

Introducción

La civilización azteca, asentada en el complejo sistema lacustre del valle de México, desarrolló algunas de las soluciones tecnológicas más avanzadas y adaptativas del mundo prehispánico. Su ingeniería no puede comprenderse como un fenómeno aislado ni utilitario; por el contrario, estuvo íntimamente entrelazada con su cosmovisión, sus estructuras de organización sociopolítica y un conocimiento ecológico profundamente arraigado en la observación sistemática del entorno (Ali & Al-Gharib, 2024). Según López y López (2006), la ingeniería mexica constituyó un dispositivo cultural que integraba técnica, ritualidad y poder, permitiendo que la vida urbana floreciera en un espacio que, para otras sociedades, habría resultado inhabitable. Del mismo modo, Smith (2013), enfatiza que la capacidad azteca para transformar un paisaje inestable —caracterizado por lagos someros, suelos de alta salinidad e inundaciones recurrentes— fue fundamental para la consolidación de Tenochtitlan como centro hegemónico de Mesoamérica.

Este dominio tecnológico se sustentó en la combinación de conocimiento empírico acumulado, organización colectiva del trabajo y una concepción del agua como entidad viva y sagrada, lo cual orientó decisiones urbanísticas y agrícolas. A ello se suma que, como apuntan Townsend (2009) y Berdan (2014), la ingeniería azteca no solo resolvía necesidades materiales, sino que también expresaba formas de legitimación política y ordenamiento simbólico del territorio.

En este marco, el presente ensayo examina la ingeniería azteca a partir de tres dimensiones fundamentales: (1) la ingeniería hidráulica destinada al control del entorno lacustre; (2) el sistema agrícola de chinampas, considerado uno de los modelos de intensificación productiva más eficientes del mundo preindustrial; y (3) la arquitectura y el urbanismo monumental como recursos para proyectar autoridad política, estabilidad urbana y orden cosmológico. A través de este análisis, se busca demostrar que la ingeniería mexica fue simultá-

especializados que articularan conocimiento técnico, organización comunal y una profunda comprensión del ciclo hidrológico del valle.

Para responder a estas exigencias, los aztecas impulsaron obras de ingeniería de gran escala, muchas de ellas diseñadas en colaboración con los *acolhuas* de Texcoco. Durán (2006), atribuye a Nezahualcóyotl —gobernante y sabio *acolhua*— un papel fundamental en el diseño de los proyectos hidráulicos, destacándolo como ingeniero, planificador y astrónomo. Su obra más emblemática fue el Albarra-dón de Nezahualcóyotl, documentado por León (2003) y ampliamente descrito en códices y testimonios coloniales. Este dique monumental, con más de 16 kilómetros de extensión, combinó estacas de ahuehuete, relleno de piedra y cal, y un sistema de compuertas que permitía regular el flujo del agua. Sus funciones eran dobles: (a) contener las aguas salobres del lago de Texcoco y proteger las zonas de cultivo, y (b) mitigar las inundaciones estacionales que amenazaban a Tenochtitlan, cuyo nivel freático dependía de las lluvias anuales.

No obstante, el Albarra-dón no fue la única obra destacada. El acueducto de Chapultepec se convirtió en un hito de la ingeniería hidráulica mesoamericana. Este sistema funcionaba a partir de dos canales paralelos que transportaban agua dulce desde los manantiales de Chapultepec hasta el corazón de Tenochtitlan. Su diseño dual permitía que uno de los conductos pudiera ser reparado mientras el otro continuaba en funcionamiento, garantizando el suministro continuo. Los materiales empleados —piedra labrada, madera, arcilla compactada y canales elevados— reflejan un dominio técnico orientado a evitar filtraciones y asegurar un flujo constante en un terreno altamente poroso.

A estas obras se sumaban una compleja red de canales internos, considerados por Berdan (2014), como verdaderas “avenidas acuáticas” que estructuraban la vida urbana. Estos canales, junto con sus puentes removibles, facilitaban el transporte, el comercio y la movilidad cotidiana, a la vez que funcionaban como mecanismos defensivos en caso de invasión. De igual modo, existían sistemas de drenaje

subterráneo y plataformas estabilizadoras construidas con pilotes de madera para evitar hundimientos, técnica que hoy se asocia a la ingeniería de suelos.

Estas intervenciones evidencian que la ingeniería hidráulica azteca no se limitó a una adaptación pasiva al entorno, sino que implicó una profunda transformación del paisaje. Como señalan López y López (2006), para los mexicas el agua era simultáneamente recurso vital, fuerza sagrada y elemento ordenado por la acción humana. En este sentido, su control combinaba técnica, cosmología y política: controlar el agua significaba controlar la ciudad, los cultivos, el comercio y los ritmos simbólicos asociados al calendario y al ciclo agrícola. La ingeniería hidráulica, entonces, operaba como infraestructura material y como dispositivo de legitimación del poder imperial.

Chinampas: ingeniería agrícola, ecología y sostenibilidad

El sistema chinampero, desarrollado inicialmente por pueblos xochimilcas y posteriormente perfeccionado y expandido por los aztecas, constituye uno de los sistemas de ingeniería agrícola más productivos y sofisticados del mundo preindustrial. Este modelo de intensificación agrícola surgió como resultado de un profundo conocimiento de la ecología lacustre del valle de México y de una prolongada tradición de manejo ambiental. Su desarrollo permitió sostener niveles de producción excepcionalmente altos en un entorno que, a primera vista, parecería inhóspito para la agricultura tradicional.

Lejos de tratarse de simples huertos, las chinampas eran parcelas artificiales construidas sobre cuerpos de agua poco profundos, formando una red agrícola altamente especializada (Bobbink & Rey, 2022). Esta estructura se conformaba a partir del entrelazamiento de raíces de ahuejotes (*Salix bonplandiana*), vegetación acuática, lodo y sedimentos extraídos de los canales. Este ensamblaje generaba suelos ricos en nutrientes y con una gran capacidad de retención de humedad. Las acequias que delimitaban cada chinampa facilitaban el dre-

naje y permitían mantener un equilibrio hídrico constante, esencial para asegurar el crecimiento continuo de cultivos a lo largo del año.

La eficiencia de este sistema era excepcional. Coe y Koontz (2002), estiman que las chinampas podían producir entre cuatro y siete cosechas anuales, cifras que superaban ampliamente los rendimientos agrícolas de Europa y Asia en el siglo XV y XVI. Esta alta productividad se explicaba por una combinación de factores: manejo biológico de suelos, rotación planificada, fertilización continua mediante lodos lacustres, uso de policultivos (maíz, frijoles, chiles, tomates, amaranto), y un trabajo comunitario que articulaba conocimientos técnicos con prácticas rituales asociadas al ciclo agrícola (Berdan, 2014).

Más allá de su rendimiento, las chinampas representan uno de los sistemas de agricultura sostenible más antiguos y eficientes conocidos. Las chinampas contribuían a estabilizar el ecosistema lacustre, aumentar la biodiversidad y prevenir la erosión de suelos. Su diseño posibilitaba la recarga natural de nutrientes, minimizaba la degradación ambiental y creaba microclimas favorables al cultivo. López y López (2006), destacan que este modelo constituye un “ecosistema agroecológico” funcional, basado en principios que, actualmente, son fundamentales para la agricultura regenerativa: reciclaje de nutrientes, complementariedad vegetal, manejo integrado del agua y resiliencia frente a fluctuaciones climáticas.

Asimismo, el sistema chinampero funcionaba como un paisaje socialmente organizado. Su mantenimiento requería cooperación comunitaria, especialmente para limpiar canales, renovar estacas, coordinar turnos de riego y administrar el espacio productivo. Este componente colectivo fortalecía la cohesión social y garantizaba la continuidad del sistema a largo plazo.

En un contexto global marcado por la crisis climática, la pérdida de suelos fértiles y el colapso de los sistemas agrícolas intensivos, las chinampas han adquirido un renovado interés académico. Gliess-

man (2014), considera este modelo como una referencia para diseñar sistemas de agricultura regenerativa, debido a su alta productividad, bajo impacto ambiental y flexibilidad ecológica. En esta línea, las chinampas no solo son un testimonio del ingenio tecnológico mesoamericano, sino también una fuente de inspiración para enfrentar los desafíos climáticos e hídricos del siglo XXI.

Arquitectura y urbanismo monumental: ingeniería del poder, la ritualidad y el espacio

La ingeniería azteca alcanzó una sofisticación notable en el ámbito arquitectónico y urbanístico, donde la monumentalidad, el orden espacial y la planificación funcional se articularon para expresar poder político, cosmología y cohesión social. Tenochtitlan, fundada en un islote del lago de Texcoco, fue concebida como un centro urbano planificado que integraba líneas simbólicas, hidráulicas y militares. Su trazado hipodámico —descrito por Smith (2013) y Bravo (2022)— se organizaba a partir de una cuadrícula ordenada por ejes cardinales que definían un espacio claramente jerarquizado: en el centro se encontraba el recinto sagrado (teocalli), rodeado por barrios especializados (calpulli), calzadas que la conectaban con tierra firme y una compleja red de canales navegables que articulaban la movilidad, el comercio y el control territorial.

Entre estas estructuras, el Templo Mayor constituye la obra arquitectónica más emblemática y significativa. Este monumento fue un edificio en constante expansión, producto de siete fases superpuestas que reflejaban momentos clave del desarrollo político del imperio. Su doble escalinata representaba la dualidad cosmológica entre Tláloc (agua, fertilidad) y Huitzilopochtli (sol, guerra), una dicotomía central para comprender la función teológica del Estado mexica. La ingeniería necesaria para sostener el Templo Mayor en suelos lacustres incluía técnicas avanzadas de cimentación sobre pilotes, plataformas de contención, drenaje interno y ajustes estructurales destinados a resistir hundimientos diferenciales.

Más allá de su valor arquitectónico, los templos, plazas y recintos rituales funcionaban como tecnologías del poder (Torres et al., 2024; Ali & Al-Gharib, 2024). Desde una perspectiva antropológica, Carrasco (1999), sostiene que estos lugares operaban como estructuras político-teológicas destinadas a materializar el orden del cosmos mexica en el espacio urbano. La monumentalidad del recinto sagrado comunicaba jerarquías sociales, legitimaba el rol del tlatoani como mediador entre dioses y hombres, y ordenaba los ciclos ceremoniales que articulaban la vida colectiva. Así, la arquitectura no solo servía criterios funcionales, sino que representaba un lenguaje simbólico que delimitaba roles, reforzaba narrativas de dominación y estructuraba la memoria colectiva.

El urbanismo azteca también respondía a una lógica de movilidad, defensa y eficiencia. Las calzadas que conectaban Tenochtitlan con tierra firme —Tlacopan, Tepeyac y Iztapalapa— estaban diseñadas para resistir el tránsito intenso y, al mismo tiempo, funcionar como sistemas de contención hídrica, regulando el flujo del agua entre lagos. Los puentes desmontables permitían aislar rápidamente la ciudad en caso de invasión, combinando principios militares con el dominio del entorno lacustre. Asimismo, los canales internos constituyían verdaderas avenidas acuáticas utilizadas para el transporte de mercancías, la navegación cotidiana y el abastecimiento urbano, demostrando una integración única entre ingeniería hidráulica y planeación urbana (Berdan, 2014).

Finalmente, la organización espacial del calpulli —unidad básica sociopolítica— garantizaba una estructura urbana descentralizada, pero funcional. Cada barrio incluía viviendas, espacios rituales menores, talleres productivos y mercados locales, lo que configuraba una ciudad altamente especializada en la que la vida religiosa, económica y administrativa se entrelazaba con la ingeniería del entorno (Smith, 2013; Ali & Al-Gharib, 2024). De este modo, Tenochtitlan no fue sólo una capital imperial, sino un modelo de ciudad lacustre cuya arquitectura y urbanismo encarnaban, simultáneamente, ciencia, orden simbólico y estrategia de dominación.

Conclusión

La ingeniería azteca constituye una de las expresiones más notables del ingenio tecnológico prehispánico y un ejemplo sobresaliente de cómo las sociedades originarias fueron capaces de transformar su entorno mediante conocimiento, organización y creatividad. En un paisaje que muchos considerarían hostil —suelo lacustre inestable, variaciones extremas en los niveles de agua y limitaciones territoriales— los mexicas levantaron un sistema hidráulico monumental, un modelo agrícola de productividad excepcional y una arquitectura urbana planificada que integraba poder, ritualidad y cohesión social. Su tecnología no se limitaba a resolver necesidades materiales, sino que estaba profundamente vinculada con su cosmovisión, sus formas de gobierno y la vida comunitaria cotidiana.

En el escenario global actual, marcado por crisis ambientales, estrés hídrico y modelos urbanos insostenibles, la ingeniería azteca ofrece aprendizajes valiosos. Las chinampas muestran que es posible diseñar sistemas agrícolas productivos que regeneren los ecosistemas en lugar de degradarlos. Las obras hidráulicas evidencian estrategias de adaptación que aprovechan las dinámicas naturales del agua en vez de intentar dominarlas de manera destructiva. La arquitectura ritual-urbana propone una forma de comprender la ciudad como un espacio donde se articulan dimensiones simbólicas, sociales y ecológicas, alejándose de visiones puramente utilitarias.

Estudiar estas tecnologías permite reconocer que la sustentabilidad no es una invención reciente, sino una práctica históricamente construida por múltiples culturas. Al recuperar y reinterpretar estos saberes, es posible imaginar futuros más equilibrados entre sociedad y naturaleza, donde la ingeniería se conciba como una forma de construir vínculos, significados y modos de habitar el mundo.

El estudio de la ingeniería azteca abre un campo fértil para investigaciones futuras que integren enfoques interdisciplinarios desde la arqueología, la historia ambiental, la ingeniería, la agroecología

y los estudios urbanos. En primer lugar, resulta necesario profundizar en la modelación hidrológica de las obras mexicas para comprender mejor su comportamiento ante variaciones climáticas extremas, lo cual podría aportar estrategias actuales de adaptación al cambio climático. Asimismo, el sistema chinampero demanda estudios experimentales que evalúen su viabilidad a gran escala como modelo de agricultura regenerativa en contextos urbanos y periurbanos. Por otra parte, la arquitectura y el urbanismo mexica ofrecen oportunidades para investigar cómo la planificación simbólica y la organización comunitaria pueden incorporarse en el diseño de ciudades resilientes, integradas y culturalmente significativas. Finalmente, es imprescindible avanzar en investigaciones colaborativas con comunidades indígenas, con el fin de recuperar, revitalizar y resignificar conocimientos ancestrales que aún hoy pueden contribuir a enfrentar desafíos globales en torno al agua, la sostenibilidad y la justicia socioambiental.

Referencias

- Ali, D., & Al-Gharib, A. (2024). Rituals and sacrifices in the Aztec civilization. *Journal of International Crisis and Risk Communication Research*, 7(7), 1476. <https://doi.org/10.63278/jicrcr.vi.1620>
- Berdan, F. (2014). *Aztec archaeology and ethnohistory*. Cambridge University Press.
- Bobbink, I., & Rey, C. (2022). Chinampas agriculture and settlement patterns the contemporary relevance of Aztec floating gardens. *Blue Papers*, 1(2), 90-99. <https://doi.org/10.58981/bluepapers.2022.2.09>
- Bravo, V. (2022). México-Tenochtitlan: La ciudad que surgió del agua y tocó el Sol. *Antropología Americana*, 7(14), 81-101. <https://doi.org/10.35424/anam.v7i14.1380>
- Carrasco, D. (1999). *City of sacrifice: The Aztec empire and the role of violence in civilization*. Beacon Press.
- Coe, M., & Koontz, R. (2002). *Mexico: From the Olmecs to the Aztecs*. Thames & Hudson.
- Durán, D. (2006). *Historia de las Indias de Nueva España e islas de la Tierra Firme*. Porrúa.
- Gliessman, S. (2014). *Agroecology: The ecology of sustainable food systems*. CRC Press.
- León, M. (2003). *La visión de los vencidos*. UNAM.
- López, A., y López, L, (2006). *El pasado indígena*. Fondo de Cultura Económica.
- Smith, M. (2013). *The Aztecs*. John Wiley & Sons.
- Torres, E., Castellón, E., y Alfonso, Y. (2024). Contribución de las antiguas técnicas agrícolas precolombinas al desarrollo del turismo rural sostenible. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, (7), 1-16. <https://doi.org/10.46380/rias.v7.e379>
- Townsend, C. (2009). *The Aztecs*. Thames & Hudson.

Technology, landscape and power: Aztec engineering in the heart of pre-Hispanic Mexico

Tecnología, Paisagem e Poder: A Engenharia Asteca no Coração do México Pré-Hispânico

Humberto Andrés Álvarez Sepúlveda

Universidad Católica de la Santísima Concepción | Concepción | Chile

<https://orcid.org/0000-0001-5729-3404>

halvarez@ucsc.cl

humalvarezsep@gmail.com

Académico de la Universidad Católica de la Santísima Concepción (Chile). Doctor en Sociedad y Cultura por la Universidad de Barcelona (España). Autor de diversos capítulos de libros y artículos sobre educación histórica publicados en revistas científicas indexadas a Wos, Scopus y Scielo.

Claudine Glenda Benoit Ríos

Universidad Católica de la Santísima Concepción | Concepción | Chile

<https://orcid.org/0000-0002-1791-2212>

cbenoit@ucsc.cl

claudbenoit@gmail.com

Académica del Departamento de Didáctica de la Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción (Chile). Doctora en Lingüística, por la Universidad de Concepción. Investigadora en didáctica de la comprensión y producción del lenguaje, y estrategias colaborativas durante el procesamiento.

Abstract

This chapter presents a comprehensive analysis of Aztec engineering understood as a complex technological system capable of coordinating hydraulics, agriculture, and urban planning to sustain one of the most densely populated societies in the pre-Hispanic world. Three central dimensions are examined: hydraulic control of the lake environment; intensive and ecologically stable agriculture on the chinampas; and monumental architecture together with urban planning that expressed and consolidated the political, ritual, and cosmological order of the Mexica empire. The study is developed from a qualitative, interpretive, and narrative approach to the topic, based on a humanistic and intercultural paradigm. The results show that Aztec engineering not only responded to material demands, but also integrated worldview, community organization, and devices for legitimizing power. It is concluded that Aztec technological systems offer relevant keys to addressing current challenges related to sustainability, water management, and resilient urban design.

Keywords: Aztec engineering; Pre-Hispanic hydraulics; Chinampas; Mesoamerican urbanism; Historical sustainability.

Resumo

Este capítulo apresenta uma análise abrangente da engenharia asteca compreendida como um sistema tecnológico complexo, capaz de articular hidráulica, agricultura e urbanismo para sustentar uma das sociedades mais densamente povoadas do mundo pré-hispânico. Três dimensões centrais são examinadas: o controle hidráulico do ambiente lacustre; a agricultura intensiva e ecologicamente estável das chinampas; e a arquitetura monumental juntamente com o planejamento urbano que expressaram e consolidaram a ordem política,

ritual e cosmológica do Império Mexica. O estudo é desenvolvido a partir de uma abordagem qualitativa, interpretativa e narrativa de tópico, sustentada por um paradigma humanista e intercultural. Os resultados evidenciam que a engenharia asteca não apenas respondeu a exigências materiais, mas integrou cosmovisão, organização comunitária e dispositivos de legitimação do poder. Conclui-se que os sistemas tecnológicos astecas oferecem chaves pertinentes para abordar desafios atuais vinculados à sustentabilidade, gestão hídrica e desenho urbano resiliente.

Palavras-chave: Engenharia asteca; Hidráulica pré-hispânica; Chinampas; Urbanismo mesoamericano; Sustentabilidade histórica.