

Análisis de la calidad trófica del embalse El Hato

Trophic quality analysis of El Hato dam

PAOLA MARCELLA TIBAQUIRÁ PERDOMO¹ - JAIRO ALBERTO ROMERO ROJAS²

1. Magíster en Ingeniería Civil con énfasis en Recursos Hidráulicos y Medioambiente.

2. Ingeniero civil. MEEE. Profesor titular de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

paola.tibaquira@mail.escuelaing.edu.co - jairo.romer@escuelaing.edu.co

Recibido: 11/07/2017 Aceptado: 31/07/2017

Disponible en http://www.escuelaing.edu.co/es/publicaciones_revista

Resumen

En este artículo se presenta el análisis de la calidad trófica del embalse El Hato, con base en la información disponible para aportes de fósforo al embalse. Adicionalmente, se indican las características generales y los antecedentes del embalse, la información experimental de las cargas y concentraciones de fósforo sobre el embalse necesarias para evaluar su condición trófica, y por último, la aplicación del modelo Vollenweider y su análisis.

Palabras claves: embalse, trófico, hato, fósforo, calidad, agua, Ubaté, Carupa.

Abstract

This document presents the trophic quality analysis of El Hato dam, based on the available information for phosphorus contributions to the dam. Furthermore, it indicates the general characteristics and background of the dam, the experimental data of phosphorus loads and concentrations at the dam needed to assess its trophic status, and finally the Vollenweider model and analysis.

ANTECEDENTES

La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), dentro del programa de desarrollo integral de la cuenca del río Suárez encargó servicios de ingeniería a la firma Estudios Técnicos para llevar a cabo los estudios de factibilidad técnica y diseño de la presa El Hato, localizada en el municipio de Carmen de Carupa, aprovechando las ventajas que ofrece el cauce del río El Hato en la zona de Corralejas. En 1992, como parte de la estrategia para regular y hacer frente a las crecientes o estiajes causados por los fenómenos del Niño y la Niña, así como controlar las periódicas crecientes del río Ubaté, disminuir su incidencia en las fluctuaciones de los niveles de agua y poder contribuir a la construcción de un distrito de riego en la cuenca alta del río Ubaté, se decidió hacer un embalse en el río El Hato.

Este embalse ha operado, regulado y suministrado el caudal suficiente para el riego de 3000 hectáreas de pastos y cultivos de la región del valle de los ríos Ubaté y Suta, además del suministro para el acueducto del municipio de Carmen de Carupa.

El embalse El Hato empezó a construirse el 3 de septiembre de 1990, se terminó el 18 de diciembre de 1991 y se puso en operación en 1992.

En el embalse, la temperatura del agua es de 12,4 °C y la altitud (msnm) de 2847,5; se establece que el embalse se define como **cálido tropical**⁽¹⁰⁾, ya que posee una temperatura mínima del agua de 10 °C durante condiciones normales y una temperatura promedio anual mínima de 15 °C, con una altitud inferior a los 3000 msnm. Un embalse se puede estratificar térmica o químicamente. Una estratificación térmica se refiere a la formación de dos capas de agua claramente definidas, una caliente superficial y otra fría profunda, divididas por una zona de descenso brusco llamada termocline, con una diferencia de temperaturas que puede ser hasta de 6 u 8 °C entre la superficie y el fondo.

El ecosistema de la cuenca alta del río Ubaté se encuentra bastante intervenido, tanto en la ribera de la cuenca como en los alrededores, debido en gran parte a las actividades que desarrollan los pobladores de la zona: ganadería de levante y lechera⁽¹⁾. El área de la cuenca del río Hato presenta una distribución del suelo que se presenta en la tabla siguiente (tabla 2).

La cuenca del río Hato tiene una extensión de 5300 ha, con una participación del 11 % en relación con el total del área de la cuenca de los ríos Ubaté y Suárez, está conformada por los municipios de Carmen de Carupa y Ubaté, con una participación del 72 y el 26 %, respectivamente, del área total de la cuenca.

Tabla 1
Características generales del embalse⁽⁶⁾

Característica	Valor
Cota altura de la presa (msnm)	2852
Longitud del embalse (km)	2,8
Ancho del embalse (km)	1,0
Perímetro cota máxima de inundación (km)	10,9
Espejo de agua máxima (ha)	80,61
Altura de la presa (m)	36
Nivel de cresta en vertedero (msnm)	2847,05
Nivel máximo de operación (msnm)	2842,7
Nivel mínimo de operación (msnm)	2828
Nivel en bocatoma de fondo (msnm)	2823
Nivel del lecho del río (msnm)	2817
Nivel de fluctuación (cm/d)	15
Aporte anual promedio (Mm ³)	7,8
Afluente principal	Río El Hato
Hoya del río Hato (ha)	5300
Profundidad media (m)	15

Fuente: Corporación Autónoma Regional, Contrato CAR 671. Manual de operación de levantamiento batimétrico y topográfico del embalse El Hato. Análisis de crecientes y mapas de amenazas, 2005.

Tabla 2

Distribución del suelo en la cuenca del río Hato

Usos del suelo	Valor (ha)	Valor porcentual
Bosque	306	5,77 %
Café	149	2,81 %
Caña panelera	501	9,45 %
Cebada	146	2,75 %
Eriales	13	0,25 %
Maíz	31	0,58 %
Papa	79	1,49 %
Pastos	3302	62,30 %
Pradera	773	14,58 %
Total	5300	100 %

Fuente: Audicon Ambiotec. Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica Ubaté y Suárez, 2006.

CARGAS Y CONCENTRACIÓN DE FÓSFORO EN EL EMBALSE

El análisis de eutrofización se hace con base en fósforo (P) como nutriente limitante, siendo éste el nutriente que tiene mayor efecto sobre el crecimiento de algas y sobre la productividad de los ecosistemas acuáticos. Además, porque no se cuenta con información de nitrógeno total. La carga puntual de fósforo (P) sobre el embalse se presenta en la tabla siguiente, la cual corresponde a las cifras para el año 2011 como dato representativo, resultado del compilado y depuración del registro obtenido por el laboratorio entre los años 2007 y 2013 (tabla 3).⁽⁷⁾

Tabla 3
Carga puntual de fósforo sobre el embalse

Afluente	Fecha	mg P/L	Caudal, L/s	Carga, mg/s
Canal de entrada al embalse	2011	0,046	802	36,89

Fuente: El autor.

Las cargas no puntuales de fósforo (P) sobre el embalse corresponden a los escurrimientos dispersos causados por los usos del suelo en la cuenca del río Hato (tabla 2). A continuación se ilustra la localización de la carga puntual de fósforo al embalse (figura 1), se muestra la localización de los puntos de muestreo para concentración de fósforo en el embalse (figura 2) y se indican las concentraciones de fósforo dentro del embalse (tabla 4).

Tabla 4
Concentraciones de fósforo en el embalse

Zona	Fecha	mg P/L
Sector del dique	2011	0,05
Centro	2011	0,02
Sur	2011	0,03
PROMEDIO	2011	0,03

Fuente: El autor.

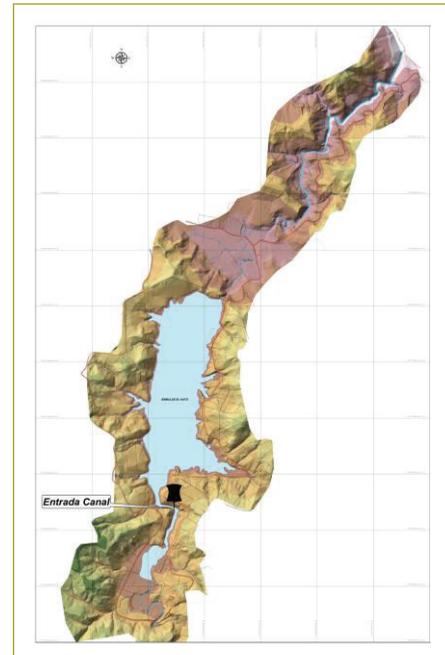


Figura 1. Localización de la carga puntual de fósforo.

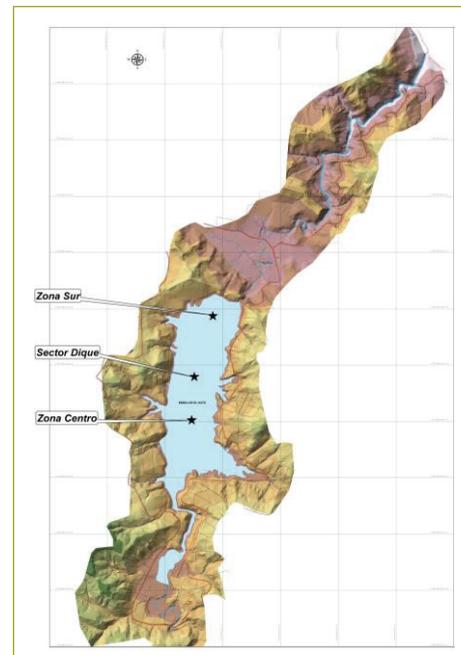


Figura 2. Localización de puntos de muestreo en el embalse.

Finalmente se fijan las cargas totales indicadas en la tabla siguiente, establecidas por las cargas puntuales y las dispersas (definidas por el tipo de suelo), según el escurrimiento definido por las áreas aferentes y determinado el caudal por el método racional, con una concentración teórica de 0,04 mg/L (tabla 5).

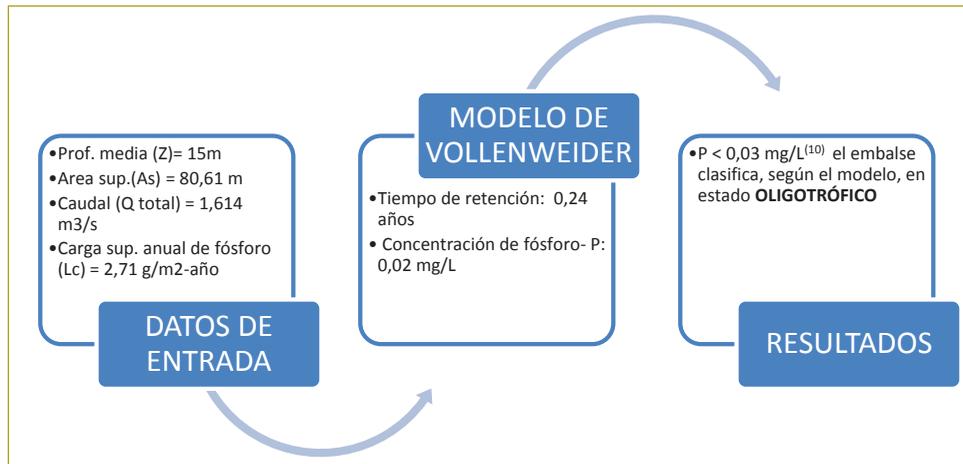


Tabla 5
Carga total de fósforo sobre el embalse

Puntual	Dispersa	Carga total
36,89 mg/s	32,51 mg/s	69,40 mg/s
1,44 g/m ² año	1,27 g/m ² año	2,71 g/m ² año

Fuente: El autor.

MODELO DE EUTROFIZACIÓN

Por las condiciones del embalse se realiza la aplicación del modelo de Vollenweider, mediante el cual se obtiene un estado *oligotrófico*.

A continuación se puede ver el comportamiento del estado trófico en el interior del embalse.

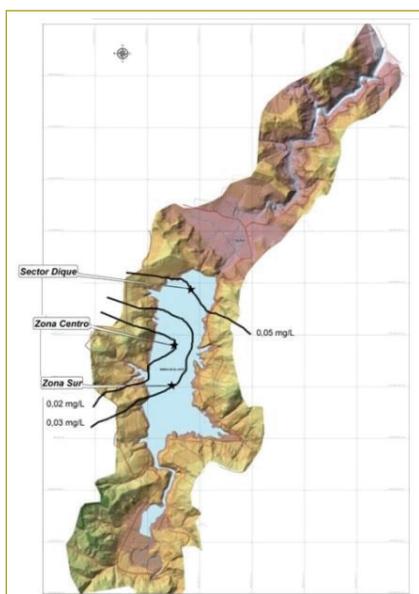


Figura 3. Curvas de isofósforo en el embalse El Hato.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El embalse El Hato recibe una carga puntual de fósforo de 36,89 mg/s, proveniente de un caudal afluente de 0,802 m³/s, con una concentración de fósforo de 0,046 mg-P/L.
- El embalse El Hato recibe una carga dispersa de fósforo de 32,51 mg/s, proveniente de un caudal afluente de 0,813 m³/s, con una concentración de fósforo supuesta de 0,04 mg-P/L.
- La carga total evaluada de fósforo sobre el embalse El Hato es de 69,4 mg/s, que representa una carga superficial anual de fósforo de 2,71 g/m² año.
- La evaluación del estado trófico del embalse El Hato mediante el modelo de Vollenweider determina un estado oligotrófico.
- Los análisis de fósforo realizados en las aguas del embalse confirman que la concentración promedio de fósforo total es de 0,03 mg-P/L, valor indicativo de un estado oligotrófico.
- Para mantener el embalse El Hato en condiciones oligotróficas se recomienda no exceder las cargas actuales de fósforo y mantener un programa de control de calidad del agua afluente y del embalse.

REFERENCIAS

1. Audicon Ambiotec (2006). Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica Ubaté y Suárez.
2. Vente, Chow (1993). *Hidrología aplicada*. Bogotá: McGraw Hill.
3. Corporación Autónoma Regional (noviembre de 1986). Contrato 093/84. Estudio de factibilidad y diseño de la presa El Hato y distrito de riego. Informe final, capítulo I. Resumen. Volumen I. CAR, Bogotá.

4. Corporación Autónoma Regional (marzo de 1992). Contrato 227. Presa El Hato, embalse y rebosadero. Nivel de operación recomendable y estudios hidrológicos e hidráulicos durante la construcción. Informe técnico. Bogotá.
5. Corporación Autónoma Regional (1987). Estudio de aprovechamiento hidráulico del sistema Cucunubá - Fúquene - Río Suárez. Informe final, etapa I.
6. Corporación Autónoma Regional (2005). Contrato CAR 671. Manual de operación de levantamiento batimétrico y topográfico del embalse El Hato. Análisis de crecientes y mapas de amenazas.
7. Corporación Autónoma Regional (s.f.). Análisis de laboratorio. Laboratorio ambiental CAR.
8. Moreno Franco, D. et al. (2010). Métodos para identificar, diagnosticar y evaluar el grado de eutrofia.
9. Ramírez et al. (2001). Variación vertical de parámetros físicos y químicos en cuatro embalses tropicales, y su relación con el área, la altitud y el tiempo de retención hidráulica.
10. Romero Rojas, J. (2009). *Calidad del agua* (3.ª ed.). Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.