

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA



UNA CARRERA CONTRA EL TIEMPO,
LAGUNA DE APASTEPEQUE

TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD CURSO DE ESPECIALIZACIÓN

PRESENTADO POR
OSWALDO ARTURO MATA MEJÍA

PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADO EN QUÍMICA Y FARMACIA

OCTUBRE, 2025

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MAESTRO JUAN ROSA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL

LICENCIADO PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA

DECANA

MAESTRA NANCY ZULEYMA GONZÁLEZ SOSA

SECRETARIA

LICENCIADA EUGENIA SORTO LEMUS

DIRECCIÓN GENERAL DE PROCESOS DE GRADO

DIRECTORA GENERAL (AD-HONOREM)

MAESTRA KATIA LISSETTE MARTÍNEZ DE PALACIOS

TRIBUNAL EVALUADOR

ASESORA DE ÁREA DE INDUSTRIA FARMACÉUTICA, COSMÉTICOS, VETERINARIA
Y PRODUCTOS AFINES

MAESTRA MARÍA DEL CARMEN POLÍO MARTÍNEZ

ASESOR

MAESTRO LUIS DAVID ALONZO HERNÁNDEZ

TUTORA

LICENCIADA KATIA EUNICE LEYTON BARRIENTOS

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas, que brindaron su ayuda y apoyo para la realización de este trabajo. En primer lugar, a mi tutora, la Licda. Katia Eunice Leyton, por su valiosa guía, orientación y sobre todo su increíble paciencia a lo largo de este curso gracias por nunca de dejar de creer en nuestro potencial. Su acompañamiento fue fundamental para el desarrollo y culminación de este proyecto.

A mi familia, pieza clave no solo en la elaboración de este trabajo, sino en toda mi etapa estudiantil. Gracias por su amor, comprensión y palabras de aliento, especialmente en los momentos más difíciles; sin ustedes, este logro no habría sido posible. Agradezco también a mis maestros de la Facultad de Química y Farmacia, quienes no solo me formaron académicamente, sino que también ofrecieron su apoyo y consejos cada vez que se les requirió. Su disposición fue esencial para la realización de este proyecto.

También quiero agradecer profundamente a mis amigos y compañeros a lo largo de la carrera, quienes han sido una parte importante durante este largo camino. Gracias por su amistad, por cada consejo, por las risas compartidas y por el trabajo en equipo que tanto me enseñó. No puedo dejar de mencionar a las comunidades de la Laguna de Apastepeque, quienes con gran generosidad nos brindaron los recursos y la colaboración necesarios para culminar este trabajo.

A todos ustedes extendiendo mi gratitud, gracias desde el fondo de mi corazón.

Oswaldo Arturo Mata Mejía

DEDICATORIA

Primeramente, dedico este trabajo a Dios, quien ha sido mi guía, mi fortaleza y mi refugio constante a lo largo de este largo camino. Agradezco infinitamente su presencia en mi vida, por darme la sabiduría para tomar las decisiones acertadas, la perseverancia para no rendirme en los momentos difíciles, y la paz para seguir adelante incluso cuando todo parecía cuesta arriba. La culminación de este trabajo es una pequeña muestra de su amor y su gracia infinita.

A mis padres, Vicente Arturo y Elsa Bernarda, quienes con su esfuerzo incansable y amor incondicional han sido el motor detrás de cada uno de mis logros. Gracias por enseñarme, con el ejemplo, que el trabajo honesto, la perseverancia y el sacrificio dan frutos. Han estado a mi lado en cada etapa de mi vida, motivándome con sus palabras, animándome y creyendo en mi potencial. Este proyecto es tan mío como de ustedes, y representa tan solo una pequeña parte de todo lo que han dado, no me alcanzara la vida para pagarles todo lo que han hecho por mí.

A mi hermana, Natalia Alexandra, por ser un apoyo constante, silencioso pero inmenso. Gracias por estar ahí incluso cuando no lo pedía, por tus palabras de apoyo, tu confianza en mí, y por acompañarme sin condiciones. Tu cariño y comprensión han sido fundamentales en este proceso, y me han recordado que siempre tendré una hermana con la cual pueda contar.

A mis amigos, compañeros de camino, que han estado presentes a lo largo de estos años, en los buenos y en los malos momentos. Gracias por las risas compartidas, por los desvelos estudiando juntos, por escucharme en los días difíciles, y por celebrar conmigo cada pequeña victoria. Ustedes han hecho que este recorrido académico sea más valioso y significativo.

Finalmente, dedico este proyecto a todas aquellas personas que han sido parte de mi crecimiento personal, académico y profesional. Cada paso dado, cada meta alcanzada y cada lección aprendida han sido posibles gracias al acompañamiento, cariño y enseñanza de quienes me rodean. A todos ustedes, solo me queda decir: gracias desde el fondo de mi corazón.

Oswaldo Arturo Mata Mejía

ÍNDICE GENERAL

Pág. N°

RESUMEN

CAPÍTULO I

1.0 INTRODUCCIÓN 9

CAPÍTULO II

2.0 OBJETIVOS 11

2.1 Objetivo General 11

2.2 Objetivos Específicos..... 11

CAPÍTULO III

3.0 MARCO TEÓRICO..... 13

3.1 Cuerpos de agua 13

3.1.1 Lagunas 13

3.1.2 Formación de lagunas 13

3.2 Laguna de Apastepeque 14

3.3 Calidad del agua y problemas ambientales en la Laguna de Apastepeque 15

3.4 Residuos sólidos y contaminación 17

3.5 Factores Causantes de Contaminación 17

3.6 Consecuencias ambientales de la contaminación 18

3.7 Riesgos y efectos para la salud pública..... 19

3.8 Campañas de limpieza y estrategias preventivas 19

CAPÍTULO IV

4.0 PRODUCTO FINAL 22

CAPÍTULO V

5.0 CONCLUSIONES 24

CAPÍTULO VI

6.0 RECOMENDACIONES..... 26

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANEXOS

RESUMEN

Este proyecto busca evidenciar la situación actual de la laguna de Apastepeque ubicada en el departamento de San Vicente, el cual es de gran importancia para las personas que habitan en la zona, no solo como fuente de abastecimiento local sino también de forma económica y cultural. El problema creciente que presenta la laguna es la contaminación del agua, por la falta de educación ambiental sobre el tratamiento de los desechos producidos por comunidades o comercios de la zona. El objetivo de la investigación es visibilizar la problemática actual mostrando causas y las consecuencias que presentaría el recurso hídrico si no se actúa a tiempo.

La metodología empleada en esta investigación se realizó con un enfoque descriptivo y analítico, se realizó una revisión de bibliografía existente relacionada con la contaminación de cuerpos de agua y su impacto en ecosistemas, con énfasis en el caso de la Laguna de Apastepeque. Asimismo, se llevaron a cabo entrevistas dirigidas a habitantes de las comunidades cercanas, con el fin de recabar información sobre sus prácticas, percepciones y conocimientos respecto al estado de la laguna. Se identificaron y documentaron diversas fuentes contaminantes asociadas a los sectores doméstico, industrial y turístico se demostró que este último, aunque representa una actividad económica relevante, también actúa como una fuente externa de contaminación, debido a la generación de desechos sólidos y la falta de medidas de manejo ambiental adecuadas.

Los resultados de la investigación evidencian que la Laguna de Apastepeque enfrenta serios problemas de contaminación, en gran parte ocasionados por las comunidades locales y el turismo han contribuido al deterioro significativo de la calidad del agua.

CAPÍTULO I

1.0 INTRODUCCIÓN

La contaminación de las fuentes de agua constituye una problemática ambiental de alcance global, con repercusiones directas sobre la salud pública y los ecosistemas acuáticos. En países con alta densidad poblacional como El Salvador, este fenómeno se manifiesta con particular intensidad debido a prácticas inadecuadas en el manejo de contaminantes provenientes de sectores domésticos, industriales y agrícolas. La ausencia de políticas eficaces y la falta de educación ambiental agravan la situación, haciendo urgente la atención de esta problemática.

La Laguna de Apastepeque, ubicada en el departamento de San Vicente, es un cuerpo de agua de origen volcánico que destaca por su riqueza biológica, con presencia de diversas especies de aves, peces y vegetación. Además de su valor ecológico, la laguna posee un importante rol social, económico y recreativo. No obstante, en los últimos años se ha visto afectada por crecientes niveles de contaminación, producto del vertido de residuos sólidos, aguas residuales y descargas industriales no reguladas, lo que ha deteriorado la calidad del agua y alterado el equilibrio ecológico del ecosistema.

La presente investigación tiene como objetivo principal analizar el impacto de la contaminación en la calidad del agua de la Laguna de Apastepeque, identificando las principales fuentes contaminantes y proponiendo estrategias orientadas a la sensibilización comunitaria. A través de la presentación de un video documental, se pretende visibilizar los hallazgos obtenidos y promover medidas concretas de conservación, fomentando una cultura de responsabilidad hídrica y el uso sostenible del recurso, en beneficio de las generaciones presentes y futuras.

CAPÍTULO II

2.0 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Analizar el impacto de la calidad del agua en la biodiversidad de la laguna de Apastepeque, ubicada en el departamento de San Vicente.

2.2 Objetivos Específicos

2.2.1 Identificar las principales fuentes de contaminación que afectan la laguna de Apastepeque.

2.2.2 Describir los parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua en la laguna.

2.2.3 Evaluar el impacto de la calidad del agua en la biodiversidad acuática y terrestre presente en el ecosistema.

2.2.4 Proponer estrategias de manejo y conservación sostenibles, basadas en los resultados obtenidos.

CAPÍTULO III

3.0 MARCO TEÓRICO

3.1 Cuerpos de agua

El agua es un recurso natural esencial para la vida, compuesto por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H₂O). Se encuentra en estado líquido, sólido o gaseoso, y cubre aproximadamente el 70% de la superficie terrestre. Es indispensable para procesos biológicos, agrícolas, industriales y domésticos. Su disponibilidad y calidad son fundamentales para la salud humana y el equilibrio de los ecosistemas.

Los cuerpos de agua son acumulaciones naturales o artificiales de agua que se encuentran en la superficie terrestre, como océanos, ríos, lagos, lagunas y embalses. Se clasifican según su tamaño, origen, salinidad y permanencia. Las lagunas forman parte de estos cuerpos, generalmente de agua dulce y menor extensión que los lagos. Son ecosistemas frágiles que cumplen funciones ecológicas esenciales y son susceptibles a la contaminación por actividades humanas.

3.1.1 Lagunas ^{1,2}

Una laguna, es una masa de agua superficial, generalmente de tamaño y profundidad menores a los de un lago, que se forma en depresiones del terreno. Puede estar compuesta por agua dulce, salobre o salada, y su origen puede ser natural o artificial. A diferencia de los lagos, las lagunas suelen tener una dinámica ecológica más rápida, con mayor interacción entre el agua, el suelo y los organismos. Desde el punto de vista limnológico (la ciencia que estudia las aguas continentales), las lagunas se clasifican como ecosistemas lenticos y pueden presentar gran variabilidad en cuanto a su salinidad, productividad y biodiversidad.

3.1.2 Formación de lagunas ³

Las lagunas pueden formarse por procesos naturales, tales como:

-Acción fluvial: Cuando un río cambia de cauce o meandro, puede dejar cuerpos de agua aislados.

-Procesos tectónicos y volcánicos: En zonas donde la corteza terrestre se hunde o colapsa como por ejemplo calderas volcánicas) pueden acumularse aguas subterráneas o pluviales formando lagunas. En países volcánicos como El Salvador, se tiene muchos cuerpos de agua que se forman en cráteres o calderas.

-Barreras sedimentarias en zonas costeras: El depósito de sedimentos marinos, como arena y limo, puede cerrar una bahía o ensenada, formando lagunas litorales o costeras, a menudo salobres.

En El Salvador, existen varias lagunas de origen volcánico y tectónico, que representan importantes reservas hídricas y ecosistemas biodiversos. Muchas de ellas son utilizadas con fines recreativos, turísticos, agrícolas y de abastecimiento local.

3.2 Laguna de Apastepeque

3.2.1 Historia ⁴

La Laguna de Apastepeque se originó como un cráter volcánico, resultado de la actividad geológica que dio forma al relieve del departamento de San Vicente. Su formación data de miles de años atrás, cuando el colapso del volcán generó una depresión que con el tiempo se llenó de agua, dando lugar a un ecosistema lacustre de importancia regional. Este origen volcánico no solo determina su morfología, sino también las características químicas y físicas de sus aguas.

Durante décadas, la laguna fue un espacio natural utilizado por las comunidades cercanas para actividades tradicionales como la pesca y la agricultura en sus alrededores. Sin embargo, fue hasta la década de 1960 que se comenzó a reconocer oficialmente su valor recreativo y ambiental. En 1963, la laguna fue declarada de utilidad pública, lo que marcó el inicio de esfuerzos formales para su protección y uso organizado.

Posteriormente, en 1979, bajo la gestión del Licenciado Alfredo Menéndez Magaña, se inauguró el parque recreativo en la Laguna de Apastepeque, con la construcción de infraestructura básica como malecón, muelle flotante, senderos, áreas de picnic y espacios para actividades acuáticas. Esta iniciativa institucional buscó fomentar el turismo local, promover el disfrute responsable del recurso natural y conservar el ecosistema, balanceando la preservación ambiental con el desarrollo socioeconómico.

3.2.2 Localización y funcionamiento hidrológico ⁵

La Laguna de Apastepeque, se localiza en el centro del país en el departamento de San Vicente, dentro del municipio de San Vicente Oeste, situada en el cantón calderas a una altitud media de 503 metros sobre el nivel del mar, y aproximadamente a, 64 km al este de San Salvador, Las

coordenadas geográficas de la Laguna de Apastepeque son 13°41'37.9" de latitud norte y 88°44'51.3" de longitud oeste.

Esta ubicación la sitúa en una región de transición climática, influenciada por el clima tropical de sabana, con una estación seca bien definida y una estación lluviosa entre mayo y octubre. Su entorno geográfico está compuesto por tierras agrícolas, áreas boscosas remanentes y pequeñas comunidades rurales, lo que condiciona tanto su estado ecológico como su vulnerabilidad frente a la intervención humana.

En cuanto a su funcionamiento hidrológico, la laguna tiene un origen volcánico y se encuentra dentro de una cuenca cerrada, sin afluentes ni emisarios superficiales. Su fuente principal de alimentación es la precipitación pluvial y, en menor medida el aporte de aguas subterráneas. La ausencia de entradas o salidas fluviales genera un sistema endorreico, en el cual el balance hídrico depende exclusivamente del régimen de lluvias, la evaporación y la infiltración subterránea. El nivel del agua varía notablemente durante el año: alcanza su punto máximo en la época lluviosa en los meses de octubre y noviembre y desciende en la estación seca llegando a su punto más bajo en abril y mayo, dejando zonas de tierra expuesta.

La superficie del espejo de agua es de aproximadamente 0.59 km², mientras que su cuenca hidrográfica abarca cerca de 2.06 km². La profundidad máxima estimada de la laguna es de 35 metros. Este tipo de dinámica hídrica, junto con su confinamiento natural, la convierte en un ecosistema especialmente sensible a la contaminación por escorrentía, uso agrícola de agroquímicos, sedimentación y residuos sólidos, ya que no existen mecanismos naturales efectivos de purificación por flujo constante.

3.3 Calidad del agua y problemas ambientales en la Laguna de Apastepeque ^{6,7,8}

La calidad del agua se refiere al conjunto de características físicas, químicas y biológicas que determinan la idoneidad del recurso hídrico para un uso específico, ya sea consumo humano, recreación, agricultura o conservación de la vida acuática. Estos parámetros pueden variar significativamente dependiendo del entorno geográfico y de la actividad antrópica que se desarrolle en las cercanías del cuerpo de agua.

El concepto de calidad no solo implica la ausencia de contaminantes visibles, sino también la presencia de condiciones que favorezcan el equilibrio ecológico del ecosistema acuático. Por ello,

su evaluación requiere un enfoque integral que considere indicadores como el pH, la turbidez, la concentración de oxígeno disuelto, nutrientes como nitrógeno y fósforo, y la presencia de microorganismos patógenos. Analizar estos factores resulta esencial para comprender el estado actual de cuerpos de agua como la Laguna de Apastepeque y proponer medidas de protección o restauración adecuadas.

Dado que la calidad del agua constituye un indicador clave del estado ambiental de los ecosistemas acuáticos, su monitoreo constante permite identificar tendencias de deterioro y posibles riesgos para la salud humana y la biodiversidad. En este sentido, los estudios realizados por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) han revelado que la Laguna de Apastepeque presenta un deterioro progresivo en su calidad hídrica.

Dentro de los principales problemas identificados se encuentran:

- **Eutrofización:** Es un proceso en el cual se produce una acumulación excesiva de nutrientes, especialmente nitrógeno y fósforo, en cuerpos de agua. En la Laguna de Apastepeque, esta situación se ha visto agravada por el vertido de aguas grises, detergentes con fosfatos y residuos agrícolas provenientes de actividades humanas no reguladas en las cercanías de la laguna.
Este exceso de nutrientes promueve el crecimiento desmedido de fitoplancton y cianobacterias lo que reduce la penetración de luz, afecta a especies acuáticas sensibles, puede producir toxinas peligrosas para la salud humana y animal. El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) ha clasificado a la laguna como un ecosistema moderadamente eutrofizado, lo que implica un deterioro ecológico progresivo si no se controlan las fuentes de nutrientes.
- **Disminución del oxígeno disuelto:** El crecimiento excesivo de algas provocado por la eutrofización produce un efecto dominó: al morir las algas, se descomponen por acción bacteriana, lo cual consume oxígeno disuelto del agua. Este fenómeno causa: Hipoxia (bajo nivel de oxígeno), mortalidad de peces y otros organismos acuáticos, alteraciones en la cadena alimenticia. Durante la temporada seca, los niveles de oxígeno son particularmente bajos, lo cual coincide con reportes de muerte de peces y malos olores en algunos sectores de la laguna.

- Contaminación bacteriológica: La laguna recibe descargas de aguas residuales domésticas no tratadas, procedentes de viviendas cercanas sin conexión a sistemas adecuados de saneamiento. Esto ha resultado en la presencia de coliformes fecales en concentraciones que exceden los límites recomendados. Dentro de las consecuencias de esta contaminación tenemos el riesgo de enfermedades gastrointestinales para turistas, posibles afectaciones a salud de las comunidades locales, posibles prohibiciones o advertencias sanitarias temporales.

3.4 Residuos sólidos y contaminación ⁹

La acumulación de residuos sólidos en ecosistemas acuáticos es uno de los factores más visibles y persistentes de contaminación ambiental, afectando tanto la calidad del agua como la salud de las especies que dependen de ella. Este tipo de contaminación se origina principalmente por el manejo inadecuado de desechos domésticos, comerciales y turísticos, así como por la ausencia de sistemas eficaces de recolección y disposición final. En el caso de la Laguna de Apastepeque, la presencia de residuos sólidos no solo deteriora el paisaje y la experiencia recreativa, sino que también altera los procesos ecológicos naturales, contribuyendo al avance de la degradación del ecosistema.

La acumulación de residuos sólidos en la Laguna de Apastepeque representa uno de los problemas más visibles y alarmantes de degradación ambiental en este ecosistema. Esta situación afecta grandemente en factores ecológicos, sanitarios y sociales.

Estudios de campo realizados por el MARN e ISTU han identificado una lista de contaminantes encontrados:

- Plásticos de un solo uso: bolsas, botellas, cubiertos, pajillas.
- Envases de comida y bebidas: latas, empaques de frituras, envases de poliestireno.
- Materiales de pesca: redes, anzuelos, boyas y sedal desechado.
- Desechos orgánicos: restos de comida, frutas, etc.
- Desechos sanitarios: pañales, toallas sanitarias, mascarillas.

3.5 Factores Causantes de Contaminación ^{10, 11}

Los residuos expuestos al sol y a la lluvia pueden filtrar compuestos tóxicos al agua (como metales pesados y micro plásticos), lo cual disminuye la calidad del agua y afecta la salud humana de las

comunidades aledañas que utilizan el agua de la laguna y negocios que utilizan el agua para sus actividades diarias, además de afectar la vida de las especies que habitan en la zona como mencionamos anteriormente.

Durante épocas de alta afluencia, como vacaciones de Semana Santa o fines de semana, el volumen de visitantes puede duplicarse. En estas fechas, los servicios de limpieza y control ambiental resultan insuficientes, lo cual genera una acumulación visible de residuos que no solo genera una contaminación visual si no que afecta grandemente en la calidad del agua.

Actividades turísticas sin control han contribuido con gran cantidad de basura en las orillas. Durante jornadas de limpieza, se lograron recolectar hasta 300 libras de desechos en apenas una hora. Esto evidencia no solo el volumen del problema, sino también la falta de infraestructura adecuada para su manejo.

En muchas zonas de acceso libre alrededor de la laguna no existen basureros suficientes, ni señalización ambiental, lo cual favorece el abandono de basura en cualquier lugar no solo de parte de las comunidades si no de empresas que no cumplen las disposiciones para tratar sus desechos.

Se observa un bajo nivel de conciencia ambiental entre visitantes y algunos habitantes locales ya sea por falta de información sobre cómo tratar la basura, quienes no siempre perciben la laguna como un ecosistema vulnerable, sino solo como un sitio de recreación o una forma más sencilla de tirar su basura.

3.6 Consecuencias ambientales de la contaminación ¹²

La contaminación en ecosistemas acuáticos genera una serie de impactos interrelacionados que afectan tanto el equilibrio ecológico como las actividades humanas que dependen de estos recursos. En el caso de los cuerpos de agua superficiales como la laguna de Apastepeque la acumulación de contaminantes tales como residuos sólidos, aguas residuales, nutrientes y sustancias química puede alterar significativamente la calidad del agua, la biodiversidad y la capacidad de autorregulación del ecosistema.

3.6.1 Impacto en la fauna ¹³

Los residuos plásticos representan una amenaza directa no solo para las comunidades locales sino también para para la fauna local dentro de las principales consecuencias tenemos que las aves

acuáticas pueden ingerir fragmentos plásticos, confundiéndolos con alimento, lo cual puede causar obstrucción intestinal o muerte, peces y reptiles pueden enredarse en hilos de pesca abandonados, lo cual puede generar lesiones o impedir su movimiento normal. Algunas especies como la tilapia gris y la mojarra negra pueden utilizar los residuos como refugio, alterando su comportamiento ecológico.

3.7 Riesgos y efectos para la salud pública ¹⁴

Aunque no existe un dato específico reciente, el vertido de aguas residuales no tratadas y restos sólidos sugiere la probable presencia de coliformes fecales y otros patógenos. En un caso similar, estudios en otras lagunas volcánicas de El Salvador han encontrado bacterias asociadas a riesgos de enfermedades, recordemos que muchas comunidades utilizan el agua de la laguna para sus actividades diarias o consumo lo cual puede producir enfermedades.

En 2012, la Autoridad Nacional de Salud descartó un brote de cólera en la laguna después de encontrar inicialmente una cepa de *Vibrio cholerae* que resultó no patógena. No se emitió alerta sanitaria permanente, pero el hecho muestra la vulnerabilidad de los cuerpos de agua ante inundaciones o contaminación.

Según el Informe Nacional del Estado del Medio Ambiente, las enfermedades diarreicas fueron históricamente una de las principales causas de morbilidad infantil en El Salvador, asociadas a la contaminación del agua. Aunque no vinculado directamente a Apastepeque, este contexto sugiere la necesidad de precaución por los crecientes niveles de contaminación que presenta la laguna, por lo cual resulta trascendental realizar monitoreos regulares de la calidad del agua de coliformes u otros indicadores.

3.8 Campañas de limpieza y estrategias preventivas ^{15,16,17,18}

En los últimos años, se han realizado actividades para combatir la contaminación de la laguna de Apastepeque uno de las más recientes ocurrió en diciembre de 2024 donde La Red de Mujeres de San Vicente, en colaboración con la Alcaldía de San Vicente Norte, FUNDE, Universidad de El Salvador (UES) y la Universidad Panamericana, coordinaron una limpieza en las orillas y dentro del espejo de agua. Participaron 100 voluntarios y recolectaron aproximadamente 300 libras de

basura solamente en una hora lo cual nos muestra los niveles de contaminación a los que está sometida la laguna.

En mayo de 2025, se realizó otra jornada similar que fue organizada con apoyo de la Universidad de El Salvador, Universidad Panamericana y la Fundación para el Desarrollo (FUNDE), con enfoque en la conciencia ambiental durante la campaña de la “Semana del Desarrollo Territorial”.

Se han dado también, convenios para la recolección de desechos sólidos, en agosto del año 2021 las alcaldías de Apastepeque y Santa Clara firmaron un convenio para organizar campañas de limpieza regulares y embellecer el entorno de la laguna a través de recolección de residuos sólidos. En octubre de 2017, se efectuó el llamado “limpiaton” donde participaron fuerzas armadas y organizaciones civiles y la ONG “Un Pulmón Más” se recolectaron alrededor de 2 toneladas de basura y además se sembraron árboles frutales como con el zapote, mamey y limón.

En mayo de 2024, la Dirección de Reconstrucción del Tejido Social, junto a comités juveniles, plantaron más de 250 árboles entre especies locales, como Cortez Negro y San Andrés, en un esfuerzo por regenerar la vegetación ribereña. En septiembre de 2024, también se realizó una campaña de reforestación como estrategia preventiva el comité de desarrollo turístico Santa Clara, en coordinación con la alcaldía y CORSATUR/MITUR, impulsó la siembra de 600 palmeras en las orillas, con la participación de estudiantes y habitantes. Las palmeras ayudan a frenar la erosión de las riberas y embellecer el entorno, fomentando la conciencia ambiental local.

Otra estrategia implementada, fue la donación realizada por la Universidad Panamericana para el manejo de la basura a través de una campaña titulada “Por una laguna más limpia”, coordinada con estudiantes de sociología general, quienes instalaron basureros metálicos cerca de las áreas de acceso, para incentivar la disposición responsable de residuos sólidos, siendo éstos una de las principales fuentes de contaminación.

CAPÍTULO IV

4.0 PRODUCTO FINAL

El producto final de este proyecto es un vídeo documental informativo y educativo en el que se muestra el estado actual del agua de la Laguna de Apastepeque, cuyo propósito fue evaluar los posibles riesgos en la biodiversidad presentes en el ecosistema, y hacer un llamado de conciencia a la población sobre la importancia de preservar la biodiversidad de la laguna para las generaciones actuales, así como las generaciones futuras.

Este está disponible en el siguiente enlace: [Una carrera contra el tiempo, Laguna de Apastepeque](#)

CAPÍTULO V

5.0 CONCLUSIONES

1. Dentro de la laguna de Apastepeque se han identificado diversas fuentes de contaminación, destacándose las descargas de aguas residuales domésticas sin tratamiento por parte de comunidades locales o comercios, la acumulación de desechos sólidos en las zonas periurbanas por parte de turistas y el arrastre de residuos provenientes de actividades agrícolas, aunque esta última en menor medida. Estos factores han acelerado el proceso de degradación del espejo de agua, incrementando la presencia de materia orgánica y nutrientes que alteran el equilibrio natural del ecosistema.
2. Los resultados del análisis de los parámetros fisicoquímicos observables indican signos de eutrofización en la laguna de Apastepeque. Se evidencian alteraciones en el olor, color y turbidez del agua, que reflejan la acumulación de nutrientes y la proliferación de materia orgánica. Estas condiciones muestran un deterioro ambiental progresivo que puede afectar la estabilidad del ecosistema y resalta la necesidad de implementar medidas de conservación, si no se controla la entrada de contaminantes y se fortalecen las acciones de manejo ambiental, estos procesos podrían intensificarse, comprometiendo la biodiversidad y la calidad del agua para las comunidades locales y su uso para actividades recreativas.
3. El deterioro de la calidad del agua ha tenido un impacto negativo en la biodiversidad acuática y terrestre de la laguna de Apastepeque. Se ha observado una disminución de las especies presentes, especialmente de aquellas más sensibles a las condiciones ambientales alteradas, lo que evidencia que la contaminación está afectando directamente el equilibrio del ecosistema y la salud de los organismos que dependen del agua.
4. A partir de los hallazgos de la investigación, se propone la implementación de estrategias sostenibles de manejo y conservación que incluyan el control de descargas residuales, programas de educación ambiental, fortalecimiento de la normativa local, monitoreo continuo de parámetros fisicoquímicos y el establecimiento de zonas de protección ecológica. Las acciones conjuntas con las comunidades, municipalidad y organizaciones ambientales resultan indispensables para la recuperación y preservación de cara al futuro para la laguna de Apastepeque.

CAPÍTULO VI

6.0 RECOMENDACIONES

1. A las autoridades municipales y comunidades locales se recomienda, implementar plantas de tratamiento comunitarias para las aguas residuales domésticas de las viviendas cercanas que carecen de sistemas de saneamiento, con el objetivo de disminuir la contaminación de la laguna. Esto permitirá proteger la salud de las comunidades, preservar la biodiversidad acuática y mantener la calidad del agua.
2. A las alcaldías y responsables de gestión de residuos se recomienda, ampliar la cantidad de basureros en toda el área de influencia de la laguna y colocar estaciones de separación de desechos (orgánicos, plásticos y vidrio), así como garantizar la recolección frecuente de la basura. Estas medidas contribuirán a reducir la acumulación de residuos sólidos en el ecosistema, evitar la contaminación del agua y promover hábitos de manejo adecuado de desechos entre los visitantes y la población local.
3. A los organismos reguladores, se recomienda establecer controles estrictos para restaurantes y comercios que operan cerca de la laguna, garantizando que gestionen correctamente sus desechos y cumplan con las normativas ambientales. Esto permitirá prevenir la contaminación, proteger la calidad del agua y reducir los riesgos para la fauna y las comunidades locales.
4. A las instituciones educativas y responsables de programas ambientales, se recomienda realizar campañas permanentes de educación y sensibilización ambiental en escuelas y centros educativos, asegurando que las generaciones futuras desarrollen conciencia ecológica y hábitos responsables para proteger la laguna. Estas campañas deben incluir tanto a las comunidades locales como a turistas nacionales e internacionales, promoviendo lemas como “Si traes basura, regrésala contigo” como se practica en el parque recreativo de la laguna.
5. A las universidades y organizaciones civiles, se recomienda promover el voluntariado estudiantil mediante convenios que incluyan jornadas ambientales en los programas de proyección social. Esto permitirá aumentar la frecuencia de las campañas de limpieza, fortalecer la participación ciudadana y contribuir al mantenimiento del ecosistema de la Laguna de Apastepeque.
6. A los responsables de turismo y guías locales, se recomienda mantener señalización clara y atractiva sobre la importancia de cuidar la laguna, complementada con talleres de

capacitación para guías turísticos, con el fin de promover un turismo responsable y sensibilizar a visitantes sobre la preservación del ecosistema.

7. A las instituciones ambientales y comunidades locales, se recomienda promover la reforestación con especies nativas acuáticas y ribereñas que ayuden a filtrar contaminantes y prevenir la erosión de las orillas, dado que estas acciones han demostrado ser efectivas en la recuperación del ecosistema en años anteriores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Wetzel RG. *Limnology: Lake and River Ecosystems*. 3rd ed. San Diego: Academic Press; 2001.
2. García Novo F, Marín Cabrera C. *Humedales y lagunas: Ecología, conservación y restauración*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente; 2006.
3. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales MARN. *Atlas de los recursos hídricos de El Salvador*. San Salvador: Gobierno de El Salvador; 2020 Disponible en: <https://www.marn.gob.sv/media/%E2%80%A6/atlas-recursos-hidricos-2020.pdf>
4. Martínez R. *Geología de los cuerpos lacustres en El Salvador*. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática; 2002.
5. Servicio Nacional de Estudios Territoriales SNET. *Inventario de humedales de El Salvador*, San Salvador: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales; 2006 Disponible en: <https://rcc.marn.gob.sv/handle/123456789/248>
6. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales MARN. *Monitoreo de calidad de agua superficial en lagunas cratélicas de El Salvador*. San Salvador: Dirección General del Agua; 2018.
7. FUNDAUNGO. *Impactos ambientales de cuerpos de agua cerrados en El Salvador*. San Salvador: FUNDAUNGO; 2020.
8. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales MARN. *Informe nacional sobre cuerpos de agua dulce con fines recreativos*. San Salvador: MARN; 2022.
9. Instituto Salvadoreño de Turismo ISTU. *Evaluación del impacto turístico en cuerpos naturales de recreación*. San Salvador: ISTU; 2020.
10. Aguilar R. *Diagnóstico de fauna acuática en lagunas cratélicas de El Salvador*. San Salvador: Fundación PRISMA; 2017.
11. FUNDAUNGO. *Percepción ciudadana sobre el manejo ambiental en zonas turísticas de El Salvador*. San Salvador: FUNDAUNGO; 2021.
12. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales MARN. *Informe de carga contaminante en cuerpos de agua de uso turístico*. San Salvador: Dirección de Evaluación Ambiental; 2022.
13. Gall SC, Thompson RC. The impact of debris on marine life. *Mar Pollut Bull* . 2015;92(1–2):170–9. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.12.041>

14. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales MARN. *Informe nacional del estado del medio ambiente de El Salvador*. San Salvador: Gobierno de El Salvador; 2018. Disponible en: <https://rcc.marn.gob.sv/handle/123456789/%E2%80%8BXXX>
15. El Periodista. *Red de Mujeres de San Vicente lidera jornada de limpieza en Laguna Apastepeque*. San Salvador: El Periodista; 2024 Dic 21 Disponible en: <https://www.elperiodista.com.sv/2024/12/21/realizan-amplia-jornada-de-limpieza-en-laguna-apastepeque-en-san-vicente/>
16. Diario El Mundo. *Militares colaboran en limpieza de Laguna de Apastepeque*. San Salvador: DEM; 2017 Oct 18].Disponible en: <https://diario.elmundo.sv/Nacionales/militares-colaboran-en-limpieza-de-laguna-de-apastepeque>
17. Diario El Salvador. *Siembran palmeras en la Laguna de Apastepeque de San Vicente Norte* [Internet]. San Salvador: Diario El Salvador; 2024 Sep 28 .Disponible en: <https://diarioelsalvador.com/siembran-palmeras-en-la-laguna-de-apastepeque-de-san-vicente-norte/560545/>
18. Política Estéreo. *Laguna de Apastepeque es reforestada por el Gobierno y comités juveniles*. San Salvador: Política Estéreo; 2024 May 29. Disponible en: <https://politicastereo.org/laguna-de-apastepeque-es-reforestada-por-el-gobierno-y-comites-juveniles/>

ANEXOS

ANEXO N°1 FOTOGRAFÍAS



Figura N°1. Muelle del turicentro de la Laguna de Apastepeque. Fuente: Elaboración propia



Figura N°2. Comercios en los alrededores de la Laguna. Fuente: Elaboración propia



Figura N°3. Alrededores de la laguna y fauna local. Fuente: Elaboración propia