

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA



S.O.S: EL GRITO SILENCIOSO DEL LAGO DE ILOPANGO

TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD CURSO DE ESPECIALIZACIÓN

PRESENTADO POR

IRMA IRENISE AGUILA HERRERA

ALLISON GISELA CALLES ALVAREZ

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

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

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

MAESTRA MARÍA DEL CARMEN POLÍO MARTÍNEZ

MAESTRA ROSA MIRIAN RIVAS DE LARA

TUTORA

LICENCIADA KATIA EUNICE LEYTON BARRIENTOS

## **AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA**

Comenzando con un sincero agradecimiento a Dios, cuya guía y fortaleza me han acompañado en cada paso del camino, brindándome la sabiduría necesaria para superar los desafíos que se han presentado.

A mis amados padres, Nancy Alvarez y Lening Calles, cuyos incansables esfuerzos y apoyo incondicional me han permitido alcanzar este importante logro; gracias por cada palabra de aliento, cada consejo y, sobre todo, por creer en mí incluso cuando yo dudaba.

A mis amados hermanos, Michael y Adriana Calles, quienes siempre han estado a mi lado, ofreciéndome su ayuda y escuchándome en todo momento.

Con amor y gratitud dedico este logro a ustedes. ¡Lo logramos!

Allison Gisela Calles Alvarez

## **AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA**

A Dios, por darme la vida y haberme permitido terminar una etapa en mi vida, porque me dio las fuerzas y sabiduría necesarias para superar los obstáculos que en el transcurso de mi carrera se presentaron, por proveerme de lo necesario para terminar mi carrera.

A mi amada madre Idelia Herrera, por brindarme todo su apoyo de manera incondicional en todos los momentos de mi vida y de mi carrera. Aquí está el fruto de tanto sacrificio y puedo decir: ¡mami lo logramos!

A mi abuela María, mi tío Galileo gracias por creer en mí y darme ánimos para no rendirme.

A mi hermana Jocelyn, por apoyarme en todo el proceso de mi carrera.

Por último, a todas las personas que conocí durante todo mi proceso de formación, quienes me brindaron su apoyo y que con sus palabras me motivaron, de corazón muchas gracias.

Irma Irenise Aguila Herrera

## ÍNDICE GENERAL

Pág. N°

RESUMEN

CAPÍTULO I.

1.0 INTRODUCCIÓN 10

CAPÍTULO II.

2.0 OBJETIVOS 13

CAPÍTULO III.

3.0 MARCO TEÓRICO 15

3.1 El agua 15

3.1.2 Humedales 15

3.2 Importancia del agua y su desarrollo en el sector ambiental y económico 15

3.2.1 Sector ambiental 15

3.2.2 Sector social 16

3.2.3 Sector económico. 16

3.3 Propiedades físicas y químicas del agua. 17

3.4 Usos del agua. 18

3.5 Calidad del agua 18

3.6 Contaminación del agua. 18

3.7 Fuentes de contaminación 19

3.8 Recursos hídricos en El Salvador. 19

3.8.1 Lago de Ilopango 20

3.8.2 Formación del Lago de Ilopango 20

3.8.3 Importancia de El Lago de Ilopango 20

3.9 Contaminación del Lago de Ilopango 21

3.9.1 Agua cruda del lago para potabilización 22

3.9.2 Agua para riego sin restricciones 23

3.9.3 Contaminación del agua para actividades recreativas sin restricción 23

3.9.4 Contaminación del agua para protección de la vida acuática: 23

CAPÍTULO IV.

4.0 PRODUCTO FINAL 26

CAPÍTULO V.

5.0 CONCLUSIONES 28

CAPÍTULO VI.

6.0 RECOMENDACIONES

30

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## **RESUMEN**

Desde hace años han existido proyectos que intentan contrarrestar los efectos de la contaminación en el Lago de Ilopango, estos pasan desapercibidos o son ignorados por gran parte de la población; de manera que es fundamental generar una mayor visibilidad de estas iniciativas para concientizar sobre la importancia de afrontar las causas y efectos de la contaminación en el lago.

El objetivo de este trabajo es exponer la situación actual de contaminación en el Lago de Ilopango, lo que nos lleva a la interrogante: ¿Existe aún una esperanza que la población se dé cuenta y adopte una posición consciente sobre cómo afecta la contaminación del Lago a sus vidas y de esta manera quieran formar parte de la solución?

El lago de Ilopango es un tesoro natural en El Salvador, del cual surge una creciente preocupación, no solo ambiental, sino también en la salud pública, específicamente en el Cantón Dolores, distrito de Ilopango del municipio de San Salvador Este.

La identificación precisa de los posibles contaminantes presentes en el lago es crucial para comprender las fuentes y tipos de contaminación que en él existen. Este estudio se presenta como una respuesta integral y necesaria para preservar la salud del lago, proteger las actividades económicas locales y fomentar un equilibrio armonioso entre la conservación ambiental y las necesidades esenciales de la comunidad. La relevancia de este trabajo radica en contribuir a la preservación del recurso y su importancia para el bienestar de las comunidades aledañas.

## **CAPÍTULO I**

## 1.0 INTRODUCCIÓN

El Lago de Ilopango, ubicado en el corazón de El Salvador, es un recurso natural de vital importancia para las comunidades circundantes. Este cuerpo de agua, que ha sido testigo de la historia y desarrollo de la región, enfrenta hoy una crisis ambiental significativa debido a la creciente contaminación.

La progresiva degradación de la calidad del agua en el lago de Ilopango merece abordarse con prioridad, pues las implicaciones de esta contaminación trascienden lo ambiental para adentrarse en la salud pública, la seguridad alimentaria y el equilibrio ecológico del ecosistema lacustre.

Es crucial entender las causas que han propiciado este aumento gradual de la contaminación en el lago de Ilopango. Factores como la descarga de aguas residuales sin tratamiento adecuado, la actividad agrícola intensiva que utiliza pesticidas y fertilizantes químicos y la falta de un adecuado control de las industrias que vierten sus desechos en el lago. Estas actividades dan como resultado la presencia de contaminantes como nutrientes excesivos (nitratos y fosfatos), metales pesados, productos químicos tóxicos y patógenos, que alteran el equilibrio ecológico del lago.

La contaminación del lago de Ilopango también representa una amenaza directa para la salud de las comunidades, que dependen de este recurso hídrico para su abastecimiento de agua potable. La presencia de agentes patógenos, metales pesados y otros contaminantes en el agua puede desencadenar problemas de salud pública, incluyendo enfermedades gastrointestinales, dermatológicas, e incluso afectaciones crónicas al sistema nervioso y al sistema endocrino.

La mala calidad del agua del lago, afecta también la seguridad alimentaria de las poblaciones circundantes, ya que las especies de peces que antes eran una fuente importante de alimento, ahora se encuentran expuestas a una mayor concentración de contaminantes que pueden resultar nocivos para la salud humana, si se consumen de forma habitual.

Este estudio se justifica por la urgente necesidad de comprender y mitigar los impactos de la contaminación en el Lago de Ilopango. La información recabada por medio de entrevistas y búsqueda bibliográfica no solo permitirá una mejor gestión ambiental del lago, sino que también sensibilizará a las comunidades sobre la importancia de preservar este recurso natural.

El trabajo se desarrolló en el área geográfica que comprende el lago y sus alrededores, enfocándose en las zonas más afectadas y en las comunidades más vulnerables.

La investigación aborda un problema ambiental crítico y busca dar soluciones viables y sostenibles para conservar el Lago de Ilopango, asegurando un mejor futuro para las comunidades que dependen de él.

## **CAPÍTULO II**

## **2.0 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Exponer la situación actual de contaminación del Lago de Ilopango

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

2.2.1 Identificar las posibles fuentes de contaminación del agua del lago de Ilopango

2.2.2 Conocer cómo afecta la contaminación del lago a las comunidades o los habitantes de la zona por medio de entrevistas.

2.2.3 Describir las condiciones en las que se encuentra el Lago de Ilopango

2.2.4 Determinar el estado de salubridad de las aguas del Lago de Ilopango en la actualidad

## **CAPÍTULO III**

## **3.0 MARCO TEÓRICO**

### **3.1 El agua<sup>1</sup>**

El agua es un componente químico, tiene como fórmula molecular H<sub>2</sub>O, presentándose en tres estados de la materia: líquido, sólido y gaseoso. La mayor reserva de agua está en los océanos, con el 97 % del agua de la Tierra, es agua salada, que solo permite la vida de la flora y fauna marina. El resto es agua dulce, pero no toda está disponible; gran parte permanece siempre helada, formando los casquetes polares y los glaciares.

#### **3.1.2 Humedales<sup>2</sup>**

Según la convención internacional<sup>2</sup> sobre humedales estos se definen como "extensiones de marismas, pantanos y turberas o superficies cubiertas de agua sean éstas de régimen o artificial, permanentes o temporales, estancados o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de los seis metros". Los humedales son importantes medios de vida para las comunidades, pues son fuentes directas de alimento, madera y leña, belleza escénica, recreación y turismo. Así mismo ayudan en la producción y filtración del agua, el control de inundaciones y protección contra tormentas almacenan carbono, producen oxígeno y proveen de hábitat para especies nativas.

### **3.2 Importancia del agua y su desarrollo en el sector ambiental y económico**

#### **3.2.1 Sector ambiental.<sup>3</sup>**

El agua es un recurso vital que sustenta toda la vida en la Tierra. Su importancia en el sector ambiental es inmensa, ya que desempeña un papel crucial en la conservación de los ecosistemas, la regulación del clima, la agricultura sostenible y la preservación de la biodiversidad.

En la conservación de los ecosistemas, el agua es vital para mantener el equilibrio de los hábitats acuáticos como ríos, lagos, humedales y océanos. Estos ecosistemas albergan una gran diversidad de especies y actúan como filtros naturales, purificando el agua y eliminando contaminantes. La salud de estos cuerpos de agua es esencial para la supervivencia de numerosas especies, incluidos los humanos.

El agua también juega un papel crucial en la regulación del clima. Los océanos absorben grandes cantidades de dióxido de carbono, ayudando a mitigar el cambio climático. Además, la distribución de la energía térmica en la Tierra y los patrones climáticos dependen en gran medida de la temperatura y la salinidad del agua.

La preservación de la biodiversidad es otro aspecto crítico. Los ecosistemas acuáticos y terrestres interconectados dependen del agua para mantener su equilibrio. La degradación de estos ecosistemas puede llevar a la pérdida de especies y afectar negativamente a la biodiversidad global.

### 3.2.2 Sector social.<sup>4,5</sup>

El agua es un recurso esencial para la vida y el bienestar humano, desempeñando un papel fundamental en el sector social. Su importancia radica en su impacto directo en la salud, la alimentación, la economía y la cultura de las comunidades. El acceso a agua limpia y segura es un derecho humano básico reconocido por las Naciones Unidas, y es crucial para prevenir enfermedades y mantener la higiene personal.<sup>4</sup> La falta de acceso adecuado al agua potable afecta a millones de personas en todo el mundo, perpetuando la pobreza y la desigualdad, y limitando el desarrollo educativo y económico.

En el ámbito de la salud, el agua es vital para el saneamiento y la prevención de enfermedades transmitidas por el agua, como la diarrea y el cólera. La disponibilidad de agua potable reduce significativamente la mortalidad infantil y mejora la calidad de vida de las comunidades.

En términos de seguridad alimentaria, el agua es esencial para la agricultura, ya que es necesaria para el riego de cultivos y la producción de alimentos. Sin un suministro adecuado de agua, las comunidades agrícolas enfrentan desafíos para mantener sus cosechas y garantizar la disponibilidad de alimentos nutritivos.<sup>5</sup>

Además, el agua tiene un profundo significado cultural y social en muchas comunidades. Es un símbolo de vida, purificación y renovación en diversas tradiciones religiosas y culturales. Su protección y gestión sostenible se consideran responsabilidades sagradas en muchas culturas indígenas.

### 3.2.3 Sector económico.<sup>6</sup>

El agua es un recurso vital que sustenta la vida y es fundamental para el funcionamiento de la economía global. En el sector económico, el agua juega un papel crucial en una variedad de industrias y actividades, desde la agricultura y la manufactura hasta la energía y el turismo

La agricultura, que es la base de la producción de alimentos, depende en gran medida del agua para la irrigación de cultivos y la cría de ganado. Sin un suministro adecuado de agua, las cosechas pueden fallar, lo que no solo afecta la seguridad alimentaria sino también la economía rural y la estabilidad de los mercados globales de alimentos.

El agua es esencial en muchos procesos industriales, desde la fabricación de productos hasta el enfriamiento de maquinaria y la limpieza. La disponibilidad de agua de calidad adecuada influye directamente en la eficiencia y la sostenibilidad de las operaciones industriales.

La generación de energía también está vinculada al agua. Las plantas hidroeléctricas, por ejemplo, dependen del flujo de agua para producir electricidad, mientras que las plantas termoeléctricas y nucleares requieren grandes cantidades de agua para la refrigeración. Muchos destinos turísticos, como playas, lagos y ríos, dependen de la calidad del agua para atraer visitantes. El turismo acuático es una fuente importante de ingresos y empleo en muchas regiones del mundo.

### **3.3 Propiedades físicas y químicas del agua. <sup>1</sup>**

El agua en los lagos posee una serie de propiedades físicas y químicas que influyen en su ecosistema y su capacidad para sustentar la vida. Estas propiedades determinan la calidad del agua y, afectan a la flora y fauna que habitan en estos cuerpos de agua dulce.

Algunas de sus propiedades son:

- La densidad del agua varía con la temperatura. El agua es más densa a 4°C y menos densa tanto a temperaturas superiores como inferiores. Esta variación influye en la estratificación térmica y la mezcla de nutrientes en el lago.
- Plantas y animales equilibran su temperatura mediante la transpiración, es decir, utilizando la propiedad del agua de transformarse en vapor absorbiendo calor.
- El oxígeno disuelto es esencial para la respiración de peces y otros organismos acuáticos. La solubilidad del oxígeno disminuye con el aumento de la temperatura, lo que puede causar problemas en climas cálidos o en lagos poco profundos.
- Los lagos contienen nutrientes esenciales como nitrógeno y fósforo, que son cruciales para el crecimiento de plantas y algas. Sin embargo, un exceso de estos nutrientes, generalmente debido a la escorrentía agrícola y urbana, puede conducir a la eutrofización y la proliferación de algas, afectando negativamente la calidad del agua y el equilibrio ecológico.

### **3.4 Usos del agua.** <sup>1,7</sup>

El agua es indispensable para la vida, porque ningún organismo sobrevive sin ella. Es un constituyente esencial de la materia viva y la fuente de hidrógeno para los organismos.

El recurso hídrico se utiliza en una variada gama de actividades siendo estas: El uso de en la agricultura bajo riego, la agroindustria, el sector de la industria manufacturera, la pesca y la acuicultura, abastecimiento de los centros urbanos, consumo de los habitantes del área rural, para la generación de energía eléctrica, recreación y turismo, etc.

### **3.5 Calidad del agua.** <sup>8</sup>

La calidad de cualquier masa de agua, superficial o subterránea depende tanto de factores naturales como de la acción humana.

Sin la acción humana, la calidad del agua vendría determinada por la erosión del substrato mineral, los procesos atmosféricos de evapotranspiración y sedimentación de lodos y sales, la lixiviación natural de la materia orgánica y los nutrientes del suelo por los factores hidrológicos, y los procesos biológicos en el medio acuático que pueden alterar la composición física y química del agua.

Por lo general, la calidad del agua se determina comparando las características físicas y químicas de una muestra de agua con directrices de calidad del agua o estándares especificados en normativas de calidad de agua para diferentes usos, según sea el caso. En materia del agua potable, estas normas se establecen para asegurar un suministro de agua limpia y saludable para el consumo humano y, de este modo, proteger la salud de las personas. Estas normas se basan normalmente en unos niveles de toxicidad científicamente aceptables tanto para los humanos como para los organismos acuáticos.

### **3.6 Contaminación del agua.** <sup>9</sup>

La contaminación del agua es un problema global que afecta a todas las poblaciones, independientemente de su nivel de desarrollo. A menudo, subestimamos la importancia de este recurso vital y no tomamos las precauciones necesarias, que puedan perjudicarlo, en nuestras actividades diarias. Es crucial tomar conciencia de nuestros actos y adoptar medidas para prevenir la contaminación del agua, enseñando a las generaciones futuras sobre la importancia de los valores ambientales. La contaminación del agua se manifiesta a través de cambios químicos, físicos o biológicos que pueden tener efectos dañinos en la salud humana y en los ecosistemas acuáticos.

La contaminación hídrica se entiende como la acción de introducir algún material en el agua alterando su calidad y su composición química. Según la Organización Mundial de la Salud el agua está contaminada “cuando su composición se haya modificada, de modo que no reúna las condiciones necesarias para el uso, al que se le hubiera destinado en su estado natural”.

El ser humano necesita agua, pero irónicamente, aunque nuestro planeta está cubierto en un 70% de agua, solo 1% de esa agua es aprovechada para el consumo humano. Existe una escasez generalizada de agua y debemos ser conscientes de la importancia de su cuidado

### **3.7 Fuentes de contaminación.** <sup>10</sup>

Hay dos clases de fuentes de contaminación, fuentes puntuales y fuentes difusas:

- Las fuentes de contaminación puntual son las que tienen un origen específico y localizado, lo que permite su identificación y control efectivo. Estas fuentes son cruciales en la evaluación de la calidad del agua debido a su impacto directo y a menudo grave en los ecosistemas acuáticos y la salud humana. Por ejemplo, sistemas de alcantarillados, los efluentes industriales, etc. La filtración de los efluentes industriales junto a las aguas municipales, contaminan las aguas subterráneas causando así la contaminación del agua
- Las fuentes difusas estas son las fuentes que no se pueden localizar fácilmente en este caso los contaminantes dispersos en el suelo a las fuentes de agua causan contaminación del agua. Por ejemplo, la minería, agrícola y construcción

### **3.8 Recursos hídricos en El Salvador.**

Las aguas superficiales del país están representadas por 360 ríos, distribuidos en 10 regiones hidrográficas. Por su importancia económica (provisión de agua y energía eléctrica) <sup>11</sup>

Principales recursos hídricos:

- Ríos: El más importante es el Río Lempa, que atraviesa todo el territorio salvadoreño y es crucial para la agricultura y la producción de energía hidroeléctrica. Otros ríos significativos son el Río Grande de San Miguel y el Río Goascorán. <sup>12</sup>
- Lagos y Embalses: Entre los más destacados están el Lago de Coatepeque, el Lago de Ilopango y el Embalse de Cerrón Grande. Estos cuerpos de agua son vitales para el consumo humano, el riego, la generación de energía y actividades recreativas. <sup>12</sup>

- Acuíferos Subterráneos: Son una fuente crucial de agua, especialmente durante la temporada seca. Sin embargo, enfrentan amenazas de sobreexplotación y contaminación.<sup>12</sup>

A pesar de la abundancia de estos recursos, El Salvador enfrenta desafíos significativos en cuanto al acceso al agua potable, especialmente en áreas rurales. La gestión adecuada de los recursos hídricos es vital para garantizar la seguridad alimentaria, energética y del agua del país. Esto incluye la protección de las áreas de recarga acuífera, la implementación de prácticas sostenibles de uso del agua y la creación de políticas públicas que promuevan el acceso equitativo al agua.<sup>12</sup>

### 3.8.1 Lago de Ilopango

El lago de Ilopango es uno de los humedales con los que cuenta nuestro país, esta cuenta con 7027 hectáreas, es el mayor y más profundo cuerpo natural de agua del país. Está en la caldera del volcán del mismo nombre, con más de 10 km de diámetro, que se formó a partir de una de las erupciones más portentosas registradas en tiempos históricos.<sup>13</sup>

Es considerado como el lago natural más grande de El Salvador, sus aguas abundantes son propicias para la pesca de mojarras, guapotes y juilines.<sup>14</sup>

### 3.8.2 Formación del Lago de Ilopango

Dentro de las profundidades del Lago de Ilopango se encuentra en descanso un volcán, más bien conocido como una caldera por los vulcanólogos. Este tipo de caldera gigante se forman por la depresión producida por el colapso de una cámara magnética, cuando se forman eyectan grandes cantidades de ceniza hirviente, en forma que nube piroclástica que queman todo lo que las rodea.<sup>13</sup>

La caldera del Lago de Ilopango se formó como resultado de una erupción cataclísmica en el siglo 5 a. C., produciendo enormes flujos piroclásticos que destruyeron diferentes ciudades mayas.<sup>14</sup> Esta erupción produjo aproximadamente 25 km<sup>3</sup> de tierra, veinte veces más que la erupción del Monte Santa Helena, Estados Unidos, en 1980, que fue una de las erupciones volcánicas más catastróficas del siglo XX. La caldera del Lago de Ilopango tiene un valor de 6 en el índice de explosividad volcánica.<sup>7</sup>

### 3.8.3 Importancia de El Lago de Ilopango

El Lago de Ilopango no solo es un popular destino turístico, sino también un importante recurso natural para El Salvador proporciona agua para riego, generación de energía

hidroeléctrica y actividades pesqueras, conocido también por su rica biodiversidad, sustentando a varias especies de peces y aves.<sup>15</sup>

La pesca en el Lago de Ilopango es una actividad económica fundamental para las comunidades y es una actividad recreativa conocida en la zona ya que las personas pueden contratar guías de pesca locales o alquilar botes para disfrutar de un día de pesca ya que es el hogar de gran variedad de especies como la lubina, tilapia y bagre.<sup>15</sup>

Es un destino turístico popular en El Salvador. Sus aguas cristalinas y paisajes escénicos atraen a turistas nacionales e internacionales, lo que contribuye significativamente a la economía local.<sup>15</sup>

Actividades como el buceo, la navegación, las excursiones en lancha y el senderismo alrededor del lago son muy demandadas. Además, es un destino ideal para las personas amantes de los deportes acuáticos ya que pueden disfrutar de actividades como la moto acuática y el kayak.<sup>15</sup>

El Lago de Ilopango es conocido también por su increíble belleza natural ya que existe una vasta cantidad de especies de vegetación que lo rodean, junto con maravillosos paisajes que junto a las aguas tranquilas del lago se complementan para atraer a los turistas a la zona.

Las aguas del Lago de Ilopango también se usan para riego en la agricultura local. Las tierras cercanas al lago se benefician de este recurso hídrico para el cultivo de diversos productos agrícolas, lo que incrementa la productividad y los ingresos de los agricultores.<sup>15</sup>

La sostenibilidad económica del Lago de Ilopango depende en gran medida de su conservación. La contaminación y la sobreexplotación de los recursos naturales pueden poner en riesgo las actividades económicas que dependen del lago. Por ello, es crucial implementar políticas de gestión ambiental que aseguren el uso sostenible de este recurso.

### **3.9 Contaminación del Lago de Ilopango**

El lago de Ilopango sufre de varios tipos de contaminación, la principal es la de sólidos (plásticos que se desintegran en cientos de años). Mientras que el otro problema que se observa son los sólidos disueltos, suspendidos que llegan de los ríos, el agua servida y los desechos que arrastra la lluvia, dentro de este lago también desembocan tuberías de aguas negras.<sup>16</sup>

El efecto del Río Chagüite: Uno de los principales contaminantes de Ilopango es el río Chagüite, donde diferentes empresas desechan químicos y aguas residuales que van a desembocar al lago<sup>16</sup>

- El efecto del Río Jiboa: Este río Sirve como sitio de desagüe, ya que existe presencia de aceites y grasas por las lanchas.<sup>16</sup>

De los desechos sólidos, los más recurrentes es el plástico, y dentro de los líquidos están los residuos de las fábricas, aceites, químicos y aguas negras, lo que provoca que el agua cambie de color.<sup>16</sup>

La contaminación de elementos químicos, por su naturaleza de ser una caldera volcánica<sup>12</sup> es por lo que dentro de las aguas del lago podemos encontrar grandes concentraciones de metales pesados que son un problema para la salud de la población ya que es utilizado en todo tipo de actividades recreativas y domesticas por la población y turistas.

Según informes de contaminación dentro del lago, que según su evaluación de su calidad según los tipos de actividades que se usa, no es adecuada para realizar actividades de riego, menos para beber o consumir productos de este, como los peces que se pueden pescar de él.

Se conoce que las mayores concentraciones de arsénico y cromo fueron localizadas en la orilla del lago, lo podría significar que la actividad humana es "la responsable, en gran medida, de la contaminación del lago, porque hay zonas de desarrollo industrial y zonas agrícolas".<sup>18</sup>

### 3.9.1 Agua cruda del lago para potabilización

Según el informe realizado en el 2015 la calidad de agua del Lago de Ilopango no es apta para ser utilizada como agua cruda para potabilizar, debido a la presencia de valores por encima de los valores guías para Sólidos disueltos totales, Fosforo total, Fosfatos, Fenoles, Boro, Níquel y Arsénico.<sup>19</sup>

De manera que si comparamos estos resultados con los obtenidos en un informe más reciente como el de 2022 podemos apreciar que la situación no ha cambiado mucho, ya que La calidad de agua del Lago de Ilopango no es apta para ser utilizada como agua cruda para potabilizar, debido a la presencia de valores por encima de los valores guías para Cloruros, Sodio, Sólidos disueltos totales, Fosforo total, Boro, Cadmio, Mercurio, Manganeso y Arsénico<sup>20</sup>, es más podemos ver que la problemática incluso ha aumentado. Podemos visualizar mejor el problema en el anexo 1 y, en la figura N°2 y figura N° 7.

Por ejemplo, si hablamos de un nivel de Arsénico según la normativa vigente RTS 13.02.01:14, el nivel de arsénico permitido es de 0.01mg/l<sup>21</sup>. El arsénico inorgánico es un carcinógeno confirmado, los síntomas inmediatos de intoxicación aguda por arsénico

incluyen vómitos, dolor abdominal y diarrea. Estos van seguidos de entumecimiento y hormigueo en las extremidades, calambres musculares y, en casos extremos, la muerte.<sup>22</sup>

### 3.9.2 Agua para riego sin restricciones

Las aguas del Lago de Ilopango son muy utilizadas por la población para regar diferentes tipos de cultivos, según el informe de la calidad de agua del 2015, el agua del Lago de Ilopango no es apta para riego según las guías de calidad de agua debido a la presencia de valores por encima de las guías de calidad de agua para pH, Conductividad, Cloruros, Nitratos, Arsénico y Boro.<sup>19</sup>

En el 2022 se realizó otro estudio para la evaluación de la calidad del agua para riego sin restricciones y se concluyó que debido a la presencia de valores por encima de las guías de calidad de agua en los parámetros: Arsénico, Boro, Cadmio, Bicarbonatos, Cloruros, Conductividad eléctrica, pH y Sólidos disueltos totales.<sup>20</sup> Podemos visualizar mejor el problema en el anexo 1, tabla N° 3 y tabla N° 8.

### 3.9.3 Contaminación del agua para actividades recreativas sin restricción

Dentro del Lago de Ilopango se pueden realizar gran cantidad de actividades recreativas, es por ello por lo que el estudio de la calidad para este tipo de agua es de suma importancia.

Por lo que comparando los resultados obtenidos en el 2015 que fueron: Todos los sitios evaluados en el lago cumplen con las guías de calidad de agua para actividades recreativas a excepción de la zona del Desagüe del lago al Río Jiboa debido a la presencia de Aceites y Grasas.<sup>19</sup>

En el año 2022 se concluyó según un estudio realizado por el MARN que: El agua del Lago de Ilopango cumple con las características para uso recreativo sin restricciones en la totalidad de las guías de calidad de agua para este uso, por lo cual puede ser utilizado para actividades deportivas.<sup>20</sup>

Y el estudio realizado por el MARN en 2023 informo que: El agua del Lago de Ilopango cumple con las características para uso recreativo sin restricciones, por lo que es apta para cualquier tipo de actividad recreativa con contacto humano como natación, esquí acuático, buceo.<sup>23</sup>

Podemos visualizar mejor el problema en el anexo 1, tabla N° 4, tabla N° 9 y tabla N° 12.

### 3.9.4 Contaminación del agua para protección de la vida acuática

La pesca es una actividad recurrente dentro de las aguas del lago por lo que conocer la calidad del agua para que todo tipo de especies de peces crezcan en ella es necesaria, en el

2015 se informó que: el agua del Lago de Ilopango presenta limitaciones para el desarrollo de vida acuática debido que ningún sitio cumple con las características necesarias de calidad de agua, debido a los valores por encima de las guías sugeridas para Sólidos disueltos totales, Cianuros y Arsénico.<sup>19</sup>

Es por lo que, al revisar una investigación más actualizada, se determina que el agua del Lago de Ilopango no es apta para producción animal, según las guías de calidad de agua, debido a la presencia de valores por encima de lo establecido de Arsénico, Boro, Mercurio y Conductividad eléctrica.<sup>20</sup>

Podemos visualizar mejor el problema en el anexo 1, tabla N°5 y tabla N°10.

El lago de Ilopango, ha tenido un aumento preocupante en los niveles de contaminación, desde el año 2015 hasta el 2022-2023. Esta situación ha generado un escenario alarmante en el cual resulta imprescindible reconocer y comprender que el agua de este recurso está en peligro.

Es fundamental sensibilizar a la población sobre la importancia de preservar la calidad del agua en el lago de Ilopango y fomentar prácticas de consumo responsable que contribuyan a la conservación de este recurso natural tan vital para el bienestar de las generaciones presentes y futuras.

## **CAPÍTULO IV**

#### **4.0 PRODUCTO FINAL**

El majestuoso Lago de Ilopango, un verdadero tesoro natural de El Salvador, lamentablemente sufre una grave crisis de contaminación.

Este lago, que alguna vez fue un símbolo de pureza y vida, ahora enfrenta desafíos que ponen en riesgo su belleza y la salud de quienes dependen de él. A través de este video, descubriremos las causas de esta contaminación, los impactos devastadores en el ecosistema y, lo más importante, las soluciones que todos podemos apoyar para devolverle su esplendor.

Acompañennos en este viaje de concienciación y esperanza, donde juntos aprenderemos cómo podemos marcar la diferencia y proteger este invaluable recurso natural para las futuras generaciones.

Video documental: <https://youtu.be/KS4h5hYKIr0>

## **CAPÍTULO V**

## 5.0 CONCLUSIONES

1. Mediante diversas metodologías y fuentes de información, se logró una comprensión profunda de los factores contaminantes y el impacto de éstos en las comunidades locales. Exponiendo, el estado actual de contaminación extremo en el que se encuentra el lago natural más grande de El Salvador, el Lago de Ilopango.
2. Se han identificado múltiples fuentes de contaminación en Lago de Ilopango, entre éstos, los desechos sólidos, originados principalmente por la influencia humana. Sumado a esto a la longevidad de los materiales contaminantes hacen que perdure por más tiempo dentro del lago.
3. A través de entrevistas, a los trabajadores de la zona, se conoció el impacto significativo por la contaminación, afectando las actividades económicas locales, como la pesca y el turismo, que representan la principal fuente de ingresos para los habitantes de la zona.
4. Se determinó que la contaminación por desechos líquidos se debe, tanto a la influencia de ríos aledaños, como el río Chagüite y el río de Jiboa, así como por las descargas de aguas residuales no tratadas, las cuales son, una de las principales causas de la contaminación del agua del lago.
5. Se observa un deterioro visible en las condiciones ambientales del Lago de Ilopango, con evidencia de residuos plásticos y otros desechos sólidos flotando sobre el agua del lago.
6. Se han encontrado, en estudios realizados por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales en 2015 y 2022 donde se observan valores por encima de la media permitida de sólidos disueltos totales, fósforo total, fosfatos, fenoles, boro, níquel y arsénico, así como en pH, conductividad, cloruros y nitratos.
7. Finalmente, se evidencia que la calidad del agua del Lago de Ilopango según los estudios realizados por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales en 2015 y 2022 no es apta como agua cruda para potabilizar, debido a la presencia de valores por encima de la media permitida, de arsénico, mercurio y manganeso. Lo que puede ocasionar graves daños a la salud humana.

## **CAPÍTULO VI**

## 6.0 RECOMENDACIONES

1. A los organismos normativos: Desarrollar e implementar un marco regulatorio estricto para la gestión de residuos sólidos y líquidos, con el propósito de disminuir y controlar la contaminación en el Lago de Ilopango.
2. A las industrias locales: Implementar sistemas de tratamiento de aguas residuales antes de su eliminación para minimizar la contaminación hídrica provocada.
3. A las autoridades competentes: Establecer un sistema de monitoreo y auditoría regular de las actividades industriales cercanas al Lago de Ilopango, y aplicar sanciones adecuadas en caso de incumplimiento de las normativas ambientales, para garantizar el cumplimiento de las medidas de tratamiento y proteger la calidad del agua.
4. A las comunidades locales: Incentivar la adopción de prácticas adecuadas para el manejo de residuos sólidos y desarrollar iniciativas educativas sobre el impacto ambiental, con el fin de reducir la contaminación ocasionada por las actividades diarias.
5. Al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y demás autoridades competentes: Establecer un sistema de monitoreo constante y alerta temprana para identificar de manera rápida y eficiente los aumentos en los niveles de contaminación. Colaborar de manera directa con la comunidad para implementar medidas preventivas inmediatas.
6. A las escuelas y centros educativos locales: Modernizar los programas de educación ambiental e incorporar actividades prácticas que permitan a los estudiantes participar activamente en iniciativas de limpieza del Lago de Ilopango, con el objetivo de sensibilizar a los jóvenes sobre la importancia de proteger el lago y su entorno.
7. A la alcaldía municipal: Invertir fondos en la limpieza, seguridad y monitoreo del Lago de Ilopango para asegurar la protección y mejora continua del lago y minimizar la contaminación.
8. A las autoridades locales y departamentales: Colaborar con la Organización Amigos del Lago de Ilopango para fortalecer las iniciativas de protección y mantenimiento del lago. Proveer recursos y apoyo en la coordinación y ejecución de programas de reforestación y limpieza, reconociendo la importancia de la vegetación tanto para el entorno del Lago de Ilopango como para el bienestar hídrico y la calidad de vida local y regional

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ecología y enseñanza rural: nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas. Inforcl [Online]. 2024 [citado el 12 de mayo de 2024]; Disponible: <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/5139>.
2. Inventario Nacional de Humedales El Salvador [Internet]. UNDP. [citado el 13 de abril de 2024]. Disponible en: <https://www.undp.org/es/el-salvador/publicaciones/inventario-nacional-de-humedales-el-salvador>
3. El agua: elemento vital en la conservación de la biodiversidad [Internet]. Comunidad Planeta Azul. 2024 [citado el 17 abril de 2024]. Disponible en: <https://comunidadplanetaazul.com/el-agua-elemento-vital-en-la-conservacion-de-la-biodiversidad/>
4. Gestión y manejo del agua en la agricultura [Internet]. Iica.int. [citado el 12 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/19866/CDHN22038298e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
5. El derecho al agua [Internet]. Ohchr.org. [citado el 11 de abril de 2024]. Disponible en: <https://www.ohchr.org/sites/default/files/Documents/Publications/FactSheet35sp.pdf>
6. Fusades.org. [citado el 17 de mayo de 2024]. Disponible en: [https://fusades.org/publicaciones/analisis\\_economico\\_6\\_agua\\_\\_crecimiento\\_economico\\_y\\_bienestar\\_.pdf](https://fusades.org/publicaciones/analisis_economico_6_agua__crecimiento_economico_y_bienestar_.pdf)
7. Agua y gobernabilidad en El Salvador [Internet]. Funde.org. [citado el 12 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://repo.funde.org/459/1/APD-101-I.pdf>
8. Decenio Internacional para la Acción “El agua, fuente de vida” 2005-2015. Áreas temáticas: Calidad del agua. [citado el 11 de junio de 2024]; Disponible en: <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>
9. Contaminación del agua [Internet]. Ecorfan.org. [citado el 12 de abril de 2024]. Disponible en: [https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Ciencias\\_Ambientales\\_y\\_Recursos\\_Naturales/vol2num5/Revista\\_de\\_Ciencias\\_Ambientales\\_y\\_Recursos\\_Naturales\\_V2\\_N5\\_1.pdf](https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Ciencias_Ambientales_y_Recursos_Naturales/vol2num5/Revista_de_Ciencias_Ambientales_y_Recursos_Naturales_V2_N5_1.pdf)
10. ¿Qué es la contaminación del agua de fuentes puntuales y difusas? [Internet]. Fluencecorp.com. fluidez; 2022 [citado el 19 de mayo de 2024]. Disponible en:

<https://www.fluencecorp.com/es/fuentes-puntuales-y-difusas-de-contaminacion-del-agua/>

11. Fusades.org. [citado el 13 de octubre de 2024]. Disponible en:  
[https://fusades.org/publicaciones/recursos\\_hidricos\\_en\\_el\\_salvador.pdf](https://fusades.org/publicaciones/recursos_hidricos_en_el_salvador.pdf)
12. Recursos Hídricos de El Salvador: Un Tesoro Natural de Importancia Capital [Internet]. Instituto del Agua. 2024 [citado el 13 de octubre de 2024]. Disponible en:  
<https://institutodelagua.es/recursos-hidricos/recursos-hidricos-de-el-salvadorrecursos-hidricos/>
13. Alemán M. Lago de Ilopango [Internet]. Elsalvadormipais.com. 2011 [citado el 21 mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.elsalvadormipais.com/lago-de-ilopango>
14. Unidad de Turismo Municipal Historia de Ilopango 2020 Gob.sv. [citado el 21 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.alcaldiadeilopango.gob.sv/wp-content/uploads/2021/01/HISTORIA-DE-ILOPANGO-completo.pdf>
15. Lago de Ilopango [Internet]. PIXELES CUSCATLECOS. 2023 [citado el 21 de junio de 2024]. Disponible en: <https://pixelescuscatlecos.com/lago-de-ilopango/>
16. Vides W. La contaminación del lago de Ilopango [Internet]. Unidad Ecológica Salvadoreña. [citado el 21 de junio de 2024]. Disponible en:  
<https://unes.org.sv/2023/03/11/la-contaminacion-del-lago-de-ilopango/>
17. Hernández PE. Contaminación en el lago de Ilopango se incrementa [Internet]. Noticias de El Salvador - elsalvador.com. 2018 [citado el 21 de junio de 2024]. Disponible en: <https://historico.elsalvador.com/historico/504406/contaminacion-en-el-lago-de-ilopango-se-incrementa.html>
18. Espinoza C. Agua del lago de Ilopango no es apta para potabilizar, para usos agropecuarios ni bañarse, advierte estudio de la UES [Internet]. Laprensagrafica.com. 22 DE MARZO DE 2024 [citado el 22 de junio de 2024]. Disponible en:  
<https://www.laprensagrafica.com/elsalvador/Agua-del-lago-de-Ilopango-no-es-apta-para-potabilizar-para-usos-agropecuarios-ni-banarse-advierte-estudio-de-la-UES-20240322-0099.html>
19. Mena ZE, Del observatorio ambiental San Salvador DG. EVALUACION DE LA LAGO DE ILOPANGO AÑO 2015 [Internet]. Gob.sv. 2016 [citado el 24 de junio de 2024]. Disponible en:  
<http://rcc.marn.gob.sv/bitstream/handle/123456789/153/Calidad%20de%20Agua%20Ilopango%202015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

20. Baides J, Dirección General del Observatorio de Amenazas y Recursos Naturales G de H. Calidad de Agua del Lago de Ilopango. Año 2022 [Internet]. 2022 [citado el 22 de junio de 2024]. Disponible en:  
<https://www.bing.com/ck/a?!&&p=8f9cd27a069c8ceeJmltdHM9MTcxOTEwMDgwMCZpZ3VpZD0zYzMxNzBiNy0yODJkLTYwYmUtMTEyOC02MzEyMjkzZjYxYTcmaW5zaWQ9NTQ0Ng&p=3&ver=2&hsh=3&fclid=3c3170b7-282d-60be-1128-6312293f61a7&psq=Calidad+de+Agua+del+Lago+de+Ilopango.+A%c3%b1o+2022&u=a1aHR0cHM6Ly93d3cudHJhbnNwYXJlbnNpYS5nb2Iuc3YvaW5zdGl0dXRpb25zL21hcm4vZG9jdW1lbnRzLzU2NzE0OC9kb3dubG9hZCM6fjp0ZXh0PVJFU1VMVEFET1MIMjBPQIRFTkIET1MIMjBFbCUyMGFndWEIMjBkZWwIMjBMYWdvJTlwZGUIMjBjBjG9wYW5nbyxsYSUyMHZpZGEIMjBhY3UIQzMIQTF0aWNhJTIweSUyMGFjdGl2aWRhZGVzJTlwcmljcmVhdGl2YXMIMjBzaW4IMjByZXN0cmlyY2l2bmVzLg&ntb=1>
21. REGLAMENTO TÉCNICO RTS 13.02.01:14 [Internet]. [citado el 6 de 2024].  
Disponible en: RTS-AGUA-CONSUMO-HUMANO.pdf (lecc.com.sv)
22. Arsénico [Internet]. Who.int. [citado el 3 de julio de 2024]. Disponible en:  
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/arsenic>
23. Baides J, de Hidrología DG del O de A y. RNG. Calidad de Agua para actividades recreativas en el Lago de Ilopango. Junio 2023 [Internet]. Calidad de Agua para actividades recreativas en el Lago de Ilopango. Junio 2023. 2024 [citado el 22 de junio de 2024]. Disponible en:  
<https://www.bing.com/ck/a?!&&p=0d666913df726f70JmltdHM9MTcxOTEwMDgwMCZpZ3VpZD0zYzMxNzBiNy0yODJkLTYwYmUtMTEyOC02MzEyMjkzZjYxYTcmaW5zaWQ9NTE4NQ&p=3&ver=2&hsh=3&fclid=3c3170b7-282d-60be-1128-6312293f61a7&psq=Calidad+de+Agua+para+actividades++recreativas+en+el+Lago+de+Ilopango.+Junio+2022&u=a1aHR0cHM6Ly93d3cudHJhbnNwYXJlbnNpYS5nb2Iuc3YvaW5zdGl0dXRpb25zL21hcm4vZG9jdW1lbnRzLzU2NzE0OC9kb3dubG9hZA&ntb=1>

## **ANEXOS**

**ANEXO N°1: Figuras**

**Tabla N°1:** Sitios de muestreo informe de calidad de agua, año 2015

No.	SITIO DE MUESTREO	UBICACIÓN	COORDENADAS Norte	COORDENADAS Oeste
1	01SANAG	Frente a Comunidad San Agustín	13°40'57.76"	89° 1'16.80"
2	02CORRAL	Frente a corrales de Peces	13°41'27.65"	89° 2'42.37"
3	03APULO	Frente a Turicentro Apulo	13°41'40.43"	89° 4'23.14"
4	04CHAGU	del Río	13°40'45.31"	89° 4'53.07"
5	05CERROS	En Cerros Quemados	13°40'0.99"	89° 3'1.51"
6	06TEPEZ	Frente a San Juan Tepezontes	13°38'40.80"	89° 2'17.36"
7	07DESAG	Desagüe del Lago al Río Jiboa	13°39'29.61"	89° 1'18.62"
8	08TEXAC	Frente a Santiago Texacuangos	13°39'0.40"	89° 4'13.67"

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Dirección General del Observatorio Ambiental/Año 2015

**Tabla N°2:** Resultados de calidad de agua para agua cruda para potabilizar

PARAMETRO	UNIDADES	LIMITE DE DETECCION	VALOR GUIA	01SANAG	02CORRAL	03APULO	04CHAGU	05CERROS	06TEPEZ	07DESAG	08TEXA
pH	unidades de pH		6.5 a 9.2	8.85	8.85	8.82	8.85	8.9	8.82	8.81	8.81
Oxígeno disuelto	mg/L		≥ 4	8.93	8.81	8.53	9.28	8.52	8.29	8.34	5.46
DBO5	mg/L		≤ 4	3.4	2.4	1.7	2.8	2.1	<b>4.1</b>	3.6	3
Coliformes fecales	NMP/100 mL	< 1.8	< 2000	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Sólidos disueltos totales	mg/L		500	<b>1016.5</b>	<b>1038.5</b>	<b>1026</b>	<b>1067</b>	<b>1042</b>	<b>1042.5</b>	<b>1013.5</b>	<b>1029</b>
Nitratos	mg/L	< 0.03	45	9.12	10.17	9.12	11.75	11.75	8.6	8.6	5.97
Fosforo total	mg/L	< 0.07	0.5	<b>0.69</b>	<b>0.67</b>	<b>0.7</b>	<b>0.67</b>	<b>0.66</b>	<b>0.68</b>	<b>0.78</b>	<b>0.68</b>
Fosfatos	mg/L	< 0.02	0.5	<b>0.64</b>	<b>0.57</b>	<b>0.66</b>	<b>0.53</b>	0.49	<b>0.56</b>	<b>0.66</b>	<b>0.54</b>
Fenoles	mg/L	< 0.01	0.001	<b>0.06</b>	<b>0.06</b>	<b>0.08</b>	<b>0.06</b>	<b>0.07</b>	<b>0.05</b>	<b>0.07</b>	<b>0.04</b>
Boro	mg/L	< 0.02	0.3	<b>9.23</b>	<b>6.46</b>	<b>6.92</b>	<b>5.48</b>	<b>5.73</b>	<b>6.88</b>	<b>8.94</b>	<b>2.58</b>
Cadmio	mg/L	< 0.000196	0.003	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Cromo Hexavalente	mg/L	< 0.01	0.05	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Níquel	mg/L	< 0.000468	0.02	<b>0.101</b>	<b>0.053</b>	<b>0.062</b>	<b>0.059</b>	<b>0.032</b>	<b>0.09</b>	<b>0.092</b>	<b>0.064</b>
Plomo	mg/L	< 0.000214	0.01	0.00243	0.00123	0.00205	0.00053	0.00292	0.00389	0.00107	0.00124
Arsénico	mg/L	< 0.000177	0.001	<b>1.057</b>	<b>0.8448</b>	<b>0.9829</b>	<b>0.8246</b>	<b>0.9089</b>	<b>0.9136</b>	<b>0.8965</b>	<b>1.081</b>
Cianuros	mg/L	< 0.002	0.05	0.01	0.011	0.011	0.017	0.013	0.018	0.01	0.014

ND No detectable.

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Dirección General del Observatorio Ambiental/Año 2015

**Tabla N°3: Resultados de calidad de agua para riego sin restricciones**

PARAMETRO	UNIDADES	LIMITE DE DETECCION	VALOR GUIA	01SANAG	02CORRAL	03APULO	04CHAGU	05CERROS	06TEPEZ	07DESAG	08TEXA
pH	unidades de pH		6.5 a 8.4	8.85	8.85	8.82	8.85	8.9	8.82	8.81	8.81
Conductividad	μ Siemens/cm		750	1841	1843	1839.5	1768	1836.5	1836	1865.5	1830.5
Coliformes fecales	NMP/100 mL	< 1.8	< 1000	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Sólidos disueltos	mg/L		1500	1016.5	1038.5	1026	1067	1042	1042.5	1013.5	1029
Cloruros	mg/L	< 1.99	100	406.72	399.37	404.27	399.37	406.72	404.27	406.72	406.72
Sodio	mg/L	< 0.017	60	2.701	2.629	3.924	2.71	2.582	2.573	3.932	3.661
Aluminio	mg/L	< 0.00085	5	0.0448	0.0453	0.0681	0.0572	0.032	0.0257	0.0366	0.0612
Arsénico	mg/L	< 0.000177	0.1	1.057	0.8448	0.9829	0.8246	0.9089	0.9136	0.8965	1.081
Cadmio	mg/L	< 0.000196	0.01	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Cobre	mg/L	< 0.004	0.2	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Boro	mg/L	< 0.02	2	9.23	6.46	6.92	5.48	5.73	6.88	8.94	2.58
Hierro	mg/L	≤ 0.009	5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Plomo	mg/L	< 0.000214	5	0.00243	0.00123	0.00205	0.00053	0.00292	0.00389	0.00107	0.00124
Manganeso	mg/L	< 0.024	0.2	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Niquel	mg/L	< 0.000468	0.2	0.101	0.053	0.062	0.059	0.032	0.09	0.092	0.064
Zinc	mg/L	< 0.005	2	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

ND No detectable.

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Dirección General del Observatorio Ambiental/Año 2015

**Tabla N°4: Resultados de calidad de agua para actividades recreativas con contacto humano**

PARAMETRO	UNIDADES	LIMITE DE DETECCION	VALOR GUIA	01SANAG	02CORRAL	03APULO	04CHAGU	05CERROS	06TEPEZ	07DESAG	08TEXA
pH	unidades de pH		6 a 9	8.85	8.85	8.82	8.85	8.9	8.82	8.81	8.81
Coliformes fecales	NMP/100 mL	< 1.8	≤ 200	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
DBO5	mg/L		≤ 10	3.4	2.4	1.7	2.8	2.1	4.1	3.6	3
Grasas y material flotante		< 0.2	Ausente	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4.17	ND

ND No detectable.

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Dirección General del Observatorio Ambiental/Año 2015

**Tabla N°5: Resultados de calidad de agua para protección de vida acuática**

PARAMETRO	UNIDADES	LIMITE DE DETECCION	VALOR GUIA	01SANAG	02CORRAL	03APULO	04CHAGU	05CERROS	06TEPEZ	07DESAG	08TEXA
pH	unidades de pH		6.5 a 9	8.85	8.85	8.82	8.85	8.9	8.82	8.81	8.81
Transparencia	metros			1.5	2.2	2.25	2	1.75	1.3	1.3	1.8
Oxígeno disuelto	mg/L		≥ 4	8.93	8.81	8.53	9.28	8.52	8.29	8.34	5.46
DBO5	mg/L		≤ 5	3.4	2.4	1.7	2.8	2.1	4.1	3.6	3
Coliformes fecales	NMP/100 mL	< 1.8	100	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Sólidos disueltos	mg/L		400	1016.5	1038.5	1026	1067	1042	1042.5	1013.5	1029
Arsénico	mg/L	< 0.000177	0.05	1.057	0.8448	0.9829	0.8246	0.9089	0.9136	0.8965	1.081
Cobre	mg/L	< 0.004	0.1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Cadmio	mg/L	< 0.000196	0.012	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Hierro	mg/L	< 0.009	1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Cromo hexavalente	mg/L	< 0.01	0.1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Plomo	mg/L	< 0.000214	0.01	0.00243	0.00123	0.00205	0.00053	0.00292	0.00389	0.00107	0.00124
Aluminio	mg/L	< 0.00085	0.1	0.0448	0.0453	0.0681	0.0572	0.032	0.0257	0.0366	0.0612
Zinc	mg/L	< 0.005	0.01	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Cianuros	mg/L	< 0.002	0.005	0.01	0.011	0.011	0.017	0.013	0.018	0.01	0.014
Aceites y Grasas	mg/L	< 0.2	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4.17	ND
Fenoles	mg/L	< 0.01	1	0.06	0.06	0.08	0.06	0.07	0.05	0.07	0.04

ND No detectable.

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Dirección General del Observatorio Ambiental/Año 2015

**Tabla N°6:** Sitios de muestreo informe de calidad de agua, año 2022

No.	SITIO DE MUESTREO	UBICACIÓN	COORDENADAS Norte	COORDENADAS Oeste
1	01SANAG	Frente a Comunidad San Agustín	13°40'57.76"	89° 1'16.80"
2	02CORRAL	Frente a Corrales de Peces	13°41'27.65"	89° 2'42.37"
3	03APULO	Frente a Turicentro Apulo	13°41'40.43"	89° 4'23.14"
4	04CHAGU	Frente a descarga de Río Chagüite	13°40'45.31"	89° 4'53.07"
5	05CERROS	En Cerros Quemados	13°40'0.99"	89° 3'1.51"
6	06TEPEZ	Frente a San Juan Tepezontes	13°38'40.80"	89° 2'17.36"
7	07DESAG	Desagüe del Lago al Río Jiboa	13°39'29.61"	89° 1'18.62"

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Dirección General del Observatorio Ambiental/Año 2022

**Tabla N°7:** Aptitud de agua cruda para potabilizar por métodos convencionales.

ID Muestreo	Unidad	Valorguia	01SANAG	02CORRAL	03APULO	04CHAGU	05CERROS	06TEPEZ	07DESAG	08TEXA
Arsénico	mg/lAs	<0.01	0.708	0.681	0.708	0.689	0.71	0.691	0.7	0.708
Boro	mg/l B	<0.3	11.73	11.32	11.59	11.09	11.17	11.72	11.85	11.43
Cadmio	mg/lCd	<0.003	0.012	0.011	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012
Cianuro	mg/lCN-	<0.07	0.004	0.003	0.003	0.005	0.004	0.004	0.004	0.003
Cloruros	mg/lCl-	<250	1592.53	1573.35	405.33	405.33	402.93	1602.13	1592.53	398.13
Cobre	mg/ Cu	<2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Coliformes fecales	NMP/100 ml	≤2000	ND	ND	ND	ND	ND	20	45	ND
Cromo	mg/lCr	<0.068	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l O2	≤4	ND	0.89	0.95	0.88	ND	ND	ND	ND
Fenoles	mg/l	≤0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Fosforo total	mg/l-3PO <sub>4</sub>	≤0.15	2.3	2.35	2.31	2.3	2.3	2.33	2.25	2.31
Hierro	mg/lFe	<0.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Manganeso	mg/lMn	<0.5	15.68	15.31	15.59	15.13	15.48	15.56	15.65	15.56
Mercurio	mg/lHg	<0.001	0.28	0.78	0.5	0.4581	0.5346	0.5531	0.6344	0.5391
Níquel	mg/lNi	<0.02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Nitratos	mg/lNO <sub>3</sub> -	<50	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Nitritos	mg/lNO <sub>2</sub> -	<3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Nitrógeno Amoniacal	mg/l NH <sub>4</sub>	<1.5	ND	0.02	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Oxígeno Disuelto	mg/L O <sub>2</sub>	≥4	7.68	7.65	7.71	6.8	7.18	7.4	7.55	7.37
Plomo	mg/lPb	≤0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Potencial de Hidrógeno (pH)	unidad es	6.5 a 9.5	8.6	8.5	8.6	8.5	8.4	8.5	8.6	8.4
Sodio	mg/lNa	≤200	323.1	324.3	328.8	326.8	325.7	328	322.9	320.9
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	≤500	896.15	902.75	926.45	926.95	931.1	899.95	911.8	926.5
Sulfatos	mg/lSO <sub>4</sub>	<250	82	83	75	82	75	80	80	78
Zinc	mg/lZn	<3	0.007	0.006	0.005	0.005	0.01	0.005	ND	0.007
APTITUD			NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Dirección General del Observatorio Ambiental/Año 2022

**Tabla N°8: Aptitud de uso para riego sin restricciones**

ID Muestreo	Unidades	Valor guía	01SANAG	02CORRAL	03APULO	04CHAGU	05CERROS	06TEPEC	07DESAG	08TEXA
Aluminio	mg/l Al	<5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Arsénico	mg/l As	<0.1	0.708	0.681	0.708	0.689	0.71	0.691	0.7	0.708
Boro	mg/l B	<0.7	11.73	11.32	11.59	11.09	11.17	11.72	11.85	11.43
Cadmio	mg/l Cd	<0.01	0.012	0.011	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012
Cobre	mg/l Cu	<0.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cromo	mg/l Cr	<0.1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Hierro	mg/l Fe	<5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Manganeso	mg/l Mn	<0.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Níquel	mg/l Ni	<0.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Plomo	mg/l Pb	<5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Zinc	mg/l Zn	<2	0.007	0.006	0.005	0.005	0.01	0.005	ND	0.007
Bicarbonatos	mg/l CaCO <sub>3</sub>	<91.5252	275.03	282.94	286.9	290.85	288.88	275.03	277	288.88
Cloruros	mg/l Cl-	<142	1592.53	1573.35	405.33	405.33	402.93	1602.13	1592.53	398.13
Coliformes fecales	NMP/100 ml	≤1000	ND	ND	ND	ND	ND	20	45	ND
Conductividad Eléctrica	μs/cm	<700	1825	1862	1824	1815	1773	1835	1860	1814
Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub> -	<5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Potencial de Hidrógeno (pH)	unidades	6.5-8.4	8.6	8.5	8.6	8.5	8.4	8.5	8.6	8.4
RAS	unidades	<9	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
Sólidos disueltos totales	mg/l	<450	896.15	902.75	926.45	926.95	931.1	899.95	911.8	926.5
APTITUD			NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Dirección General del Observatorio Ambiental/Año 2022

**Tabla N°9: Aptitud de uso para actividades recreativas con contacto directo**

ID Muestreo	Unidad	Valor guía	01SANAG	02CORRAL	03APULO	04CHAGU	05CERROS	06TEPEC	07DESAG	08TEXA
Aceites y grasas	mg/L	<5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Coliformes fecales	NMP/100 ml	<200	ND	ND	ND	ND	ND	20	45	ND
Oxígeno Disuelto (Valor mínimo)	mg/L	≥5	7.68	7.65	7.71	6.8	7.18	7.4	7.55	7.37
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidades	6 a 9	8.6	8.5	8.6	8.5	8.4	8.5	8.6	8.4
Turbidez	NTU	≤50	0.48	1.5	1.2	1	0.57	0.55	1.1	0.58
APTITUD			CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

ND No detectable o inferior al límite de detección del equipo de laboratorio. NR No realizado

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Dirección General del Observatorio Ambiental/Año 2022

**Tabla N°10: Aptitud de uso para especies de consumo de producción animal**

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR GUIA	01SANAG	02CORRAL	03APULO	04CHAGU	05CERROS	06TEPEZ	07DESAG	08TEXA
Aluminio	mg/l Al	<5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Arsénico	mg/l As	<0.2	0.708	0.681	0.708	0.689	0.71	0.691	0.7	0.708
Boro	mg/l B	<5	11.73	11.32	11.59	11.09	11.17	11.72	11.85	11.43
Cadmio	mg/l Cd	<0.05	0.012	0.011	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012
Cobre	mg/l Cu	<0.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cromo	mg/l Cr	<1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Manganeso	mg/l Mn	<0.05	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Mercurio	mg/l Hg	<0.01	0.28	0.78	0.5	0.4581	0.5346	0.5531	0.6344	0.5391
Plomo	mg/l Pb	<0.1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Zinc	mg/l Zn	<24	0.007	0.006	0.005	0.005	0.01	0.005	ND	0.007
Conductividad eléctrica	µS/cm	<1500	1825	1862	1824	1815	1773	1835	1860	1814
Magnesio	mg/l Mg	≤250	15.68	15.31	15.59	15.13	15.48	15.56	15.65	15.56
Nitritos	mg/l NO <sub>2</sub> -	≤10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<b>APTITUD</b>			<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>

ND No detectable, NR No realizado

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Dirección General del Observatorio Ambiental/Año 2022

**Tabla N°11: Sitios de muestreo en el Lago de Ilopango.**

SITIO DE MUESTREO	UBICACIÓN	COORDENADAS Norte	COORDENADAS Oeste
01SANAG	Frente a Comunidad San Agustín	13.6834167	-89.02375
02CORRAL	Frente a Corrales de Peces	13.6932778	-89.0433611
03APULO	Frente a Turicentro Apulo	13.6991111	-89.07675
04CHAGU	Frente a descarga de Río Chagüite	13.6696389	-89.0882778
05CERROS	En Cerros Quemados	13.6696944	-89.0509167
06TEPEZ	Frente a San Juan Tepezontes	13.6448611	-89.0373611

Fuente: Calidad de Agua para actividades recreativas en el Lago de Ilopango. Junio 2023

**Tabla N°12: Aptitud de uso para actividades recreativas con contacto directo**

Parámetro	pH	Turbidez	Oxígeno	Aceites y	Coliformes	APTITUD
Unidad	unidad pH	NTU	mg/l O <sub>2</sub>	mg/l	NMP/100	
Valor guía	6 a 9	≤50	≥5	≤5	≤200	
Turicentro Apulo	8.79	1.5	8.81	ND	170	CUMPLE
Joya Grande	8.83	3.5	8.92	ND	68	CUMPLE
Cerros quemados	8.82	3.3	8.67	ND	ND	CUMPLE
Tepezontes	8.8	3.8	9.33	ND	ND	CUMPLE
San Agustín	8.82	14	9.06	ND	20	CUMPLE
Corrales	8.84	13	9.12	ND	ND	CUMPLE

ND: no realizado

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Dirección General del Observatorio Ambiental/Año 2022

**ANEXO N°2: Entrevista**

FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA  
CURSO DE ESPECIALIZACIÓN  
GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

Entrevista a los habitantes sobre cómo afecta la contaminación en el Lago de Ilopango:

Economía y Sustento

1. ¿Depende usted económicamente del lago (por ejemplo, pesca, turismo, agricultura)?
2. ¿Ha afectado la contaminación del lago su fuente de ingresos? Si es así, ¿de qué manera?
3. ¿Ha habido una disminución en el turismo debido a la contaminación del lago?  
¿Cómo ha impactado esto a la economía local?

Uso del Lago

4. ¿Cuáles son los principales usos del lago por parte de la comunidad (recreación, pesca, transporte, etc.)?
5. ¿Ha cambiado la forma en que la comunidad usa el lago debido a la contaminación?
6. ¿Utiliza el agua del lago para consumo doméstico como lavar, tomar regar?, Si es así, ¿qué medidas toma para asegurar su salubridad?

Percepción y Conocimiento

7. ¿Cree que las autoridades están tomando medidas adecuadas para controlar la contaminación del lago?
8. ¿Qué acciones ha tomado usted o la comunidad para combatir la contaminación del lago?
9. ¿Qué mensaje le gustaría enviar a las autoridades o a la comunidad más amplia sobre la situación del Lago de Ilopango?