río Ganges, India. "Publicado en IWA Publishing"</i></p>	<p>eutrofización, tratamiento de aguas residuales.</p>	<p>sólidos, generando eutrofización y pérdida de biodiversidad.</p>	<p>de calidad de agua en la ciénaga de Mallorquín.</p>	<p>(2016), Kesari et al. (2021).</p>	<p>organismos acuáticos y pérdida de biodiversidad." "Los tratamientos actuales necesitan ser mejorados para mitigar los impactos de contaminantes orgánicos." "El monitoreo continuo de parámetros como DO y BOD es esencial para la salud ambiental."</p>
<p>Impacto de vertimientos industriales en Lagos,</p>	<p>Demanda química de oxígeno (COD), sólidos suspendidos,</p>	<p>Los vertimientos industriales incrementan niveles de COD y sólidos suspendidos, impactando la calidad de agua en cuerpos</p>	<p>Relevante para entender cómo los parámetros de contaminación</p>	<p>Jin Hur et al. (2010), Li et al. (2015),</p>	<p>"Los altos niveles de COD en vertimientos industriales afectan directamente la</p>

<p>Nigeria. De Documento académico en Docslib</p>	<p>contaminación industrial, calidad de agua.</p>	<p>receptores.</p>	<p>industrial afectan los ecosistemas acuáticos.</p>	<p>Mortimer (2015).</p>	<p>calidad del agua en zonas costeras." "La salinidad puede modificar las mediciones de calidad, un factor crucial en análisis de agua salobre como ciénagas." "El monitoreo en tiempo real mejora la precisión en el diseño de tratamientos de aguas residuales."</p>
<p>Descargas municipales en el río Ganges, India.</p>	<p>DO, COD, eutrofización, correlación de parámetros.</p>	<p>Los vertimientos municipales afectan la calidad del agua a través de parámetros como DO, COD y sólidos suspendidos, requiriendo estrategias integrales de tratamiento.</p>	<p>Ayuda a identificar correlaciones relevantes entre parámetros fisicoquímicos aplicables al monitoreo de mallorquín.</p>	<p>BIS (1982), WHO (1993), Stott (2003).</p>	<p>"La relación entre DO y COD es clave para evaluar el grado de contaminación de cuerpos de agua." "Los parámetros como temperatura y sólidos disueltos tienen una correlación significativa en</p>

					aguas contaminadas." "Los niveles elevados de sólidos suspendidos afectan negativamente los ecosistemas acuáticos."
Water Quality Standards for Wetlands - US EPA	estándares de calidad, tratamiento de aguas residuales, humedales, contaminación.	El documento aborda cómo los estándares de calidad del agua pueden aplicarse a humedales naturales y creados, regulando los vertimientos de aguas residuales para proteger estos ecosistemas.	Este estudio proporciona lineamientos sobre cómo implementar regulaciones para reducir el impacto de los vertimientos en humedales, relevante para abordar problemas en la Ciénaga de Mallorquín. Ofreciendo herramientas regulatorias y metodologías de	Oficina de Control de Contaminación Municipal (EPA), Clean Water Act (CWA).	"Los estándares de calidad para humedales previenen el uso indebido mediante políticas de antidegradación estatales." "Los humedales creados pueden utilizarse para el tratamiento de aguas residuales si cumplen con estándares específicos." "La descarga de aguas residuales debe preservar las

			monitoreo aplicables al contexto local.		funciones ecológicas del humedal."
Assessment of Water Quality in WWTPs Using Wastewater Quality Index (WWQI)	plantas de tratamiento, índice de calidad, parámetros fisicoquímicos, contaminación.	Este estudio desarrolla un índice de calidad de aguas residuales para evaluar la eficiencia de las plantas de tratamiento y su impacto en los cuerpos de agua receptores.	Ayuda a identificar parámetros clave como DBO, DQO y sólidos suspendidos totales dando un enfoque metodológico robusto que puede aplicarse al análisis local.	Ivan Benkov, Stefan Tsakovski, Tony Venelinov.	"El WWQI permite priorizar parámetros críticos para el monitoreo del tratamiento de aguas." "Los efluentes tratados aún contienen mezclas complejas de contaminantes, impactando ecosistemas receptores." "El índice ayuda a evaluar el cumplimiento de estándares ambientales."
Stormwater Impacts on Wetland Ecosystems	aguas pluviales, impactos ambientales, control de vertimientos,	Analiza cómo las aguas pluviales con contaminantes afectan los humedales y destaca medidas de control para mitigar estos impactos.	Identifica fuentes adicionales de contaminación en humedales, como las aguas	Sección 402(p)(2) del Clean Water Act, equipo	"Las descargas de aguas pluviales pueden proporcionar agua dulce, pero también introducir

	ecosistemas.		pluviales, relevantes para un análisis de vertimientos industriales con fuentes de contaminación no puntual.	técnico de EPA.	contaminantes." "Los permisos de descargas pluviales deben controlar contaminantes antes de llegar a los humedales." "Las políticas de tratamiento de aguas pluviales para humedales son similares a las de aguas residuales municipales."
Industrial Wastewater Management in Sensitive Ecosystems, Journal of Environmental Quality (2022).	aguas industriales, remediación, sostenibilidad, ecosistemas acuáticos.	Examina estrategias para reducir los impactos de los vertimientos industriales en ecosistemas sensibles.	Proporciona ejemplos de medidas efectivas en ecosistemas vulnerables, aplicables a la Ciénaga de Mallorquín Ofreciendo conocimiento soluciones prácticas y	Smith et al., Environmental Monitoring Network, WHO guidelines.	"Las estrategias de manejo deben basarse en el monitoreo constante de parámetros críticos." "Los ecosistemas sensibles requieren planes específicos para minimizar el impacto."

			políticas de manejo sustentable.		"El cumplimiento con estándares internacionales asegura la sostenibilidad de los cuerpos de agua."
--	--	--	--	--	---

Fuente: (José Márquez y Jorge Suarez, 2024)

6. Metodología

6.1 área de estudio

El área de estudio corresponde a la ciudad de barranquilla-atlántico. En el sector la playa, en el extremo norte de la localidad Riomar. Este corregimiento es uno de los dos centros poblados que conforman la zona rural de la ciudad y esta ubicado a 5km al noroccidente del casco urbano.

Estos estudios se basaron en tres puntos de la ciénega de mallorquín. Que fueron los más cercanos a la desembocadura del arroyo león.

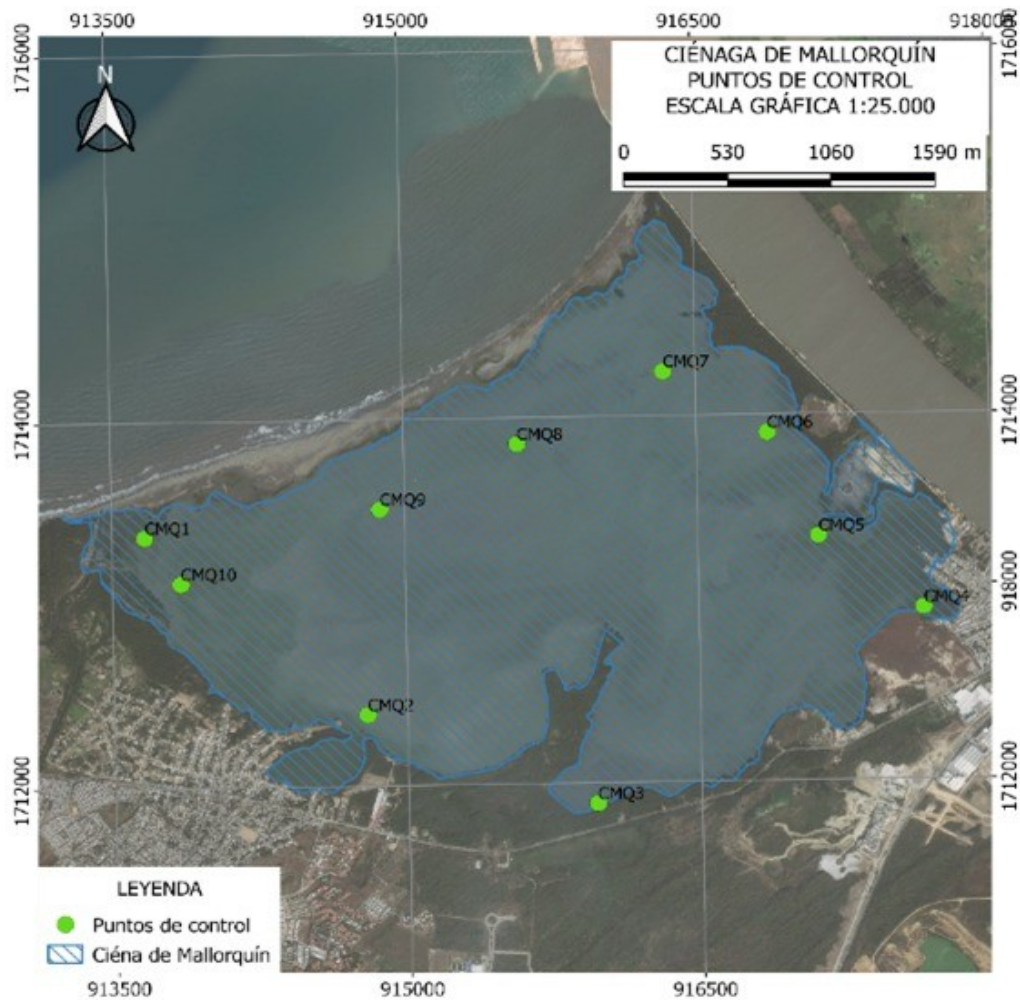


Figura 1. Ubicación de la selección de puntos de monitoreo en la ciénaga de mallorquín

Fuente: Google earth

Las coordenadas de cada punto de monitoreo fueron unas tomas simples, cercanas a la desembocadura del arroyo león en un cuerpo de agua superficial y para luego ser ubicadas en el mapa mostrado en la **figura .**, para cada punto se consideró uno de los lineamientos anteriormente presentado. A continuación, se observará una tabla de los puntos de monitoreos con sus coordenadas

Tabla 2. Puntos y Coordenadas

Nombre de los puntos	Coordenadas
Punto 1 Desembocadura arroyo leon	11°02'38"N 74°51'55"W

Punto 2 altura media del canal del arroyo leon	11°02'21"N 74°51'49"W
Punto 3 a 300 metros del canal del arroyo león	11°02'51"N 74°51'33"W

Fuente: (José Márquez y Jorge Suarez, 2024)

6.2 Recipiente de toma de muestra de H2O

En esta investigación, para la captación de las muestras de agua para la evaluación de los parámetros, se realizaron dos pasos la primera fue utilizar un recipiente estelarizado y adaptando una captación simple de este acuífero, para posterior ser conservado en una nevera refrigerada. Como segundo paso fue trasladado a un laboratorio para posteriormente realizarse unos estudios donde se evidenciaron el ph, conductividad, tds, temperatura y resistencia.



Figura 2. Toma de muestra simple

Fuente: (José Márquez y Jorge Suarez 2024)

6.3 análisis de laboratorio

Los procedimientos de muestreo dependen de las condiciones del sitio, tales como profundidad, velocidad, caudal y ancho del cauce. En campo, antes de iniciar con la toma de muestras, el personal debe estar equipado con los artículos de dotación correspondientes (botas

de seguridad, chaleco, casco, guantes, máscara, entre otros), los equipos y materiales se deben encontrar previamente calibrados, esterilizados e identificados según las muestras que se van a tomar. Es importante inspeccionar el punto de monitoreo de tal manera que se cumpla con las condiciones de seguridad del personal y que se aseguren las actividades de monitoreo; tener en cuenta los siguientes aspectos: Antes de tomar las muestras, se deben seguir las indicaciones dadas por el laboratorio donde se van a realizar los ensayos y/o los métodos de ensayo correspondientes, entre esto se incluye el tipo de recipiente, si se debe o no realizar purga, o si el recipiente viene esterilizado en especial para toma de muestras microbiológicas o con algún pretratamiento. Se recomienda identificar el tipo de muestra que se va a tomar (puntual, compuesta, integrada). Recolecte cada una de las muestras por integrar en el menor lapso posible, evitando que se genere turbulencia durante el proceso (esto ocasiona la pérdida de compuestos volátiles y semi volátiles), también evite las zonas de mayor turbulencia para la recolección de estas. Durante la integración de las muestras, evite airearlas excesivamente, esta práctica podría incrementar la concentración de oxígeno disuelto y generar datos equivocados. Si la toma de muestra es desde un puente, es recomendable ubicarse en el centro del puente, evitar la remoción de sedimentos del fondo del cauce, y en el momento de subir el balde, evitar raspar cualquier estructura con el fin de no contaminar la muestra. Si la muestra se toma en una quebrada o río de poca profundidad para la medición de parámetros en campo, se recomienda tomarla directamente en el río o captar un volumen considerable de agua en un balde limpio, evitando hacer remoción del sedimento. Para el muestreo, es necesario coger la botella por debajo del cuello y sumergirla en dirección contraria al flujo de agua, evitando tener contacto directo al interior de esta.

La medición de parámetros in situ se realiza directamente del cuerpo de agua si las condiciones lo permiten, o, se capta un volumen considerable de agua en un balde limpio, de donde se tomarán las alícuotas necesarias para realizar la medición.

En el caso de un muestreo integrado a profundidad se debe garantizar el uso de una embarcación, asegurando que no se presente desplazamiento por deriva, por corrientes o por acción del viento.

Si se toman muestras a varias profundidades o en varios puntos para realizar una integración, se debe realizar la medición de las variables in situ a cada una de las profundidades o submuestras tomadas.

Para la mayoría de variables que requieren preservación con Ácido Clorhídrico (HCL), Ácido Sulfúrico (H₂SO₄), Ácido Nítrico (HNO₃), entre otros, estos son utilizados para bajar el pH de la muestras a Unidades de pH, lo cual puede lograrse generalmente, adicionando entre 1.5 a 2 ml del ácido concentrado por cada litro de muestra; no obstante, si sospecha que la muestra de agua es o posee tendencia alcalina, agregue más cantidad de ácido y verifique el pH, además, tenga en cuenta que si está analizando compuestos traza y la adición de ácido supera el 5 % del volumen de la muestra, es necesario anotarlo en la cadena de custodia para que en el laboratorio realicen las respectivas correcciones.

Se debe realizar la correcta identificación de las muestras (etiqueta o rótulo), de manera clara y perdurable, como mínimo con la siguiente información: fecha y hora de la toma de muestra, punto de muestreo, identificación inequívoca de la muestra (código), preservación, análisis por realizar y tipo de muestra. Las botellas de las muestras deben ser transportadas dentro de un contenedor adecuado, rígido, tipo nevera, donde se pueda refrigerar.

Los parámetros de medición en campo in situ son pH, conductividad, temperatura del agua, oxígeno disuelto y saturación de oxígeno. De acuerdo con las recomendaciones de la OMM (2011), la lectura de los valores debe ser de forma inmediata luego de ser tomada la muestra, ya que el valor puede variar durante el almacenamiento. Sin embargo, siempre se deben tener en

cuenta las indicaciones específicas en cuanto al tiempo de la medición y controles de aseguramiento de calidad de los respectivos métodos de referencia utilizados

Es necesaria la generación de una ficha descriptiva para cada una de las estaciones, con el registro fotográfico y la descripción detallada de aspectos mínimos como la posición de GPS, fecha, hora, tiempo atmosférico, estructura física del hábitat (la profundidad del agua, velocidad, composición del substrato y la exposición solar), descripción de la zona riparia (tipo de cobertura vegetal, uso humano y vertimientos), calidad de agua (el pH, oxígeno, conductividad, temperatura, turbiedad y contaminantes visibles), fauna y flora asociada (Anexo 8-18). Para estudios ecológicos o fisiológicos, incluido el eco toxicológico habrá que definir otras variables de relevancia para incluir en la descripción de la estación

7. Resultado Y Discusión

Para la captación de agua residuales atreves del arroyo león en la ciénega de mallorquín, es importante la ubicación y observar también el recorrido y el tipo de equipo que se utilizó, para hallar los parámetros a desear.



Figura 3. recorrido del arroyo león y sus afluentes

Fuente: el heraldo

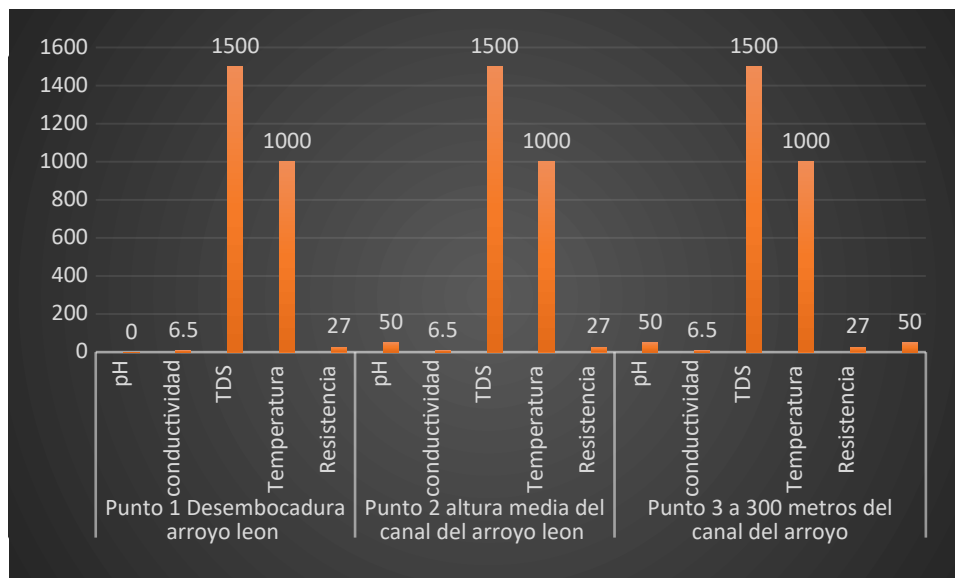
7.1 concentraciones

Basados en los resultados obtenidos tras la captación de agua por medio de una toma simple en la ciudad de Barranquilla, se logró identificar la concentración de PH, CONDUCTIVIDAD, TDS, TEMPERATURA, RESISTENCIA en tres puntos de la ciénaga. Que son emitidos por el arroyo león que recorre distintas partes de la ciudad de Barranquilla, principalmente la localidad de suroccidente, estas muestras fueron tomadas en época de lluvia.

Nombre del punto	Parámetro	Valor	Unidades	Norma Comparada	Observaciones
Punto 1 Desembocadura arroyo león	pH	7,47		6,5 Y 9,0	
	conductividad	1999	m/S		
	TDS	10000			
	Temperatura	19,06	°C		
	Resistencia	50	Ω		
Punto 2 altura media del canal del arroyo león	pH	7,85		6,5 Y 9,0	
	conductividad	1999	m/S		
	TDS	1000			
	Temperatura	18,2	°C		
	Resistencia	50	Ω		
Punto 3 a 300 metros del canal del arroyo	pH	7,96		6,5 Y 9,0	
	conductividad	1999	m/S		
	TDS	1000			
	Temperatura	17,1	°C		
	Resistencia	50	Ω		

Tabla 3. de puntos de muestreo en la ciénega de mallorquín

Fuente: (José Márquez y Jorge Suarez 2024)



grafica 1. puntos de muestreo en la ciénega de mallorquín

Fuente: (José Márquez y Jorge Suarez 2024)



Figura 4. Ubicación de la selección de puntos de monitoreo en la ciénega de mallorquín

Fuente: Google earth

7.1.1 concentración del PH

Basados en los resultados obtenidos tras la captación de agua por medio de una toma simple en la ciudad de Barranquilla, se logró identificar la concentración de PH en tres puntos de la ciénega. Que son emitidos por el arroyo León que recorre distintas partes de la ciudad de Barranquilla, principalmente la localidad de suroccidente, estas muestras fueron tomadas en época de lluvia.

8. Conclusiones y Recomendaciones

El análisis fisicoquímico de las aguas residuales vertidas en la Ciénaga de Mallorca demuestra un impacto significativo en la calidad del agua, especialmente en parámetros como el pH, la conductividad, los sólidos disueltos totales (TDS) y la temperatura. Los resultados revelan que los vertimientos, principalmente provenientes del Arroyo León y otras fuentes urbanas, superan los estándares permisibles en algunos aspectos, afectando la biodiversidad y el equilibrio ecológico del ecosistema de manglar circundante.

Los datos obtenidos subrayan la necesidad urgente de implementar estrategias de mitigación, tales como el tratamiento adecuado de las aguas residuales y el monitoreo continuo de los parámetros fisicoquímicos. Esto no solo mejorará la calidad del agua, sino que también preservará la biodiversidad y la funcionalidad del ecosistema, vitales para la sostenibilidad ambiental de la región.

Implementación de plantas de tratamiento de aguas residuales: Establecer sistemas eficientes de tratamiento para reducir la carga de contaminantes antes de su descarga en la ciénaga.

Monitoreo continuo: Diseñar e implementar un plan de monitoreo periódico para evaluar parámetros fisicoquímicos como pH, TDS, conductividad y temperatura. Esto permitirá identificar tendencias y reaccionar ante posibles problemas.

Control de fuentes de contaminación: Identificar y controlar las principales fuentes de vertimiento no tratadas, incluyendo aquellas provenientes de asentamientos urbanos y descargas industriales.

Educación y sensibilización comunitaria: Promover campañas de concienciación para la población local sobre la importancia de preservar los ecosistemas de la ciénaga y evitar vertimientos inadecuados.

Restauración del ecosistema: Implementar estrategias de restauración para los manglares afectados, incluyendo la reforestación con especies nativas y la mejora de la calidad del suelo.

Políticas de regulación estrictas: Fortalecer la aplicación de normativas ambientales existentes, como la Resolución 0631 de 2015, para garantizar que los vertimientos cumplan con los límites permisibles.

Investigación y tecnología sostenible: Fomentar el uso de tecnologías como la fitorremediación y otros métodos sostenibles que ayuden a la descontaminación del agua.

Bibliografía

Martínez Cortina, P. J. (2019). *Diagnóstico de efectos ambientales del vertimiento de aguas residuales del municipio Pijiño del Carmen en la Ciénaga el Palmar*. Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <https://noesis.uis.edu.co/items/03596fec-db4a-4f48-9188-b128be56bcc3>

Universidad de Manizales. (2021). *Estudio de los parámetros fisicoquímicos de cuerpos hídricos en áreas afectadas por vertimientos de aguas residuales*. Repositorio RIDUM.

Application of wastewater quality index (WWQI) as an evaluation tool: a case of stormwater flow channel (SWF) of Kolkat...

Journal of Environmental Quality. (2018) Journal of Environmental Quality - Wiley Online Library

EPA en español | US EPA

(N.d.). Retrieved November 21, 2024, from <http://file:///C:/Users/JOSE%20MARQUEZ/Downloads/Protocolo-de-Monitoreo-y-Seguimiento-del-Agua.pdf>

Pressreader.com - digital newspaper & magazine subscriptions. (n.d.). Pressreader.com. Retrieved November 21, 2024, from <https://www.pressreader.com/colombia/el-heraldo-colombia/20200923/281496458718830>

Decreto 3930 de 2010 - Gestor Normativo. (n.d.). Gov.co. Retrieved November 21, 2024, from <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=40620>