

<https://doi.org/10.24275/uama.6341.2023.09.21>



De los métodos y las Maneras Número 9

Alan Edgar Rodríguez Guerrero

<https://orcid.org/0000-0003-2425-119X>

*Enfoque geográfico-histórico y
método cartográfico*

Capítulo 21

pp. 223-240

De los métodos y las maneras Número 9

Coordinador de la obra

Salvador Ulises Islas Barajas

Compilación y Editorial

Sandra Rodríguez Mondragón

Maquetación

Luis Alberto Alvarado

México

Universidad Autónoma Metropolitana

Unidad Azcapotzalco

Coordinación de Posgrado de

Ciencias y Artes para el Diseño

Primera edición impresa: **noviembre 2023**

Primera edición electrónica en pdf: **noviembre 2023**

ISBN de la colección en versión impresa: **978-607-28-1322-9**

ISBN de la colección en versión electrónica: **978-607-28-1326-7**

Obra completa:

<https://doi.org/10.24275/uama.6134.2023>

ISBN No. 9 versión impresa: **978-607-28-3040-0**

ISBN No. 9 versión electrónica: **978-607-28-3041-7**



Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

2023:

Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco, Coordinación de Posgrado de Ciencias y Artes para el Diseño.

Se autoriza la consulta, descarga y reproducción con fines académicos y no comerciales o de lucro, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica. Para usos con otros fines se requiere autorización expresa de la institución.

agua y tierra en las “ciénegas de Lerma” XIX-XXI

ALAN EDGAR RODRÍGUEZ GUERRERO

*al2212800187@azc.uam.mx
ORCID 0000-0003-2425-119X*

Introducción

Originalmente, hace más de tres siglos, se extendía un sistema isleño cubierto por un solo cuerpo de agua que abarcaba más de 27,000 ha, desde el actual municipio de Temoaya hasta los límites de Tenango del Valle y Joquicingo al sur del valle de Toluca, las ciénegas eran un continuum paisajístico de humedales, múltiples lagunas, pantanos y zonas inundables que mantenían el ciclo de vida de diversa flora y fauna acuática. Actualmente, solo quedan tres remanentes que abarcan una superficie menor a 4,000 ha, al igual que el Valle de México, desde la conquista española inició un proceso de desecación que buscaba liberar tierras para la agricultura y la ganadería, rompiendo con la cultura lacustre que daba sentido y sustento a las comunidades originarias. En ese sentido, el objetivo de la propuesta metodológica es analizar la metamorfosis del paisaje lacustre y las resignificaciones del medio natural a la par del cambio sociocultural, mediante el método cartográfico y el enfoque geográfico-histórico en la cuenca alta del río “Lerma” durante los siglos XIX-XXI.

El principal problema de investigación está relacionado con la desecación de zonas inundables y la explotación del territorio entre los siglos XIX y XXI, aunque la explotación del territorio lacustre precede el periodo de análisis por más de tres siglos, se puede decir que desde la segunda mitad del siglo XVI se registran los primeros intentos por desecar las ciénegas del río “Lerma”. A partir de ese momento y hasta el siglo XIX, se extendió una red de haciendas y ranchos que desaguaron las ciénegas del valle para crear grandes extensiones agrícolas y ganaderas. Las disputas por el territorio lacustre fueron inevitables, tras la independencia, las leyes de reforma y el largo periodo del porfiriato, se agravaron los conflictos por el agua y la tierra, marcando el inicio de la revolución mexicana y la época de la reforma agraria. La tardía llegada de la revolución industrial a México fue determinante para el proceso de urbanización de la segunda mitad del siglo XX. Estos eventos son determinantes para entender las transformaciones del territorio debido a la explotación del suelo y

la desecación de cuerpos de agua, puesto que contienen información geográfica e histórica importante sobre los actores sociales que han interactuado en el valle.

De esta manera, mediante las técnicas de investigación geográfica se adquiere conocimiento del territorio lacustre desde una perspectiva dialéctica, abordando aspectos como la propiedad y el uso de la tierra respecto a la desecación de cuerpos de agua. Es importante señalar que, en geografía como en otras ciencias, la importancia de la investigación conceptual y teórica debe estar delimitada por un estudio de caso empírico (Bozzano, et al., 2016). Por esa razón, el estudio de caso se centra en la actual Área Natural Protegida denominada “ciénegas de Lerma”.

De la misma manera, al utilizar las técnicas de investigación histórica, el estudio se fundamenta en el modelo analítico-sintético, permitiendo analizar fuentes escritas y orales de forma etnográfica y cronológica. Por ello, al utilizar planos antiguos es necesario realizar un análisis hermenéutico para interpretar, explicar y traducir la comunicación escrita, verbal y no verbal de fuentes históricas (Delgado, 2010). De manera que al combinar técnicas históricas y geográficas es posible analizar la transformación del paisaje lacustre y las resignificaciones del medio natural y sociocultural.

Después, al aplicar el método cartográfico es posible representar ideas, formas y relaciones en el plano cartesiano, así, combinando el arte del grafismo y la tecnología, se pueden trazar las zonas más afectadas por la desecación y explotación del territorio lacustre durante los últimos doscientos años. De ese modo, la cartografía se vuelve histórica y geográfica desde el momento en que se planifica su aplicación como método para generar nuevo conocimiento. Por esa razón, los mapas representan la prueba gráfica de un antiguo conocimiento que surge para ubicarse en el planeta tierra a lo largo del tiempo, como lo señala Chomel (1988, p. 13), la cartografía antigua representa la expresión gráfica de la conciencia sobre la espacialidad histórica y social, demostrando que al dibujar dichos mapas también se cuenta la historia de la humanidad en algún lugar del planeta tierra.

Finalmente, el arte de elaborar planos y mapas está completo cuando estos objetos diseñados cumplen con

su propósito de creación, al producir, acumular y transformar expresiones significativas el diseñador se vuelve un agente cultural. Lo anterior quiere decir que la creación artística-cartográfica de planos y mapas representa una técnica doble que deja registro en la historia, buscando que lo creado perdure en el tiempo a partir de la narrativa y desde de la configuración material del plano o mapa. La cartografía es tan antigua como la historia y la geografía, desde hace más de siete mil años ha persistido como una herramienta para ubicar la existencia de la especie humana en el planeta atierra.

Palabras clave:

Método,
cartografía,
enfoque geográfico-histórico.

Método y metodología

En el quehacer científico la obtención y generación de nuevo conocimiento son procesos sistematizados, se utilizan métodos que permiten abordar, comprender y argumentar un problema de estudio determinado. Por esta razón, el rigor de la investigación científica radica en la exigencia del estudio, análisis y explicación de los hechos que se definen como problemas. Este tipo de conocimiento no admite valoraciones precipitadas y en su tratamiento se requieren de conceptos y teorías para comprender el problema de estudio. Por ello, es importante tener claridad al seleccionar el método y cada instrumento o herramienta, ya que tienen una utilidad específica, individual y complementaria, para el proceso investigativo.

Es necesario tomar en cuenta que el *método* consiste en llevar a cabo una serie de procedimientos ordenados para explicar una verdad específica (Aguilera, 2013), formulando razonamientos científicos fundamentados en hipótesis y marcos teórico-conceptuales (De la Vega, 2009). De esta forma, se trata de organizar el proceso de investigación al integrar una serie de etapas en las que se gestiona el conocimiento acumulado sobre un problema de estudio mediante conceptos, teorías, variables e indicadores (Baena & Montero, 2010).

En el presente trabajo, al aplicar el método cartográfico se pone a prueba la efectividad del enfoque geográfico e histórico, considerando aspectos metodológicos como la calidad de sus atributos, articulación ética, razonabilidad, capacidad explicativa, utilidad aplicada, así como las fortalezas y debilidades de sus planteamientos (Aguilera, 2013, p. 80). El objetivo de la investigación es trazar las zonas más afectadas por la desecación de las “ciénegas de Lerma”, desde el siglo XIX hasta la actualidad, mediante el enfoque geográfico-histórico y el método cartográfico se analiza la metamorfosis del paisaje lacustre y las resignificaciones del medio natural a la par del cambio sociocultural.

La primera etapa del proceso de investigación es extensamente documental y de consulta bibliográfica, tanto en formato digital como físico, se recolectaron

fuentes de información histórica, planos cartográficos antiguos, bases de datos geográficos, entre otras, para la digitalización del perímetro de las ciénegas en múltiples periodos. Además, es necesario contar la historia de la cartografía en la Nueva España del siglo XVI al XIX, para entender las circunstancias del método cartográfico que llevaron a dibujar un mapa en papel vegetal hace quinientos años a diseñar un mapa digital en el siglo XXI.

En la tabla 1, se compila una serie de planos obtenidos, principalmente, de la Mapoteca Manuel Orozco y Berra, para los siglos XIX y XX. Mientras que el para el siglo XXI se utilizó la *Carta Geográfica del Estado de México* del IGECEM (2016) y la *Subzonificación del Área Natural Protegida “Ciénegas de Lerma”* de la CONANP (2021).

Tabla 1.

No.	Autor(es)	Año	Título
1	Miguel Constansó	1793	Plano geográfico de la mayor parte del Virreinato de la Nueva España. ¹
2	A. Arrowsmith	1810	Nuevo Mapa de México y provincias adyacentes.
3	Luis Martín y Jabbo Oltmanns	1814	Nueva Carta Constitutiva del Valle de México y las sierras vecinas.
4	Tomás Ramón del Moral	1829	Carta del departamento de México levantada en los años 1828-1829.
5	Juan Orozco	1848	Plano del Estado de México levantado durante los años de 1828 y 1829.
6	Francisco de Garay	1857	Lagunas de Lerma, proyecto de desagüe.
7	Antonio García Cubas	1858	Carta 16 Estado de México.
8	Antonio García Cubas	1858	Carta 17 Valle y Distrito de México
9	Aguste Dollfus & Eugene Monserrat	1865	Croquis geológico y topográfico de los alrededores de Toluca.
10	Antonio García Cubas	1872	Carta General del arzobispado de México.
11	Antonio García Cubas	1885	Carta XXIV del Atlas geográfico, estadístico e histórico de la República Mexicana.
12	Luis Gonzaga Becerril	1900	Plano general del Estado de México
13	Ignacio Guzmán	1903	Carta general del Estado de México.
14	Manuel Calderón y Barreda	1913	Plano hidrográfico de la cuenca del río de Lerma
15	Facultad de Ingenieros	1927	Plano de la ciudad de Lerma.
16	Dirección de Estudios Geográficos y Climatológicos	1928	Memoria general de los trabajos ejecutados por el Departamento Geográfico de Campo.
17	Comisión Nacional Agraria	1933	Conjunto de haciendas en el Estado de México.
18	Luis G. Becerril y Ricardo Hernández	1958	Mapa del Estado de México de 1958
19	Santiago Méndez, Miguel Iglesias & Eleuterio Méndez	Siglo XX	Plano topográfico del terreno explorado entre México-Toluca.
20	s.a.	Siglo XX	Plano del Estado de México.
21	Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México	2016	Carta Geográfica del Estado de México.

Serie de cartografía histórica, siglos XIX-XXI. (Fuente: elaboración propia).

1. Es el mapa más antiguo donde se representan las ciénegas del “Río Lerma” hace más de 200 años.

La segunda etapa consiste en el acondicionamiento geo informático de la información digitalizada y la generación de los insumos necesarios para el análisis cartográfico. Estos recursos son integrados en capas geográficas mediante software libre para elaborar cartografía digital que nos permitirá trazar las zonas más afectadas por la desecación. Simultáneamente, se utilizan datos oficiales de la Red Nacional de Caminos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, (2021) y el Marco Geoestadístico Nacional (2022) para elaborar la cartografía sobre el entorno territorial de las “ciénegas de Lerma”. Finalmente, en la tercera etapa se presentan los resultados de la cartografía lacustre y se discuten las principales transformaciones socioculturales, analizando los procesos ambientales asociados a dicha metamorfosis.

Antecedentes del método cartográfico

Durante mucho tiempo, la ciencia occidental sostuvo que la cartografía mesoamericana obtuvo mayor validez con la llegada de los españoles en el siglo XVI, pero hace tiempo se demostró que durante los siglos VI y IX se diseñaron una serie de mapas en estelas de piedra que fueron colocadas en edificios prehispánicos. Estos monumentos pétreos ubicados en la zona arqueológica de Xochicalco en el Estado de Morelos, la *Piedra del Palacio* y la *Estela de Telama*, datan de mediados del periodo clásico tardío. Así, se extiende la historia de la cartografía mesoamericana al descubrir escenas de paisajes prehispánicos dibujadas a partir de características geográficas fijadas por las narrativas históricas de los toltecas-chichimecas (Helmke, et al., 2017).

A diferencia de la cartografía occidental, la cartografía mesoamericana del epiclásico no representaba el “espacio” como un momento sincrónico, por el contrario, lo conecta con el tiempo y lo denomina *tlacauhtli*, una dualidad de ambos términos. Por esa razón, escalas, distancias y proporciones son diferentes, además, el punto cardinal central está orientado al este por el eje que transita el sol diariamente. Mientras que la cartografía prehispánica incluía datos históricos, geográficos-cartográficos-topográficos y míticos, la cartografía occidental, orientada al punto cardinal del norte, representaba información, principalmente, geográfica-topográfica.

Antes de la caída de Tenochtitlan en 1521, las civilizaciones mesoamericanas elaboraron una serie de libros antiguos (*amoxtli*) que registraban cuestiones históricas, geográficas, botánicas, agrícolas, científicas, teológicas, médicas, artísticas, entre otras, en el espacio-tiempo (*tlacauhtli*). Los que escriben pintando (*tlacuilo*) tenían la responsabilidad de diseñar estos documentos sagrados y después resguardarlos en la casa del libro (*amoxcali*). Algunos autores los han clasificados en códigos cartográficos y códigos cartográfico-históricos (Ortíz, 1997), señalando que los primeros representan, aproximadamente, el 9% del total de los manuscritos conservados del Valle de México, Puebla, Oaxaca y la península de Yucatán, mientras que los segundos el 20% de los más de 400 códigos registrados (Glass, 1975).

Por un lado, los códigos cartográficos son mapas de las regiones donde las toponimias hacen referencia a la distribución de los lugares en el *tlacauhtli*, este tipo de documento conserva la técnica tradicional prehispánica al usar huellas humanas para representar caminos, agregando simbología del agua para indicar cuerpos de agua y ríos, así como el uso de cerros para señalar la ubicación de un lugar poblado. Por otro lado, los códigos cartográficos-históricos integraron datos cartográficos, históricos y genealógicos, dibujados en lienzos al estilo occidental, indígena o mixto por órdenes de los conquistadores. Estos últimos son importantes porque añaden líneas para delimitar fronteras territoriales, glifos para dibujar el centro, topónimos para señalar la periferia, esquemas genealógicos gobernantes locales y escenas históricas (Ortíz, 1997, p. 302).

También en los códigos elaborados antes del siglo XVI están presentes las amplias diferencias respecto a la cartografía occidental, por ejemplo, el código “Fejérváry-Mayer”, aunque no es considerado un mapa, representa la estructura nahua para organizar el “espacio” y el “tiempo” como una dualidad que llamaron *tlacauhtli*, es decir, a partir de cuatro direcciones cardinales y un centro, el tiempo “se va dejando” en el “espacio que ha sido dejado permanentemente” (León Portilla, 2003, p. 181). Lo mismo sucede en el código *Xolotl* al representar 400 años de historia chichimeca, desde la llegada al lago de Texcoco hasta la dinastía de Nezahualcóyotl.

Al igual que otros manuscritos de tipo pictográfico-cartográfico, el original se extravió después de la llegada de los españoles y durante los siglos XVI-XVII el historiador novohispano Fernando de Alva Ixtlilxóchitl lo reprodujo para elaborar la *Historia de la nación chichimeca*. El nombre de esta obra se lo dio el mexicano Carlos de Sigüenza y Góngora, después perteneció a la colección privada del extranjero Lorenzo Boturini hasta que el francés Joseph Marius Alexis Aubin se llevó este y muchos otros códices de manera clandestina a París.¹

En el caso de los mapas de las relaciones geográficas de *Cempoala*, *Epazoyuca* y *Tetliztaca*, se representaron entidades políticas y las regiones, aplicando una encuesta entre 1559 y 1601 por órdenes de la corona española. Particularmente, en el emblemático mapa de Cempoala se puede apreciar un sincretismo cartográfico al combinar el plano de la ciudad con la descripción del paisaje en glosa occidental, al mismo tiempo que se utilizan técnicas de pintura tradicional prehispánica para dibujar personajes y glifos. En ese momento, los tlacuilos novohispanos eran los responsables de elaborar los lienzos transportables para los friales y los frescos de las iglesias franciscanas como de los monasterios agustinos. Por esta razón, las poblaciones que tenían edificios religiosos con murales, también, tenían los mejores mapas de las relaciones geográficas enviadas al rey de España (Mundy, 2000).

En gran parte de los códices se describe la historia de los pobladores que se asentaron en los valles de México y Toluca, se encuentran múltiples representaciones del medio lacustre, siendo la cartografía una de las técnicas para dibujar acontecimientos que se relataron mediante sucesos históricos, lugares, fechas y pictogramas. Además, la mayoría de los códices fueron elaborados en materiales perecederos como papel amate, fibra de maguey y piel de animal, por lo que muchos de estos han desapa-

recido con el tiempo. Gran parte de estos documentos se realizaron poco antes, durante y después de la caída de Tenochtitlan, por esa razón, gran parte de la cartografía mesoamericana contiene influencias occidentales en el diseño y producción de mapas.

El *Plano de Tenochtitlán* y la segunda carta de relación al Rey Carlos, enviados por Hernán Cortes después de escapar de la ciudad mexicana en la noche triste de 1520, son determinantes para entender las circunstancias del método cartográfico al interactuar con otra cultura y desarrollar estrategias de comunicación, garantizando la posibilidad de incorporar, intercambiar y complementar nuevos métodos, técnicas y conocimientos. Este mapa apareció impreso por primera vez en 1524 en la ciudad de Nuremberg, Alemania, la razón de su ubicación es que el primer impresor de la carta de relación también fue el primer reproductor de dicho mapa, el alemán Jacobo Cromberger nacido en dicha ciudad, que llegó a Sevilla en la última década del siglo XVI y fundó una dinastía de impresores en la región española.

El resultado epistemológico de este proceso histórico ha demostrado que el conocimiento cartográfico tiene periodos de progreso y crisis, queda claro que al transcurrir el tiempo se puede añadir nuevo conocimiento a ya existente. Otra prueba de ello es la elaboración de cartografía colonial antes de la independencia de México, tal es el caso del *Plano del sistema lacustre del Valle de México* de Carlos Sigüenza y Góngora (1748) y el *Plano de la Nueva España* de José Antonio de Alzate y Ramírez (1769). Especialmente, en el *Plano geográfico de la mayor parte del Virreinato de la Nueva España*, creado por Miguel Constanzó en 1793, se encuentra la representación cartográfica más antigua de las “ciénegas de Lerma”, figurando como un solo cuerpo de agua antes del periodo de análisis (Imagen 1).

Después de la visita de Alexander von Humboldt y Karl Ritter a México en 1803, algunas instituciones nacionales adquirieron un gran desarrollo científico al cambiar la visión descriptiva de la geografía por una

¹ También en el código *Cuauhtinchan* se dibujaron una serie de mapas con la ubicación de montañas como el *Iztaccihuatl*, Popocatepetl, Pico de Orizaba (*Citlaltépetl*), Cerro de la Malinche (*Matlacueye*), Cofre de Perote (*Nappatecuhtli*) y algunos accidentes geográficos relacionados con ritos sagrados. Estos documentos histórico-cartográficos representan la historia de los *chichimecas* que partieron desde *Chicomoztoc* en el siglo XII para conquistar *Cholollan* junto a los *toltecas-chichimecas*.



Imagen 1. Parte del Plano geográfico de la mayor parte del Virreinato de la Nueva España (Miguel Constanzo, 1793).

más analítica.² El resultado de su visita les permitió completar el diseño de la *Carta geográfica de México y de los países limítrofes situados al norte y al este* en 1881. También se fundó la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística en 1833, la primera de tipo científica en América, para conocer, construir y divulgar la cartografía del nuevo México independiente.

Durante la primera mitad del siglo XIX se diseñaron una serie de trabajos cartográficos que trazaron a las “ciénegas de Lerma” como dos cuerpos de agua. Por ejemplo, el *Nuevo Mapa de México y provincias adyacentes de Arrowsmith en 1810* (Imagen 2) y la *Nueva*

Carta Constitutiva del Valle de México y las sierras vecinas de Luis Martín y Jabbo Oltmann en 1814 (Imagen 3). De la misma manera, en el *Plano del Estado de México levantado durante los años de 1828 y 1829* (Imagen 4), el geólogo Juan Orozco y Berra dibujó dos cuerpos de agua en el valle de Toluca, el primero cubría desde Almoloya del Río hasta Cholula y el segundo se extendía de Lerma hasta el lindero noroeste de la hacienda San Nicolas Peralta, en los límites de Temoaya y Otzolotepec.

En 1857 el ingeniero Francisco de Garay trazó el plano del primer proyecto federal de desagüe de las “Lagunas de Lerma” (Imagen 5), sin embargo, derivado de las disputas por el agua y la tierra, las obras comenzaron hasta la década de los setenta del mismo siglo. Algunas autoras consideran que desde ese momento inició el gran desecamiento de las antiguas ciénegas del río Chiconahuatenco (Albores, 1995; Boehm & Sandoval, 1999).

2 A nivel internacional surgieron los primeros antecedentes del análisis espacial a través de la cartografía epidemiológica elaborada por el francés Charles Picquet en 1832 y el inglés John Snow en 1854. En París comenzaron a usar gradientes de color para representar geográficamente el porcentaje de muertes por cólera por cada mil habitantes, mientras que en Londres localizaron una serie de puntos en el mapa, respecto a la red de suministro de agua y alcantarillado, para entender la distribución de los casos de cólera.



Imagen 2. Parte del Nuevo Mapa de México y provincias adyacentes (Arrowsmith, 1810).



Arriba Imagen 3. Parte del Nueva Carta Constitutiva del Valle de México y las sierras vecinas (Luis Martín y Jabbo Oltmanns, 1814).



Derecha Imagen 4. Parte del Plano del Estado de México levantado durante los años de 1828 y 1829 (Juan Orozco y Berra, 1848).

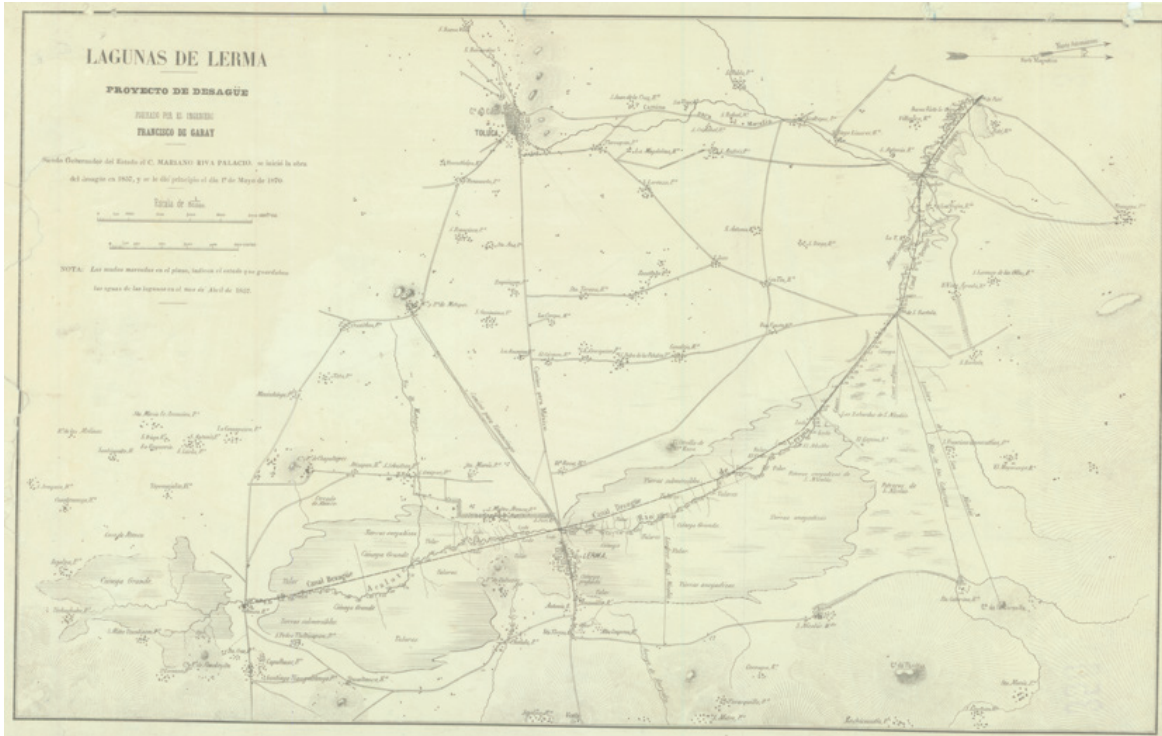


Imagen 5. Lagunas de Lerma, proyecto de desagüe (Francisco de Garay, 1857).

Tras la fundación de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística en 1833, se formó un grupo de integrantes destacados, entre los que sobresale el padre de la estadística en México, Antonio García Cubas, que también representó las “ciénegas de Lerma” como un solo cuerpo de agua en la *Carta 16 Estado de México* (Imagen 6), la *Carta 17 Valle Distrito de México* (Imagen 7) en el Atlas Geográfico, Estadístico e Histórico de la República Mexicana (1858).

Lo mismo sucede en el Croquis geológico y topográfico de los alrededores de Toluca en 1865, elaborado por los franceses A. Dollfus y E. de Monserrat, representaron a las “ciénegas de Lerma” como un sistema isleño de un suelo cuerpo de agua (Imagen 8). Al mismo tiempo, entre 1854 y 1869 el pintor Casimiro Castro utilizó técnicas artísticas para realizar trabajos litográficos sobre *México y sus alrededores*, después, mediante múltiples vistas aéreas desde globos aerostáticos elaboró *el Plano General de la Ciudad de México en 1875*.

En la *Carta General del arzobispado de México en 1872* (Imagen 9) y la *Carta XXIV* (Imagen 10), nuevamente, las ciénegas fueron dibujadas como dos cuerpos de aguas unidos por el río. A principios del siglo XX, el gobernador José Vicente Villada ordenó a Luis Gonzaga Becerril realizar el *Plano General del Estado* (Imagen 11), sin embargo, por alguna razón no dibujó la región norte de la antigua laguna, asumiendo que esta zona está desecada. En la *Carta General del Estado de México de 1903* (Imagen 12), Ignacio Guzmán deja de lado las mismas ciénegas de la región norte y las restantes las divide en dos cuerpos de agua.

También en el *Plano hidrográfico de la cuenca del río de Lerma de 1913* (Imagen 13) se dibuja un cuerpo de agua de menor tamaño, pero las ciénegas de la región norte se trazan con mayor extensión que los trabajos previos. Como se ha podido observar, en mucha de la cartografía histórica se representa a las “Ciénegas de Lerma” en múltiples dimensiones, contemplando, en algunos casos, uno y dos cuerpos de agua.



Imagen 6. Parte de la Carta 16 Estado de México (Antonio García Cubas, 1858).

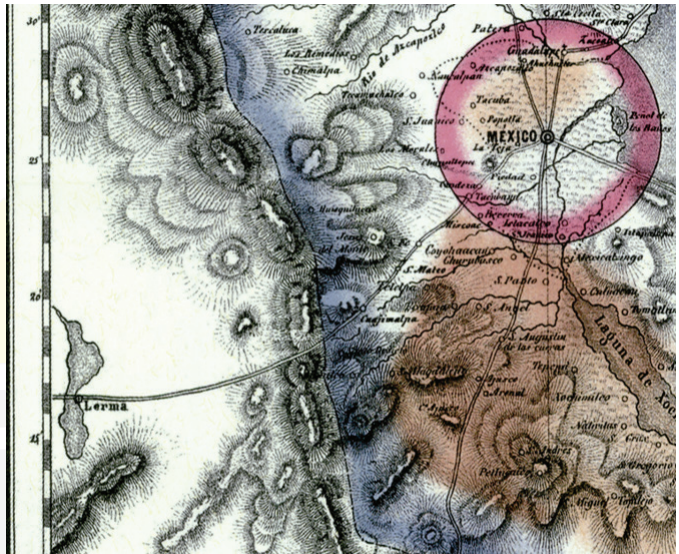


Imagen 7. Parte de la Carta 17 Valle Distrito de México (Antonio García Cubas, 1858).

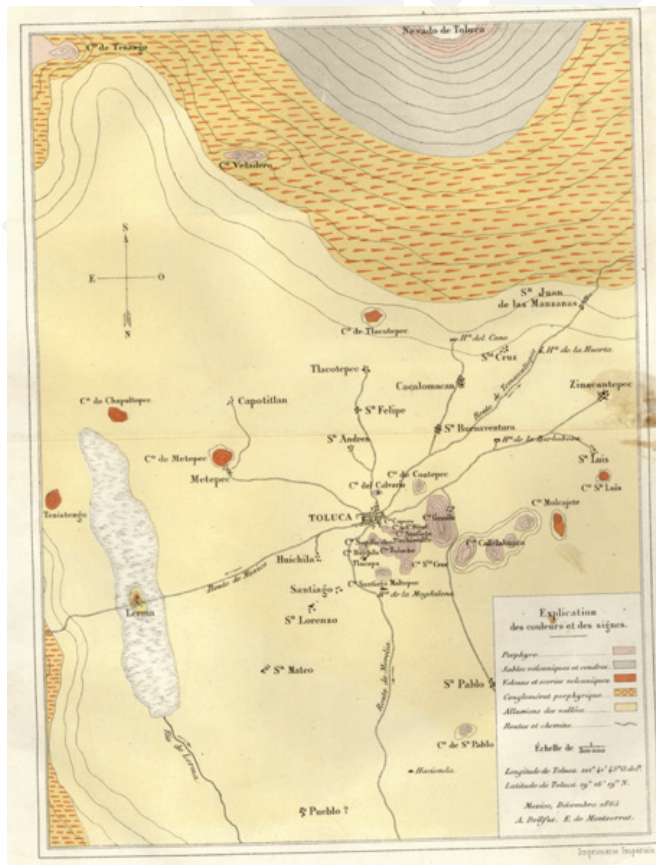


Imagen 8. Croquis geológico y topográfico de los alrededores de Toluca (A. Dollfus y E. de Monserrat, 1865).



Imagen 9. Parte de la Carta General del arzobispado de México (Antonio García Cubas, 1872).



Imagen 10. Parte de la Carta XXIV (Antonio García Cubas, 1872).



Imagen 11. Parte del Plano General del Estado de México (Luis Gonzaga Becerril, 1900).



Imagen 12. Parte del Plano General del Estado de México (Ignacio Guzmán, 1903).

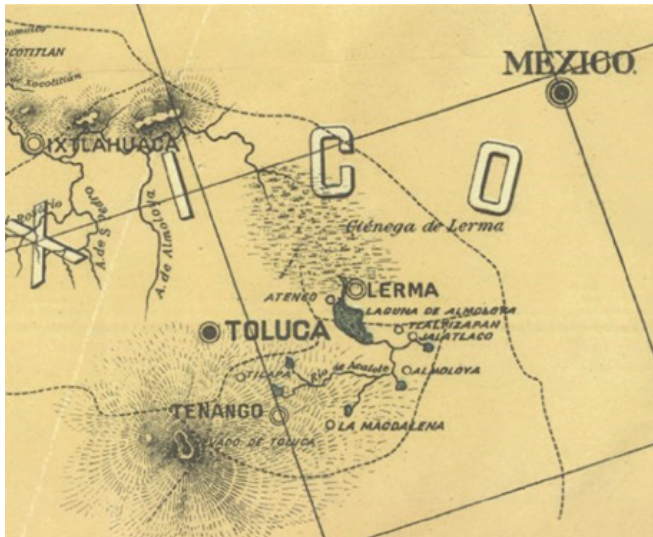


Imagen 13. Parte del Plano Hidrológico de la cuenca del río Lerma (Manuel Calderón y Barreda, 1913).

Por otra parte, durante las prácticas de topografía de la facultad de ingenieros del Estado de México, en 1927 realizaron el *Plano de la ciudad de Lerma* (Imagen 14) donde se puede identificar que el agua llegaba hasta lo que ahora son las principales entradas a la cabecera municipal. Mientras que, en la *Expedición Geodésica del Río Lerma* durante 1927 y 1928, el Departamento Geográfico de Campo de la Dirección de Estudios Geográficos y Climatológicos mostró evidencia cartográfica de los remanentes de agua que rodeaban la isla de la ciudad de Lerma y la isla de San Pedro Tultepec (Imagen 15).

En esa misma década, la Comisión Nacional Agraria (1933) elaboró una serie de planos sobre los conjuntos de haciendas en el Estado de México, entre estos destaca la cartografía que abarca las haciendas de Atenco, Doña Rosa, San Nicolás Peralta, Texcaltenco, Texcalpa Canales, Del Carmen, La Crespa, Buena Vista, De la Providencia, La Purísima, Las Animas y San José, La Asunción, Tlaltizapán, San José y Guadalupe, San Diego de los Padres, Santín, De la Y, El Mayorazgo, Santa Catarina y Jajalpa (Imagen 16). Este conjunto de planos está relacionado con la reforma agraria que inicia en 1915 después de la revolución mexicana, donde el ejido se crea como un mecanismo que permite a los pueblos originarios defender el territorio y el modo de vida lacustre.

En ese sentido, la Comisión Nacional Agraria tenía como propósito dar seguimiento a la dotación de terrenos, otorgando extensiones para el fondo legal del “núcleo agrario certificado” como las zonas de parcelas, asentamientos humanos y tierras de uso común. Después del reparto agrario y la creación de núcleos ejidales, se intensificaron las disputas por el territorio lacustre, mientras que en la década de los sesenta inició la instalación del corredor industrial Toluca-Lerma para transformar, nuevamente, las actividades productivas de la región. En ese momento, Luis Gonzaga Becerril (1958) todavía dibujaba las “Ciénegas de Lerma” como un solo cuerpo de agua rodeado de zonas inundables en el *Mapa del Estado de México* (Imagen 17).

Incluso, en el Plano del terreno explorado entre México-Toluca para el trazo de la vía aún se puede observar el extenso cuerpo de agua que rodeaba la antigua isla-ciudad de Lerma, comunicando la calzada de Lerma Toluca con el camino nacional México Toluca (Imagen 18). Sin embargo, la planificación del trazo de vía del ferrocarril fractura la región norte del cuerpo de agua deja ver que persiste el interés por desecar las milenarias Ciénegas de Lerma”. Aunque no se tiene el año exacto en que se realizó el Plano del terreno explorado entre México-Toluca para el trazo de la vía, este pudo haber sido diseñado a principios de la segunda mitad del siglo XX, ya que aún se pueden observar zonas no exploradas del lado norte de la calzada Lerma-Toluca y la construcción del ferrocarril México-Toluca concluyó hasta 1883. De la misma manera, el Plano del Estado de México (Imagen 19) no tiene autor y fecha exacta de elaboración, pero se sabe que se diseñó durante la primera mitad del siglo XX, debido su parecido respecto a los planos de las imágenes 15 y 18.



Imagen 14. Plano de la ciudad de Lerma (A. Carrasco, A. Herrera, A. Legarreta, Et. al., 1927).

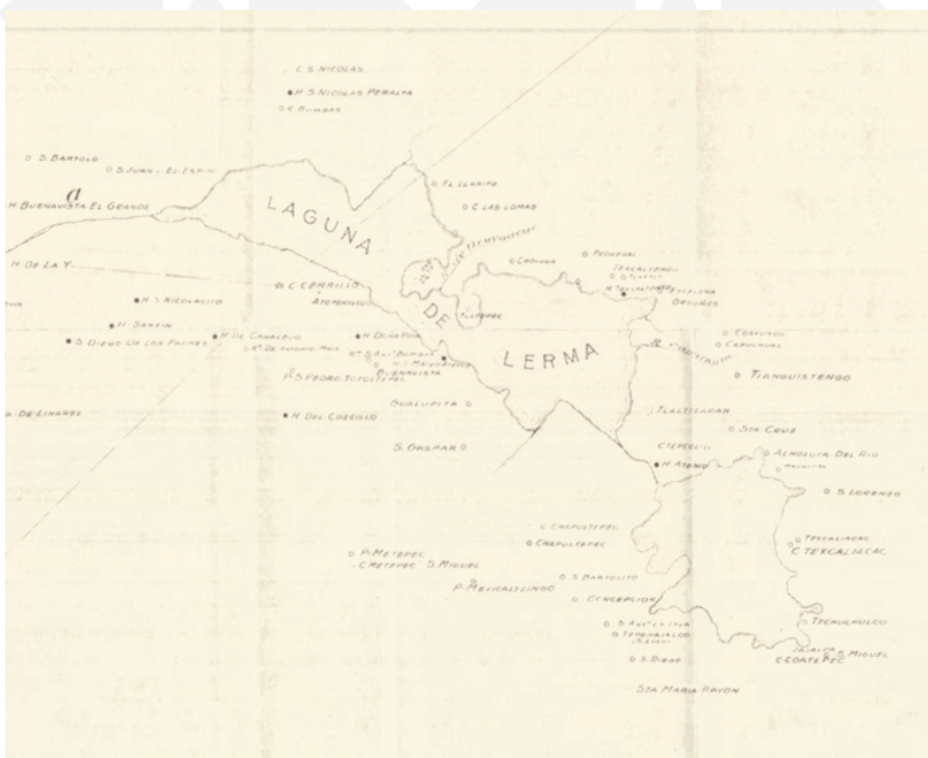


Imagen 15. Parte del plano realizado en la Expedición de la cuenca del río Lerma de 1927 a 1928 (Departamento Geográfico de Campo, 1928).

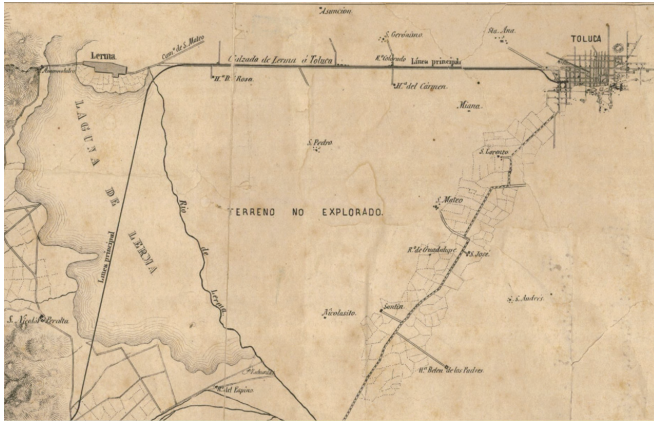


Imagen 18. Parte del Plano del terreno explorado entre México-Toluca para el trazo de la vía (Santiago Méndez, Miguel Iglesias, Eleuterio Méndez, Et. al., segunda mitad del siglo XX).



Imagen 19. Parte del Plano del Estado de México (s.a., siglo XX).

Del mapa en papel vegetal al mapa digital

En la década de los sesenta, el Departamento Federal de Energía y Recursos de Canadá encomendó al geógrafo Roger Tomlinson el proyecto Canadian Geographical Information Systems, el propósito era realizar un inventario de datos geográficos sobre los recursos naturales y comenzar a gestionar el territorio nacional. De esta manera, Tomlinson creó el primer Sistema de Información Geográfica (SIG), utilizando por primera

vez el concepto geo-sistema para combinar la gestión de datos geográficos a través de sistemas de información computacional (Tomlinson, 1967).

En la misma década, en el Laboratorio de Harvard de la Universidad Northwestern, el urbanista Howard Fisher creó la aplicación SYMAP que permitía representar datos geográficos a través de puntos, líneas y áreas, así como impresiones de mapas coropléticos y de isolíneas, combinando números, letras y escalas de grises. A finales de la década de los sesenta, Jack Dangermond, miembro del Laboratorio de Harvard, fundó Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI), para 1981 dicha consultora desarrolló ARC/INFO como el primer Sistema de información Geográfica que podía obtenerse de manera comercial.

Desde que el físico Tim Berners-Lee inventó la World Wide Web (1989) como un proyecto en red para compartir información mediante protocolos de transferencia de hipertexto (HTTP), el desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica continuó mejorando y ESRI logra lanzar ArcGIS en 1999. Desde ese momento, al ser el primer software de tipo comercial, se estableció el estándar de archivos cartográficos llamado shapefile o capa. A inicios del siglo XXI, la Consejería de Infraestructura y Movilidad de la Junta de Galicia perteneciente a España, inició el proyecto GVSIG en 2004 para migrar a software libre los Sistemas de Información Geográfica usados en la Institución.

Aunque el desarrollo de los primeros Sistemas de Información Geográfica surgió en la década de los sesenta en Canadá y Estados Unidos, en América Latina fue hasta 1987 que se llevó a cabo la primera Conferencia Latinoamericana de Informática en Geografía en San José, Costa Rica.³ Este evento fue patrocinado por la Unión Geográfica Internacional, mientras que la

³ En ese momento, uno de los textos más leídos para sistematizar modelos espaciales de tipo ráster y vectorial, fue el trabajo de Burrough & McDonnell (1998), de manera sintética abordan la operación de herramientas informáticas en Geografía. El uso de información geográfica en formato ráster se orientó al estudio del medio ambiente y los cambios de uso de suelo, mientras que el formato vectorial se utilizó para aplicaciones cartográficas y catastrales.

Universidad Estatal de Ohio distribuyó, gratuitamente, la versión 2.0 del software ráster OSU MAP-for-the-PC (versión 2.0). Por su parte, ESRI inició un proceso de donaciones por solicitud para otorgar, gratuitamente, la versión 3.2.1 del software vectorial PC Arc/Info.⁴

Durante las últimas tres décadas, el uso de los Sistemas de Información Geográfica en Latinoamérica ha pasado desde el comienzo orientado hacia la implementación y capacitación (1987-1999), una orientación hacia la diversidad de aplicaciones (1999-2009), hasta una orientación hacia el análisis espacial y la modelización (2009-2019) (Buzai & Robinson, 2022). Particularmente, al final de la década de los noventa surgió una tendencia por usar aplicaciones SIG en instituciones de gobierno, a nivel nacional, estatal y municipal, impulsada, principalmente, por el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo.⁵

En el caso del proyecto Quantum GIS, Gary Sherman comenzó en 2002 y hasta 2006 logró insertarlo en la incubadora de proyectos de la Fundación OSGeo, consiguiendo que en 2008 se lance como el segundo Sistema de Información Geográfica de software libre y de código abierto multiplataforma. Mientras que el Sistema de Información Geográfica conocido como Google Earth, destacó por su lanzamiento en 2005 al integrar una interfaz de globo terráqueo virtual para visualizar cartografía mediante imágenes de satélite y archivos KML/KMZ representados a partir de datos geográficos en tercera dimensión.

4 En este contexto, a finales del siglo XX se fortalecieron muchos softwares como PC ARC/INFO, OSU MAP-for-the-PC y en las primeras décadas del siglo XXI surgieron nuevos sistemas como IDRISI, PC ARC/INFO, ArcView GIS, GVSIG, QGIS, GeoDa, Google Earth, entre otros.

5 Durante este tiempo, en México, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía ha institucionalizado el uso del SIG al crear el Sistema de Consulta de Información Censal (SCIENCE) 1990, 1995, 2000, IRIS-2007, 2009, 2010, 2015, 2020, a nivel municipal y área metropolitana; Sistema de Información de Índices de Vuelo 2004, así como todas las versiones del Mapa Digital de México que tiene precargados los Censos de Población y Vivienda 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 y 2020, Censos Económicos 1989, 1994, 1999, 2004, 2009 y 2019, Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) 2011-2022 y el Inventario Nacional de Viviendas (2007-2014, 2016 y 2020).

En la segunda década del siglo XXI, tras el surgimiento de los servicios en la nube comienzan a usarse servidores remotos, conectados a la red de internet, para llevar a cabo funciones de almacenamiento, procesamiento y administración de datos, redes y softwares. En 2015 se lanza la plataforma EOSDA LandViewer basada en Sistemas de Información Geográfica, a través de Web Maps Service (WMS) se ofrece una interfaz HTTP que permite acceder a imágenes de satélite georreferenciadas desde distintos sensores como Sentinel-2, CBERS-4, Landsat 4-5 TM, Landsat 7 ETM+ y Landsat 8 OLI+TIRS.

En ese sentido, la cartografía ha avanzado radicalmente tras el paradigma tecnológico, en este estudio de caso se puede observar el trazo actual de las “Ciénegas de Lerma” en la Carta Geográfica del Estado de México (imagen 20), elaborado por el Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México en 2016. Los cambios en método cartográfico no solo se observan en las herramientas y técnicas que se utilizan para realizar mapas, en el papel vegetal como en el mapa digital se puede observar el enfoque de cada diseñador.

De la misma manera, la creación de Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT) para la observación de la tierra muestra un avance sustancioso, actualmente existen dispositivos con sistemas de navegación cinética satelital (RTK) capaces de obtener mediciones geográficas centimétricas, otros cuentan con sistemas de imagen multispectral especializado en la agricultura y la supervisión medioambiental. Mediante el uso de drones se han automatizado algunas actividades agrícolas como el riego de cultivos y huertos, así como el rociado y esparcido de fertilizantes.

En resumen, cada vez es más fácil acceder a dispositivos tecnológicos para realizar actividades cartográficas con alta precisión, por esta razón los Sistemas de Información Geográfica se han vuelto fundamentales para abordar cualquier problema de investigación que utilice el método cartográfico, diseñando soluciones para entender las transformaciones del territorio. Finalmente, se debe agregar que el desarrollo de software libre, en

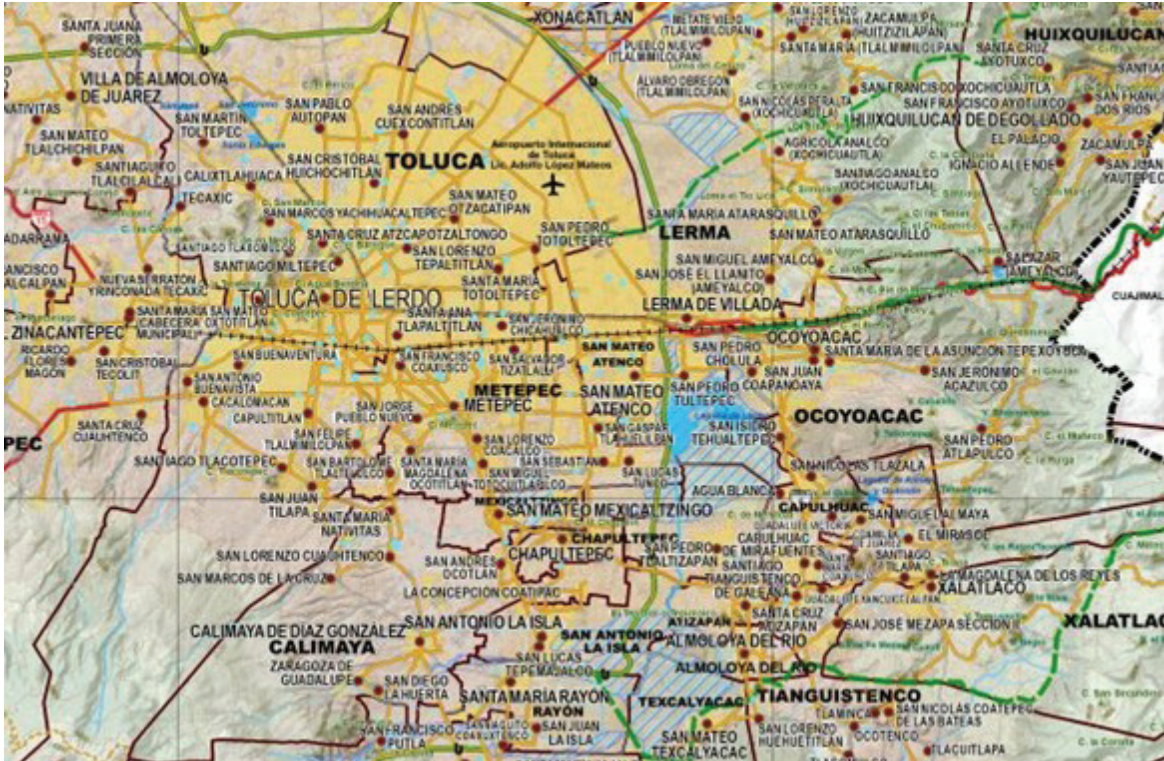


Imagen 20. Parte de la Carta Geográfica del Estado de México (IGCEM, 2016).

cualquier área de las ciencias, permite la colaboración de la comunidad en un trabajo conjunto para corregir errores, de manera que múltiples actores colaboren desde el diseño del código fuente hasta su ejecución.

Resultados y conclusiones

Con la serie histórica de cartografía se ha demostrado que las actuales “ciénegas de Lerma” conformaban un solo cuerpo de agua rodeado de zonas inundables, esto quiere decir que hace tres siglos cubría un área mayor a las 27,000 ha (imagen 21). Además, se observa la existencia inmemorial de pueblos originarios desde mucho antes del siglo XIX, con evidencia arqueológicas en “San Pedro Cuauhtenco” y el “Espíritu Santo” en el municipio de San Mateo Atenco, la “Campana” y “Tepozoco” en el municipio de Santa Cruz Atizapán.

También el crecimiento urbano de las ciudades es un fenómeno que se distingue a la par de la industrialización, en la cartografía histórica se puede observar una última etapa expansiva de la hacienda colonial hasta la

segunda mitad del siglo XIX. Después, durante el siglo XX se identifica una descomposición de este tipo de propiedad derivada de la revolución y la reforma agraria, el uso de suelo cambió radicalmente de parcelas agrícolas o ganaderas a ejidos o pequeñas propiedades.

Actualmente, en el territorio de las “ciénegas de Lerma” hay situaciones socioambientales que han dado como resultado interacciones complejas entre múltiples entidades geográficas e históricas como pueblos, centros, urbanos, haciendas, ranchos iglesias, ejidos o ayuntamientos. El momento en el que el sistema de caminos y la red ferroviaria fracturaron los antiguos vasos de agua y rompieron el ensanchamiento natural del “Río Lerma” en el siglo XIX, en la periferia los pueblos originarios continuaron resistiendo la pérdida de la cultura lacustre. El diseño de caminos, como estructura morfológica-urbana, es fundamental para entender las transformaciones del medio natural en paisaje biocultural, la creación de las primeras sendas es esencial al estudiar comunicación de la sociedad. Es importante re-

Bibliografía

- Aguilera, R. (2013). Identidad y diferenciación entre método y metodología. *Estudios Políticos*, 9(28), 81-103. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=426439549004>
- Albores, B. (1995). Tules y sirenas. El impacto ecológico y cultural de la industrialización en el Alto Lerma. Secretaría de Ecología del Gobierno del Estado de México y El Colegio Mexiquense.
- Baena, G. & Montero, S. (2010). Tesis en treinta días. Editores Mexicanos Unidos. Recuperado de http://blogs.fad.unam.mx/academicos/patricia_vazquez/wp-content/uploads/2015/04/Tesis-en-30-Dias.pdf
- Boehm, B. & Sandoval, M. (1999). La sed saciada de la ciudad de México: la nueva cuenca Lerma-Chapala-Santiago. Un ensayo metodológico de lectura cartográfica. *Relaciones* 80(20), 16-61. Recuperado de <https://www.colmich.edu.mx/relaciones25/files/revistas/080/BrigitteBoehmDeLameiras.pdf>
- Bozzano, H. Frediani, J., Cirio, G. & Barrionuevo, C. (2016). Metodología de la investigación en Geografía. Editorial de la Universidad de La Plata. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.35537/10915/57355>
- Burrough, P. & McDonell, R. (1998). *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford University Press. Recuperado de <https://www.academia.edu/download/2438559/9fjg8q78n4wux4l.pdf>
- Buzai, G. & Robinson, D. (2022). Sistemas de Información Geográfica en América Latina (1987-2021). Un análisis de su evolución académica basado en la CONFIBSIG. *Anuario de la División Geografía*, (16), 1-15. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/360541403_Sistemas_de_Informacion_Geografica_en_America_Latina_1987-2021_Analisis_de_su_evolucion_academica_basado_en_las_CONFIBSIG
- Chomel, M. (1988). Visión indígena del territorio. En M. Chomel, J. Kohnstamm, R. Mayer, L. Molina, J. Plunket, A. Sáenz de Miera & F. Siegel (coords.), *Mapas y planos de México. Siglos XV al XX*, 9-21. Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Instituto Nacional de Antropología e Historia. Recuperado de [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825222208/702825222208_1.pdf#\[1,\]{%22name%22:%22Fit%22}](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825222208/702825222208_1.pdf#[1,]{%22name%22:%22Fit%22})
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2021). Subzonificación del Área Natural Protegida "Ciénegas de Lerma". Recuperado de <http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/>
- De la Vega, F. (2009). Un paso hacia el método científico. Instituto Politécnico Nacional.
- Delgado, G. (2010). Conceptos y metodología de la investigación histórica. *Revista cubana de salud pública*, 36(1), 9-18. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=21416134003>
- Glass, J. (1975). *Handbook of Middle American Indians. Guide to Ethnohistorical Sources* (vols. XIV & XV) (H. Cline, C. Gibson & H. Nicholson eds.). University of Texas Press. Recuperado de <https://utpress.utexas.edu/9781477306864/>
- Helmke, C., Nielsen, J. & Rivera, Á. (2017). Tras las huellas de la tradición cartográfica en el altiplano central de México. *Estudios de cultura náhuatl*, 52(4), 79-133- Recuperado de <https://historicas.unam.mx/publicaciones/revistas/nahuatl/nahuatl.html>
- Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México. (2016). Carta Geográfica del Estado de México. Disponible en https://igecem.edomex.gob.mx/cartografia_reciente
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2022). Marco Geoestadístico Nacional. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/#Descargas>
- León-Portilla, M. (2003). *Códices. Los antiguos libros del Nuevo Mundo*. Editorial Aguilar.
- Mundy, B. (2000). *The Mapping of New Spain: Indigenous Cartography and the Maps of the Relaciones Geográficas*. University of Chicago Press.
- Ortiz, E. (1997). Los códices cartográfico-históricos. La historia tolteca-chichimeca. *EhSEA, Revista de estudios de historia social y económica de América*, (14), 301-323. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10017/5987>
- Tomlinson, R. (1967). An introduction to the geo-information system of Canada land inventory. Department of Forestry and Rural Development. Recuperado de <https://gisandscience.files.wordpress.com/2012/08/3-an-introduction-to-the-geo-information-system-of-the-canada-land-inventory.pdf>
- Mapoteca Manuel Orozco y Berra. (2023). Base de mapas digitalizados. Recuperado de <https://mapoteca.siap.gob.mx/>