

1249

Suplemento cultural el tlacuache

CENTRO  INAH MORELOS

25 AÑOS

Viernes 25 de septiembre, 2026

ISSN-3061-7391

Rutas de menor costo, una herramienta para el estudio del pasado

Claudia I. Alvarado León





Suplemento cultural el tlacuache, núm. 1249, viernes 25 de septiembre de 2026, es una publicación semanal editada por el Instituto Nacional de Antropología e Historia, Secretaría de Cultura, Córdoba 45, col. Roma, alcaldía Cuauhtémoc, C.P. 06700, Ciudad de México.

Editores responsables: Erick Alvarado Tenorio.

Página web: <https://www.revistas.inah.gob.mx/index.php/eltlacuache>

Correo: tlacuache.mor@inah.gob.mx

Reservas de derechos al uso exclusivo: 04-2023-072713391600-107.

ISSN-3061-7391, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor.

Responsables de la última actualización de este número: Erick Alvarado Tenorio.

Centro INAH Morelos. Dirección: Mariano Matamoros 14, Acapantzingo, Cuernavaca, Morelos.

Fecha de última modificación: 25 de septiembre, 2026.

Las opiniones vertidas en los artículos del Suplemento cultural el tlacuache son responsabilidad de los autores.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin la previa autorización del Instituto Nacional de Antropología e Historia.



Órgano de difusión de la comunidad del INAH Morelos

Consejo Editorial

Erick Alvarado Tenorio

Giselle Canto Aguilar

Eduardo Corona Martínez

Raúl Francisco González Quezada

Mitzi de Lara Duarte

Luis Miguel Morayta Mendoza

Tania Alejandra Ramírez Rocha

Lorena Reyes Castañeda

Marcela Tostado Gutiérrez

Karina Morales Loza

Coordinación de difusión

Emilio Baruch Quiroz Tellez

Formación y diseño

Centro de Información y Documentación (CID)

Apoyo operativo y tecnológico

Crédito portada:

Vista hacia la presa de El Rodeo desde Xochicalco. Créditos: Archivos compartidos UAEM-3Ríos.

Crédito contraportada:

Vista hacia los valles y cañadas al norte de Xochicalco. Créditos: Claudia I. Alvarado L.

Sigue nuestras redes sociales: [f](#) [i](#) [v](#) [t](#) /Centro INAH Morelos

Resumen

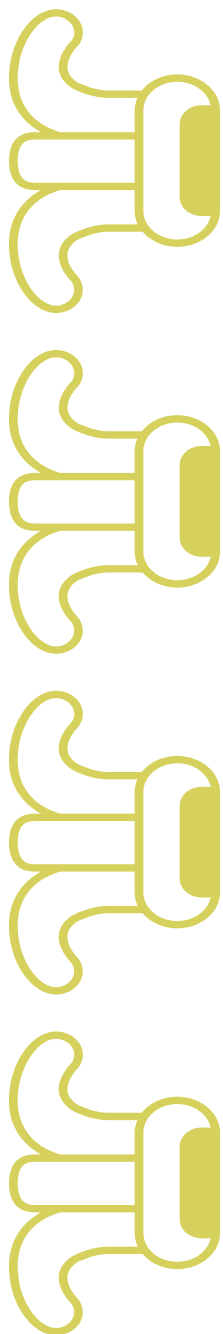
En Mesoamérica, la distribución desigual de materias primas y recursos hizo necesario mantener contactos entre regiones distantes. Como el transporte terrestre recaía directamente sobre las personas, los recorridos debieron ajustarse tanto a las características del terreno como a las necesidades políticas, económicas y sociales de los asentamientos. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) permiten evaluar cómo las características del terreno pudieron condicionar el desplazamiento entre distintos puntos mediante modelos que incorporan variables como la pendiente, la altitud, la presencia de ríos, la vegetación o el tiempo de marcha. El análisis de las rutas entre Xochicalco y Teotihuacan muestra que los resultados cambian de acuerdo con los parámetros utilizados; mientras un modelo propone un trayecto casi directo, otro favorece corredores menos accidentados. Estas rutas no deben entenderse como reconstrucciones de caminos prehispánicos, sino como hipótesis que requieren contrastarse.

Claudia I. Alvarado León

Maestra y Doctora en Estudios Mesoamericanos por la UNAM. Profesora de tiempo completo en El Colegio de Morelos. Enfocada en el estudio de los procesos sociopolíticos y sus implicaciones en la organización de las ciudades epiclásicas del México central.

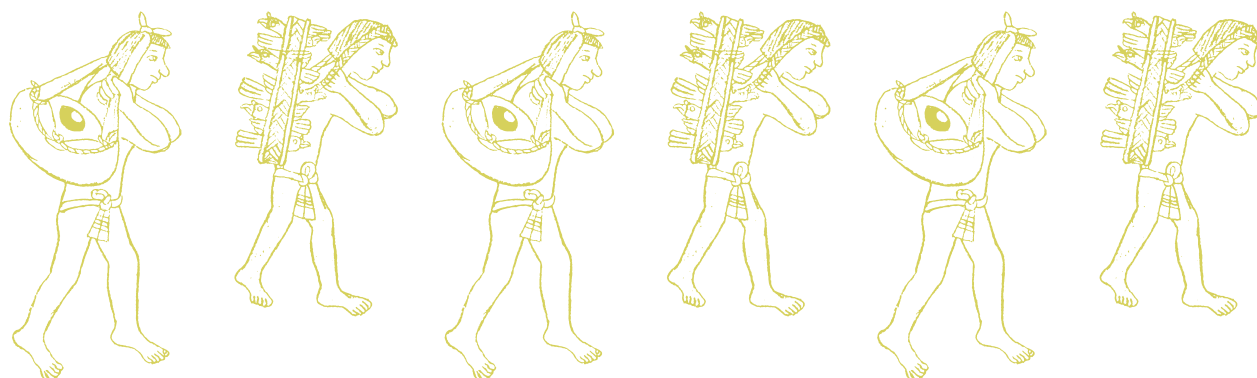
Se estima que menos del 1% de los entierros descubiertos en el área central de Teotihuacan han contenido algún tipo de excéntrico de obsidiana. Uno de cada quince individuos era enterrado con dos o más puntas de dardos o cuchillos lanceolados, lo cual indicaría que el uso de estas insignias se reservaba para la milicia, o al alto estatus social. Procedencia: Plaza de la Pirámide del Sol, Teotihuacan. Bodega de Arqueología, MNA. Foto: Archivo Digital de las Colecciones del Museo Nacional de Antropología, 2023.





Rutas de menor costo, una herramienta para el estudio del pasado

Claudia I. Alvarado León
El Colegio de Morelos



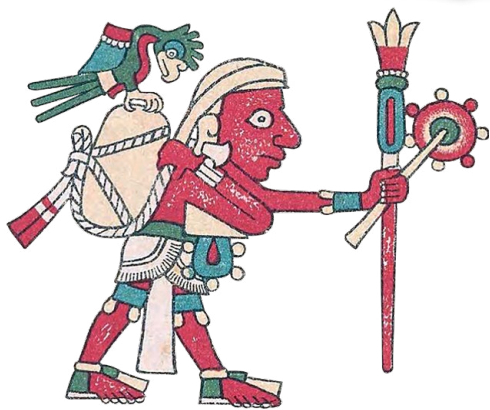


Introducción

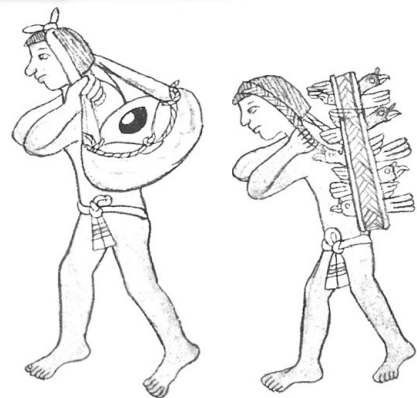
A lo largo de la historia, las interacciones entre regiones han sido fundamentales para establecer y mantener relaciones sociales, económicas y políticas, por lo que su estudio en arqueología no se limita a identificar objetos o materias primas procedentes de otros lugares distantes, sino que también lleva a preguntarnos quiénes los transportaron, por qué medios, a través de qué caminos y bajo qué condiciones. El traslado de bienes implicó la participación de personas y, con ellas, la circulación de conocimientos técnicos, prácticas culturales e información. Por eso, el análisis de los materiales no solo permite reconocer su lugar de origen, como veremos más adelante, sino también aproximarse a las necesidades y las condiciones que hicieron posible su circulación.

Figura 1. Cascada Chalmita.
Crédito: Sebastián Ramírez Mendoza.
<https://goo.su/9dVXjj>

En Mesoamérica, el movimiento de bienes y materias primas se desarrolló en un contexto particular, ya que no existían animales de carga y, aunque se conocía la rueda, esta no se utilizó para el transporte, por lo que su traslado por tierra dependía principalmente del esfuerzo humano. Las personas acarreaban desde productos perecederos hasta materias primas voluminosas y pesadas, a través de una diversidad de paisajes como valles, zonas montañosas, bosques, selvas y sistemas fluviales (Figura 1).



Para enfrentar estas condiciones se utilizaron distintos medios y técnicas de transporte. En los entornos acuáticos se emplearon balsas y canoas para navegar por ríos y litorales, lo que permitía reducir considerablemente el tiempo y la energía invertidos en los desplazamientos (Figura 2), mientras que en tierra firme, uno de los dispositivos más importantes fue el *mecapal*, una banda elaborada con fibras vegetales, como algodón o ixtle, que se colocaba sobre la frente y se sujetaba a la carga por medio de cuerdas (Figura 3). Los productos y materias primas podían acomodarse en contenedores como el *petlacalli* o en un *cacaxtli*, una estructura de madera y varas que también se cargaba con ayuda de un *mecapal* (Figura 4). Estos dispositivos permitían distribuir el peso y facilitaban el transporte durante trayectos prolongado (Figura 5).



Arriba. Figura 2. Dios remero sobre una canoa. *Códice de Dresde*, p. 43. <https://goo.su/h1YR>

Izquierda arriba. Figura 3. Deidad tutelar de los comerciantes, utilizando el *mecapal*. *Codex Féjerváry-Mayer* (detalle página. 31)

Izquierda abajo. Figura 4. Dios viejo con fardo o *cacaxtli*. Armazón de madera usado para transportar bienes. Mural Templo Rojo, Cacaxtla. Templo Rojo, Zona Arqueológica Cacaxtla - Xochitécatl. Centro INAH Tlaxcala © Secretaría de Cultura. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México CC BY-NC-ND 4.0 <https://goo.su/zewNtcY>

Derecha. Figura 5. Tamemes con *cacaxtli* y *petlacalli*, respectivamente. Dibujo elaborado por Iván Rivero Hernández con base en el *Códice de Tepetlaoztoc*, detalle folio 12-v. <https://goo.su/Arwik>

El territorio

Las características del territorio fueron determinantes para la circulación de personas y productos. La distribución de materias primas y objetos manufacturados sugiere que, al menos desde el periodo comprendido entre 1500 y 1000 a.C., el tránsito entre distintas regiones y ecosistemas aprovechó pasos naturales, como valles y zonas intermontanas, aunque esto no implica que existieran caminos formalmente construidos (Figura 6). La ausencia o escasez de determinados recursos en algunas áreas favoreció, además, el establecimiento de redes de intercambio de mediana y larga distancia.

Dado que el transporte terrestre se realizaba principalmente a pie, es probable que los recorridos buscaran reducir el esfuerzo necesario para cubrir grandes distancias, lo que no significa que siempre se eligiera el trayecto más corto, sino aquel que ofreciera mejores condiciones de tránsito, con pendientes menos pronunciadas o un menor número de obstáculos. La selección de las rutas también pudo responder a los intereses políticos y económicos de los asentamientos y, en algunos casos, el recorrido podía modificarse para incluir el paso por aldeas, ciudades, mercados o zonas de abastecimiento.

Un ejemplo del aprovechamiento de estos pasos se localiza en la parte central del actual estado de Morelos, donde Olintepec, en el municipio de Ayala, desempeñó un papel clave dentro de las redes de comunicación e intercambio. La ubicación de este asentamiento le permitió funcionar como punto de enlace entre las zonas oriental y occidental del territorio morelense, al localizarse entre los dos grandes centros del Preclásico medio, Chalcatzingo y Zazacatlá. Durante el Preclásico tardío, Olintepec se consolidó como un centro de intercambio regional que comunicaba hacia el norte con Oaxtepec y la Cuenca de México y, hacia el sur, con Chimalacatlán y las rutas que conducían a Guerrero (ver Tlacuache núm. 1031).

Figura 6. Paso de Cortes
<https://goo.su/7hflF>

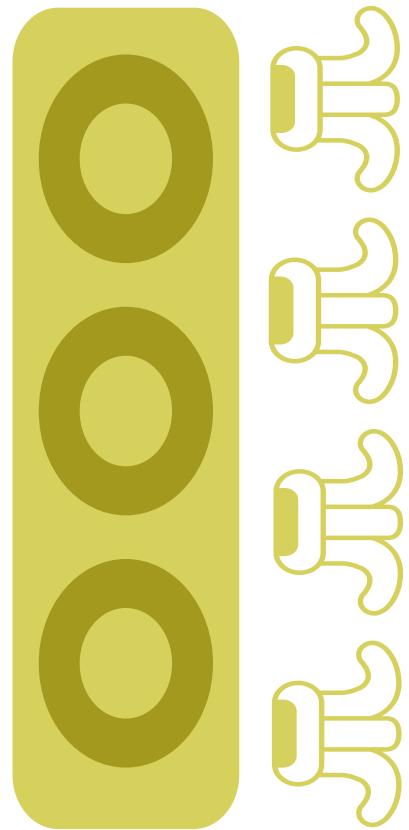


Recursos e interacciones

La diversidad de ecosistemas y la distribución desigual de los recursos hicieron necesario el intercambio de productos entre las distintas poblaciones mesoamericanas, ya que para obtener bienes y materias primas que no se encontraban en su entorno inmediato fue necesario establecer relaciones con otras comunidades y organizar su traslado desde las zonas de obtención hasta los lugares donde serían transformados o utilizados.

Uno de los casos mejor documentados es el de la obsidiana, un vidrio volcánico ampliamente utilizado para producir instrumentos destinados a actividades cotidianas, rituales y bélicas. Debido a que sólo se obtiene en yacimientos específicos, su presencia lejos de las fuentes de origen permite estudiar las conexiones entre distintas regiones.

Entre las fuentes más conocidas del Eje Volcánico Transmexicano se encuentran la Sierra de las Navajas, en Hidalgo; Ucareo-Zinapécuaro, en Michoacán; Zaragoza-Oyameles, en Puebla, y las fuentes del Pico de Orizaba, en Veracruz, mientras que otros yacimientos importantes se localizan en la región central de Guatemala, entre ellos El Chayal. La obsidiana de cada fuente presenta características físicas y químicas particulares (ver Tlacuache núm. 981), por lo que métodos como la fluorescencia de rayos X y el análisis por activación neutrónica instrumental permiten determinar la procedencia geológica de la materia prima con la que se produjeron los objetos recuperados en los sitios arqueológicos.



Mapa del Valle de México, con ubicación de Otumba y la Sierra de las Navajas. Dibujo: Museo Nacional de Antropología.





Gracias a estos estudios se ha comprobado que las sociedades mesoamericanas recurrieron a distintas fuentes a lo largo del tiempo y que la obsidiana circuló por territorios muy extensos. Si bien estos análisis no indican por sí mismos el camino exacto que siguieron los objetos ni la forma en que fueron intercambiados, sí permiten reconocer conexiones entre las zonas de extracción y los lugares de consumo.

Otro de los recursos que se debió transportarse fue la madera, necesaria para el procesamiento de alimentos, la producción de cerámica, la construcción, la generación de calor y la iluminación, entre otras actividades. Aunque su conservación en los contextos arqueológicos es poco frecuente y solo ocurre bajo condiciones particulares, en Xochicalco uno de sus usos mejor documentados corresponde a la construcción, principalmente en vigas y morillos empleados para sostener los techos de mampostería (ver Tlacuache núm. 439).

Altar Policromado. Sitio arqueológico de Xochicalco. Colección Proyecto Xochicalco. Fototeca Juan Dubernard. Centro INAH Morelos.

Entre las especies identificadas en el sitio se encuentra el pino, que actualmente se distribuye en altitudes de entre 1500 y 4000 m.s.n.m., mientras que Xochicalco se localiza a 1350 m.s.n.m. Una de las probables áreas de abastecimiento se encontraba al norte del actual estado de Morelos, en la zona del Chichinautzin. Si bien el bosque debió extenderse más al sur de su límite actual, los habitantes de Xochicalco tuvieron que recorrer entre seis y ocho kilómetros para obtener el recurso. El traslado de vigas y morillos desde estas zonas habría requerido una inversión considerable de trabajo, por lo que es probable que los troncos se cortaran y desbastaran cerca del lugar de tala para reducir su peso antes de transportarlos. Este ejemplo muestra que el abastecimiento de un centro como Xochicalco dependía de recorridos regulares entre ambientes diferentes y de una organización capaz de movilizar recursos voluminosos a través del territorio.

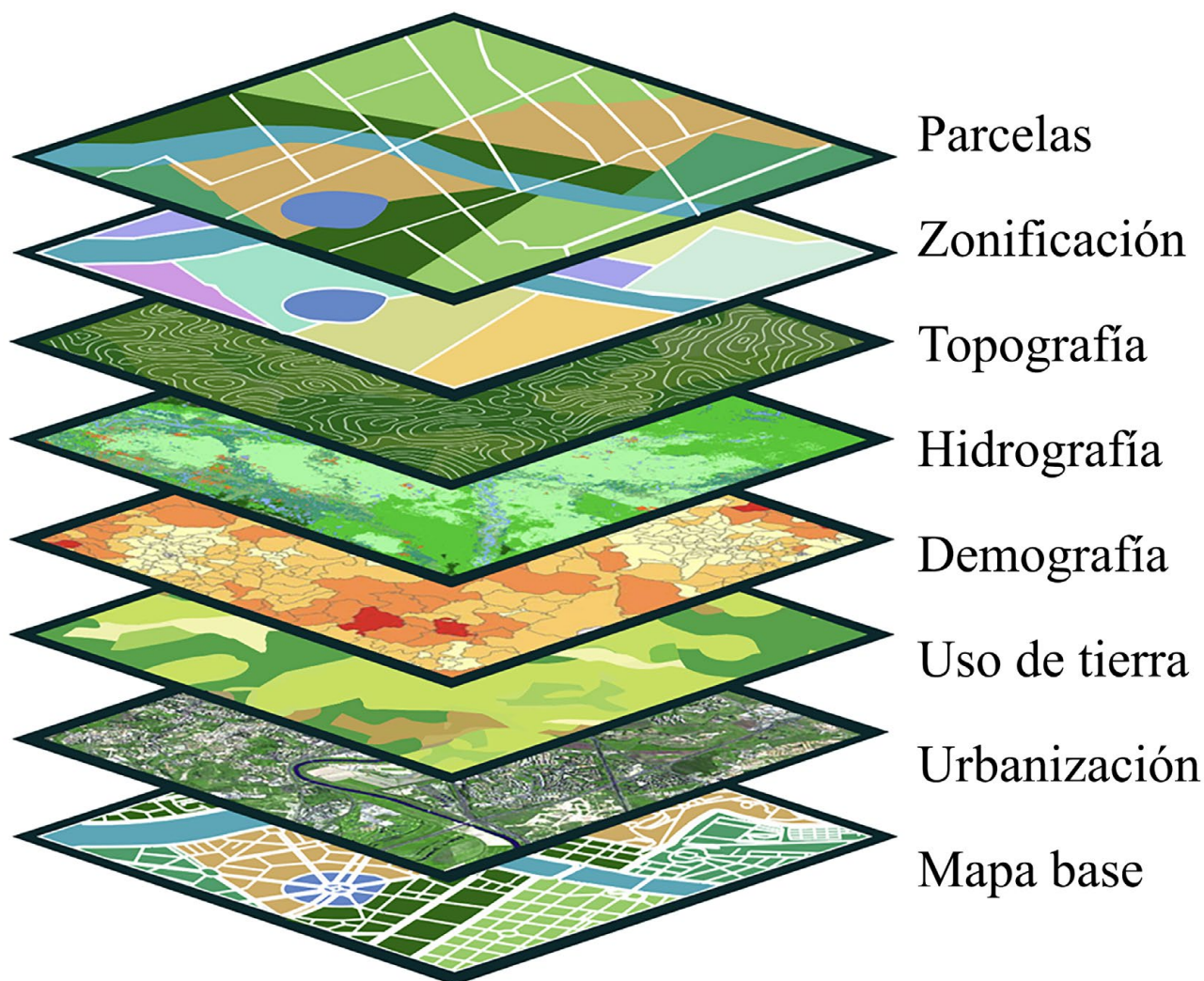
Los sistemas de información geográfica

En la actualidad, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) permiten estudiar los posibles recorridos utilizados para el traslado de personas y recursos mediante el análisis espacial y cuantitativo. Aunque estos sistemas suelen asociarse con aplicaciones de navegación o los mapas digitales, también se utilizan en disciplinas como la geografía, la planificación urbana, la gestión ambiental y, desde hace varias décadas, la arqueología.

En términos generales, los SIG integran información espacial organizada en distintas capas, como el relieve, la hidrografía, la cobertura vegetal, el clima, y la localización de sitios arqueológicos, para analizarlos de manera conjunta (Figura 7).

Una de sus herramientas es el modelo de *rutas de menor costo*, que permite calcular posibles trayectos entre dos o más puntos. En estos modelos, el término “costo” no tiene un sentido monetario, sino que se refiere al esfuerzo necesario para desplazarse a través de un territorio y puede calcularse a partir de factores como el gasto energético, la pendiente, la altitud, las características del terreno o el tiempo de recorrido. Una *ruta de menor costo* es, por tanto, aquella que requiere el menor esfuerzo acumulado entre el punto de origen y el de destino.

Figura 7. Diferentes capas que pueden utilizarse en los SIG
<https://www.earthdata.nasa.gov/learn/gis>



Rutas de menor costo

Los modelos de *rutas de menor costo* parten de una representación digital del paisaje en forma de una cuadrícula compuesta por miles de celdas, a cada una de las cuales se le asigna un valor de acuerdo a qué tan difícil resulta atravesarla. Para ello se pueden considerar variables como la inclinación del terreno, la presencia de ríos o cuerpos de agua, el tipo de vegetación y otras condiciones ambientales. A partir de esta información, el programa compara los valores y calcula el trayecto que acumula el menor costo entre los puntos seleccionados.

La diferencia entre una ruta moderna y una ruta calculada para el estudio arqueológico puede observarse en el trayecto entre Teotihuacan, en el centro de México, y Tikal, en Guatemala. Ambos sitios se encuentran separados por aproximadamente 1,300 km en línea recta. Una aplicación contemporánea de navegación estima un tiempo de recorrido cercano a 12 días de marcha continua, pero este cálculo no representa un desplazamiento real en época prehispánica—ni actual—, ya que no considera descansos, abastecimiento, condiciones climáticas ni otras dificultades que podrían presentarse en el camino. Además, las rutas propuestas por estas aplicaciones siguen carreteras modernas, por lo que no son adecuadas para reconstruir posibles trayectos utilizados en el pasado.

El caso de Teotihuacan y Tikal resulta particularmente relevante porque existen evidencias arqueológicas y epigráficas de interacciones entre ambas regiones entre 300 y 500 d.C., como por ejemplo semejanzas en iconografía, las prácticas funerarias y ciertos rasgos arquitectónicos, además de registros escritos (Figura 8). Algunos investigadores han interpretado estos cambios como resultado de incursiones o intervenciones procedentes del Altiplano Central en las Tierras Bajas mayas y, aunque estas evidencias no permiten reconstruir el trayecto seguido, muestran que las sociedades mesoamericanas del periodo Clásico podían movilizar personas, ideas y bienes a través de grandes distancias.

Derecha. Fig. 8. Altar de estilo teotihuacano descubierto en Tikal (<https://goo.su/kwMxm>)

Izquierda. Fig 8B. Reconstrucción de altar, realizara por la doctora Heather Hurst.



Un estudio de caso: Xochicalco y Teotenango

Una forma distinta de abordar el problema consiste en utilizar modelos diseñados específicamente para estimar el desplazamiento humano en paisajes del pasado. En un trabajo próximo a publicarse (Nieto Hernández y colegas), aplicamos este análisis entre dos sitios del periodo Epiclásico (550–1000 d.C.): Xochicalco, en el actual estado de Morelos, y Teotenango, en el Estado de México. La distancia entre ambos asentamientos es de aproximadamente 50 km en línea recta.

Las aplicaciones modernas de navegación ofrecen varias alternativas, de las cuales la más corta alcanza alrededor de 70 km y muestra un tiempo estimado de unas 16 horas de marcha continua (Figura 9). Un modelo de menor costo, en cambio, propone un trayecto de aproximadamente 51 km que, aunque atraviesa zonas elevadas, produce un costo acumulado menor debido a la combinación entre pendientes y distancias (línea negra en figura 10). Otra variante del análisis, basada en un modelo de fricción del terreno, genera una ruta cercana a los 70 km, pero favorece el paso por corredores intermontanos y áreas menos accidentadas (línea roja en figura 10). Además de las rutas generadas por los modelos, el mapa de la Figura 10 muestra varios sitios arqueológicos registrados, muchos de los cuales se encuentran cerca de los trayectos propuestos. Esto sugiere que, aunque la ruta roja es más larga, pudo haber facilitado el acceso a muchos de estos asentamientos. Determinar si existieron relaciones entre ellos y cuál fue su naturaleza constituye todavía una tarea pendiente de investigación.

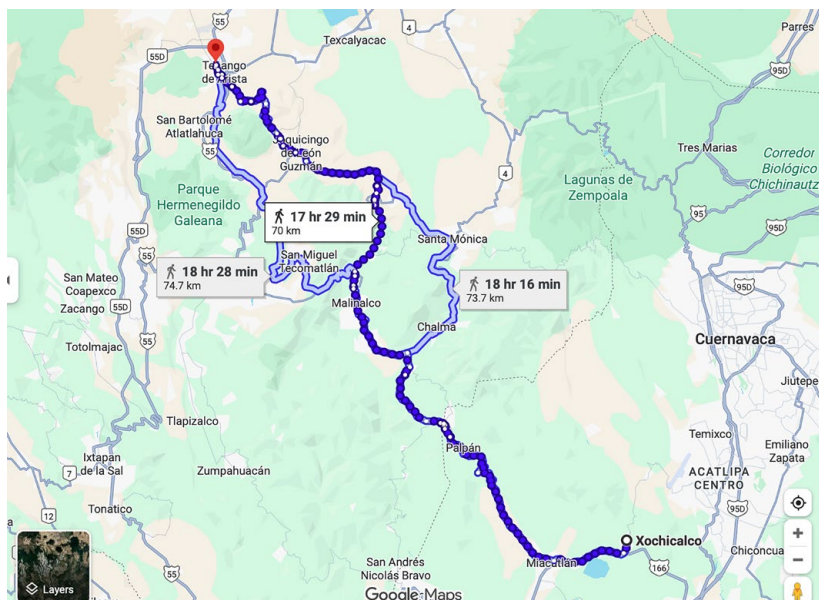


Figura 9. Rutas obtenidas en Google Maps entre Xochicalco y Teotenango.

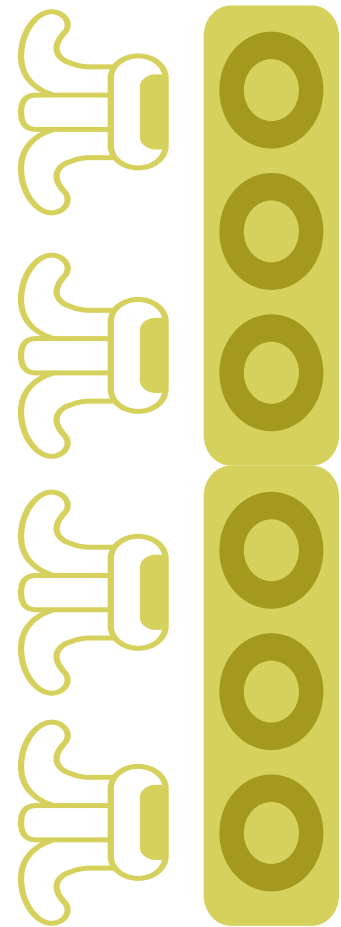
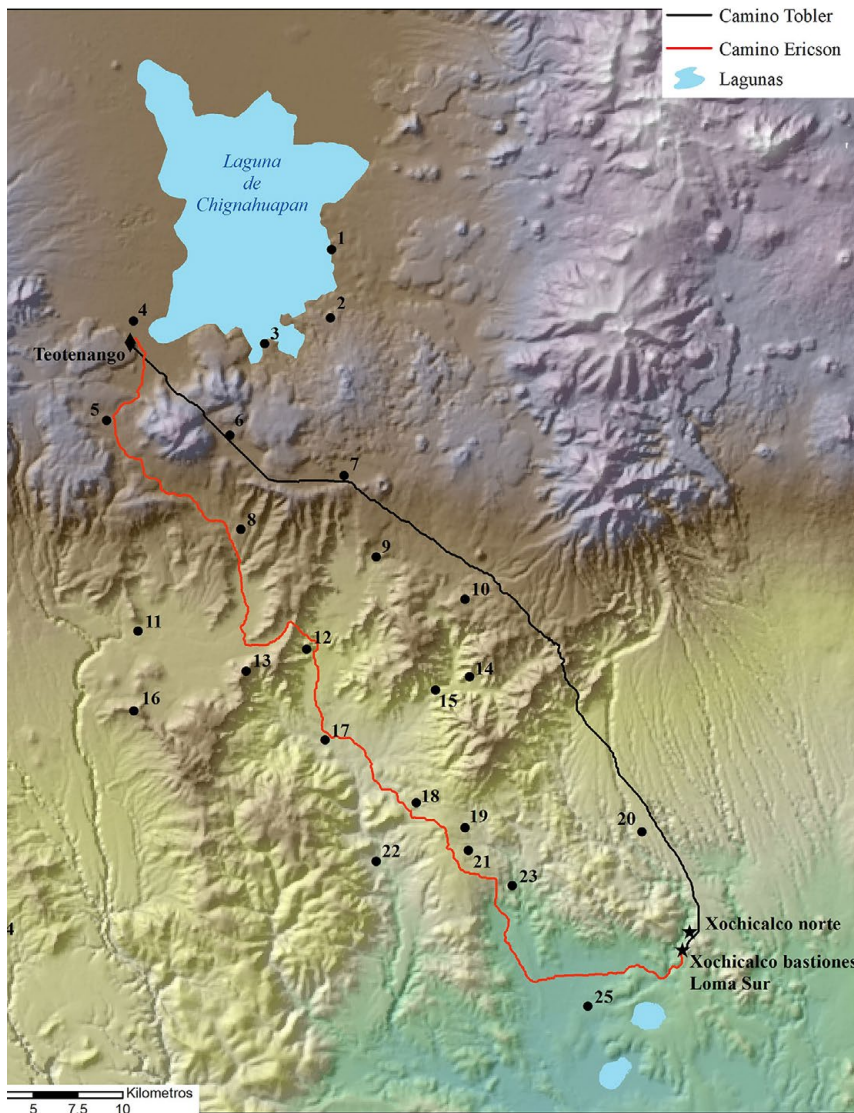


Figura 10. Mapa con rutas de menor costo entre Xochicalco y Teotenango © Nieto Hernández, Alvarado León y Cuenot.

La diferencia entre los resultados no permite determinar automáticamente cuál fue el camino utilizado, sino que muestra que las rutas cambian según las variables y los valores incluidos en cada modelo, pues mientras que una propuesta privilegia la distancia más corta, la otra le da mayor importancia a las condiciones del terreno.

Las prácticas de movilidad documentadas en épocas más recientes proporcionan otra referencia para evaluar estos resultados. Varias investigaciones etnográficas llevadas a cabo en las regiones comprendidas entre estos sitios han registrado peregrinaciones procedentes del valle de Toluca, el occidente de Morelos, la zona de Ixtapan de la Sal–Tonatico y la Cuenca de México, cuyos recorridos se dirigen principalmente al santuario de Chalma.

A lo largo de varios de los caminos utilizados por los peregrinos se han identificado materiales y sitios arqueológicos que indican un tránsito anterior a la época colonial. La tradición oral sostiene que Chalma estuvo dedicado a Oztotéotl, una deidad asociada a las cuevas y que era visitada durante la temporada de secas con el propósito de solicitar un temporal favorable para las cosechas.

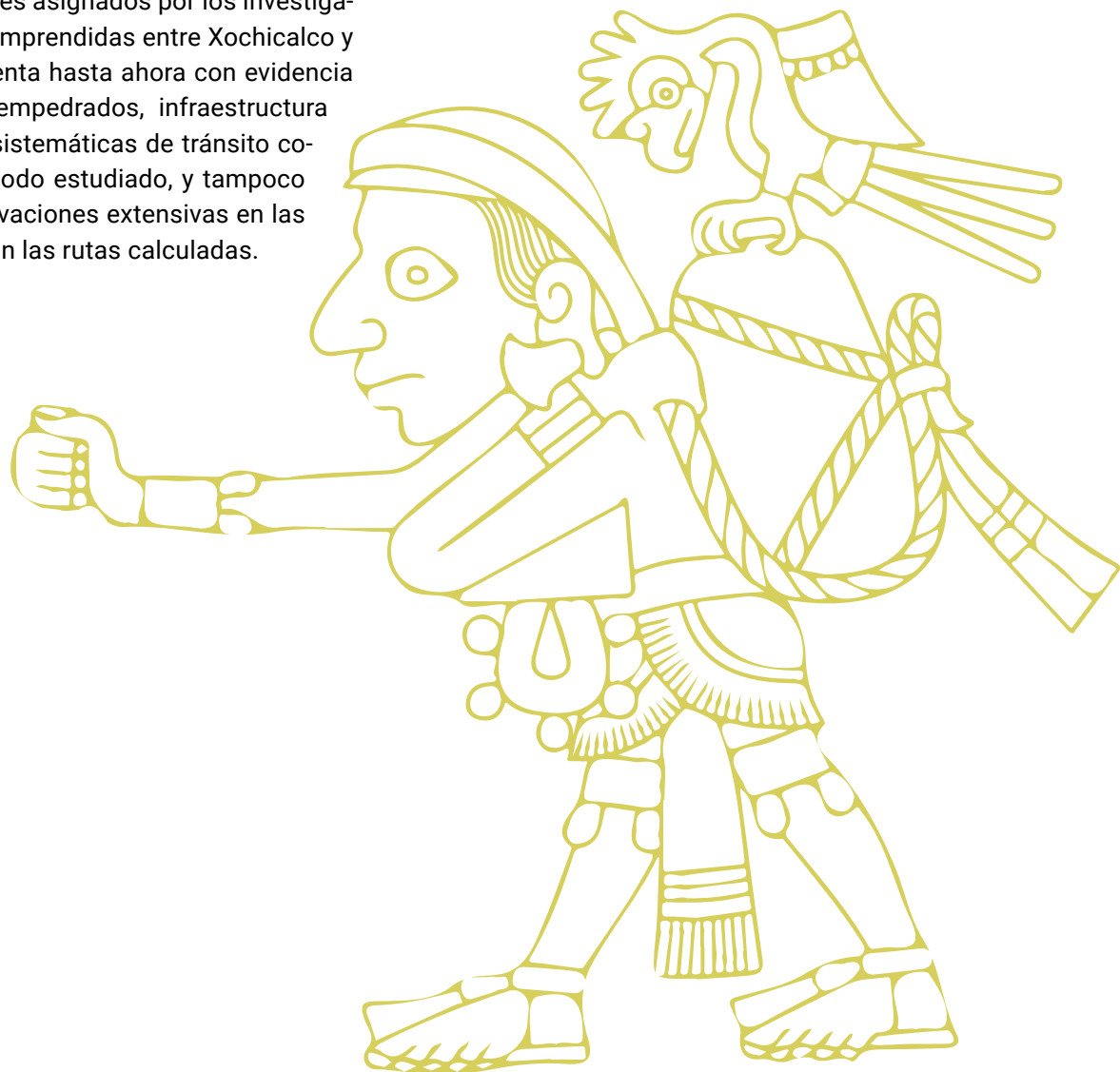
Esta información no demuestra que las peregrinaciones actuales sigan, sin modificaciones, los caminos prehispánicos, pero sí permite identificar corredores que pudieron utilizarse en distintos momentos y que pueden investigarse mediante recorridos de superficie, excavaciones y análisis de la distribución de materiales.

Para concluir

Las rutas calculadas mediante SIG no muestran una correspondencia directa con las rutas usadas en tiempos prehispánicos, pues los datos disponibles solo permiten plantear que algunos corredores naturales pudieron ser utilizados o reutilizados durante periodos prolongados. Los resultados también muestran que la elección de un trayecto no dependía exclusivamente de la pendiente o de la distancia, ya que los intereses políticos, económicos, sociales y religiosos podían modificar considerablemente el recorrido.

Los modelos de menor costo tienen límites claros, pues sus resultados dependen de las variables elegidas y de los valores asignados por los investigadores. En las áreas comprendidas entre Xochicalco y Teotenango no se cuenta hasta ahora con evidencia directa de caminos empedrados, infraestructura vial formal o huellas sistemáticas de tránsito correspondientes al periodo estudiado, y tampoco se han realizado excavaciones extensivas en las zonas por donde pasan las rutas calculadas.

Por ello, los resultados obtenidos mediante SIG deben tratarse como hipótesis espaciales que requieren ser contrastadas con la distribución de materiales arqueológicos, la ubicación y cronología de los asentamientos y estudios del terreno, entre otros. La principal utilidad de estos modelos es delimitar áreas de investigación, comparar alternativas y formular preguntas concretas sobre el transporte de personas y recursos, pues no reconstruyen por sí solos los caminos del pasado, pero sí ayudan a orientar la búsqueda de evidencias que permitan evaluar las rutas propuestas.



Referencias

Dossier "Tecnología Náutica Mesoamericana". 2022. *Arqueología Mexicana* 29(174)

Alvarado León, Claudia I. 2021. La obsidiana y su aprovechamiento. El caso de Xochicalco. *Suplemento cultural el tlacuache*, núm 981:7-10.

Alvarado León, Claudia I. y Eduardo Corona-M. Xochicalco: la Crisis Ambiental y Sociopolítica en un Sitio del Epiclásico Mesoamericano. *Amazônica-Revista de Antropologia*, 14(1):357-383.

Alvarado León, Claudia y Fernando Sánchez. 2010. La producción de cal y sus consecuencias, *Suplemento cultural el tlacuache*, núm. 439:1-2.

Martínez Olvera Francisca Minerca y Giselle Canto Aguilar. Puppet. Evidencia teotihuacana en Olinstepec. *Suplemento cultural el tlacuache*, núm. 1031.

Morante López, Rubén. 2009. El mecapal. Genial invento prehispánico. *Arqueología Mexicana* 17(100):70-75.

Müller, Florencia. 1944. *Levantamiento Preliminar de la Zona Arqueológica entre Xochicalco y Malinalco*. Archivo Técnico de la Coordinación Nacional de Arqueología, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

Nieto Hernández, Rubén, Jean-François Cuenot, Claudia I. Alvarado León y Juliette Testard. En proceso Comunicación interregional entre Xochicalco y Teotenango: aportaciones desde la arqueología y el SIG. *Xochicalco y Teotenango (650-1150 d.C.): dos ciudades sobre cerros. Estudio comparativo*, coordinado por Geneviève Lucet y Claudia I. Alvarado León. Instituto de Investigaciones Estéticas, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.

Rivero Hernández, Iván. Los cargadores indígenas en la integración del naciente reino, México, *Noticonquista*, <http://www.noticonquista.unam.mx/amoxkli/2979/2954>. Visto el 20/08/2025

Román Ramírez, E., Paiz Aragón, L., Bass, A., Garrison, T. G., Houston, S., Hurst, H., y Piedrasanta Castellanos, R. E. 2025. A Teotihuacan altar at Tikal, Guatemala: central Mexican ritual and elite interaction in the Maya Lowlands. *Antiquity*, 99(404):462-480.

Sheseña, A., Lozada, J., Tovalín, A., y Cruz, F. 2022. Rutas de Comunicación Prehispánicas y Geopolítica en las Montañas del Norte de Chiapas, México. *Ancient Mesoamerica*, 33(1):23-35.

Creado con Prompter
y generado con IA.





Cultura
Secretaría de Cultura



INAH

