

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA



LAGUNA DE CHANMICO: RIQUEZA ACUÁTICA Y RESERVA DE VIDA SILVESTRE
EN EL CORAZÓN DE EL SALVADOR

TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD CURSO DE ESPECIALIZACIÓN

PRESENTADO POR
KATHERINE LOURDES AVILÉS FELIZZARI
STEPHANIE GUADALUPE DEL VALLE VEGA

PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADA EN QUÍMICA Y FARMACIA

ENERO 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

M^sD. NANCY ZULEYMA GONZÁLEZ SOSA

SECRETARÍA

LICDA. EUGENIA SORTO LEMUS

DIRECCIÓN GENERAL DE PROCESOS DE GRADO

DIRECTORA GENERAL (AD-HONOREM)

M.Sc. KATIA LISSETTE MARTÍNEZ DE PALACIOS

TRIBUNAL EVALUADOR

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

MAESTRA MARÍA DEL CARMEN POLÍO MARTÍNEZ

ASESOR DE ÁREA DE MICROBIOLOGÍA

MAESTRO GUILLERMO EMILIO ALVARENGA MARROQUÍN

TUTORA

LICENCIADA KATIA EUNICE LEYTON BARRIENTOS

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos, primeramente, a la Facultad de Química y Farmacia y a todos los docentes a lo largo de nuestra carrera universitaria por todo el conocimiento transmitido.

A nuestra tutora de trabajo de grado Licda. Katia Eunice Leyton Barrientos, por su orientación en el proyecto, su conocimiento y apoyo hasta la finalización de este trabajo.

Agradecemos profundamente al tribunal evaluador, M.Sc. María del Carmen Polío Martínez y M.Sc. Guillermo Emilio Alvarenga Marroquín, por sus valiosas observaciones y sugerencias, las cuales han sido fundamentales para alcanzar un trabajo de alta calidad.

Agradecimientos especiales a MVZ. Isabel Contreras Mata, Directora General de Ecosistemas y Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por los permisos otorgados para llevar a cabo la recopilación de información, entrevistas y grabaciones en el Área Natural Protegida.

Agradecemos también, a la Coordinadora General por parte del MARN, Licda. Norma Cecilia Cerón Rauda, por su total colaboración y constante comunicación, facilitándonos de esta manera que este proyecto se llevara a cabo.

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a Sandra Elizabeth Carpio, Eduardo Eliseo Cabrera, Miriam Estela Castaneda, Santos Esteban Martínez, José Antonio Velásquez, José Agüedo Quinteros, Rodrigo Edgardo Sánchez, Oscar Mauricio Flores y Gabino Eliseo Arévalo, quienes forman parte del equipo de guardarecursos del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), por su invaluable trabajo en la defensa diaria de nuestras áreas naturales protegidas. Su dedicación y esfuerzo han sido fundamentales para mantener la Laguna de Chanmico como un verdadero santuario para la vida silvestre. Gracias a su labor incansable, este hermoso ecosistema sigue siendo un refugio seguro para numerosas especies, permitiendo que la naturaleza florezca y que las futuras generaciones puedan disfrutar de su riqueza y belleza. ¡Gracias por su compromiso y amor a nuestro medio ambiente!

Katherine y Stephanie

DEDICATORIA

Llena de mucha alegría y con mucho amor, dedico este proyecto a mis seres queridos y amigos quienes con su apoyo han sido un pilar fundamental para concluir de forma satisfactoria esta etapa de mi vida.

A mi difunta abuela Eva, por cuidarme de la manera más amorosa y paciente que existe, hasta sus últimos días en el mundo terrenal.

A mi madre Blanca, por el apoyo incondicional y económico que me brindó a lo largo de toda mi formación académica.

A mi padre José, por brindarme sus conocimientos, su cariño, su tiempo y ayuda a lo largo de los años.

A mi hermana Marisol, por inculcarme sus valores, por enseñarme que con esfuerzo todo se puede lograr y por impulsarme desde niña a ser mejor cada día.

A mi hermano Vladikin y mi hermana Zuleyma, por el apoyo moral y económico brindado, mis mayores agradecimientos a la distancia.

Finalmente, a las personas que en algún momento formaron parte de mi vida y a las que actualmente están en ella, porque cada una aportó y aporta de formas diferentes a que en el presente este concluyendo este proyecto.

Katherine Lourdes Avilés Felizzari

DEDICATORIA

Quiero dedicar este proyecto primeramente a mis padres, por apoyarme en mi elección de carrera universitaria, porque me han alentado a seguir adelante en este camino, a pesar de las dificultades que conlleva esta carrera y me han brindado siempre los recursos para completar esta etapa.

A mi abuela Angélica, por cuidarme y darme todo su amor desde pequeña.

A mis padrinos y tío Mario, que me han apoyado económicamente y me han brindado su amor y cariño incondicional a pesar de la distancia, por ser un pilar fundamental en mi vida y ser otros padres para mí.

A mi novio Tito, por apoyarme y alentarme a no rendirme, y dar siempre lo mejor de mí en esta etapa de mi vida, por estar presente cuando lo he necesitado sin importar el día o la hora, por el amor que me demuestra día a día.

Agradezco a todos los profesores con la dedicación y amor a enseñar; especialmente a Dra. Tania Cuadra y MSc. Jessica Burgos, por todos los conocimientos que me brindaron y que serán de provecho para toda mi vida profesional y personal.

Finalmente, a mi compañera, amiga y colega Lourdes Felizzari, porque ha sido parte de mi vida en esta carrera; por su apoyo y amistad gracias a ella el camino ha sido más fácil teniendo su comprensión y paciencia.

Stephanie Guadalupe Del Valle Vega

ÍNDICE GENERAL

	Pág. N°
RESUMEN	
CAPÍTULO I	
1.0 INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO II	
2.0 OBJETIVOS	14
CAPÍTULO III	
3.0 MARCO TEÓRICO	16
3.1 Importancia de los humedales	16
3.1.1 Importancia de los humedales en El Salvador	17
3.1.2 Área de conservación El Playón	18
3.1.2.1 Complejo El Playón	19
3.2 Laguna de Chanmico	19
3.2.1 Historia de la Laguna de Chanmico	20
3.2.2 Biodiversidad de la Laguna	20
3.2.3 Geoquímica de la Laguna	22
3.2.4 Usos del agua de la Laguna de Chanmico y su impacto	22
3.2.5 Planes o Programas de Mitigación y Restauración	24
CAPÍTULO IV	
4.0 PRODUCTO FINAL	26
CAPÍTULO V	
5.0 CONCLUSIONES	28
CAPÍTULO VI	
6.0 RECOMENDACIONES	30
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°		Pág. N°
1	Aves características de la región	21
2	Réptiles características de la región	21
3	Mamíferos características de la región	21

RESUMEN

La degradación de los recursos hídricos, causada por el uso indiscriminado y sobreexplotación, ha afectado considerablemente la disponibilidad de agua limpia, pese a los esfuerzos que se realizan para conservarlos.

En El Salvador, muchas comunidades rurales carecen de acceso a agua potable, obligándose a depender de fuentes naturales, como la Laguna de Chanmico, ubicada en el distrito de San Juan Opico, departamento de La Libertad. Este valioso ecosistema, declarado Área Natural Protegida en 2007, juega un papel crucial en la conservación de la biodiversidad local. Sin embargo, enfrenta graves amenazas debido a la contaminación y al uso inadecuado de sus recursos.

El propósito de esta investigación fue evaluar integralmente la sostenibilidad del ecosistema de la Laguna de Chanmico. A través de un enfoque detallado, se documentaron sus condiciones fisicoquímicas, se describió su biodiversidad, se identificaron fuentes de contaminación y se evaluó el impacto ambiental. La Laguna de Chanmico, con su interacción geoquímica única, es un ecosistema singular, pero también vulnerable, que requiere medidas inmediatas de mitigación y restauración para garantizar su sostenibilidad a largo plazo.

La laguna presenta áreas críticas que necesitan intervención para lograr conservar y proteger el ecosistema. La calidad del agua fue identificada como un factor crucial, ya que, aunque los parámetros fisicoquímicos y biológicos son aceptables, a partir de un estudio realizado en 2019 por la Universidad de Florencia Italia, la contaminación por actividades humanas representa una amenaza significativa. La dependencia de la comunidad local y la baja concienciación ambiental exacerbaban el deterioro del ecosistema.

Para asegurar su preservación, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) debe fortalecer sus esfuerzos mediante la actualización del Plan de Manejo, la implementación de programas educativos integrales, y la promoción de la participación comunitaria y juvenil en actividades de conservación. Además, es esencial mejorar el equipamiento de los guardarecursos e implementar medidas efectivas, de mitigación y preservación ambiental, incentivando la colaboración activa de la comunidad y los visitantes en la conservación del ecosistema.

CAPÍTULO I

1.0 INTRODUCCIÓN

La sobreexplotación del agua, esencial para la vida y con solo una fracción mínima apta para el consumo humano, ha llevado a la promulgación de leyes y programas globales para su protección. Sin embargo, la disponibilidad de agua limpia sigue disminuyendo mientras las demandas aumentan, a pesar de los esfuerzos realizados.

En El Salvador, la población lucha por acceder a agua de calidad, y muchas comunidades vulnerables aún carecen de este recurso vital. Aunque existen organismos dedicados al tratamiento y distribución de agua potable, la escasez persiste. Viéndose obligados, a recurrir a fuentes naturales para satisfacer necesidades básicas.

La Laguna de Chanmico, está ubicada en San Juan Opico, La Libertad Centro, departamento de La Libertad, en el cráter de un volcán inactivo en El Salvador. Ésta representa un invaluable tesoro ecológico, geológico e histórico. Su declaración como Área Natural Protegida en 2007 subraya la importancia de conservar este ecosistema único, vital para la recarga hídrica y la biodiversidad local. Este ecosistema estratégico para la región enfrenta una serie de presiones antropogénicas que ponen en riesgo su integridad ecológica. La descarga de efluentes industriales y urbanos, junto con las prácticas agrícolas inadecuadas y los residuos sólidos, generan una amenaza sobre la calidad del agua y la pérdida de hábitats. Esto subraya la necesidad en la implementación de planes de manejo y legislación efectiva para preservar este valioso ecosistema; como la promoción de prácticas agrícolas sostenibles y la vigilancia de los indicadores de la calidad ambiental.

Desde un punto de vista geoquímico, la laguna presenta una dinámica interna interesante, con una termoclina que separa capas de agua a diferentes temperaturas, conductividad y pH, debido a la interacción con gases volcánicos disueltos y procesos microbianos. Estos factores crean un entorno único que favorece la metanogénesis bacteriana y abiótica, contribuyendo a la singular composición química del agua. La geoquímica única de la laguna, resultado de la interacción de sus aguas con las rocas volcánicas circundantes, ha esculpido un nicho ecológico único. Esta interacción desencadena una serie de procesos geológicos que liberan nutrientes vitales para el ecosistema acuático, fundamentales para el crecimiento de productores primarios como algas y plantas acuáticas. A su vez, esta abundancia de vida vegetal sustenta una amplia gama de invertebrados y peces, creando así un ecosistema lacustre altamente productivo.

Con el objetivo de preservar la Laguna de Chanmico, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) ha implementado un enfoque integral que combina la participación ciudadana, a través de campañas de concientización y acciones directas como la

limpieza y reforestación, con las labores de vigilancia y protección llevadas a cabo por su equipo de guarda recursos. Estas acciones conjuntas buscan asegurar la conservación a largo plazo de este valioso ecosistema.

Una investigación exhaustiva, realizada entre marzo y julio de 2024, tuvo como objetivo profundizar en las características y desafíos de la laguna, así como en su impacto en la comunidad de San Juan Opico. Los resultados de esta investigación, recopilados a través de datos y entrevistas, sirvieron como base para la producción de un documental cuyo propósito principal es sensibilizar sobre la necesidad de proteger este ecosistema y proponer estrategias de conservación que garanticen su sostenibilidad a largo plazo, beneficiando tanto a la población local como a la rica biodiversidad que alberga, destacando la singular flora y fauna que habita en sus aguas y alrededores.

CAPÍTULO II

2.0 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL:

Evaluar integralmente la sostenibilidad del ecosistema de la Laguna de Chanmico, mediante un estudio multidisciplinario.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

2.2.1 Describir la biodiversidad presente en la Laguna de Chanmico.

2.2.2 Identificar las principales fuentes de contaminación que afectan el ecosistema de la Laguna.

2.2.3 Presentar el impacto ambiental de la contaminación en la Laguna.

2.2.4 Establecer medidas de mitigación y restauración.

CAPÍTULO III

3.0 MARCO TEÓRICO

3.1 Importancia de los humedales

Los humedales se definen, según la Convención de Ramsar, como ecosistemas tanto naturales como artificiales que se caracterizan por estar permanente o temporalmente inundados ya sea por aguas dulces, estuarinas (salobres) o salinas, las cuales pueden estar estancadas o corrientes e incluyen las regiones ribereñas, costeras y marinas que no excedan los 6 metros de profundidad con respecto al nivel medio de las mareas bajas¹.

Los humedales son uno de los sistemas más productivos, beneficiosos e importantes para el mantenimiento de la vida en el planeta y son el único grupo de ecosistemas para los que se ha creado una convención internacional destinada únicamente a promover su conservación, la llamada “Convención sobre los humedales establecida en la localidad de Ramsar”. Es un tratado intergubernamental que ofrece el marco para la conservación y uso racional de los humedales y sus recursos, en el cual los países parte contraen compromisos para conservar las características ecológicas y procurar el desarrollo sostenible de sus humedales de Importancia internacional. Su importancia radica en que los aportes de estos consisten en una gran variedad de bienes y servicios para la sociedad, son proveedores de agua para uso doméstico, agrícola e industrial, siendo quizás esté el mayor y más directo beneficio que brindan a la sociedad humana¹, y el mantenimiento de bienes y servicios ambientales más necesarios para la supervivencia y el desarrollo sostenible de las personas².

La naturaleza también se beneficia, a través de sus usos y funciones a la flora y fauna silvestre y el mantenimiento de sistemas y procesos naturales, se ha determinado que juegan un papel muy importante como hábitats únicos que albergan una amplia variedad de fauna y flora silvestres (algunas en peligro de extinción), incluyendo aves migratorias y como centros de reproducción de una gran cantidad de especies de peces y crustáceos, muchos de ellos de importancia comercial¹. En el continente americano, cerca del 50% de las especies enlistadas como amenazadas y en peligro dependen para su ciclo de vida (o al menos una parte de este), de algún tipo de humedal. Por otro lado, la gran cantidad de materia orgánica que reciben de otros sistemas terrestres y acuáticos, además de la que se genera dentro de ellos mismos (principalmente de los procesos de descomposición de materia vegetal), les confiere una gran fertilidad que sostiene una enorme cantidad y diversidad de comunidades animales y vegetales, que muchas veces se traduce en una elevada producción pesquera¹. También sirven de protección contra fenómenos naturales y son estabilizadores de microclimas. Por sus características ecológicas, actualmente los humedales se consideran vertederos y transformadores de múltiples materiales biológicos, químicos y genéticos.

Se les considera también como trampas de carbono por acumular una gran cantidad de materia orgánica que, bajo ciertas condiciones como acidez, falta de oxígeno y nutrientes o bajas temperaturas, solo se descompone parcialmente y se acumula en el suelo. De esta forma una importante cantidad de carbono se encuentra retenida en los humedales, lo que tiene un efecto importante en relación con el calentamiento global¹. A pesar de exponer la importancia de los humedales siendo indispensables por los innumerables beneficios o “servicios ecosistémicos” que brindan a la humanidad, un estudio tras otro demuestra que la superficie y la calidad de los humedales siguen disminuyendo en la mayoría de las regiones del mundo y en consecuencia los servicios de los ecosistemas que los humedales proporcionan a las personas se encuentran en peligro³.

En 1990 las Partes Contratantes del tratado Ramsar adoptaron *las Directrices para la aplicación del concepto de uso racional*, que hicieron hincapié en la importancia de:

- Adoptar políticas nacionales de humedales, bien de forma independiente o bien como componentes de otras iniciativas más amplias como planes de acción nacionales para el medio ambiente.
- Elaborar programas que comprendan el inventario, monitoreo, investigación, formación, educación y concienciación del público en relación con los humedales.
- Elaborar planes integrados de manejo en sitios de humedales ⁴.

3.1.1 Importancia de los humedales en El Salvador

El Salvador destaca en Centroamérica por ser el país de menor extensión (21.041 Km²), el único que sólo tiene costa en el océano Pacífico y por tener la mayor densidad de población humana del continente americano (301 hab/Km²). Estos factores ecológicos y sociales, junto con el hecho de que fuera el último país de Centroamérica que firmó el Convenio de Ramsar, hacen que, demasiado a menudo, se situó a El Salvador en un lugar secundario, sino marginal, en el ámbito de la conservación y gestión de los humedales. Sin embargo, esta visión no está plenamente justificada. El Salvador cuenta con un conjunto de humedales de pequeño tamaño denominados “humedales de la gran depresión central”, los cuales se les considera de importancia generalmente local con baja relevancia nacional, ya que suelen presentar baja diversidad de hábitats en su interior y, en consecuencia, una menor riqueza biológica y menor suministro de servicios y bienes ambientales. Sin embargo, aparecen algunas excepciones; de los cuales se deben destacar los embalses de Cerrón Grande y del 15 de septiembre por su tamaño y conexión a través del río Lempa. En el país los humedales de la gran depresión central prestan servicios esenciales para la naturaleza y las personas, son responsables de la depuración de aguas proporcionando agua para consumo,

almacenan carbono y otras funciones críticas para lograr un desarrollo sostenible, además de controlar las inundaciones. Y se les considera el lugar de descanso de aves, tanto residentes como migratorias, además de ser el hogar de diversidad de especies en peligro de extinción. Proveen de bienes de los cuales se debe destacar la producción pesquera y fuente de vegetación alimenticia.

El Salvador se convierte en un país integrante de la Convención el 22 de mayo de 1999, y de un total de 59 humedales relevantes identificados en el país, se han declarado 7 sitios RAMSAR. Además de los humedales RAMSAR, existen otros humedales que están categorizados como “Áreas Naturales Protegidas” (ANP), ya que son ecosistemas de suma importancia por los beneficios que proporcionan a la población.

Según el Plan Nacional de Gestión Integrada del Recurso Hídrico de El Salvador con énfasis en Zonas Prioritarias del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), para optimizar su eficiencia administrativa y conectividad ecológica, el MARN propuso 15 “Áreas de Conservación” (AC), que reúnen las ANP en unidades ecológicas y administrativas. Estas áreas de conservación fueron seleccionadas para la propuesta de corredor biológico en el 2003, debido a que se encuentran muy interrelacionadas con ecosistemas naturales similares.

Por tanto, se consideran Áreas de Conservación a las agrupaciones de áreas naturales protegidas y los territorios que les sirven de nexo. Estos espacios mantienen una relación directa entre ellos, llegando a constituir un sistema independiente e integral desde el punto de vista cultural, geográfico, hidrológico y ecológico. Son auténticas unidades funcionales dentro del sistema que requieren de una gestión coordinada; aunque ello no quiere decir que sean sistemas cerrados, sino que también se relacionan con las demás unidades⁵.

3.1.2 Área de Conservación El Playón

El área de conservación El Playón está constituido por las siguientes ANP: Complejo El Playón (Los Abriles, La Catorce, Colombia, La Argentina, La Isla, Chanmico, San Lorenzo y San Andrés), Complejo El Volcán (El Picacho, El Jabalí, Las Granadillas, Santa María, El Mirador y Las Mercedes), Complejo El Espino (Bosque Los Pericos) y se encuentra en el centro del país y pertenece a la Cadena Volcánica Reciente, con el eje central en el Volcán de San Salvador y una serie de cráteres y conos adventicios. Presenta vegetación sobre lava volcánica y plantaciones de café de sombra como agroecosistema. Los principales ecosistemas son el bosque de pino, bosque mediano perennifolio, bosque subcaducifolio, bosque caducifolio, vegetación primaria sobre lava volcánica ⁵.

3.1.2.1 Complejo el Playón

Este Complejo es una zona de recarga hídrica de importancia nacional. Está ubicado en el departamento de La Libertad, entre los distritos de Quezaltepeque y San Juan Opico. Tiene una extensión de 1592.85 hectáreas, con una altitud que va de 450 a 1,330 metros sobre el nivel del mar, su principal función es la captación y recarga hídrica. El Complejo está conformado por 8 áreas naturales protegidas: Los Abriles, La Catorce, Colombia, La Argentina, La Isla, Chanmico, San Lorenzo y San Andrés⁵. Del cual cabe destacar la Laguna de Chanmico perteneciente a este complejo de conservación área natural protegida.

3.2 Laguna de Chanmico⁶

Ubicada al Noroeste del Volcán de San Salvador en el cantón Chanmico, Distrito de San Juan Opico, Departamento de la Libertad, conocida también por “lugar de muertos”. Por su ubicación geográfica la Laguna se encuentra dentro de la zona de Vida Bosque Húmedo Sub Tropical, y forma parte del área natural protegida Complejo El Playón, que abarca parte del territorio de los distritos de San Juan Opico y Quezaltepeque, la cuenca de la laguna posee un área de aproximadamente 0.775 km², con una profundidad que va de los 25 a los 47 metros y llegando a una profundidad máxima de 60 metros, dato que puede variar dependiendo del clima del área, y se encuentra a una altitud de 490 metros sobre el nivel del mar. Sus coordenadas geográficas son 13°46' 58.5" LN y 89°21' 27.6" LO.



Figura 1. Ubicación Laguna de Chanmico

La laguna de Chanmico es de origen volcánico, y ocupa un cráter de explosión, con aguas sulfurosas rodeada de bosques secundarios y cafetales. Pertenece a la unidad morfoestructural de una cadena volcánica reciente, es decir al Volcán de San Salvador y a la unidad de paisaje colada volcánica de El Playón. (Perla, Juan Francisco Y Otro. Estudio preliminar del estado actual de la fauna vertebrada en el bosque secundario que rodea la Laguna de Chanmico, Complejo El Playón) y es considerada como de clasificación O - lagos permanentes de agua dulce, por los tipos de hábitats de Ramsar.

Los tributarios que desembocan en el perímetro de la laguna es un conjunto de quebradas. La temperatura promedio del agua es de 25°C y el pH del agua es de 8.0.

Según el reporte climatológico del 2003, el SNET reporta los valores de promedio anual de los siguientes parámetros: precipitación pluvial de 156.22 mm, humedad relativa de 78.91% y temperatura ambiental de 28.94°C. Los vientos predominantes van hacia el Norte, con una velocidad de 8 km/h.

3.2.1 Historia de la Laguna de Chanmico⁷.

La historia local relata que fue un cementerio en tiempos precolombinos antes de convertirse en laguna, por lo cual la llamaron Chanmico que significa “lugar de muertos” en lengua náhuatl, posteriormente se formó la laguna en el cráter del volcán, por lo que sus aguas son azufradas y color verdosas.

Según el Informe sobre identificación de los estratos, rocas y eventos geológicos de la Laguna de Chanmico del año 2021, realizado por estudiantes de Geofísica de la Universidad Nacional de El Salvador, a la Laguna de Chanmico se le conoce como cráter volcánico monogenético, con 4,000 años de edad aproximadamente.

La zona de la laguna es un lugar de suma importancia, fue declarada como Área Natural Protegida en 2007 y forma parte de la Unidad de Conservación El Playón, conocida como Área Natural Protegida Complejo El Playón.

3.2.2 Biodiversidad de la Laguna de Chanmico⁵.

La Laguna de Chanmico es una reserva natural de vida silvestre, que brinda más que belleza escénica; brinda servicios como la recarga de acuíferos, almacenamiento y filtración natural de agua, producción pesquera local además de ser el hogar de una amplia variedad de fauna y flora.

Este reservorio de vida cuenta con especies de flora típicas las cuales han sido fuertemente alteradas en esta área, como consecuencia del crecimiento demográfico, desarrollo urbano y la guerra civil, pero aún pueden observarse especies que caracterizan esta zona de vida, tales como:

“maquilishuat” (*Tabebuia rosea*), “conacaste” (*Enterolobium cyclocarpum*), “ceiba” (*Ceiba pentandra*), “jiote” (*Bursera simaruba*), “almendro de río” (*Andira inermis*), entre otros; además, El Cátalo de Áreas Naturales, describe vegetación sobre colada volcánica y plantaciones de café de sombra como agroecosistemas, este último favorece la conectividad entre las Áreas Naturales Protegidas que integran el Complejo Volcán de Salvador y Complejo El Playón.

En este humedal se presentan las especies de fauna típicas de acuerdo al Plan de Manejo Joya de Cerén destaca especies características de la región:

Tabla 1. Aves características de la región

Especie	Nombre científico
Guacalchia	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>
Chio	<i>Pitangus sulphuratus</i>
Chonte	<i>Turdus grayi</i>
Dichosofui	<i>Altator coerulescens</i>
Catalnica	<i>Brotogeris jugularis</i>
Talapo	<i>Momotus momota</i>
Chiltota	<i>Icterus pectoralis</i>
Gavilan gris	<i>Buteo nitidus</i>
Torogoz	<i>Eumomota superciliosa</i>
Urraca	<i>Calocitta Formosa</i>

Tabla 2. Reptiles características de la región

Especie	Nombre científico
El coral	<i>Micrurus fulvius</i>
Iguana	<i>Iguana iguana</i>
Garrobo	<i>Ctenosaura similis</i>
Mazacuata	<i>Boa constrictor</i>

Tabla 3. Mamíferos característicos de la región

Especie	Nombre científico
Armadillo	<i>Dasyus novemcinctus</i>
Mapache	<i>Procyon lotor</i>
Gato zonto	<i>Puma yagouaroundi</i>
Tacuazin blanco	<i>Didelphis virginiana</i>
Zorrillo comun	<i>Spilogale putorius</i>

Así mismo, se han reportado 4 especies de peces

Poecilia sphenops, *Poeciliopsis gracilis*, *Cichlasoma nigrofasciatum*, *C. managuense*.

3.2.3 Geoquímica de la Laguna de Chanmico

La Laguna de Chanmico se encuentra asociada con el volcán de San Salvador, considerándose de origen volcánico y mostrando una diversidad de gases disueltos en la composición de su agua. Se ha demostrado por medio de estudios geoquímicos realizados (2019) una termoclina a 5–15 m de profundidad, respectivamente, separando las aguas relativamente cálidas y poco profundas, donde la temperatura osciló entre 29 °C. y 25 °C. En las termoclinas, se produjeron ligeros aumentos de conductividad (de 1550 a 1600 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y disminuciones del pH (de 8.6 a 7.6).

La estratificación relativamente estable de las aguas del lago favorece el desarrollo del hipolimnion anóxico, caracterizado por la presencia de CO_2 , aunque en cantidades menores con respecto a otros lagos volcánicos meromícticos y CH_4 , cuyas concentraciones en la Laguna de Chanmico son hasta dos órdenes de magnitud mayores que otros lagos o lagunas de la zona (como Lago de Ilopango y Coatepeque), lo que sugiere metanogénesis bacteriana. Sin embargo, también se podrían producir cantidades sustanciales de CH_4 mediante metanación abiótica catalizada a bajas temperaturas, un proceso que se sabe que ocurre en rocas ultramáficas serpentinizadas que probablemente causó la peculiar química del agua del lago. Por lo que se presume se originan a través de procesos de interacción con rocas máficas/ultramáficas afectadas por la serpentización, hasta donde sabemos, tales composiciones químicas son bastante únicas para los mantos acuíferos de origen volcánico alojados en sistemas volcánicos inactivos.

3.2.4 Usos del agua de la Laguna de Chanmico y su impacto

El agua proveniente de la Laguna presenta diferentes usos como: domésticos (lavado de ropa, aseo y ornato), recreativo (se estima que en épocas de vacaciones llegan aproximadamente de 200 a 300 personas, por lo que el número de visitantes por año es de aproximadamente 3,000), ganadero, industrial (se registra extracción del agua de la Laguna para el ingenio de Chanmico en temporada de zafra), pero su principal uso es agrícola y pesquero empleando la pesca artesanal⁶.

Debido que hasta la fecha no se cuentan con estudios realizados por el MARN sobre la calidad del agua de la laguna de Chanmico, ni se cuenta con una normativa que regule esta clasificación de aguas, se adopta la Norma Ambiental de Calidad de Aguas Superficiales y Costeras de República Dominicana, en la cual es posible la clasificación de los cuerpos hídricos de aguas superficiales, para el caso de la Laguna de Chanmico, se ubica dentro de la Clase A, es decir, “aguas destinadas al abastecimiento público de agua potable sin necesidad de tratamiento previo, excepto simple desinfección. Aguas destinadas para el riego de vegetales de consumo crudo, para usos de recreo con contacto directo (ej. Natación). Aguas destinadas a la preservación de la fauna y la flora.”

Normativa con la cual es posible trazar una línea base de referencia para los datos obtenidos en un estudio de la calidad de agua realizado por la Universidad de Florencia Italia a través de la publicación de su investigación basada en el estudio de la geoquímica de agua y gases disueltos del lago de Coatepeque, lago de Ilopango y lagos volcánicos de Chanmico (El Salvador, Centroamérica) en la revista de vulcanología e investigación geotérmica, disponible en línea desde el 22 de abril de 2019, donde se detallan los parámetros de la calidad del agua estudiados y los resultados obtenidos, por ello, es posible concluir que dichos parámetros cumplen con esta Norma. Por lo tanto, la calidad de agua de la Laguna de Chanmico se encuentra en condiciones por encima de los estándares establecidos para la clase correspondiente. Pese a estos resultados, es necesario regular su uso con el fin de mantener el estado de su buena calidad de agua para evitar impactos en su biodiversidad y de la salud de los pobladores que hacen uso de la misma.

La Laguna de Chanmico aun tratándose de un recurso hídrico de gran importancia para la población, enfrenta diversos problemas que engloban desde el uso sin cuidados y sin medida del agua proveniente de esta, hasta problemas serios de contaminación. Uno de los problemas más comunes identificados se deriva a partir de una de las actividades desarrolladas en forma cotidiana por la población, es el uso de detergentes fuertes utilizados por las personas que usan la laguna para lavar ropa, aumentando la contaminación por desechos sólidos⁶. En una propuesta de plan de manejo del área de la Laguna de Chanmico, se informó que existen trazas de insecticidas, aunque no en grandes cantidades como para poner en peligro la vida humana. Menciona también la presencia de arsénico por la condición volcánica de la laguna⁶.

Dentro del área natural una gran parte de los desechos orgánicos son producidos en parte, por la flora silvestre acuática descompuesta y la otra parte del desecho orgánico es producida por las actividades antropogénicas que se realizan en la zona, cuando talan árboles, recolectan frutos, realizan cultivos temporales o permanentes y residuos de alimentos⁶.

Por último, se tiene el problema de los desechos inorgánicos, los cuales hasta hoy se observan alrededor de la laguna y del Área Natural Protegida “Complejo El Playón”, como son los plásticos, vidrios de envases, latas de aluminio, entre otros⁶.

El uso multipropósito de la Laguna de Chanmico puede generar un deterioro significativo en el ecosistema y en la salud de las comunidades cercanas. La descarga de aguas residuales provenientes de actividades domésticas, industriales y agrícolas contaminan el agua con una variedad de sustancias nocivas, como bacterias, virus, químicos y metales pesados. Esta contaminación puede provocar la proliferación de enfermedades en las personas que entran en contacto con el agua o consumen productos derivados de ella, tales como enfermedades

gastrointestinales, dermatológicas y respiratorias. Además, las condiciones creadas por el agua estancada y contaminada favorecen la proliferación de mosquitos, aumentando el riesgo de transmisión de enfermedades como el dengue y el zika.

Paralelamente, el uso intensivo de la laguna se considera una amenaza ambiental. La agricultura y la industria descargan cantidades de fertilizantes y pesticidas, lo que a largo plazo llegaría a provocar un fenómeno conocido como eutrofización, caracterizado por la proliferación de algas y la disminución de los niveles de oxígeno en el agua. Estas condiciones harían que la laguna sea inhabitable para muchas especies acuáticas, afectando negativamente la biodiversidad.

La contaminación y la degradación del hábitat también tienen consecuencias directas sobre la flora y fauna de la laguna. La vegetación acuática, esencial para el equilibrio del ecosistema, se podría ver afectada por la contaminación y la sedimentación. Las poblaciones de peces y otros organismos acuáticos disminuirían debido a la falta de oxígeno, la presencia de toxinas y la sobreexplotación pesquera. Estas alteraciones en la cadena alimentaria pueden llevar a la desaparición de especies clave y a la desestabilización del ecosistema en su conjunto.

3.2.5 Planes o programas de mitigación y restauración.

La conservación de la laguna de Chanmico es una prioridad para el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. A través de un plan de manejo integral, se están llevando a cabo acciones de restauración ecológica para revertir los efectos de la degradación ambiental que permitan la conservación y protección de la biodiversidad. El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales coordina una unidad de guarda recursos encargados del complejo el Playón que se aseguran de la realización de campañas de limpieza e implementación de las medidas propuestas en el "Plan Nacional de Gestión Integrada del Recurso Hídrico de El Salvador", además de cumplir con el contenido del "Plan de Manejo Del Área Natural Protegida Chanmico" en el cual de una forma breve se describen las condiciones del contexto nacional, el entorno de la región de influencia, el análisis de la Unidad de Conservación (Área Natural Protegida), los objetivos y categoría de manejo, la zonificación del ANP y los programas de manejo, de los cuales se describen cuatro: Programa de Manejo de la Biodiversidad y Los Recursos Naturales, Programa de Uso Público, Programa Social De Desarrollo Sostenible y Programa de Administración, que incluyen en total de 13 subprogramas, con objetivos generales y específicos, y actividades priorizadas a realizar a corto, mediano y largo plazo⁹. La implementación integral de estos programas, diseñados para preservar y salvaguardar el ecosistema, es fundamental para garantizar la calidad del agua y promover una vida saludable para todas las especies que dependen de este recurso vital, incluyendo a los pobladores de la zona y alrededores.

CAPÍTULO IV

4.0 PRODUCTO FINAL

El producto final es un video documental, donde se da a conocer la información recopilada a lo largo de toda la investigación basada en los objetivos planteados, con el fin de conservar a largo plazo este vital ecosistema.

Este documental muestra la Laguna de Chanmico, también conocido como “Espejo de agua”, ubicada en el distrito de San Juan Opico en el departamento de La Libertad, su historia, antecedentes e información proporcionada por investigaciones realizadas previamente.

Muestra también, de forma comprensiva la descripción detallada de su biodiversidad y los servicios ecosistémicos que proporciona la Laguna de Chanmico, mediante visitas periódicas al lugar se realizó la identificación de las fuentes de contaminación que lo afectan, y se describe el impacto ambiental y humano de dicha contaminación con el fin de comprender la interacción entre los elementos bióticos y abióticos de la laguna, así como su relación con las actividades humanas en la zona.

Verlo en siguiente enlace: <https://youtu.be/Y3qB7qX01Fg>

CAPÍTULO V

5.0 CONCLUSIONES

1. Laguna de Chanmico por su biodiversidad única, es un testimonio de la riqueza natural de El Salvador este humedal, refugio de numerosas especies de flora y fauna, destaca por su rica variedad de aves, reptiles, mamíferos y peces. La presencia de especies endémicas y migratorias, junto a aquellas típicas de la región, evidencia la importancia ecológica de este ecosistema. Tanto la diversidad de aves, con especies como el guacalchía, el chonte y el torogoz, asimismo, la presencia de reptiles como iguanas y corales, así como de mamíferos como el mapache y el armadillo, rodeados de una combinación de especies nativas como el maquilishuat y el conacaste, junto con plantaciones de café de sombra, crea un mosaico de hábitats que favorece la biodiversidad.
2. Los múltiples usos del agua, desde el doméstico hasta el industrial, generan una carga contaminante significativa. Los desechos orgánicos, la extracción de agua y la pesca ejercen presión sobre el ecosistema, alterando su equilibrio natural. La eutrofización causada por los nutrientes provenientes de actividades agrícolas y la descomposición de materia orgánica agrava la situación. Por lo que es importante que se mantenga la implementación de medidas de gestión sostenible para reducir la contaminación, proteger la biodiversidad y garantizar la salud de este valioso ecosistema.
3. Las fuentes de contaminación representan una amenaza para su La descarga de desechos orgánicos y químicos provenientes de diversas actividades humanas provoca la eutrofización, la proliferación de algas tóxicas y la disminución del oxígeno disuelto en el agua, afectando a la fauna acuática. La sedimentación y los residuos sólidos alteran los hábitats y reducen la capacidad de autodepuración de la laguna. En consecuencia, se observa una potencial afección en la pérdida significativa de biodiversidad, la degradación de los ecosistemas acuáticos y un deterioro en la calidad del agua, con impactos negativos en la salud humana y en las comunidades locales que dependen de este recurso natural.
4. A través de planes de manejo integral y acciones de restauración ecológica, se busca recuperar la calidad del agua y proteger la biodiversidad. Es fundamental fortalecer estas acciones, promoviendo la participación ciudadana, implementando sistemas de tratamiento de aguas residuales y fomentando prácticas agrícolas sostenibles. Con un esfuerzo conjunto, es posible garantizar la conservación a largo plazo de este valioso ecosistema y asegurar su disfrute para las futuras generaciones.

CAPÍTULO VI

6.0 RECOMENDACIONES

1. Al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, actualizar el Plan de Manejo del Área Natural Protegida Chanmico realizando un estudio detallado sobre el estado actual del ecosistema, incluyendo flora, fauna, calidad del agua y suelo, con el fin de identificar sus fortalezas, debilidades y áreas de mejora.
2. Al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, desarrollar programas educativos integrales que se implementen en las escuelas, desde la educación primaria. Estos programas deben incluir actividades prácticas, visitas al Área Natural Protegida (ANP) y charlas de expertos para que los estudiantes comprendan la importancia de cuidar el medio ambiente.
3. Al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, organizar talleres y charlas en comunidades locales para educar a las familias sobre prácticas sostenibles y la importancia de proteger y no contaminar las ANP y los recursos hídricos. Involucrar a líderes comunitarios y organizaciones locales para aumentar el alcance y la efectividad de estas campañas.
4. Al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, promover programas de voluntariado donde los jóvenes puedan participar en actividades de limpieza, reforestación y monitoreo de la ANP. Estas experiencias prácticas pueden aumentar su sentido de responsabilidad y conexión con el medio ambiente.
5. Al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, utilizar medios tradicionales como la televisión, radio y prensa escrita, para difundir mensajes de concientización sobre la conservación del medio ambiente y el uso responsable del agua además de crear contenido atractivo y educativo en redes sociales, utilizando videos, infografías y publicaciones interactivas. Estas campañas deben ser constantes y tener un enfoque educativo.
6. Al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, colaborar con universidades y centros de investigación para desarrollar estudios y proyectos que involucren a los

estudiantes en la investigación y conservación de los recursos naturales. Esto puede incluir prácticas profesionales, pasantías y proyectos de tesis.

7. Al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, mejorar el equipamiento de los guardarecursos con medios de transporte como motocicletas, lanchas y automóviles que les permitan moverse más rápidamente, además de invertir en herramientas de comunicación tales como bocinas, parlantes portátiles, megáfonos y radios con el objetivo de fortalecer la capacidad operativa de los guardarecursos y mejorar la eficacia de sus labores de conservación y educación ambiental.
8. Al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales implementar medidas de mitigación de la contaminación y medidas de preservación como: control y manejo de especies invasoras, restauración de hábitats degradados, programas de concientización y educación, control y regulación del turismo, monitoreo ambiental permanente, vigilancia y protección, fomento de prácticas agrícolas sostenibles, manejo de residuos sólidos, implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales, reforestación de áreas circundantes y la sensibilización de la comunidad local sobre la importancia de la conservación ambiental.
9. Se recomienda a la población de los alrededores de la Laguna de Chanmico, así como a los turistas y visitantes, seguir de manera estricta las indicaciones y normas establecidas para la preservación del ecosistema. Esto incluye evitar arrojar basura, no alterar la flora y fauna del lugar, respetar las áreas protegidas, y participar activamente en las jornadas de limpieza y reforestación organizadas por las autoridades. Además, se sugiere educarse y educar a otros sobre la importancia de conservar este santuario natural, contribuyendo así a su sostenibilidad y belleza para el disfrute de todos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Revista de Ciencias Ambientales [Internet]. Una.ac.cr. [citado el 18 de agosto de 2024]. Disponible en: <http://www.revistas.una.ac.cr/ambientales>
2. Jiménez, I., L. Sánchez-Mármol y N. Herrera Inventario Nacional y Diagnóstico de los Humedales de El Salvador. MARN/AECI. San Salvador. El Salvador C.A. 2004
3. La importancia de los humedales [Internet]. Ramsar.org. [citado el 22 de enero de 2025]. Disponible en: <https://www.ramsar.org/es/acerca-de/nuestra-mision/la-importancia-de-los-humedales>
4. Uso racional de los humedales [Internet]. Ramsar.org. [citado el 18 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://www.ramsar.org/es/acerca-de/nuestra-mision/uso-racional-de-los-humedales>.
5. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Plan nacional de gestión integrada del recurso hídrico de El Salvador, con énfasis en zonas prioritarias. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales; 2017.
6. Granados G. BIODIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS DE SUPERFICIE Y DE FONDO, EN LA ZONA LITORAL DE LA LAGUNA DE CHANMICO, MUNICIPIO DE SAN JUAN OPICO, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, EL SALVADOR [Internet]. [El Salvador]: Universidad de El Salvador; 2007. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/server/api/core/bitstreams/e1f48b52-990d-4a09-9db2-25b132d19c56/content>
7. Reyes A. Laguna de Chanmico: El Cementerio Indígena [Internet]. Guanacos. Guanacos.com; 2022 [citado el 25 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://guanacos.com/laguna-de-chanmico/>
8. Cabassi J, Capecchiacci F, Magi F, Vaselli O, Tassi F, Montalvo F, et al. Water and dissolved gas geochemistry at Coatepeque, Ilopango and Chanmico volcanic lakes (El Salvador, Central America). J Volcanol Geotherm Res [Internet]. 2019;378:1–15. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2019.04.009>
9. MARN. 2016. Plan de Manejo “Paisaje Terrestre Protegido” El Playón – Área Natural Protegida Chanmico, San Salvador. 95 pp.
- 10.

ANEXOS
ANEXO N°1



Figura 2. Foto en conjunto con el equipo de guarda recursos del Área Natural Protegida

ANEXO N° 2



Figura 3. Laguna de Chanmico se observa al fondo de la imagen Volcán de San Salvador