



MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES

Balance hídrico

Lago de Coatepeque, Santa Ana, El Salvador.

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Balance hídrico del Lago de Coatepeque, departamento de Santa Ana, El Salvador.

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Dirección del Observatorio Ambiental y Recursos Naturales

Marzo, 2020

Elaboró:
Centro de Pronóstico Hidrológico

En el presente documento se muestran los resultados de la elaboración de un estudio de balance hídrico para cuenca del lago de Coatepeque.

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 MARN, instalaciones ISTA, San Salvador, El Salvador, Centroamérica.

Tel: (503) 2132-6276

Sitio web: www.marn.gob.sv

Correo electrónico: medioambiente@marn.gob.sv

Facebook: www.facebook.com/marn.gob.sv

Twitter: @MedioAmbienteSV

Youtube: [youtube/marnsv](https://www.youtube.com/marnsv)

Instagram: [/marn_elsalvador](https://www.instagram.com/marn_elsalvador)

Introducción

En el presente documento se muestra el proceso de obtención del balance hídrico realizado para la cuenca del lago de Coatepeque, en el departamento de Santa Ana. Respondiendo a solicitud realizada por la Dirección General de Evaluación y Cumplimiento Ambiental a esta Dirección, para ser utilizado en proceso de evaluación de impacto ambiental de proyectos localizados en la cuenca del lago.

Desarrollo

Un balance hídrico es la cuantificación de los parámetros involucrados en el ciclo hidrológico, pudiendo ser estos los usos de agua destinados a consumo humano y para otras actividades, se incluyen parámetros como la precipitación, las filtraciones, evapotranspiración etc. esto, en un área determinada o cuenca, con la finalidad de dar un diagnóstico de las condiciones del recurso hídrico en cuanto a su oferta, disponibilidad y demanda en dicha área.

El balance hídrico, permite tomar medidas y establecer lineamientos y estrategias para su protección y utilización de una manera integrada, de tal forma que se garantice su disponibilidad tanto en cantidad como en calidad del recurso (SNET, 2005).

Un modelo de balance hídrico se basa en la ecuación de conservación de masa:

$$\text{ENTRADAS} - \text{SALIDAS} = \text{CAMBIO DE ALMACENAMIENTO}$$

- En el modelo del Balance Hídrico presentado, se considera la siguiente entrada:
 - Precipitación media multianual registrada en la cuenca.
 - No incluyéndose las importaciones superficiales de otra cuenca, debido a que los cuerpos de agua superficial son quebradas ubicadas dentro de la cuenca, y que corresponden principalmente a quebradas que se activan únicamente durante la época de lluvias del país.
- Las salidas consideradas son las siguientes:

Balance Hídrico de la cuenca del lago de Coatepeque.

- Evapotranspiración
 - Demanda externa de la cuenca
 - Salida de agua subterránea
- Cambio de almacenamiento inicial:
 - Para el caso las variaciones del agua almacenada en la cuenca serán depreciadas para un período suficientemente largo como un año, en el que se consideran que estas variaciones se cancelan considerándose casi cero en los cálculos.

Descripción del área de interés

El lago de Coatepeque, se localiza en el departamento de Santa Ana, en las faldas del volcán de Santa Ana, posee una superficie de 24.8 km² en su espejo de agua y su elevación promedio es de 740 metros sobre el nivel del mar (msnm). Esta cuenca no posee drenaje superficial, debido a que todo su drenaje es subterráneo hacia las cuencas de los ríos Sucios y Suquiapa. (SNET, 2006).



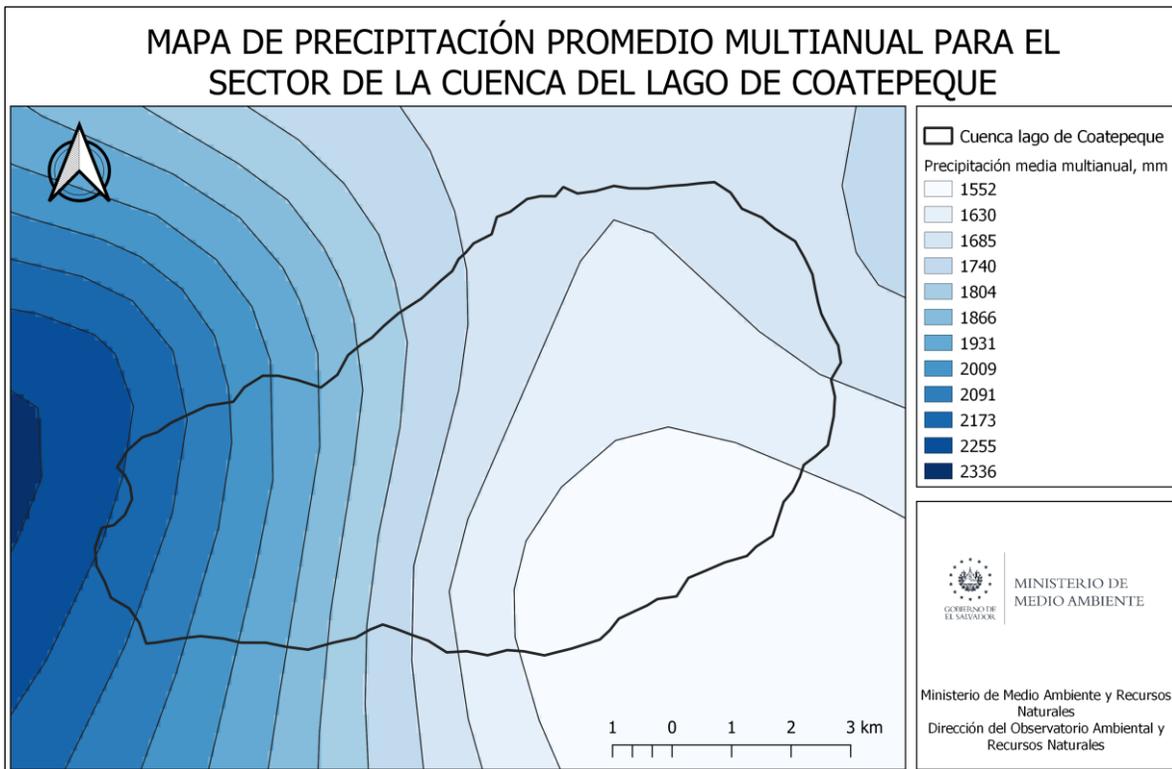
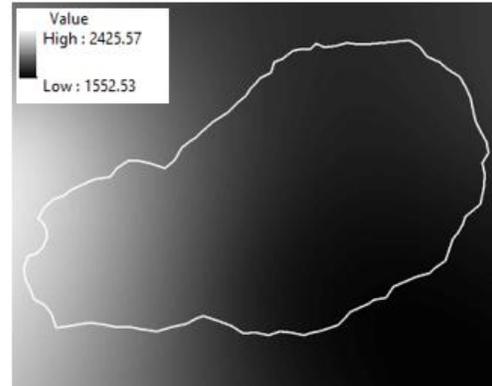
Delimitación de la cuenca del lago de Coatepeque. Fuente: Mapa generado con información del Visualizador de Información Geográfica de Evaluación Ambiental (VIGEA, MARN)

Aportaciones o entradas

A continuación, se detallan cada una de las aportaciones consideradas en el balance presentado:

Precipitación media multianual

El valor de precipitación utilizado, fue obtenido como el valor medio zonal para el sector delimitado por la cuenca del lago, a partir de datos de un archivo .tiff (*Tagged Image File Format*) de precipitación promedio multianual desde 1965 hasta 2012. El valor obtenido fue de 1735.37 mm de precipitación anual, (los valores en milímetros corresponden a un litro de precipitación por metro cuadrado) o $115.23 \text{ Mm}^3/\text{año}$.

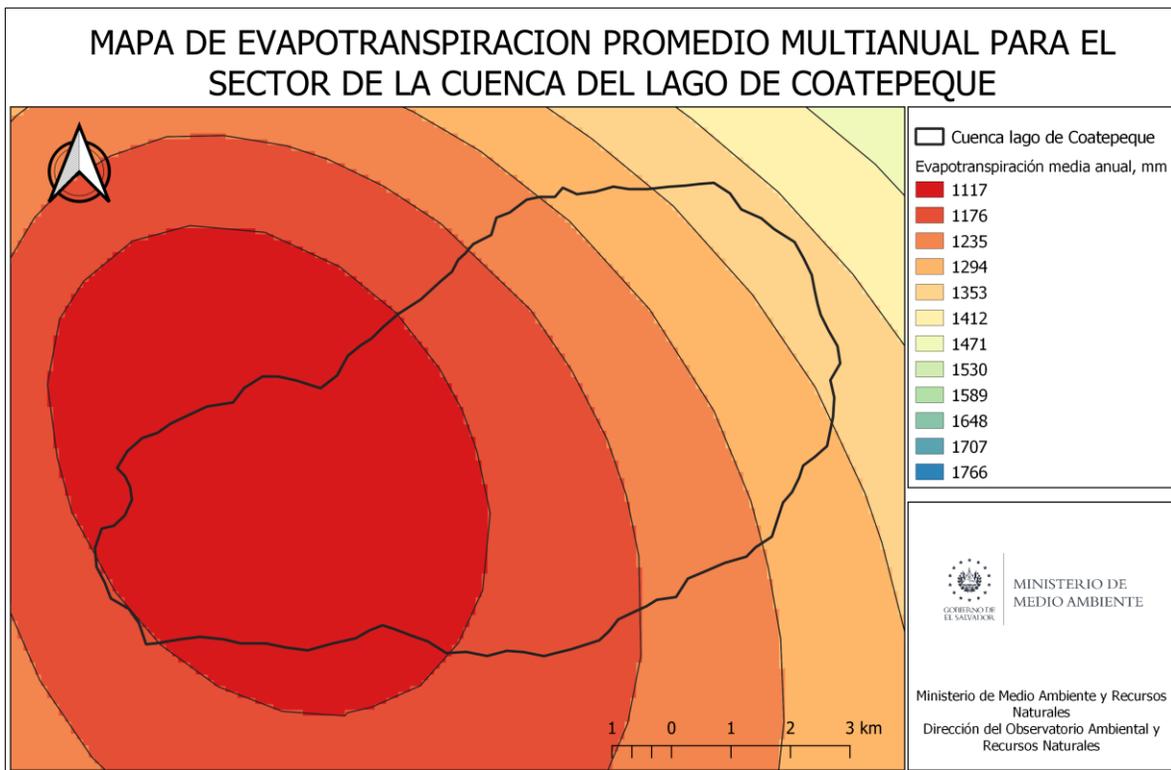
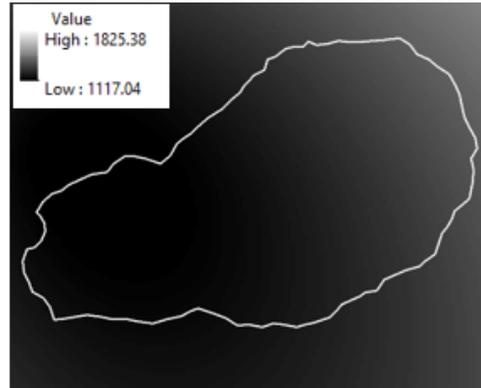


Mapa de precipitación promedio multianual para el sector de la cuenca del lago de Coatepeque, departamento de Santa Ana. Fuente. Mapa generado con datos del Sistema de Información Hídrica, MARN.

Demandas o salidas

Evapotranspiración

El valor de evapotranspiración utilizado, fue obtenido como el valor medio zonal para el sector delimitado por la cuenca del lago, a partir de datos de un archivo .tiff (Tagged Image File Format) de evapotranspiración promedio multianual que considera el rango de los años 1965-2012 del método Penman. El valor obtenido fue de 1190.68 milímetros anuales, o 79.07 Mm³/año.



Mapa que contiene la evapotranspiración de 1965 hasta el año 2012, para el sector de la cuenca del lago de Coatepeque, departamento de Santa Ana. Fuente. Mapa generado con datos del Sistema de Información Hídrica, MARN.

Agua subterránea

Esta cuenca no posee drenaje superficial, ya que todo su drenaje es subterráneo hacia las cuencas de los ríos Sucios y Suquiapa principalmente. Según el informe "Investigaciones Hidrogeológicas, Hidrológicas e Hidroquímicas en el Lago de Coatepeque" de FORGAES junto a SNET, el valor de agua subterránea filtrada para esta cuenca es de **41.34 Mm³/año**.

Demanda poblacional

La información sobre los proyectos registrados en el Sistema de Evaluación Ambiental, fue obtenida de la tabla proporcionada por la Dirección General de Evaluación y Cumplimiento Ambiental de este Ministerio. La tabla se muestra en el Anexo I.

Los valores totales de consumo en litros por segundo suman 51.076 l/s. Esto corresponde a **1.61 Mm³/año**.

Balance hídrico

A continuación, se muestran los resultados del balance hídrico obtenido con los datos antes expuestos.

Parámetro	Volumen en millones de metros cúbicos	Porcentaje
+ Precipitación anual	115.23	100%
- Evapotranspiración	79.07	68.6%
- Infiltración subterránea	41.34	35.8%
- Demandas externas	1.61	1.3%
Cambio en el almacenamiento	-6.79	-5.89%

Tabla 1. Balance hídrico para la cuenca del lago de Coatepeque.

Conclusiones

- Debido a que en el sector se tienen solamente quebradas que se activan en época lluviosa, la cantidad de recarga por medios superficiales es mínimo o casi nulo, por lo que no se consideró en estos cálculos.
- Los valores de precipitación obtenidos mediante los datos multianuales, muestran que existe una disminución de las precipitaciones, por lo que la recarga del mismo se ve disminuida, esta disminución está asociada a una leve disminución de la lluvia de la última década según registros del MARN.
- El valor de evapotranspiración obtenidos de los datos multianuales, muestran un incremento en el mismo, por lo tanto, las salidas a la cuenca se han incrementado.
- En este estudio se consideraron como demandas de consumo humano, los datos proporcionados a esta Dirección de parte de la Dirección General de Evaluación y Cumplimiento Ambiental, estos reflejan que el valor de la recarga de la cuenca que se pierden por estas causas es de 1.3%
- Se obtuvo un déficit en la recarga con un promedio de 6.79 Mm³ anuales que son extraídos de la cuenca. Si la tendencia observada en este estudio se mantiene, la cuenca mantendría un incremento cada vez mayor en sus salidas, aumentando el déficit hídrico.
- Existe la posibilidad de que se tengan otras fuentes de extracción no identificadas y que no se han contemplado en los resultados del balance hídrico.
- Respecto a los resultados obtenidos, se considera que el cambio en el almacenamiento del lago de Coatepeque, ha venido disminuyendo, considerando que cada año pierde 6.79 Mm³, debido a que la cantidad de agua que ingresa a la cuenca es menor que lo que se extrae.
- Las demandas externas registradas por usos de la población suman 1.61Mm³ (ver Anexo I), este valor es reducido comparado con el valor perdido por causas naturales, sin embargo, no es descartable que estas últimas pérdidas estén asociadas a la degradación de la cuenca ocasionada por factores antropogénicos como deforestación, prácticas inadecuadas de cultivo, desarrollo habitacional y comercial no controlado, etc.

Recomendaciones

- Se recomienda el desarrollo de un plan de reforestación en la cuenca, esto evitaría que la temperatura del sector aumente y que la evaporación suceda en mayores cantidades, favoreciendo a que la cantidad de lluvia que se evapora en la cuenca sea 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 fácilmente.
- Se recomienda mantener un control estricto de la cantidad del recurso hídrico, utilizado para:
 - El desarrollo de infraestructuras que se construyan en la zona de interés.
 - Las extracciones que se realizan del lago para usos fuera de la cuenca, y que es transportada por camiones cisterna.
 - El consumo directo de las comunidades y comercios, ubicados dentro de la propia cuenca.
- Generar planes de conservación y uso sostenible de la cuenca, tales como:
 - Programas de conservación de suelos.
 - Programas de capacitación y concientización a los habitantes de las comunidades.
 - Y todos aquellos que estén enfocados a la conservación de la cuenca y sus usos.
- Es importante minimizar el número de proyectos que faciliten la condición del déficit hídrico que presenta el lago.

Referencias bibliográficas

- (SNET, 2006) Informe de Evaluación de la Calidad del Agua del Lago de Coatepeque, Servicio Nacional de Estudios Territoriales, 2006
- (SNET, 2005) Balance hídrico integrado y dinámico en EL Salvador. Componente evaluación de recursos hídricos, 2005