

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE MEDICINA
LICENCIATURA EN LABORATORIO CLÍNICO



INFORME FINAL DEL CURSO DE ESPECIALIZACIÓN:
CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE AGUA

TÍTULO DE INFORME FINAL:
CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE LA LAGUNA DE OMEGA

PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE:
LICENCIATURA EN LABORATORIO CLÍNICO

PRESENTADO POR:
ROSA MARÍA ARÉVALO VILLALTA N° CARNET AV20004
EVELYN LISBETH MÁRQUEZ PINEDA N° CARNET MP20037
DANIA LISSETTE MEJÍA RODRÍGUEZ N° CARNET MR20019

DOCENTE ASESOR:
LIC. DARTHON ALEXANDER VELÁSQUEZ

OCTUBRE DE 2025
SAN MIGUEL, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
AUTORIDADES



MSC. JUAN ROSA QUINTANILLA
RECTOR

DRA. EVELYN BEATRIZ FARFÁN
VICERRECTORA ACADÉMICA

MSC. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

LIC. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA
SECRETARIO GENERAL

LIC. CARLOS AMÍLCAR SERRANO RIVERA
FISCAL GENERAL

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
AUTORIDADES**



**MSC. CARLOS IVÁN HERNÁNDEZ FRANCO
DECANO**

**DRA. NORMA AZUCENA FLORES RETANA
VICEDECANA**

**LIC. CARLOS DE JESÚS SÁNCHEZ
SECRETARIO**

**DR. AMADEO ARTURO CABRERA GUILLÉN
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE MEDICINA**

**MSC. LORENA PATRICIA PACHECO DE QUINTANILLA
COORDINADORA DEL PROCESO DE GRADO DE LA CARRERA DE
LICENCIATURA EN LABORATORIO CLÍNICO**

ÍNDICE

Resumen	9
Abstract	10
Introducción.....	11
Discusión.....	14
Importancia ecológica de la Laguna de Olomega	14
Análisis microbiológico de la Laguna de Olomega.....	15
Análisis físico químico de la Laguna de Olomega.....	20
Causas de contaminación	20
Otras causas de contaminación	21
Las actividades humanas y su relación con la contaminación hídrica	21
Conclusión.....	24
Referencias bibliográficas	26

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a la Universidad de El Salvador, por brindarnos la oportunidad de formarnos académicamente y por fomentar la investigación científica al servicio del país. Su compromiso con la educación pública y la protección del medio ambiente ha sido una inspiración constante durante el desarrollo de este estudio.

De manera especial, extendemos nuestro reconocimiento a los docentes y licenciados asesores, quienes con su orientación, conocimientos y dedicación acompañaron cada etapa de esta investigación. Su guía fue fundamental para el fortalecimiento del trabajo metodológico y para la interpretación de los resultados obtenidos en torno a la problemática ambiental de la Laguna de Olomega.

Agradecemos también el apoyo de las autoridades universitarias y del personal de la Facultad, quienes promueven el aprendizaje, la investigación responsable y la conciencia ecológica. Su esfuerzo contribuye al crecimiento de profesionales comprometidos con la sostenibilidad y el bienestar de nuestras comunidades.

Finalmente, expresamos nuestro reconocimiento a todas las personas e instituciones que colaboraron de forma directa o indirecta en la recopilación de información y en el desarrollo de esta investigación. Este trabajo no solo representa un logro académico, sino también una contribución al conocimiento y a la conservación de uno de los ecosistemas más valiosos de El Salvador.

Rosa Arévalo, Evelyn Márquez y Dania Mejía

DEDICATORIA

A DIOS: Por ser mi fuerza cuando creí no tenerla, por ayudarme en los momentos difíciles y por regalarme cada oportunidad para seguir adelante. Gracias por guiar mis pasos, darme sabiduría y permitirme cumplir mi sueño

A MIS PADRES: Marina Villalta y José Arévalo con todo mi amor y admiración. Gracias por creer en mí, por sus sacrificios, por su apoyo y por enseñarme el valor del esfuerzo. Este logro es tan mío como suyo, porque sin ustedes no habría llegado hasta aquí.

A MIS ABUELOS: María Cristina Viera y Alfonso Villalta que con su amor y sus palabras llenas de sabiduría me inspiraron a seguir adelante. Gracias por sus consejos, sus oraciones y por ser ejemplo de fortaleza. Cada paso que doy lleva un pedacito de ustedes.

A MIS HERMANOS: Víctor Arévalo y Héctor Arévalo que con su cariño, consejos y apoyo hicieron más fácil este camino. Gracias por estar siempre presentes, aun en la distancia.

A MIS AMIGAS: Dania, Evelyn y Yaritza que estuvieron conmigo en este proceso, gracias por su apoyo, por escucharme, por sus palabras de ánimo y por creer en mí. Su presencia fue una luz en los momentos difíciles, por los momentos vividos, las risas, los desvelos y los sueños compartidos. Gracias por caminar a mi lado y hacer de esto una etapa inolvidable.

A MIS DOCENTES: Por compartir sus conocimientos con paciencia y entrega, y por dejar en mí enseñanzas que van más allá de lo académico. Gracias por inspirarme a ser mejor cada día.

Rosa Arévalo

DEDICATORIA

A DIOS: por haber sido mi guía y mi fortaleza durante estos cinco años. Gracias a Él encontré la perseverancia y la sabiduría necesarias para continuar firme en este camino, incluso en los momentos más difíciles.

A MIS PADRES: quienes han sido mi motor, mis guías y mi apoyo incondicional, quienes estuvieron en mis noches de desvelos, para felicitarme cuando aprobé materias complejas, también en los momentos donde quise rendirme. Gracias por sus consejos, sacrificios y amor constante; por creer en mí incluso cuando yo dudaba.

A MIS HERMANOS: que a pesar de la distancia que físicamente nos separaba, siempre me brindaron palabras de ánimo y motivación para no rendirme en ningún momento.

A MI AMIGA: de toda la vida, quien ha sido un pilar importante en este proceso. Su compañía, comprensión y cariño sincero me ayudaron a mantenerme enfocada y positiva aun cuando estaba desmotivada, siempre me apoyo hasta el final.

A MIS AMIGAS DE LA UNIVERSIDAD: con quienes me uní en tercer año y desde entonces compartimos risas, desvelos, logros y tropiezos. Juntas superamos parciales difíciles, y también aprendimos a levantarnos cuando las cosas no salían como esperábamos.

A TODAS Y CADA UNA DE ESTAS PERSONAS: gracias por formar parte de este camino. Gracias a ustedes hoy puedo decir con orgullo y gratitud: ¡Hasta aquí nos ayudó Jehová! (Ebenezer).

Evelyn Márquez

DEDICATORIA

A DIOS: por acompañarme durante este proceso, guiar cada uno de mis pasos y por nunca dejarme sola, por su amor incomparable y por siempre estar presente, incluso en aquellos días en los que no pude más su mano me sostuvo hasta ver su promesa cumplida.

A MIS PADRES: Carlos Mejía y Yanira Rodríguez por cada uno de sus sacrificios, por su apoyo y su cariño genuino, por ser mi ejemplo de humildad y fortaleza para seguir adelante e impulsarme a seguir mis sueños

A MIS HERMANOS: por su calidez y su cariño, por cada una de sus palabras de aliento y sus oraciones silenciosas que me mantuvieron de pie hasta el final.

A MIS AMIGOS: Adriana y Christian, quienes llegaron a mi vida en el momento exacto y desde entonces me han bendecido con su presencia, su lealtad y su compañía sin condiciones, por acompañarme sin pedir explicaciones y celebrar conmigo cada pequeño avance.

A MIS AMIGAS DE LA UNIVERSIDAD: Yaritza, Rosa y Evelyn con quienes la vida me junto de la manera más inesperada para vivir la experiencia más emocionante, Por compartir desvelos, metas, frustraciones y alegrías, y por enseñarme que los logros son más valiosos cuando se caminan en equipo, por ser mi oración respondida.

A MIS DOCENTES: los que me dieron la bienvenida y quienes me despiden ahora, por compartir su sabiduría y por regalarme un pedacito de lo que son.

A MIS PERSONAS ESPECIALES: Marcela Pineda por su amistad y comprensión, por su apoyo constante y su cariño.

Dania Mejía

Resumen

La Laguna de Olomega está ubicada en el oriente de El Salvador, constituye un humedal de gran relevancia ecológica, social y económica. Sin embargo, múltiples estudios evidencian un deterioro progresivo de su calidad hídrica como consecuencia de actividades antrópicas. Los estudios microbiológicos confirman la presencia recurrente de coliformes fecales y *Escherichia coli* en concentraciones que superan los límites permisibles para recreación y riego, lo que representa un riesgo para la salud pública. Asimismo, se han identificado protozoarios, microalgas y contaminantes químicos como arsénico y nutrientes en exceso, que favorecen la eutrofización.

Factores adicionales como el vertido de aguas residuales sin tratamiento, la deforestación, la ganadería, las quemas agrícolas y la proliferación de especies invasoras han intensificado el desequilibrio ecológico. Los registros históricos muestran variaciones estacionales en los niveles de contaminación, con picos más altos durante la época lluviosa debido a la escorrentía superficial.

La situación actual refleja la necesidad urgente de medidas urgentes de saneamiento, restauración ambiental y participación comunitaria que permitan reducir la presión sobre el ecosistema. De lo contrario, la laguna corre el riesgo de perder sus funciones ecosistémicas y su valor como fuente de recursos para las poblaciones aledañas.

Palabras clave: Laguna, Olomega, Jacinto de agua, Coliformes.

Abstract

The Olomega Lagoon Located in eastern El Salvador, is a wetland of great ecological, social, and economic importance. However, multiple studies show a progressive deterioration in its water quality as a result of anthropogenic activities. Microbiological studies confirm the recurrent presence of fecal coliforms and *Escherichia coli* in concentrations exceeding the permissible limits for recreation and irrigation, posing a risk to public health. Likewise, protozoa, microalgae, and chemical contaminants such as arsenic and excess nutrients have been identified, contributing to eutrophication.

Additional factors such as the discharge of untreated wastewater, deforestation, livestock farming, agricultural burning, and the proliferation of invasive species have intensified ecological imbalance. Historical records show seasonal variations in contamination levels, with higher peaks during the rainy season due to surface runoff.

The current situation highlights the urgent need for sanitation measures, environmental restoration, and community participation to reduce pressure on the ecosystem. Otherwise, the lagoon risks losing its ecosystem functions and its value as a resource for surrounding populations.

Keywords: Lagoon, Olomega, Water hyacinth, Coliforms.

Introducción

El agua es un recurso esencial para la vida y su calidad influye directamente en la salud humana, los ecosistemas y las actividades económicas. En este sentido, los cuerpos de agua dulce, como lagos y lagunas, representan fuentes importantes de abastecimiento, recreación y biodiversidad, pero también son vulnerables a la contaminación.

La salud y el medio ambiente mantienen una relación directa. Proteger el entorno significa también proteger la salud, ya que las variaciones físicas, químicas y biológicas que ocurren en él repercuten en los seres humanos, animales y plantas. Entre estos cambios, la contaminación ambiental representa una de las principales amenazas, pues afecta de manera negativa a todos los ecosistemas y se origina, en gran medida, por la gestión inadecuada de los contaminantes.

El problema de la contaminación ha alcanzado un nivel crítico en El Salvador; lo anterior, compromete las posibilidades de desarrollo para el país por varios efectos, primero el deterioro mismo de los recursos lo cual limita sus usos posibles, segundo el impacto negativo que se genera en la salud de los pobladores de las áreas afectadas, en especial de los sectores más pobres del país y tercero el impacto negativo que se genera al alimentar a la población del país con alimentos contaminados. (1)

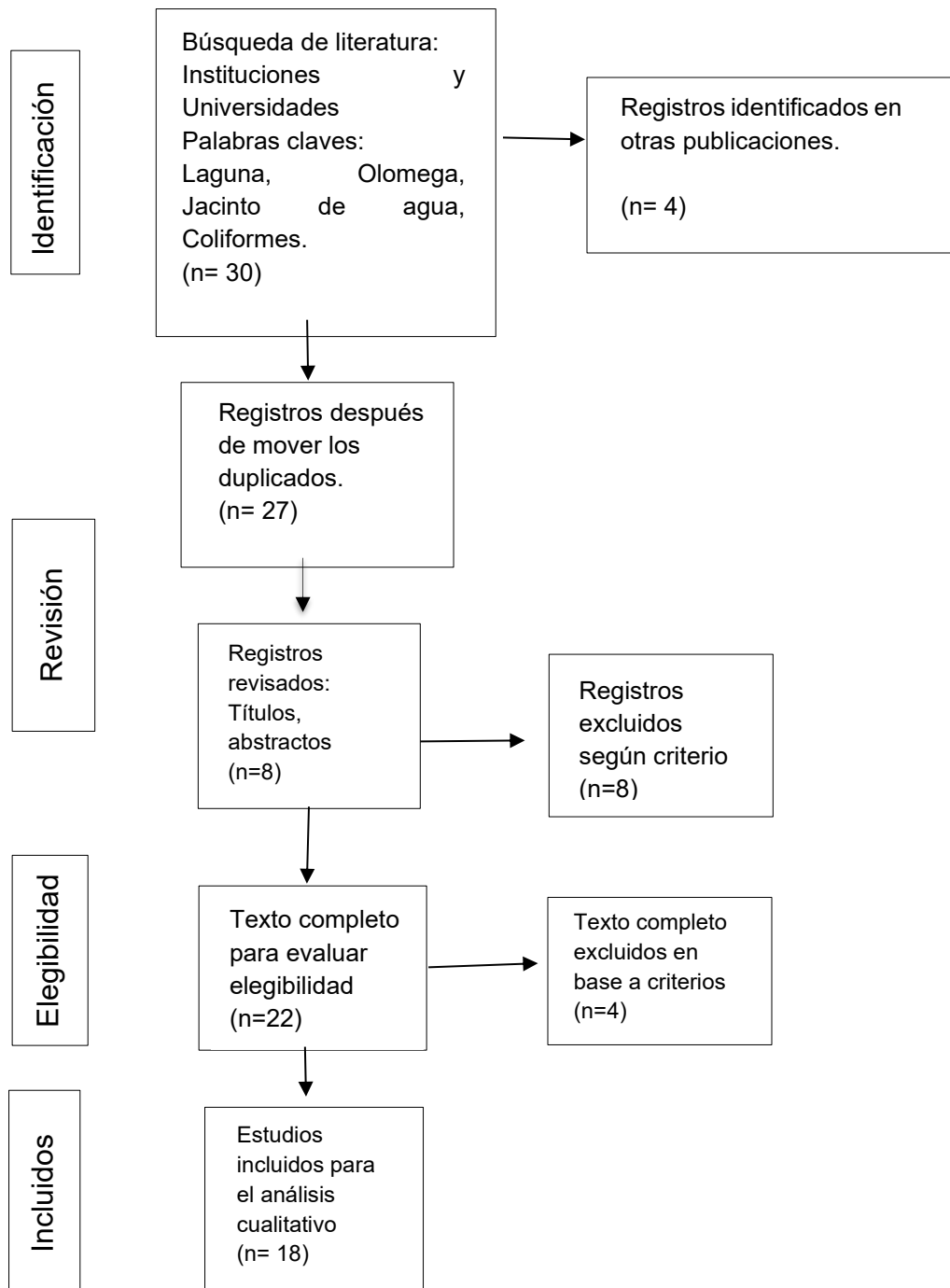
El presente artículo tiene como propósito recopilar los resultados obtenidos en diferentes investigaciones que se han realizado en torno a la calidad microbiológica del agua de la Laguna de Olomega. A través de este análisis comparativo se busca construir una visión más completa y actualizada sobre el estado en que se encuentra este recurso hídrico, identificando no solo el nivel de contaminación presente, sino también los principales factores que contribuyen a su deterioro. Asimismo, se pretende resaltar la importancia de comprender las causas

y consecuencias de la contaminación microbiológica, ya que estas influyen directamente en la salud de los ecosistemas, en las actividades productivas de las comunidades cercanas y en la conservación del patrimonio natural de la región.

La Laguna de Olomega se ubica en el oriente de El Salvador, entre los departamentos de San Miguel y La Unión. Es uno de los humedales más extensos del país, con una superficie aproximada de 24.2 km², y forma parte de un ecosistema de gran importancia ecológica. En sus aguas habitan diversas especies de peces como Tilapia, la mojarra negra, además de aves acuáticas y plantas nativas que mantienen el equilibrio natural del entorno. También destaca el mono araña *Ateles geoffroyi*, especie en peligro de extinción que habita en los bosques cercanos a la laguna. (2)

Para la elaboración del presente artículo se llevó a cabo una revisión de fuentes primarias y secundarias provenientes de instituciones nacionales y universidades. Se otorgó prioridad a los documentos que contenían datos de campo relacionados con la Laguna de Olomega, así como a los informes nacionales que presentaban información desagregada por región hidrológica.

Figura 1. Diagrama de flujo para los resultados de búsqueda de literatura.



Fuente: Elaboración propia

Discusión

Importancia ecológica de la Laguna de Olomega

La calidad del agua constituye uno de los principales desafíos socioambientales en El Salvador. La contaminación del agua se profundizó durante las últimas décadas y pasó a constituir un problema generalizado para la población y los ecosistemas. Simultáneamente, se debilitó la capacidad del Estado para conocer y monitorear la calidad de los recursos hídricos. A pesar de contar con un marco relativamente amplio de instrumentos regulatorios para enfrentar la contaminación del agua, la cual es impactada por desechos domésticos, industriales, agroindustriales y agrícolas, El Salvador ha experimentado una tendencia creciente de casos de enfermedades de origen hídrico, tales como la diarrea y el parasitismo intestinal, afectando principalmente a la población infantil. (3)

La Laguna de Olomega constituye un recurso de gran importancia ecológica y social. Además de proveer agua a las comunidades circundantes, actúa como hábitat para una amplia diversidad de aves, peces y plantas, y cumple funciones ecosistémicas clave como la filtración de contaminantes, la regulación de inundaciones y la recarga de acuíferos. Su valor social se refleja en el abastecimiento de agua, la pesca, el turismo y la recreación, de los que dependen aproximadamente nueve mil habitantes distribuidos en los cantones y caseríos aledaños. No obstante, este ecosistema enfrenta un deterioro progresivo de su calidad hídrica que compromete tanto su función ambiental como el bienestar de la población local. (4)

Análisis microbiológico de la Laguna de Olomega

La Laguna se ve afectada principalmente por la falta de servicios básicos esenciales, como el sistema de aguas servidas. La ausencia de este provoca que las aguas residuales sean vertidas en las quebradas o directamente en la laguna, contaminando este importante cuerpo de agua. Además, la comunidad no dispone de un suministro de agua potable, por lo que muchas personas consumen agua sin tratar, e incluso, en ocasiones, recurren al agua de la laguna ante la necesidad.

En el estudio “Presencia de parasitismo intestinal en la población infantil menor de cuatro años que consultan en las unidades de salud San Carlos, Sesori del departamento de San Miguel, y Olomega del departamento de La Unión, en el período de julio a septiembre de 2004” se relata que estudiantes de Laboratorio Clínico de La Universidad de El Salvador realizaron un trabajo de investigación sobre la prevalencia de bacterias entéricas en el agua de la comunidad en el período de agosto a septiembre de 2002, encontrando que la bacteria entérica más frecuente que se aísla fue la *Escherichia coli* en un 56.26% constituyendo la principal contaminante del agua, así fueron aislados otros géneros y especies como: *Enterobacter cloacacae*, *Enterobacter aerogenes*, *Proteus mirabilis*, *Citrobacter diversus*, pero en menor porcentaje. (5)

Los informes anuales muestran que los niveles de coliformes varían según la temporada, con incrementos notables durante las lluvias por efecto de la escorrentía superficial. En algunos casos, los valores superan los límites permisibles para recreación de contacto directo y riego, lo que confirma la pérdida gradual de aptitud del agua para actividades humanas. Estos hallazgos revelan un riesgo claro para la salud pública y evidencian la necesidad de mejorar los sistemas de saneamiento. Estudios realizados en los años 2000 - 2004 por parte de la Universidad de El Salvador, evidencian que en la Laguna de Olomega existen altos niveles de contaminación orgánica debido a la presencia de bacterias coliformes, parásitos intestinales y contaminación química por la presencia de metales pesados. (Ver tabla 1 y tabla 2) (6)

Tabla 1. Resultados de estudios y consultas realizadas en Olomega para determinar el nivel de contaminación y el impacto en la salud de los pobladores.

Descubrimientos	Impactos en la salud
<p>Coliformes: Totales 100 ml > 8 Fecales 100 ml > 8</p> <p>Nota: El nivel de coniformes permitidos debe ser < 1.1 Existe una red de distribución de Agua en puerto Viejo, extraída de pozos A la orilla de la Laguna (Mangueras de distribución). Parte de esta agua no esta siendo tratada y se encuentra contaminada con coniformes. En un sondeo realizado por la Universidad de El Salvador en los pozos de agua a la orilla de la Laguna, se determino que el 100% están contaminados</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dermatitis alérgicas infecciosas por contacto con el agua que pueden derivar en piódermitis (infección de la piel) • Problemas intestinales por la presencia del parásito Giardia Lambia (contaminación del agua por heces) • Gastritis y colitis por el consumo de agua • Hepatitis virales (relación ano-mano-boca) • Frecuentes trastornos renales • Enfermedades diarreicas que afectan a los niños • Nauseas relacionadas con las gastritis
<p>Cloro: Cloro libre en mg/L 0.0</p>	
<p>Fósforo Se han encontrado fosfatos, hay señales de eutrofización del agua. (se da una proliferación de la ninfa y por la cantidad de fosfatos elevados, esta se seca y muere, generando mas contaminación)</p>	
<p>arsénico Se realizaron dos estudios para determinar la presencia de arsénico. El primer estudio se realizo en una muestra de peces, obteniéndose resultados negativos. El otro estudio se hizo en la ninfa acuática, obteniéndose resultados positivos de presencia de arsénico en el tallo de esta planta. También se descubrieron pequeñas cantidades en los pozos de agua artesanales.</p>	
<p>PH (acidez del agua) El PH detectado, cumple con estándares aceptables. Un estudio realizado en El Brazo, con el fin de construir un vivero de peces, arrojó que el PH del agua era de 7.7; alcanzando una temperatura de 33.6° en las horas mas calientes del medio día. La profundidad mínima detectada en la Laguna es de 0.9 mts. Nota: Un PH de 7 es considerado como un valor neutral, un nivel de 1 es considerado altamente peligroso para la vida de peces y otros tipos de fauna y flora acuática.</p>	
<p>Otros microorganismos Se ha detectado la presencia de otros microorganismos como huevos de áscaris, de tenias, quistes de ameba y otras microalgas que solo crecen en medios contaminados.</p>	

Fuente: Propuesta de diseño para la recolección, evacuación y tratamiento de las aguas residuales del cantón Olomega, El Carmen, Departamento de La Unión (6)

Tabla 2. Cuadro de enfermedades de parasitismo intestinal entre los años 2000 – 2004.

TIPO DE ENFERMEDAD	# de Casos	AÑO
Problemas Intestinales por la presencia del Parasito Giardi Lambia	3	2000
Amebiasis	37	
Gastroenteritis Agudas	173	
Problemas Intestinales por la presencia del Parasito Giardi Lambia	21	2001
Amebiasis	36	
Gastroenteritis Agudas	192	
Problemas Intestinales por la presencia del Parasito Giardi Lambia	78	2002
Amebiasis	103	
Gastroenteritis Agudas	153	
Problemas Intestinales por la presencia del Parasito Giardi Lambia	69	2003
Amebiasis	124	
Gastroenteritis Agudas	268	
Problemas Intestinales por la presencia del Parasito Giardi Lambia	75	2004
Amebiasis	153	
Gastroenteritis Agudas	63	

Fuente: Datos tomados de la tesis, propuesta de diseño para la recolección, evacuación y tratamiento de las aguas residuales del cantón Olomega, El Carmen, Departamento de La Unión. (6)

El análisis de coliformes fecales de la Laguna de Olomega evidenció variaciones significativas entre los años 2017, 2018 y 2019. (Ver tabla 3)

Tabla 3. Valores de coliformes fecales en la Laguna de Olomega (2017-2019)

Año	Mes / Época	Valor NMP/100 ml	Observaciones principales
2017	Octubre	920	Valor más alto, asociado a lluvias y arrastre de coliformes desde el río San Antonio.
2018	Agosto	<1.8	Valor más bajo registrado, indica disminución de la contaminación.
2019	Promedio general	713	Se evidenció un patrón estacional en los valores.
2019	Época seca	445	Valores más bajos, dentro del límite para riego sin restricción.
2019	Época lluviosa	799	Incremento por escorrentía superficial que arrastra contaminantes fecales.

Fuente: Elaboración propia en base a los reportes del MARN años 2018- 2019 (7) (8)

Según los reportes anuales de calidad del agua de los años 2017 y 2019 los valores de coliformes fecales en la Laguna de Olomega tuvieron variaciones importantes. El pico más alto se registró en 2017, mientras que en 2018 se observó el valor más bajo. En 2019 se identificó un patrón estacional, con mayores concentraciones en época lluviosa y menores en época seca. Aunque el agua sigue siendo apta para riego, la calidad para la recreación se ve comprometida, lo que refleja la influencia de las lluvias y la necesidad de un monitoreo continuo. (7) (8)

Además de la contaminación bacteriológica, los análisis fisicoquímicos y químicos han evidenciado la presencia de arsénico en concentraciones superiores a los límites establecidos para la vida acuática. (Ver tabla 4)

Tabla 4: Resultados de estudios y consultas realizadas en Olomega para determinar el nivel de contaminación y el impacto de los pobladores.

Descubrimientos	Impactos en la salud
<p>Coliformes: Totales 100 ml > 8 Fecales 100 ml > 8 Nota: El nivel de coliformes permitidos debe ser < 1.1 Existe una red de distribución de Agua en Puerto Viejo, extraída de pozos a la orilla de la Laguna (Mangueras de distribución). Parte de esta agua no está siendo tratada y se encuentra contaminada con coliformes. En un sondeo realizado por la Universidad de El Salvador en los pozos de agua a la orilla de la Laguna, se determinó que el 100% están contaminados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dermatitis alérgicas e infecciosas por contacto con el agua que pueden derivar en plodermatitis (infección de la piel) • Problemas intestinales por la presencia del parásito Giardi Lamblia (contaminación del agua por heces) • Gastritis y colitis por el consumo de agua • Hepatitis virales (relación ano-mano-boca) • Frecuentes trastornos renales • Enfermedades diarreicas que afectan a los niños • Nauseas relacionadas con las gastritis
<p>Cloro: Cloro libre en mg/L 0.0 Fósforo</p>	
<p>Se han encontrado fosfatos, hay señales de eutrofización del agua. (se da una proliferación de la ninfa y por la cantidad de fosfatos elevados, ésta se seca y muere, generando mas contaminación)</p>	
<p>Arsénico Se realizaron dos estudios para determinar la presencia de arsénico. El primer estudio se realizó en una muestra de peces, obteniéndose resultados negativos. El otro estudio se hizo en la ninfa acuática, obteniéndose resultados positivos de presencia de arsénico en el tallo de esta planta. También se descubrieron pequeñas cantidades en los pozos de agua artesanales.</p>	
<p>PH (acidez del agua) El PH detectado, cumple con estándares aceptables. Un estudio realizado en El Brazo, con el fin de construir un vivero de peces, arrojó que el PH del agua era de 7.7; alcanzando una temperatura de 33.6° en las horas mas calientes del medio día. La profundidad mínima detectada en la Laguna es de 0.9 mts. Nota: Un PH de 7 es considerado como un valor neutral, un nivel de 1 es considerado altamente peligroso para la vida de peces y otros tipos de fauna y flora acuática.</p>	
<p>Otros microorganismos Se ha detectado la presencia de otros microorganismos como huevos de áscaris, de tenias, quistes de ameba y otras microalgas que sólo crecen en medios contaminados.</p>	

Fuente: Conflictos ambientales relacionados con la Laguna de Olomega. (9)

Análisis físico químico de la Laguna de Olomega

Si bien parámetros como el pH y el oxígeno disuelto en ocasiones se mantienen dentro de rangos aceptables, otros como la turbidez presentan valores elevados que indican la entrada de material en suspensión y nutrientes. En general el agua de la Laguna de Olomega presenta condiciones de pH alcalinas entre 7.5 y 8.5, condiciones aeróbicas con valores de Oxígeno disuelto que varían entre 5.25 y 10.76 mg/L, valores muy buenos para el desarrollo de la vida acuática. Los valores de Turbidez varían entre 11.6 y 24.50 UNT indicando el ingreso material en suspensión al ecosistema. Estos resultados sugieren que, aunque la laguna aún puede sostener ciertos usos, su calidad está siendo comprometida y se encuentra en riesgo de perder aptitud para recreación y riego. También existe contaminación por agroquímicos, y por los desechos orgánicos (Coliformes y *Ascaris*) e inorgánicos de las poblaciones que viven junto a la lámina de agua. (10)

Causas de contaminación

La limitada cobertura del sistema de agua potable y la ausencia de un alcantarillado adecuado han intensificado la presión sobre el recurso. El uso de pozos artesanales incrementa el riesgo de infiltración de patógenos al subsuelo, mientras que la escorrentía arrastra contaminantes hacia el cuerpo lagunar. A ello se suma la deforestación, las quemas agrícolas, el vertido directo de aguas residuales y la disposición inadecuada de desechos sólidos. (11) También se destacan una serie de desechos líquidos humanos e industriales sin previo tratamiento, que son vertidos directamente a la Laguna. Esta situación, degrada la calidad de las aguas en la Laguna, alterando su aspecto físico y químico. En aquellos lugares donde los vertidos hacen contacto con el agua de la Laguna, se corre el riesgo de generación de vectores propagadores de enfermedades para humanos y animales. Existe varios ríos, riachuelos y quebradas que llegan directamente a la Laguna, éstos arrastran una serie de desechos inorgánicos que

contienen metales riesgosos para la salud como plomo, mercurio, cromo, etc.; que se acumulan y generan impactos negativos a la fauna acuática. (12)

La presencia de ganado en el espejo de agua y el área circundante aumenta la turbidez del agua, descargando nitratos y fosfatos que crean condiciones para la proliferación especies invasoras acuáticas (Jacinto de Agua). Además, la presencia de ganado podría tener efectos negativos en los bosques estacionalmente saturados del norte de la laguna (La Chiricana) y en los bosques secos del norte y del sur. Así también Incendios periódicos en la zona afectan especialmente las zonas de bosque tropical seco, los cuales son a causa de actividades de colecta de miel de colmenas silvestres, caza furtiva de garrobos, venados, cusucos. (13)

Otras causas de contaminación

La laguna de Olomega está siendo afectada por la *Eichhornia crassipes*, ya que las afloraciones de esta ocasionan graves problemas ambientales, además de dificultar o imposibilitar la actividad humana en los humedales y las zonas aledañas. La cantidad de biomasa que producen estas plantas reduce la cantidad de luz y al descomponerse disminuyen los niveles de oxígeno disuelto, lo cual es fatal para la fauna acuática. (14)

Las actividades humanas y su relación con la contaminación hídrica

La combinación de contaminación bacteriológica, química, presión antrópica y especies invasoras está debilitando las funciones naturales de la laguna. La flora sumergida, los peces y algunas aves acuáticas han sido particularmente afectados. Sin embargo, el ecosistema aún conserva cierta resiliencia. Durante el confinamiento por la pandemia de COVID-19 en 2020, la reducción de actividades humanas se tradujo en una ligera recuperación de los parámetros de calidad del agua, lo que demuestra que disminuir la presión antrópica puede tener efectos positivos inmediatos. (15)

Estos resultados son similares al Informe anual de calidad del agua de la laguna Olomega (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2020), donde se expresa un valor máximo de 1496 NMP/100ML de coliformes fecales, concluyendo que, la calidad del agua no es apta para la recreación y el riego, al sobrepasar el valor de permisible de coliformes fecales, de ahí la importancia de determinar la presencia de estos microorganismos, al ser indicadores de contaminación fecal, tal y como lo confirman Rojas Ruiz et al. (2016) (16)

En el año 2022 según la revista RESADES el análisis microbiológico del agua de la laguna demostró la presencia de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*, sus índices más altos están a la orilla de la laguna. (Ver tabla 5)

Tabla 5. Resultados de contaminación hídrica en la Laguna de Olomega (2022, RESADES)

Parámetro analizado	Valor obtenido (NMP/100 ml)	Límite permisible (NMP/100 ml)	Observaciones principales
Coliformes totales	22,000	< 1.1	Excede drásticamente el límite establecido por la norma ISO 17025.
Coliformes fecales	280	< 1.1	Supera ampliamente el límite, indicando contaminación fecal significativa.
<i>Escherichia coli</i>	14	< 1.1	Sobrepasa el límite permisible, evidenciando riesgos para la salud humana.

Fuente: Elaboración propia en base a los artículos consultados en el estudio. (16)

La situación actual de la Laguna de Olomega tiene implicaciones directas en la salud pública, la biodiversidad y las actividades productivas. La detección recurrente de *Escherichia coli* confirma que el agua no es segura para consumo, ni recreación.

La ausencia de un sistema eficiente de agua potable y alcantarillado, sumado a la carencia de un mecanismo formal para la recolección y disposición de desechos, contribuye al deterioro progresivo de la calidad del agua. Esta situación se agrava por el vertido constante de aguas residuales sin control, la existencia de puntos críticos de contaminación y la presencia de especies acuáticas invasoras que alteran el equilibrio del ecosistema. La escasa participación local en la conservación limita las posibilidades de revertir el impacto ambiental en la laguna. (17)

Los recursos hídricos son parte fundamental de los ecosistemas al cumplir unas de las funciones más importantes: proveer un sustento de vida, al ser un líquido indispensable para la supervivencia en la mayoría de especies incluido el ser humano. También estos recursos ejercen funciones importantes en diversos ámbitos ecológicos, sociales y económicos, ya que son esenciales en actividades productivas, como la agricultura, la pesca. (18)

Conclusión

La revisión de los estudios microbiológicos realizados en la Laguna de Olomega permite establecer que este ecosistema se encuentra en un estado de deterioro progresivo debido a múltiples fuentes de contaminación, principalmente de origen antrópico. La detección recurrente de coliformes fecales y *Escherichia coli*, en concentraciones que superan los límites permisibles para uso recreativo y de riego, confirma un riesgo significativo para la salud pública y evidencia la deficiente gestión de aguas residuales en las comunidades circundantes. A ello se suman factores complementarios, como la presencia de protozoarios, metales pesados y nutrientes en exceso, que aceleran procesos de eutrofización y comprometen la biodiversidad del humedal.

Los resultados de diferentes periodos de monitoreo muestran variaciones estacionales influenciadas por la escorrentía superficial y el arrastre de contaminantes, lo que resalta la necesidad de un control permanente de la calidad del agua. Asimismo, la proliferación de especies invasoras como el jacinto de agua y la ninfa acuática refleja un desequilibrio ecológico directamente asociado a las presiones humanas.

En este contexto, la evidencia científica coincide en señalar la urgencia de implementar acciones concretas de saneamiento y control ambiental que reduzcan el impacto de las actividades humanas sobre la laguna de Olomega. Resulta prioritario establecer un manejo adecuado de las descargas de aguas residuales, tanto domésticas como agrícolas, mediante la construcción o mejora de sistemas de tratamiento, así como el control de fertilizantes y pesticidas que llegan al cuerpo de agua. De igual forma es indispensable fortalecer los programas comunitarios de gestión ambiental, en los cuales se promueva la educación ambiental, la reducción

de desechos sólidos y la adopción de prácticas sostenibles por parte de las poblaciones aledañas.

De no atenderse esta problemática de manera inmediata, la laguna corre el riesgo de perder sus funciones ecosistémicas esenciales, entre ellas la regulación del microclima local, la provisión de hábitat para especies acuáticas y aves migratorias, y el mantenimiento de la biodiversidad. Además, su deterioro comprometería su valor como recurso hídrico, turístico y de subsistencia, afectando directamente la seguridad alimentaria, la salud y las oportunidades económicas de las comunidades locales.

Frente a este panorama, se recomienda reforzar la colaboración entre instituciones gubernamentales, organizaciones no gubernamentales, universidades y comunidades locales para garantizar un enfoque integral en la protección de la laguna. También, es necesario establecer planes de monitoreo continuo de la calidad del agua, promover proyectos de restauración de humedales, incentivar el ecoturismo responsable y buscar fuentes de financiamiento para programas de conservación a largo plazo.

Solo a través de la aplicación conjunta de estas medidas será posible garantizar la recuperación y preservación de la laguna de Olomega, asegurando que continúe siendo un patrimonio natural, cultural y económico para las generaciones presentes y futuras.

Referencias bibliográficas

1. Jimenez Perez E, Marmol Gil L, Enrique Barraza J. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR). [Online]; 2009-2012. Acceso 20 de Agosto de 2025. Disponible en: <https://biblioteca.cehum.org/handle/123456789/238>.
2. Pineda Peraza Luis Armando, Segura Yanes Jordi Humberto, Medina Zeledón Kevin Enrique, Flores-Márquez José Isidro, López Miguel Ángel. Redescubrimiento de una población de mono araña (*Ateles geoffroyi*) en la Laguna de Olomega, El Salvador. Acta Zool. Mex [revista en la Internet]. 33(3): 532-537. [Online]; 2017. Acceso 21 de Agosto de 2025. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372017000300532.
3. Cuéllar N. La contaminación del agua en El Salvador: Desafíos y respuestas institucionales. Prisma. [Online]; 2001. Acceso 22 de Agosto de 2025. Disponible en: <https://prismaregional.org/publicaciones/la-contaminacion-del-agua-en-el-salvador-desafios-y-respuestas-institucionales/>.
4. Ramsar. Servicio de información sobre Sitios Ramsar Laguna de Olomega. [Online]; 2014. Acceso 21 de Agosto de 2025. Disponible en: <https://rsis.ramsar.org/es/ris/1899>.
5. Canales García D, Escobar Almendarez S, Ruíz Alfaro M. Presencia de Parasitos Intestinales en la Población Infantil menor de cuatro años que consulta en las Unidades de Salud de San Carlos, Sesori San Miguel y Olomega La Unión, Julio a Septiembre de 2004. [Tesis de Pregrado] Repositorio- UES. [Online], San Salvador Acceso 22 de Agosto de 2025. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/b445912d-1f33-4ad1-9c2d-28e28ab83054>.
6. Alvarenga Lizama H, Gomez Serrano T, Moreira Saravia J. Propuesta de diseño para la recolección, evacuación y tratamiento de las aguas residuales del cantón Olomega, El Carmen, Departamento de La Unión [Tesis de Pregrado] [Repositorio Institucional-Universidad de El Salvador]. [Online]; 2006. Acceso 22 de Agosto de 2025. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/b287db53-c666-4e45-b0f2-b2d6ce879bde>.
7. Ministerio de Ambiente y Recursos naturales MARN. Informe anual de la calidad del agua de la Laguna de Olomega año 2018. [Online]; 2018. Acceso 23 de Agosto de 2025. Disponible en: <https://bibliotecaambiental.ambiente.gob.sv/documentos/reporte-anual-de-calidad-de-agua-laguna-de-olomega-ano-2018/>.

8. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales MARN. Informe anual de la calidad de agua de la Laguna de Olomega año 2019. [Online]; 2019. Acceso 23 de Agosto de 2025. Disponible en: <https://bibliotecaambiental.ambiente.gob.sv/documentos/informe-anual-de-calidad-de-agua-laguna-de-olomega-ano-2019/>.
9. Funde. Conflictos ambientales relacionados con la Laguna de Olomega YAMABAL. [Online]; 2003. Acceso 23 de Agosto de 2025. Disponible en: <https://repo.funde.org/699/>.
10. Jiménez I, Marmól Gil L, Herrera N. Inventario Nacional y Diagnóstico de Los Humedales de El Salvador. [Online]; 2004. Acceso 24 de Agosto de 2025. Disponible en: <https://rcc.marn.gob.sv/xmlui/handle/123456789/248>.
11. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales MARN. Proyecto para el Manejo integral de los humedales de la Laguna de Olomega y El Jocotal. Informe final del Proyecto Volumen separado 3. [Online]; 2021. Acceso 24 de Agosto de 2025. Disponible en: <https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12363081.pdf>.
12. CHF-PARTNERS / FUNDE. Los conflictos ambientales relacionados con el agua de la laguna de Olomega Funde. [Online]; 2004. Acceso 24 de Agosto de 2025. Disponible en: <https://repo.funde.org/722/>.
13. RAMSAR fcha informativa. El Salvador Laguna de Olomega. [Online]; 2009. Acceso 24 de Agosto de 2025. Disponible en: <https://bibliotecaambiental.ambiente.gob.sv/documentos/plan-de-manejo-del-humedal-sitio-ramsar-laguna-de-olomega/>.
14. Campos Hernández A. Evaluación del comportamiento de la Eicchornia crassipes durante la sequía en las lagunas de Olomega y El Jocotal mediante sensores remotos. ASA , 18(1):e 1583. [Online]; 2023. Acceso 26 de Agosto de 2025. Disponible en: <https://doi.org/10.36829/08ASA.v18i1.1583>.
15. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales MARN. Informe anual de la calidad del agua: Laguna de Olomega año 2020. [Online]; 2020. Acceso 27 de Agosto de 2025. Disponible en: <https://bibliotecaambiental.ambiente.gob.sv/documentos/informe-anual-de-calidad-de-agua-de-la-laguna-de-olomega-ano-2020/>.
16. Bermudez de Diaz F, Canales Vanesa C. Contaminación Hidrica de la Laguna de Olomega, Revista Salud Y Desarrollo, 6(1), 89-101. [Online]; 2022. Acceso 2025 de Agosto de 2025. Disponible en: <https://revista.ieproes.edu.sv/index.php/Investiga/article/view/153>.
17. Funde. Alternativas para el desarrollo en la Laguna de Olomega. [Online] Acceso 29 de Agosto de 2025. Disponible en: <https://repo.funde.org/434/>.

18. Hernandez Menjivar C, Sanchez León A. Las ninfas del embalse Cerrón Grande consecuencias de la contaminación. [Tesis de Pregrado] Repositorio-Universidad de El Salvador. [Online]; 2025. Acceso 29 de Agosto de 2025. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/4a09097c-adfe-435f-9b48-8419e4888513>.