

## Entre mapas, computadoras y antropología



*Alguna de la cartografía producida en la mapoteca (ahora Laboratorio de Análisis Espacial y Digital) y publicada en libros del IIA y externos.*

Al entrar a la Mapoteca Jorge A. Vivó del Instituto de Investigaciones Antropológicas –ahora Laboratorio de Análisis Espacial y Digital (LAED)–, se experimenta un viaje a la historia de la manufactura cartográfica. Cuando se abre cualquier cajón o gabinete de este lugar es fácil reconocer instrumentos de medición, software y equipo de cómputo utilizados en la elaboración de mapas en diferentes épocas. Este espacio, entonces, alberga colecciones de mapas, fotografía aérea y publicaciones muy valiosas relacionadas con la antropología.

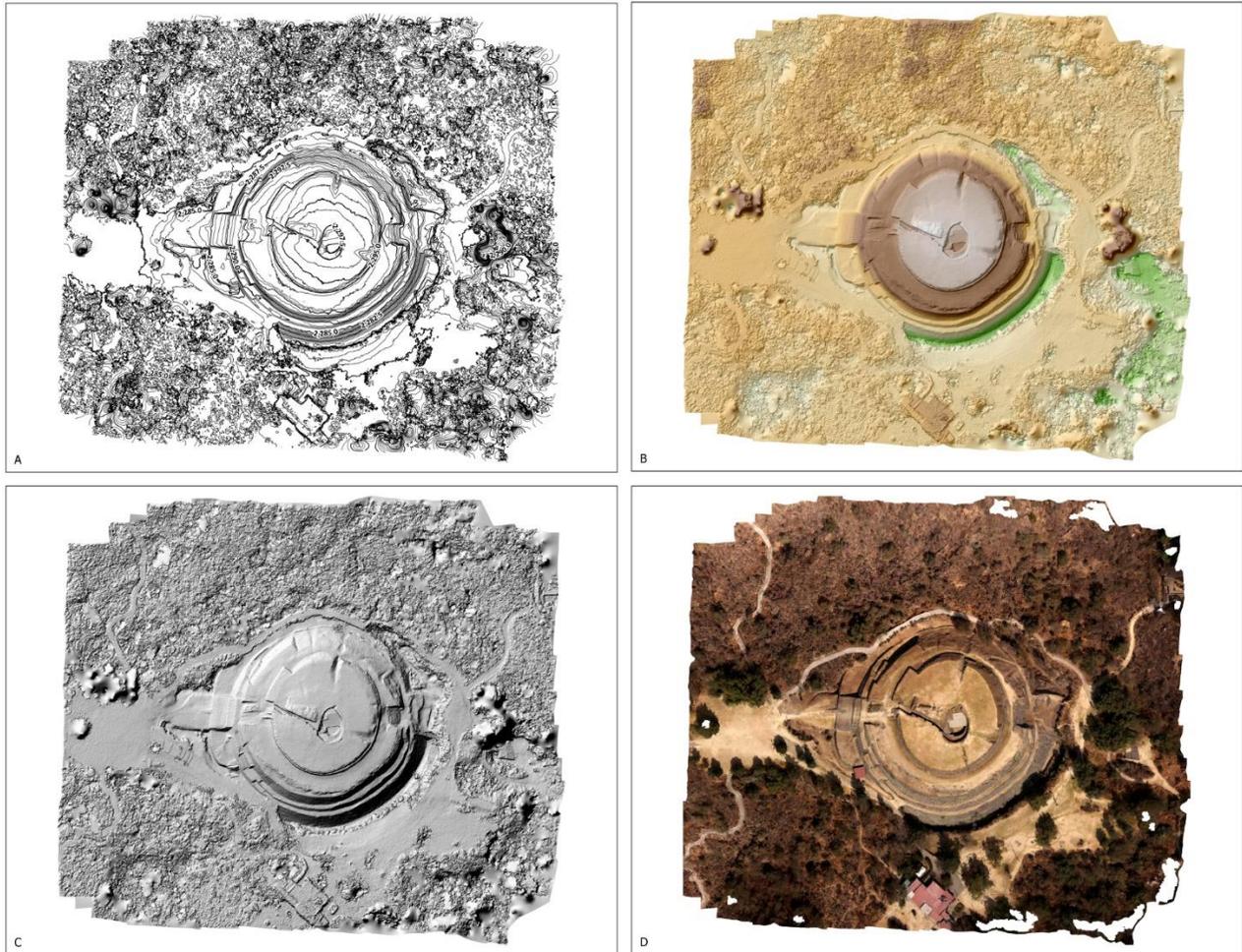
La cartografía ha sido una de las principales herramientas utilizadas por la antropología a lo largo de su historia. En el quehacer disciplinar antropológico se requiere de un contenedor

en el cual conjuntar la evidencia de las investigaciones, ya sea para organizar, planear, ilustrar, indicar o simplemente para mostrar información. La cartografía además sirve como puente con otras ciencias como la geografía, la geología o la biología. Muchas veces los mapas, croquis y dibujos generados en el trabajo campo se convierten en el único vínculo que nos queda con el pasado, por lo cual su confección especializada trasciende al documento en el que queda plasmada visualmente la información. En ese sentido, el cumplimiento de las normas en la elaboración de material cartográfico y su resguardo para la posteridad en un formato digital resultan fundamentales, particularmente en una institución dedicada a los estudios antropológicos.

Es importante tener en cuenta que, en relativamente poco tiempo, hemos visto un acelerado desarrollo de la tecnología, además de la implementación de nuevas formas para medir el espacio. Ahora, prácticamente la cartografía digital es de uso cotidiano; no obstante, la elaboración de material cartográfico no siempre fue sencilla.

En la historia del IIA, un personaje clave en la consolidación de la Mapoteca y en el uso de diferentes tecnologías fue, sin duda, el doctor Jaime Litvak King, quien a la vanguardia siempre experimentó e introdujo distintos paquetes computacionales, incluyendo los utilizados para la generación de material cartográfico. Hablar sobre cartografía digital implica también reconocer el desarrollo de la tecnología, en el cual la manufactura de mapas se fue volviendo más sencilla, ya que ahora se realiza en menor tiempo y los resultados son de mejor calidad, tienen más compatibilidad y, sobre todo, son de menor costo.

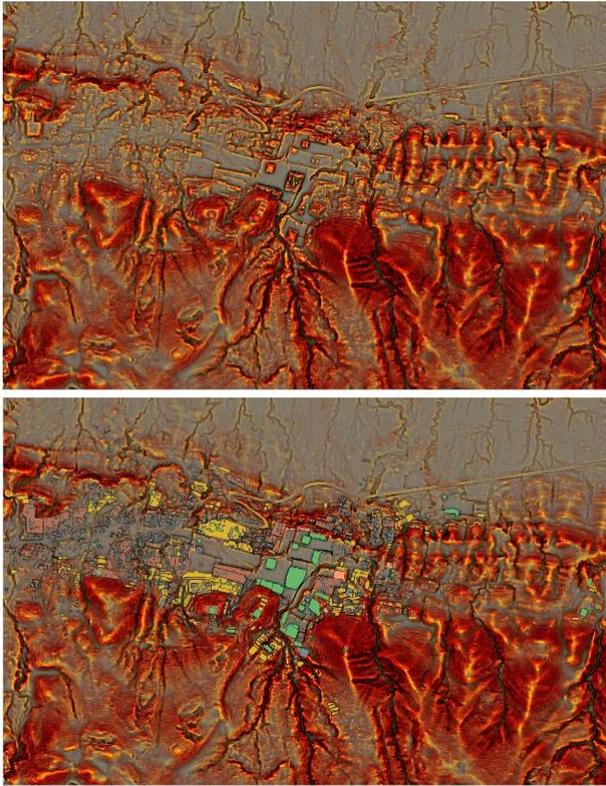
En términos generales, la cartografía se puede entender como una actividad para la elaboración de un modelo gráfico y métrico de un espacio delimitado en el que se representan a



*Diferentes productos cartográficos del sitio arqueológico de Cuicuilco a partir de fotogrametría (2018). A) modelo de curvas de nivel, B) Modelo de tintas hipsométricas, C) Modelo de Sombreado Digital, D) Ortofoto*

escala los distintos elementos que se distribuyen en una región. Uno de los principales objetivos es evidenciar los cambios en las diferencias altitudinales del terreno (topografía), que por lo general es representado por curvas de nivel o matrices de píxeles generados a partir de la distribución de puntos con coordenadas tridimensionales (X, Y, Z) que se obtienen de diferentes formas.

Con base en lo anterior, el LAED, desde sus inicios como gabinete de topografía y cartografía, ha contribuido a la manufactura de mapas topográficos, para lo cual utiliza métodos de medición que recogen información que posteriormente se incorpora a un formato digital. El



*Arriba visualización Local Relief Model de la imagen LiDAR de sitio arqueológico de Palenque. Abajo análisis e identificación de estructuras*

uso de aparatos como tránsitos y teodolitos manuales representa una época de largas sesiones en campo, en donde cualquier distracción terminaba con toda una jornada de trabajo. La llegada de la ‘estación total’ significó un respiro en cuanto a los levantamientos topográficos, pues al tratarse de un procedimiento semi automatizado, la precisión aumenta y el riesgo de error disminuye, aunque ahora la complejidad radica en la configuración del propio dispositivo.

También es importante señalar que

la generación de cartografía no siempre se realiza a partir de datos provenientes de campo. Por ejemplo, la Mapoteca ha promovido la incorporación de mapas previamente publicados en papel a un formato digital. En el mismo sentido, la digitalización de mapas históricos no sólo ha tenido como finalidad la preservación digital, también nos ha brindado la oportunidad de que esta información alterne con datos de investigaciones recientes que se han generado con nuevas tecnologías.

En la actualidad, la topografía se está adentrando en nuevos caminos. La utilización de la ‘estación total’ había impuesto un límite en cuanto a precisión y ahorro de tiempo, pero no contábamos con la llegada de software y vehículos aéreos no tripulados (VANT) de relativo bajo costo. Este tipo de tecnología nos permite realizar levantamientos fotogramétricos de un área

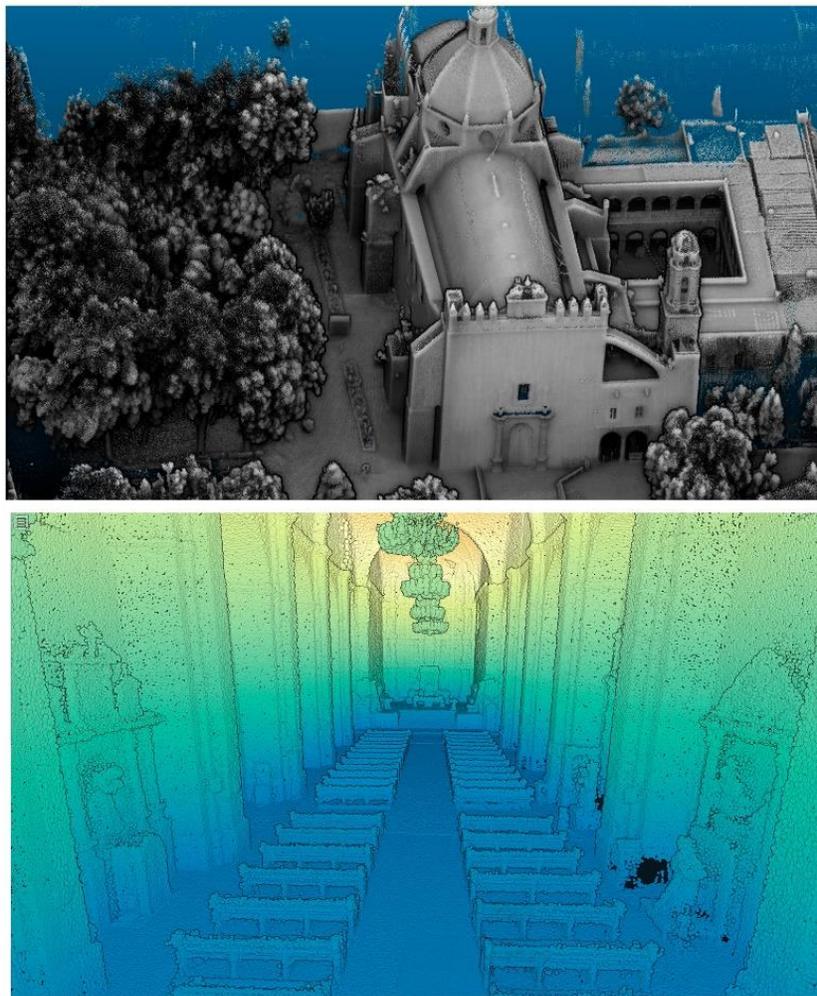
mayor en menos tiempo. Así podemos generar, casi de manera inmediata, ortofotos y modelos digitales de elevación que, aun con algunas limitaciones como la presencia de vegetación, pueden llegar hasta una precisión centimétrica si son complementados con sistemas GNSS (Global Navigation Satellite System) de posicionamiento diferencial. El LAED, junto con la valiosa colaboración del doctor Guillermo Acosta (IIA, UNAM), ha explorado nuevos caminos que buscan siempre obtener mejores resultados cartográficos. Desde 2012 se comenzó con la experimentación y el desarrollo de un flujo de trabajo usando diferentes modelos de VANT y posicionamiento satelital que, a la fecha, siguen produciendo buenos resultados.

Una nueva revolución tecnológica ha venido a cimbrar las formas de registrar las diferencias de altura en el relieve y ha impactado directamente en las formas de hacer el registro y prospección arqueológica. Todos nos maravillamos al observar las primeras imágenes producidas del sitio arqueológico El Caracol (Chase *et al.* 2010), en donde la selva había “desaparecido”. En ese momento, poco sabíamos de esta novedosa técnica conocida como LiDAR (Light Detection and Ranging), la cual hoy sigue siendo costosa y de difícil acceso; sin embargo, su utilización comienza a tener mayor auge.

En términos generales, LiDAR funciona con un sensor que es capaz de emitir miles de rayos de luz láser por segundo en diferentes direcciones. Cuando el viaje de estos rayos es interrumpido por un obstáculo, en ese momento se registra la posición X, Y y Z de esos puntos, y con ello se genera la estructura tridimensional de todo lo que van tocando los rayos. Tal vez la principal característica de esta técnica es que muchos de los rayos de luz pasan por entre las hojas de los árboles y registran las diferencias del terreno de manera precisa, entonces es posible también remover la cubierta vegetal. Afortunadamente, desde la gestión del doctor Rafael Pérez-Taylor como director del IIA, el LAED cuenta con un sensor de este tipo que puede ser utilizado

sobre un VANT o de manera pedestre. Así pues, hemos tenido la oportunidad de hacer diferentes levantamientos como apoyo a los proyectos de investigación tanto del Instituto como externos.

Otro eje transversal que integra los diferentes tipos de información es la utilización y actualización constante de varios programas SIG (Sistemas de Información Geográfica). Desde principios de los noventa, en la entonces Mapoteca Jorge A. Vivó, la cartografía digital dejó de ser estática y se convirtió en una actividad dinámica que reúne diversos tipos de información con la cual se pueden hacer operaciones complejas para tener un producto final cada vez más

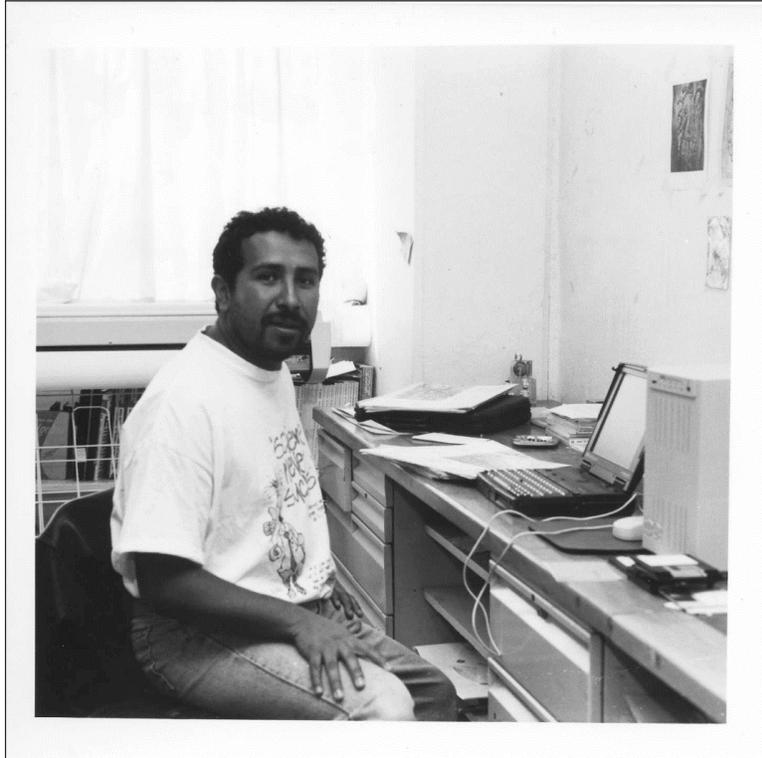


*Levantamiento LIDAR del exterior e interior de la Catedral San Bernardino de Siena, Xochimilco 2021*

estilizado. En ese sentido, Emily McClung fue otra persona responsable de que esto sucediera; ella comenzó a involucrarnos en el uso de paqueterías como IDRISI e ILWIS. A la fecha, los diferentes programas SIG abarcan gran parte del trabajo que se realiza en el LAED, gracias a ellos se puede hacer la otra parte que nos ocupa además de lo cartográfico: el análisis espacial. Actualmente, la utilización de diferentes filtros de visualización calculados matemáticamente, las imágenes satelitales, las imágenes infrarrojas, los modelos tridimensionales y la estadística aplicada nos ayudan a la detección de patrones y rasgos en un terreno que, en términos arqueológicos, revela actividades y comportamientos del pasado.



*Sensor LIDAR montado en VANT, Javier López Mejía y Dr. Guillermo Acosta en el sitio arqueológico San Lorenzo Tenochtitlan, (2022)*



*Gerardo Jiménez en la antigua mapoteca década de los 90's (Fototeca IIA)*

En retrospectiva y desde nuestra experiencia, hacer cartografía digital en el IIA siempre ha implicado una búsqueda y experimentación constantes para desarrollar formas de trabajo que permitan obtener la mejor información posible. En la actualidad, la manufactura de mapas ha perdido un poco su esencia. Ya no es vista como una herramienta que requiere de ciertos estándares y convenciones. Tal parece que entender escalas, proyecciones, tipos de coordenadas, el datum de referencia, las zonas geográficas y otra información cartográfica ha dejado de ser prioritario. La producción de cartografía digital se ha convertido en una práctica en la cual se acepta el uso, incluso con errores, de tecnologías de las que todavía se sabe poco. No obstante, en el LAED aún trabajamos con rigor cartográfico y con la idea de que la cartografía se conciba tal como nosotros la vemos: “una obra de arte de la ciencia” (Jiménez Delgado 1991).

## Para leer más

- 2010 Chase, Arlene F., Diane Chase Z. y John F. Weishampel. “Lasers in the Jungle” en *Archaeology*, vol. 63, núm. 4, p. 27-29, Archaeological Institute of America.
- 2023 Jiménez Delgado, Gerardo y Javier López Mejía. “Tecnología de información geográfica en arqueología” en *La innovación en el México prehispánico, métodos y técnicas para su estudio*, Judith Zurita, Agustín Ortiz y Diana Martínez (eds.), p. 95-106, Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.
- 1991 Jiménez Delgado, Gerardo. *Terra Incognita*, noticias de la mapoteca del Instituto de Investigaciones Antropológicas- UNAM, núm. 1, Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, 43p.
- 1992 “Topografía asistida por computadora. Una propuesta para su aplicación en Arqueología” en *Antropología y Técnica*, núm. 5, p. 137-152, Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.
- 1993 “Perspectivas de desarrollo de la mapoteca del IIA” en *IX Congreso interno del Instituto de Investigaciones Antropológicas*, Villanueva, María y Lorenzo Ochoa (comps.), Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.
- 1993 Litvak King, Jaime. “Computación gráfica y arqueología” en *Antropológicas*, núm. 5, p. 5-9, Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.

***Gerardo Jiménez Delgado y Javier López Mejía***

*Instituto de Investigaciones Antropológicas*

*Revisión: Valeria A. Benítez Rosete y Ada L. Torres Maldonado*