



MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES

Plan de Manejo del Área Natural Protegida **Espejo de Agua Lago de Coatepeque**

San Salvador, enero 2023

Categoría de Manejo: Paisaje Terrestre Protegido

Plan de Manejo del Área Natural Protegida Espejo de Agua Lago de Coatepeque

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Fernando Andrés López Larreynaga
Ministro

Miguel Alberto Gallardo Meléndez
Director General de Ecosistemas y Biodiversidad

Elaboración

Jaime Javier Espinoza Navarrete, Coordinador Área de Humedales

Wilfredo Antonio López Martínez, Técnico en Humedales

Carolina del Carmen Avilés Hernández, Técnica en Gestión de Áreas Protegidas.

Primera Edición
Enero, 2023

Este documento puede ser reproducido todo o en parte, reconociendo los derechos del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

Kilómetro 5 ½ Carretera a Santa Tecla, Calle y Colonia Las Mercedes, Edificios 1 y 2 MARN, instalaciones ISTA, San Salvador, El Salvador, Centroamérica.

Tel: (503) 2132-6276

Sitio web: www.marn.gob.sv

Correo electrónico: medioambiente@ambiente.gob.sv

Facebook: www.facebook.com/MedioAmbienteSLV/

Twitter: @MedioAmbienteSV

Youtube: youtube.com/MARNsv

Instagram: www.instagram.com/medioambientesv/

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. BASE LEGAL	5
3. CONTEXTO TERRITORIAL	8
3.1 CONTEXTO NACIONAL	8
3.2 CONECTIVIDAD TERRITORIAL	10
4. CONTEXTO Y ANÁLISIS DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA	11
4.1 ASPECTOS BIOFÍSICOS	11
4.1.1. GENERALIDADES	11
4.1.2. FÍSICAS	12
4.1.3. BIOLÓGICAS	17
5. MANEJO Y DESARROLLO DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA	18
5.1 RESTRICCIONES	18
5.2 POTENCIALIDADES	19
5.3 OBJETIVOS DE MANEJO	19
5.3.1. OBJETIVO GENERAL	19
5.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
5.4 CATEGORÍA DE MANEJO	20
5.5 ZONIFICACIÓN	20
6. PROGRAMAS DE MANEJO DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA	23
7. LITERATURA	31
8. ANEXO I	32

1. INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), como ente rector del tema ambiental en El Salvador y muy puntualmente del tema de las Áreas Naturales Protegidas, busca la conservación de su biodiversidad mediante el fortalecimiento del Sistema de Áreas Naturales Protegidas (SANP), y consolidar la gestión en el Área Natural Protegida (ANP) Lago de Coatepeque. En este contexto, se ha sistematizado esta propuesta de Plan de Manejo de dicha área, con una metodología apegada a los lineamientos del MARN, que permita realizar una planificación congruente con la realidad nacional para el período 2023-2027.

El presente Plan de Manejo para el ANP nace con el objetivo de proteger los paisajes naturales y espacios de importancia cultural, así como armonizar la interacción entre la naturaleza y las actividades humanas. Estos propósitos no podrán realizarse sin el fortalecimiento de la economía local, la educación ambiental, las capacidades técnicas, y la gobernanza ambiental y turística; de manera que los requerimientos fundamentales para la conservación de los recursos biológicos propuestos en la nueva planificación han tomado en cuenta las medidas que puedan desarrollar, fortalecer y articular a los sectores que aprovechan y hacen uso de dichos recursos.

Tomando en cuenta las potencialidades y limitantes del ANP, y según los objetivos de manejo del Sistema de ANP, contenidos en el Art. 79 de la Ley del Medio Ambiente, se ha establecido el propósito de manejo del Área bajo la categoría de **PAISAJE TERRESTRE PROTEGIDO**, siendo importante también la definición de la zonificación general del ANP, donde se ha establecido la zona de amortiguamiento donde se concentrarán la mayoría de las actividades que se proyecten en la zona, tanto en los aspectos de desarrollo económico como turísticos, tomando en cuenta el aspecto social. Asimismo, se ha determinado la zonificación específica del área, la cual distingue dos zonas: (i) **zona de recuperación** y (ii) **zona de uso especial**.

Dicho Plan de Manejo desarrolla los programas y subprogramas que delimitan las actividades de manejo del área natural, y que se basan en la idea de que la gestión del ANP representa la oportunidad estratégica para construir la gestión del Área Natural, y sobre todo para mejorar de manera sustancial la calidad de los servicios ecosistémicos para la población interna y aledaña al territorio.

El Plan de Manejo ha sido elaborado con la orientación técnica de la Dirección General de Ecosistemas y Biodiversidad y sus dependencias.



Figura 1. Fotografía que muestra parte de las zonas de vivienda en la ribera del ANP Espejo de Agua Lago de Coatepeque.

2. BASE LEGAL

Que de conformidad al Artículo 117 de la Constitución de la República, es deber del Estado, proteger los recursos naturales, así como la diversidad e integridad del medio ambiente, para garantizar el desarrollo sostenible; declarando de interés social la protección, conservación, aprovechamiento racional, restauración o sustitución de los recursos naturales; estableciéndose también en el Artículo 246 de la misma, que el interés público tiene primacía sobre el interés privado; el derecho a un medio ambiente sano tiene un carácter completo en el texto de la Constitución por ser inherente a la persona humana.

Que mediante Decreto Legislativo No. 233, de fecha dos de marzo de mil novecientos noventa y ocho, publicado en el Diario Oficial No. 79, Tomo 339, de fecha 4 de mayo de ese mismo año, se decretó la Ley del Medio Ambiente, cuyo objeto y entre otros aspectos, es desarrollar las disposiciones de la Constitución de la República, que se refieren a la protección, conservación y recuperación del medio ambiente; el uso sostenible de los recursos naturales que permitan mejorar la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones, así como también, normar la gestión ambiental, pública y privada y la protección ambiental como obligación básica del Estado, los municipios y los habitantes en general.

Que de conformidad con lo establecido en el Artículo 2 literal f) de la Ley del Medio Ambiente, que determina los principios de la Política Nacional de Medio Ambiente y específicamente señala que en la gestión de protección del medio ambiente prevalecerá el principio de prevención y precaución.

Que la precitada Ley, también en su Art. 78.- desarrolla la CREACIÓN DEL SISTEMA, Créase el Sistema de Áreas Naturales Protegidas-SANP, el cual estará constituido por aquellas áreas establecidas como tales con anterioridad a la vigencia de esta Ley y las que se creasen posteriormente.

Es responsabilidad del Ministerio velar por la aplicación de los reglamentos y formular las políticas, planes y estrategias de conservación y manejo sostenible de estas áreas, promover y aprobar planes y estrategias para su manejo y administración y dar seguimiento a la ejecución de los mismos.

Así también, señala que los OBJETIVOS DEL SISTEMA en su Art. 79, son los siguientes:

- a) Conservar las zonas bióticas autóctonas en estado natural, la diversidad biológica y los procesos ecológicos de regulación del ambiente y del patrimonio genético natural.
- b) Proveer y fomentar opciones para el estudio, la investigación técnica y científica, dar facilidades para la interpretación y educación ambiental y oportunidades para la recreación, esparcimiento y turismo.
- c) Promover y fomentar la conservación, recuperación y uso sostenible de los recursos naturales.
- d) Conservar y recuperar las fuentes de producción del recurso hídrico y ejecutar acciones que permitan el control efectivo para evitar la erosión y la sedimentación.
- e) Conservar la prestación de los servicios ambientales que se deriven de las áreas protegidas, tales como fijación de carbono, disminución del efecto invernadero, contribución a la estabilización del clima y aprovechamiento sostenible de la energía.

Que así mismo la ley del Medio Ambiente en su Art. 80.- desarrolla los PLANES DE MANEJO DE ÁREAS PROTEGIDAS, determinando que la gestión de todas las áreas protegidas, deberá hacerse de acuerdo a un Plan de Manejo que deberá contar con la participación de la población involucrada y debe ser elaborado por especialistas en el tema.

Ley de Áreas Naturales Protegidas, en su Art 1. Determina que la Ley tiene por objeto regular el establecimiento del régimen legal, administración, manejo e incremento de las ANP, con el fin de conservar la diversidad biológica, asegurar el funcionamiento de los procesos ecológicos esenciales y garantizar la

perpetuidad de los sistemas naturales a través de un manejo sostenible para el beneficio de los habitantes del país¹.

Que según el Art. 5, de la Ley de Áreas Naturales Protegidas, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, es la autoridad competente para conocer y resolver sobre toda actividad relacionada con las Áreas Naturales Protegidas y los recursos que éstas contienen.

Que la Ley de Áreas Naturales Protegidas, establece en su Art. 9, que el Sistema de Áreas Naturales Protegidas, está integrado por Áreas de propiedad del Estado, de las municipalidades y de entidades autónomas, incluyendo las propiedades privadas, de interés para la conservación, de conformidad a lo establecido en el artículo 11 de la referida Ley, así como los bosques salados, humedales continentales y artificiales, cráteres, lavas, farallones, lagos y lagunas, arrecifes coralinos y rocosos naturales o artificiales y acantilados, que forman parte del Patrimonio Natural del Estado, mientras no se demuestre titularidad privada.

Así también, la citada Ley, desarrolla las Categorías de Manejo en su Art. 14. Determinando que, dentro del proceso de formulación de los planes de manejo de las áreas naturales protegidas, se asignará la respectiva categoría con base al cumplimiento de los objetivos de las ANP y de acuerdo a la clasificación que la misma Ley señala.

Según el Art. 17, la Ley de Áreas Naturales Protegidas desarrolla los Planes de Manejo y Planes Operativos, determinando que: El Ministerio, de conformidad al Reglamento de la presente Ley, emitirá las normas correspondientes para la formulación y aprobación de los planes de manejo y planes operativos para la gestión de las Áreas Naturales Protegidas.

El Código Penal (El Salvador, 1997) en sus Artículos 259 y 261, también incluye aspectos relacionados a la conservación de la biodiversidad, en los cuales se tipifican algunos delitos relacionados con la depredación de flora y fauna y sus hábitats; mientras que en el Artículo 263 señala sanciones para delitos contra especies de fauna silvestre amenazadas y en peligro de extinción.

La Ley Forestal (Decreto Legislativo No 852, 2002), cuya aplicación compete al Ministerio de Agricultura y Ganadería-MAG, se regula en los artículos 8 al 12 el aprovechamiento de los bosques naturales privados, no permitiendo el cambio de uso en los suelos con cobertura forestal de las clases de capacidad VI, VII, VIII.

En el Art. 23 de la Ley Forestal se declaran las áreas de Uso Restringido y la forma de manejo por parte de sus propietarios y en los Artículos 25 y 26 se

¹ Ley de Áreas Naturales Protegidas, Decreto Legislativo N° 579, DO N° 32, Tomo 366, 15 de febrero de 2005.

habla de la prevención y control de incendios y su extinción, así como de la prohibición de quemas en los bosques naturales (Art. 28).

Ley de Conservación de Vida Silvestre (El Salvador, 1994) transfiere la aplicación de la normatividad de esta Ley del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). Según este Decreto, desaparece el Servicio de Parques Nacionales y Vida Silvestre y las atribuciones y responsabilidades de esta instancia del MAG pasan a la Dirección General de Patrimonio Natural del MARN.

Que mediante Decreto No. 16, del Órgano Ejecutivo en el Ramo de Medio Ambiente y Recursos Naturales, se declara como Área Natural Protegida ESPEJO DE AGUA LAGO DE COATEPEQUE, publicado en el Diario Oficial al No. 209, Tomo N° 437 de fecha 7 de noviembre de 2022.



Figura 2. Panorámica de asentamientos turísticos que muestra parte de las zonas de vivienda en la ribera del ANP Espejo de Agua Lago de Coatepeque.

3. CONTEXTO TERRITORIAL

3.1 CONTEXTO NACIONAL

Por su posición geográfica, latitudinal, historia geológica y su completa topografía, El Salvador cuenta con una considerable riqueza de ecosistemas (bosques estacionalmente saturados, bosques tropicales secos, bosques nebulosos, manglares y vegetación de playa, entre otros).

No obstante, el modelo de desarrollo tradicionalmente implementado en El Salvador, desde el periodo colonial y la alta densidad demográfica han conducido a un importante deterioro de las áreas naturales reduciendo su extensión, desarticulando su conectividad y por tanto su capacidad de albergar y conservar la rica diversidad biológica neotropical que en tiempos pasados las poblaba. La elevada deforestación y el alto grado de degradación que presentaban los suelos en los años 1940 comenzó a suscitar una fuerte necesidad de proteger las cuencas hidrográficas y los recursos naturales en El Salvador (MARN, 2003). Con este fin en la década de 1970, la Unidad de Parques Nacionales y Vida Silvestre inició el proceso de identificación y evaluación de las áreas naturales con potencial para integrar un Sistema de Áreas Naturales. En los 1980, más de 22,000 ha de las principales áreas naturales del país pudieron ser reservadas debido a la implementación del Proceso de Reforma Agraria (GEF/ PNUD/ MARN, 2000; citado por MARN, 2012). Durante los primeros años de la década de los 1990, continuó el proceso sobre la Planificación Estratégica de las Áreas Naturales Protegidas que culminó con la Propuesta del Sistema Salvadoreño de Áreas Protegidas incrementándose el número de áreas protegidas a un total de 125. En el año 1998 se creó, por medio del Artículo 78 de la Ley del Medio Ambiente, el SANP.

La entrada en vigencia de la Ley de Medio Ambiente ha facilitado la formulación y divulgación de documentos y herramientas estratégicas que han ido permitiendo el ordenamiento del manejo de los recursos naturales y biodiversidad contenida en las áreas naturales tales como la Estrategia Nacional de Diversidad Biológica, la Política de Áreas Naturales Protegidas y el Proceso de Transferencia de la Áreas Naturales.

En El Salvador se han identificado 128 Áreas Naturales Protegidas con potencial de ser integradas en el SANP, ya que poseen características especiales de relevancia nacional e internacional, contienen ecosistemas representativos a escala nacional y en las cuales se encuentran representadas las seis zonas de vida identificadas para el país por el Sistema de Holdridge (1978); (MARN, 2003; citado por MARN, 2012). Hasta el año 2022, se han declarado como Áreas Naturales Protegidas a favor del Estado 193 y otro porcentaje han sido transferidas para su proceso de declaración debido a que cumplen criterios relacionados con los ecosistemas representados, la extensión, los recursos naturales y culturales contenidos, accesibilidad, base legal e institucional y potencial para desarrollo a corto y mediano plazo, para su manejo estas se organizan ya sea como Complejos de áreas naturales protegidas o como áreas individuales. De igual manera, la Estrategia Nacional de Medio Ambiente (MARN, 2012) que es un instrumento de la Política Nacional de Medio Ambiente, que tiene como gran objetivo revertir la degradación ambiental y reducir la vulnerabilidad frente al cambio climático. a través del desarrollo de la Estrategia Nacional del Medio Ambiente y su Plan de Acción, que a su vez conlleva a la formulación de las siguientes Estrategias: 1) Estrategia Nacional de Cambio Climático, 2) Estrategia Nacional de Biodiversidad, 3) Estrategia Nacional de

Saneamiento Ambiental y 4) Estrategia Nacional del Recurso Hídrico; la Política reconoce que la problemática central es la severa degradación ambiental y la vulnerabilidad creciente del país (MARN, 2012). También existe la Política de Áreas Naturales Protegidas promulgada en junio del 2004, esta normativa contiene los lineamientos para el manejo sostenible de las áreas naturales, logrando que sus beneficios trasciendan a la sociedad salvadoreña y se compartan equitativamente. Su objetivo general es: “lograr el manejo sostenible de las áreas naturales protegidas, haciendo que los beneficios que de ellas se deriven, trasciendan a los diferentes sectores de la sociedad y se compartan equitativamente”. Esta Política retoma los tres Macro Principios de la Política Nacional de Medio Ambiente: el Equilibrio Dinámico, la Responsabilidad Compartida y el Interés Social, que a su vez desarrollan los principios relativos a cada uno de ellos. Además, contiene un conjunto de directrices dentro de los aspectos del Marco Legal e Institucional, Gestión de las Áreas Naturales Protegidas, Participación Social y los Instrumentos de Mercado.

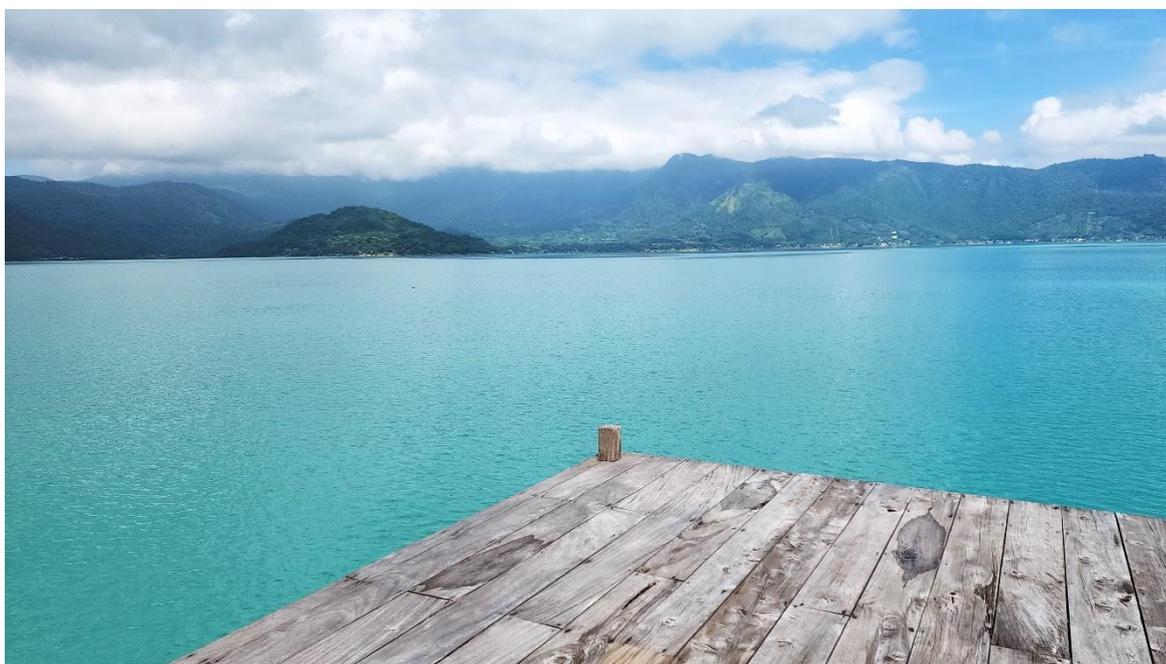


Figura 3. Vista del ANP Espejo de Agua Lago de Coatepeque desde uno de los múltiples muelles que se observan en la zona.

3.2 CONECTIVIDAD TERRITORIAL

El ANP Espejo de Agua Lago de Coatepeque, posee una superficie de 24.8 km² y se ubica a 740 m s. n. m., se caracteriza por no tener un drenaje superficial, presenta una lámina permanente de agua, su origen es volcánico, pertenece a la cadena volcánica reciente, se ubica en una depresión caldérica de forma elíptica con un área aproximada de 11 x 7k m, está constituida por materiales piroclásticas ácidas, epiclásticas volcánicas (tobas color café y al sureste pequeña

extensión de efusivas basálticas). Se estiman profundidades de hasta 120 m. La cobertura vegetal de este Lago ha sufrido presiones, aunque se observa una mayor cobertura vegetal por el cultivo del café que bordea prácticamente todo el cráter. Abunda dentro y en las márgenes plantas acuáticas sumergidas, enraizadas emergentes y pocas flotantes. En las riberas la mayor parte la constituye las plantas de café y las especies para sombra. En el sector que colinda con el bosque Las Lajas, Isla Teopán y Los Pinos, existe un relicto de bosque submontano con una abundante diversidad, se observan tres estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo.

4. CONTEXTO Y ANÁLISIS DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA

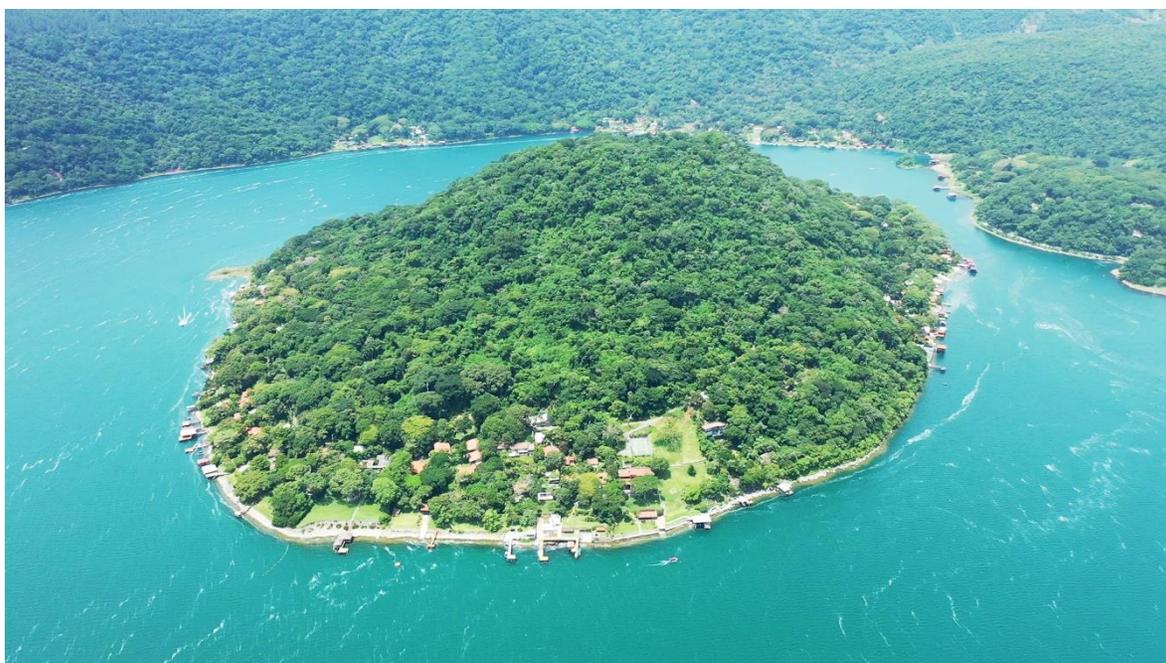


Figura 4. Isla Teopán, ANP Espejo de Agua Lago de Coatepeque.

4.1 ASPECTOS BIOFÍSICOS

4.1.1. GENERALIDADES

La Cuenca del Lago de Coatepeque se encuentra ubicada en el área de Reserva de la Biosfera Apaneca-Ilamatepec; en los municipios de El Congo 65% y Santa Ana 35%, ambos del departamento de Santa Ana, la cuenca se extiende sobre la ladera del volcán de Santa Ana, llegando a una elevación máxima de 2381 m s. n. m.; presenta la característica particular de ser una depresión cerrada, sin drenaje superficial, el drenaje que presenta es subterráneo hacia las subcuencas del Río Sucio y Río Suquiapa, ambas tributarias de la cuenca del Río Lempa.

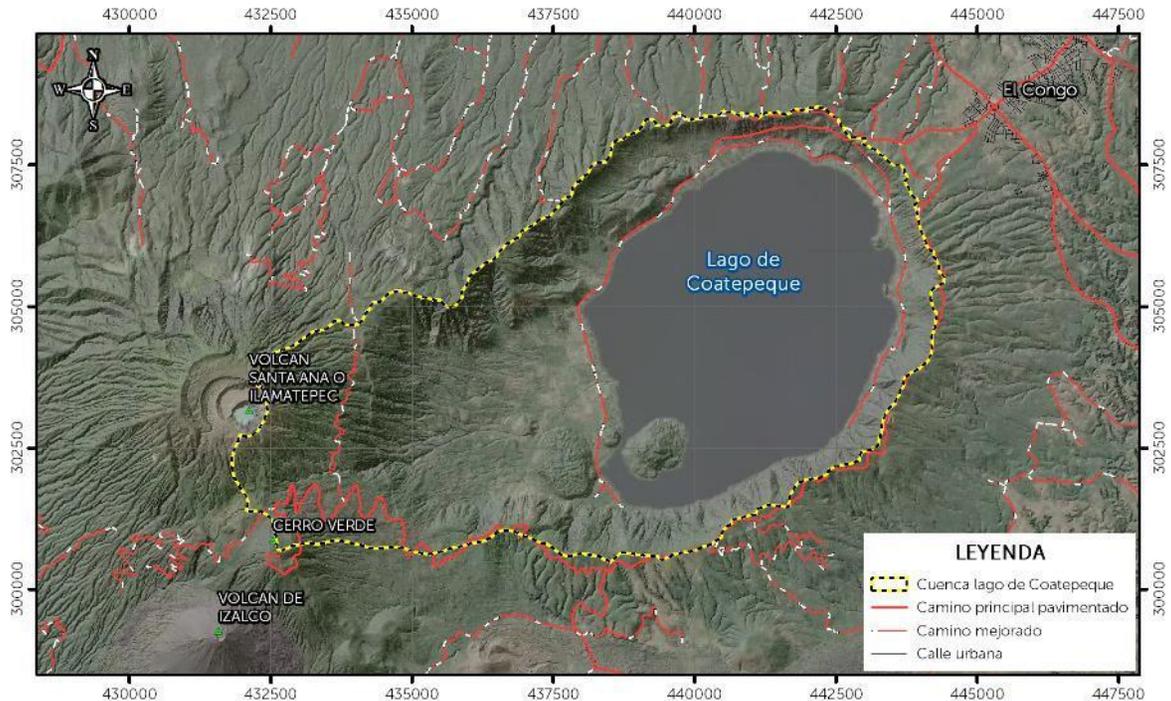


Figura 5. Cuenca del Área Natural Protegida Espejo de agua Lago de Coatepeque.

El ANP Espejo de Agua Lago de Coatepeque, fue formado por el hundimiento de las cimas de un grupo de conos volcánicos, conformando una cuenca de 70.25 Km² y paredones visibles que circundan el lago, los cuales varían en promedio entre 250 a 300 m de altura y en la Zona Suroeste hasta 500 m (William y Meyer-abich, s.a). El fondo del Lago se localiza a una cota de elevación de 624.37 m s. n. m.. Cuenta con una superficie acuática de 24.8 km², la cual está referenciada a una elevación promedio de 740 m s. n. m.; pudiendo oscilar en un mínimo de 736 m s. n. m.. hasta un máximo en la cota 748.87 m s. n. m.. (MARN, 2013). Su profundidad promedio alcanza 115 m y tiene una capa de mezcla desde superficie hasta 35 m de profundidad.

4.1.2. FÍSICAS

El Lago de Coatepeque es un punto turístico importante para El Salvador; gran parte del agua captada en la porción este de la Reserva de la Biósfera termina en la Caldera Volcánica de Coatepeque, dando origen al lago del mismo nombre, en el cual encuentran sustento unos 15,000 pobladores que viven de la pesca artesanal y los servicios turísticos y vacacionales asociados (Castellanos y Pullinger 1999).

Cuenta con una industria pesquera de tamaño considerable y datos estadísticos de referencia, hasta el año 1999, 408 pescadores, 295 embarcaciones de fibra de vidrio y unos 4 metros de eslora, y 18 centros de acopio (MAG 2002). No se tienen datos recientes sobre el número y tipo de embarcaciones. Con respecto a la pesca, es una actividad que se realiza de forma artesanal. Desde el año

2020, existe una floreciente industria turística que contabiliza 8 hoteles, más de 50 restaurantes, 2 centros turísticos, 2 complejos religiosos, 2 gasolineras y 1 taller de lanchas, adicional a un aproximado de 350 quintas que cumplen con funciones de turismo y habitación, así como pequeños asentamientos precarios que suman un aproximado de 50 viviendas. En la isla Teopán, se identifican arriba de 50 establecimientos con usos varios. Es prioridad, para mantener los servicios ambientales y ecosistémicos que garantizan aquellos aspectos de importancia turística y de protección de medios de vida, que se establezcan regulaciones que garanticen la sostenibilidad de los mismos.

En cuanto a la calidad de agua del ANP Espejo de Agua Lago de Coatepeque, el Ministerio ha realizado el monitoreo de la Calidad del Agua en el Lago desde el año 2006, encontrando presencia de algas verde azules, principalmente en el primer metro desde superficie hacia el fondo, las cuales corresponden a cianobacterias de los géneros *Microcystis* y *Limnographis*, ambas producen toxinas dañinas para el ser humano y los animales.

Los eventos color turquesa que ocurren en el Lago se han observado cada año a partir de 2015, en los meses de junio, agosto y septiembre, también ocurren eventos de cianobacterias filamentosas, las cuales se manifiestan en un incremento exagerado de biomasa y toman las aguas de color café-pardo, acompañado de fétidos olores el cual desaparece con la muerte celular de las cianobacterias.

La razón de las proliferaciones de cianobacterias en el Lago, se debe a varios factores, pero principalmente a la disponibilidad de fósforo y nitrógeno en el agua. Este incremento y disponibilidad de nutrientes aumenta por diversas causas, por un lado, la realización de actividades de vivienda y de producción en la cuenca, y por otra parte la emisión por surgencia y naturaleza geológica del Lago.

La vía más común de intoxicación en seres humanos y animales es por consumo directo. La absorción a través de la piel no es común debido a que difícilmente penetra membranas celulares, sin embargo, pueden ocasionar irritación en la piel, para lo cual se recomienda que en eventos de proliferación de cianobacterias no se realicen actividades de inmersión o contacto directo con el agua, sobre todo personas sensibles de la piel.

Las toxinas son termoestables, de modo que no son destruidas eficientemente por el procesado industrial ni por la cocción. Respecto a otros parámetros de calidad de agua en el Lago, se tiene monitoreo de 5 sitios en el Espejo de Agua, mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 1. Sitios de muestreo de calidad de agua en el Lago de Coatepeque

No	Sitio de muestreo	Ubicación	Coordenadas Latitud	Coordenadas Longitud
1	01 OBRERO	Centro Obrero Constitución	13°53'15.72"	89°32'44.68"
2	02 CENTRO	Centro del Lago de Coatepeque	13°51'55.07"	89°32'53.88"
3	03 ANTEOJOS	Anteojos	13°52'23.52"	89°31'43.31"

El agua del Lago presenta condiciones alcalinas y valores de Oxígeno disuelto que varían entre 5.57 y 7.07 mg/L, condiciones aeróbicas que facilitan el desarrollo de la vida acuática, se observan altos valores de conductividad que varían entre 1662.5 y 1700.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que indica un alto contenido de sales disueltas, debido al flujo de ingreso de aguas termales por condiciones propias del Lago.

La calidad bacteriológica del agua del ANP Espejo de Agua Lago de Coatepeque, evaluada a través del indicador de Coliformes Fecales, muestra que el agua presenta valores no detectables de dicho indicador por el Método de Número Más Probable, por lo que las aguas cumplen con dicho requerimiento para diversos usos. Las aguas transparencias (Disco Sechi) que oscilan entre 2.75 y 3.30 metros, lo que permite el ingreso de luz hasta dichas profundidades y favorece el desarrollo de vida acuática en el rango de profundidad mencionado; además, los valores de carga orgánica biodegradable cuantificada a través de la Demanda Bioquímica de Oxígeno a los Cinco Días (DBO5) son bajos y varían entre 1 y 4 mg/L, lo que indica, una baja carga orgánica que permite mantener los niveles de Oxígeno disuelto estables para permitir el desarrollo de la vida en el Lago.

En conclusión, el agua del ANP Espejo de Agua Lago de Coatepeque no es apta para ser utilizada como agua cruda para potabilizar, debido a la alta presencia de sales disueltas cuantificados a través de los sólidos disueltos totales que varían entre 1033.5 y 1076 mg/L, los cuales pueden ocasionar efectos laxantes en las personas; así como, por la presencia de Boro fuera del rango sugerido con valores de hasta 4.2 mg/L, el cual, puede ocasionar posibles daños en el estómago, los intestinos, el hígado y el riñón. Adicionalmente la presencia de fenoles fuera del rango sugerido con valores de hasta 8.17 mg/L puede

ocasionar un deterioro de los órganos internos a mediano y largo plazo según la ATSDR. Según las guías de calidad de agua, no es apta para riego debido al alto contenido de conductividad el cual varía entre los 1662 y 1700.5 μ Siemens/cm y los valores fuera de rango sugerido de Boro que oscila entre 2.62 y 4.2 mg/L, limitando el uso del agua para riego, debido a que el Boro en cantidades por encima de los 2mg/L puede ser tóxico para algunos cultivos. El agua superficial rara vez contiene suficiente Boro para ser tóxica, pero en el presente caso se debe al ingreso al sistema de las aguas termales provenientes del Volcán de Santa Ana. La toxicidad del Boro puede afectar a casi todos los cultivos, pero como en el caso de la salinidad, hay una amplia gama de tolerancia entre algunos cultivos.

El agua del ANP Espejo de Agua Lago de Coatepeque es recomendada para actividades recreativas sin restricciones en todos sus alrededores, debido a que cumple con los valores guías de calidad de agua para dicho uso, presenta limitaciones para el desarrollo de vida acuática por los valores fuera de las guías sugeridas para Sólidos disueltos totales, Arsénico, Cianuros, Grasas y Aceites y Fenoles. Se ha encontrado Arsénico en todas las muestras de agua fuera de los valores guías. Este elemento presenta bio-concentración en los organismos acuáticos, sobre todo en algas e invertebrados inferiores, y no se ha demostrado que posea tendencia a la bio-acumulación en la cadena trófica. El Arsénico está clasificado como precursor de cáncer en las personas. Los Cianuros fueron encontrados fuera de los valores guías en el sitio TERMAL que es el sitio del Lago con afloramiento de aguas termales. Sabemos que los Cianuros son tóxicos, por lo que pueden afectar el desarrollo de las especies acuáticas de la zona.

En la franja del bosque ripario (bosque de ribera) colindante con el Lago, se puede identificar vegetación arbórea, aunque también puede identificarse vegetación arbustiva o herbácea. Esta vegetación es importante para prevenir la erosión de la ribera conforme los cambios en el nivel del Espejo de Agua, así como la función de refugio de especies de fauna ubicadas en la base de la cadena alimenticia del humedal (cangrejos, caracoles, libélulas, escarabajos, hemípteros y otros invertebrados acuáticos, así como peces, anfibios, tortugas, reptiles y otros vertebrados). El ecotono entre la vegetación riparia y la vegetación acuática del Lago pueden estar entremezclados de manera que resulta difícil definir una línea de separación entre estos. La vegetación acuática puede ser flotante, emergente y/o sumergida, su inventario está pendiente de elaboración. Mientras el Ministerio finaliza este proceso de identificación, es necesario que los titulares y prestadores de servicios ambientales apoyen el esfuerzo de realizar el inventario de especies de flora y fauna en el ecotono de transición entre el Lago y la ribera (dominio público y zona de protección), para aquellos casos donde se proyecta intervención en el mismo o el humedal.

Plan de Manejo del Área Natural Protegida Espejo de Agua Lago de Coatepeque

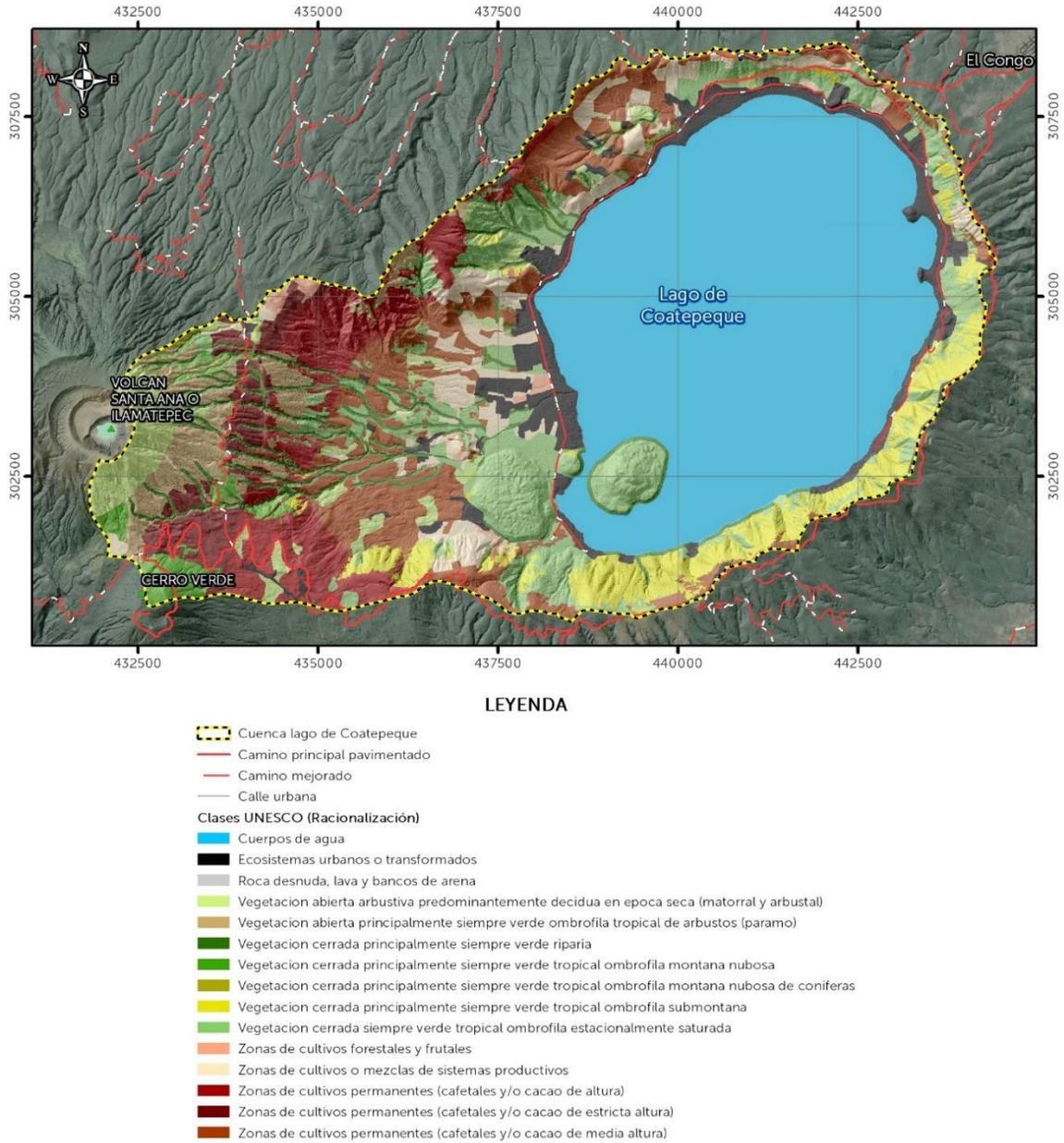


Figura 6. Uso de suelo en la zona de amortiguamiento del ANP Espejo de Agua Lago de Coatepeque.

4.1.3. BIOLÓGICAS

En ANP Espejo de Agua Lago de Coatepeque, se contabilizan 13 especies vegetales acuáticas sumergidas y flotantes (algas y plantas), entre ellas: *Najas marina*, *Chara zeylanica*, *Ruppia maritima*, *Hydrilla verticilata*, *Justicia comata*. En los márgenes del espejo de agua se observan los "zacates o pastos": *Panicum purpurascens*, *Paspalum distichium*, *Potamogeton angustifolium* y *Cyperus spp* (Armitage y Fassett, 1971).

Posee una extraordinaria belleza y alto valor paisajístico. Posee tres tipos de ecosistemas brindando servicios ambientales, entre ellos el esparcimiento y belleza escénica. Es cuerpo de agua más importante de la Reserva de la Biosfera Apaneca, con una vegetación flotante principalmente constituida por *Potamogeton angustifolium*, y una vegetación emergente de *Cyperus spp.*, *Hydrilla verticillata* y *Eichhornia crassipes*. Las plantas flotantes son aquellas que tienen las hojas en la superficie y sus raíces pueden estar ancladas al fondo (Flotantes arraigadas) o colgar desde la superficie (Flotantes libres). Las plantas sumergidas pueden o no estar arraigadas en el sedimento que se forma en el fondo de las aguas en las que viven y las hojas no salen a la superficie. En las laderas de la Cuenca del ANP Espejo de Agua Lago de Coatepeque se desarrollan Bosques siempre verdes, con dominancia de las siguientes especies de árboles: *Terminalia oblonga*, *Trophys racemosa*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Brosimum terrabanum*, *Triplaris melanodendrum*, *Cedrela salvadorensis*, *Sapium microcarpum*, *Maclura tinctoria*, *Lonchocarpus minimiflorus*, *Styrax argenteus* y *Cordia alliodora*. En la Cuenca existen cultivos de cafetal orgánico y en la Cuenca media, ubicados al costado Sur y Poniente, y en el costado Sur y Oriente de la cuenca se identifican bosques latifoliados correspondientes con el ecosistema del tipo bosque subtropical semideciduo latifoliado, submontano, bien drenado.

En cuanto a la fauna acuática, se reporta la presencia de los peces: "Juilín" *Rhamdia guatemalensis*, "Chimbolo" *Poecilia sphenops*, "Mojarra negra" *Cichlasoma guija*, "Guapote tigre" *Parachromis manguense*, "Burrita" *Amatitlania nigrofasciata*, "Tilapia" *Oreochromis spp.* Se reporta abundante población del "Cangrejo de agua dulce" *Pseudothelphusa magna*, mientras del grupo de las aves acuáticas se mencionan: "Gallineta de pico blanco" *Fulica americana*, "Zambullidores" *Podilymbus podiceps*, *Trachybaptus dominicus*, "Martín pescador azul" *Megaceryle alycron* y "Cormorán neotropical o Pato chanco" *Phalacrocorax brasilianus*.

5. MANEJO Y DESARROLLO DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA

5.1 RESTRICCIONES

Se entiende por restricciones a todos aquellos factores que pueden influenciar temporal o indefinidamente el manejo efectivo del Área Natural Protegida, pero que con acciones bien orientadas son susceptibles de corregirse o superarse.

Tabla 2. Restricciones para el ANP Espejo de Agua Lago de Coatepeque.

Restricciones	Descripción
Biofísicas	
Variabilidad climática	Las variaciones en los patrones de lluvia, principalmente en duración e intensidad, así como los períodos de sequía y aumento de la temperatura promedio, continuarán generando efectos negativos sobre la disponibilidad de agua en las fuentes superficiales, subterráneas y el espejo de agua.
Topografía	La topografía, en general, es irregular con rangos de pendientes que van desde el 30% hasta mayores del 100% en los farallones y acantilados, lo cual contribuye a la erosión y deslizamientos de tierra hacia el espejo de agua.
Infraestructura (calle de acceso)	Únicamente existe una calle rural de acceso hacia diferentes partes de cuerpo de agua, lo que dificulta el ingreso especialmente en las temporadas altas de vacación.
Vulnerabilidad de los ecosistemas	El ecosistema de bosque caducifolio hace vulnerable a la cuenca a incendios forestales, sobre todo si estos constituyen mecanismos para el aprovechamiento productivo de tierras.
Socioeconómicas	
Prácticas agropecuarias con fuerte componente cultural	La producción de granos básicos, y principalmente el maíz, constituye una limitante para el establecimiento de alternativas productivas diversificadas. Asimismo, las prácticas como la quema de rastrojos y libre pastoreo se encuentran fuertemente arraigadas en los productores agropecuarios.
Tenencia de la	La tenencia de la tierra es un factor clave para el manejo sostenible de las tierras circunscritas en las proximidades del área, sobre todo en la

Restricciones	Descripción
tierra	región de influencia y zona de amortiguamiento.
Bajo nivel de empleo rural	Oferta de empleo mal remunerada y reducida a jornadas temporales a nivel de las comunidades.
Existencia y aplicación de instrumentos de gestión territorial	Inexistentes o escasa aplicación de ordenanzas y planificación del desarrollo territorial, así como de políticas a nivel municipal que regulen el uso de los recursos naturales en la zona de amortiguamiento y región de influencia del ANP.

5.2 POTENCIALIDADES

Las potencialidades son aquellas oportunidades y fortalezas presentes, aunque no siempre obvias, las cuales, ubicadas en su contexto real, permiten potenciar acciones dirigidas a la conservación y manejo de Áreas Naturales Protegidas y los recursos naturales.

- El desarrollo turístico del territorio tiene una estrecha relación entre la conservación de los ecosistemas terrestres y acuáticos, en tanto que éstos constituyen sitios especiales de reproducción y alimentación de avifauna terrestre y acuática, y hábitat de otra diversidad de especies de fauna y flora de interés para su avistamiento con fines turísticos.
- El bosque tropical presente en el ANP posibilita la provisión de hábitat para muchas especies de flora y fauna, regulación hidrológica y estabilizador del microclima, lo que constituye beneficios directos a la sociedad del territorio.
- La cobertura boscosa del ANP permite amortiguar los efectos de eventos extremos como consecuencia del cambio climático. Los ecosistemas que conservan cobertura arbórea tienen una contribución importante en disminuir los riesgos asociados a la ocurrencia de este tipo de eventos.

5.3 OBJETIVOS DE MANEJO

Los objetivos de manejo del ANP Espejo de Agua Lago de Coatepeque están establecidos en concordancia con los objetivos para la creación de las ANP (Art. 16 de la Ley de ANP) y el Decreto de Creación de la presente ANP. Estos objetivos son los siguientes:

5.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Conservar los ecosistemas naturales, asegurando el mantenimiento de las especies silvestres nativas, especialmente aquellas consideradas como endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, junto con los procesos ecológicos y evolutivos que tiene el ecosistema del Área Natural Protegida Espejo de Agua Lago de Coatepeque.

5.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Asegurar el flujo constante para las presentes y futuras generaciones, de los bienes y servicios ambientales suministrados por el ecosistema Lago de Coatepeque.
- Promover, ordenar y facilitar el disfrute de los paisajes naturales de la zona con actividades de recreación y turismo, compatibles sin que provoquen el deterioro del ANP.
- Contribuir al mantenimiento de la conectividad de los ecosistemas aledaños.
- Promover la investigación científica, educación e interpretación ambiental del espejo de agua.

5.4 CATEGORÍA DE MANEJO

Los objetivos generales del ANP se han creado con base en los objetivos de manejo del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SANP, contenidos en el Art. 79 de la Ley de Medio Ambiente:

- a) Proteger los espacios naturales y espacios de importancia cultural.
- b) Armonizar la interacción entre la naturaleza y las actividades humanas.
- c) Contribuir al ecoturismo y la recreación.
- d) Utilizar sosteniblemente los recursos derivados de ecosistemas naturales.
- e) Disminuir la vulnerabilidad ante la ocurrencia de fenómenos naturales.

Por lo tanto, el propósito general del manejo del ANP Lago de Coatepeque constituye la protección de los paisajes naturales y espacios de importancia biológica, así como la armonización de la interacción entre la naturaleza y las actividades humanas. De acuerdo a estos objetivos, la Categoría de Manejo del Área Natural es: **Paisaje Terrestre Protegido**.

5.5 ZONIFICACIÓN

La zonificación de un Área Natural Protegida está diseñada de acuerdo con las características particulares de su geografía, ecosistemas y la realidad física en la actualidad para lograr integrar tanto los objetivos de manejo, su categoría como las actividades que garanticen el manejo adecuado de los recursos naturales. La zonificación está integrada por los siguientes elementos:

Zona de Recuperación: el objetivo general de manejo consiste en detener la degradación de los recursos o restaurar el área a su estado natural. Comprende el espejo de agua en su totalidad.

Zona de Uso Especial: minimizar o absorber el impacto de elementos no concordantes con los objetivos generales de la categoría de manejo, bajo la cual se rige un área en particular. Pueden ser asentamientos humanos, si existiesen, cárcavas, canteras, minas, etc. Está conformada por la zona de vivienda y negocios (incluyendo la propiedad privada Isla Teopán)

Zona de Amortiguamiento: el objetivo general de manejo consiste en las actividades productivas, de tal manera que sean compatibles con los objetivos de manejo del ANP.

Para el ANP Espejo de Agua Lago de Coatepeque se propone la siguiente zonificación:

Con base en los lineamientos establecidos por el MARN, sobre todo en su visión estratégica, y teniendo en cuenta los objetivos y categoría de manejo definidos para el ANP Espejo de Agua Lago de Coatepeque, se presentan a continuación las consideraciones pertinentes para la zonificación del área.

El propósito de la zonificación es "dividir un área en unidades que sean capaces de manejarse, para hacer frente a los objetivos específicos de la misma. Cada zona debe de ser capaz de cumplir con uno o varios de los objetivos del área" (MARN 2012). Asimismo, se debe considerar que la "Zona" no describe los recursos naturales, sino que, ordena como se situarán y aprovecharán o manejarán dichos recursos. De esta forma, la zonificación será por definición una herramienta para la planificación de la gestión del ANP.

Para la determinación de las zonas de amortiguamiento se han considerado algunos criterios como:

- I. El tipo de vegetación existente en sectores aledaños al ANP que permite la reproducción y el desarrollo de las plantas y animales.
- II. La presión social que se ejerce sobre los recursos naturales tanto dentro como fuera del ANP.

- III. Que permita establecer un socio-amortiguamiento donde la utilización de la vida silvestre se reproduzca fuera del ANP.
- IV. Ecosistemas existentes que sean alternativos para las comunidades.

Con base a los enunciados anteriores, se ha definido una zonificación específica como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 3. Zonificación específica del ANP Espejo de Agua Lago de Coatepeque.

Zona	Extensión (ha)	Descripción	Actividades permitidas
Zona de Recuperación	2, 485 ha (espejo de agua)	El objetivo general de manejo consiste en detener la degradación de los recursos o restaurar el área a su estado natural, esta zona es el espejo de agua en su totalidad.	<ul style="list-style-type: none"> -Investigación -Turismo de bajo impacto -Construcción de un muelle por propiedad que no exceda los 120 metros cuadrados, construidos con madera; entendiendo que el muelle tendrá finalidad recreativa no de asentamientos humanos. -No se permite la quema de productos pirotécnicos en el espejo de agua.
Zona de uso especial		El objetivo general del manejo consiste en minimizar o absorber el impacto de elementos no concordantes con los objetivos generales de la categoría de manejo bajo la cual se rige un área en particular.	
	La comprende toda la cuenca endorreica que circunda al ANP	El objetivo general de manejo consiste en las actividades productivas, de tal manera que sean	En este apartado se presentan como actividades compatibles, las definidas en los

Plan de Manejo del Área Natural Protegida Espejo de Agua Lago de Coatepeque

Zona	Extensión (ha)	Descripción	Actividades permitidas
Zona de amortiguamiento	Espejo de Agua Lago de Coatepeque, con aproximadamente 70.25 km ² .	compatibles con los objetivos de manejo del ANP. (amparado en el Art. 33 de la Ley de Áreas Naturales Protegidas)	lineamientos técnicos del Lago de Coatepeque. (MARN 2022)

El incumplimiento a los lineamientos y programas que se definen y desarrolla el Plan de Manejo del Área Natural Protegida Espejo de Agua Lago de Coatepeque, y según los objetivos de manejo del Sistema de ANP, contenidos en el Art. 79 de la Ley del Medio Ambiente, se han establecido con el propósito de manejo del área bajo la categoría de PAISAJE TERRESTRE PROTEGIDO. Por tanto, es responsabilidad de todos los habitantes, se respeten en toda el área, así como en su zona de amortiguamiento, siendo ésta donde se concentrará la mayoría de las actividades que se proyecten en la zona, tanto en los aspectos de desarrollo económico como turísticos, tomando en cuenta el aspecto social.

El incumplimiento a lo anterior permitirá que el MARN, realice las acciones pertinentes y aplique el Procedimiento Administrativo Sancionatorio y su imposición de multas en salarios mínimos vigentes tal como lo señala la Ley de Áreas Naturales Protegidas en los siguientes artículos:

- Art. 41. Autoridad Competente. El titular del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales o sus delegados, es la autoridad competente para conocer de las infracciones establecidas en la presente Ley y sin perjuicio de la acción penal a que hubiere lugar si los hechos constituyen delito o falta.
- Art. 42. Clasificación de las Infracciones. Las infracciones a la presente Ley se clasifican en leves, graves, y muy graves. Las multas se calcularán en salarios mínimos mensuales, tomando de base el establecido para el comercio e industria en la ciudad de San Salvador. En toda sanción que se imponga se evaluará el grado de la infracción, considerando la alteración, daño o destrucción de los recursos contenidos en el área natural protegida, las implicaciones de restauración y la capacidad económica del infractor.

En todo caso, siempre que se sancione una infracción de las establecidas en la presente ley, se ordenará al infractor la restauración o reparación del daño causado, señalando un plazo para que se realicen las obras necesarias.

- Art. 49. El procedimiento administrativo sancionatorio se iniciará de oficio, por denuncia o por aviso ante el Ministerio. Cuando los funcionarios y empleados del Ministerio, Inspectores de Pesca, Guarda Recursos, Agentes de la Policía Nacional Civil, Agentes de la Fiscalía General de la República, elementos de la Fuerza Armada o cualquier otra autoridad que tuviere conocimiento por cualquier medio de una infracción a la presente Ley y su reglamento, procederán de inmediato a inspeccionar el Área donde se hubiese cometido la infracción. El acta que al efecto se levante, constituirá prueba del cometimiento de la misma, y deberá ser remitida por cualquier medio directamente al Ministerio en un plazo no mayor de tres días hábiles, contados después de realizada la inspección. Actos Previos Art. 50. Recibida el acta relacionada en el artículo anterior, el Ministerio calificará la procedencia de iniciar el proceso administrativo sancionatorio. Para ello, podrá efectuar diligencias previas con el objeto de determinar con carácter preliminar la concurrencia de circunstancias que lo fundamente.

- Art. 54. Valúo del Daño al Área Natural Protegida; siempre que se imponga una sanción administrativa se ordenará al infractor la restitución o reparación del daño causado a los recursos naturales contenidos en el Área, concediéndole un plazo prudencial para hacerlo. Para tal efecto se procederá a determinar el valúo por peritos nombrados por el Ministerio. La certificación del valúo y de la resolución que ordena la restitución o reparación del daño tendrá fuerza ejecutiva contra el infractor.

6. PROGRAMAS DE MANEJO DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA

Las actividades para la gestión del ANP Espejo de Agua Lago de Coatepeque se desarrollan en cinco programas y 13 subprogramas para garantizar el cumplimiento de los objetivos, la zonificación del área del espejo de agua y su zona de amortiguamiento.

El planteamiento de las actividades que comprenden los programas y subprogramas de este Plan de Manejo se fundamentan en la normativa legal existente, ya que está interrelacionado con la Ley del Medio Ambiente, Ley de Áreas Naturales Protegidas, Ley de Conservación y Vida Silvestre y la Estrategia de Biodiversidad, así como los tratados existentes y de aplicabilidad en El Salvador.

Tabla 4. Programas y subprogramas de manejo de las Áreas Naturales Protegidas.

Programa	Subprograma
Programa Manejo de Biodiversidad y de los	Manejo y Conservación de los Recursos Naturales
	Investigación

Plan de Manejo del Área Natural Protegida Espejo de Agua Lago de Coatepeque

Programa	Subprograma
Recursos Naturales	Monitoreo y Cooperación
Programa de Uso público	Recreación y Turismo
	Comunicaciones, Relaciones Públicas y Comunitarias
Programa Social de Desarrollo Sostenible	Introducción, Fomento y Desarrollo de Tecnología Apropriada
	Fortalecimiento de capacidades para los medios de vida
Programa de Operación	Protección y vigilancia
	Administración
	Infraestructura compatible con los objetivos de la ANP y Mantenimiento en ANP como en zona de amortiguamiento.
Programa de Educación Ambiental	Desarrollo de actividades comunitarias
	Visitantes
	Interpretación

Plan de Manejo del Área Natural Protegida Espejo de Agua Lago de Coatepeque

A continuación, se detallan las actividades, períodos y los montos que se requieren para el manejo del Área Natural Protegida Espejo de Agua Lago de Coatepeque. Los recursos podrán provenir de diferentes fuentes de financiamiento como cooperación internacional, inversión municipal, empresa privada, compensación ambiental y otros. Para la implementación de los programas de manejo, se ha estimado un presupuesto preliminar de \$868,500.00

Tabla 5. Programas y subprogramas de manejo propuestos para el ANP Espejo de Agua Lago de Coatepeque y Zona de amortiguamiento.

	Actividades	Período para ejecución de actividades (Años)					Duración (Meses)	Costo (\$)
		2023	2024	2025	2026	2027		
1	Programa de manejo de biodiversidad y de los recursos naturales							
1.1	Subprograma de manejo los recursos naturales							
1.1.1	Actualización del inventario de fauna (peces, moluscos y crustáceos) y flora acuática (sumergida y flotante) del espejo de agua						12	7,500
1.1.2	Definir e implementar en conjunto con actores locales (Fundacoatepeque, hoteles y restaurantes) mecanismos para la protección del espejo de agua						9	5,000
1.1.3	Establecimiento de las actividades pesqueras y los usos del espejo de agua						9	10,000
	Subtotal							22,500
1.2	Subprograma de Investigación							
1.2.1	Estudios de la dinámica de las poblaciones de peces y crustáceos						12	8.000
1.2.2	Evaluar las condiciones de contaminación, sus fuentes y sus efectos en el espejo de agua (compuestos orgánicos, metales, plásticos)						9	15.000
1.2.3	Estudios de dinámica de aportes sedimentarios producto de la erosión de las laderas del espejo agua						12	10.000
	Subtotal							33,000
1.3	Subprograma de monitoreo y cooperación							
1.3.1	Mantener un sistema de monitoreo trimestral de la calidad de agua del Lago de Coatepeque						20	20.000
1.3.2	Realizar taller anual de Medición del Monitoreo de la Eficiencia del Manejo con los actores locales						12	4.000

Plan de Manejo del Área Natural Protegida Espejo de agua Lago de Coatepeque

	Actividades	Período para ejecución de actividades (Años)					Duración (Meses)	Costo (\$)
		2023	2024	2025	2026	2027		
1.3.3	Elaborar un sistema de indicadores para monitorear el monitoreo para la de la calidad de agua, diversidad de peces y plantas acuáticas						12	5,000
	Implementar el sistema de monitoreo de la calidad de agua, diversidad de peces y plantas acuáticas						24	10,000
1.3.4	Diseño de un sistema de monitoreo de especies de biodiversidad como indicadores biológicos de la salud de los ecosistemas						12	7,000
	Subtotal							46,000
2	Programa de Uso Público							
2.1	Subprograma de recreación y turismo							
2.1.1	Elaborar normas de comportamiento en los espacios asignados para distintas actividades recreativas						6	3,000
2.1.2	Diseñar una campaña de educación ambiental						6	10,000
2.1.3	Promover y desarrollar la pesca responsable y recreativa en el Lago de Coatepeque						54	20,000
2.1.4	Apoyar el desarrollo de paseos en lanchas con velero sobre el Lago de Coatepeque en asocio con grupos comunitarios						48	25,000
	Subtotal							58,000
2.3	Subprograma de Comunicaciones, Relaciones Públicas y Comunitarias							
2.3.1	Implementar una estrategia de comunicaciones para la divulgación del ANP Espejo de Agua Lago de Coatepeque						36	50,000
2.3.2	Elaborar materiales de comunicación audiovisuales para redes sociales, impresos, radiales, televisivos						36	30,000
	Subtotal							80,000
3	Programa Social de Desarrollo Sostenible							
3.1	Subprograma de Introducción, Fomento y Desarrollo de Tecnología Apropriada							
3.1.1	Desarrollar un censo de las actividades productivas y medios de vida en la zona de uso especial y de amortiguamiento del ANP						12	15,000
3.1.2	Establecer acuerdos con alcaldías, productores						24	10,000

Plan de Manejo del Área Natural Protegida Espejo de agua Lago de Coatepeque

	Actividades	Período para ejecución de actividades (Años)					Duración (Meses)	Costo (\$)
		2023	2024	2025	2026	2027		
	individuales para mejorar las prácticas de cultivos de café, con el fin de minimizar los impactos al área natural, derivados del uso de agroquímicos, erosión del suelo, extracción de agua, etc.							
3.1.3	Implementar en la zona de amortiguamiento prácticas agropecuarias que fomenten el uso de fertilizantes, repelentes y plaguicidas orgánicos						24	30,000
3.1.4	Promover en la zona de amortiguamiento la implementación de sistemas agroforestales que permitan el mantenimiento de la cobertura vegetal y uso de suelo amigable con los objetivos de conservación						48	45,000
	Subtotal							100,000
3.2	Subprograma de Fomento de infraestructura básica comunitaria							
3.2.1	Gestionar el diseño de sistemas para la adecuada disposición de las descargas de vertidos provenientes de las actividades productivas						36	50,000
3.2.2	Elaborar y facilitar directrices para el uso adecuado de iluminación en los márgenes del espejo de agua						24	15,000
	Subtotal							65,000
4.	Programa de Operaciones							
4.1	Subprograma de Protección y vigilancia							
4.1.1	Diseño e implementación de rutas de patrullaje terrestre y acuático en el ANP Espejo de Agua Lago de Coatepeque						54	50,000
4.1.2	Establecer lineamientos con el sector turismo para una protección participativa del espejo de agua						12	10,000
	Subtotal							65,000
4.2	Subprograma de Administración							
4.2.1	Contratación y capacitación de cuatro guardarrrecursos, quienes implementarán las actividades de vigilancia aprobado por el MARN, con materiales, suministros y equipo, incluyendo equipo de transporte (terrestre y acuático)						48	96,000
4.2.2	Integrar las acciones de Comité Asesor Local y Comité de						54	35,000

Plan de Manejo del Área Natural Protegida Espejo de agua Lago de Coatepeque

	Actividades	Período para ejecución de actividades (Años)					Duración (Meses)	Costo (\$)
		2023	2024	2025	2026	2027		
	Reserva de Biósfera concernientes al ANP Espejo de Agua Lago de Coatepeque							
4.2.3	En conjunto con el Comité Asesor Local desarrollar un Plan Operativo que contenga acciones de coordinación interinstitucional, monitoreo, gestión y resolución de conflictos						54	35.000
4.3	Subprograma de Infraestructura y Mantenimiento							166,000
4.3.1	Adecuar un espacio físico para realizar operaciones de monitoreo, investigación y vigilancia del espejo de agua						24	20.000
4.3.2	Establecimiento y equipamiento de kioscos informativos para atención al turista en al menos tres puntos claves dentro de la zona						24	21.000
	Subtotal							41,000
5	Programa de Educación Ambiental							
5.1	Subprograma de Desarrollo de Actividades Comunitarias							
5.1.1	Diseño, elaboración e implementación de acciones de educación ambiental y divulgación con equidad de género con énfasis en especies amenazadas y en peligro de extinción del espejo de agua						48	50.000
5.1.2	Señalización y rotulación para turistas basado en la "Normativa para el diseño y procesos de rotulación en Áreas Naturales Protegidas"						24	27.000
	Subtotal							77,000
5.2	Subprograma de Visitantes							
5.2.1	Orientar el manejo de sitios de recreación y turismo establecidos en forma privada en zona de amortiguamiento						54	30.000
5.2.2	Diseñar herramientas metodológicas para cuantificar la visitación turística al ANP Espejo de Agua Lago de Coatepeque para poder determinar capacidad de carga turística						12	20.000
	Subtotal							50,000
5.3	Subprograma de Interpretación							

Plan de Manejo del Área Natural Protegida Espejo de agua Lago de Coatepeque

	Actividades	Período para ejecución de actividades (Años)					Duración (Meses)	Costo (\$)
		2023	2024	2025	2026	2027		
5.3.1	Apoyar el establecimiento de infraestructura básica como miradores, senderos para interpretación ambiental tanto en el ANP como en la zona de amortiguamiento (amparado en el Art 33 de la LANP)						24	50.000
5.3.2	Adecuar un espacio físico para establecer un Centro de Interpretación Ambiental del ANP Espejo de Agua Lago de Coatepeque						24	30.000
	Subtotal							80,000
	Total							868,500

7. LITERATURA

Armitage, K., y Fassett, N. C. 1971. Aquatic plants of El Salvador. Arch-Hydrobiol Vol. 69 (2): 234-255.

Howel, W. y Meyer-Abich, H. 1954. Historia volcánica del Lago de Coatepeque (El Salvador) y sus alrededores: con un mapa geológico del área, un mapa de profundidades del lago, un perfil geológico de la caldera y 5 fotos. Comunicaciones, 3 (2-3). pp. 107-120.

González, R. 1995. Los peces nativos en vías de extinción en las aguas continentales de El Salvador. PRADEPESCA.

Jiménez, I., L. Sánchez-Mármol y N. Herrera. 2004. Inventario nacional y diagnóstico de los humedales de El Salvador. MARN / AECID. El Salvador. 333 p.

MARN, 2018. Inventario nacional de humedales, El Salvador. PNUD/GEF/MARN. El Salvador. 94 p.

Pocasangre, O. & Carranza, O. A. 1988. Biología y evaluación de población de Cangrejos de agua dulce (*Pseudothelphusa magna*) del Lago de Coatepeque. Tesis de Biología. Universidad de El Salvador. 127 p

ANEXO 1

LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA EL ORDENAMIENTO Y ACTIVIDADES EN LA CUENCA ENDORREICA DEL LAGO DE COATEPEQUE



MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES

LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA EL ORDENAMIENTO Y ACTIVIDADES EN LA CUENCA ENDORREICA DEL LAGO DE COATEPEQUE

Dirección General de Evaluación y Cumplimiento Ambiental
Gerencia de Ordenamiento Ambiental
Agosto 2022

Elaboración
Dirección General de Seguridad Hídrica
Dirección General de Evaluación y Cumplimiento Ambiental

Revisión y Visto Bueno
Carlos Andrés Schonenberg Llach, Director de Evaluación y Cumplimiento Ambiental
Alexander Francisco Gil Arévalo, Director General de Seguridad Hídrica

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)
Kilómetro 5 ½ carretera a Santa Tecla, calle y colonia Las Mercedes, Edificios MARN,
instalaciones ISTA, San Salvador, El Salvador, Centroamérica.
Tel: (503) 2132-6276
Sitio web: www.marn.gob.sv
Correo electrónico: medioambiente@ambiente.gob.sv
Facebook: www.facebook.com/MedioAmbienteSLV/
Twitter: @MedioAmbienteSV
YouTube: youtube.com/MARNsv
Instagram: www.instagram.com/medioambientesv/

CONTENIDO

NOTA ACLARATORIA SOBRE EL DOCUMENTO	2
OBJETIVO	2
ALCANCE	2
BASE LEGAL	2
Ley del Medio Ambiente	3
Principios de la Política Nacional del Medio Ambiente	3
UBICACIÓN	3
Generalidades de la cuenca endorreica del Lago de Coatepeque	4
Relevancia ecosistémica	8
Ecología del paisaje y Análisis del patrón espacial morfológico	11
Geología y riesgos volcánicos del Lago de Coatepeque	12
UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE SECTORES	14
LINEAMIENTOS AMBIENTALES	17
Prevención de contaminación lumínica	19
Aprovechamiento de recursos de la cuenca del Lago	19
Especies nativas para restaurar en la cuenca	20
Aprovechamiento de recurso hídrico	20
Prevención de contaminación y saneamiento	21
Manejo de aguas lluvias y prevención de riesgos	22
Manejo de riesgos por geomorfología y vulcanismo	23
CONSIDERACIONES ESPECIALES	23

NOTA ACLARATORIA SOBRE EL DOCUMENTO

La función principal de este documento es la de valorar los factores que pueden afectar el entorno del Área Natural Protegida Espejo de Agua Lago de Coatepeque, y determina un escenario según la información con la que cuenta este Ministerio para generar lineamientos que definan las potenciales medidas ambientales que atenúen, mitiguen o compensen los impactos ocasionados por la dinámica habitacional, comercial o productiva.

OBJETIVO

Establecer los lineamientos técnicos para la regularización y ordenamiento de las actividades en la cuenca según las normativas y disposiciones especiales -sin dejar de cumplir los requisitos y autorizaciones que determinan las leyes que competen- a fin de garantizar el manejo sostenible del ecosistema y propiciar el desarrollo de la zona.

ALCANCE

El presente documento contempla los estudios hidrológicos e hidroquímicos, condiciones biofísicas, de conectividad y dinámica ambiental en el Lago de Coatepeque, para determinar el manejo sostenible dentro de su cuenca endorreica.

Toda actividad que corresponda a una vivienda unifamiliar de uso doméstico, se considera como Potencial Impacto Ambiental Bajo (PIAB) sujeta al cumplimiento de los lineamientos, normativas y fiscalización de las autoridades competentes.

Todas las actividades económicas deberán dar cumplimiento a estos lineamientos y a toda normativa aplicable relacionada a su funcionamiento, no estarán exentos de obtener las autorizaciones correspondientes ante el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

El presente documento está dirigido a personal técnico y no técnico.

BASE LEGAL

Los presentes lineamientos tienen su fundamento legal en los siguientes instrumentos de la legislación ambiental vigente en El Salvador:

- Ley del Medio Ambiente
- Reglamento General de la Ley del Medio Ambiente
- Norma del Reglamento General de Medio Ambiente

- Ley de Áreas Naturales Protegidas

-Ley de Gestión Integral de Residuos y Fomento al Reciclaje

-Reglamento Técnico Salvadoreño De Aguas Residuales

Ley del Medio Ambiente

El artículo 2, literal e) y literal i) y artículos 4, 14, 42, 43, 44, 45, 49, 62 y 65 de la Ley del Medio Ambiente, son aplicables a los presentes Lineamientos para el manejo de la cuenca endorreica del Lago de Coatepeque, puesto que establecen aspectos relacionados al principio de protección y precaución en la gestión de protección del medio ambiente, deberes de las personas e instituciones del Estado, programas de prevención y control de la contaminación, aprobación y revisión de normas técnicas de calidad ambiental.

Principios de la Política Nacional del Medio Ambiente

Artículo 2. «La Política Nacional del Medio Ambiente se fundamentará en los siguientes principios:

e) En la gestión de protección del medio ambiente, prevalecerá el principio de prevención y precaución;

i) En los procesos productivos o de importación deberá incentivarse la eficiencia ecológica, estimulando el uso racional de los factores productivos y desincentivándose la producción innecesaria de desechos sólidos, el uso ineficiente de energía, del recurso hídrico, así como el desperdicio de materias primas o materiales que pueden reciclarse;».

UBICACIÓN

La cuenca del Lago de Coatepeque se encuentra ubicada en el Área de Reserva de la Biósfera Apaneca-Ilamatepec. La referida cuenca se localiza en los municipios de El Congo (65%) y Santa Ana (35%) del departamento de Santa Ana; cuenta con una superficie de 24.8 km², a una elevación de 740 m s. n. m.. y su cuenca tiene un área de 70,25 km².

El nivel del Espejo de Agua del Lago de Coatepeque es variable y se cuenta con registros mínimos en la cota 736 m s. n. m.. (año 1920) y máximos en la cota 748.87 m s. n. m.. (MARN, año 2013) y en la cota 744.50 m s. n. m.. (MAG, 1974).

Esta cuenca presenta la característica particular de no tener drenaje superficial, el drenaje que presenta es subterráneo hacia las subcuencas del Río Sucio y Río Suquiapa, ambas tributarias de la cuenca del Río Lempa. La profundidad del Lago ronda los 115 metros y los paredones que lo circundan tienen alturas que varían entre los 250 y 300 metros.

En la cuenca hidrográfica del Lago se identifican los siguientes cantones (conforme mapa de cantones, IGN-CNR, 1985, disponible en VIGEA):

Tabla 1. Distribución de cantones y municipios del Lago de Coatepeque.

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	CANTONES
SANTA ANA	SANTA ANA	Lomas de San Marcelino Planes de La Laguna Palo de Campana Potrerillos de La Laguna Flor Amarilla Arriba
	EL CONGO	Las Aradas El Guineo La Laguna San José Las Flores Los Pinos Montebello Las Lajas

Fuente: MARN a partir de mapa IGN-CNR, 1985

El cuerpo de agua cuenta con la Isla Teopán, la cual es otro volcán con su propio cráter que se encuentra dentro del Lago; ésta es atravesada por el límite municipal de El Congo y Santa Ana.

La suma de las características particulares de esta cuenca -de gran atractivo paisajístico que da empuje turístico a la zona- con la población que ya la habita y está en crecimiento, dan como resultado una presión muy grande sobre los recursos naturales; situación que de no gestionarse de forma sostenible, puede hacer que este ecosistema se vaya deteriorando a tal grado que no puedan revertirse los daños que están siendo causados fundamentalmente por la actividad antropogénica.

Generalidades de la cuenca endorreica del Lago de Coatepeque

El fondo del Lago de Coatepeque se ha identificado en la cota 630 m s. n. m., mientras que su espejo de agua tiene características fluctuantes en razón de la cantidad de precipitación anual que recibe, teniéndose registros mínimos del espejo de agua en la cota 736 m s. n. m. (año 1920) y una cota máxima de inundación registrada por el MARN en la elevación 748.87 m s. n. m. (año 2013) y por el MAG en la cota de elevación 744.50 m s. n. m. (año 1973-74).

Usualmente, se establece el Espejo de Agua en una cota de elevación promedio igual a 740 m s. n. m.. La profundidad del Lago ronda los 115 metros y los paredones que lo circundan tienen alturas que varían entre 250 y 300 metros. Se debe tomar en cuenta que, en el costado poniente, la cuenca se extiende

sobre la ladera del Volcán de Santa Ana, llegando a una elevación máxima de 2,381 m s. n. m..

La cuenca del Lago tiene un área de recogimiento de 6,618.57 Ha y, bajo condición promedio, su espejo de agua tiene aproximadamente 2,416.69 Ha (dependiendo el nivel del espejo de agua).

Esta cuenca presenta la característica particular de no tener drenaje superficial (se considera una cuenca superficialmente endorreica), sino subterráneo, el cual se dirige a las subcuencas de los ríos Sucio y Suquiapa (SNET, 2006), todo dentro de la cuenca del Río Lempa, lo cual la hace más sensible a procesos acumulativos de contaminación por vertidos.

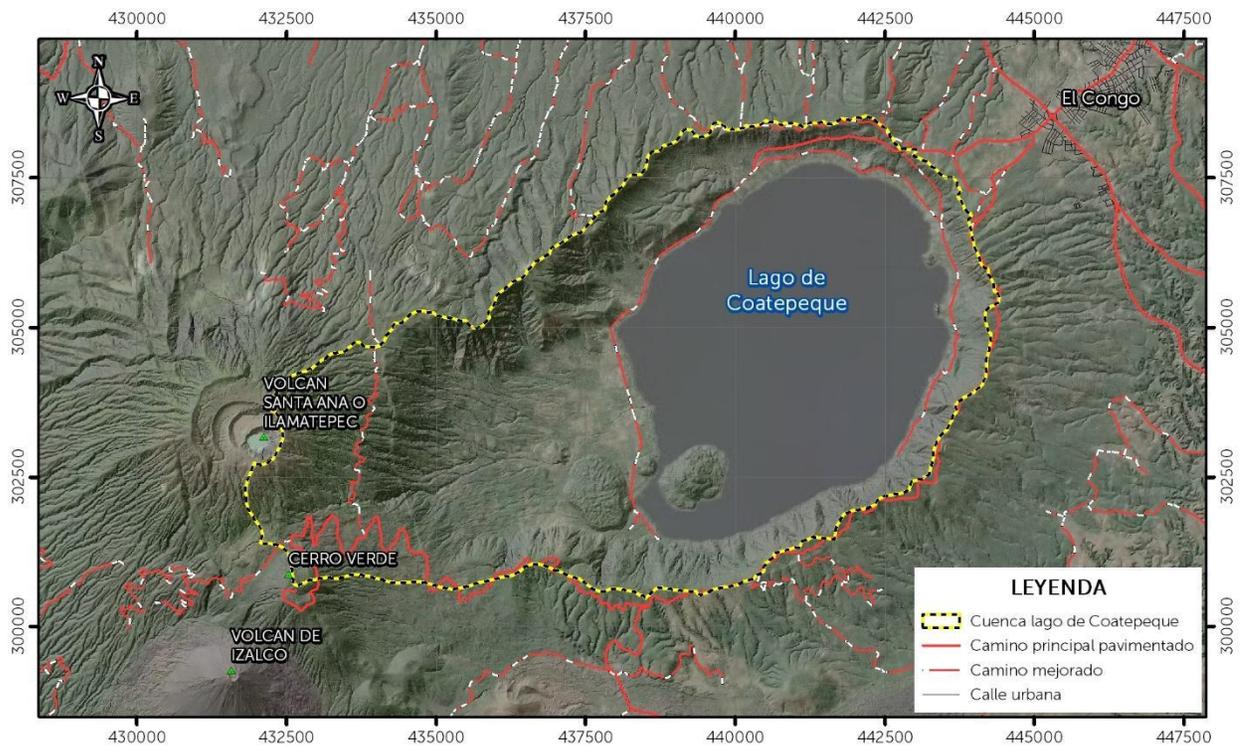


Figura 1. Mapa de la cuenca del Lago de Coatepeque.

Fuente: MARN.

El valor promedio de precipitación que ingresa a la cuenca es de 1,735.37 mm/año (115.23 mm³/año). El valor promedio de evapotranspiración es de 1,190.68 mm/año (79.07 mm³/año). El valor de filtración desde la cuenca del Lago hacia las subcuencas exteriores es de 41.34 mm³/año. Conforme registro de investigación geológica de los niveles del Lago en la década de los setenta, se establece que el comportamiento de la infiltración subterránea está sujeto a variaciones conforme la ocurrencia de fenómenos sísmicos.

De acuerdo a la información de registro en el Sistema de Evaluación Ambiental en línea (SEA), la presión por demanda de consumo desde el Lago (hasta marzo de 2020) es de 1.61 mm³/año. A la vez, de acuerdo con el balance hídrico realizado a la cuenca en el año 2020 (Balance Hídrico Lago de Coatepeque, DOA, 2020), se establece que la cuenca tiene un déficit de 6.79 mm³/año (incluyendo las demandas registradas por extracción en pozos o el Lago mismo).

Se concluye que el valor de presiones registrados es reducido en comparación al valor perdido por causas naturales; sin embargo, no es descartable que estas últimas pérdidas estén asociadas a la degradación de la cuenca, ocasionadas por factores antropogénicos como deforestación, prácticas inadecuadas de cultivo, desarrollo habitacional y comercial no controlado u otros.

El porcentaje de cobertura urbana en la cuenca es de 7.04%. El porcentaje de ecosistemas naturales boscosos y no boscosos es de 30.57% y 5.18% relacionados a los sistemas de cafetal que mantienen cobertura vegetal relevante. El porcentaje de área de cultivos es de 5.18 % (cultivos anuales, permanentes y forestales).

El Ministerio ha realizado monitoreo de la calidad del agua en el Lago desde el año 2006, encontrando presencia de algas verde azules, presentes en los distintos estratos del Lago, las cuales corresponde con cianobacterias de la especie *Microcystis aeruginosa*, así como fitoplancton dinoflagelado (*Ceratium hirundella*), los cuales afloran periódicamente en el Lago y producen toxinas dañinas para el ser humano y los animales. Estas toxinas son liberadas para eliminar la competencia de consumo de nutrientes por otras especies de plancton en el Lago, razón por la cual hay presencia escasa o nula de diatomeas, clorofitas o coliformes fecales.

La razón de este afloramiento se debe a varios factores, pero principalmente a la disponibilidad de fósforo en el agua. Este incremento de disponibilidad de nutrientes aumenta por diversas causas (derrumbes hacia el Lago, cultivos, variaciones de temperatura, aumento de vientos que generan corrientes verticales).

En el año 2014 se realizaron muestreos para determinar la calidad del agua del Lago de Coatepeque (Figura 2), en la Tabla 2 se presentan los datos de dichos puntos de muestreo y los resultados de todas las campañas realizadas dentro de la cuenca del Lago de Coatepeque.

Tabla 2. Sitios de muestreo de calidad del agua en el Lago de Coatepeque.

No.	Sitio de muestreo	Ubicación	Coordenadas	
			Latitud (Norte)	Longitud (Oeste)
1	01OBRERO	Centro Obrero Constitución	13°53'15.72"	89°32'44.68"
2	02CENTRO	Centro del Lago de Coatepeque	13°51'55.07"	89°32'53.88"

3	03ANTEOS	Anteojos	13°52'23.52"	89°31'43.31"
4	04DESLAVE	Deslave del Volcán de Santa Ana	13°51'26.25"	89°33'42.55"
5	05TERMAL	Aguas Termales	13°50'26.36"	89°34'1.76"

Fuente: Evaluación de la calidad del agua del Lago de Coatepeque, año 2014.

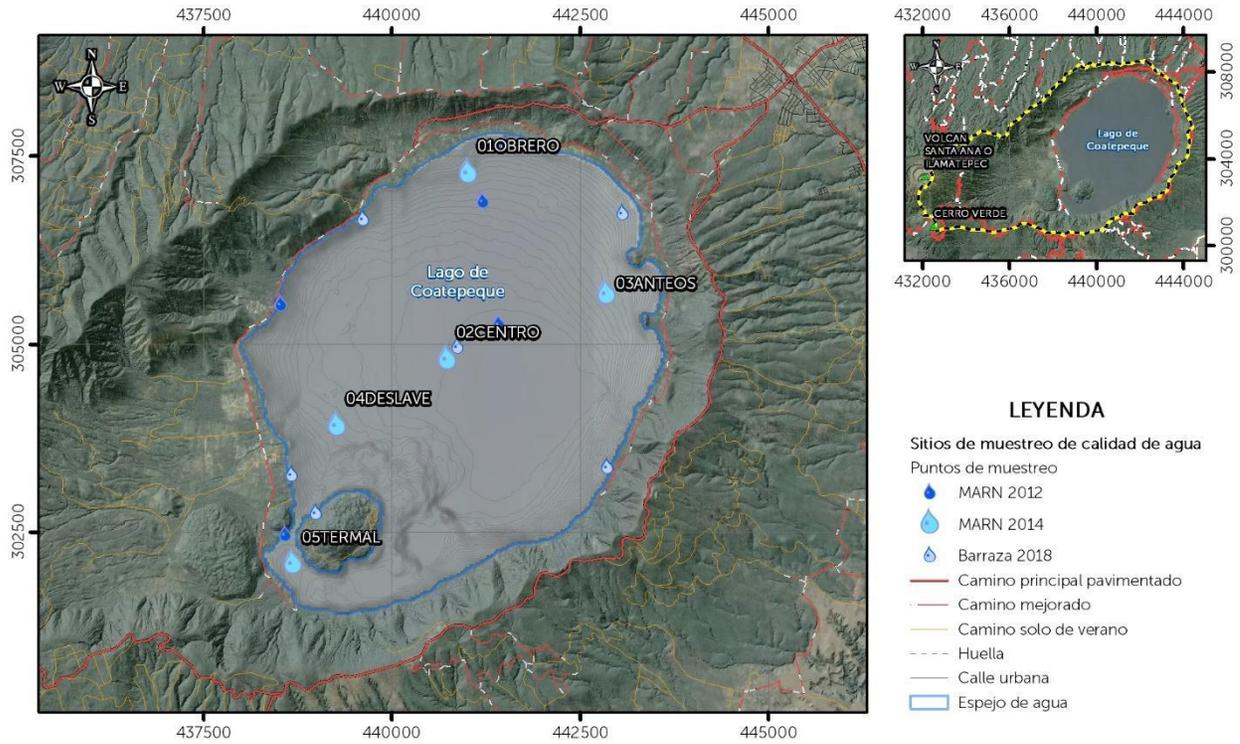


Figura 2. Mapa de la ubicación de muestreos de calidad del agua.

Fuente: MARN.

Entre los parámetros más relevantes se encuentra el registro de las condiciones alcalinas y valores de Oxígeno disuelto que implica condiciones aeróbicas que facilitan el desarrollo de la vida acuática. Por otro lado, la calidad bacteriológica del agua del Lago de Coatepeque evaluada a través del indicador de Coliformes Fecales, muestra que el agua presenta valores no detectables de dicho indicador por el Método de Número Más Probable, por lo que dichas aguas cumplen con dicho requerimiento para diversos usos.

Las aguas del Lago de Coatepeque presentan Transparencias (Disco Secchi) que oscilan entre 2.75 y 3.30 metros, lo que permite el ingreso de luz hasta dichas profundidades y favorece el desarrollo de vida acuática en el rango de profundidad mencionado.

Los valores de carga orgánica biodegradable cuantificada a través de la Demanda Bioquímica de Oxígeno a los Cinco Días (DBO₅) son bajos y varían

entre 1 y 4 mg/L, lo que indica, una baja carga orgánica que permite mantener los niveles de Oxígeno disuelto estables para permitir el desarrollo de la vida en el Lago.

El agua del Lago de Coatepeque no es apta para ser utilizada como agua cruda para potabilizar, debido a la alta presencia de sales disueltas cuantificados a través de los Sólidos disueltos totales que varían entre 1033.5 y 1076 mg/L los cuales pueden tener ocasionar efectos laxantes en las personas; así como, por la presencia de Boro fuera del rango sugerido con valores de hasta 4.2 mg/L el cual puede ocasionar posibles daños en el estómago, los intestinos, el hígado y el riñón. Adicionalmente la presencia de fenoles fuera del rango sugerido con valores de hasta 8.17 mg/L puede ocasionar un deterioro de los órganos internos a mediano y largo plazo según la ATSDR².

Aunado a esto, el agua del Lago de Coatepeque no es apta para riego según las guías de calidad de agua debido al alto contenido de conductividad el cual varía entre los 1662 y 1700.5 μ Siemens/cm y los valores fuera de rango sugerido de Boro que oscila entre 2.62 y 4.2 mg/L, limitando el uso del agua para riego, debido a que el Boro en cantidades por encima de los 2mg/L puede ser tóxico para algunos cultivos³.

No obstante, el agua del Lago de Coatepeque es recomendada para actividades recreativas sin restricciones en todos sus alrededores, debido a que cumple con los valores guías de calidad de agua para dicho uso.

El único sitio que no cumple es 02CENTRO en el centro del Lago, debido a los valores fuera de rango de Grasas y Aceites, posiblemente debido al arrastre de dicho componente por ser el punto de mezcla del Lago. Esto también puede afectar la dinámica de disolución de Oxígeno de la atmósfera al agua.

El agua del Lago de Coatepeque presenta limitaciones para el desarrollo de vida acuática debido a los valores fuera de las guías sugeridas para Sólidos disueltos totales, Arsénico, Cianuros, Grasas y Aceites y Fenoles de acuerdo a lo observado en los resultados de los análisis en los puntos 05TERMAL y 02CENTRO.

Relevancia ecosistémica

La cuenca que recoge el Lago de Coatepeque se encuentra dentro de la delimitación de la Reserva de la Biósfera "Apaneca-Ilamatepec", la cual cuenta con siete (7) zonas núcleo, con diferentes objetivos de conservación, ecosistemas representados y extensiones.

² Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades de los EE. UU. (ATSDR).

³ R.S. Ayers and D.W. Westcot, "Water quality for agricultura", FAO, 1985. Disponible en: <http://www.fao.org/3/t0234e/T0234E05.htm#ch4.1.3>

Tabla 3. Zonas dentro de la Reserva de Biosfera Apaneca-Ilamatepec.

Zona	Lineamientos y consideraciones generales
Zona núcleo	Prioritariamente protegida; sin embargo, pueden llevarse a cabo o permitirse ciertas actividades y usos siempre que no estén en contradicción con los objetivos de conservación de la zona núcleo.
Zona tampón	En las zonas tampón pueden existir distintos usos que fomenten la multiplicidad de funciones de una Reserva de Biósfera y contribuyan a la vez a garantizar la protección y la evolución natural de la zona núcleo.
Zona de transición	Por su dinámica, esta zona no puede limitarse a una delimitación espacial y responde a los problemas que van surgiendo con el tiempo, por lo que sus lineamientos estarán en función de la construcción de estrategias a mediano y largo plazo al momento de la ejecución del Plan de Manejo.

Fuente: Formulario de propuesta de Reserva de Biosfera – 2007.

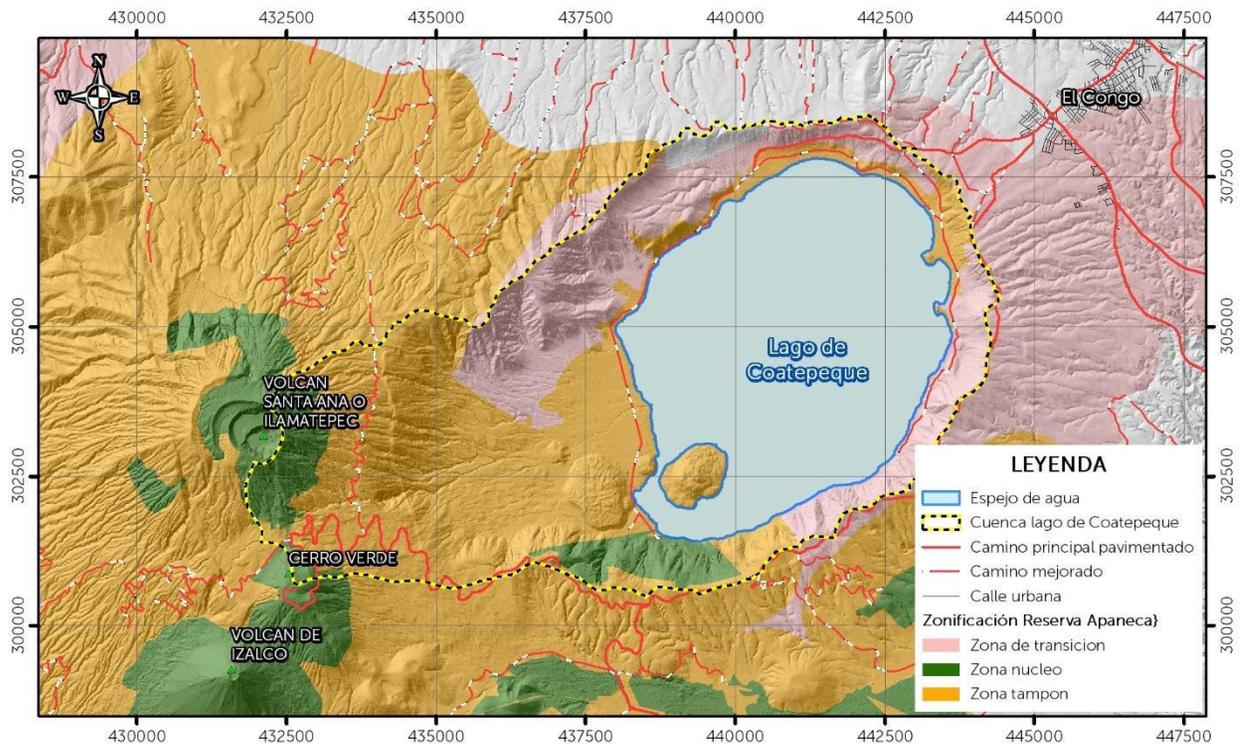


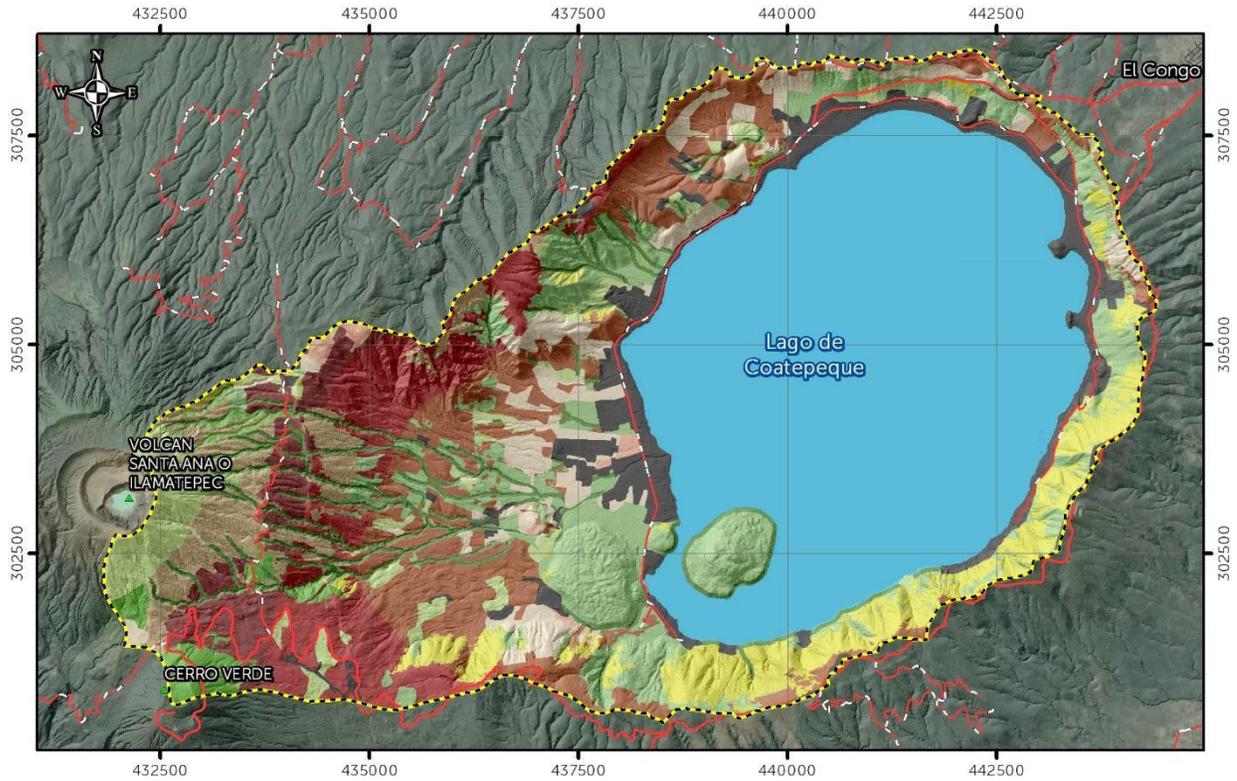
Figura 3. Mapa de las zonas propuestas en la Reserva de la Biosfera Apaneca-Ilamatepec.

Fuente: MARN con insumos del formulario de propuesta de RB.

El Lago de Coatepeque posee una extraordinaria belleza y alto valor paisajístico; además de tres tipos de ecosistemas brindando servicios ambientales, entre ellos el esparcimiento y belleza escénica (Diagnóstico Socio Ambiental, FUNDESYRAM-FIAES, 2016). Es el cuerpo de agua más importante de la Reserva de la Biósfera Apaneca-Ilamatepec (24.80 km²) (PNODT 2003), la vegetación acuática puede ser flotante, emergente y/o sumergida, su inventario está pendiente de elaboración.

De acuerdo con la clasificación de la UNESCO, el sitio corresponde a un ecosistema del tipo Vegetación cerrada, principalmente siempre verde tropical ombrófila montaña nubosa, Vegetación cerrada principalmente siempre verde tropical ombrófila submontaña y Vegetación cerrada siempre verde tropical ombrófila estacionalmente saturada entre otros.

Lineamientos ambientales en la cuenca endorreica del Lago de Coatepeque



LEYENDA

- Cuenca lago de Coatepeque
- Camino principal pavimentado
- Camino mejorado
- Calle urbana
- Clases UNESCO (Racionalización)**
- Cuerpos de agua
- Ecosistemas urbanos o transformados
- Roca desnuda, lava y bancos de arena
- Vegetación abierta arbustiva predominantemente decidua en época seca (matorral y arbustal)
- Vegetación abierta principalmente siempre verde ombrofila tropical de arbustos (paramo)
- Vegetación cerrada principalmente siempre verde riparia
- Vegetación cerrada principalmente siempre verde tropical ombrofila montana nubosa
- Vegetación cerrada principalmente siempre verde tropical ombrofila montana nubosa de coníferas
- Vegetación cerrada principalmente siempre verde tropical ombrofila submontana
- Vegetación cerrada siempre verde tropical ombrofila estacionalmente saturada
- Zonas de cultivos forestales y frutales
- Zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos
- Zonas de cultivos permanentes (cafetales y/o cacao de altura)
- Zonas de cultivos permanentes (cafetales y/o cacao de estricta altura)
- Zonas de cultivos permanentes (cafetales y/o cacao de media altura)

Figura 4. Mapa de vegetación según clases de la UNESCO (Racionalización)

Fuente: MARN con insumos Usos 2011, Usos 2016 y Usos GOA.

En las laderas de la cuenca del Lago de Coatepeque se desarrollan estratos de cobertura arbórea de bosques siempre verdes, bosques riparios, cafetal orgánico en la Cuenca media, ubicados al costado sur y poniente, y en el costado sur y oriente de la cuenca se identifican bosques latifoliados intercalados con estratos de vegetación arbustiva o herbácea.

Esta vegetación es importante para prevenir la erosión de la ribera conforme los cambios en el nivel del Espejo de Agua, así como la función de refugio de especies de fauna ubicadas en la base de la cadena alimenticia del humedal (cangrejos, caracoles, libélulas, escarabajos, hemípteros y otros invertebrados acuáticos, así como peces, anfibios, tortugas, reptiles y otros vertebrados). El ecotono entre la vegetación riparia y la vegetación acuática del Lago pueden estar entremezclados de manera que resulta difícil definir una línea de separación entre estos.

Ecología del paisaje y Análisis del patrón espacial morfológico

En el 2020, la Gerencia de Ordenamiento Ambiental de la Dirección General de Evaluación y Cumplimiento Ambiental, realizó un análisis del territorio para determinar los potenciales corredores biológicos; mediante un levantamiento cartográfico se logró establecer el análisis morfológico del patrón espacial (MSPA⁴); es decir, como los parches de ecosistemas naturales (bosques principalmente) brindan el espacio necesario para las que las especies puedan anidar, reproducirse y alimentarse en su hábitat.

En base a lo anterior puede determinarse que a partir de la conformación espacial de los remanentes de espacios de cobertura arbórea y la metodología promovida por el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea, a través de la incorporación de métodos y softwares para el análisis de los patrones del paisaje, se puede generar una cartografía que registre la composición y potencial conectividad de los parches y rutas de las especies terrestres.

De acuerdo con esto, se reconocen los bosques remanentes y espacios con aptitudes para que las especies terrestres se desplacen, generándose una gran zona núcleo que bordea la parte alta de la cuenca del Lago de Coatepeque y presenta conectividad al Espejo de Agua a través de puentes (ver Figura 5).

El objetivo del análisis por ecología del paisaje pretende controlar los procesos de fragmentación y pérdida de conectividad del paisaje natural, además de mantener o aumentar la conectividad estructural a través del fortalecimiento de los corredores biológicos y acciones de restauración para aumento de las áreas núcleo.

Por lo anterior, el diseño deberá realizar, en primera instancia, un rastreo e inventario de la fauna que potencialmente recorra la zona; además de proponer estrategias para garantizar y proteger el paso de las especies.

⁴ Por sus siglas en inglés: Morphological Spatial Pattern Analysis

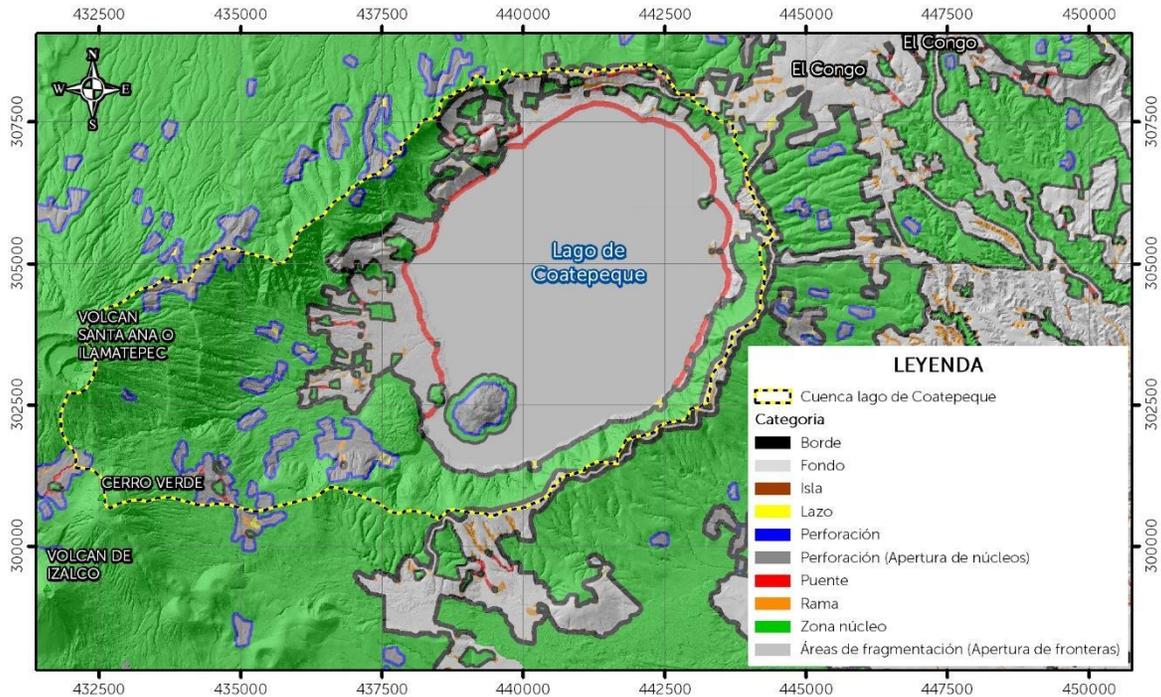


Figura 5. Mapa de análisis de patrón espacial morfológico

Fuente: MARN, 2021

Geología y riesgos volcánicos del Lago de Coatepeque.

En cuanto a los riesgos geológicos, el Lago de Coatepeque se sitúa en un cráter volcánico; los geólogos indican que este volcán de tipo caldera explotó violentamente cubriendo todo El Salvador y parte de Centroamérica con una capa de cenizas hace aproximadamente 25.000 años. Esta enorme caldera (de unos 8 km. de diámetro) y su impresionante Lago, son sin duda un rasgo dominante del paisaje. Se formó por una serie de erupciones explosivas hace 72 mil y 57 mil años.

La ladera poniente y sur tienen condición de riesgo adicional por flujo de lavas y tefras provenientes del Volcán de Santa Ana, así como escenarios varios de caída de cenizas, los cuales afectan a la totalidad de la cuenca y pueden variar en volumen y severidad, dependiendo de la posición de los asentamientos humanos y el tipo de construcción.

Existen así mismo fallas locales, asociadas a la actividad volcánica de la cordillera, sobre todo en la caldera del Lago Coatepeque. Los geólogos especulan que la primera -en una sucesión de tres erupciones explosivas que formaron la caldera- ocurrió hace 76,000 años; la actividad volcánica continuó luego de las erupciones principales hasta hace unos 10,000 años atrás. Esta última fase está caracterizada por el emplazamiento de conos de escoria basáltica y domos riodácticos, formando lo que conocemos hoy en día como

los Anteojos, Cerro Pacho y Cerro La Isla (Teopán), entre otros (Castellanos y Pullinger 1999).

Debe tomarse en cuenta que los habitantes permanentes del Lago, así como los visitantes temporales están sujetos a la actividad volcánica de la caldera, cuyo último registro de erupción data del año 1904, razón por la cual es recomendable que tomen conciencia del riesgo asociado para planificación de evacuaciones en caso de emergencia.

En la cuenca del Lago de Coatepeque predominan los suelos litosoles, los cuales tienen los horizontes superficiales truncados debido a la severa erosión laminar; tendencia que se ve exagerada por el mal manejo de cultivos en laderas, un fenómeno que se observa en las pendientes fuertes de dicha cuenca. La textura del suelo es variable pero generalmente gruesa, arenas y gravas hasta muy pedregosos sobre roca. Son suelos de bajo rendimiento, aptos solamente para cultivos permanentes o vegetación natural.

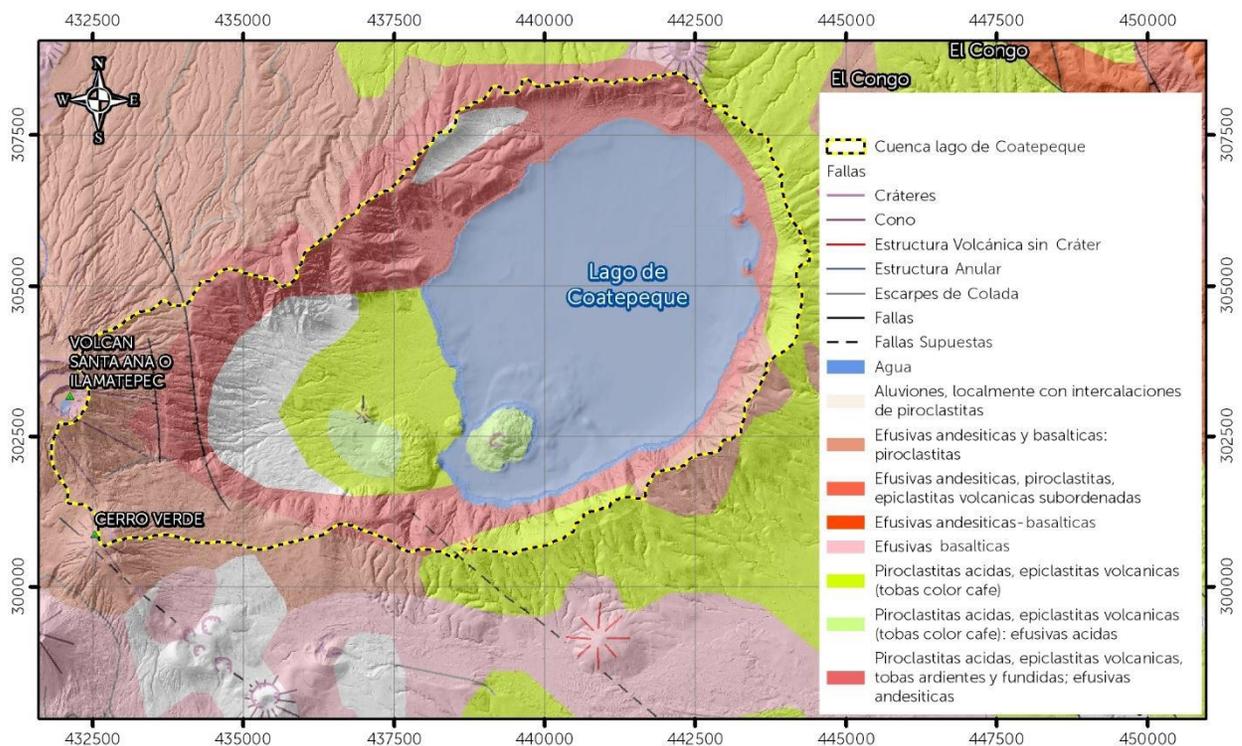


Figura 6. Mapa geológico de la cuenca del Lago de Coatepeque

Fuente: MARN, 2000

UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE SECTORES

Con el objetivo de determinar de mejor manera los lineamientos que responden a las condiciones del sitio, se han establecido tres zonas que definen las variables ambientales que deben ser atendidas por el propietario de la parcela o inmueble.

En dichas zonas se pueden observar los límites de cada una de las zonas de manejo, a continuación, se presentan los lineamientos ambientales correspondientes.

Tabla 4. Criterios para delimitar zonas/sectores.

Zona		Criterios								
		Prevención				Gestión			Conservación	
		Deslizamientos / Pendientes / Inundación / Fluctuación del espejo de agua	Pendientes mayores a 30 grados	Modelación flujo de lahares	Vulnerabilidad intrínseca del acuífero	Recarga hídrica	Baja permeabilidad de los suelos	Conectividad / Bosque – No bosque	Terrenos con aptitud para preservación	ANP y Zonas de amortiguamiento
0	Espejo de agua (cota 739 m s. n. m.)				X					
1	Próxima a espejo de agua y con factores de riesgo por inundación, flujo de lahares	X		X			X			
2	Zonas de baja recarga hídrica, vulnerabilidad intrínseca baja y permeabilidad baja	X		X	X		X	X		
2a	Zonas de baja recarga hídrica, vulnerabilidad intrínseca baja y permeabilidad baja con vulnerabilidad por modelación flujo de escombros	X		X	X		X	X		
3	Zonas de alta recarga hídrica, vulnerabilidad intrínseca alta y permeabilidad alta	X		X	X	X		X		
3a	Zonas de alta recarga hídrica, vulnerabilidad intrínseca alta y permeabilidad alta con vulnerabilidad por modelación flujo de escombros	X		X	X	X		X		

Zona		Criterios								
		Prevención				Gestión			Conservación	
		Deslizamientos / Pendientes / Inundación del espejo de agua	Pendientes mayores a 30 grados	Modelación flujo de lahares	Vulnerabilidad intrínseca del acuífero	Recarga hídrica	Baja permeabilidad de los suelos	Conectividad / Bosque – No bosque	Terrenos con aptitud para preservación	ANP y Zonas de amortiguamiento
4	Zonas de amortiguamiento ANP, potenciales ANP, parcelas con vocación de conservación y aprovechamiento forestal	X	X					X	X	X
5	ANP declarada a 2022 y zonas núcleo según reserva de biósfera	X	X			X		X		X

Fuente: MARN.

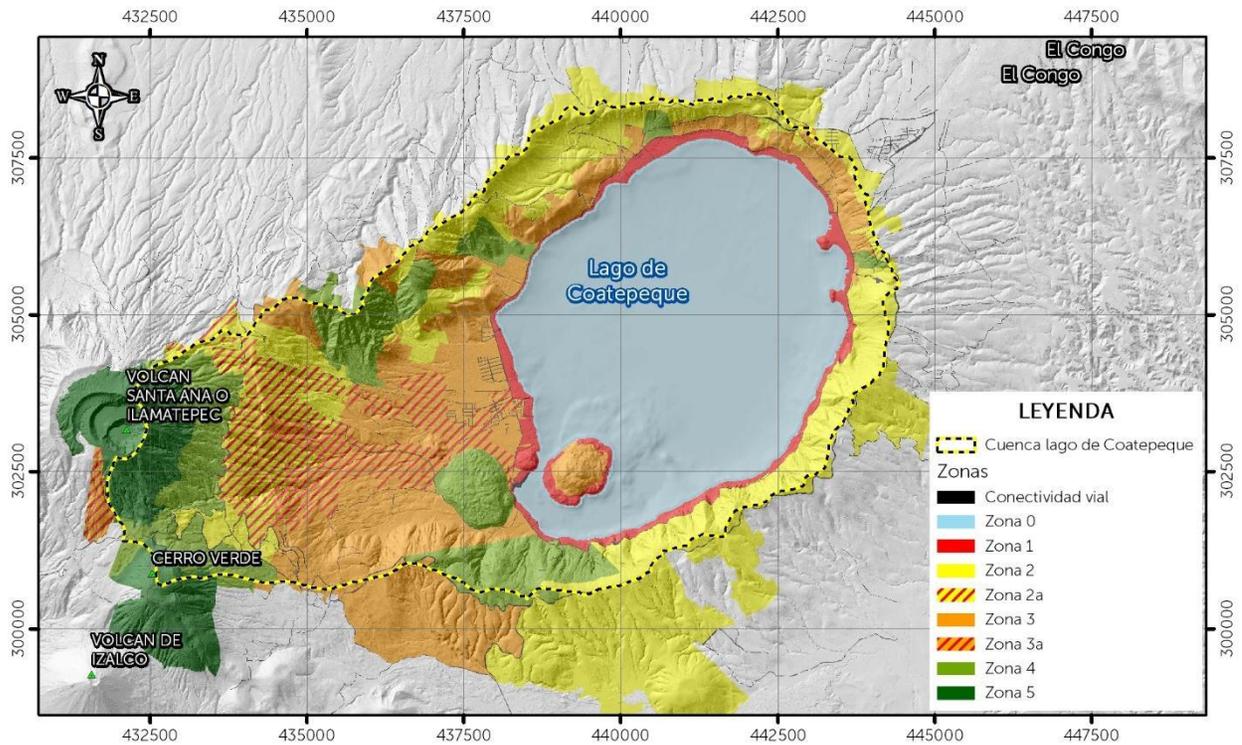


Figura 7. Zonas de aplicación de lineamientos ambientales.

Fuente: MARN, 2022

Tabla 5. Zonas ambientales y lineamientos aplicables.

Zona		Lineamientos ambientales										
		Protección de cobertura boscosa en la parte alta de la cuenca	Aprovechamiento de recursos del lago	Especies nativas para restaurar en la cuenca	Aprovechamiento de recurso hídrico superficial (lago, manantial)	Aprovechamiento de recurso hídrico subterráneo (pozos)	Prevención de contaminación del humedal por aguas residuales	Prevención de contaminación lumínica	Prevención de contaminación por hidrocarburos	Manejo de aguas lluvias y prevención de riesgos por inundaciones	Manejo de riesgos por geomorfología y vulcanismo	Condición conforme ambiental directrices de zonificación ambiental
0	Espejo de agua (cota 739 m s. n. m.)											
1	Próxima a espejo de agua y con factores de riesgo por inundación, flujo de lahares		X		X	X	X	X	X	X		X
2	Zonas de baja recarga hídrica, vulnerabilidad intrínseca baja y permeabilidad baja	X	X		X	X	X		X		X	
2a	Zonas de baja recarga hídrica, vulnerabilidad intrínseca baja y permeabilidad baja con vulnerabilidad por modelación flujo de escombros	X	X		X	X	X		X	X	X	
3	Zonas de alta recarga hídrica, vulnerabilidad intrínseca alta y permeabilidad alta	X	X		X	X	X		X		X	
3a	Zonas de alta recarga hídrica, vulnerabilidad intrínseca alta y permeabilidad alta con vulnerabilidad por modelación	X	X		X	X	X		X	X	X	

Zona	Lineamientos ambientales										
	Protección de cobertura boscosa en la parte alta de la cuenca	Aprovechamiento de recursos del lago	Especies nativas para restaurar en la cuenca	Aprovechamiento de recurso hídrico superficial (lago, manantial)	Aprovechamiento de recurso hídrico subterráneo (pozos)	Prevención de contaminación del humedal por aguas residuales	Prevención de contaminación lumínica	Prevención de contaminación por hidrocarburos	Manejo de aguas lluvias y prevención de riesgos por inundaciones	Manejo de riesgos por geomorfología y vulcanismo	Condición conforme ambiental
flujo de escombros											
4 Zonas de amortiguamiento ANP, potenciales ANP, parcelas con vocación de conservación y aprovechamiento forestal	X		X							X	X

Fuente: MARN.

LINEAMIENTOS AMBIENTALES

Protección de cobertura boscosa en la parte alta de la cuenca.

Se recomienda el desarrollo de un plan de reforestación en la Cuenca alta para evitar que la temperatura del sector aumente, y que la evaporación suceda en mayores cantidades, favoreciendo la cantidad de lluvia que se evapora en la Cuenca menor.

La reforestación también impide que los sectores despejados y secos se conviertan en zonas con alto potencial de escorrentía, que no permiten que la lluvia se infiltre rápidamente (lo cual impactará en mayor riesgo de inundación para los asentamientos ubicados a la orilla del Lago).

Se deberán establecer procesos de restauración de la galería del Lago, para lo cual hay que considerar las especies dominantes de la cuenca o las especies principales del ecosistema identificado (Bosque tropical semidecídulo, submontano, bien drenado).

En el caso que se identifique cobertura boscosa con vegetación nativa del ecosistema de la cuenca, la propuesta de restauración consistirá únicamente

en la conservación del área vegetada, la cual podrá tomarse como parte del área para compensaciones ambientales.

Ante la presencia de especies amenazadas de extinción (Ej.: Cedrela salvadorensis, conocido como: cedro real, cedro macho o cedro campana), en un área de intervención urbanística o agrícola, se priorizará su conservación como medida ambiental, quedando sujetas a compensación ambiental si la presencia de ellas no es predominante en el terreno o su diámetro a la altura de pecho (D.A.P.) no es mayor a 50 cm. Para especies con D.A.P. mayor de 50 cm se dará el tratamiento establecido para especies en peligro de extinción.

Ante la presencia de especies en peligro de extinción (Ej.: *Styrax argenteus*, conocido como: Estoraque u Oreja de venado), se priorizará la conservación de las mismas, debiendo adecuar el proyecto para establecer retiros adecuados para su protección y conservación, evitando condiciones de estrés que puedan devenir en la muerte del individuo vegetal. Estas especies no estarán sujetas a compensación, a menos que se garantice la siembra de nuevos árboles de la especie afectada dentro del mismo terreno donde se proyecta la afectación, debiendo incorporar esto como medida ambiental del proyecto.

Las actividades agrícolas deberán considerar elementos de buenas prácticas ambientales, tomando en cuenta el concepto de "Agricultura Climáticamente Inteligente", pudiendo apoyarse en los Programas Asociados al Plan Nacional de Cambio Climático vigente.

Se prohíbe toda actividad agrícola no regulada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en la cuenca del Lago de Coatepeque. Aquellos titulares de proyectos agroforestales regulados solamente deberán actualizar la presentación de planos de delimitación del sistema agroforestal aprobado por el MAG y copia anexa de la autorización emitida por la entidad competente, como parte de la gestión con MARN.

Prevención de contaminación lumínica

- Se prohíbe el uso de juegos pirotécnicos o quema de pólvora en el Espejo de Agua.

Aprovechamiento de recursos de la cuenca del Lago

- Conservar la vegetación flotante, sumergida y emergente, evitando su remoción al instalar estructuras fijas. Se preferirá la construcción de muelles con madera o pantalanes flotantes, evitando la introducción de equipo de construcción y las construcciones de concreto, para prevenir los impactos al humedal.
- Toda infraestructura privada en la ANP deberá relacionarse a un inmueble privado o público, limitándose a un muelle por propiedad y los parámetros que establezca el Plan de Manejo de la misma.
- En cuanto a los proyectos existentes elaborados con concreto, será permitida su permanencia, más su rehabilitación o reconstrucción deberá considerar la utilización de madera y otros materiales que no impliquen intervenciones significativas en el lecho del Lago. Para la instalación de esta estructura se deberá respetar la flora acuática.
- Las franjas de "protección y restauración" asociadas con los bosques de galería identificados en la zonificación ambiental vigente, deberán conservarse, evitando la incorporación de edificaciones, así como las intervenciones de encauzamiento que deriven en el cambio o la obstrucción de los cauces naturales.
- Las actividades recreativas y de manejo de equipos motorizados flotantes deberán seguir los lineamientos de resguardo y seguridad en los puestos de trabajo conforme la normativa vigente.
- Se prohíbe toda actividad agroindustrial e industrial en la cuenca media y baja del Lago.
- Se incentivará la transformación a sistemas agroforestales, el uso de insumos agrícolas y prácticas culturales de bajo impacto ambiental.
- Toda actividad de pesca y la venta de productos provenientes del Lago se restringe para fines de consumo y estará sujeta a los lineamientos que la autoridad competente pronuncie en periodos de afloramiento de cianobacterias y dinoflagelados (cambio de color del agua del Lago a azul turquesa) y hasta 2 semanas posterior al cambio de coloración.

- Se prohíbe el aprovechamiento de la ANP y su espejo de agua para fines de acuicultura, dada la naturaleza de la calidad el agua y los potenciales impactos que genera.

Especies nativas para restaurar en la cuenca

- Los proyectos de revegetación dentro de la cuenca, deberán considerar las especies indicadas en el Plan de Manejo. Para identificar el ecosistema donde está localizado el proyecto deberá considerar el mapa de ecosistemas (MARN, 2011) disponible en el Visualizador Geográfico de Evaluación Ambiental (VIGEA) y en la plataforma del Sistema de Evaluación Ambiental en línea (<http://mapas.marn.gob.sv/vigea/nepamap.aspx>).

Aprovechamiento de recurso hídrico

- El caudal de aprovechamiento de las aguas superficiales estará condicionado y sujeto a cambios, con base en el artículo 96 del Reglamento de la Ley General de Medio Ambiente; sobre la base del análisis de balance hídrico de la cuenca del Lago de Coatepeque, a fin de preservar y asegurar la armonía de los ecosistemas y el interés social.
- Se restringe la extracción del recurso hídrico desde el cuerpo de agua superficial, para su uso y aprovechamiento, el cual primará dentro de la cuenca del Lago de Coatepeque.
- Se deberá mantener monitoreo de la calidad del agua en el Lago y se sugiere evitar las actividades de baño o de contacto directo con el agua del Lago que puedan provocar ingestión accidental, durante un proceso de coloración azul turquesa, y hasta un mínimo de 2 semanas posterior a la desaparición de la coloración turquesa en el Lago.
- El uso del recurso hídrico para consumo humano deberá cumplir con el Reglamento Técnico Salvadoreño (RTS) 13.02.01:14 Agua. Agua de Consumo Humano, de la autoridad competente.
- No se recomienda el uso del agua del Área Natural Protegida para fines de riego, conforme la presencia de Boro, cuya toxicidad afecta a casi todos los cultivos y condiciones de conductividad.
- No se recomienda el uso del recurso hídrico para actividades agrícolas, agropecuarias o de consumo animal, ante la presencia de Arsénico, cianuros, grasas y aceites y fenoles.

Tabla 6. Parámetros de Aguas Residuales de Tipo Ordinario para Vertido a un Medio Receptor.

Parámetro	Limite Permisible ¹
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	150 mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	60 mg/L
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	60 mg/L
Sólidos Sedimentables (SS)	1 mL/L
Aceites y Grasas	20 mg/L
Potencial de Hidrógeno (pH)	6.0 – 9.0 Unidades de PH
Coliformes Fecales	Reportar en NMP/100 ml
Caudal (Q)	Reportar en m ³ /día
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	Reportar en mg/L

Prevención de contaminación y saneamiento

- No se permitirá la construcción e instalación de artefactos o servicios (sanitarios o cocina) en la infraestructura ubicada sobre el ANP.
- Se prohíbe la descarga directa de aguas residuales al espejo de agua.
- Las aguas residuales deberán depurarse por medio de sistemas sépticos que remueven fósforo y nitrógeno previo su infiltración. Se recomienda el reúso de aguas según "Lineamientos técnicos para la evaluación de actividades, obras o proyectos que comprendan la alternativa de reúso de agua residual tratada".
- Se restringe la construcción de sistemas de tratamiento de aguas residuales en la ribera del Lago de Coatepeque en una franja de 25 m al contorno del espejo de agua por riesgo de inundación. Deberá determinar un distanciamiento adecuado sobre el nivel freático para su infiltración.
- Aguas Residuales. Parámetros de Calidad de Aguas Residuales para Descarga y Manejo de Lodos Residuales. RTS 13.05.01:18.
- Para el caso de proyectos de hoteles, restaurantes, salas de eventos y otros que una de sus actividades sea la elaboración y procesamiento de alimentos; deberán incorporar un sistema de pretratamiento de TRAMPA DE GRASAS.
- Se prohíbe toda actividad económica que tenga como resultado de su funcionamiento la generación de aguas residuales de tipo especial.

- Se prohíbe el uso de material desechable y de un solo uso (estereofom, cartón y plásticos) en el espejo de agua del Lago de Coatepeque.
- Se prohíbe la disposición a cielo abierto de residuos sólidos en la cuenca del Lago de Coatepeque.
- Se prohíbe la quema de residuos sólidos en la cuenca del Lago de Coatepeque.
- Los servicios de alquiler de botes, ferri, y otros vehículos de transporte acuático con motor fuera de borda quedarán sujetos a las restricciones establecidas por los informes de capacidad de carga emitidos por la autoridad competente en humedales.
- Se prohíbe el trasiego de hidrocarburos dentro del espejo de agua.
- Toda actividad con potencial riesgo contaminante ubicada en la franja de protección de 50 metros establecida en el Art.23 de la Ley Forestal, deberá demostrar, por medio de un estudio de riesgo y su plan de contingencia la prevención de contaminación y daños permanentes al ecosistema.

Manejo de aguas lluvias y prevención de riesgos

- Se promoverán mecanismos de captura de aguas lluvias para aprovechamiento de uso en procesos de limpieza y riego. De requerirse para consumo humano, deberá cumplir con el RTS 13.02.01:14 Agua. Agua de Consumo Humano, de la autoridad competente.
- No es permitido la mezcla de aguas lluvias con aguas residuales.
- Las descargas provenientes de sistemas de recirculación de aguas de piscinas y fuentes deberán proyectarse para ser descargadas en la red de aguas lluvias por medio de mecanismos que controlen la descarga.
- Los puntos de descarga de aguas lluvias deberán tomar en cuenta las variaciones de nivel que posee el espejo de agua del Lago.
- Se preferirá la colocación de obras de paso que no intervengan el lecho de los cauces naturales y sus márgenes. Este lineamiento será crítico en las áreas afectadas por flujos de escombros.

Manejo de riesgos por geomorfología y vulcanismo

- Se tomará en cuenta para la instalación de nuevas edificaciones, las restricciones establecidas en el ordenamiento ambiental vigente.
- Las zonas con restricción de construcción por movimientos de ladera o protección de cauces naturales (zonas preferentes para flujos de escombros), deberán respetar los retiros correspondientes.
- Se condicionará el funcionamiento del proyecto a la implementación y/o aplicación de las directrices emitidas por las autoridades competentes en relación a los riesgos por vulcanismo, debiendo acatar las órdenes de evacuación cuando le sean requeridas.

CONSIDERACIONES ESPECIALES

- Se deberá atender el requerimiento para que los propietarios de usos recreativos, agrícolas e industriales, adecuen la extracción del recurso hídrico (pozo o superficial) a los cambios de elevación en el espejo de agua, así como la obligación de acatar los requerimientos que surjan de la autoridad competente en manejo del recurso hídrico. Esta condición se volverá crítica en años de sequía. Con base al Art. 98 y 99 del Reglamento General a la Ley del Medio Ambiente, se establecerán las medidas de adecuación y se priorizará el uso de agua para el siguiente orden: CONSUMO, AGRÍCOLA, INDUSTRIAL, RECREATIVO, OTROS.
- El uso del recurso hídrico para consumo humano deberá cumplir con el Reglamento Técnico Salvadoreño RTS 13.02.01:14 Agua. Agua de Consumo Humano. Requisitos de Calidad e Inocuidad. Por la autoridad competente.
- Obras existentes deberán dar cumplimiento y ajustarse a lo establecido en este acuerdo y los lineamientos que este derive. Requerirán de evaluación ambiental las actividades económicas, de desarrollo progresivo, de envergadura o naturaleza que las oficinas de planificación locales determinen, según lo establecido en el Plan de Manejo de la ANP.
- Cualquier institución pública podrá/deberá velar en territorio por lo establecido en los acuerdos y los lineamientos que el Ministerio emita.



MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES

www.marn.gob.sv | medioambiente@ambiente.gob.sv

