



**UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO**  
División Académica de Ciencias Biológicas  
“Estudio en la duda. Acción en la fe”



---

---

**“INVENTARIO AMBIENTAL DE LOS ECOSISTEMAS  
EPICONTINENTALES DEL ESTADO DE  
MICHOCÁN, MÉXICO”**

**Trabajo recepcional, en la modalidad de:**

Tesis

**Para obtener el título en:**

Licenciatura en Ingeniería Ambiental

**Presenta:**

Yazmin Noemi Guerrero Hernández

**Director:**

M. en C. Ernesto Rodríguez Rodríguez

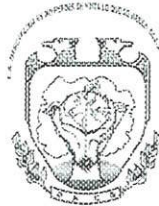
Villahermosa, Tabasco, México

Abril, 2023



**UNIVERSIDAD JUÁREZ  
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
DIRECCIÓN**

Villahermosa, Tab., a 27 de Marzo de 2023

**ASUNTO:** Autorización de Modalidad de Titulación

**C. LIC. MARIBEL VALENCIA THOMPSON  
JEFE DEL DEPTO. DE CERTIFICACIÓN Y TITULACION  
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES  
P R E S E N T E**

Por este conducto y de acuerdo a la solicitud correspondiente por parte del interesado, informo a usted, que en base al reglamento de titulación vigente en esta Universidad, ésta Dirección a mi cargo, autoriza a la **C. YAZMIN NOEMI GUERRERO HERNÁNDEZ** egresada de la Lic. en **ING. AMBIENTAL** de la División Académica de **CIENCIAS BIOLÓGICAS** la opción de titularse bajo la modalidad de Tesis denominado: **"INVENTARIO AMBIENTAL DE LOS ECOSISTEMAS EPICONTINENTALES DEL ESTADO DE MICHOACÁN, MÉXICO"**.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para saludarle afectuosamente.

A T E N T A M E N T E

  
**DR. ARTURO GARRIDO MORA  
DIRECTOR DE LA DIVISIÓN ACADÉMICA  
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

C.c.p.- Expediente Alumno de la División Académica  
C.c.p.- Interesado

**U.J.A.T.  
DIVISIÓN ACADÉMICA  
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**





UNIVERSIDAD JUÁREZ  
AUTÓNOMA DE TABASCO

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
DIRECCIÓN

MARZO 27 DE 2023

**C. YAZMIN NOEMI GUERRERO HERNÁNDEZ**  
**PAS. DE LA LIC. EN ING. AMBIENTAL**  
**P R E S E N T E**

En virtud de haber cumplido con lo establecido en los Arts. 80 al 85 del Cap. III del Reglamento de titulación de esta Universidad, tengo a bien comunicarle que se le autoriza la impresión de su Trabajo Recepcional, en la Modalidad de Tesis denominado: **"INVENTARIO AMBIENTAL DE LOS ECOSISTEMAS EPICONTINENTALES DEL ESTADO DE MICHOACÁN, MÉXICO"**, asesorado por M. en C. Ernesto Rodríguez Rodríguez sobre el cual sustentará su Examen Profesional, cuyo jurado está integrado por el M. en C. Adolfo Alan Sánchez Vázquez, M.E.S. Wencio Magaña Magaña, M. en C. Ernesto Rodríguez Rodríguez, M. en C. Carlos Alberto Torres Balcázar y M. en C. Jesús Manuel Ascencio Rivera

**A T E N T A M E N T E**  
**ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE**

**DR. ARTURO GARRIDO MORA**  
**DIRECTOR**

C.c.p.- Expediente del Alumno.  
Archivo.



## CARTA AUTORIZACIÓN

El que suscribe, autoriza por medio del presente escrito a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco para que utilice tanto física como digitalmente el Trabajo Recepcional en la modalidad de Tesis de Licenciatura denominado: **“INVENTARIO AMBIENTAL DE LOS ECOSISTEMAS EPICONTINENTALES DEL ESTADO DE MICHOACÁN, MÉXICO”**, de la cual soy autor y titular de los Derechos de Autor.

La finalidad del uso por parte de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco el Trabajo Recepcional antes mencionada, será única y exclusivamente para difusión, educación y sin fines de lucro; autorización que se hace de manera enunciativa más no limitativa para subirla a la Red Abierta de Bibliotecas Digitales (RABID) y a cualquier otra red académica con las que la Universidad tenga relación institucional.

Por lo antes manifestado, libero a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de cualquier reclamación legal que pudiera ejercer respecto al uso y manipulación de la tesis mencionada y para los fines estipulados en éste documento.

Se firma la presente autorización en la ciudad de Villahermosa, Tabasco el Día 27 de Marzo de Dos Mil Veintitrés.

**AUTORIZO**



---

**YAZMIN NOEMI GUERRERO HERNÁNDEZ**



Marzo 9 de 2023  
No. 0006

MIPA. Araceli Guadalupe Pérez Gómez  
Coordinadora de Docencia  
División académica de ciencias biológicas

Por medio del presente correo y en atención a su solicitud, envío el resultado que arrojó el programa iThenticate a:

TIPO DE DOCUMENTO	TESIS
TÍTULO	INVENTARIO AMBIENTAL DE LOS ECOSISTEMAS EPICONTINENTALES DEL ESTADO DE MICHOACÁN, MÉXICO
AUTOR	YAZMIN NOEMI GUERRERO HERNÁNDEZ

Criterios de Evaluación de similitud:

- Incluir citas
- Excluir Bibliografía
- Excluir fuentes pequeñas (o palabras)
- Limitar el tamaño de la coincidencia a 13 palabras

RESULTADO DE SIMILITUD	<b>16 %</b>
	12,432 palabras, 72 coincidencias y 32 fuentes

Se anexa informe de resumen de la evaluación.

Sin más por el momento, agradezco de antemano la atención a la presente y le envío un cordial saludo.

**MISA. ELIZABETH MAGAÑA VILLEGAS**

Nombre y firma del Evaluador

## **Agradecimientos**

### **A mis profesores**

Culminar este proyecto se veía como algo lejano, pero con los cimientos que plantaron en mí los profesores que se cruzaron en esta aventura llamada trayectoria universitaria, ha sido posible alcanzar esta memorable meta. Vivirán en mi corazón todos esos maestros que transmitieron su pasión por alguna asignatura y lo convirtieron en conocimiento y enseñanzas a sus alumnos.

### **A mis padres**

Se que jamás estoy sola ya que en cada paso llevo pedacitos de ustedes que me acompañan cuando de alcanzar alguna meta se trata, siempre han sido mi motivación para crecer cada día y la formación que tengo es gracias a cada pequeño o grande sacrificio que han hecho para darme lo mejor de ustedes. No existe en el mundo mejores padres que los que Dios me dio, los amo con todo mi corazón.

### **A mi hermana**

Eres la luz que ilumina mis días y mi consuelo en noches oscuras, eres mi inspiración para crecer y mi fortaleza. Gracias por motivarme siempre y acompañarme en parte de esta aventura. Te amo.

### **A Kira**

Cada pelito café de tu cuerpo fue la paz y compañía que necesitaba en las noches de desvelo, este logro sin dudarlo es igual gracias a ti.

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. JUSTIFICACIÓN.....	3
3. ANTECEDENTES.....	4
3.1. Inventario y cuantificación de recursos acuáticos .....	4
3.2. Inventarios lacustres de México.....	6
3.3. Inventario y cuantificación de recursos acuáticos de Michoacán .....	10
4. OBJETIVOS .....	11
4.1. Objetivo General.....	11
4.2. Objetivos Particulares .....	11
5. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	12
5.1. Localización Geográfica.....	12
5.2. Extensión Territorial y Número de Municipios.....	12
5.3. Climas .....	12
5.4. Orografía .....	12
5.5. Edafología.....	13
5.5.1 Luvisoles (Lv) .....	14
5.5.2. Andosoles (An) .....	14
5.5.3 Vertisoles (Vr) .....	14
5.5.4. Gleysoles (Gl) .....	15
5.5.5. Solonchak (Sc) .....	15
5.5.6. Leptosoles (Lp) .....	15
5.5.7. Cambisoles (Cm).....	15
5.5.8. Regosoles (Rg).....	16
5.5.9. Fluvisoles (fl) .....	16
5.6. Hidrografía.....	16
5.6.1. Región Hidrológica RH18 Balsas .....	17
5.6.2. Región Hidrológica RH12 Lerma-Santiago.....	17
5.6.3. Región Hidrológica RH17 Costas de Michoacán .....	17
5.6.4. Región Hidrológica RH16 Armería Coahuayana .....	18

5.6.5. Lagos, lagunas y aguas subterráneas .....	18
5.7. Vegetación.....	18
5.8. Fauna.....	18
5.8.1. Fauna en lagos y ríos .....	19
5.8.2. Reptiles y Anfibios .....	19
5.9. Recursos Forestales .....	19
5.10. Demografía y Actividades Económicas .....	20
6. MATERIALES Y MÉTODOS .....	21
6.1. Sistegrma Metodológico .....	21
6.2. Metodología del inventario lacustre .....	22
6.2.1. Acopio y análisis cartográfico .....	22
6.2.2. Sistema Nacional de Seguridad de Presas.....	22
7. RESULTADOS.....	26
7.1. Datos generales obtenidos del inventario de los Ecosistemas Epicontinentales .....	26
7.2. Datos de los Lagos inventariados .....	30
7.3. Datos de las Lagunas inventariadas.....	33
7.4. Datos de los Bordos inventariados .....	36
7.5. Datos de los Bordos R-GEO inventariados.....	39
7.6. Datos de las Presas inventariadas .....	42
7.7. Clasificación de datos por UMAFORES .....	45
8. CONCLUSIÓN .....	47
9. LITERATURA CITADA .....	48
10. ANEXOS .....	53
Anexo 10.1. Municipios de Michoacán.....	53
Anexo 10.2. Regiones y cuencas hidrológicas de Michoacán.....	55
Anexo 10.3. UMAFORES del estado de Michoacán. ....	56
Anexo 10.4. Tipología lacustre del estado de Michoacán .....	57



## TABLA DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Sistegrama metodológico de la investigación.	21
Figura 2. Información sobre bordos y presas de la República Mexicana disponible en la plataforma SNSP-CNC.	27
Figura 3. Distribución de la concentración de número de Lagos del estado de Michoacán.	31
Figura 4. Distribución por Hectáreas de Lagos del estado de Michoacán	32
Figura 5. Distribución de la concentración de número de Lagunas del estado de Michoacán.	34
Figura 6. Distribución por Hectáreas de las Lagunas del estado de Michoacán.	35
Figura 7. Distribución de la concentración de número de Bordos del estado de Michoacán.	37
Figura 8. Distribución por Hectáreas de los Bordos del estado de Michoacán.	38
Figura 9. Distribución de la concentración de número de Bordos R-GEO del estado de Michoacán.	40
Figura 10. Distribución por Hectáreas de los Bordos R-GEO del estado de Michoacán.	41
Figura 11. Distribución de la concentración de número de Presas del estado de Michoacán.	43
Figura 12. Distribución por Hectáreas de las Presas del estado de Michoacán.	44
Tabla 2. Distribución de ecosistemas epicontinentales por UMAFORES.	43
Figura 13. UMAFORES con división política del estado de Michoacán.	46

## 1. INTRODUCCIÓN

En el estado de Michoacán son abundantes los ecosistemas epicontinentales, los cuales se conforman por lagos y lagunas de origen natural, como por embalses y bordos que son ecosistemas acuáticos construidos por el hombre para propósitos de abastecimiento de agua potable, riego agrícola, abrevadero de ganado y generación de electricidad. Usos adicionales de estos dos tipos de ecosistemas acuáticos son la pesca comercial y deportiva, la acuicultura y el uso recreativo.

En México no se conoce el número exacto de lagos y pequeñas lagunas someras. Particularmente, los bordos y embalses fueron construidos desde la época de la colonia, pero su construcción fue acelerada en el siglo XIX después del porfiriato, como resultado de los diversos gobiernos post-revolucionarios, pero solamente pocas entidades cuentan con el inventario, aunque sea parcial de este tipo de ecosistemas acuáticos artificiales.

Mauricio Athié Lambarri (1987) menciona en un texto clásico que en el país se podían ubicar un total de 13,935 cuerpos de agua continentales, de los cuales cerca del 67.13% se podía clasificar como bordos y embalses, los cuales de acuerdo con dicho autor representaban 188,781 ha con agua embalsada y que se distribuye principalmente en Jalisco y Michoacán, así como en otras entidades del Centro, Norte y Sur del país.

Previo a este trabajo de Athié Lambarri, como también en otros trabajos posteriores, los inventarios de los bordos y embalses del país se han realizado sin la medición de su área y su volumen de almacenamiento, quedando dichas variables limnológicas, como referencias obtenidas por modelamiento, algunas veces muy contrastantes entre sí y por tal razón, no resultan útiles para diseñar estrategias de manejo, conservación y aprovechamiento en tales reservorios, para el ámbito regional, estatal o municipal.

En la misma Comisión Nacional del Agua, después de treinta años de su creación, se carece de un inventario regional y estatal sobre los embalses y bordos del país, pues en el portal del **Sistema Nacional de Seguridad de Presas (SNSP-CNA)**, solamente se brinda información técnica, hidráulica y limnológica sobre 6,528 reservorios y en la cual no se proporciona información sobre la superficie lacustre que ocupa cada uno de ellos.

Aunque la superficie y el volumen de un bordo o embalse es fluctuante respecto al tiempo, con las tecnologías geográficas actuales se pueden medir estas variables incluso para diferentes momentos del ciclo hidrológico interestival.

De esa manera, solamente el Estado de México, Michoacán, Nuevo León, Sinaloa y Tamaulipas, cuentan actualmente con estudios de inventario sobre sus aguas interiores en los que se incluye la variable superficie acuática como la fundamental o prioritaria.

Por ello, en el presente trabajo de investigación se aplican técnicas de informática para medir la superficie y el volumen de reservorios artificiales del estado de Michoacán, incluyendo entre ellos a sus ecosistemas acuáticos epicontinentales de origen natural y a sus lagunas costeras y esteros.

Como resultado de este estudio se pretende tener información estatal y municipal sobre los recursos acuáticos del estado de Michoacán, que es de enorme importancia para una entidad en la que existen condiciones hidro-climatológicas muy complejas dada la influencia del denominado Eje Neo Volcánico para dicha entidad.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
México.

## 2. JUSTIFICACIÓN

El agua es un recurso vital para el crecimiento económico y social de la humanidad y es en su manejo, aprovechamiento y conservación en las que debe cimentarse el desarrollo de nuestro país. Por otra parte, el eje nodal del aprovechamiento sustentable de este recurso y que, además brinde herramientas tecnológicas para su conservación y restauración, radica en el conocimiento del agua disponible para las diferentes áreas geográficas y política-administrativas determinadas de nuestra nación soberana.

Los inventarios lacustres se convierten así en propósitos esenciales para un adecuado aprovechamiento del agua dulce superficial o subterránea, además de permitir el diagnóstico y el seguimiento de las condiciones de calidad ambiental de los ecosistemas lacustres, lo cual hará indirectamente posible revertir las condiciones de alteración ecológica en dichos ambientes acuáticos si en ellos existiera contaminación ambiental.

Es más complejo cuantificar los recursos de agua dulce subterránea, pero en el caso del agua dulce superficial, las herramientas de informática modernas permiten simplificar y hacen más robusta la cuantificación y el censo de los ecosistemas epicontinentales de tipo léntico, tanto en lo que respecta a los lagos y lagunas de origen natural como a los bordos y embalses que tienen origen antropogénico.

Diversos estudios sobre la disponibilidad de los recursos de agua dulce de tipo léntico, señalan que Jalisco y Michoacán son las entidades con la mayor cantidad de superficie lacustre continental de origen natural de la República Mexicana (Arredondo Figueroa y Aguilar Díaz, 1987). Sin embargo, en el estado de Michoacán aparte de grandes lagos naturales, también se distribuyen en su territorio innumerables bordos y algunos grandes embalses de origen antropogénico, que están orientados al aprovechamiento pesquero, acuícola, de abastecimiento de agua, abrevadero de ganado, el riego de diversos cultivos agrícolas incluso de exportación y para generación de electricidad.

Desde esta perspectiva, el estado de Michoacán dado su complejidad lacustre y la diversificación de sus condiciones climáticas como la de sus actividades económicas, requiere la elaboración de un inventario lacustre cimentado en los métodos que brinda la informática. Solo así dicho inventario permitirá que se genere información geográfica para el ámbito municipal que defina las mejores estrategias para el manejo, aprovechamiento, conservación y la restauración de tales ecosistemas de agua superficial léntica.

### 3. ANTECEDENTES

#### 3.1. Inventario y cuantificación de recursos acuáticos

Se calcula que en el planeta existen alrededor de 1,400 millones de kilómetros cúbicos de agua, de los cuales 2.5% corresponden a agua dulce, localizada principalmente en ríos, lagos, glaciares, mantos de hielo y acuíferos (PNUMA, 2007). Cerca de tres cuartas partes del agua dulce está contenida en los glaciares y mantos de hielo, de los cuales aproximadamente 97% son prácticamente inaccesibles, pues se encuentran en la Antártica, el Ártico y Groenlandia (SEMARNAT, 2012).

Sin embargo, muchos de los casquetes de hielo continental y la nieve permanentes en volcanes y cadenas montañosas son recursos hídricos importantes para muchos países. Las aguas superficiales (lagos, embalses, ríos, arroyos, humedales) contienen menos del 1% de agua dulce. Los lagos del mundo contienen más de 40 veces más agua que la almacenada en ríos y arroyos (91,000 frente a 2,120 km<sup>3</sup>), y unas nueve veces más que la almacenada en pantanos y humedales.

El inventario o censo de los recursos acuáticos de tipo continental se ha realizado a una escala global (Tamrazyan, 1974; Henderdorf, 1984; Meybeck, 1995) y siguiendo consideraciones sobre su morfogénesis, la caracterización morfológica de los recursos disponibles o las consideraciones climáticas imperantes en el planeta (Rodríguez Rodríguez, 2002).

De esa manera, los inventarios lacustres de agua dulce de tipo léntico han abarcado un amplio espectro en su delimitación geográfica. Se cuenta así con información sobre los lagos de Canadá (Guilliland, 1973); España (Tello y López, 1988); Estados Unidos (Van der Leeden *et al.*, 1989); Francia (Delebecque, 1989); Japón (Kurata, 1990); Mongolia (Egorov, 1993); Indonesia (Nontji, 1994) e India y Sri Lanka (Sugunan, 1997).

Otros censos lacustres están vinculados con diferentes niveles de análisis regional, entre los cuales se pueden mencionar a Williams (1964) sobre la disponibilidad lacustre del estado de Victoria en Australia; la DWSM (1968) integra la descripción de 15,291 cuerpos de agua con tamaños de más de 10 acres para el estado de Minnesota y sus 87 condados; Nikitin (1977) describe algunas propiedades morfológicas sobre los lagos del Asia Central; Quirós y Drago (1985) se refieren a los lagos de la Patagonia Argentina; Shuncaí (1988) sobre los ecosistemas lacustres localizados en una llanura de inundación de China meridional; Sippel *et al.* (1993) relacionado con una porción de la llanura

de inundación del río Amazonas en Brasil y el de la EEA (1994) sobre sistemas epicontinentales europeos.

Respecto al inventario de los embalses y bordos del orbe, éstos algunas veces se incluyen dentro de los catálogos lacustres de origen natural y aunque se elaboran con información hidráulica como la longitud, la altura y el tipo de cortina, en la mayor parte de los documentos o archivos digitales no se integran datos sobre la superficie únicamente su volumen de almacenamiento.

La construcción de presas y embalses ha provocado la pérdida de tierras normalmente fértiles, que se inundan con lagos artificiales creados por las presas. (Valencia G., 2021).

Una presa o represa es una estructura construida de cualquier material que se extiende sobre un curso de agua natural o artificial y produce un aumento en el nivel del agua o acumulación dentro de un embalse, lo que produce una distribución de flujo que difiere de la distribución que puede fluir naturalmente o regulado.

Según la ICOLD (2015) a una presa se la define como “una barrera o una estructura colocada cruzando un curso de agua o de un río con el fin de almacenar, controlar y derivar agua.”

En México, se llama cortina a una estructura que bloquea el flujo de un arroyo, y una presa es una serie de estructuras que permiten el aprovechamiento de los recursos hídricos, entre ellas una cortina. A partir de estas definiciones se deduce que las presas se construyen con varios objetivos, entre los que destacan: 1) Riego agrícola; 2) Agua potable y usos municipales; 3) Uso industrial; 4) Aprovechamiento energético; 5) Control de avenidas; 6) Derivación o Regulación de caudales; 7) Recreo y turismo; 8) Cría animal y piscicultura y 9) Propósitos múltiples.

De acuerdo con la ICOLD (2011) y a la actualización del registro de grandes presas se tiene información sobre 37,461 presas de los países miembros de esta asociación internacional, de manera que muchos de los datos faltantes o disponibles dependen de la actualización de cada miembro. Aproximadamente 29,359 presas del mundo con registro ICOLD (el 85 % del total), tienen una altura entre 15 y 30 m, y solo 26 presas (0,1 %) excedan los 200 m de altura.

La información sobre las presas y grandes embalses disponible en el portal de la ICOLD requiere membresía, además de que algunos países miembros de la ICOLD no tienen el registro de todos sus reservorios, como es el caso de México.

Ello se puede observar con los registros históricos de los embalses de Sudáfrica, los cuales en un documento de Johnson y Verheust (1998) se señala que en

Sudáfrica se cuenta con 3,843 presas de las cuales 3,713 tienen datos de coordenadas geográficas, superficie y volumen, así como otra información de importancia hidráulica. Al año 2018 la SANCOLD, filial sudafricana de la ICOLD, presenta datos de 21 variables hidráulicas sobre de solamente 2,269 embalses de los cuales 1,177 reportan áreas superficiales mayores a 1,000 m<sup>2</sup>.

Del mismo modo, para el caso de la India el National Register de Large Dams (CWC, 2019) reportó 5,745 presas para los 36 estados de este país en las que se incluyó el 82.1% con información sobre el área superficial de los embalses. Para el año 2022 en la plataforma de internet [indiawris.gov.in/#/surfacewater](http://indiawris.gov.in/#/surfacewater) se reportan para este país 796,481 presas con más de 0.1 ha de superficie, quedando el 38% es decir, 345,968 embalses con más de 100 ha de superficie (CWC, 2019).

La Organización de la Alimentación y la Agricultura de la ONU en su portal [fao.org/aquastat/es/databases/](http://fao.org/aquastat/es/databases/) proporciona en hoja de cálculo Excel la información hidráulica sobre los embalses de 11 Regiones Geográficas del orbe y de 153 países. Dicha plataforma permite obtener la información de 17 variables por embalse incluyendo la superficie lacustre de 10,200 presas de un total de 14,587 embalses del orbe. Aunque para el país se reportan 100 embalses únicamente dos de ellos presentan su superficie expresada en ha.

Cheruvellil *et al.*, (2022) reportan 387,943 lagos y 92,007 embalses en los Estados Unidos, distribuidos en estados y condados de la Unión Americana. Este inventario que forma parte del Software LAGOS-US LOCUS v1.0 disponible también desde internet, presenta información hidráulica sobre los embalses y las superficies de buena parte de los lagos y embalses registrados.

### **3.2. Inventarios lacustres de México**

Uno de los inventarios lacustres más antiguos de México es el de Moreno Fuentes (1962), en él se mencionan para el país 184 embalses para los que se describen el volumen de almacenamiento, área de la cuenca, altura de la cortina y superficie lacustre, aunque para el caso de la superficie, este parámetro solo se reporta para 58 embalses.

Mauricio Athié Lambarri (1987), señala que en el país se podían ubicar un total de 13,935 cuerpos de agua continentales, de los cuales cerca del 67.13% se podía clasificar como bordos y embalses, los cuales de acuerdo con dicho autor representaban 188,781 ha con agua embalsada y que se distribuye principalmente en Jalisco y Michoacán, así como en otras entidades del Centro, Norte y Sur del país.

Otro inventario lacustre de México es propuesto por Arredondo y Aguilar (1987) quienes mencionan una superficie total de 371,000 ha y en la cual se integraron 69 lagos de 15 entidades de la República Mexicana.

Tomasini (1992) considerando solo los nueve lagos y 15 embalses más grandes del país, menciona que abarcan una superficie de 671,015 ha, quedando los sistemas naturales con 269,595 ha.

Hernández *et al.*, (1993) indica que México cuenta con 13,935 cuerpos de agua que abarcan 1,163,051 ha, siendo el 84% de ellos menor a 10 ha. En otro inventario lacustre nacional propuesto por De la lanza y García (1995), se menciona que de 320 Cuencas Hidrográficas se pueden localizar 70 lagos que abarcan 370,891 ha, siendo el 66% mayores de 10,000 ha.

Por su parte, Sugunan (1997) refiere que existen en el país 613 embalses y 95 lagos en 30 entidades que definen 998,008 ha, quedando los estados de Jalisco, Michoacán, Nuevo León y Zacatecas con las mayores superficies de agua dulce.

Arreguín Cortés *et al.*, (2013) presentan el inventario nacional de presas de la República Mexicana, considerando la plataforma SQL Server en la que se reportan 5,166 presas y bordos, correspondiendo a los estados de Tamaulipas y Jalisco 384, a Chihuahua 317, Guanajuato 284 y al de Michoacán 277 reservorios artificiales.

En la página web del Sistema Nacional de Seguridad de Presas de la Conagua ([presas.conagua.gob.mx/inventario/](http://presas.conagua.gob.mx/inventario/)) se puede denotar que actualmente se reportan 6,528 bordos y presas para el territorio nacional, correspondiendo la mayor cantidad a Tamaulipas (477), Durango (448), Jalisco (450), Guanajuato (393), Chihuahua (385) y Michoacán (338).

Se debe señalar que, aunque en la plataforma del SNSP-Conagua se permite la búsqueda por estado, municipio, región hidrológica, región administrativa de Conagua, por coordenadas geográficas, por características de la cortina, vertedor u obra de toma; uso del agua, volumen embalsado, en esta plataforma no se incluye el área de los bordos y las presas.

Respecto al inventario de recursos acuáticos realizados en algunas entidades de la República Mexicana, se puede mencionar el de Rodríguez Rodríguez (2002), quien reporta para el estado de Tabasco 2,168 cuerpos de agua con una superficie de 73,027.3 ha; de ellos, se enlistan 1,684 lagunas temporales con tamaños entre menos de cinco y mil ha, cuya superficie total abarca 18,682 ha y 484 lagunas permanentes que, definen una superficie lacustre de 54,344.5 ha donde se describe la superficie de 231 ecosistemas y se presenta la información morfométrica de 22 de ellos.



Salinas Castillo *et al.*, (2002) realizan el inventario lacustre del estado de Tamaulipas empleando técnicas de percepción remota y cartas temáticas 1:250000. En dicho trabajo los autores registran 23,566 cuerpos de agua para esta entidad con tamaños de menos de una hasta más de 1,000 ha; señalando que el agua natural ocupa una superficie de 41,373 ha y los embalses artificiales 106,122 ha.

Treviño Garza (2005) presenta el inventario de embalses del estado de Nuevo León, para lo cual se presenta el listado de embalses y su superficie de acuerdo con las tres cuencas hidrológicas y las 31 subcuencas de la entidad, así como de acuerdo a su cuantificación de número y superficie por municipio. A la Cuenca RH 24 Bravo-Conchos le correspondieron 798 embalses, a la RH 25 San Fernando-Soto La Marina 267 y a la RH 37 El Salado 28 embalses. En este estudio se registran para esta entidad 1,093 embalses entre menos de 4 y más de 500 ha para 36 de los 51 municipios del estado de Nuevo León, el inventario abarcó una superficie total de 27,765.49 ha, siendo El Cuchillo el embalse de mayor tamaño con 10,713.5 ha.

CEMARCOSIN (2007) reporta que en el estado de Sinaloa se pueden identificar 34 embalses permanentes con 4,711 ha y tamaños entre 5 y 495 ha, así como 12 embalses temporales que en conjunto abarcan 590 ha de superficie lacustre con tamaños entre 5 y 155 ha. En dicho trabajo se registran también 11 grandes presas que abarcan una superficie total de 54,409 ha, de esa manera el embalse de mayor tamaño de esta entidad es la Presa Adolfo López Mateos con 11,354 ha.

Un inventario lacustre puede tener propósitos ecológicos diversos, entre ellos el análisis espacial de la distribución de aves acuáticas. De esa manera, Medina Torres *et al.*, (2007) presentan el registro de embalses de la Región El Llano situada entre los estados de Aguascalientes y Jalisco, que sirven de hábitat reproductivo para el pato mexicano (*Anas diazi*). De esa manera, en este estudio se reportaron 501 embalses para el estado de Aguascalientes y 375 para el de Jalisco, abarcando 681.9 ha y 532.69 ha respectivamente.

En GEM (2008), documento en el que reporta para el estado de México 11,859 cuerpos de agua que cuentan para una superficie de 21,418.41 ha, además de 29 presas mayores a 0.5 Mm<sup>3</sup> que definen un volumen total de almacenamiento de 610.83 Mm<sup>3</sup> para dicha entidad, distribuidos en 16 regiones político-administrativas.

Granados Ramírez *et al.*, (2014) realizaron el inventario de lagos, presas y manantiales del estado de Morelos, en dicho reporte mencionan para dicha entidad 124 embalses y 50 manantiales como fuente de aprovechamiento de

agua y presentan las fichas técnicas sobre todos los ecosistemas en las que se incluye al área superficial como variable estratégica.

Beltrán Álvarez *et al.*, (2015) realizan el diagnóstico limnológico y pesquero de 10 embalses del estado de Sinaloa en el que describen variables morfométricas, físico-químicas y biológicas relacionadas con las pesquerías. En este trabajo se presentan los volúmenes históricos de almacenamiento en NAME, NAMO y NAMINO, así como los cambios históricos de la superficie de las presas para el ciclo anual 1999-2013.

En la página web sigajalisco.org.mx se reporta el inventario lacustre de 2,199 bordos, 507 presas, 43 lagos y 1 estero del estado de Jalisco respecto a 12 regiones político-administrativas. En este inventario se presentan las áreas superficiales de 365 ecosistemas acuáticos y su número de Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera y de pescadores por municipio y región.

Con el uso generalizados de los Sistemas de Información Geográfica ha sido posible realizar los inventarios incluso a nivel de subcuencas hidrológicas y con un esquema de datos y variables que pueden ser incluso más amplios que con las técnicas convencionales. Así, Castillo Campos *et al.*, (2012) realizaron el inventario lacustre natural y artificial de la cuenca y subcuencas del río Papaloapan en el estado de Veracruz, abarcando una superficie lacustre de 39,141.77 ha y con el uso de cartografías 1:250000 y 1:25000.

Con un esquema similar Pérez Prieto *et al.*, (2018) integraron información sobre 443 cuerpos de agua mayores a 100 m<sup>2</sup> de la cuenca baja del Arroyo Michapan, aunque en él no se presenta el listado ni el ranking de tamaños incluidos en dicho estudio.

Sandoval *et al.*, (2020), presentan el inventario lacustre de la Sierra Madre Occidental correspondiente a los estados de Chihuahua, Sonora, Sinaloa, Durango, Nayarit, Zacatecas y Jalisco mediante imágenes satelitales y sensores remotos. En este estudio con base en un espacio geográfico de 289,000 km<sup>2</sup> se cuantificaron 26,394 cuerpos de agua con superficies entre 64 m<sup>2</sup> y 43 km<sup>2</sup>, que abarcaron 29,633 ha distribuidas en los siguientes tipos de vegetación: bosque (12,293 ha); bosque y vegetación secundaria (4,242 ha); selva baja y mediana (10,292 ha); Matorral (345 ha) y Pastizal (2,311 ha).

### **3.3. Inventario y cuantificación de recursos acuáticos de Michoacán**

A nivel de las entidades federativas del país en el INEGI se ha concentrado información sobre la localización geográfica y cartográfica de los lagos, lagunas, presas y pequeños bordos de la mayoría de los estados. Estos documentos solamente incluyen el número de embalses grandes, bordos de abrevadero o para uso acuícola, los lagos y las lagunas costeras presentes en cada entidad, referido en términos cartográficos a una escala 1:50000 no obstante que actualmente se cuenta en el INEGI con cartografía 1:2000.

Un tipo de documentos de INEGI con información sobre presas, pequeños embalses, lagos y lagunas costeras son los denominados Nomenclátor Geográficos por entidad, los cuales se publicaron entre 1981 y 1985 y no han sido actualizados desde entonces. En ellos solamente viene el nombre, la referencia geográfica, altitud y la cartografía 1:50000 de localización de cada cuerpo de agua.

Para el caso del listado de ecosistemas incluidos en el Nomenclátor del Estado de Michoacán (INEGI, 1985) solamente se incluyen 27 presas, 24 bordos, 6 Hidroeléctricas, 18 lagunas, un lago y un manantial.

Otros documentos del INEGI donde se puede encontrar información sobre presas y bordos es en los anuarios estadísticos y geográficos de las entidades federativas. De esa manera, en el último anuario de Michoacán disponible, se registran 132 embalses y bordos para 51 de los 113 municipios, abarcándose un volumen total útil de almacenamiento de 11,540.2 Mm<sup>3</sup> (INEGI, 2017).

En el Censo Agropecuario y Forestal 2007 también del INEGI se menciona que para dicho año se contaba en la República Mexicana con 156,718 bordos de abrevadero y para el estado de Michoacán su número se registró a razón de 3,891 (2.4% del inventario nacional).

Finalmente, en Sagarpa (2013) en el Atlas Pesquero y Acuícola de Michoacán inventarió de acuerdo con 83 cartografías 1:50000 mediante el Programa ArcGis toda la infraestructura hídrica existente en el territorio de Michoacán hasta un límite de una hectárea para las 113 entidades municipales, quedando en este registro 1,746 cuerpos de agua. Además, en dicho estudio se presentan las fichas con el área y otros atributos hidrológicos de 109 cuerpos de agua.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1. Objetivo General

Realizar un inventario de los ecosistemas epicontinentales del estado de Michoacán de Ocampo.

### 4.2. Objetivos Particulares

- Elaborar el inventario lacustre de lagos, lagunas someras, bordos y embalses, así como cuerpos de agua de tipo costero del estado de Michoacán de Ocampo.
- Seleccionar la regionalización más adecuada para el análisis espacial de la información lacustre de tipo cuantitativa.
- Identificar los distintos sistemas lacustres, clasificando la información por tipo de cuerpo de agua.
- Proponer un cuadro de datos morfológicos para cada tipo de cuerpo de agua.
- Proponer un acceso vía internet a la nube con los datos hidrológicos y limnológicos generados, que pueda ser útil de manera gratuita, para usuarios nacionales y extranjeros.

## 5. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

### 5.1. Localización Geográfica

Michoacán está ubicado en la parte centro-occidente de la República Mexicana, entre las latitudes 20°23'27" y 17°53'50" norte y entre la longitud 100°03'32" y 103° oeste del primer meridiano. Al norte limita con los estados de Guanajuato y Jalisco. Querétaro al noroeste. México y Guerrero al este, Pacífico y Jalisco y Colima al oeste, y Pacífico y Guerrero al sur.

### 5.2. Extensión Territorial y Número de Municipios

Con una superficie de 59,864 km<sup>2</sup>, la expansión territorial de Michoacán lo sitúa en el puesto 16 del país con el 3.04 % de la superficie terrestre del país, además cuenta con 213 km de costa y 1,490 km<sup>2</sup> de superficie marítima. (Mercado H y Palmerín P, 2012). El estado cuenta con la cantidad de 113 municipios (Ver Anexo 10.1).

### 5.3. Climas

Son ocho los tipos climáticos presentes en el estado de Michoacán el Cálido Subhúmedo con lluvias en verano Aw que abarca la mayor parte de la entidad (19,743.15 km<sup>2</sup>); el Templado Subhúmedo C(w) que ocupa 16,579.5 km<sup>2</sup> de la entidad; el Semicálido Subhúmedo (ACw) que se observa en 12,185.68 km<sup>2</sup>; el Semiseco Muy Cálido (BS<sub>1</sub>(h<sup>1</sup>)) se distribuye en 6,268.59 km<sup>2</sup>; el Seco Muy Cálido BS(H<sup>1</sup>) ocupa 2,929.25 km<sup>2</sup> y en una menor proporción del territorio estatal (24,280.55 km<sup>2</sup>) se pueden identificar los tipos de clima Semicálido Húmedo A(m), Templado Húmedo C(m) y Semifrío Húmedo C(E)m.

De acuerdo con esta variabilidad climática las condiciones de temperatura media presentan valores promedio de entre 12 y 30 °C y las de precipitación van desde máximos anuales entre 600 y 1,600 mm al año con un valor promedio de 98 días con precipitación al año. En la entidad existen 94 Estaciones Meteorológicas actualmente operando.

### 5.4. Orografía

La topografía de Michoacán está atravesada por dos grandes sistemas montañosos, la Sierra Madre del Sur y un sistema volcánico horizontal.

En la parte sureste de Michoacán, la Sierra Madre del Sur cruza entre los municipios de Chinicuilla y Arteaga, la cual se considera una continuación de la Sierra Madre Occidental y otras Sierras de América del Norte.

Tiene una orientación noroeste-sureste, se extiende a lo largo de la costa del Pacífico, tiene unos 100 km de ancho, tiene una altitud de 2,900 m en su punto más alto y tiene una superficie de 13,126 km<sup>2</sup>.

La mayor prominencia en esta Sierra es el Cerro de las Canoas que tiene 2,985 m de altitud y se localiza a 7 km al Noroeste de la población de Coalcomán, en el municipio de este mismo nombre. Otra es el Cerro Cantador con 2,436 m de altura, localizado a 35 km al Suroeste de Aguililla, también en el municipio de Coalcomán (CONAFOR, 2010).

La otra zona montañosa del estado es un Sistema Volcánico Transversal, ubicado en el altiplano del sur de México, formado por el surgimiento de numerosos volcanes, el sistema tiene 130 km de ancho y 300 km de largo.

La mayor parte del mismo se sitúa entre el paralelo 19° y 20° de latitud Norte y presenta líneas estructurales que siguen una dirección Noroeste-Sureste. En este Sistema, hay una región orográfica que queda representada por la Sierra de Tancítaro, que se conecta en el Noroeste con la de Peribán y se enlaza con las Sierras de San Ángel y Tarécuaro, y por el Este con las de Paracho y Carapan.

La mayoría de ellos se encuentran entre las latitudes 19 y 20 grados norte, mostrando una línea tectónica de noroeste a sureste. Este sistema tiene regiones topográficas representadas por la Sierra de Tancitaro, que conecta con Peribán por el noroeste, con las Sierras de San Ángel y Talecuaro, y por el este con Paracho y Calapan. Al este del sistema se encuentra la Sierra Mil Cumbres, la continuación de la Sierra de Acuitzio. Más al este se encuentran la Sierra de San Andrés, Malabatio, Tlalpujahuá, Angangeo y Sitacuaro. Las elevaciones topográficas más notables de la zona son: Pattambang (3,525 m en el municipio de Tangancícuaro); Cerro de Quinceo (2,750 m en el municipio de Morelia); Zirate (3,300 m en el municipio de Quiroga) y el volcán de San Andrés (3,605 m en el municipio de Ciudad Hidalgo) (Calderón Gonzáles, 2019).

## 5.5. Edafología

Bedolla O. *et al.*, (2017) mencionan que los tipos de suelos predominantes en el estado de Michoacán son los Luvisoles (Lv), Andosoles (An), Vertisoles (Vr), Gleysoles (Gl), Solonchak (Sc), Leptosoles (Lp), Cambisoles (Cm), Regosoles (Rg) y Fluvisoles (Fl).

### **5.5.1 Luvisoles (Lv)**

Entre ellos, es característica la presencia de la capa Arg Bt que almacena los rayos. El reclutamiento de coloides minerales permite el desarrollo de depósitos de arcilla que migran desde las capas superiores, por lo que la secuencia de capas es ABtC o AEBtC. Estos son suelos fértiles en las llanuras y colinas que tienen muchos usos agrícolas, principalmente gracias a la temporada (WRB, 2006). Los luvisoles ocupan el 20.5% del suelo existente en el estado y se distribuyen en los sistemas montañosos y volcánicos horizontales del estado Sierra Madre del Sur, que tiene un clima predominante Cw (clima templado con veranos lluviosos), mayormente Aw (Tropical lluvioso, principalmente en verano) y Bs (semiárido).

### **5.5.2. Andosoles (An)**

Presentan una serie de horizontes ABw, donde Bw corresponde al horizonte Cambian, es decir, un horizonte efímero, sin desarrollar, con una alta proporción de materia orgánica en el horizonte A (alrededor del 20%). Ambos horizontes tienen las siguientes características: gran capacidad de retención de agua, textura fina, incluso si el contenido de arcilla no supera el 20-25%, arena débil, estructura porosa con densidad de masa muy baja y permeabilidad alta, las raíces penetran fácilmente (WRB, 2006).

Se utilizan en varios cultivos que incluyen: aguacate, sorgo, maíz y más. Se han reportado andosoles en el 15.4% de la superficie terrestre del estado, principalmente en los cerros y montañas, y en menor medida en las tierras bajas y valles del sistema volcánico horizontal. Ocurre en regiones con climas Cw (templado con lluvias de verano) y Aw (cálido y húmedo con lluvias de verano). Estos suelos son de gran importancia ecológica y ecológica, ya que actúan como una esponja absorbiendo agua y liberándola lentamente para reponer las aguas subterráneas, evitando la erosión (Bedolla O. *et al.*, 2017).

### **5.5.3 Vertisoles (Vr)**

Presentan varias capas de ABSC y son muy arcillosos de color oscuro y con una alta proporción de arcilla expandida. Están ubicados en la parte baja del terreno, y cuando se secan, forman grietas anchas y profundas hacia abajo desde la superficie, que permiten que el horizonte superior se mezcle constantemente. Son pesados en la estación seca y pegajosos en la estación húmeda, así que arar cuando comiencen las lluvias. Su gestión del agua es clave para lograr altos rendimientos agrícolas (WRB, 2006).

La distribución de Vertisol cubre el 16,9% de la superficie terrestre de Michoacán. Se concentra en llanuras, valles, cerros, altiplanicie, sistemas volcánicos

horizontales y bajura Balsas-Tepalcatepec (Figura 4), con un clima Cw (moderado con lluvias en verano) y Bs (semiótico, seco). (Bedolla O. *et al.*, 2017).

#### **5.5.4. Gleysoles (Gt)**

Presentan una serie de horizontes ABgC caracterizados principalmente por la presencia de condiciones reductoras (Bg) provocadas por la subida y bajada del nivel del agua, pudiendo observarse manchas rojas, marrones o amarillas en la sección de esta zona y contornos de colores vivos en la parte inferior. La tierra submarina drenada se utiliza en la agricultura intensiva, así como en el cultivo de arroz; también soportan vegetación herbácea. Pueden tener una alta fertilidad y altas cantidades de carbonato de calcio, lo que puede crear barreras nutricionales para la absorción de hierro por parte de las plantas. Se desarrollan en llanuras y valles; se reporta que están ubicados en la región de la Sierra Madre del Sur, cerca de cuerpos de agua, y cubren el 0.39 por ciento de la superficie del estado. (Bedolla O. *et al.*, 2017).

#### **5.5.5. Solonchak (Sc)**

Son suelos de origen lacustre y aluvial. Se ubican a orillas de lagos y lagunas y cuentan con una vegetación salinera que soporta alta salinidad. Se caracterizan por altos valores de conductividad y valores de pH generalmente alcalinos. Sus limitaciones son la alta salinidad y las concentraciones de sodio, el drenaje deficiente y el bajo valor agrícola. Se utilizan para el pastoreo de ovejas, cabras y ganado bovino en gran escala (WRB, 2006).

#### **5.5.6. Leptosoles (Lp)**

Sus rangos de horizonte son AC y ABwC con una profundidad de menos de 25 cm en rocas continuas; Son muy arenosos y rocosos. Se encuentra principalmente en zonas montañosas con fuertes pendientes. Se relaciona con Cambisoles (ABw), Regosoles (AC), Luvisoles (ABtC) e Histosoles (AhC). Causan severas restricciones de cultivo debido a su poca profundidad efectiva y poca capacidad de almacenamiento de agua; Cuando están en la parte superior tienen un alto riesgo de corrosión. (WRB, 2006). Es el grupo con mayor representación en el estado, con 21.7% de cobertura; están distribuidos sobre todo en montañas y lomeríos, se reportan en todas las provincias fisiográficas michoacanas y en menor proporción en planicies y valles de la porción oeste del Sistema Volcánico Transversal (Bedolla O. *et al.*, 2017).

#### **5.5.7. Cambisoles (Cm)**

Estos representan un conjunto de horizontes ABW. Son suelos con diversas propiedades, el desarrollo de medios con material recién formado o recién depositado. Se encuentran en una amplia variedad de ambientes y tienen



diferentes propiedades químicas, físicas, minerales y biológicas, lo que resulta en una variedad de usos. En general, se trata de suelos de buena calidad agrícola y de manejo intensivo. Son más productivos en climas cálidos; proviene de llanuras aluviales en regiones áridas y se utiliza para la producción de alimentos en condiciones de riego; llano o montano utilizado para varias plantas perennes (WRB, 2006). Se reportan para todos los paisajes físico-geográficos del estado y representan 6.3% de la superficie total. Se concentran en montañas, lomeríos, planicies y valles, dentro del Sistema Volcánico Transversal, Depresión del Balsas-Tepalcatepec y Sierra Madre del Sur (Correa, 1973).

#### **5.5.8. Regosoles (Rg)**

Estos son suelos con capas AC profundas variables, derivadas de materia suelta. Hay diferentes capas de arena, desde arena fina hasta arena gruesa, grava y rocas angulosas, que indican el nivel de desarrollo original. Se distribuyen ampliamente en suelos erosionados, especialmente en zonas áridas y semiáridas y zonas montañosas. Debido a su baja capacidad de retención de agua, requiere riego frecuente, aunque es una solución costosa, pero soluciona el problema. Muchos Regosoles se utilizan para pastoreo a gran escala. Sin embargo, son muy frágiles en las zonas montañosas y se mantienen mejor en la superficie del bosque. Se encuentran en el 5.1% de la superficie del estado, en las montañas, colinas, llanuras y valles del sistema volcánico horizontal, las tierras bajas Balsas-Tepalcatepec y la Sierra Madre del Sur (Correa, 1973).

#### **5.5.9. Fluvisoles (fl)**

Estos son suelos con secuencias ACAC genéticamente jóvenes que resultan de la deposición de sedimentos arrastrados por las aguas superficiales. La sedimentación continua tiene un tiempo transcurrido más corto antes de que el proceso de formación del suelo se muestre en el registro porque los sedimentos se superponen. Las propiedades de los Fluvisoles son muy diversas. Sin embargo, dado que los ingredientes se suministran constantemente, es fértil, ligero y fácil de manejar. Debido a su posición geográfica, se encuentra en los valles de los ríos y cerca de los lagos, lo que la hace apta para la agricultura. Ubicado en los llanos y valles de la Sierra Madre del Sur, este conjunto de tierras representa el 1.1% de la superficie del estado y es común el cultivo del arroz. (Correa, 1973).

### **5.6. Hidrografía**

Las aguas superficiales del Estado de Michoacán de Ocampo están distribuidas en cuatro regiones hidrológicas: RH18 Balsas, RH12 Lerma-Santiago, RH17

Costas de Michoacán y RH16 Armería Coahuayana, que en conjunto están constituidas por 47 cuencas hidrológicas (Ver Anexo 10.2).

### **5.6.1. Región Hidrológica RH18 Balsas**

Ocupa el 55.64% de la superficie del estado y extrae agua del centro de la entidad hacia el río Balthus, llegando a ver descender sus aguas al Océano Pacífico. Las cuencas hidrográficas de esta zona y las partes del territorio nacional que abarca son: Río Tepalcatepec (13.45%), Río Tepalcatepec-Infiernillo (12.34%), Río Kutzamalás (11.63%), Río Tacámbaro (9.44%), Río Balsa- Río Infiernillo. Río (6.89%), Río Balsas-Zirándaro (1.89%). El río Balsas nace en el Valle de Puebla y atraviesa Guerrero, formando la frontera entre Michoacán y Guerrero teniendo una distancia de 771 km.

El río Tepalcatepec o Grande es considerado el más caudaloso de la Cuenca del Balsas. Se origina en Jalisco y atraviesa de este a oeste por el centro de Michoacán. Es de gran importancia en la agricultura y la generación de energía. Varias represas hidroeléctricas yacen sobre los lechos, la más importante de las cuales es Infiernillo (ASEA, 2020).

### **5.6.2. Región Hidrológica RH12 Lerma-Santiago**

Abarca el 26.53% del territorio estatal y extrae agua del norte de la entidad hacia el río Lerma, que desemboca en el lago de Chapala y desemboca en el océano Pacífico por el río Grande de Santiago. Las cuencas de esta zona hidrológica y la superficie estatal que abarcan son: Lerma – Río Chapala (11.12%), Lago de Pátzcuaro – Cuixeo – Yuriria (8.16%), Lerma – Río Toluca (3°).6%), Lago de Chapala (2.14%) y Río Lerma - Salamanca (1.51%).

El río Lerma se origina en el estado de México y desemboca en Michoacán en el extremo nororiental del elemento que forma la presa Tepuxtepec que cruza el estado de Michoacán y llega al lago Chapala en el extremo noroeste.

El lago de Cuitzeo es el más grande del estado; su cuenca ocupa una superficie de 3,618 km<sup>2</sup> y sus principales afluentes son los ríos Grande de Morelia y Queréndaro.

El Lago de Chapala ocupa sólo una porción en el estado, la parte Sureste del lago, con aproximadamente 125 kilómetros cuadrados, recibe aportes de los ríos Duero y Lerma (ASEA, 2020).

### **5.6.3. Región Hidrológica RH17 Costas de Michoacán**

Cubre el 15.44% del territorio del estado y extrae agua directamente de las aguas del sur de la entidad hacia el Océano Pacífico. Más de 50 ríos y arroyos desembocan en el Océano Pacífico; todos se originan en la Sierra Madre del Sur

y fluyen de norte a sur. Dado que su cuenca es montañosa, se utiliza poca agua para actividades agrícolas. Algunas de las cuencas hidrográficas de esta zona hidrológica y los territorios provinciales que abarcan son Río Nexpa y Otros (8.01%) y Río Cachan o Coalcomán y otros (7.43%) (ASEA, 2020).

#### **5.6.4. Región Hidrológica RH16 Armería Coahuayana**

Con su cuenca Río Coahuayana, cubre el 2.39% de la superficie del estado, drenando las aguas del extremo suroeste de la entidad.

#### **5.6.5. Lagos, lagunas y aguas subterráneas**

Las principales lagunas y lagos del estado son: Cuitzeo, Pátzcuaro, Zirahuén, Ururuta y Fresno. Las principales presas del estado son: Infiernillo, Tepuxtepec, Gonzalo, Aristeo Mercado, El Bosque, Coíntzio, Mata de Pinos, Zicuirán y El Arco (ASEA, 2020).

En cuanto a las aguas subterráneas, CONAGUA (2014) identificó 22 acuíferos en el estado, 6 de los cuales se encuentran sobreexplotados. En general, el balance hídrico del estado es positivo. Así, la recarga ha superado a la minería, con un excedente de 227 millones de metros cúbicos. Los acuíferos más sobreexplotados son: 1605 Pastor Ortiz-La Piedad, 1602 Morelia-Queréndaro, 1609 Briseñas-Yurécuaro y 1610 Ciudad Hidalgo-Tuxpan; entre estos cuatro suman un déficit de 148 millones de metros cúbicos.

### **5.7. Vegetación**

En cuanto a la principal vegetación presente en el estado, los bosques de coníferas se encuentran en las principales zonas montañosas en altitudes de 2,600 a 3,500 m. Los bosques mixtos de pino y haya, situados entre los 1,000 y los 2,600 m de altitud, son la vegetación predominante en algunos de los 62 términos municipales de la Entidad. Otras áreas de matorral espinoso y vegetación esteparia se distinguen en el norte y nororiente del estado y en las áreas ocupadas por las tierras bajas de Balsas-Tepalcatepec. Hacia el sur, existen grandes áreas de vegetación de bosque seco, incluyendo árboles bajos de hoja caduca, en las laderas y bajos de la Sierra de Coalcomán, la parte sur de la Sierra Tallasca. La costa de la entidad alberga a Los Palmares, formando una comunidad vegetal característica de la costa del Pacífico.

### **5.8. Fauna**

Michoacán es muy rico en especies, cuya distribución está relacionada con factores físicos climáticos de la entidad.

Mamíferos: Las principales especies son: Zorrillo, mapache, cacomixtle, conejo, armadillo, gato montés, zorro gris, tlacuache.

Aves. - Predominan: el pato cabeza roja, la cerceta de alas azules, el pato tzitzihua, el faisán gritón, la huilota, y la torcaz; en la Costa; la gallina del monte, la tórtola, la chachalaca y la paloma suelera en la Sierra Madre del Sur; el pato boludo prieto, cabeza roja, pato chalcuán, huilota, pato Tepalcatepec, y otros (CONAFOR, 2010).

#### **5.8.1. Fauna en lagos y ríos**

Las siguientes especies son abundantes en las embarcaciones, lagos y ríos del estado: Acúmara, ajolote, achoque, bagre de Chapala; bagre del Balsas, charal de Pátzcuaro, charal de Chapala, mojarrita, juile, mojarra, pez blanco de Zirahuén, pez blando de Pátzcuaro, pez blanco del Lerma, robalo, tortuga, trucha, camarón de río, camarón real (chacal o langostino), rana, sapo, y otros (CONAFOR, 2010).

Fauna Marina: Las principales especies son: lisa, guachinango, mojarra, robalo, mero, langosta, ostión, lapa, gorro y otros, que se desarrollan dentro de la plataforma continental, y fuera de la plataforma, encontramos especies como: tiburón, tonina, pez volador, pez vela, pez espada, y otros (CONAFOR, 2010).

#### **5.8.2. Reptiles y Anfibios**

Destacan los siguientes: Una gran variedad de tortugas (marina, carey, verde y de pozo), iguana, camaleón, nopiche, escorpión, rana, sapos, lagartos y distintos tipos de serpientes como: boa, culebra, cincuate, serpiente de agua y víbora de cascabel.

### **5.9. Recursos Forestales**

El estado cuenta con extensas áreas forestales con diferentes tipos de madera, las áreas de desarrollo rural reportaron 2,160,500 ha. Considerado como zonas de gran densidad de árboles, contiene diferentes tipos de vegetación como: Bosque de pino 1,114,000 ha, Bosque de encino 559,500 ha, Bosque de oyamel 26,500 ha. Estos contemplan el bosque templado frío con un total de 1,700,000 ha, Selva mediana 175,100 ha, Selva mediana caducifolia 285,400 ha, que suman 460,500 ha y representan la mayor importancia los Bosques de clima templado frío por ser fuente tanto de recursos maderables como no maderables, tales como la resina. Además de que proporcionan áreas de esparcimiento y zonas de reserva ecológica como la de Los Azufres e hibernación de la Mariposa Monarca respectivamente.

## 5.10. Demografía y Actividades Económicas

Según el Censo de Población y Vivienda 2020, Michoacán de Ocampo tiene una población de 4,748,846 habitantes, con una tasa de crecimiento anual de 0.9%, de los cuales 71% es rural y 29% población.

La población de la entidad se divide en zonas urbanas y rurales de 113 y 9,427 localidades respectivamente. Por otro lado, la densidad poblacional del Estado de Michoacán es de 68 hab/km, superior al promedio nacional de 50 hab/km. Esta densidad varía de una región a otra, de una región a otra y de una ciudad a otra.

La Población Económicamente Activa (PEA) de la entidad es de 2,296,059 al Censo 2020, con actividades de servicios (37.08%), agricultura, ganadería y silvicultura (20.98%), actividades comerciales (20.85%), minería e industria (12.05%), y construcción (8.21%).

## 6. MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.1. Sistograma Metodológico

El presente trabajo de investigación en todas sus etapas conlleva una propuesta exclusivamente de gabinete, para conformar los métodos y actividades para la elaboración del inventario lacustre del estado de Michoacán de Ocampo.

Para el cumplimiento de todas las actividades y de los objetivos de investigación en esta sección del protocolo inicialmente se presenta un esquema conceptual de las metodologías a emplear, el cual se sintetiza en el sistograma metodológico incluido en la Figura 1.

No obstante, previo a cualquier actividad de dicha propuesta metodológica y durante el desarrollo de todas las etapas de este proyecto, se hará una revisión de literatura sobre el inventario lacustre para diferentes escalas geográficas y para el ámbito mundial, nacional y local, y sobre las diversas aplicaciones necesarias.



Figura 1. Sistograma metodológico de la investigación.

## **6.2. Metodología del inventario lacustre**

### **6.2.1. Acopio y análisis cartográfico**

Se acopiaron las cartografías digitales a escalas 1:50000 y 1:20000 disponibles en la plataforma de INEGI y se hará la actualización de dicho acervo durante todas las etapas de este proyecto. Actualmente, en el INEGI se puede disponer de 415 cartografías del estado de Michoacán a escala 1:50000 y solamente 128 a escala 1:20000, se contará así con el cubrimiento cartográfico de toda la entidad en la escala 1:50000.

Una de las ventajas de emplear cartografías digitales oficiales para un inventario lacustre radica en que se puede analizar todos los paisajes limnológicos e hidráulicos de una manera precisa respecto al nombre de los ecosistemas naturales y artificiales, así como a las localidades rurales o urbanas cercanas a los mismos. Con esto se evitará o reducirá el uso de claves alfanuméricas para localizar e identificar los recursos acuáticos disponibles por municipio o región espacial.

### **6.2.2. Sistema Nacional de Seguridad de Presas**

Actualmente en la plataforma del Sistema Nacional de Seguridad de Presas de la Conagua existe el registro de 338 bordos y embalses para el estado de Michoacán, la información disponible por cuerpo de agua en dicho portal se presenta en la Figura 2. En este portal, aunque se incluye el nombre oficial y común de cada reservorio, sus referencias geográficas como coordenadas X-Y, la región hidrológica y la cuenca a la que pertenece, el río represado, tipo de embalse, volumen almacenado, longitud de la cortina, altura de la cortina y el año de arranque, pero se carece de los datos de la superficie y el perímetro lacustre de cada embalse, no obstante emplearse esta información en las ecuaciones hidráulicas para modelar el volumen de almacenamiento de los diversos reservorios del orbe.

Para el inventario lacustre de los bordos y cuerpos de agua del estado de Michoacán, se partirá de la información disponible para los 338 reservorios cuya información está disponible en el SNSP-CNA. Se completará así el cuadro de información por embalse con los datos de superficie y perímetro obtenidos con los polígonos de los embalses y la ubicación de las localidades más cercanas a cada uno para cada municipio con información disponible en las cartografías 1:50000 y 1:20000.

De la misma manera, se generará un Archivo Excel con el concentrado de la información de estos primeros 338 cuerpos de agua, que servirá de guía para la

cuantificación de los demás bordos y presas del estado de Michoacán que no estén incluidos en la plataforma del SNSP-CNA.

The screenshot displays the 'PRESAS' section of the SNSP-CNA platform. On the left, there is a 'Log-in' section with fields for 'Usuario' and 'Password', and a link for '¿Olvidaste tu contraseña?'. Below this is a navigation menu with links to 'Atlas Nacional de Riesgos', 'CENAPRED', 'CONAGUA', 'INEGI Hidrografía', 'Meteorológico', 'Meteorológico 2', 'SIH (interno Conagua)', and 'Sismológico Nacional'. The main content area shows details for a specific dam: 'Número ID: 589', 'Nombre Oficial: SIRANDASGÁSTICO', 'Nombre Común:', 'Estado: Michoacán de Ocampo', 'Municipio: Carácuaro', 'Región CNA: Balsas', 'Región HIDR: Balsas', 'Cuenca: Río Tacámbaro', 'Corriente: A/S/N', 'Volumen al NAMO: 0.0280 hm3', 'Latitud: 19.0836944444 Grados', 'Longitud: - 101.0386944444 Grados', and 'Zona Sísmica: Media Sísmicidad'. There are also search icons and a page indicator 'Página: 1 de 34' and '# Registros encontrados: 338'.

Figura 2. Información sobre bordos y presas de la República Mexicana disponible en la plataforma SNSP-CNA. [https://presas.conagua.gob.mx/inventario/hnombre\\_presa.aspx](https://presas.conagua.gob.mx/inventario/hnombre_presa.aspx)

### 6.2.3. Sistema Nacional de Seguridad de Presas

Con el uso de un archivo kml de Google Earth Pro se realizará la medición de los datos de superficie, perímetro largo máximo, ancho máximo y el nombre de las localidades más cercanas a cada cuerpo de agua, así como la población al censo 2020 de las mismas. Esto se hará para cada municipio y de acuerdo con las Regiones Hidrológicas y las 47 Cuencas del conjunto de ella (ver Anexo 2).

Toda la información cuantitativa generada se capturará en el archivo Excel iniciado con los datos de los 338 reservorios del SNSP-CNA, pero se diferenciará el cuerpo de agua que no esté dentro de dicho portal.

Se elaborará con la información de georreferenciación y cuantitativa disponible desde Excel, un nuevo archivo kml que abarque a todos los cuerpos de agua inventariados por municipio por región y cuenca hidrológica y por región económica-administrativa.



#### 6.2.4. Análisis estadístico

Se validarán las ecuaciones para el modelamiento del volumen y de la superficie de reservorios del mundo, para lo cual se emplea información sobre inventarios de este tipo de cuerpos de agua de algunos países del orbe, de otros estados de la República Mexicana y para algunos embalses incluidos en el inventario del estado de Michoacán.

Las dos ecuaciones más empleadas para modelar el volumen de un reservorio artificial son las siguientes:

$$V = [P^2 \div 37.5] * H \quad \text{Ecuación 1}$$

$$V = As * H^X \quad \text{Ecuación 2}$$

donde V = Volumen de Almacenamiento (m<sup>3</sup>)

P = Perímetro del reservorio (m)

H = Altura de la Cortina (m)

X = Coeficiente que depende del clima y de la topografía

As = Área Superficial del reservorio (m<sup>2</sup>) obtenida para varios períodos temporales

La validación de estas y otras ecuaciones empleadas para el modelamiento del volumen de un embalse se puede realizar también desde el portal [agua-calc.com/calculate/volumen-dam](http://agua-calc.com/calculate/volumen-dam) de acuerdo con lo propuesto por Bronshtein *et al.*, (1973).

Con el uso de procedimientos de regresión lineal con el Paquete SPSS V26 se definirán los mejores coeficientes para predecir el Volumen y las otras variables involucradas en el manejo y la gestión de embalses en el estado de Michoacán.

De la misma manera, se aplicará SPSS V26 para determinar los histogramas de frecuencias por municipio y región espacial y los valores estadísticos convencionales para el conjunto de datos generados. A partir de dicho análisis se obtendrá la densidad lacustre por municipio y región geográfica o natural, en función del número de cuerpos de agua o la superficie por metro cuadrado de paisaje lacustre.

### **6.2.5. Análisis regional**

La unidad geográfica de análisis del inventario lacustre del estado de Michoacán que será generado como resultado del presente estudio será el municipio, de los cuales esta entidad cuenta con 113.

Pero también se considerarán otras tres unidades de regionalización geográfica: 1) las cuatro Regiones Hidrológicas de la entidad, sus 11 UMAFORES (Unidades de Manejo Forestal) y las 10 Regiones Económicas en las que se ha sistematizado el espacio geográfico municipal del estado de Michoacán.

En el Anexo 10.3 se presenta la distribución de las 11 UMAFORES del estado y para el caso de las Regiones Económicas su listado se presenta de la siguiente manera:

- I. Región Lerma.
- II. Región Bajío.
- III. Región Cuitzeo.
- IV. Región Oriente.
- V. Región Tepalcatepec.
- VI. Región Meseta Purépecha.
- VII. Región Pátzcuaro.
- VIII. Región Tierra Caliente.
- IX. Región Costa.
- X. Región Infiernillo.

Una vez que se haya obtenido el inventario lacustre por municipio se procederá a un análisis cuantitativo y estadístico en las tres regiones que se han mencionado del estado de Michoacán, de acuerdo con los métodos y herramientas que se han descrito en esta sección.

## 7. RESULTADOS

### 7.1. Datos generales obtenidos del inventario de los Ecosistemas Epicontinentales

El inventario realizado de ecosistemas epicontinentales del estado de Michoacán tuvo un registro total de 9,517 cuerpos de agua, localizados en 110 municipios de los 113 pertenecientes a este estado, (con link de acceso en la nube: <https://1drv.ms/u/s!Ai1NgT5gzFsTIHwfTWN6b0hixtLQ?e=36kkKq>) los cuales fueron registrados sus datos morfológicos, así como con los datos necesarios para su identificación y clasificación como lo son: el municipio en el que se encuentran, su nombre oficial, nombre común, descripción, tipo de ecosistema (lago, laguna, bordo, bordo R-GEO y presa), UMAFOR en la que se encuentran, coordenadas geográficas (longitud norte y latitud oeste), altura sobre el nivel del mar, superficie, perímetro, largo máximo, ancho máximo, la localidad más próxima a la que se encuentran y el número de habitantes; así mismo como la segunda localidad más próxima en algunos casos y el número de habitantes de la misma.

El municipio en donde se registró una menor área lacustre fue Nahuatzen, obteniendo únicamente 0.280 ha, equivaliendo al 0.00017% de la superficie total de ecosistemas epicontinentales del estado de Michoacán, mientras que Nuevo Urecho tuvo un registro de 39,723.97 ha, siendo el que mayor área presentó equivaliendo al 24.61%. Con respecto a la superficie ocupada de cuerpos de agua, se registró un total de 161,407.07 ha, equivaliendo a el 2.75% de la superficie del estado.

En la Figura 3 se puede apreciar el registro de la cantidad total de tipos de cuerpos de agua por municipios, en donde los que obtuvieron una menor cantidad fueron Arteaga y Tumbiscatío teniendo un solo ecosistema epicontinental inventariado cada uno, siendo un bordo y una presa respectivamente, mientras que el municipio de Ario fue el que más cuerpos de agua presentó obteniendo un registro final de 803, siendo la mayoría de estos bordos rectangulares con geomembrana pertenecientes a la zona aguacatera.

Los tipos de ecosistemas lacustres que tuvieron menor cuantificación fueron los lagos, siendo únicamente 48 de los 9,517 inventariados, equivaliendo al 0.5% de los cuerpos contabilizados, mientras que los bordos fueron el tipo que mayor cuantificación presentaron, siendo un total de 5,198, equivaliendo al 54.6% de los datos registrados, seguidos por los bordos R-GEO representando el 41.8%.

**Tabla 1. Cuantificación de los tipos de cuerpos de agua por municipios del estado de Michoacán.**

Municipio	Lagos	Lagunas	Bordos	Bordos R-GEO	Presas	TOTAL
Acutzio	2		26	55	2	85
Aguililla			47	1		48
Álvaro Obregón			5		2	7
Angamacutiro			26		2	28
Angangueo	1		6	1		8
Apatzingán		1	23	174	2	200
Aporo			4	3		7
Aquila		4	16	1		21
Ario			35	767	1	803
Arteaga			1			1
Briseñas			1		1	2
Buenavista			1		1	2
Carácuaro			11		2	13
Charapan				5		5
Charo			125	14	1	140
Chavinda			128		1	129
Cherán						0
Chilchota			3	2		5
Chinicuila			14	3		17
Chucándiro			10		1	11
Churintzio			20		4	24
Churumuco			4		2	6
Coahuayana		1	19	18	1	39
Coalcomán de Vázquez Pallares			2		1	3
Coeneo	1	1	12		5	19
Cojumatlán de Régules			19			19
Contepec	1		141		13	155
Copándaro	1	1	28		1	31
Cotija			71	36		107
Cuitzeo	2		3			5
Ecuandureo			33	1	1	35
Epitacio Huerta		1	525		5	531
Erongarícuaro			4	9	1	14
Gabriel Zamora			7	2	2	11
Hidalgo		9	66	10	7	92
Huandacareo			22	1		23
Huaniqueo		1	20		3	24
Huetamo			4		2	6
Huiramba			11	3		14
Indaparapeo			29	1	1	31
Irimbo		1	126	5		132
Ixtlán			7			7
Jacona	1		30		1	32
Jiménez			5		8	13
Jiquilpan	2	2	243	17	1	265
José Sixto Verduzco			8		2	10
Juárez			27		1	28
Jungapeo			3	4		7

Lagunillas			12			12
La Huacana			35		1	36
La Piedad			75	4	6	85
Los Reyes			3	32		35
Lázaro Cárdenas	1	1	116		1	119
Madero		1	16	61		78
Maravatío		24	534	8	5	571
Marcos Castellanos			365			365
Morelia	14	4	109	3	10	140
Morelos	2		63		2	67
Múgica			5	1	1	7
Nahuatzen				3		3
Nocupétaro			6		1	7
Nuevo Parangaricutiro				17		17
Nuevo Urecho			81	6		87
Numarán		1	4		2	7
Ocampo		3	15	22		40
Pajacuarán			11			11
Panindícuaro			20			20
Paracho						0
Parácuaro	2		99	119	1	221
Pátzcuaro		1	12	43		56
Penjamillo			238		4	242
Peribán			49	181		230
Purépero			148	75	1	224
Puruándiro			101		13	114
Queréndaro			5		1	6
Quiroga	2		23	16		41
Salvador Escalante		2	16	153	1	172
Sahuayo			8		2	10
San Lucas			3	2	1	6
Santa Ana Maya			14			14
Senguio			25		5	30
Susupuato		1	8			9
Tacámbaro	1	6	22	704	2	735
Tancítaro		2	9	132		143
Tangamandapio	3	1	210	57	2	273
Tangancícuaro	1	1	93	106	1	202
Tanhuato			7		1	8
Taretan			14	65	1	80
Tarímbaro	3	6	33	14		56
Tepalcatepec			3	4	2	9
Tingambato			5	64		69
Tingüindín			10	65		75
Tiquicheo de Nicolás Romero			9		2	11
Tlalpujahuá			8		4	12
Tlazazalca			19		3	22
Tocumbo		1	50	44		95
Tumbiscatío					1	1
Turicato		1	62	390	1	454
Tuxpan	1	3	27	39	1	71
Tuzantla			9			9

Tzintzuntzan		1	64	4	1	70	
Tzitzio						0	
Uruapan	2	11	53	283	7	356	
Venustiano Carranza			15			15	
Villamar	1		16	1	4	22	
Vista Hermosa			8		1	9	
Yurécuaro		1	11			12	
Zacapu	1	1	20	21	1	44	
Zamora	1		51	9	8	69	
Zináparo			40		3	43	
Zinapécuaro	2	8	119	22	2	153	
Ziracaretiro			12	73		85	
Zitácuaro		1	9	7		17	
<b>TOTAL</b>	<b>Cuerpos de agua</b>	<b>48</b>	<b>104</b>	<b>5,198</b>	<b>3,983</b>	<b>184</b>	<b>9,517</b>
	<b>ha</b>	<b>41,819.72</b>	<b>3,413.96</b>	<b>72,660.05</b>	<b>470.1</b>	<b>43,090.67</b>	<b>161,154.51</b>

## 7.2. Datos de los Lagos inventariados

Se registraron 48 lagos con una superficie total de 41,819.7 ha, equivalente al 25.9% de la superficie lacustre total registrada en el estado de Michoacán.

Los municipios que menor concentración de número de lagos inventariados registraron fueron Angangueo, Coeneo, Contepec, Copándaro, Jocona, Lázaro Cárdenas, Tacámbaro, Tancancícuaro, Tuxpan, Villamar, Zacapu y Zamora; contando con únicamente un lago cada uno, mientras que el municipio que registró mayor cantidad fue Morelia, registrando 14.

En el municipio de Jiquilpan se obtuvo la menor cantidad de superficie siendo de 0.29 ha, equivalentes al 0.0007% de la superficie de lagos inventariados, mientras que la mayor cantidad se registró en el municipio de Cuitzeo, siendo de 33,111.7 ha, equivaliendo al 79%.

El lago Cuitzeo perteneciente al municipio con ese mismo nombre, fue el lago que mayor área registró de los 48 lagos registrados, siendo de 33,056.1 ha.

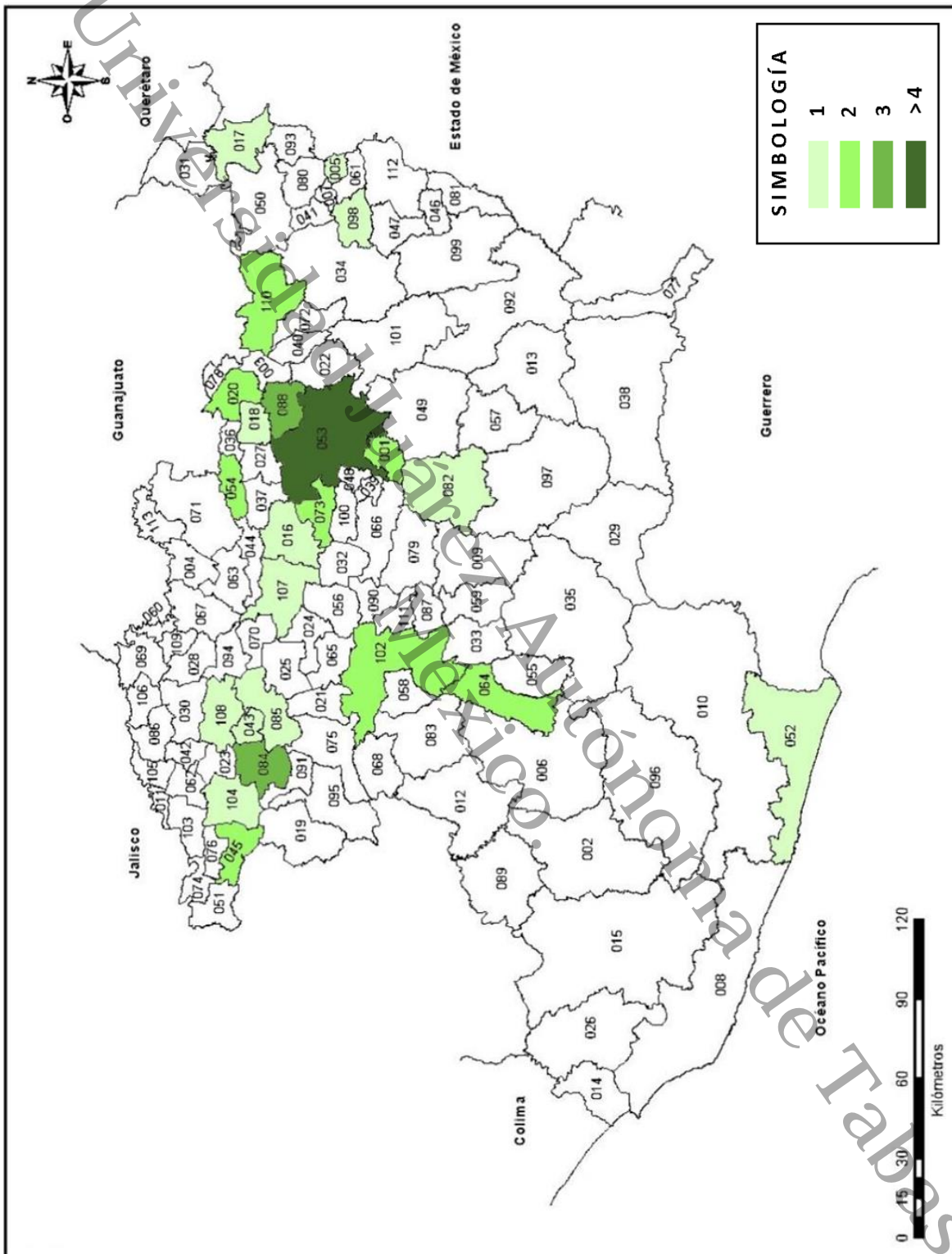


Figura 3. Distribución de la concentración de número de Lagos del estado de Michoacán.



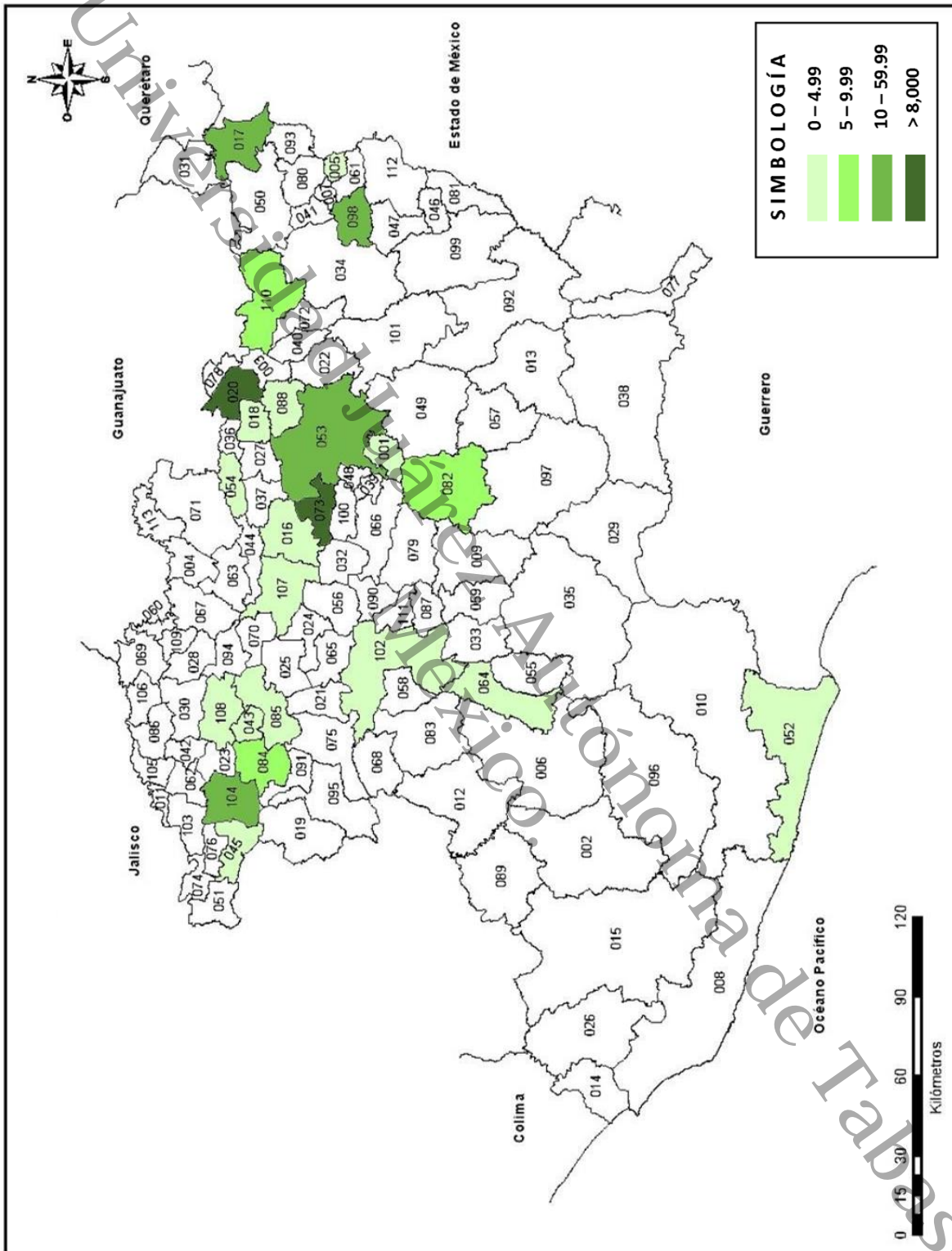


Figura 4. Distribución por Hectáreas de Lagos del estado de Michoacán.

### 7.3. Datos de las Lagunas inventariadas

Se registraron 104 lagunas con una superficie total de 3,413.9 ha, equivalente al 2.1% de la superficie lacustre total registrada en el estado de Michoacán.

Los municipios que menor concentración de número de lagunas inventariadas registraron fueron Apatzingán, Coahuayana, Coeneo. Copándaro, Epitacio Huerta, Huaniqueo, Irimbo, Lázaro Cárdenas, Madero, Numarán, Pátzcuaro, Susupuato, Tangamandapio, Tangancícuaro, Tocumbo, Turicato, Tzintzuntzan, Yurécuaro, Zacapu y Zitácuaro; contando con únicamente una laguna cada uno, mientras que el municipio que registró mayor cantidad fue Maravatío, registrando 24.

En el municipio de Tangamandapio se obtuvo la menor cantidad de superficie siendo de 0.04 ha, equivalentes al 0.0012% de la superficie de las lagunas inventariadas, mientras que la mayor cantidad se registró en el municipio de Copándaro, siendo de 1,210.86 ha, equivaliendo al 35.4%.

La Laguna San Juanico perteneciente al municipio de Copándaro, fue la laguna que mayor área registró de las 104 lagunas registrados, siendo de 1,210.86 ha.



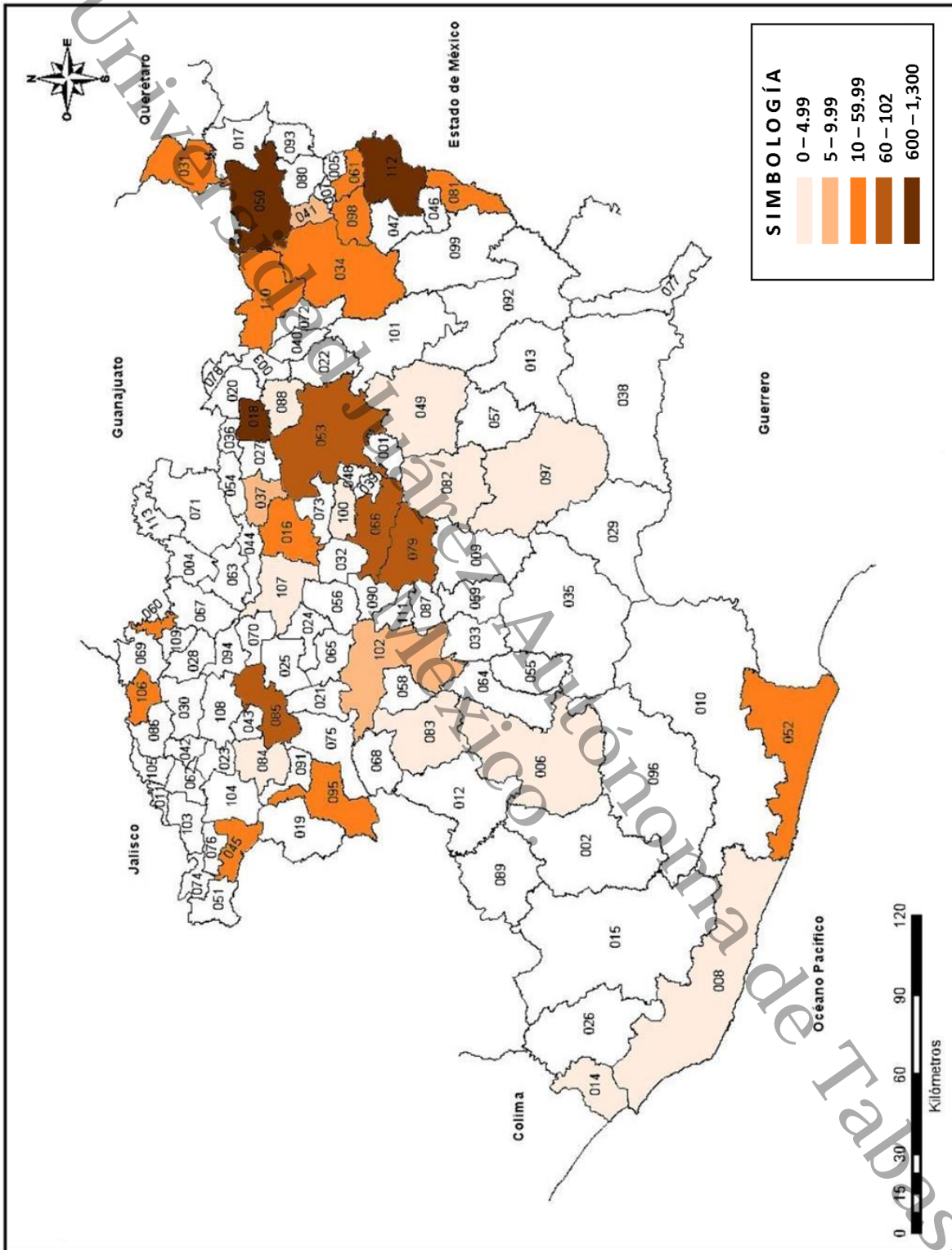


Figura 6. Distribución por Hectáreas de las Lagunas del estado de Michoacán.

#### **7.4. Datos de los Bordos inventariados**

Se registraron 5,196 bordos inventariados con una superficie total de 72,660.05 ha, equivalente al 45.01% de la superficie lacustre total registrada en el estado de Michoacán.

Los municipios que menor concentración de número de Bordos inventariados registraron fueron Arteaga, Briseñas y Buenavista; contando con únicamente un bordo cada uno, mientras que el municipio que registró mayor cantidad de superficie fue Maravatío, registrando 534.

En el municipio de Buenavista se obtuvo la menor cantidad de superficie siendo de 0.05 ha, equivalentes al 0.00007% de la superficie de los bordos inventariados, mientras que la mayor cantidad se registró en el municipio de Nuevo Urecho, siendo de 39,722.2 ha, equivaliendo al 54.66%.

En el municipio de Nuevo Urecho se localiza el bordo con mayor superficie de los 5,198 registrados, siendo este de 36,245.45 ha.

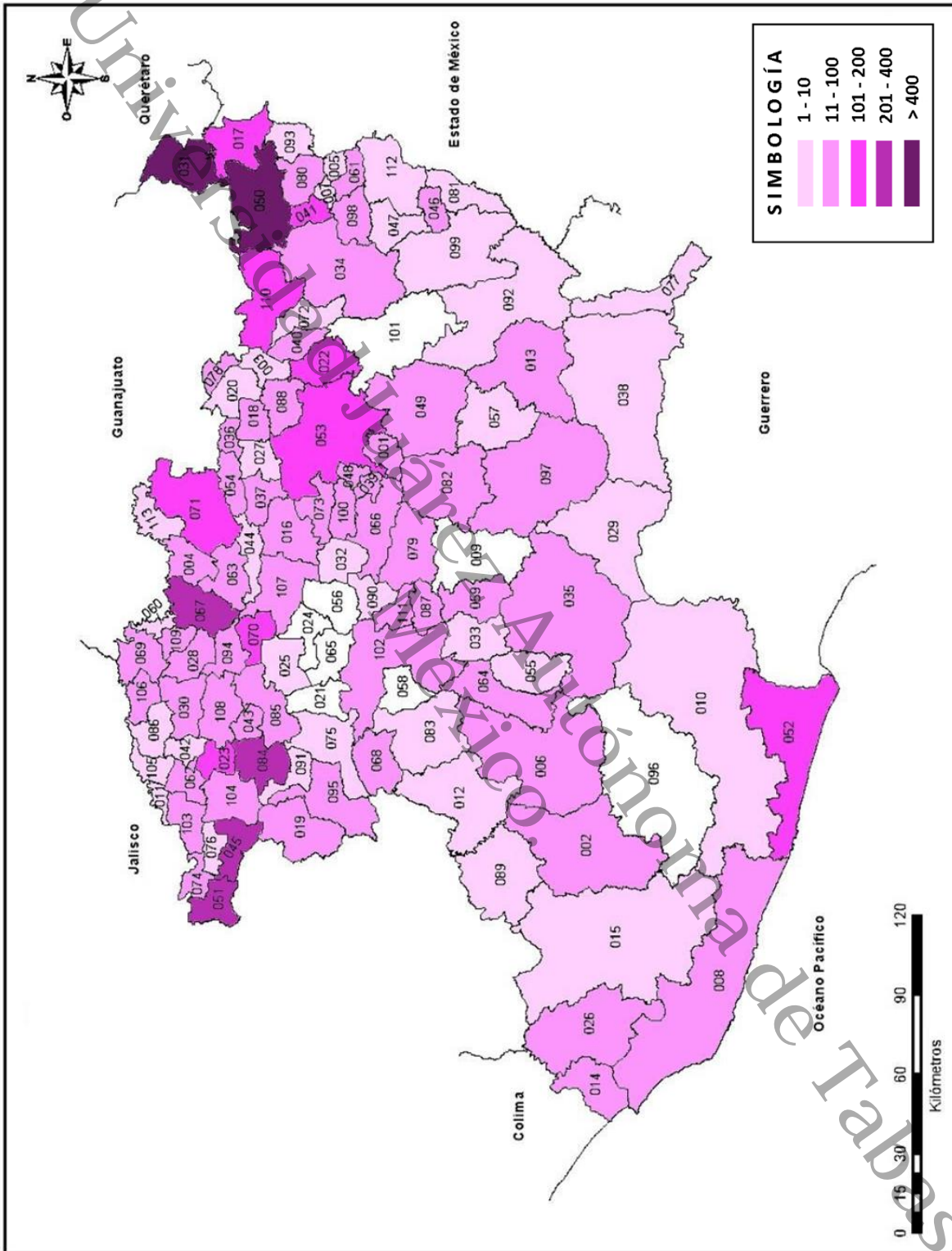


Figura 7. Distribución de la concentración de número de Bordos del estado de Michoacán.

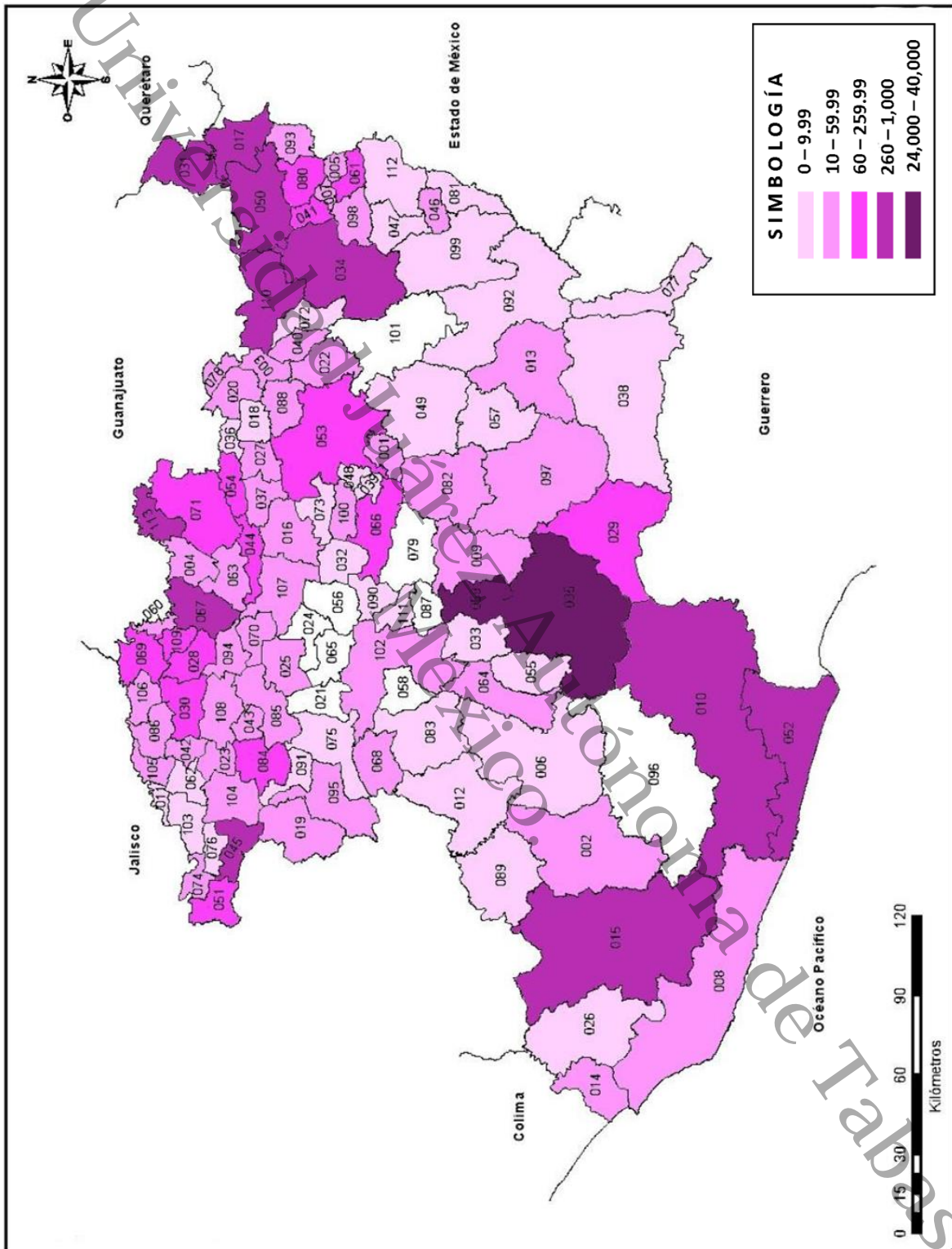


Figura 8. Distribución por Hectáreas de los Bordos del estado de Michoacán.

## 7.5. Datos de los Bordos R-GEO inventariados

Se registraron 3,983 bordos rectangulares con geomembrana con una superficie total de 470.1 ha, equivalente al 0.29% de la superficie lacustre total registrada en el estado de Michoacán.

Los municipios que menor concentración de número de Bordos R-GEO inventariados registraron fueron Aguililla, Angangueo, Aquila, Ecuandureo, Huandacareo, Indaparapeo, Múgica y Villamar; contando con únicamente un bordo R-GEO cada uno, mientras que el municipio que registró mayor cantidad de superficie fue Ario, registrando 767.

En el municipio de Angangueo se obtuvo la menor cantidad de superficie siendo de 0.016 ha, equivalentes al 0.003% de la superficie de los bordos R-GEO inventariados, mientras que la mayor cantidad se registró en el municipio de Ario, siendo de 113.63 ha, equivaliendo al 24.17%.

En el municipio de Ario se localiza el bordo R-GEO con mayor superficie de los 3,983 registrados, siendo este de 2.3 ha.



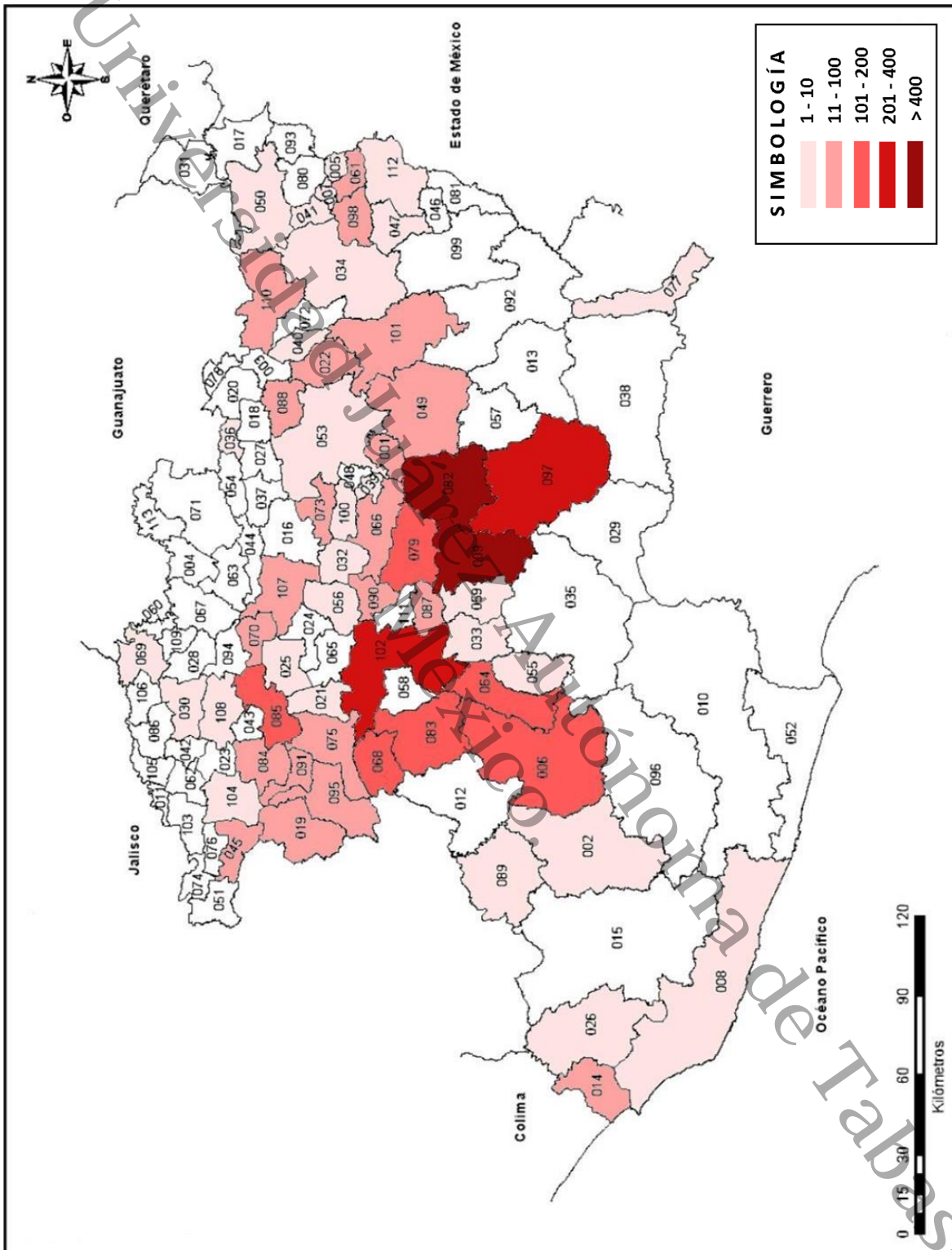


Figura 9. Distribución de la concentración de número de Bordos R-GEO del estado de Michoacán.

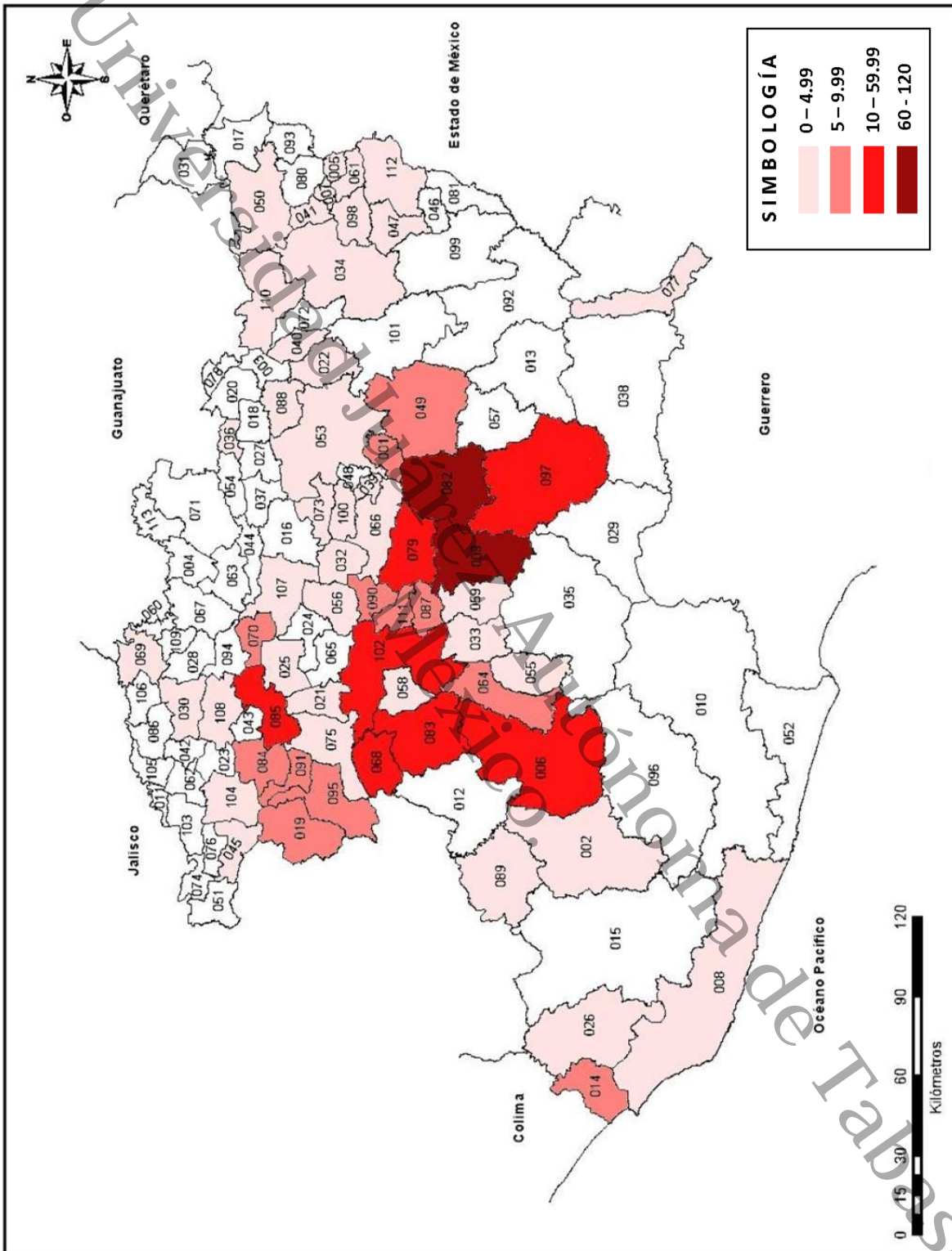


Figura 10. Distribución por Hectáreas de los Bordos R-GEO del estado de Michoacán.

## 7.6. Datos de las Presas inventariadas

Se registraron 184 presas inventariadas con una superficie total de 43,090.6 ha de superficie de Presas, equivalente al 26.7% de la superficie lacustre total registrada en el estado de Michoacán.

Los municipios que menor concentración de número de Presas inventariados registraron fueron Ario, Briseñas, Buenavista, Charo, Chavinda, Chucándiro, Coahuayana, Coalcomán de Vázquez, Copándaro, Ecuandureo, Erongarícuaro, Indaparapeo, Jacona, Jiquilpan, Juárez, La Huacana, Lázaro Cárdenas, Múgica, Nocupétaro, Parácuaro, Purépero, Queréndaro, Salvador Escalante, San Lucas, Tangancícuaro, Tanhuato, Taretan, Tumbiscatío, Turicato, Tuxpan, Tzintzuntzan, Vista Hermosa y Zacapu; contando con únicamente una Presa cada uno, mientras que los municipios que registraron una mayor cantidad de Presas fueron Contepec y Puruándiro, registrando 13 cada uno.

En el municipio de Coalcomán de Vázquez Pallares se obtuvo la menor cantidad de superficie siendo de 0.1 ha, equivalentes al 0.0002% de la superficie de las Presas inventariadas, mientras que la mayor cantidad se registró en el municipio de Ario, que aunque cuenta únicamente con una presa llamada Adolfo López Mateos conocida como “El Infiernillo”, cuenta con 26,977.25 ha, equivaliendo al 62.6%.

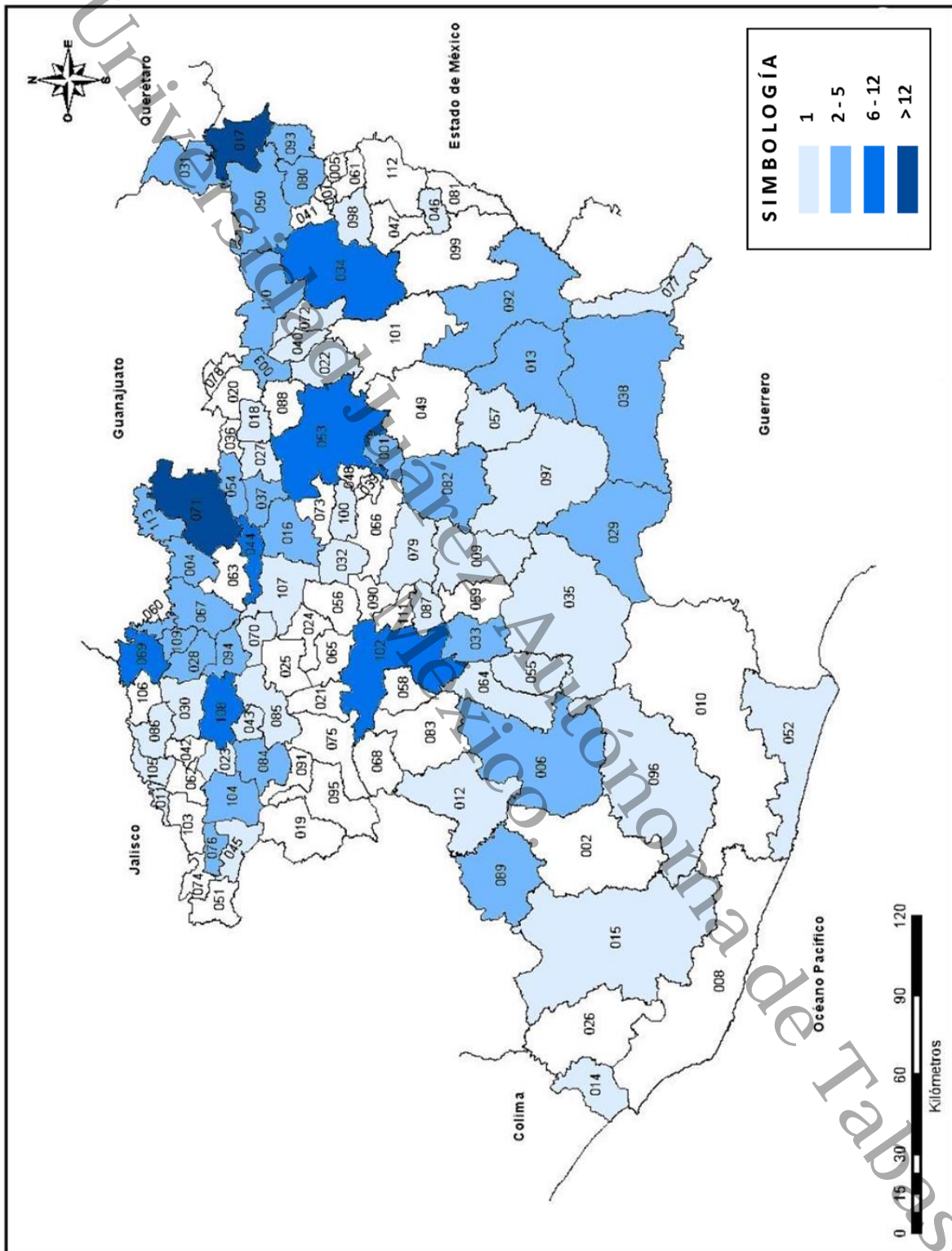


Figura 11. Distribución de la concentración de número de Presas del estado de Michoacán.

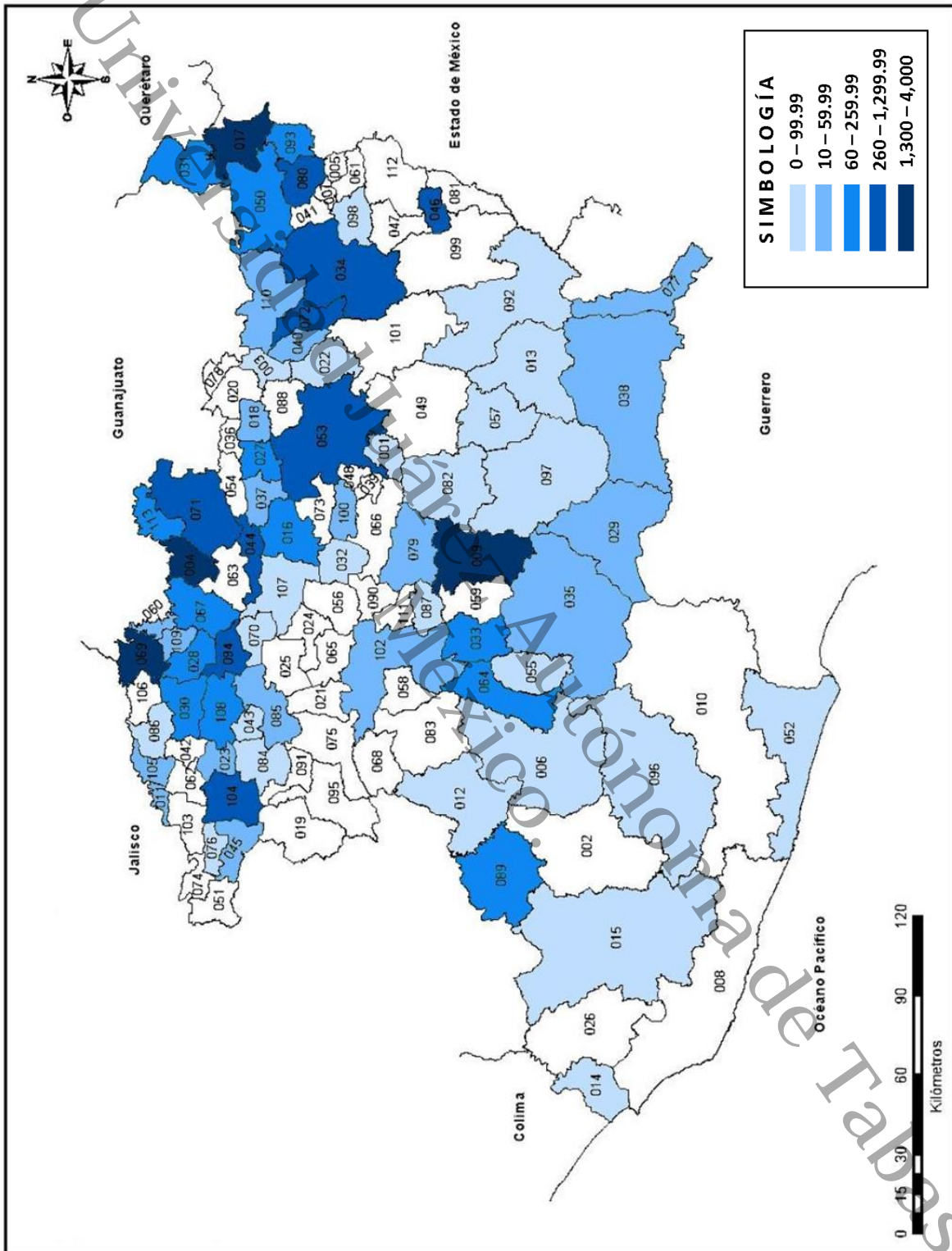


Figura 12. Distribución por Hectáreas de las Presas del estado de Michoacán.

## 7.7. Clasificación de datos por UMAFORES

**Tabla 2. Distribución de ecosistemas epicontinentales por UMAFORES.**  
(Las partes en negritas corresponden a las superficies totales en hectáreas)

Nombre	Clave	Lagos	Lagunas	Bordos	Bordos R-GEO	Presas	TOTAL
Cotija-Tinguindin	1601	9	5	1,388	548	22	1972
		<b>46.87</b>	<b>115.34</b>	<b>799.75</b>	<b>73.82</b>	<b>1,499.57</b>	<b>2,535.34</b>
Bajo Michoacano	1602	4	5	870	101	61	1041
		<b>8.31</b>	<b>74.87</b>	<b>1,488.82</b>	<b>8.94</b>	<b>6,798.65</b>	<b>8,379.58</b>
Aguililla-Varaloso	1603	2	1	175	298	7	483
		<b>1.76</b>	<b>0.68</b>	<b>811.01</b>	<b>29.23</b>	<b>220.12</b>	<b>1,062.79</b>
Centro de Michoacán	1604	22	12	452	151	26	663
		<b>33,143.52</b>	<b>33,499.89</b>	<b>470.75</b>	<b>18.53</b>	<b>1,490.20</b>	<b>68,622.90</b>
Oriente de Michoacán	1605	3	21	350	80	10	464
		<b>66.32</b>	<b>86.68</b>	<b>858.00</b>	<b>9.90</b>	<b>698.33</b>	<b>1,719.23</b>
Mariposa Monarca	1606	1	5	69	33	1	109
		<b>0.66</b>	<b>983.98</b>	<b>137.02</b>	<b>3.68</b>	<b>311.34</b>	<b>1,436.69</b>
Meseta Purepecha	1607	2	13	189	653	11	868
		<b>2.71</b>	<b>9.38</b>	<b>39,810.30</b>	<b>76.89</b>	<b>302.63</b>	<b>40201.91</b>
Patzcuaro Tierra Caliente	1608	3	11	306	2,089	11	2,420
		<b>8,523.31</b>	<b>133.77</b>	<b>25,217.12</b>	<b>241.84</b>	<b>27,086.24</b>	<b>61,202.28</b>
Sur Occidente de Michoacán	1609	0	5	49	22	1	77
		<b>0.00</b>	<b>2.87</b>	<b>68.65</b>	<b>6.54</b>	<b>1.05</b>	<b>79.12</b>
Tumbiscatío Arteaga	1610	1	1	117	0	2	121
		<b>1.35</b>	<b>35.54</b>	<b>1,558.42</b>	<b>0.00</b>	<b>8.90</b>	<b>1,604.21</b>
Cuenca Lerma	1611	1	25	1,233	8	32	1,299
		<b>24.92</b>	<b>655.33</b>	<b>1,441.87</b>	<b>0.73</b>	<b>4,371.98</b>	<b>6,494.83</b>

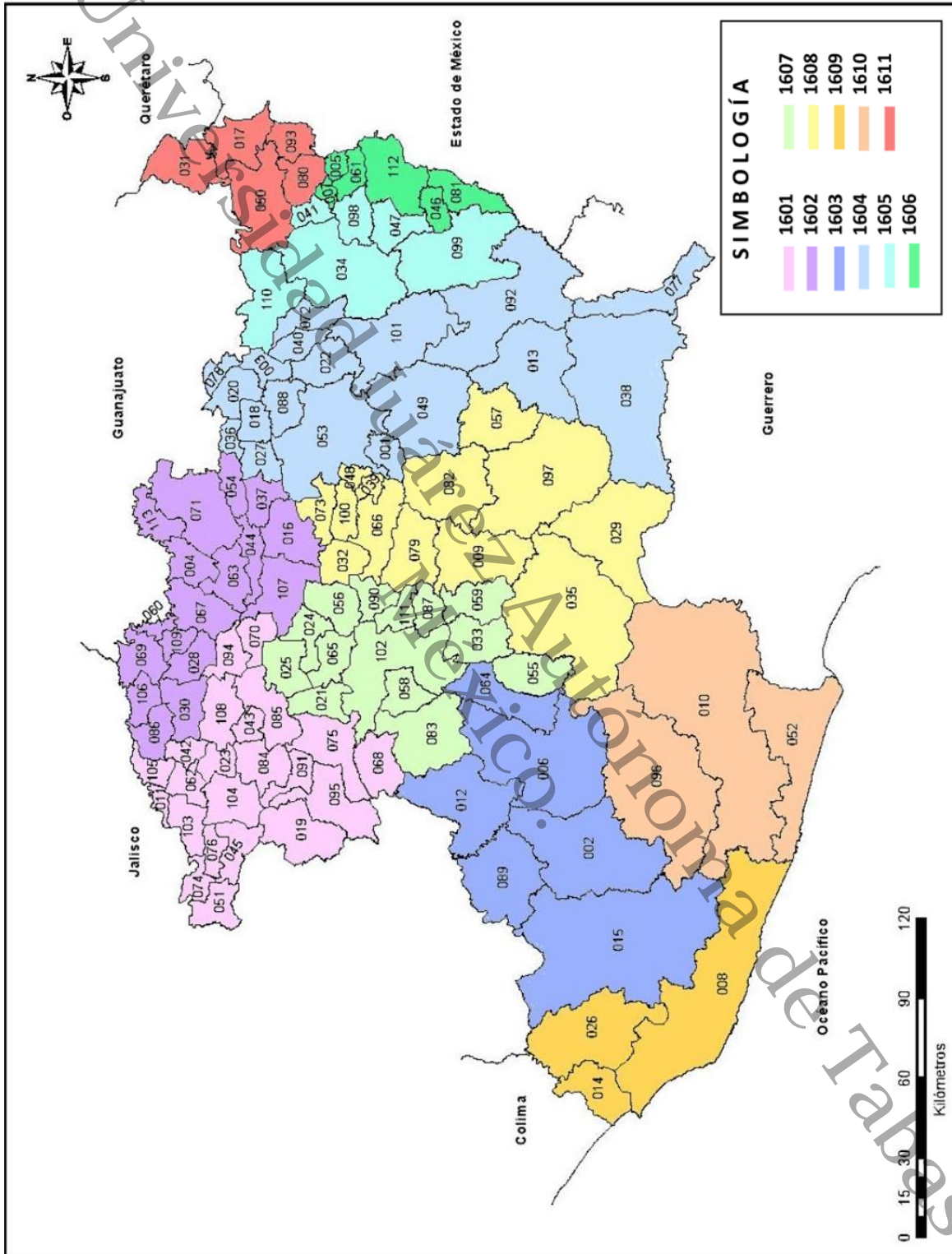


Figura 13. UMAFORES con división política del estado de Michoacán.

## 8. CONCLUSIÓN

En virtud de que los inventarios ambientales representan una pieza fundamental para para conocer y gestionar de manera sustentable los recursos que tenemos a nuestro alcance, el desarrollo de este inventario de los sistemas epicontinentales ubicados en el estado de Michoacán de Ocampo nos permite tener una base de datos que sirve como fuente de información para comprender y conocer los sistemas hídricos de la zona, ya sea para futuras investigaciones o como instrumento para la gestión de este importante recurso.

Según los datos obtenidos podemos concluir que Michoacán cuenta con una gran extensión hídrica que puede ser aprovechada, pero debe ser gestionada correctamente para evitar alteraciones en la calidad de la misma y al ser el principal estado productor de aguacates, teniendo un 41.8% de sus cuerpos totales destinados para la producción de dicha fruta, es de suma importancia que se tenga un inventario que ubique cada uno para su conocimiento, monitoreo y supervisión de su manejo del agua.



## 9. LITERATURA CITADA

- Athie Lambarri, M.** (1987). *Calidad y cantidad del agua en México*. Fundación Mexicana para la Educación Ambiental. Universo XXI. 152 pp.
- Arredondo Figueroa, J. L. y C. Aguilar Díaz.** (1987). *Bosquejo histórico de las Investigaciones Limnológicas en Lagos Mexicanos, con especial énfasis en su Ictiofauna. Mem. De la 1era. Reunión "Alejandro Villalobos"*. UNAM. 92-133.
- Arreguín Cortés, F. I., R. Murillo Fernández y H. Marengo Mogollón.** (2013). *Inventario Nacional de Presas*. Tecnología y Ciencias del Agua. IV (4):179-185.
- ASEA.** (2020). *Informe Preventivo de Impacto Ambiental Industria del Petróleo: Estación de Servicio*. SEMARNAT.
- Bedolla Ochoa, C. F. Bautista, T. Ihl e I. Dubrovina.** (2017). *Diversidad de suelos y su distribución espacial. En: La biodiversidad en Michoacán*. Estudio de Estado 2. Vol. 1. Conabio, México. 55-63.
- Beltrán Álvarez, R., J. Sánchez Palacios y G. Arroyo Bustos.** (2015). *Diagnóstico Limnológico y Pesquero de los principales embalses de Sinaloa*. CEDRESSA. 234 pp.
- Bronshtein, I.N., K. A. Semendyayev, G. Musiol, H. Mühlig.** (1973). *Manual de Matemáticas*. Editorial Mir. 694 pp.
- Calderón Gonzáles, C. S.** (2019). *Propuesta de diseño de la estructura de un pavimento rígido para área rural* [Tesis de licenciatura, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo].
- Castillo Campos, G., C. Castillo Romano, J. Pale Pale y P. Moreno Casasola.** (2012). *Inventario y caracterización de Humedales en la cuenca del río Papaloapan, México*. Tecnología y Ciencias del agua. III (2):131-139.
- Carlson, R. E.** (1977). *An Index Trophic State Index for lakes*. *Limnology and Oceanography*. 22(2):361-369.
- CENTRAL WATER COMMISION.** (2019). *National Register of Large Dams-2019*. Government of India. 300 pp.
- CENTRO DE MANEJO DE RECURSOS COSTEROS DEL ESTADO DE SINALOA.** (2007). *Embalses del estado de Sinaloa, México*. Gobierno del estado de Sinaloa. 16 pp.
- Cheruvellil, K. S., P. A. Soranno, I. M. McCullough, K. E. Wester, L. K. Rodriguez y N. J. Smith** (2021). *LAGOS-US v1.0: Data module of location*,

*identifiers, and physical characteristics of lakes and their watersheds in the conterminous U.S. Limnology and Oceanography Letters. 6:270-292.*

**COMISION NACIONAL DEL AGUA.** (2014). *Situación del Subsector de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento.* Conagua, Semarnat. México.

**CONAFOR.** (2010). *Unidad de Manejo Forestal ARS Bajío Michoacano.* Estudio Regional Forestal.

**Correa P., G.** (1973). *Fisiografía. En: Memorias del vi Congreso Nacional de Geografía.* Uruapan.

**De la Lanza Espino, G. y J. L. García Calderón.** (1995) *Lagos y Presas de México.* Centro de Ecología y Desarrollo. 320 pp.

**Delebecque, A.** (1989). *Les lacs francais.* Berenger. Paris. 435 pp.

**DIVISION OF WATERS, SOIL AND MINERALS.** (1968). *An inventory of Minnesota lakes.* Minnesota Conservation Department. Bulletin No. 25. 498 pp.

**DOF. Carta Nacional Pesquera. Diario Oficial de la Federación.** DOF. México. 2010 (diciembre de 2010).

**DOF. Carta Nacional Pesquera. Diario Oficial de la Federación.** DOF. México. 2012. (24 de agosto).

**Egorov, A. B.** (1993). *Mongolian salt lakes: some features of their geography, thermal patterns, chemistry and biology.* Hydrobiology. 267:13-21.

**EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY.** (1994). *European rivers and lakes. Assesment of their enviornmental state.* P. Kristensen y H.O. Hansen (Eds.) EEA Monographia. Copenhagen. 122 pp.

**FAO-AQUASTAT.** (2022) *Sistema de información sobre el uso del agua en la agricultura y el medio rural de la FAO.* 2015. Disponible en: [www.fao.org/nr/water/aquastat/main/indexesp.stm](http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/indexesp.stm). Fecha de consulta: enero de 2022.

**Granados Ramírez, J. G., J. L. Gómez Márquez, B. Peña Mendoza y M. Martínez Alanís.** (2014). *Inventario de cuerpos de agua del estado de Morelos.* AGT Editor, Méx. 357 pp.

**Gilliland, J. A.** (1973). *Inventory of Canadian freshwater lakes.* Environment Canada. Inland Water Directorate. Ottawa. 34 pp. 569 maps.

**Gobierno del Estado de México.** (2008). *Diagnóstico Ambiental de las Dieciséis Regiones del Estado de México.* Secretaría del Medio Ambiente. Gobierno del Estado de México. 33 pp.

**GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO.** (1999). *Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de México*. Secretaría de Ecología.

**Henderdorf, C. E.** (1984). *Inventory of the morphometric and limnologic characteristics of the large lake of the world*. Ohio State University. Sea Grant Program. *Tech. Bull.* 17. OHSU. 78 pp.

**Hernández, A. M., M. A. V. Escobar y G. D. Zavaleta.** (1993). *Actualización del estudio, manejo y explotación acuícola de los embalses de México*. In: Palacios, J. R. J. y E. Varesi (Eds.). *Avances en el manejo y aprovechamiento acuícola de embalses en América Latina y El Caribe*. Documento de Campo No. 8, FAO, México. 162 pp.

**<https://sigajalisco.org.mx>**: revisado el 11 de febrero de 2022.

**ICOLD. Comité Mexicano de Grandes Presas.** 2011. [www.icold-cigb.org/GB/ICOLD/icold.asp](http://www.icold-cigb.org/GB/ICOLD/icold.asp). Fecha de consulta noviembre 2021.

**INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y GEOGRAFIA.** (1985). *Nomenclátor del estado de Michoacán*. 44 pp.

**INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y GEOGRAFIA.** (2007). *Estados Unidos Mexicanos VII Censo Agropecuario*. 156 pp.

**INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y GEOGRAFIA.** (2017). *Anuario Estadístico y Geográfico del Michoacán de Ocampo*. 376 pp.

**INTERNATIONAL COMMISSION LARGE DAMS.** (2011). *The history of the World Register of Dams*. París.

**Jiménez, C.B., J.C. Durán, J. M. Méndez y C. Caridad.** (2010). En: Jiménez C., M.L. Torregrosa y L. Aboites (Eds.). *El Agua en México: cauces y encauces*. AMC, Conagua. México. <https://presas.conagua.gob.mx/inventario/>: Revisado el 28 de enero de 2022.

**Johnson, G. y L. Verheust.** (1998). *Database of South African Surface Water bodies, source, content and data structure*. Doc. ALCOM No. 18. Harare, ALCOM/FAO. 26 pp.

**Kharake, A. y V. S. Raut.** (2020). *Evaluación del índice de calidad del agua y correlación para el estudio del deterioro del río Pravara*. *Ecología Aplicada y Ciencias Ambientales*. 8(5):465-471.

**Kurata, A.** (1990). *Natural lakes in Japan*. Lake Biwa. Res. Inst. Ann. Rep. Otsu. 65-73.

**Medina Torres, S. M., M. Márquez Olivas y E. García Moya.** (2007). *Uso y selección de embalses por el pato mexicano (anas diazi) en la Región del Llano, Aguascalientes-Jalisco, México.* Acta Zoológica Mexicana. 23(2):163-181.

**Mercado H. y Palmerín M.** (2012). *El estado de Michoacán y sus regiones turísticas.* Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

**Meybeck, M.** (1995). Global distribution of lakes. In: A. Lerman, D. Imboden y J. Gat (Eds.). *Physic and chemistry of the lakes.* Springer-Verlag. 1-35.

**Moreno Fuentes, R. (1962).** *Boletín del Área de Piscicultura Rural.* Secretaría de Industria y Comercio. 61 pp.

**Nikitin, A. M.** (1977). *Morphometry and morphology of lakes in Central Asia.* Tr. Sredneaziat Regional Nauk Issled. Gidionet. Inst. V. A. Bugaeva. 50(131):4-21.

**Nontji, A.** (1994). *The status of Limnology in Indonesia.* Mitt. Int. Ver. Limnol. 24:95-114.

**Pérez Prieto, E. S., D. Vazquez Lunas, A. Returete Aporte, A. H. Hernández Romero, M. C. Cuevas Díaz y E. Hernández Acosta.** (2018). *Inventario de cuerpos de agua de la Cuenca Baja del arroyo Michapan, Veracruz, México.* Agroproductividad. 11(9):55-58.

**PNUMA, GEMS.** (2007). *Program Water Quality Outlook. PNUMA Sistema Mundial de Vigilancia del Medio Ambiente, Programa del Agua, Instituto Nacional de Investigación sobre el Agua.* Canadá.

**Quirós, J. R. y E. Drago.** (1985). *Relaciones entre variables físicas, morfométricas y climáticas en lagos patagónicos.* Rev. Asoc. Ciencias Naturales Litoral. 16:181-189.

**Rodríguez Rodríguez, E.** (2002). *Las lagunas continentales de Tabasco.* Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Colección José N. Rovirosa. 264 pp.

**Sandoval, S., J. G. Escobar Flores y E. Sánchez Ortiz.** (2020). *Inventario de cuerpos de agua de la Sierra Madre Occidental. Investigaciones Geográficas.* 102:1-12.

**SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACION.** (2014). *Atlas Pesquero y Acuícola de Michoacán.* Gobierno del Estado de Michoacán. 112 pp.

**SEMARNAT.** (2012) *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México.* SNIARN. Capítulo 6. 363-364 pp.

**Shuncai, S.** (1988). *Lakes in China and lacustrine sedimentology, a brief survey*. Mitt. Geol. Palaont. Inst. Univ. Hamburgo. 65:165-175.

**Sippel, S. J., S.K. Hamilton y J. M. Melack.** (1993). *Inundation área and morphometry of lakes on the Amazonan River floodplain, Brazil*. Arch. Hydrobiol. 123:385-400.

**Sugunan, V. V.** (1997). *Fisheries Management of small water bodies in seven countries in Africa, Asia and Latin America*. FAO, Fisheries Circular No. 933. 149 pp.

**Tamrazyan, G. P.** (1974). *Total lake water resources of the planet*. Bull. Geol. Soc. Finl. 46:23-27.

**Tello, B. y F. López.** (1988). *Los lagos. Guía Física de España*. No. 4. Alianza Editorial, España. 264 pp.

**Tomasini, E.O.** (1992). *Situación actual y las perspectivas de la acuicultura en México*. In: *Manejo y explotación acuícola de embalses de agua dulce en América Latina*. Documento de Campo No. 1. FAO, México. 130 pp.

**Treviño Garza, E. J.** (2005). *Identificación, Ubicación y Diagnóstico de los embalses permanentes e intermitentes del Estado de Nuevo León*. Universidad Autónoma de Nuevo León. 28 pp. +Anexos

**Valencia García, E.** (2021). *Diseño de Presas de Concreto* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. <https://idoc.pub/documents/tesis-diseño-de-presas-de-concreto-unam-d4pqxdm0p9np>.

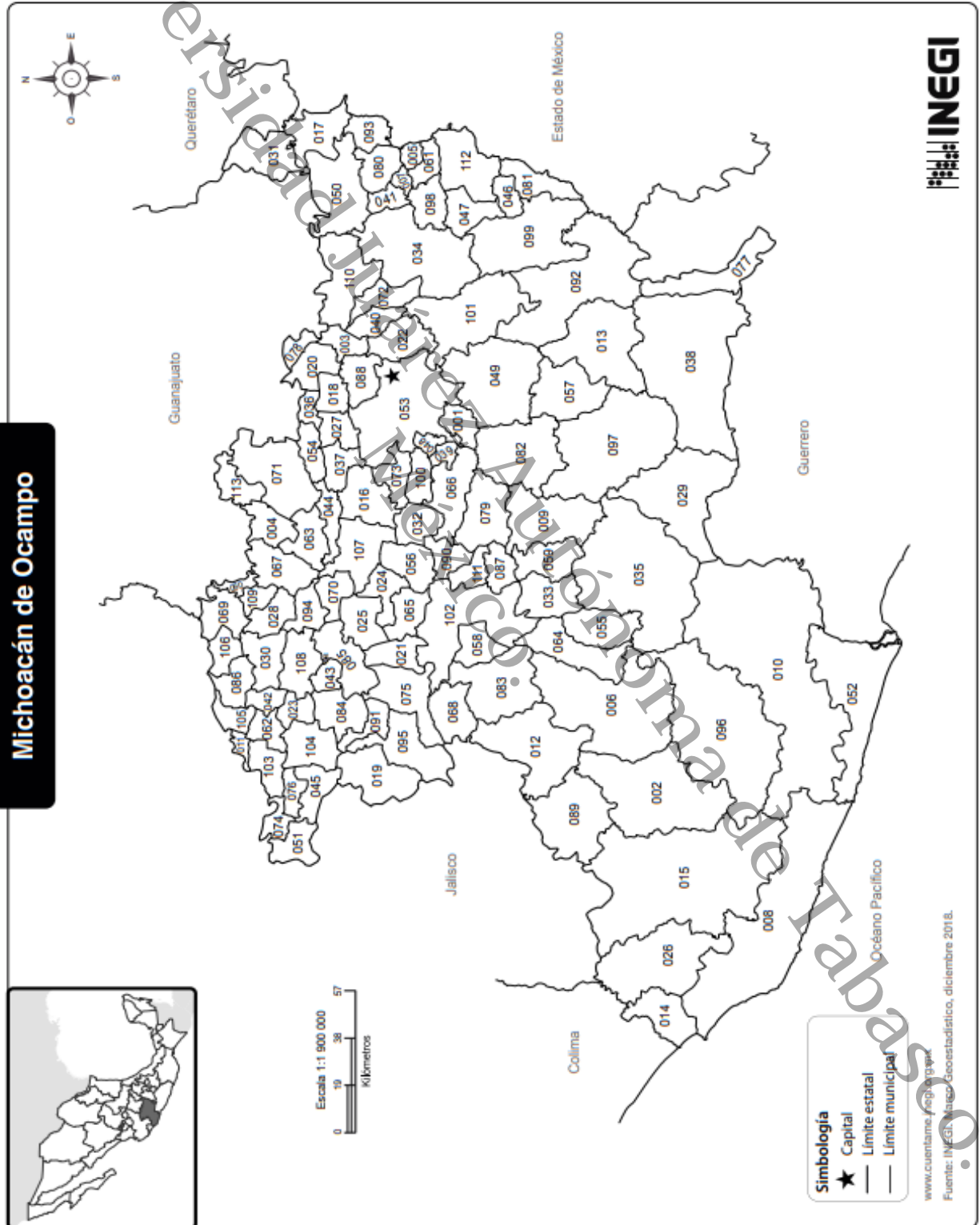
**Van der Leeden, F. F., L. Troise y D.K. Tood.** (1989). *Water Enciclopedia*. Lewis. 808 pp.

**Williams, W. D.** (1964). *A contribution to lake typology in Victoria Australia*. Verh. Int. Ver. Limnol. 15:158-168

**World Reference Base for Soil Resources.** (2006). *A framework for international classification, correlation and communication*. World Soil Resources Reports núm. 103. FAO, Roma.

# 10. ANEXOS

## Anexo 10.1. Municipios de Michoacán



## Michoacán de Ocampo

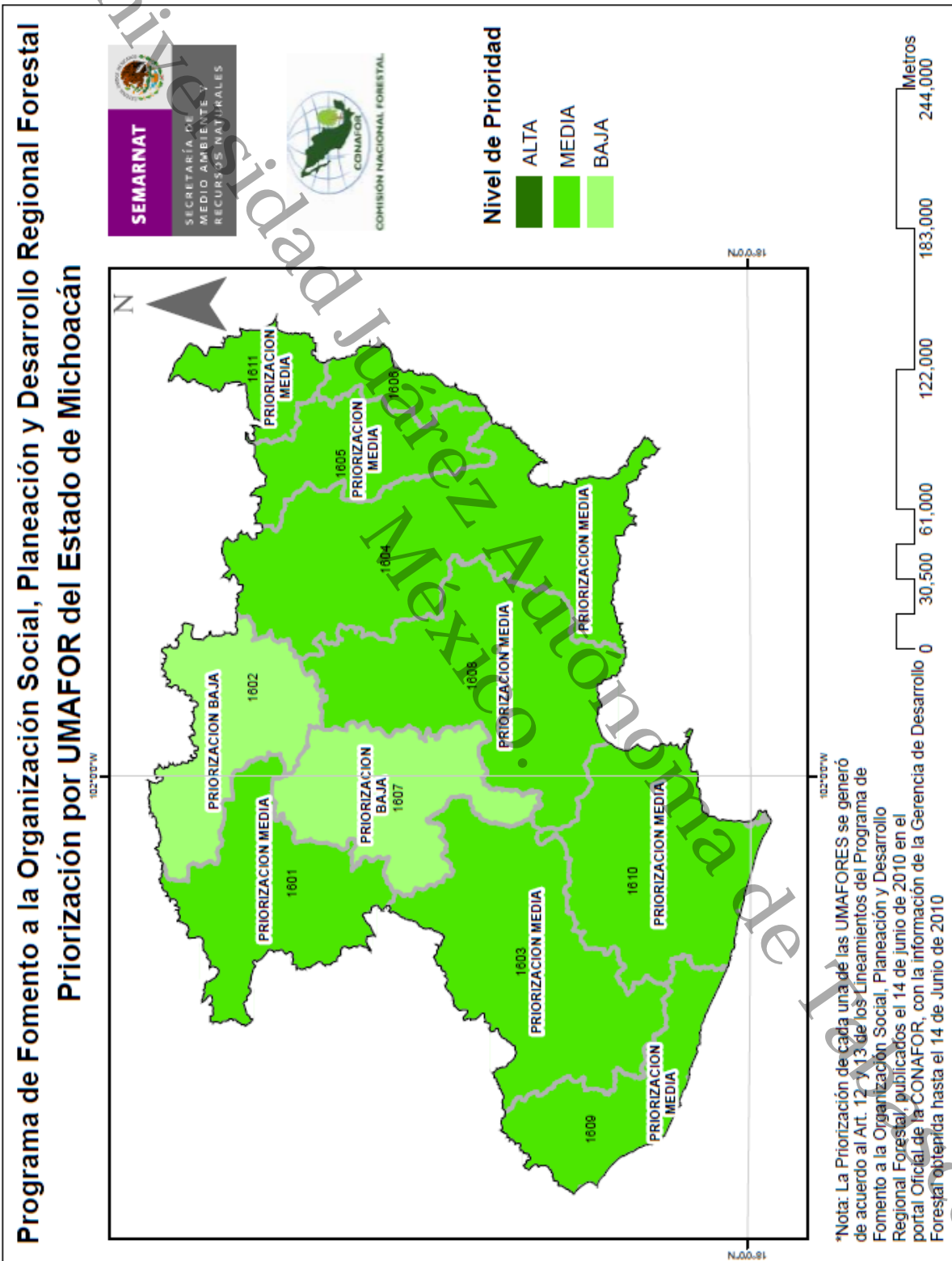
### Municipios:

1	Acuitzio	39	Huiramba	77	San Lucas
2	Aguililla	40	Indaparapeo	78	Santa Ana Maya
3	Álvaro Obregón	41	Irimbo	79	Salvador Escalante
4	Angamacutiro	42	Ixtlán	80	Senguilo
5	Angangueo	43	Jacona	81	Susupuato
6	Apatzingán	44	Jiménez	82	Tacámbaro
7	Aporo	45	Jiquilpan	83	Tancitaro
8	Aquila	46	Juárez	84	Tangamandapio
9	Ario	47	Jungapeo	85	Tangaricuaró
10	Arteaga	48	Lagunillas	86	Taahuato
11	Briσηhas	49	Madero	87	Tareán
12	Buenavista	50	Maravatio	88	Tarímbaro
13	Carácuaro	51	Marcos Castellanos	89	Tepalcatepec
14	Coahuayana	52	Lázaro Cárdenas	90	Tingambato
15	Coahuacán de Vázquez Pallares	53	Morelia	91	Tinguidín
16	Coeneo	54	Morelos	92	Tiquicheo de Nicolás Romero
17	Contepec	55	Múgica	93	Tlalpujahua
18	Copándaro	56	Nahuatzen	94	Tlazazalca
19	Cotija	57	Noquepeltaro	95	Tocumbo
20	Cuitzeo	58	Nuevo Parangaricutiro	96	Tumbiscatio
21	Charapan	59	Nuevo Urecho	97	Turicato
22	Charo	60	Numarán	98	Tuxpan
23	Chavinda	61	Ocampo	99	Tuzantla
24	Cherán	62	Pajacuátán	100	Tzintzuntzan
25	Chilchota	63	Palmitoncuaró	101	Tzitzio
26	Chinicuila	64	Parácuaro	102	Uruapan
27	Chucándiro	65	Parácho	103	Venustiano Carranza
28	Churintzio	66	Pátzcuaro	104	Villamar
29	Churumuco	67	Perijamillo	105	Vista Hermosa
30	Ecuandureo	68	Peribán	106	Yurécuaro
31	Epitacio Huerta	69	La Piedad	107	Zacapu
32	Erongaricuaró	70	Purépero	108	Zamora
33	Gabriel Zamora	71	Puruándiro	109	Zináparo
34	Hidalgo	72	Queréndaro	110	Zinapécuaro
35	La Huacana	73	Quiroga	111	Ziracuaretiro
36	Huandacareo	74	Cojumatlán de Régules	112	Zitácuaro
37	Huaniqueo	75	Los Reyes	113	José Sixto Verduzco
38	Huetamo	76	Sahuayo		





### Anexo 10.3. UMAFORES del estado de Michoacán.

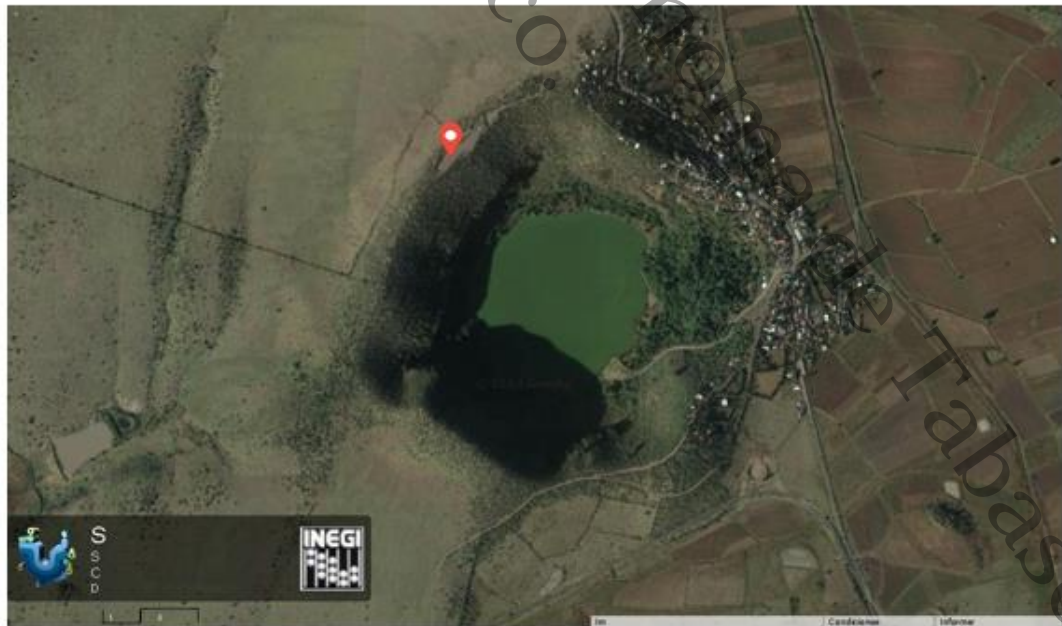


## Anexo 10.4. Tipología lacustre del estado de Michoacán

### LAGOS DE EXCAVACIÓN DE ARENA, LA TORRE, CHARO



### LAGO LA ALBERCA, JIMENEZ



**TERMOELÉCTRICA LAGUNA VERDE, OCAMPO**



**LAGO DE PATZCUARO, MICHOACÁN**



**MANANTIAL TAREJERO, COENEO**



**PRESA ZICUIRAN, LA HUACANA**



Univ.

### BORDO CON GEOMEMBRANA, TANCÍTARO



### BORDOS DE TIERRA, EPITACIO HUERTA

