Para citar o enlazar este recurso, use: http://hdl.handle.net/11191/7190

Castorena Espinosa, Gloria María (2015).

Antecedentes de la sustentabilidad en México. Tres casos de estudio

p. 93-101

En:

Hábitat sustentable / Sergio Padilla Galicia y Víctor Fuentes Freixanet, compiladores. Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, 2015. (Colección Arquitectura y urbanismo internacional)

Fuente: ISBN 978-607-28-0701-3

Universidad Autónoma Metropolitana
Casa abierta al tiempo Azcapotzalco
https://www.azc.uam.mx/

CYAD Ciencias y Artes para el Diseño
https://www.cyad.online/uam/

ÁREA aui Arquitectura Urbanismo Internacional
http://aaui.azc.uam.mx/aaui/

Repositorio Institucional
Zaloamati
"Preservar con amor y cariño el saber"
http://zaloamati.azc.uam.mx

Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como
Atribución-NoComercial-SinDerivadas
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/

D.R. © 2015. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. Se autoriza copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato, siempre y cuando se den los créditos de manera adecuada, no puede hacer uso del material con propósitos comerciales, si remezcla, transforma o crea a partir del material, no podrá distribuir el material modificado. Para cualquier otro uso, se requiere autorización expresa de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco.

Gloria María Castorena Espinosa

Antecedentes de la sustentabilidad en México. Tres casos de estudio

PALABRAS CLAVE:
habitabilidad, ecosistemas sustentables

KEYWORDS
habitability, sustainable ecosystems

RESUMEN

El artículo aborda el tema de la sustentabilidad a través de un recuento histórico, desde la gran Tenochtitlán y su respeto a los elementos del medio, originando tipologías urbanas y arquitectónicas sustentables. También se analizan los modelos arquitectónicos y urbanos utilizados como estrategias para la sustentabilidad y como dispositivos de control del medio habitable. De igual forma se mencionan métodos de intervención de la arquitectura virreinal mostrando tanto las buenas prácticas como las modificaciones que alteraron sustancialmente la ciudad, de fluvial a terrestre. Asismismo, se hace hincapié en la importancia del análisis de las condiciones del hábitat de Tenochtitlán como referencia para comprender las condiciones actuales de la ciudad de México.

ABSTRACT

The article discusses the issue of sustainability as concept product integration with the local environment, exemplified by the way in the Great Tenochtitlan respect to the elements of the urban typologies originated and sustainable architecture, for it in the document architectural and urban models used as strategies for sustainability and as control devices habitable environment are analyzed. Similarly intervention methods of colonial architecture showing both good practices and the modifications that substantially alter the city, river to land mentioned. And also it emphasizes the importance of analyzing habitat conditions of Tenochtitlan reference for understanding current conditions of Mexico City.

Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco
gmce@correo.azc.uam.mx

Introducción

La selección de un medio natural para el desarrollo humano se da a partir de las características visuales de su conjunto, nivel de aceptación y por su belleza. La condición climática establece la sencillez o complejidad de adecuación espacial y el aclimatamiento del usuario.

Por otro lado, hoy en día tiene un agregado en el costo de un hábitat humano, la diversidad ambiental de elementos bióticos y abióticos, considerados como indicadores de calidad ambiental, por ejemplo, la resistencia mecánica del suelo, la pendiente, la hidrología, la relación de tierra y cuerpo de agua, entre otros.

En la actualidad, es accesible y viable compilar la información geográfica, cartográfica, satelital y bibliográfica para realizar un análisis del sitio y seleccionar el óptimo espacio para la construcción de desarrollos para las actividades humanas, pero ¿cómo seleccionaron nuestros antepasados el lugar para emplazar, orientar, construir y habitar las ciudades? ¿Cómo aprovecharon las potencialidades del lugar para soportar el crecimiento poblacional y cubrir las necesidades de los habitantes? ¿Cuáles son los ejemplos de sustentabilidad en México?

El asentamiento de Tenochtitlán

El ejemplo más importante para nuestro país lo tuvimos en el asentamiento de la urbe de Tenochtitlán, la gran ciudad azteca o mexica, fundada en 1325 en un conjunto de lagos y pequeños islotes. Se conoce que la selección del sitio se determinó por la profecía de los pobladores de Aztlán provenientes del norte del país, la cual indicaba que en donde encontraran una águila devorando una serpiente, posada sobre un nopal, era el sitio en el cual se asentarían para desarrollar su hábitat.

Cuando un ecosistema está saludable se desarrollan especies animales como aves y reptiles, también especies vegetales como el nopal. Se pueden enlistar un sin número de elementos que dan mayor o menor habitabilidad, pero el primero en la lista es el agua (*Figura 1*).

El Valle de México tenía agua dulce y salobre, una variada biodiversidad y, adicionalmente, estaba protegido por montañas con más de 2,000 metros de altura.

Los lagos de Chalco, Xochimilco, Texcoco, San Cristóbal Xaltocán y Zumpango,[1] unidos entre sí, hacían de los pequeños islotes sitios seguros y protegidos para el desarrollo de la urbe.

La presencia de agua salada y agua dulce determinada por su origen y la calidad de los suelos, llevó a los primeros pobladores a encontrar soluciones a través de diques para la separación del agua.

En el año de 1325 se presentó un cambio en la distribución de agua y tierra, con la instauración de un sistema constructivo denominado "chinampa", el cual consistía en la creación de suelo firme sobre el agua de los lagos, anclado por pilotes o postes de madera y estabilizado —pasado un tiempo— con la ayuda de las raíces de los árboles (ahuejotes o sauces), plantados para este fin. La plataforma estructurada con carrizos y varas, se consolidaba con zacate, pastos, hojas, cáscaras y tierra. El sistema resultante era la construcción de una plataforma flotante de suelo firme con sustrato orgánico cíclico, para la producción de alimentos, flores y árboles para la obtención de madera. Al mismo tiempo de ser terreno para la producción, fue utilizado para campo de composteo, con el tratamiento de desechos para la generación de suelos fértiles (*Figura 2*).

Estos jardines y parcelas flotantes fueron el sistema sustentable de alta producción de alimentos que permitieron obtener hasta siete cosechas al año.

Todos los desechos orgánicos: cáscaras, hojas, semillas, y otros, eran depositados como composteo en la chinampa lo cual generaba un suelo enriquecido para la producción. Igualmente, la chinampa operó como sistema de tratamiento del agua, al tener especies vegetales que desarrollaban en sus raíces y tubérculos organismos capaces de sanear el agua; además de ser un sistema que tenía un uso racional del agua, sólo la que las especies vegetales necesitaban.

Cuando el sistema utilizado para ganar terreno al agua era destinado para la construcción se denominaba palafito y tenía como prioridad consolidar el terreno para la edificación de la vivienda.

1 Legorreta, Jorge, *El agua y la Ciudad de México. De Tenochtitlán a la Megalópolis del siglo XXI*, México, UAM-Azc., 2006.

Vivienda azteca en Tenochtitlán

El Códice Mendocino cita: "Los edificios han sido alineados a los ejes cardinales. Con una visión cosmográfica cada punto cardinal tenía un significado. La tierra era cuadrada y el centro era el universo".

En Tenochtitlán la vivienda era de tierra y madera (material de fácil incorporación al medio). Se desarrolló en un solo nivel, con techos de ligera inclinación que cubrían el claro con materiales locales transpirables como pastos, carrizo y hojas, que permitían el paso del aire a través de ellos (materiales vegetales de la región, como óptima respuesta al clima).

El partido arquitectónico se conformó por un esquema de patio, en el cual se desarrollaron las actividades al exterior como el cultivo de alimentos y la cría de animales. El Temazcalli formaba parte de la vivienda, era el baño de vapor (es el sistema de mayor ahorro de agua para el aseo personal) con funciones de higiene y para mantenerse saludable. Tanto el baño como la cocina estaban situados de forma independiente de las habitaciones (*Figura 3*).

La tipología formal, funcional y el esquema arquitectónico de la vivienda azteca responden a las características de un clima cálido húmedo, considerando la presencia de la cuenca de los lagos (humedad) y el tipo de vestimenta representada en los códices y grabados (taparrabos y túnicas). Hoy en día el clima del centro de la ciudad de México, corresponde a un bioclima semifrío,[2] según clasificación por bioclimas de la República Mexicana de Figueroa-Fuentes, lo cual muestra la dinámica de los elementos del clima en un periodo de seis siglos.

En resumen, la vivienda azteca responde a criterios de sustentabilidad, dejando un legado de experiencia en el acierto y el error, que podemos observar en la selección del sitio y la orientación bajo el conocimiento derivado de la observación del sol y la luna, así como la compresión de los fenómenos atmosféricos. Los materiales eran orgánicos de fácil incorporación y degradación y una alta eficiencia energética en su ciclo de vida. La vivienda era, obligadamente, bioclimática, eficiente y los mexicas fueron conscientes del uso de los recursos naturales en su operación, como parte del paisaje y de una cultura cosmogónica.

Figura 1. Golfo de México y Laguna de Tenochtitlán, mapa de Núremberg, 1524 (www.motecuhzoma.de/Ten%20Nuern.JPG).

Figura 2. Chinampas (ciudadanosenred.com.mx).

Figura 3. (www.culturahispana.org/mapas%20y%20planos%20tenochtitlan.htm)

2 *Criterios de Adecuación Bioclimática en la Arquitectura*, Instituto Mexicano del Seguro Social, México, 1989.

Figura 4. "Atlas y visitas de la Cuenca, valle, ciudad y centro de México a través de los siglos XIV al XXI" (www.mexicomexico.org.tenoch/Tomas Filsinger.htm).

Figura 5. Chinampas en Xochimilco (Departamento del Distrito Federal, 1997, *Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Xochimilco, en la ciudad de México, Desarrollo Urbano, Visión 2020*, México, p. 317).

Estructura urbana de Tenochtitlán

Cuatro barrios conformaron la estructura urbana: al norte, Cuepopan, "el lugar donde se abren las flores"; al este, Teopan, "el barrio del templo"; al sur, Moyotlan, "el lugar de los mosquitos", cercano a los pantanos; al oeste Aztacalco, "casa de las garzas".

Los barrios estaban a su vez compuestos de un calpulli, o conjuntos de casas que eran la base de la organización social de los aztecas. Cada calpulli poseía su terreno, su templo y su escuela o telpochcalli o "casa de los jóvenes", y elegía un jefe al que asesoraba un consejo de ancianos. Algunos de los barrios tenían actividades especializadas, pues había calpulli de artesanos, de comerciantes, de guerreros, etc.

Setenta templos fueron construidos en la gran Tenochtitlán, dedicados a los elementos naturales: al viento, la lluvia, el sol, la tierra y la fertilidad, entre otras. Las plazas fueron centros de reunión para eventos sociales, comerciales y religiosos. Orientadas y diseñadas para desarrollar la vida al exterior, aprovechando las condiciones climatológicas favorables del lugar.

Se construyeron cuatro calzadas bajo el orden universal de los puntos cardinales, para dar movilidad peatonal. Estas calzadas conducían a las puertas de acceso hacia la isla central. Un sistema fluvial eficiente y limpio comunicó a los islotes por medio de canales, los cuales estaban diseñados especialmente para la navegación, mientras que los apantles eran para el sistema de irrigación de las chinampas (*Figuras 4 y 5*).

En 1519 se consolidó la retícula urbana de la ciudad de Tenochtitlán, con la construcción de salidas fluviales y la instalación de diques de control para conservar el nivel de agua de los lagos en una cuenca cerrada.

En su momento los españoles presenciaron que el islote que soportaba el asentamiento prehispánico, mostraba una ciudad de distribución y jerarquía clara, con edificaciones de gran altura comunicados a través de grandes avenidas de tierra y los canales de comunicación fluvial, diques para el control del agua, así como las zonas de producción de alimentos y la disponibilidad de agua dulce y agua salada (*Figuras 6 y 7*).

A comienzos del siglo XVI Tenochtitlán ocupaba una superficie aproximada de 1000 hectáreas bajo el sistema de palafitos y chinampas. Los cálculos de la población azteca, según los españoles, consideraban un mínimo de siete habitantes por vivienda. Considerando que había entre 60,000 y 120,000 viviendas, la población aproximada sería entre 420,000 y 840,000 habitantes.

¿De qué forma la población de la gran Tenochtitlán cubrió sus necesidades sin contaminar y deteriorar su medio natural?

La respuesta está en los modelos utilizados de arquitectura bioclimática y sustentabilidad urbana:

- El emplazamiento y orientación de las edificaciones, referidos a los puntos cardinales, trayectoria solar y lunar.
- La adecuación al bioclima (semicálido húmedo) a nivel arquitectónico y urbano.
- Los sistemas constructivos fueron de bajo impacto y los materiales utilizados correspondieron con la región.
- Alta producción de alimentos.
- Reforestación y manejo del paisaje urbano.
- Tratamiento de desechos sólidos y tratamiento de agua.
- Sistemas eficientes de irrigación para la producción de alimentos.
- Transporte terrestre y fluvial.

Arquitectura y urbanismo durante la época virreinal

En el siglo XVI, con la llegada de los españoles arriban las órdenes mendicantes a México con la finalidad

Figura 6. http://www.mexicomaxico.org/Tenoch/Tenoch4.htm

Figura 7. http://www.mexicomaxico.org/Tenoch/Tenoch4.htm

de evangelizar a la población. Se construyen conjuntos arquitectónicos para el desarrollo de actividades de educación, seminarios, talleres para el aprendizaje de las artes y los oficios, entre otras. Para la edificación y aplicación de estrategias de diseño, los religiosos se basaron en modelos preestablecidos por la orden (coincidencia climática favorable) y ejemplos europeos. La mano de obra local y la propia cultura prehispánica produjo modelos únicos de gran sensibilidad arquitectónica, acorde al clima y utilizando materiales regionales. El crecimiento de los conjuntos arquitectónicos fue evolucionando, en el siglo XVII se construyeron las casas de probación, seminarios de lenguas, templos, enfermerías, bibliotecas, entre otros.

Nacieron de la mano de los monasterios, haciendas productoras de alimentos y se articularon sistemas de producción y procesamiento de granos, incipientes industrias que utilizaban en su proceso la energía hidráulica, a través de altos depósitos de agua que en su punto más bajo liberaban la fuerza de la presión para mover grandes piedras de molienda.

En estos conjuntos el emplazamiento y orientación de las edificaciones respondía a las necesidades de climatizar pasivamente los espacios con el uso de la trayectoria solar (solárium) y el agua (a través de muros húmedos) para crear condiciones de temperatura y humedad controladas. En la producción de alimentos y su procesamiento se emplearon secadores solares para la deshidratación de productos.

En estos conjuntos arquitectónicos virreinales, al igual que en los espacios prehispánicos, tomó prioridad el uso consciente y racional del agua, con el aprovechamiento del agua de lluvia, el tratamiento de las aguas servidas, la reutilización de las aguas y los sistemas de infiltración, tanto en pozos de absorción como en campos de oxidación.

El comportamiento bioclimático de los edificios tiene mucho que ver con el comportamiento que se tiene en el entorno, la vinculación que deben tener con el uso

Figura 8. Plano de la ciudad de México de Juan Gómez de Trasmonte, tomado de Lombardo, Sonia (1987), *La ciudad de México entre 1570 y 1692*, Departamento del Distrito Federal y El Colegio de México, Atlas de la Ciudad de México, México, D.F., p. 56.

de los materiales locales y de esa forma operar de una manera más consiente.

Ambientalmente, lo que ocurrió a nivel urbano fue poco certero. Como consecuencia del proceso de conquista, se dio una destrucción de los diques y albardones, el sistema fluvial se secó paso a paso, ganando terreno a los lagos para desarrollar en la Nueva España una ciudad con los conceptos y cánones europeos (*Figura 8*).

Se modificaron los ejes reticulares de la ciudad prehispánica y se destruyeron los edificios ceremoniales. Las aguas servidas contaminaron la superficie restante de los lagos y las chinampas poco a poco fueron delimitadas.

La megalópolis de la ciudad de México

Los espacios que hoy vivimos son producto de la evolución poblacional, la transculturación y una combinación de esquemas de diseño eclécticos, producto de un concepto de integración con el medio natural local y un esquema de la antigua escuela europea. La transición entre una cultura del agua y una terrestre, la diferencia entre el respeto a los elementos del clima para encontrar el propio respeto como especie, fue contrario al concepto egocéntrico de los conquistadores.

El resultado es la concentración poblacional producto de la centralización de equipamiento, servicios, actividades económicas y subsidios, entre otras. La Megalópolis de la ciudad de México ocupó en el 2014 el cuarto lugar de las ciudades más pobladas del mundo, como lo informó el Gobierno del Distrito Federal (*Figuras 9 y 10*).

Las características hidrológicas del sitio continuaron su transformación. Lo que en un principio fueron islotes, posteriormente, chinampas y palafitos, se transformó en suelo de relleno sobre los cimientos de los asentamientos aztecas. Se realizaron grandes obras hidráulicas para secar los lagos y controlar, parcialmente, las inevitables inundaciones y los problemas de sanidad producto del desalojo de las aguas negras a los ríos, arroyos y a los mismos lagos. En el siglo xx fue necesaria la construcción de un sistema de drenaje profundo para poder evacuar las aguas negras de la ciudad. Como señala Jorge Legorreta en su libro *El agua y la ciudad de México*: "Tal desagüe heredó los propósitos de los españoles de vaciar la cuenca de México… hay que precisar que del volumen desalojado el 80% es agua pluvial y sólo el 20% es agua negra o residual". Sin embargo, en ese momento no se previó la construcción de un sistema de tratamiento de agua, por lo que se contaminaron localidades periféricas a la ciudad de México y sus afluentes.

Figura 9. México,1938 (Fotografía aérea tomada por la Compañía Mexicana Aerofoto).

Tabla 1.

Problemas actuales en la ciudad de México zona metropolitana	**Propuestas hacia la sustentabilidad**
Sobrepoblación	Educar, difundir los métodos de control de natalidad. Concientizar a la población de la relación cantidad-calidad de vida.
Cambio climático	Utilizar sistemas pasivos de energía (renovables), no contaminantes, de baja emisión de carbono. Sanear, regenerar, conservar y preservar áreas naturales y corredores verdes que permitan equilibrar armónicamente el medio natural y el medio construido.
Inundaciones	Separar e infiltrar agua de lluvia. Tratar y reutilizar en un ciclo cerrado el recurso agua. Revalorar la cultura del agua. Preservar áreas naturales y crear nuevas.
Escasez de agua	Captar, almacenar y utilizar agua de lluvia. Utilizar dispositivos ahorradores de agua. Reforestar las áreas exteriores, tanto en zonas rurales como urbanas.
Contaminación del aire	Reforestar áreas comunes y áreas de restricción. Colocar colectores de calentamiento de agua. Fomentar las acciones de control de contaminantes.
Desechos	Reducir, reutilizar y reciclar los desechos y separar y tratar los desechos orgánicos para regeneración y enriquecimiento de suelos.
Producción	Apoyar y fortalecer la producción de alimentos.
Falta de identidad	Educación, participación, apropiación, planeación y reconstrucción de una cultura urbana.
Tecnología	Desarrollar y utilizar la tecnología amigable con el ambiente.
Educación	Instaurar un sistema de educación ambiental. Reforzar las clases de Civismo como un principio participativo que permita la equidad y el derecho a los recursos naturales de manera responsable y compartida.

Figura 10. Ciudad de México 1954 (Fotografía aérea tomada por la Compañía Mexicana Aerofoto).

Figura 11. Sobreposición de la Gran Tenochtitlan (www. Mexicomaxico.org) sobre fotografía de la Ciudad de México (Fotografía aérea tomada por la Compañía Mexicana Aerofoto) en el año 1968.

El agua de la cuenca hoy en día es insuficiente para abastecer a la población, al grado que ha sido necesario construir sistemas de abastecimiento para conducir el agua potable desde otras cuencas hidrológicas, generando problemas de escasez en otras regiones.

Las áreas de producción de alimentos actualmente están fuera del territorio de la ciudad y utilizan para su riego las aguas negras provenientes de la ciudad, esto último es un problema de salud adicional a la gran cantidad de energía y recursos que se emplean en trasladar los productos de alimentación a la megalópolis.

Bajo este análisis podríamos concluir que los antecedentes de sustentabilidad en México tienen su origen en la población oriunda que antecede a los españoles, caracterizada por una forma de vida respetuosa y simbiótica con el medio natural. La calidad de vida consolidó a la cultura azteca en Tenochtitlán, al grado de expandir su territorio y dominar la zona central del México antiguo (*Figura 11*).

Una segunda etapa histórica está determinada por la transculturación de la población oriunda de América y la población que arribó de Europa. La arquitectura y el urbanismo novohispano fusionaron innovadores elementos como las capillas abiertas, los atrios con las capillas pozas, las grandes plazas con sus relevantes cruces atriales. Pero, más allá de las formas, las funciones y los estilos, los conjuntos monásticos y los conventos muestran la aplicación de los conceptos de diseño bioclimático y las estrategias para hacer de sus espacios y su función ejemplos de edificaciones y conjuntos bioclimáticos, aislados de la sustentabilidad urbana.

En el ámbito urbano, la gran Tenochtitlán se transformó de una ciudad fluvial a una ciudad de tierra, y en una de las cinco ciudades más pobladas del mundo. En seis siglos, la gran Tenochtitlán se extendió y transformó en una megalópolis. La ciudad de México y su zona Metropolitana, tiene problemas de contaminación ambiental, escasez de recursos naturales, concentración de población, problemas de movilidad urbana e inseguridad (*Figura 12*).

La Tabla 1 sintetiza los problemas que en la actualidad deterioran la calidad de vida de los habitantes de la gran urbe de México. Así mismo, en ella se enlistan las medidas de solución que deberán estructurarse en programas a corto plazo para obtener resultados en el mediano y largo plazo.

Por tanto es preciso documentar los emplazamientos prehispánicos, la arquitectura tradicional y vernácula,

así como los edificios históricos religiosos del siglo XVI, XVII y XVIII, con una perspectiva bioclimática, que permita entender los antecedentes de la sustentabilidad en México a nivel arquitectónico y urbano, con la intención de definir los conceptos y estrategias de diseño bioclimático y los ejes de la sustentabilidad urbana, aplicables a las edificaciones actuales con carácter de obligatoriedad por el bien de todos. Desarrollar tecnología ambiental propia y construir un marco normativo que permita, a partir de estímulos fiscales y beneficios ambientales, transitar hacia un hábitat sustentable.

Podemos ampliar nuestra visión del futuro arquitectónico y urbano, si conocemos, entendemos y valoramos nuestro pasado.

Figura 12. Avenida Marina Nacional, ciudad de México (Elizabeth Espinosa, 2007).

Bibliografía

Arquitectura Vernácula en el Estado de México. Gobierno del Estado de México, Toluca, 2009.

Brian, Edwards (2004), *Guía básica de la sostenibilidad*, España, Editorial Gustavo Gili.

Cházaro, Sergio (1999), *Uso sustentable del agua en México*, México, Seguros Comercial América.

Códice de los Asentamientos Humanos, (1980), *Historia de Pueblos y Ciudades*, Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, México.

Higueras, Ester (2006), *Urbanismo bioclimático*, Barcelona, Editorial Gustavo Gili.

Legorreta, Jorge (2006), *El agua y la Ciudad de México. De Tenochtitlán a la Megalópolis del siglo XXI*, México, UAM.

Moreno, Sarbelio (2002), *Templos y conventos de la época Virreinal*, México, Querétaro.

Rojas, Pedro (1993), *Época Colonial. Arte Mexicano*, Italia, Editorial Hermes.