

Batimetría y limnología básica del Lago La Alberca en el Municipio de Villamar, Michoacán.

José Luis Zavala-Aguirre¹, Gabriela Velarde-Diez-de-Bonilla¹, Roberto Braun-Pelayo², Héctor René Buelna-Osben³, José de Anda-Sánchez⁴, Javier Rosales-Zavala⁵, Olivia Torres-Bugarín⁶

1 Escuela de Biología, Universidad Autónoma de Guadalajara.

2 Departamento de Física. Universidad Autónoma de Guadalajara.

3 Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Michoacán, IPN

4 Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco.

5 Diseño Digital 3D, Buffete independiente.

6 Departamento de Investigación, Programa Internacional de Facultad de Medicina Universidad Autónoma de Guadalajara.

Correo-e: jzavala@uag.mx

Introducción

El lago conocido como “La Alberca”, se encuentra ubicado en la Ciénega de Chapala en la zona geotérmica de Los Negritos, en el extremo Este del rift Citala a 15 Km al Noreste de la ciudad de Jiquilpan, Michoacán (Zárate del Valle & Simoneit 2005). Tiene balance hidrológico positivo a lo largo del ciclo anual debido a varios manantiales localizados en su parte central cuyos flujos superan al conjunto de los egresos (Buelna-Osben 2002). Es un embalse de importancia económica y ecológica ya que se desarrollan diversas actividades en su entorno como son la agricultura, ganadería, pesca y recreación. El lago La Alberca, presenta características de interés favorables para futuros estudios representativos del Lago de Chapala ya que hasta antes de 1907 formó parte de éste, fecha en que se construyó el bordo Jamay-La Palma; ésto trajo como consecuencia la reducción del área lacustre (Sandoval 1981), el aislamiento de la contaminación transportada por el río Lerma y la preservación de ictiofauna similar (Buelna-Osben 2002). Además se encuentra presente en éste Lago la familia Goodeidae, endémica del territorio Mexicano y especialmente de la cuenca Lerma-Chapala (Álvarez del Villar 1970).

El Lago La Alberca, actualmente es objeto de estudios sobre la calidad de sus aguas desde un enfoque multidisciplinario: química del agua, estatus trófico, indicadores biológicos de genotoxicidad y estrés oxidativo (Proyecto apoyado por UAG y SEP-CONACyT-059958) para lo cuál, los estudios limnológicos morfométricos básicos como la obtención de mapas de la zona, el cálculo de áreas de espejo de agua y los volúmenes de almacenamiento, el balance hidrológico, la longitud de la línea de costa e índice de

desarrollo, la longitud y dirección del fetch, las profundidades máxima y promedio, y los patrones de circulación de agua, permitirá hacer generalizaciones con mayor precisión, sobre el estatus del lago.

Materiales y Métodos

Se realizó el muestreo para generar los datos de batimetría y profundidad en el lago utilizando retículos de 100 m con un equipo GPS Garmin (modelo 12XL), y seleccionando el DATUM WGS84 que corresponde al sistema que utiliza Google Earth. El contorno del lago se trazó en el GPS, mediante recorrido a bordo de la embarcación, procurando una equidistancia a la línea de costa de aproximadamente 2 m. Tal contorno fue útil en la generación de trayectorias paralelas durante los traslados a los puntos de muestreo. En cada punto se registraron las coordenadas, profundidad del lago y profundidad Secchi.

Los registros de profundidades se realizaron mediante ecosonda, HUMMINBIRD modelo LCR 4ID, con precisión de 1 pie. Los registros de turbidez fueron realizados mediante disco de Secchi calibrado a profundidades con intervalos de cada 10 cm. Durante los trayectos de muestreo de datos georeferenciados, se realizaron registros de zonas con diferentes características fisiográficas mediante fotografía digital y registrados en bitácora. El registro de los parámetros fisicoquímicos fue hecho mediante un sensor multiparámetros Data Sonde 4 marca Hydrolab, y la productividad primaria fitoplanctónica fue determinada mediante incubaciones in situ utilizando el método Winkler.

El procesado de los datos y la generación de mapas fue con el uso del sistema experto RAISON/GEMS del Instituto Nacional de Investigaciones Acuáticas de Canadá (NWRI 1994). El post procesado de las imágenes se realizó con Autocad 2009 georreferenciando con base en Google Earth. Las curvas de nivel fueron asignadas a profundidades en el eje z logrando mapas tridimensionales del lago. Los archivos fueron posteriormente exportados a Autodesk 3d Studio 2009 donde se aplicó el modificador “terrain” el cuál genera superficies del sitio con profundidades reales; el código de colores asociados a profundidades, es introducido a elección del usuario (en este caso a cada 3 metros) usando tono de azul que va desde saturación máxima (blanco) a mínima (azul índigo). Finalmente se realizó un render (fotografía) la cuál se exportó como jpg a Photoshop donde fue recortado del resto del plano y se agregó la barra de profundidades que el 3d Studio generó.

Resultados y discusión

La homogeneidad de la Profundidad Secchi, como índice de la Productividad Primaria estable en la mayor parte del Lago se aprecia en la Figura 1. Es notable que la mayor superficie del Lago cuenta con una Profundidad Secchi en el rango de 48 a 57

cm. Valores promedio de productividad primaria registrados se encuentran en el rango de 350 a 540 mg O₂ m⁻³.

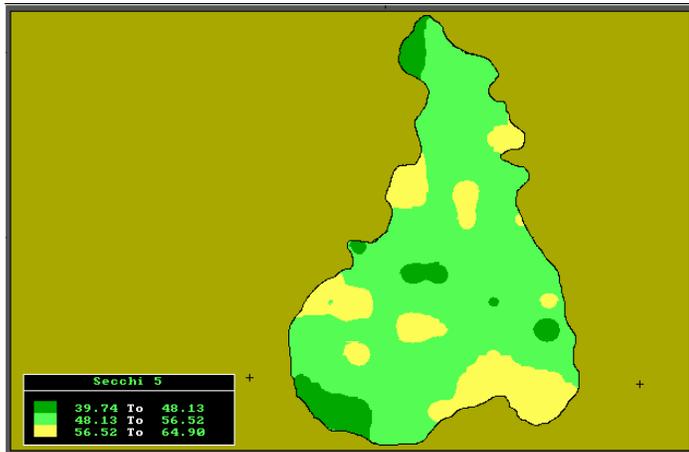


Figura 1. Profundidad Secchi en cm.

En la Figura 2 se aprecia la Batimetría en la que es evidente una zona somera en la región Norte del Lago y un sistema de fosas localizados en la región Centro Sur.

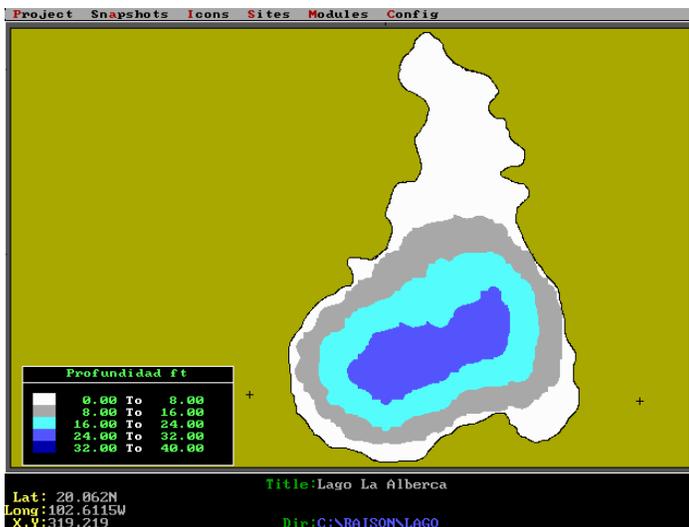


Figura 2. Mapa Batimétrico. Los rangos de profundidad se presentan en ft (pies).

Complementario a la Figura 2, se presenta el Cuadro 1 con los parámetros morfométricos derivados del análisis batimétrico.

Cuadro 1. Parámetros morfométricos del Lago La Alberca, Municipio de Villamar, Michoacán.

Parámetro	Unidades	Medida
Área	m ²	357,000
Perímetro (L)	m	2,790
Desarrollo del Perímetro (DL)	---	1.31
Volumen (V)	m ³	1.5 x 10 ⁶
Profundidad máxima (Z m)	m	12.2
Profundidad media (z)	m	4.6
Longitud máxima (b)	m	931
Amplitud máxima (b)	m	639

La Figura 3 muestra las zonas del Lago cubiertas por vegetación emergente constituida únicamente por tule (*Typha sp.*).

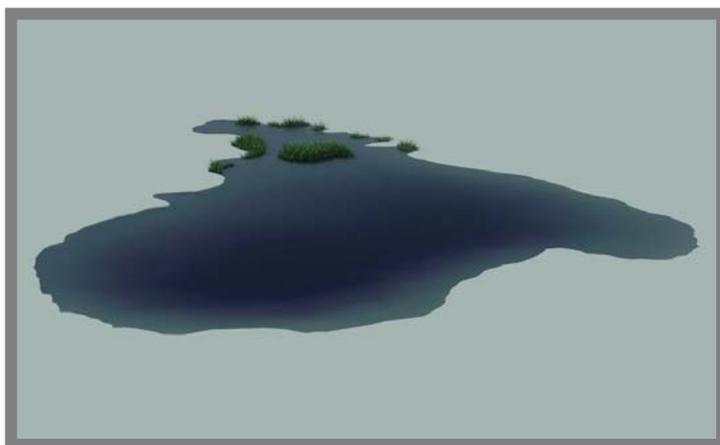


Figura 3. Fisiografía de vegetación emergente.

En el Cuadro 2 se resumen valores de parámetros fisicoquímicos siendo notable los valores de salinidad relativamente altos y la ausencia de diferentes formas de Nitrógeno siendo esto un indicador de ausencia de contaminación antropogénica.

Cuadro 2. Parámetros fisicoquímicos del Lago La Alberca.

Parámetro	Mínimo	Máximo	Promedio anual
Temperatura (°C)	18.6	28.9	22.4
Oxígeno disuelto (mg/l)	1.9	7.5	4.73
Turbidez (NTU)	29	98.7	66.5
Salinidad (ppt)	2.1	2.4	2.2

Sólidos disueltos (g/l)	2.5	2.8	2.6
pH	7.0	9.3	7.9
Profundidad Secchi (cm)	40	70	53.3

En la Figura 4 se muestra una representación tridimensional del Lago en la que se hace evidente el sistema de fosas arriba mencionado.



Figura 4. Representación tridimensional del Lago visto en perspectiva. La escala del eje z se ha exagerado para apreciar mejor la zona donde se localizan las fosas.

Durante los muestreos realizados se ha detectado en la proximidad del sistema de fosas una surgencia con un flujo significativo y actualmente se trabaja para su caracterización (coordenadas, fisicoquímica y caudal) y patrones de circulación. Los resultados de hidrología básica que presentamos, relativos a superficie del espejo de agua y del volumen de almacenamiento, son elementos fundamentales para un análisis de balance hidrológico en el que se pueda calcular la magnitud del aporte subterráneo en base a la definición de los volúmenes de escurrimientos (cuenca directa, sus tipos edáficos, clases texturales, usos de suelo, precipitación pluvial) y evaporación.

Paralelo a éste estudio se está trabajando con análisis de la calidad de agua y sedimentos, productividad primaria y nutriente limitante. La integración de éstos índices definirán la salud del ecosistema y la importancia de éste vaso a nivel regional como sitio de referencia de la Región Hidrológica Lerma-Chapala. Aunado a su estatus de salud, se estima que el Lago cuente con los elementos suficientes para su declaratoria como sitio protegido, dado el índice de endemismo del grupo de ictiológico de Goodeidos y especies de Atherinidos.

Agradecimientos

Los fondos para el desarrollo del proyecto fueron proporcionados por CONACYT (proyecto CONACYT-SEP 59958) y la Universidad Autónoma de Guadalajara (proyecto 5-031-080-05-004).

Se agradece a Náutica de Guadalajara las facilidades para el uso de la ecosonda HUMMINBIRD modelo LCR 4ID.

Bibliografía

Álvarez del Villar J. 1970. Peces Mexicanos (Claves). Comisión Nacional Consultiva de Pesca. Secretaría de Pesca, México. 132 p.

Buelna-Osben H.R. 2002. Análisis de la estructura y dinámica de la comunidad de peces del lago “La Alberca”, Municipio de Villamar, Michoacán. CIIDIR-IPN-Michoacán. CGPI 20010359. Informe Técnico Final de Proyecto de Investigación 2001. 36 p.

NWRI, 1994. National Water Research Institute. RAISON/GEMS Versión 3.0 for MS-DOS System. User's Guide. Canada Center for Inland Waters. Burlington, Ontario.

Sandoval F. de P. 1981. Obras Sucesos y Fantasías en el Lago de Chapala. Gobierno de Jalisco. Secretaría General. Unidad Editorial. Colección Textos Jalisco. Serie: Estudios e Inversión. No. 15. 77 pp.

Zárate del Valle P, & BRT Simoneit. 2005. La generación de petróleo hidrotermal en sedimentos del Lago Chapala y su relación con la actividad geotérmica del rift Citala en el estado de Jalisco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 22 (3):358-370.