

Huellas, vestigios y desastres

Milton Montejano Castillo
Coodinador



Autores

Mildred Moreno Villanueva
Tarsicio Pastrana Salcedo
Luis Carlos Cruz Ramírez
Carlos Torres Montes de Oca
Alejandro Jiménez Vaca

EDITORIAL RESTAURO COMPÁS Y CANTO A.C.



Huellas, vestigios y desastres

Milton Montejano Castillo
Coodinador

Autores

Mildred Moreno Villanueva
Tarsicio Pastrana Salcedo
Luis Carlos Cruz Ramírez
Carlos Torres Montes de Oca
Alejandro Jiménez Vaca

Revisión Técnica

Juan Carlos Mansur Garda
Francisco Acatzin Espinosa Müller

Corrección de Estilo

Ulises Paniagua Olivares



EDITORIAL RESTAUERO COMPÁS Y CANTO S.A. DE C.V.
Ciudad de México

Montejano Castillo, Milton
Moreno Villanueva, Mildred
Pastrana Salcedo, Tarsicio
Cruz Ramírez, Luis Carlos
Torres Montes de Oca, Carlos Alberto
Jiménez Vaca, Alejandro

Huellas, vestigios y desastres
Primera Edición, diciembre 2016
Restauro Compás y Canto A.C., Ciudad de México, 2016
124 p.
ISBN digital: 978-607-96289-6-3

© Milton Montejano Castillo, Mildred Moreno Villanueva, Tarsicio Pastrana Salcedo, Luis Carlos Cruz Ramírez, Carlos Torres Montes de Oca, Alejandro Jiménez Vaca.

© Editorial Restauro Compás y Canto A. C.
Eje Central, Lázaro Cárdenas #13, piso 11, Despacho 1107, Colonia Centro, Delegación Cuauhtémoc, C.P. 06050, Ciudad de México.

Primera edición, diciembre 2016
ISBN digital: 978-607-96289-6-3

Este libro es un producto derivado de los proyectos de investigación SIP No. 20151898 "Resiliencia y Transformación Urbana", SIP No. 20161786 "La ingeniería hidráulica de la cuenca de México durante la segunda mitad del Siglo XIX", SIP N° 20160136 y SIP N° 20150723, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura Unidad Tecamachalco, del Instituto Politécnico Nacional.

La presentación y disposición, en conjunto, son propiedad de los autores y con su consentimiento en acuerdo con Restauro Compás y Canto A.C., pueden ser reproducidas o transmitidas, por cualquier sistema o método electrónico o mecánico, incluyendo el fotocopiado, la grabación o cualquier sistema de recuperación y almacenamiento de información, siempre y cuando se otorgue el crédito al autor y a la edición. La editorial no es responsable de la exactitud de la información contenida en este libro, por error u omisión.

Publicado y hecho en México, D. F.
Uploaded and made in México, D. F.
Disponible en la biblioteca virtual: www.editorialrestauro.com.mx/libros/
Correo electrónico: contacto@editorialrestauro.com.mx

Dirección editorial: Héctor César Escudero Castro.
Edición y Maquetación: Restauro Compás y Canto S.A. de C.V.
Corrección de Estilo: Ulises Paniagua Olivares.

Perfil de los autores

Milton Montejano Castillo

Doctor en Urbanismo por la Universidad de Stuttgart, Alemania (2008). Maestro en Urbanismo por la Universidad Nacional Autónoma de México (2002) y Arquitecto por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (1998). Desde 2009 es profesor e investigador en la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Tecamachalco (ESIA TEC IPN), en el Programa de Maestría en Ciencias en Arquitectura y Urbanismo. Dentro de esa misma institución participó en la creación del Programa de Doctorado en Ciencias en Arquitectura y Urbanismo, -perteneciente al Programa Nacional de Posgrados de Calidad desde 2012 (PNPC CONACYT)-, y en el cual funge como Coordinador Académico desde 2010. Asimismo, se ha desempeñado como docente en la carrera de Ingeniero-Arquitecto de la misma institución, donde ha impartido materias relacionadas con el Urbanismo y la Investigación. Sus proyectos de investigación se centran principalmente en el estudio de tipologías de vivienda y en el estudio de la forma urbana en el marco de la reducción de riesgos de desastres. Es autor y coautor de varios capítulos de libros y artículos sobre arquitectura y urbanismo, y ha participado en diversos foros académicos tanto nacionales como internacionales. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), con el nivel de Candidato a Investigador Nacional.

Mildred Moreno Villanueva

Candidata a Doctora en Ciencias en Arquitectura y Urbanismo, Maestra en Ciencias en Arquitectura y Urbanismo en el 2011 por la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura Unidad Tecamachalco, del Instituto Politécnico Nacional, con el tema: Construcción y gestión del espacio público patrimonial. Caso de estudio la Plaza de la Ciudadela, Ingeniera Arquitecta egresada de la ESIA Tecamachalco; ha participado en proyectos como: Coba 2006 un proyecto para la vida (proyecto multidisciplinario), Proyecto de Investigación de la Colonia San Rafael durante

2010, Proyecto de Diagnóstico del Parque Ramón López Velarde (Delegación Cuauhtémoc-IPN); ha participado en los cursos de Maestría y tiene diversas publicaciones relacionadas al espacio público como: La calidad del espacio público en México, estado actual y tendencias; El espacio público como protagonista de la ciudad; Gentrificación, espacio público y habitabilidad; La construcción del espacio público patrimonial, entre otros.

Tarsicio Pastrana Salcedo

Doctor en Arquitectura (2008) y Maestro en Restauración de monumentos (2005) por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ingeniero Arquitecto (2000) por el Instituto Politécnico Nacional (IPN ESIA UT). Miembro de la Asociación para la Conservación y Estudio de los Molinos (España), del International Seminar on Urban Form (Inglaterra) 2014-2015, del Colegio Mexicano de Arquitectos Restauradores y del Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT, nivel uno, con nombramiento vigente hasta 2020. Ha publicado los libros: Ingeniería hidráulica en México siglo XVI (2010), Los molinos de Xuchimangas (2012), Sustentabilidad hidráulica en el virreinato (2016), y coordinó el trabajo colectivo Objeto Patrimonial (2015). Es profesor investigador del IPN desde 2009, en donde coordina la Maestría en Ciencias en Arquitectura y Urbanismo desde el 2014 y es director del Observatorio Nacional de Patrimonio Urbano Arquitectónico. Ha impartido clases y talleres de restauración e iluminación en la Universidad de San Carlos en Guatemala, en la Universidad de la Gran Colombia en Colombia, en la Técnica Particular de Loja en Ecuador, en la UABJO en Oaxaca, en el Instituto Chihuahuense de Cultura, en la ENCRYM, en Casa Lamm y en La Salle. Ha escrito más de 17 artículos y ha impartido 35 conferencias en diversos foros de México, Guatemala, Ecuador, España, Cuba, República Dominicana, Italia y Portugal. Ha recibido las siguientes distinciones: Premio Francisco De La Maza 2006 (INAH-México), Premio Camilo Boito 2009 (COMAR-México). Sus líneas de investigación son la ingeniería hidráulica del virreinato y el análisis de la arquitectura virreinal.

Luis Carlos Cruz Ramírez

Maestro en Ciencias en Arquitectura y Urbanismo por la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura del Instituto Politécnico Nacional de México (IPN ESIA UT) en 2015. Arquitecto por la Universidad Nacional de Ingeniería de Managua, Nicaragua (UNIRUSB) en 2008. Miembro del Comité Científico de Patrimonio en Riesgo, ICOMOS México. Ha investigado la incidencia de los usos turísticos en los edificios patrimoniales y desarrolló un modelo multivariante de morfología turística para el Centro Histórico de Granada, Nicaragua de 2012 a 2015. Ha realizado estudios de la vivienda rural de Morelos (México), la vivienda tradicional de Masaya, Granada y Regiones Autónomas Atlánticas (Nicaragua) de 2012 a 2015, asimismo aplicaciones de video proyecciones y algoritmos genéricos para la representación geométrica e historia de la construcción del patrimonio arquitectónico (2013-2016). Desarrolló proyectos ejecutivos para DIARSA SA, Nicaragua (2009-2012) y MGA-LAB (2011-2012). Sus líneas de investigación son morfología en centros históricos y optimización de la estabilidad en el patrimonio arquitectónico.

Carlos Alberto Torres Montes de Oca

Doctor en Ciencias por la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura en el Instituto Politécnico Nacional en 2015. Maestro en Ciencias en Estructuras por la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura Unidad Zacatenco del IPN. Ingeniero-Arquitecto por la misma institución. Ha impartido cátedra en la ESIA Unidad Tecamachalco a nivel licenciatura y maestría en las áreas de Patrimonio Arquitectónico, Estructuras Históricas y Estructuras contemporáneas. Es presidente de la Academia de Estructuras en la misma institución y cuenta con una amplia experiencia en proyectos, construcción e ingeniería.

Alejandro Jiménez Vaca

Doctor en Arquitectura, Maestro en Arquitectura y Arquitecto por la UNAM. Es profesor e investigador de la SEPI de la ESIA, Unidad Tecamachalco del IPN desde el 2014, donde ha participado en diferentes investigaciones sobre patrimonio arquitectónico, restauración arquitectónica en temas como las acequias de la

época virreinal. Ha impartido diversos cursos relacionados con el patrimonio arquitectónico, la restauración arquitectónica y la historia de la arquitectura. Tiene diversas publicaciones referentes a la tecnología hidráulica virreinal, la lectura histórica, arquitectónica y la ingeniería virreinal. Ha recibido diversas distinciones como la Medalla Alfonso Caso 2013, por los estudios más destacados del Doctorado en Arquitectura, Posgrado de Arquitectura, UNAM; la Medalla Alfonso Caso 2010, por los estudios más destacados de la Maestría en Arquitectura, Posgrado de Arquitectura, UNAM; y el Premio Nacional INAH, “Francisco de la Maza” 2011, a la mejor tesis de Maestría. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores con Nivel Candidato a Investigador Nacional.

Contenido

Perfil de los autores.....	3
1. Huellas, vestigios y desastres: el recuerdo de un futuro que se puede prevenir.....	9
<i>Milton Montejano Castillo</i>	
El patrimonio como vehículo de la memoria histórica del desastre.....	9
El patrimonio construido como indicador de riesgo.....	11
El Patrimonio como ejemplo de adaptación a riesgos de desastre.....	15
Referencias	16
Parte I. El Patrimonio como vehículo de la memoria histórica del desastre.....	18
2. Recuperación Virtual del Patrimonio Urbano-Arquitectónico después del desastre	19
<i>Mildred Moreno Villanueva</i>	
La noción de patrimonio	20
Patrimonio Urbano-Arquitectónico.....	23
Factores que ponen en riesgo el patrimonio urbano-arquitectónico.....	25
Recuperación virtual del patrimonio urbano-arquitectónico	28
Conclusiones	33
Referencias	33
3. Dos ciudades fortificadas en el actual territorio mexicano: evolución y estado actual	35
<i>Tarsicio Pastrana Salcedo</i>	
Introducción.....	35
Método.....	37
Veracruz	41
San Francisco de Campeche	45
Conclusiones.....	50
Referencias	51
Parte II: El patrimonio como indicador de riesgo de desastre.....	54
4. Entre lagos y volcanes	55
<i>Luis Carlos Cruz Ramírez</i>	
Introducción.....	55
El patrimonio construido cómo indicador de riesgo.....	57
Entre sismos, huracanes e incendios.....	61
Comentarios finales: Adaptación y defensa	65
Referencias	67

5. El hundimiento del suelo y el Patrimonio Urbano-Arquitectónico en la Ciudad de México: una relectura de los principios subyacentes.....	69
--	----

Carlos Alberto Torres Montes de Oca

La subsidencia del suelo	69
Principales causas de la subsidencia del suelo de la Ciudad de México	69
Características de suelos compresibles de la Ciudad de México	70
Los hundimientos en el tiempo, Ciudad de México	72
Deterioro del patrimonio urbano arquitectónico por hundimientos del suelo	74
Un caso de afectación estructural por hundimientos diferenciales: Palacio de la Autonomía.....	75
Principios geotécnicos prácticos para analizar asentamientos diferenciales en suelos compresibles como el de la Ciudad de México	75
Comentarios finales.....	77
Referencias	78

Parte III. El patrimonio como ejemplo de adaptación a riesgos 84

6. Las acequias novohispanas en la Cuenca de México, un medio de protección ante los riesgos hidrometeorológicos.....	85
---	----

Alejandro Jiménez Vaca

El sistema hidrológico de la Cuenca de México	85
El Desagüe Virreinal, una solución ante las inundaciones.....	86
Mantenimiento de las acequias	90
Conclusiones	97
Referencias	99

7. Ciudades patrimoniales y riesgos hidrometeorológicos	101
---	-----

Milton Montejano Castillo

Introducción	101
La ciudad histórica ante las amenazas: entre el abandono y la adaptación	103
Ciudades patrimoniales y estrategias contra inundaciones en México	105
Comentarios finales.....	113
Referencias	114

8. De la ciudad defensiva a la ciudad adaptativa	117
--	-----

Milton Montejano Castillo

Referencias	123
-------------------	-----

1. Huellas, vestigios y desastres: el recuerdo de un futuro que se puede prevenir

Milton Montejano Castillo

La conservación del patrimonio y la reducción de riesgos de desastres, son dos campos de investigación que a partir de diversos foros y varias publicaciones, se han estado incorporando en los últimos años en la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura Unidad Tecamachalco del Instituto Politécnico Nacional¹.

La intención de buscar la transversalidad por medio de dicha incorporación, ha sido resultado de identificar, con el tiempo, premisas y objetivos comunes a la conservación del patrimonio y la reducción de riesgos de desastre. Estas premisas se enuncian a continuación, pues de ellas se deriva la estructura del libro que se pone a consideración de nuestros distinguidos lectores.

El patrimonio como vehículo de la memoria histórica del desastre

Una primera clasificación del desastre es la distinción entre desastres de origen natural y desastres de origen antropogénico. Mientras que los primeros se refieren a aquellos eventos causados por fenómenos naturales como huracanes, sequías o sismos, los segundos tienen como origen las actividades humanas. Además de su origen, otras clasificaciones del desastre se basan en el tiempo en que éstos causan sus efectos, por ejemplo, junto con las epidemias y las sequías, las guerras se consideran como uno de los desastres cuyos efectos son causados en los mayores lapsos de tiempo (Richardson, 2008, p. 353), lo que incide directamente en el recuerdo sobre el desastre. Así, en la continua labor por reducir el número de desastres, se reconoce que las sociedades requieren de referentes que les permitan recordar los riesgos, y con ello la posible recurrencia de desastres, ya sean éstos de origen natural o causados por el hombre. En este sentido, el patrimonio construido, por su permanencia

¹ Entre estos trabajos se encuentran Montejano, 2010: 17-23; Montejano y Molotla, 2013; Montejano, Pastrana y Molotla, 2014: 175-191; Audefroy, 2014.



Figura 1. Vestigios de la ciudad de Pompeya, y de la reconstrucción efectuada por las víctimas de la erupción del volcán Vesubio en el año 79 d.C., como ejemplo emblemático de la memoria histórica del desastre. Recuperado del *Registro fotografico personal*, por M. Montejano Castillo, 2015, México.

y trascendencia, puede ser un vehículo eficaz para reforzar la memoria histórica del desastre, la cual hace referencia a la “reconstrucción de historias en las cuales el desastre es el hilo conductor” (Padilla, 2008, p.16), esta memoria se construye con información fidedigna y abundante de lo ocurrido en el pasado, relacionado con amenazas y desastres. Para ejemplificar esto, Mildred Moreno Villanueva, en el capítulo *Recuperación Virtual del Patrimonio Urbano-Arquitectónico después del desastre*, una vez presentadas las nociones de patrimonio y patrimonio urbano-arquitectónico y los factores que los ponen en riesgo, muestra la necesidad y consecuentemente el proceso de reconstrucción virtual de la catedral Frauenkirche en Dresde, Alemania, así como la tecnología empleada en la reconstrucción de la ciudad prehispánica enterrada en el centro de la Ciudad de México, y los proyectos que se han propuesto para su conocimiento público. En el segundo caso, Tarsicio Pastrana Salcedo, en el capítulo *Dos ciudades fortificadas en el actual territorio mexicano: evolución y estado actual*, hace una propuesta metodológica para reconstruir la morfología defensiva de dos ciudades mexicanas fundadas en el siglo XVI, anteponiendo por lo tanto las crónicas, los tratados, las ordenanzas urbanas, pero sobre todo la cartografía histórica para rastrear y reconstruir la configuración y amurallamiento de dichas ciudades, tema inscrito plenamente en la arquitectura militar y su aplicación frente a ataques piratas, que al igual que en el caso de la guerra, se pueden considerar desastres donde la acción humana fue el motor principal de las acciones emprendidas.

El patrimonio construido como indicador de riesgo

Al momento en que se escribe este texto se están iniciando trabajos de reconstrucción en la ciudad de Norcia, en el centro de Italia, donde un sismo de 6.6 grados Richter ocasionó el derrumbe casi por completo de la Basílica de San Benedetto, del siglo XIV. Tres días antes se había derrumbado por completo la iglesia de San Salvatore de Norcia, a raíz de los sismos ocurridos en el mes de agosto de 2016, donde hubo casi 300 víctimas fatales (*El país*, 2016, en línea). Sin lugar a dudas el asegurar la vida de las personas es la mayor prioridad cuando un desastre ocurre y existe una necesidad imperante de acciones inmediatas, donde el patrimonio pasa a un segundo plano (Alexander, David, 2016).

Pero fuera de esta perspectiva inmediata y dentro de un estudio histórico del desastre, el registro sistemático de estos eventos permite “reconstruir sus secuencias, reconocer periodos de recurrencia [...] y muchas veces detectar sucesos desconocidos, así como los procesos que los desataron” (García, et al. 2003, p. 24). Aunque en la historia los desastres prácticamente siempre han estado presentes, el entendimiento de los mismos ha variado indudablemente. Los autores de este libro compartimos la idea de que el desastre, como materialización del riesgo, no solo se construye socialmente, sino que el riesgo a su vez también es susceptible de entenderse a partir de sus componentes: amenazas –referido a los fenómenos naturales con una cierta probabilidad de ocurrencia- y vulnerabilidades, como la incapacidad de resistir el impacto de los fenómenos amenazantes. Dentro de este marco, en esta segunda premisa se propone el patrimonio construido como una forma de acercarnos al reconocimiento de las amenazas y vulnerabilidades a partir de la lectura del edificio, como lo muestra Luis Carlos Cruz Ramírez, en el capítulo *Entre lagos y volcanes*, donde describe cómo las condiciones naturales e históricas de Nicaragua han dejado impresa la huella del desastre en la arquitectura heredada del pasado, particularmente en ciudades patrimoniales afectadas por inundaciones, sismos, huracanes e incendios. Estas huellas admiten un análisis retrospectivo del desastre, que podría ser parte de un sistema de información que permitiría conocer amenazas y vulnerabilidades históricas a su vez; una estimación de la reducción o incremento del riesgo en el tiempo, y por lo tanto de su probabilidad de ocurrencia. Por su parte, Carlos Alberto Torres Montes de Oca, en el capítulo *Los hundimiento del suelo y el Patrimonio Urbano-Arquitectónico en la Ciudad de México: una relectura de los principios subyacentes*, hace una revisión histórica de las principales contribuciones que desde el ámbito de la ingeniería se han formulado en nuestro país para entender el fenómeno del hundimiento del suelo en la Ciudad de México, con el fin de contextualizar, desde una visión cuantitativa, la comprensión del deterioro patrimonial en función del suelo como soporte del mismo, subrayando al mismo tiempo la posibilidad del registro de condiciones amenazantes a partir del análisis del objeto patrimonial.



© Montejano, 2014

Figura 2. Venecia. Senderos elevados proclives a inundarse (arriba), y protecciones a los edificios para evitar el ingreso de agua a las edificaciones (abajo a la izquierda). Recuperado del *Registro fotografico personal*, por M. Montejano Castillo, 2014, México.



Figura 3. Placa indicando la inundación de 1905 en el centro histórico de Guanajuato. Recuperado del *Registro fotográfico personal*, por M. Montejano Castillo, 2012, México.

El Patrimonio como ejemplo de adaptación a riesgos de desastre

Las estrategias de adaptación a riesgos observadas o derivadas del patrimonio construido, han cobrado en los últimos años cada vez más atención. Podemos citar diversos ejemplos. Existen trabajos en donde se ha discutido la importancia de los sistemas de conocimiento tradicionales (ICCROM, 2006), o donde se han identificado y clasificado las estrategias de prevención y adaptación a partir del conocimiento ancestral y culturalmente construido (García, Audefroy & Briones, coord., 2012), y que nos hacen reflexionar por ejemplo, sobre los sistemas constructivos de la vivienda moderna –y deslocalizada-, frente a las lógicas de construcción de la vivienda tradicional adaptada al clima (Audefroy, 2012, pp. 95-106); sobre la sorprendente comparación entre las modernas e “innovadoras” soluciones de diseño antisísmico frente a las soluciones ancestrales de la arquitectura expuesta a las mismas amenazas (Pampanin, 2008, pp. 96-123); o en la supervivencia de sistemas constructivos tradicionales frente a construcciones modernas después de un sismo (Langenbach, 2007, pp. 87-98; Audefroy, 2011, pp. 447-462). Así como el patrimonio tangible permite entender e incluso experimentar hoy en día estrategias para la reducción del riesgo, el patrimonio intangible representa una ventana de tiempo para observar cómo las sociedades en el pasado hacían frente a los riesgos. En el capítulo *Las acequias novohispanas en la Cuenca de México, un medio de protección ante los riesgos hidrometeorológicos*, Alejandro Jiménez Vaca aborda el tema del desagüe virreinal en la Ciudad de México, explicando como las acequias nacieron de la necesidad de controlar los excesos de agua de los lagos en temporada de lluvias, para así evitar las inundaciones en los poblados de la cuenca. La construcción de este complicado sistema hidráulico era sólo la mitad de la solución, pues de igual importancia era el mantenimiento al mismo, el cual no sólo requería de recursos humanos o técnicos, sino también financieros y de gestión. Por último, en el cuarto capítulo *Ciudades Patrimoniales y adaptación a riesgos*, el que suscribe identifica algunas estrategias para reducir riesgos hidrometeorológicos, tomando como ejemplo ciudades Patrimonio de la humanidad, como Campeche y Tlacotalpan; este capítulo se apunala con

comentarios finales que subrayan la necesidad de un cambio de paradigma, desde la defensa y reacción hacia la adaptación.

Como una primera compilación de los trabajos que cada uno de los autores ha desarrollado en sus respectivas líneas en torno al tema de patrimonio y desastres, el objetivo de este libro no es presentar al lector en este momento una metodología acabada y uniforme en sus conceptos y formas, sino precisamente el presentar una serie de visiones y formas diferentes de abordar el tema, que más que proyectos definidos, representan posibilidades de investigación y pensamiento, para que a partir de su discusión y crítica puedan abrir un panorama mucho más extenso de lo que aquí se esboza.

Referencias

- Alexander, D. (2016). *Cultural Heritage and Disasters*, disponible en línea: <https://www.ucl.ac.uk/rdr/hidden-events/heritage-and-disasters/cultural-heritage-and-disasters>
- Audefroy, J. F. (coord.) (2014). *Arquitecturas en Riesgo*. México: Editorial Navarra.
- Audefroy, J. F. (2012). Adaptación de la vivienda vernácula a los climas en México. En V. García Acosta, J. F. Audefroy y F. Briones (coord.), *Estrategias sociales de prevención y adaptación*. México: CIESAS.
- Audefroy, J. F. (2011). Haiti: post-earthquake lessons learned from traditional construction. *Environment & Urbanization* 23 (2), 447-462.
- El país. (2016). *La iglesia del siglo XV que simboliza la devastación del terremoto de Italia*. Disponible en línea en: http://elpais.com/elpais/2016/10/28/videos/1477646818_673149.html?rel=cx_articulo#cxrecs_s
- García Acosta, V.; Audefroy, J. F.; Briones, F. (coord.) (2012). *Estrategias sociales de prevención y adaptación*. México, D.F.: CIESAS.
- García Acosta, C.; Pérez Zevallos, J. y Molina del Villar, A. (2003). *Desastres Agrícolas en México, épocas prehispánica y colonial*. (pp. 958-1822). México: CIESAS, Fondo de Cultura Económica.
- Gill, R. B. (2000/2008). *Las grandes sequías mayas. Agua, vida y muerte*. México: Fondo de Cultura Económica.
- ICCROM. (2006). Integrating traditional knowledge systems and concern

for cultural and natural heritage into risk management strategies. On ICCROM and the World Heritage Center for the International Disaster Reduction Conference (IDRC), International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property, *Proceedings from the special session*. Davos, Switzerland. Disponible en línea en: <http://whc.unesco.org/uploads/events/documents/event-538-1.pdf>

- Langenbach, R. (2007). Understanding What Works: Lessons from Earthquake Resistant Traditional Construction. En Hans-Rudolf Meier, M. Petzet and T. Will (eds.), *Cultural Heritage and Natural Disasters, Risk Preparedness and the Limits of Prevention*. (pp. 87-98). Múnich: ICOMOS.
- Montejano Castillo, M., Pastrana Salcedo, T., Molotla Xolalpa, P. (2014). El riesgo de desastre en el patrimonio edificado en México. Lineamientos de estudio. En I. de la Torre (et. al.)(coord.), *Desafíos Urbanos. Coloquio IV de Investigación en Arquitectura*. (pp. 175-191). México, D.F.: Editorial Miguel Ángel Porrúa, Universidad de Guanajuato.
- Montejano, M., & Molotla, P. (2013). Patrimonio urbano-arquitectónico en riesgo de desastre y cambio climático. El caso de las inundaciones en la cuenca de México. *Coloquio Internacional El Patrimonio desde las Ciencias Sociales y las Humanidades*. San Luis Potosí: El Colegio de San Luis, A.C.
- Montejano Castillo, M. (2010). Patrimonio y Desastres: Conservar para recordar, conservar para volver a crear. *Revista Esencia y Espacio* (31), 17-23.
- Padilla Lozoya, R. (2008). Memoria histórica como herramienta para la gestión de desastres, el caso Colima. En *Memoria de Hechos III. Seminario Internacional de Prevención de Desastres. El Desarrollo Local y la Gestión del Riesgo*. México: UNAM, SEDESOL.
- Pampanin, S. (2008). Developments in seismic design and retrofit of structures: modern technology built on "ancient wisdom". En Boshier, Lee (ed), *Hazards and the built environment. Attaining Built-in Resilience*. (pp. 96-123). New York: Taylor & Francis. New York.

Parte I. El Patrimonio como vehículo de la memoria histórica del desastre

2. Recuperación Virtual del Patrimonio Urbano-Arquitectónico después del desastre

Mildred Moreno Villanueva

Para el ser humano es importante dar un valor determinado a las cosas, sin embargo, existen objetos, lugares o prácticas que adquieren un significado universal para aquellos que lo viven, lo que los hace tener una catalogación patrimonial con una historicidad que brinda una denotación simbólica. Esta denotación hace que formen parte de un conjunto de diferentes obras arquitectónicas, urbanísticas, pictóricas, escultóricas y culturales, entre otras.

Estos elementos patrimoniales que forman parte de una sociedad, obtienen con el paso del tiempo y su historia mayores simbolismos, en el ámbito de la arquitectura y el urbanismo. Los lugares patrimoniales crean identidad colectiva, por tanto se adhieren a las formas de vida de acuerdo a las prácticas cotidianas, como por ejemplo: iglesias (con rituales religiosos), edificios gubernamentales (con prácticas políticas usuales), plazas, parques y calles (con rituales culturales). Catalogados y sólo por mencionar algunos, estos sitios refuerzan por su valor histórico, simbólico y social, la identidad de la población de un lugar determinado.

Pero cuando el patrimonio arquitectónico y urbanístico es llevado al punto del desastre por algún fenómeno natural o humano, provoca un debilitamiento en la sociedad a la que pertenece, es decir, no sólo se pierde un objeto arquitectónico o un espacio en una traza urbana, sino que puede llegar a perderse parte de la identidad de la sociedad en conjunto con las prácticas culturales que ahí se lleven a cabo.

En la actualidad existen métodos virtuales que ayudan a la recuperación del patrimonio para la salvaguarda de la sociedad, estos métodos se apoyan en todo aquello que pueda rescatarse de la obra patrimonial, desde fotografías, crónicas, o escaneos, dependiendo de la época de la que se trate la recuperación. En este capítulo, se hará referencia a la recuperación virtual del patrimonio a partir de un fenómeno humano que provocó uno de los desastres más grandes de la historia de la humanidad y que

dejó devastados pueblos enteros: la Segunda Guerra Mundial. En este sentido, dejar en claro la noción de patrimonio es necesario para comprender la importancia de su recuperación y los métodos actuales utilizados.

La noción de patrimonio

La concepción de la palabra patrimonio cobra importancia cuando se observa su sentido histórico más allá de su sentido de pertenencia. En la convención para la Protección del patrimonio mundial, cultural y natural de 1972 (UNESCO, 2004), se concibe al patrimonio por medio de tres acepciones, *los monumentos como las obras arquitectónicas, de escultura o de pintura monumentales, estructuras de carácter arqueológico, etc., que tengan un valor universal histórico; los conjuntos concebidos como grupos de construcciones cuya arquitectura exprese el mismo valor; y finalmente como los lugares que son obras naturales con valor histórico igualmente* (UNESCO, 2004).

Existen obras arquitectónicas que, por los elementos que la constituyen, pertenecen y evocan una época donde se puede reconocer su cultura y sociedad a través de algunos elementos. Un buen ejemplo de ello puede ser la arquitectura barroca, con su exceso de ornamentación, simetría y majestuosidad, que aluden también a una sociedad con componentes similares, lo mismo sucede con la pintura y la escultura. Un ejemplo en torno a la pintura podría ser el realismo de siglo XIX, o bien, en el caso de la escultura, los dioses griegos; para el caso de las ruinas arqueológicas, a diferencia de los edificios arquitectónicos, éstas no pueden utilizarse de la misma forma, pero el descubrimiento de cada una de ellas nos puede llevar a conocer culturas de las que no existe registro, así como a reforzar o recuperar la identidad de una sociedad, lo que constituye su universalidad simbólica.

En el caso de los conjuntos de construcciones, se pueden catalogar tanto conjuntos urbanos con un enfoque que realce un estilo arquitectónico en específico, como por ejemplo el funcionalismo, el barroco o el renacentista, pero no sólo se conciben desarrollos urbanos con construcciones en conjunto, sino también trazas urbanas de pueblos y ciudades patrimoniales con influencia a nivel mundial.

El patrimonio no sólo son construcciones arquitectónicas, pinturas y esculturas o las bellas artes; el patrimonio histórico mundial también se observa en lugares como son los espacios públicos conservados o algún jardín o reserva natural. Los lugares de titularidad pública también pueden transportarnos a una época o sociedad, y son conocidos mundialmente.

Sin embargo, en dicha convención de patrimonio de 1972, se menciona que el patrimonio cultural y natural cada vez se encuentra más amenazado por la destrucción causada por el tiempo, pero también por los factores sociales, políticos, económicos; y de la misma forma los culturales están siendo determinantes en el deterioro de éstos. Las causas son las variables que modifican la ciudad, los usos y las normas reguladoras del patrimonio resultan insuficientes con el crecimiento acelerado y la falta de recursos destinados al patrimonio histórico.

Es importante tener en cuenta cuáles son las instituciones que catalogan el patrimonio y cuáles son los elementos que toman en cuenta para considerarlo. Existen instituciones a nivel nacional como el INAH, o internacionales como la UNESCO o ICOMOS, aunque también existe aquel patrimonio al que la ciudadanía le da valores importantes, simbólicos, y que no es precisamente catalogado.

En el caso de México, el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) es una de las Instituciones a nivel nacional que se encargan de regular que existan procesos de conservación, regulación y difusión del patrimonio; el INAH crea grupos de gente preparada en los campos que requiere el patrimonio para regularlo; entre otras funciones, este instituto se encarga de conjuntar documentos importantes para la difusión, pero no han sido suficientes las instituciones destinadas a este desarrollo, ya que el patrimonio de algunas zonas históricas está en deterioro debido a los usos que se le dan.

El INAH comprende puntos básicos para el patrimonio. Se dedica a conservar y ampliar el patrimonio, construye museos en lugares patrimoniales, desarrolla programas de operación de espacios patrimoniales, restaura patrimonio en detrimento, convoca comisiones para la preservación, monta exposiciones

para dar a conocer este patrimonio cultural.

Es importante no solamente conservar el patrimonio cultural. Resulta de mucho beneficio social el dar a conocer el patrimonio, ya que se concibe una identidad a través del conocimiento, pues éste es un factor económico que crea fuentes de trabajo y propicia relaciones con otros países, no únicamente desde el punto de vista turístico. La investigación y el sector educativo propician un intercambio cultural y facilitan el conocimiento.

El patrimonio histórico-cultural de un país se puede concebir como los elementos y manifestaciones tangibles o intangibles que producen las ciudades. En adición, se menciona un concepto moderno de patrimonio cultural, que incluye no sólo los monumentos y manifestaciones del pasado sino también las características de un grupo o cultura (Fernández & Guzmán, 2000, pp. 1-19).

Las prácticas culturales, costumbres y comida, también son susceptibles de convertirse en patrimonio internacional o nacional; es decir, no sólo el patrimonio edificado o las bellas artes pueden ser patrimonio histórico, las tradiciones también son dignas de conservarse e importarse mundialmente.

El patrimonio urbano nos permite conectar tres dimensiones de la cultura: la cultura en cuanto herencia a conservar, la cultura en cuanto componente de nuestra conciencia y la cultura productiva como generadora de riqueza (Sánchez, 2000). En el caso del Centro Histórico de la Ciudad de México, éste cuenta con un legado histórico que se refleja en cada uno de sus espacios públicos, edificios y en las prácticas que lo conforman. Este legado ha ido cobrando mayor fuerza debido a los cambios socioeconómicos, políticos y culturales que ha ido generando su Historia, dando como resultado un mayor valor de identidad para nuevas generaciones, con características propias que simbolizan nacionalidad.

El legado que ha sido transferido por generaciones, es susceptible de enriquecerse o de deteriorarse debido a una búsqueda incansable de mejorar un estilo de vida empobrecido socialmente. Esta búsqueda nos lleva a la no valoración del

patrimonio, ya que la comunicación, la sociabilidad y la cultura se observan cada vez más dispersas, dejando de lado la riqueza que aún está visible. Parece que día a día la sociedad se empeña en poner mayor atención a las cosas negativas del urbanismo, como el impacto medioambiental, la erosionabilidad, la agresión contra la vegetación y la implementación de complejos urbanos de vivienda en zonas de riesgo, por dar un ejemplo, ante la falta de espacios y todas las deficiencias que tiene la ciudad, dejando de lado los valores que aún permanecen.

Los factores cambiantes en las ciudades que no ayudan a la protección del patrimonio son: el proceso continuo de identificación del patrimonio, la selección de patrimonio para su rescate, la idiosincrasia como punto definitorio para la selección del patrimonio y los intereses sociales y políticos para dar el valor apropiado (Florescano, 1997, pp. 15-16).

La ciudad, y aún su centro histórico, son entidades cambiantes. El paso del tiempo y sus hechos históricos modifican o dan un nuevo significado a edificaciones, plazas, obras de arte, etc. No obstante, la Historia no es la única que determina el valor patrimonial. Un elemento importante que aporta la sociedad al patrimonio, es el elemento identitario, que no es exclusivo, pero valoriza. En la actualidad se debe tener en cuenta que para preservar el patrimonio histórico, es importante el hecho de que existan programas exclusivamente destinados a esto, que incluyan la participación ciudadana como algo elemental, debido a que es fundamental crear una conciencia de conservación.

Patrimonio Urbano-Arquitectónico

El espacio Urbano-Arquitectónico se comprende como la envolvente del espacio construido, un área determinada que contiene elementos arquitectónicos. Existen conexiones entre cada elemento, es decir, la calle va conectando cada edificio, cada casa, cada parque y plaza de una ciudad. Se puede decir que el patrimonio urbano-arquitectónico expresa la complejidad y diversidad de la sociedad.

Cuando el espacio urbano o las edificaciones contienen valores y simbolismos que le dan una concepción patrimonial,

es decir: valores nacionales, cognitivos, económicos y artísticos que muestran escenarios de memoria y catalogados como dignos de conservarse, entonces es clasificado como patrimonio urbano-arquitectónico, y no se puede tratar o usar igual que los demás. Por otra parte, sus valores lo hacen más atractivo para la población en general, y más aún para el turismo, lo que lo pone en riesgo a causa de su uso.

La arquitectura es un patrimonio urbano-arquitectónico, porque no es un objeto que se encuentre disasociado de un conjunto de construcciones, no es un objeto aislado, sino que se encuentra entramado, entretejido con una serie de elementos urbanos que le dan sentido y funcionamiento al producto arquitectónico, es parte de un ecosistema (Montejano, 2015, p.54).

En este sentido, por una parte se encuentra el objeto patrimonial construido y por otra está el espacio urbano, que no sólo sirve como lugar de relación, comunicación, comercio y transporte, sino que también establece un equilibrio invaluable, ya que se aprecia también un patrimonio que debe ser conservado y protegido, esto es, dentro del régimen legal, se concibe la transformación sin deteriorar el patrimonio (López, 2001, p.120).

Si bien es difícil lograr el equilibrio, el patrimonio urbano-arquitectónico se enfoca a lograr la armonía entre el pasado, con sus valores y simbolismos históricos, y el presente con la estabilidad que hace falta y los nuevos sucesos acontecidos.

El patrimonio urbano-arquitectónico también puede ser constituido por espacios públicos patrimoniales, dependiendo de su historicidad y de su identidad. Como ejemplo en la Ciudad de México, el espacio público patrimonial del centro histórico se ha reutilizado y se ha apropiado, una y otra vez, y se ha visto el espacio urbano arquitectónico patrimonial histórico de la capital del país como demanda a la solución de problemas económicos, sociales y políticos del modelo de desarrollo económico (Cantú, p.2007).

Estos problemas que han demandado al espacio patrimonial del centro histórico, no son únicamente de tipo económico, social

o político, incluso son de tipo cultural. En el Centro de la Ciudad de México, se pueden observar espacios públicos patrimoniales multifuncionales, destinados a solucionar problemas de tales tipologías; sin embargo la mayoría de estos lugares históricos no se encuentran preparados espacialmente para el desarrollo de prácticas culturales, pues el comercio informal establecido y el comercio ambulante se han apropiado de espacios públicos en calles, plazas y jardines de este centro. Esto no es un fenómeno exclusivo de la Ciudad de México, sino también de muchas ciudades de Latinoamérica. Las manifestaciones sociales son otro problema, ya que ésta apropiación del espacio público en los centros históricos patrimoniales causa problemas en vialidades y otros lugares donde se expresan.

Los grupos sociales, debido a la creciente desaparición de los espacios públicos, se han ido apropiando de los espacios urbano-arquitectónicos patrimoniales para crear lugares de comunicación. Con la fuerte crisis económica mundial, estos espacios también han servido como fuentes de trabajo a través de la satisfacción de los ciudadanos por medio de prácticas que se encuentran al alcance de sus lugares de trabajo, vivienda o instituciones educativas.

Los espacios urbano-arquitectónicos patrimoniales son espacios que evocan al pasado con recuerdos importantes, ya sean históricos, o que causan una identidad o simbolizan un arraigo en la relación espacio-tiempo. Son lugares de sociabilidad, de expresión, intercambio cultural, de movilidad y de libre accesibilidad que se pueden tomar como punto de partida para identificar huellas no sólo históricas sino culturales, como un observatorio del cual depende que sobrevivan la cultura y la historia a través del tiempo.

Factores que ponen en riesgo el patrimonio urbano-arquitectónico

Los elementos culturales que significan al patrimonio urbano-arquitectónico, no son exclusivamente aquellos que se conocen como específicos para la catalogación, es decir, nacionales, económicos, cognitivos y artísticos; sino que existen valores

sociales, identitarios, políticos inclusive, históricos, tradicionales, de pertenencia. Todos ellos son elementos simbólicos que califican al espacio.

Entre los valores atribuidos al patrimonio histórico, está el valor nacional con categoría de herencia, un valor tanto cognitivo como educativo con conocimientos abstractos y habilidades prácticas, el valor económico, entendiéndose como a las manufacturas, y por último el valor artístico que tiene un status comprensible basado en lo estético (Choay, 1992, pp. 98-100).

El patrimonio cultural, además de estar conformado por testimonios del pasado, incluye también el patrimonio vivo, las manifestaciones sociales actuales que pueden ser tangibles e intangibles, es importante que existan instituciones que regulen el uso y conservación de este patrimonio (Vázquez, 1998, pp.187-190).

Este tipo de elementos culturales visto desde las manifestaciones sociales son los que permiten que se transmita la cultura y se signifique al espacio público patrimonial. En cuanto a quién se encarga de calificar al patrimonio, la UNESCO ha ampliado su catalogación hacia lo que es el ambiente urbano con tres vertientes: patrimonio natural y cultural, patrimonio inmaterial y diversidad cultural.

En las últimas décadas del siglo XX los autores ya no solamente conciben como patrimonio cultural a aquello palpable, sino que se le da un significado más completo, donde se incluyen las prácticas culturales que desarrollan los diferentes grupos sociales (tradición, rituales). De la misma forma que lo material, lo inmaterial también crea identidad, simbolismos, valores que arraigan y califican el espacio público patrimonial. El patrimonio inmaterial también aporta valores y simbolismos.

Otro elemento es la figura memorial. Mencionamos a la Figura memorial como el ser de la ciudad, que contiene un papel memorial presente, que causa arraigo en un periodo de espacio-tiempo (Choay, 1992, p.165). Sobre todo, esta figura memorial, debe ser generadora de reflexión para lograr la conservación.

El patrimonio urbano es una referencia obligada para dar una continuidad a la historia de la ciudad, es decir, para articular la ciudad antigua con la que se está tratando de construir o rehabilitar para el futuro (Urrieta, 2009, p.185). En este sentido, la pérdida de una figura memorial se considera un riesgo para la sociedad que puede recaer en transformaciones urbanas, con la consecuente pérdida de memoria e identidad.

Existen muchos factores que ponen en riesgo el patrimonio urbano-arquitectónico; éstos pueden ser de *tipo ambiental*: fenómenos naturales que provocan desastres como inundaciones, terremotos, tsunamis, huracanes, deslaves, por mencionar algunos; o de *tipo humano*: guerras, explosiones químicas, contaminación, entre otros.

Entre los factores que ponen en riesgo el patrimonio urbano-arquitectónico de tipo humano, se encuentran contaminantes que provocan repercusiones y deterioro desmedido en los lugares (éstos pueden ser construcciones modernas y posmodernas, que en una ciudad globalizada rompen con un entorno urbano de tipo histórico patrimonial creando un escenario caótico). La creciente urbanización, que en ocasiones no se encuentra planeada, desencadena en el trazado de grandes vías que pasan por lugares establecidos con gran agresividad, deteriorando la imagen del patrimonio y poniéndolo en riesgo.

Otros contaminantes de tipo humano que ponen en riesgo el patrimonio nacional son el turismo desmedido, así como la contaminación arquitectónica, la urbanización desmedida, la sobrecarga en la infraestructura, la segregación de residentes locales, el congestionamiento de tráfico, el incremento del congestionamiento de tráfico, y el equipamiento turístico (Fernández & Guzmán, 2000), entre otros.

Se sabe que muchas ciudades que conservan monumentos históricos y que son identificadas como Patrimonio de la humanidad, son susceptibles de optar por el turismo como forma de vida; ciudades y países llegan a basar su economía en mostrarle al mundo su patrimonio. En el caso del espacio público patrimonial, enfrentarse al desgaste constante de un turismo internacional con una cultura diferente, lo pone en riesgo, pues

al aumentar la infraestructura turística -para dar atención a miles de personas que acuden a un mismo lugar- se deben considerar sanitarios, lugares de comida, museos, tiendas, etc.

La delimitación de zonas turísticas en lugares de carácter patrimonial, puede afectar a la sociedad que normalmente converge en el entorno, creando una segregación urbana hacia la gente que ahí vive. Se observa entonces una fractura de tipo social además de espacial; sin embargo, pocas veces se toma en cuenta estos tipos de contaminación, ya que el contaminar es también un factor económico necesario para las ciudades.

Estos procesos de deterioro del patrimonio histórico estimulan aún más la metamorfosis de las ciudades de forma desequilibrada, creando necesidades, quebrantando lugares de posible satisfacción, provocando un círculo vicioso junto al crecimiento desmedido de las periferias, con procesos de suburbanización que ponen en peligro de desaparecer el poco patrimonio natural que queda. Entre los contaminantes más usuales del patrimonio urbano-arquitectónico, se encuentra la apropiación de ellos, sobre todo a través de comerciantes informales establecidos, o bien de todos aquellos que hacen uso del espacio sin tomar en cuenta su catalogación. A través de la apropiación se puede llegar a cambiar la configuración de los mismos, llevando a un deterioro aunado a la forma saturada de anuncios para venta de los productos (Figura 2).

Recuperación virtual del patrimonio urbano-arquitectónico

Espacios urbanos, edificios históricos y millones de vidas fueron destruidas en una de las catástrofes más grande de la historia de la humanidad, la Segunda Guerra Mundial, que devastó ciudades y sociedades enteras. En el caso de Alemania, distintos lugares (aún a más de 60 años) se encuentran en reconstrucción.

Los habitantes que lograron sobrevivir tuvieron que enfrentar el dolor de las pérdidas humanas, y una identidad destruida, así como una historia fracturada reflejada en el patrimonio urbano arquitectónico (el que mientras antes tenía valores identitarios y simbolismos políticos o religiosos, después de la guerra significaba

lo que había sufrido durante el mandato de Hitler).

En Alemania, por muchos años han permanecido en ruinas restos de edificios que tenían alta significación. No fue hasta finales del siglo XX, que se comenzó a explorar la posibilidad de recuperaciones patrimoniales a través de medios virtuales; por ejemplo, en 1993 se realizó una excavación virtual en Francia para recuperar un navío perdido, o la iglesia de Cluny con escáneres de tres dimensiones y cámaras digitales (Boukhari, 2000, pp. 40-41).

En la última década del siglo XX, Alemania mostraría en la ciudad de Dresde la utilidad de estos sistemas virtuales para la restauración del patrimonio urbano-arquitectónico. La catedral Frauenkirche del siglo XVIII, que había quedado devastada y que de ser un patrimonio religioso pasó a ser patrimonio del desastre, se presentó a través de una maqueta de imágenes virtuales en 1993, para ser reconstruida a principios de siglo XXI, lo que ayudó a que se tuviera mayor tecnología y el modelo se perfeccionara (Boukhari, 2000, p. 42).

Para la reconstrucción final de la Catedral Frauenkirche en Dresde, Alemania, se utilizaron las fotografías antiguas que se tenían, así como relatos y los mismos restos para determinar materiales. El antropólogo Luc Génévriez (Boukhari, 2000, p.41) estuvo a cargo de la reconstrucción virtual.

No se puede dejar de mencionar que la reconstrucción virtual del patrimonio es muy interesante, y segura en la medida en que se encuentra subjetivada, es decir se conoce lo que existía pero no está presente, de esta manera se recuerdan raíces, simbolismos e identidad.

Cuando una recuperación virtual se lleva a la realidad, es decir, se reconstruye el objeto patrimonial, se corren muchos riesgos; por una parte, aparecen los riesgos de que el modelo no sea totalmente igual, por los detalles que no se logren percibir en las fotografías o los modelos digitales que se tienen.

Sin embargo, uno de los riesgos mayores se encuentra en la conciencia de la gente. En el caso de la Catedral Frauenkirche,

existían dos conciencias, la de las generaciones que la reconocían como objeto simbólico de la religión que les fue arrebatada con la guerra, y por otra parte la conciencia de las nuevas generaciones para las que significaba los sufrimientos que habían pasado durante la guerra.

Por tal motivo las recuperaciones virtuales del patrimonio para su reconstrucción deben ser realizadas de manera paulatina, siempre tomando en cuenta las visiones tanto económica, política y urbana, pero también la conciencia ciudadana.

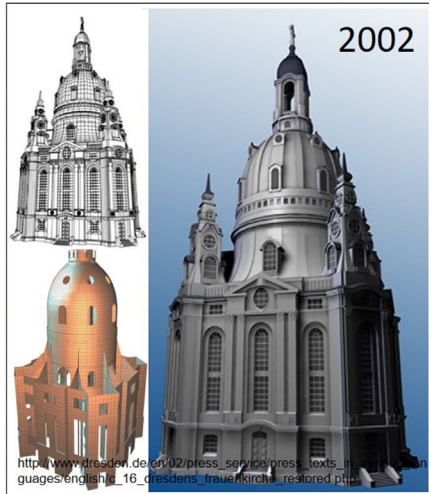
Actualmente, la Catedral Frauenkirche en Dresde, Alemania, logró su objetivo como medio de integración social, recuperó su sentido religioso y se colocó una placa de remembranza acerca de la guerra. La plaza pública que se encuentra frente a ella tiene una dinámica social bastante enriquecedora. Recientemente, se están realizando excavaciones para rescatar restos arqueológicos (Figura 1).

Otro ejemplo significativo es el caso de la Plaza Mayor en la Ciudad de México. En ella sabemos que se encuentra la Ciudad Prehispánica enterrada, y sobre la Ciudad Colonial se sabe la ubicación donde se encontraban los templos antiguos. En México se tiene una conciencia simbólica identitaria de las raíces prehispánicas, por lo que es grato saber en qué parte se encuentran estos vestigios patrimoniales a través de medios digitales, escáneres de tres dimensiones, maquetas y reconstrucciones subjetivas.

Después del terremoto de 1985, con la caída de algunos edificios del primer cuadro de la traza, pareciera que la Ciudad prehispánica quisiera resurgir más allá de la virtualidad. A partir de las reconstrucciones virtuales, se han desarrollado propuestas de proyectos urbano-arquitectónicos que entrelazan las dos capas para hacer renacer la ciudad. Tal es el caso del despacho Bunker-arquitectura, que presenta el proyecto de una pirámide invertida de la plaza de la Constitución hacia abajo, totalmente cristalizada, para observar las huellas y vestigios de pasado (Figura 3).



Memoria histórica a partir de la fotografía.



Recuperación virtual



Patrimonio histórico emblemático.



Patrimonio reconstruido a partir de medios virtuales

Figura 1. La Catedral Frauenkirche de Dresde, Alemania. Recuperación del objeto patrimonial a partir de medios virtuales. Adaptado por M. Moreno Villanueva, 2016.

Conclusiones

Es importante la recuperación del patrimonio porque nos ayuda a comprender el presente en el que vivimos. Es necesario mantener vivo el patrimonio porque somos sociedades donde los simbolismos, la identidad y los valores, provocan estabilidad.

Ante los graves peligros que amenazan hoy en día al patrimonio mundial, resulta necesario vaciar información digitalizada y recrear modelos que puedan alcanzar el mayor grado de exactitud, con la finalidad de prever la recuperación y conservación virtual del patrimonio para futuras reconstrucciones reales o en el imaginario de la gente.

La recuperación virtual del patrimonio urbano-arquitectónico, para su reconstrucción, no puede ser tomada a la ligera, ya que en ella intervienen factores sociales, ideológicos y culturales de mucha relevancia; factores que podrían descontrolar a una sociedad.

Es necesario tomar en cuenta los factores que pueden poner en riesgo el patrimonio, ya sea por deterioro o destrucción, sin dejar de lado los aspectos urbanos y la mano del hombre. Una buena planeación urbana puede mitigar el deterioro.

Referencias

- Boukhari, S. (2000). Una vida Virtual para el patrimonio Virtual, *Revista UNESCO el Correo*, Francia. UNESCO
- Cantú Chapa, R. (2007). *Los problemas sociales en los espacios patrimoniales históricos*, en *IX Coloquio Internacional de Neocrítica. Los problemas del mundo actual soluciones y alternativas desde la geografía y las ciencias sociales*. México, D. F.: CIIEMAD IPN, Universidad Federal de Rio Grande.
- Choay, F. (1992/2007). *Alegoría del Patrimonio*. Edición castellana. Barcelona: Editorial Gustavo Gilli.
- Fernández, G.; Guzmán Ramos, A. (2002). Turismo, patrimonio nacional y desarrollo sustentable. *Revista On-line caminos de geografía*, 1-19. Instituto de Geografía UFU.
- Florescano, E. (1997). El patrimonio Nacional. Valores, usos, estudio y difusión, en Florescano, Enrique. *El patrimonio Nacional de México*

(15-27). México D.F. : Fondo de Cultura Económica.

Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). (2015). *Quiénes somos*. Recuperado el 28 de mayo de 2015, de <http://www.inah.gob.mx/es/>

López Zamarrita, N. (2001). Régimen legal internacional entorno del patrimonio de la humanidad. *Derecho y Cultura, Derecho y Patrimonio Cultural*. (4), 120. México: Órgano de divulgación para la Academia Mexicana para el Derecho, la Educación y la Cultura.

Montejano Castillo, M. (2015). Patrimonio edificado en riesgo de desastre: temas y perspectivas en México. En T. Pastrana Salcedo (Coordinador), *El objeto patrimonial, patrimonio tangible e intangible*. Ciudad de México: Editorial Restauro Compás y Canto S.A. de C.V.

Sánchez López, M. R. (2000). La rehabilitación de los Centros Históricos en México: un estado de la cuestión. *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, (215). Barcelona, España: Universidad de Barcelona.

Urrieta García, S. (2009). El patrimonio urbano-arquitectónico en la Merced. En R. A. Tena Núñez, S. Urrieta García, *El Barrio de la Merced. Estudio para su regeneración integral*. México D.F.: Universidad Autónoma de la Ciudad de México; Instituto Politécnico Nacional.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (2004). Convención para protección del patrimonio mundial, cultural y natural, 1972. *Patrimonio cultural y turismo, Cuaderno*, (9). México D.F.: CONACULTA

Vázquez Olvera, C. (1998). El patrimonio sitiado: el punto de vista de los trabajadores. *Revista Alteridades*. (16), pp. 187-192. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).

3. Dos ciudades fortificadas en el actual territorio mexicano: evolución y estado actual

Tarsicio Pastrana Salcedo

Introducción

Existe un libro que sintetiza la historia del mundo en objetos: *La historia del mundo en 100 objetos*, de Neil MacGregor, director del British Museum. En la introducción menciona: “[...] Para ver cómo los humanos hemos configurado nuestro mundo y hemos sido configurados por él, durante los últimos dos millones de años [...] el libro trata de contar una historia del mundo de una forma que no se había intentado antes, descifrando los mensajes que los objetos transmiten a través del tiempo [...]” (McGregor, 2012, p. 19)

Estas líneas de MacGregor muestran en esencia algo que el mundo de la conservación analiza a detalle, los objetos son testimonio de la historia del hombre, de sus miedos, sus inseguridades, de sus dichas, alegrías, gustos y odios, incluso de sus ansias por prevalecer; y el mundo de la conservación, desde diferentes posturas, trata de preservar la información que esos herederos del pasado nos pueden transmitir.

En este capítulo realizaremos un análisis histórico morfológico de dos ciudades mexicanas modificadas durante el virreinato a través de una percepción de inseguridad, fundamentada en las incursiones piratas. No son las únicas ciudades en América que se vieron sometidas a transformaciones derivadas de su necesidad de sentirse seguras, valga el antropomorfismo, ya que en realidad la ciudad no se transforma a sí misma, sino que su creador individual y colectivo, el ser humano, es el que la modifica.

Se debe considerar al hombre como el ser que transforma el entorno de acuerdo a sus necesidades. Si bien existen otras especies que hacen lo mismo, ninguna causa el impacto en el medio ambiente que el hombre causa; la preservación de la raza humana se fundamenta en esta habilidad de transformar

el entorno, y básicamente la percepción del hombre construye su realidad. La inseguridad personal y colectiva y su principal consecuencia, el miedo, han generado a través del tiempo las modificaciones más radicales. Estas sensaciones no son nuevas, son tan antiguas como el hombre y tienen repercusiones cuyos ecos resuenan hoy en día.

Las ciudades fueron fortificadas, transformando sus planteamientos originales y sus dinámicas. También es cierto que al terminar la amenaza y, por consiguiente, disminuir o desaparecer el miedo, la fortificación dejó de tener sentido. En los dos casos que analizamos, el destino del sistema amurallado fue dispar, una de las ciudades es Patrimonio de la humanidad, la otra solo conserva algunos elementos.

Sobre los ejes de análisis se puede mencionar que la lectura histórica, enfocada al análisis urbano arquitectónico, utiliza datos históricos y los relaciona con el objeto de estudio; permite la obtención de datos y contiene evidencias para establecer hipótesis a través de hechos sucedidos en el tiempo. Con la lectura histórica, se establece un análisis que tiene el propósito de reunir evidencia para explicar un hecho en este caso específico: la interpretación de sucesos que configuraron la arquitectura y el urbanismo militar en las dos ciudades de estudio. Al continuar con el análisis más allá de la época de vigencia de los elementos militares, podemos establecer una hipótesis para explicar el porqué de la evolución diferenciada de las dos ciudades. Para comenzar un análisis histórico, las fuentes documentales son el punto de arranque, es decir, las crónicas y sobre todo los mapas. El análisis de los trazos y de las modificaciones urbanas -a través del análisis cartográfico- está documentado como una herramienta básica en los estudios de morfología sobre la cartografía. Sainz menciona: “[...] Proceso situado a mitad de camino entre la ciencia y el arte, pues antecede incluso a la aparición de la escritura” (Sainz, 2010, p. 19)

Para el análisis morfológico se realizan secuencias en los cambios y se establecen explicaciones a los mismos. Estas delimitaciones son de vital importancia, sobre todo en ciudades cuya ocupación humana y, por lo tanto, los cambios morfológicos,

llevan cientos e incluso miles de años. En el caso de este capítulo, las ciudades de estudio fueron fundadas en el siglo XVI, por lo que el análisis de su evolución morfológica se encuentra en el rango de 500 años y circunscrito a la arquitectura militar.

Método

No se realizó ninguna manipulación de variables. Los datos fueron obtenidos por medio de la observación naturalista de los dos modelos de ciudades fortificadas antes mencionadas, donde se buscó conocer los procesos evolutivos para encontrar patrones que permitan entender las razones del desarrollo opuesto, generando resultados diferenciados a través de la valoración de los elementos existentes.

Se realizaron dos niveles de análisis: histórico y formal (morfológico). En el análisis histórico de las ciudades se establece a la ingeniería militar como el instrumento político para intentar disminuir la amenaza, con toda su maquinaria: academia, política, materiales; pero esto únicamente nos permite establecer un punto de arranque. Posteriormente, de cada ciudad se analiza su fundación y su transformación en el marco de la fortificación de ciudades en el área del Caribe, que como estrategia geopolítica utiliza la Corona española para proteger ciudades, personas y productos. Posteriormente, se realizó un análisis cartográfico relativo a la parte histórica, para mostrar la evolución de la traza urbana en periodos definidos de acuerdo a los datos históricos. El análisis morfológico se realizó a partir de los tratados y las ordenanzas urbanas. Con esto se crearon modelos de partida para analizar la evolución bajo hechos significativos. En el caso de no existir la evidencia histórica, se plantea una hipótesis basada en los documentos analizados. Con estos planos generados a partir de la investigación, se crean esquemas que muestran la evolución de ambas ciudades. Por restricciones de espacio en este capítulo se selecciona una pequeña muestra del material gráfico que acompaña a todo el estudio. Sobre la selección de objetos de estudio, se elige una de las tres zonas mencionadas por González, Rodríguez y Rodrigo, una es el norte de África, la segunda originada por la corona de Aragón llegando hacia el sur de Francia y los territorios italianos y la tercera en América región

a la que pertenecía el Virreinato de la Nueva España (González, Rodríguez & Rodrigo, 2009, p. 21).

La ingeniería militar como instrumento político

“No se puede abordar el tema de las fortificaciones en territorio mexicano, durante la colonia, sin analizarlo dentro de un contexto más amplio, donde su evolución y desarrollo están vinculados con toda una estrategia continental de ocupación y explotación de un nuevo territorio (Rodríguez, 2010, p.37).

Si bien lo que dice Rodríguez nos expresa la motivación principal, los técnicos y en particular los ingenieros militares, eran una de las principales herramientas sociales en esa época, todo el conocimiento sobre fortificaciones había dado un giro a partir del renacimiento. Jacob Burckhardt citado por González menciona: *El Renacimiento hizo de la guerra una obra de arte* (González, 2004, p. 9). La época de estudio y los riesgos de tipo antropogénico no sólo detonaron la modificación de las ciudades, también generaron especialistas altamente calificados que resolvieron técnicamente los problemas de fortificación. La España de Felipe segundo utilizó la ciencia al servicio de sus intereses políticos y esto potenció la formación de profesionales capaces de avanzar en su progreso (Cámara, 2004, p.161). Alicia Cámara menciona a la Corona española en el siglo XVI como una promotora de la ciencia y la técnica. Sin embargo, las razones de este apoyo no eran el desarrollo, pues “[...] el poder siempre ha controlado la ciencia porque de su control nace el poder y se perpetúa. La monarquía española pretendió controlar todo lo referente a los territorios bajo su dominio” (Cámara, 2004, p. 141).

En otros trabajos se ha abordado el tema de los ingenieros ya definidos como especialistas, y su evolución hasta constituirse como un cuerpo altamente especializado dentro del ejército. Se puede afirmar que el ingeniero es el profesional en el que la Corona se apoyó para ejecutar las obras necesarias para apuntalar sus estrategias de control político y regional; incluso Felipe II tiene a su servicio en la corte varios técnicos en diferentes áreas, algunos

de ellos venían trabajando desde el momento en que su padre, Carlos, I era el emperador. En este punto del texto, es importante aclarar que antes de la creación de academias para la formación de ingenieros la Corona se apoya en especialistas surgidos de diferentes áreas, incluso de diferentes regiones del imperio, Felipe II capitaliza de manera magistral la procedencia tan diversa de los especialistas, conjuntando en la corte a diferentes técnicos. García y Carrillo (2002) mencionan:

“Utilizando una comparación acorde con el gusto renacentista en boga en la época, la España imperial aspiró a encarnar en el liderazgo de este proceso el papel de la Roma de Plinio, más adelante agregan no deberían hacernos olvidar que la expansión territorial, militar y administrativa que llevó a cabo durante el siglo XVI, la más rápida y descomunal presenciada por la historia hasta entonces, no podría haber tenido lugar sin el respaldo de un paralelo desarrollo científico y tecnológico” (García y Carrillo, 2002).

Para los trabajos de fortificación, antes de la institución de las academias y de la formación castrense, estaban los técnicos y arquitectos “las funciones del arquitecto y del ingeniero no solo eran inseparables, sino que a menudo sus profesiones respectivas se denominaban con términos intercambiables” (González, 2004, p.9).

Antes de analizar las ciudades, se debe mencionar el papel fundamental de la Real academia de matemáticas creada por Felipe II en 1582; esta academia trataba de subsanar la carencia de técnicos nacidos en la península, y fue creada para que permitiera contar con una formación inicial establecida en las matemáticas. A estas cátedras no sólo iba gente que se quisiera dedicar a la ingeniería, pues al ser públicas se propició que asistieran personas de diferentes estratos, incluyendo escritores y artistas que querían incorporar estos conocimientos a los suyos (Piñeiro, 2004, p. 176). A través de los registros de ingenieros militares y técnicos que participaron en las fortificaciones en Nueva España, se puede realizar una investigación del impacto

que esta academia tuvo en los objetos de análisis; sin embargo, esos aspectos serán tomados en otras investigaciones.

Para contar con un repertorio formal y de identificación de las modificaciones morfológicas en la ciudad, se realizará un pequeño análisis del papel de los tratados en estas modificaciones urbanas; además de obtener parámetros de lectura, éste se realizará principalmente a partir de tratados de la época de estudio, el siglo XVI. En estas obras sus autores tratan de llenar una carencia y ofrecer un producto que consideran ayudará al ejercicio de la profesión, Fray Laurencio de San Nicolás, especifica que su tratado reúne *todo lo que se necesita para el ejercicio de la construcción*.

Los tratados del siglo XVI también son inspirados por los tratados de la antigüedad. El más célebre de éstos incluye los X libros de arquitectura de Vitrubio, que a su vez inspirarían a Alberti para crear su *De re edificatoria*. Ambos tratados vigentes y con evidencia de uso en la época referida. Por ejemplo, Vitrubio menciona en su libro primero capítulos IV (de la elección de parajes sanos), V (de la construcción de los muros y torres, y VI (de la recta distribución y situación de los edificios de muros adentro, aspectos considerados 1500 años después dentro del diseño de fortificaciones (Ortiz, 1987).

La *Teoría y práctica de fortificación conforme las medidas y defensa de estos tiempos*, De Rojas (1598), ejemplifica a la perfección la preparación que tenían los ingenieros militares. En el caso de De Rojas, su preparación le permitió escribir un tratado para usarse en campaña, encaminado a la construcción de fortificaciones, lo que le confiere un carácter práctico muy importante. Los aspectos más importantes de su obra tienen que ver con cuestiones utilitarias, desde el diseño, pasando por el trazo y la administración, hasta la construcción. Su tratado empieza con las definiciones de lo que debe de ser un ingeniero militar. Las ramas principales del conocimiento que deben de manejar y poseer, para De Rojas (1598), son tres: la primera la geometría, la segunda la aritmética y la tercera la elección del sitio. De la primera dice lo siguiente:

“Tres cosas han de concurrir en el soldado o ingeniero que perfectamente quiere tratar la materia de fortificación. La primera, saber muchas parte de matemáticas: si fuere posible, los seis primeros libros de Euclides, y el undecimo y duodecimo porque con ellos absolvera todas las dudas que se le ofreciere” (De Rojas, 1598, p. 1).

Más adelante sobre la segunda que es la aritmética, escribe:

“[...] la segunda es la aritmética que sirve para dar cuenta del gasto que para hazer la fábrica se ofrecerá antes de que se haga o después de hecha y en su construcción para la medida de distancias y proporciones” (De Rojas, 1598, p. 1).

Este punto es importante porque incorpora aspectos de administración de obra, planeación de gastos, entre otros, y finalmente para la tercera: “la tercera, y más principal para la fortificación, es saber reconocer bien el puesto donde se ha de hazer la fortaleza, o castillo” (De Rojas, 1598, p. 03). Para Cobos (2004) existe una influencia muy marcada dentro de la configuración de los sistemas abaluartados. Hace un análisis desde el tratado de Escrivá hasta el De Rojas (1598), ubicándolos de 1538 a 1599, los últimos dos tercios del siglo XVI. Sin embargo, los tratados militares están presentes desde siglos anteriores. Por ejemplo, el tratado de Durero, *Tratado de arquitectura y urbanismo militar* (González, 2004, p. 118), aborda precisamente el tema del urbanismo y la arquitectura militar, mencionando como base del diseño la construcción de bastiones. Estos elementos formales claramente identificados en las fuentes de origen, son los que permiten establecer parámetros de lectura en los vestigios y trazas actuales, y nos proporcionan una guía de lectura sobre el desarrollo de la ciudad a partir de los núcleos militares.

Veracruz

Veracruz fue y sigue siendo el puerto más importante del territorio mexicano, fue entrada y salida de mercancías y personas durante el virreinato de la Nueva España. Humboldt menciona

la importancia del puerto de Veracruz con un promedio de 400 a 500 barcos recibidos en el mismo periodo que Acapulco recibía 10 (García, 2001, p. 54).

La fundación de Veracruz responde a una estrategia definida por Cortés para emanciparse de la tutela del gobernador de Cuba. Al fundar un ayuntamiento con representantes y cabildo, Cortés se establece como autoridad y capitán general. Comienza a enviar cartas directamente al monarca y elimina al intermediario Velázquez, gobernador de Cuba. La elección del puerto (que fue cambiada varias veces) obedece a la mejor ubicación posible del que se convertiría en el puerto principal de la Nueva España. A partir de este punto surge la pregunta ¿Qué tanto tuvo que ver la necesidad de defensa con la elección del sitio actual de la Villa Rica de la Veracruz? Y la duda es pertinente después de tantos cambios de ubicación, la ventaja defensiva que proporcionaba el islote de San Juan de Ulúa iba en detrimento de la costa continental como puerto, cuestión subsanada por la utilización de la isla como puerto principal.

Veracruz tuvo dos ataques registrados, en 1568 y 1683, (Montoya, 1996, p.101), siendo el segundo, encabezado por Lorence de Graff “Lorencillo”, de gran devastación y de triste recuerdo para los habitantes de la ciudad. El segundo ataque propicia la construcción de la muralla, y la obra se emprende quizás no por la frecuencia de los ataques, sino por la importancia del puerto.

Los mapas analizados fueron encontrados principalmente en el *Corpus Urbanístico* de González, Rodríguez y Rodrigo (2009) que compila mapas y cartografía en varios archivos españoles. Algunos más se obtuvieron del archivo general de la nación. En esta recopilación y análisis se observan varios planos que son proyectos que nunca se ejecutaron. Los datos obtenidos de incursiones piratas muestran, que, si bien el puerto de Veracruz tenía una importancia estratégica, su posición lo mantenía alejado de los puntos de mayor ataque. Quizás esta razón es la que se pondera al momento de decidir el abandono de los proyectos. Debido a que el presente trabajo se centra en las fortificaciones existentes, de las que existieron sólo se hace la referencia.

El trabajo de los ingenieros militares fue constante. Se tiene constancia de ellos en etapas sucesivas, para cumplir con la necesidad de defensa y a trabajos varios en la ciudad. Laorden (2008, p. 76-77) registra los nombres de los siguientes ingenieros militares en Veracruz: Bautista Antonelli, en 1590, y Pedro Ochoa de Legazimon, ambos con intervención en la traza de la ciudad. En 1615, Adrián Boot; Marco Lucio en 1656; Francisco Pozuelo de Espinosa, en 1683; y Jaime Franck, en 1689. En 1722, el ingeniero Blondeaux y Luis Diez Navarro; en 1754 el ingeniero Carlos Luján; en 1764, Pedro Ponce; en 1800, Constanzó y Mascaró. Si observamos las fechas, los ingenieros que trabajaron en la construcción de la muralla después del ataque de Lorencillo fueron Franck y Pozuelo de Espinosa.

La posición del fuerte y puerto de San Juan de Ulúa, directamente al frente de la ciudad, le daba una posición estratégica de defensa. El lugar que fungía como puerto principal era la isla. Las mercancías se acumulaban en el interior de la fortificación, lo cual las mantenía protegidas.

A continuación, se mencionan los componentes principales del sistema:

La muralla de Veracruz no tenía grandes dimensiones, según Montoya: 3.2 m de altura y 2.5 km de perímetro (1996, p. 104), pero contaba con varios baluartes y puertas, nueve baluartes con los siguientes nombres: de La Concepción o Caleta, San Juan, San Mateo, San Javier, Santa Gertrudis, Santa Bárbara, San Fernando, San José y Santiago o del Polvorín; así como con tres puertas de tierra y una de mar, las más importantes eran la puerta México, en el inicio del Camino real, y la puerta de Mar, en donde los barcos pequeños que transportaban mercancía y personas desde la isla de San Juan de Ulúa (ubicada a un kilómetro al nororiente), cargaban y descargaban; las otras dos puertas eran la de la Merced, junto al convento del mismo nombre, y la puerta nueva.

En la isla de San Juan de Ulúa está la fortificación del mismo nombre. Ésta se compone de los siguientes elementos: 350 metros de murallas, cuatro baluartes: La soledad, Santiago, San Pedro y San Crispín; tres reducciones, Santa Catalina, San José

y del Pilar; dos baterías: la de San Miguel, y la de Guadalupe, que cubría alrededor de 48 mil metros cuadrados. Este sistema se complementaba con la fortificación de Antón Lizardo, a 24 kilómetros al sur del puerto, en un posible punto de desembarco.

En el siglo XIX comienza la demolición del sistema de murallas, primero para introducir el tranvía y después para sanear el puerto. En 1880 se oficializó la demolición, se conservaron el baluarte de Santiago (que actualmente funciona como museo), y los cuarteles y caballerizas, de los que hoy en día sobrevive una sección.

Es importante mencionar el carácter trascendental de la puerta de Mar, que a manera de aduana marcaba el ingreso y salida de mercancías y personas. Aunque ésta ya no existe, podemos encontrar una similar, aunque de menor tamaño, en el puerto fluvial de Tlacotalpan, en el mismo estado de Veracruz. En este ejemplo es evidente la influencia que tuvo el puerto principal en esta ciudad que ahora vive del turismo, siendo otra de las ciudades Patrimonio de la humanidad con las que cuenta México (ver capítulo de este libro).

Retomando la evolución del puerto, podemos comentar que los mayores cambios se dieron a partir de las reformas realizadas durante el Porfirismo en México. Aun así, es posible leer aspectos de interés en la cartografía histórica: la ubicación directamente al frente de la isla de San Juan de Ulúa y del banco de arena conocido como “La Gallega”, así como la ubicación de un río que desembocaba en la zona que actualmente ocupa el parque Zamora.

De todo el sistema que de manera escueta hemos analizado, lo único que sobrevive son el fuerte de San Juan de Ulúa (ejemplo significativo de ubicación estratégica), y el baluarte de Santiago. La batería de San Miguel que pertenecía al fuerte ha sido destruida. Si bien la muralla se comenzó a demoler desde el siglo XIX, como ya se comentó, los cambios más significativos se han dado derivados de las adaptaciones del puerto, realizadas por Porfirio Díaz en el siglo XX, para aumentar sus capacidades.

Cabe mencionar que los barcos fondeaban en la isla de San Juan de Ulúa, y desde aquí en embarcaciones menores se acercaban a la actual Veracruz. Por esta razón se identifica en algunas crónicas a San Juan de Ulúa como el puerto. Las Casas menciona:

“[...] siguiendo su camino, fueron a surgir con sus cuatro navíos junto a una isleta, que hoy llamamos Sant Juan de Ulúa, donde agora es el puerto de toda la Nueva España; ellos le pusieron entonces Sant Juan, y después, como se entendió que los indios llamaban a toda aquella tierra Ulúa, añadiose San Juan Ulúa, y así se llama el puerto y la isleta [...]” (Martínez, 2015).

La reforma que emprende Porfirio Díaz permite que el puerto mayor sea Veracruz y no San Juan de Ulúa, como había sucedido todo el virreinato y durante el siglo XIX. Sin embargo, esto implicó ganar terreno al mar y borrar gran parte de los vestigios que quedaban de la muralla y los baluartes de la ciudad.

San Francisco de Campeche

El segundo puerto que se analiza es San Francisco de Campeche, ubicado en el territorio de la península de Yucatán, que administrativamente funcionó gran parte del virreinato como una capitanía. Por este puerto se extraían: palo de tinte, maderas preciosas, y algunos productos como el cacao y el tabaco (González, Rodríguez & Rodrigo, 2009, p. 30). Funcionando como el puerto principal de dicha capitanía, con el devenir del tiempo y ya siendo México un país independiente, el puerto de Campeche buscó su independencia de la ciudad de Mérida y la consiguió constituyéndose en un territorio cuya capital será el mismo puerto.

Sus antecedentes comienzan con las capitulaciones de Granada, otorgadas al adelantado Montejo. En éstas, Carlos V solicita la construcción de dos fortificaciones:

“Primeramente, os doy licencia y facultad para que podáis conquistar y poblar las dichas islas de Yucatán y Cozumel con tanto que seáis obligado de llevar y llevéis, de estos nuestros reinos o fuera de ellos de las personas que no están prohibidas, para ir a aquellas partes para hacer la dicha población y hacer en las dichas islas dos pueblos o más — los que a vos os pareciere— y en los lugares que viéreis que convienen. Y que para cada una de las dichas poblaciones llevéis, a lo menos, cien hombres y hagáis dos fortalezas. Y todo a vuestra costa y minción” [...] (De Solano, 1984/1991).

Las fortificaciones se construyen una en el puerto de Campeche, y la otra en Tierra adentro. De la segunda mencionada, que estaría en la misma capital de Mérida, sólo quedan restos de uno de los muros en el interior de una construcción actual. Raúl Alcalá Erosa realiza una investigación notable con respecto a esta fortificación (1998).

Retomando la construcción de fortificaciones en la costa de la península de Yucatán encontramos que la primera, que responde a la petición real, es la torre de San Benito, construida en el actual barrio de San Román, en el siglo XVI. Con esto Montejo ejecuta las órdenes de Carlos V. La ciudadela de San Benito en Mérida, y la torre de San Benito en la costa de Campeche, son las dos fortificaciones mencionadas en las capitulaciones.

Campeche presenta un desarrollo urbano interesante fuertemente influenciado por la construcción de fortificaciones. Un ejemplo es la distribución de barrios y zonas. El barrio fundacional se conserva como el barrio de San Francisco, y es habitado por mexicas que llegan del centro del actual México, específicamente de la ciudad de Azcapotzalco (actual demarcación delegacional de la ciudad de México) para apoyar las labores de construcción y colonización. Los mayas se establecen hacia el oriente en el actual barrio de Santa Ana; y los mulatos que ayudaban con la construcción de barcos, en el de San Román, al sur de la ciudad. Al centro, con el trazo de damero y la plaza contigua al mar según

las ordenanzas de Indias, se establece la ciudad de San Francisco de Campeche. En medio de los tres barrios quedó la zona central, trazada y planeada según las ordenanzas.

El sistema fortificado, que de manera parcial observamos hoy en día, es construido durante todo el virreinato, llegando a su máximo desarrollo a finales del siglo XVIII. Varias fuentes han proporcionado los elementos para realizar la cronología de los sistemas fortificados: Antochiw hace una descripción de la evolución morfológica del asentamiento de Campeche con sus fortificaciones primitivas, incluida la de San Benito en el actual barrio de San Román (2007a, 2007b). González, Sáinz y Rodrigo (2010), en su obra *Corpus Urbanístico de Campeche en los archivos españoles* proporcionaron parte de la cartografía recabada en diferentes archivos. Su obra presenta 49 mapas sobre Campeche y sus fortificaciones, además de diversos proyectos. Con parte de esta información se construyeron los análisis.

Sobre el registro de ingenieros militares se consultaron varios autores, entre ellos Laorden (2008, p. 98) registra a los siguientes ingenieros militares trabajando en el puerto: Marcos Lucio en 1670, Martín de la Torre en 1680, Jaime Franck en 1700, Juan de Ciscara en 1704, Luis Bouchard en 1705, Juan de Dios González en 1766, A. Crame en 1779, Rafael Llobet en 1778 y en 1802 Juan José León. Al igual que otros puertos, éste tuvo varios ataques piratas desde el siglo XVI, Montoya (1996, p. 101) registra doce. Los trabajos más importantes relacionados con los restos de la muralla que vemos hoy día se iniciaron en 1686, y se concluyeron 18 años después, con 6 metros de altura y 2.5 km de perímetro, ocho baluartes y dos fortificaciones exentas más las baterías de refuerzo y un polvorín (Montoya, 1996, p.105). A través del análisis de mapas y planos históricos se pueden registrar los cambios sobre el sistema defensivo en diferentes etapas, con esto se puede mostrar, la construcción y forma de la ciudad.

Antes de analizar las destrucciones y reconstrucciones es importante mencionar el sistema completo. Al parecer la última obra importante que se realizó con respecto al fortalecimiento

de este sistema fue la construcción de edificios administrativos y militares en el lienzo de mar, en 1802.

El sistema se compone de una ciudad amurallada con lienzos de ocho metros de altura en promedio, con espesor de 2.6 metros y cubriendo un recinto de 2600 m de perímetro, con cuatro puertas, las más importantes la puerta de Mar, que daba directamente al muelle principal, y la puerta de Tierra en el camino a Mérida, ubicadas respectivamente en el oriente y poniente; al norte la puerta de Guadalupe, y al sur la de San Román.

Contaba con ocho baluartes, ubicados en las aristas del trazo hexagonal y a la mitad de los lienzos más largos, el de tierra y el de mar: San Juan, San Francisco, San Pedro, Santa Rosa, San Carlos, La Soledad, Santiago y San José.

Adicionalmente dos fortificaciones, una al norte (San José el Alto) y una al sur (San Miguel), un polvorín ubicado al oriente y cuatro baterías en la antigua línea de playa, San Luis y San Fernando (ligadas al fuerte de San Miguel), y San Lucas y San Matías (ligadas a San José el Alto).

El sistema permaneció completo hasta el siglo XIX en que comenzó su demolición paulatina. En 1893 se demuele una sección del lienzo de mar para permitir la entrada de aire hacia la ciudad y mejorar sus condiciones higiénicas. Este hecho inicia la destrucción parcial del sistema, durante los siguientes 60 años las demoliciones incluyeron dos baluartes, el de San José y el de Santiago (este último reconstruido actualmente) la batería de San Fernando, y varios lienzos de la muralla. Ya que se prolongaban las calles interiores hacia los barrios periféricos, también se abrieron espacios en los lienzos para permitir el ingreso de tranvías al centro histórico. Después de estos procesos destructivos sólo quedaron alrededor de 500 metros lineales de lienzos.

Campeche fue decayendo paulatinamente, tomando un sitio secundario como puerto de la península. Esto a consecuencia de la separación territorial que se da en 1862 con el nacimiento del estado de Campeche. Al verse privado de su puerto principal, Yucatán utiliza Sisal y después Puerto Progreso, los cuales adquieren importancia con el auge henequenero.

Es precisamente este estado de sopor el que permite que, después de la destrucción a la que estuvo sometido el conjunto de fortificaciones, éste se quedara estacionado en el tiempo hasta que, a partir de la declaratoria de Patrimonio de la humanidad que se otorga a Campeche y su conjunto de fortificaciones en 1999, comienza un auge de promoción y valoración que incluye incluso en años recientes la reconstrucción de algunos elementos perdidos.

La identidad juega un papel de suma importancia en la población actual de Campeche. Ésta se encuentra muy identificada con el tema de la piratería, y por lo tanto con las fortificaciones, por lo que la reconstrucción de la muralla y algunos de los baluartes ha sido una medida recurrente. La primera reconstrucción que se tiene registrada fue la del baluarte de Santiago, en 1955, que funciona como jardín botánico.

La declaratoria de la ciudad como Patrimonio de la humanidad ha permitido la canalización de recursos a la ciudad, y ha generado proyectos más ambiciosos, ya que una de las principales actividades de que vive la ciudad hoy en día es el turismo. La reconstrucción de algunos tramos emprendida por las autoridades ha proporcionado algunos elementos que permiten contribuir a la lectura de la ciudad, esto en el marco de una intervención mayor concluida en 2014, donde se reconstruyeron 400 metros de muralla, contando en la actualidad con 1200 de los 2500 metros originales.

Esta configuración urbana es perceptible en Campeche, es parte de sus valores patrimoniales. Por ejemplo, la actual calle de baluartes sigue la línea de la antigua muralla, y corre paralela a gran parte de los lienzos originales y recuperados, por lo que la calle es vestigio del sitio original de construcción. En el barrio de San Román se incorporaron a los camellones de dicho bulevar restos de la antigua puerta que llevaba el nombre del barrio.

Otro elemento de interés es la traza de los barrios, antaño extramuros, ya que se conservan y permiten la lectura de espacios que crecieron en los ensanches de la ciudad. Ejemplo de esto sería la construcción de La Alameda, la cual se concluye una vez iniciada la demolición de la muralla en el tramo oriente.

La plaza que configuraba un espacio fronterero a la puerta de tierra se convierte en La Alameda en el siglo XIX, considerada parte del equipamiento básico de cualquier ciudad ilustrada. Esta zona actualmente está incorporada a la declaratoria de Patrimonio de la humanidad, y tiene como marco el lienzo y la puerta de tierra. Si bien es cierto que la mitad de los lienzos se han perdido, no se puede pasar por alto que Campeche en la actualidad es el sistema mejor conservado de México, y uno de los más completos en América, justificando la declaratoria de Patrimonio Mundial.

Conclusiones

Hoy en día en el puerto de Veracruz las referencias a la muralla son mínimas. Al interior del museo naval y en algunas zonas de la ciudad podemos observar algunos vestigios. La gente en general está más acostumbrada a la piratería como evocación romántica que al vestigio material, de esta forma el estadio del puerto se llama Luis Pirata Fuente, y el apodo de este futbolista derivó de ser oriundo en vida de la ciudad de Veracruz, ligada al imaginario popular a los ataques piratas. Otro ejemplo es la letra de la canción Veracruz, de Agustín Lara, dedicada al puerto y que en un fragmento dice: “[...] yo nací con alma de pirata [...] refiriéndose al puerto (Lara, 1934).

Por el contrario, la conservación de San Juan de Ulúa y sus referentes a la historia del puerto, como el muro de las cadenas, el puente del último suspiro o la celda de Chucho “El Roto”, son parte de la identidad del puerto. Éste sí ligado completamente a la arquitectura militar.

El caso de Campeche es diferente, los elementos de conservación son bastantes, y si bien las murallas fueron sistemáticamente demolidas hasta llegar a un mínimo de 500 m de los 2.4 km originales, en la actualidad también (bajo programas supervisados por UNESCO debido a la categoría de Patrimonio mundial con que cuenta la ciudad) se han reconstruido, hasta tener actualmente alrededor de 1.3 km. Hasta el momento de la realización del presente trabajo, se desconoce algún plan futuro para continuar con estas reconstrucciones.

El tema de la piratería sigue presente en la población:

los tres equipos deportivos que se desempeñan en circuitos profesionales llevan por nombre Piratas, Bucaneros y Corsarios. Películas e incluso telenovelas relacionadas con el tema se han filmado en esta ciudad, además de que turísticamente existe un barco “pirata” que hace un recorrido por la costa.

La importancia de la conservación de ciudades fortificadas con sus componentes, puede propiciar una reconstrucción de la identidad en los habitantes de las poblaciones referidas. Esta situación se puede observar de manera contundente en el caso de Campeche, que incluso ha permitido que la población subsista a través de la divulgación y valoración de su arquitectura militar, siendo uno de los principales atractivos la unidad y preservación del casco histórico, que presenta claras evidencias de su pasado fortificado. En Veracruz los riesgos actuales son otros, los pocos vestigios, entre ellos el formidable Fuerte de San Juan de Ulúa, están en riesgo debido a la fuerte actividad del puerto. Se tendrían que buscar los mecanismos adecuados para su conservación.

Referencias

- Alcalá Erosa, R. (1998). *Historia y Vestigios de la Ciudadela de San Benito*. Mérida: INAH; Ayuntamiento de Mérida, Dirección de desarrollo humano.
- Antochiw, M. (2007a). La plaza de armas de Campeche. *Matacan*, 4 (Abril), pp. 2- 16.
- Antochiw, M. (2007b). La fuerza de San Benito. *Matacan* , 4 (Abril), pp. 17- 29.
- Cámara Muñoz, A. (2004). La profesión del ingeniero. En M. Silva Suárez (Coord.), *Técnica e Ingeniería en España: El Renacimiento: de la técnica imperial y la popular*. (Vol. 1, pág. 161). Zaragoza, España: Real academia de ingeniería, Prensas universitarias de Zaragoza, Institución Fernando el Católico.
- Cobos Guerra, F. (2004). La formulacion de los principios de la fortificación abaluartada en el siglo XVI De la Apología de Escrivá (1538) al tratado de De Rojas (1598). En M. Silva Suárez (Coord.), *Técnica e Ingeniería en España: El Renacimiento: de la técnica imperial y la popular*. (Vol. 1, pág. 161). Zaragoza, España: Real academia de ingeniería, Prensas universitarias de Zaragoza, Institución Fernando el Católico. De Rojas, C. (1598). Teoría y práctica de fortificación conforme las medidas y defensas de estos tiempos. Madrid.

- De Solano, F. (1984/1991). *Cedulario de tierras. Compilación. Legislación agraria colonial (1497-1820)*. Segunda Edición ed. México: Instituto de Investigaciones Jurídicas. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Durero, A. (2004). *Tratado de arquitectura y urbanismo militar*. Madrid: Akal.
- García Díaz, B. (2001). *El primer Viajero Alejandro de Humboldt en Veracruz y sus viajeros*. México: Banobras, Gobierno del Estado de Veracruz, Grupo Sansco.
- García Tapia, N. & Carrillo Castillo, J. (2002). *Tecnología e imperio, ingenios y leyendas del siglo de oro*. Colección Novatores. Madrid: Editorial Nivola libros y ediciones.
- González Aragón, J., Rodríguez Viqueira, M. & Rodrigo Cervantes, N. E. (2009). *Corpus urbanístico: Fortificaciones costeras de México en los archivos españoles de Arquitectura militar*. México: CONACULTA, INAH, UAM, Embajada de España.
- González García, J. L. & Durero, A. (2004). *Tratadista de arquitectura y urbanismo militar*. En J. L. González García & A. Durero, *Tratado de arquitectura y urbanismo militar*. Madrid: Akal.
- Laorden Ramos, C. (2008). *Obra civil en ultramar del real cuerpo de ingenieros. Virreinos de Nueva España y Nueva Granada*. Madrid: Ministerio de Defensa, Colegio de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos.
- Lara, A. (1934). *Veracruz*. México: Canción Popular.
- McGregor, N. (2012). *La historia del mundo en 100 objetos*. Madrid: Random House Mandadori.
- Martínez Baracs, R. G. (2015). Veracruz. En J. Ortiz Escamilla (ed), *El Veracruz de Hernán Cortés*. (pp. 112-143). Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana,
- Montoya Rivero, M. C. (1996). Encuentro de dos ingenierías: la del México antiguo y la de la Nueva España. La ingeniería en el México antiguo. En Colegio de Ingenieros Civiles de Mexico, *La Ingeniería Civil Mexicana, un encuentro con la historia*. (pp. 57-108.). México: Colegio de Ingenieros Civiles de México.
- Ortiz y Sanz, J. (1987). *Marco Vitruvio Polión. Los diez libros de Arquitectura*. Madrid: Akal ediciones.
- Piñeiro Mariano, E. (2004). Instituciones para la formación de los Técnicos. En M. Silva Suárez (Coord.), *Técnica e Ingeniería en España: El Renacimiento: de la técnica imperial y la popular*. (Vol. 1, pág. 161). Zaragoza, España: Real academia de ingeniería, Pressas universitarias de Zaragoza, Institución Fernando el Católico.

- Rodríguez Viqueira, M. (2010). Palo de tinte y construcciones militares en las costas de la sonda de Campeche y el Golfo de Honduras. En J. González Aragón, L. I. Sáinz, N. E. Rodrigo Cervantes, *Corpus Urbanístico de Campeche en los archivos españoles*. México: Gobierno del Estado de Campeche, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Universidad Autónoma Metropolitana.
- Sáinz, L. I. (2010). La representación cartográfica del Nuevo Mundo y de cómo devino posible visualizar el territorio de Campeche. En J. González Aragón, L. I. Sáinz, N. E. Rodrigo Cervantes, *Corpus Urbanístico de Campeche en los archivos españoles*. México: Gobierno del Estado de Campeche, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Universidad Autónoma Metropolitana.

Parte II: El patrimonio como indicador de riesgo de desastre

4. Entre lagos y volcanes

Luis Carlos Cruz Ramírez

Introducción

El territorio nicaragüense¹ ha estado expuesto durante siglos a diversas amenazas, y con índices representativos de probabilidades de ocurrencia de desastres². Es un país con altos índices de sismicidad, debido a que se encuentra sobre la zona de deslizamiento de las placas tectónicas Cocos y Caribes, que han generado *la cadena volcánica del pacífico*. Está compuesta por 21 estructuras volcánicas (INETER, 2016): siete volcanes inactivos, cuatro lagunas cratéricas y diez volcanes activos que han mantenido la expulsión de ceniza y lava durante siglos, representando una amenaza para sus habitantes. A esto se añaden las fallas tectónicas locales existentes en ciudades como Managua (ver Figura 1).

Nicaragua se encuentra en la trayectoria de huracanes que amenazan todo el territorio. Por ejemplo, en la Región Autónoma Atlántica Norte (RAAN), donde habitan numerosas comunidades indígenas (Miskitos, Mayagnas, Ulwas, Ramas y Garífunas), muchos asentamientos tradicionales y con manifestaciones legítimas de vivienda vernácula son destruidos y reconstruidos anualmente. En la región central, se produce el aumento del caudal de los ríos afectando comunidades rurales. En el Pacífico, los principales desastres se registran en León, Managua y Granada, con inundaciones, aumento del área ocupada por los lagos y deslaves de las laderas volcánicas.

Por su localización, también ha sido el punto donde se han concentrado diversas culturas mesoamericanas y europeas. Primero habitaron nicaraos, luego llegaron caribis, nahuas,

¹ Nicaragua es un país ubicado en el centro del Istmo Centroamericano, también conocida como la tierra de lagos y volcanes. Su toponimia es de origen náhuatl y proviene de la expresión *Nicán-Náhuatl*, que tiene las siguientes interpretaciones: "hasta aquí llegó la Anáhuac", "aquí junto al aguas", por los lagos Cocibolca y Xolotlán.

² Un desastre es un hecho de origen natural o humano, negativo que afecta las sociedades y el ambiente donde vive. El riesgo es la probabilidad de ocurrencia de un desastre.

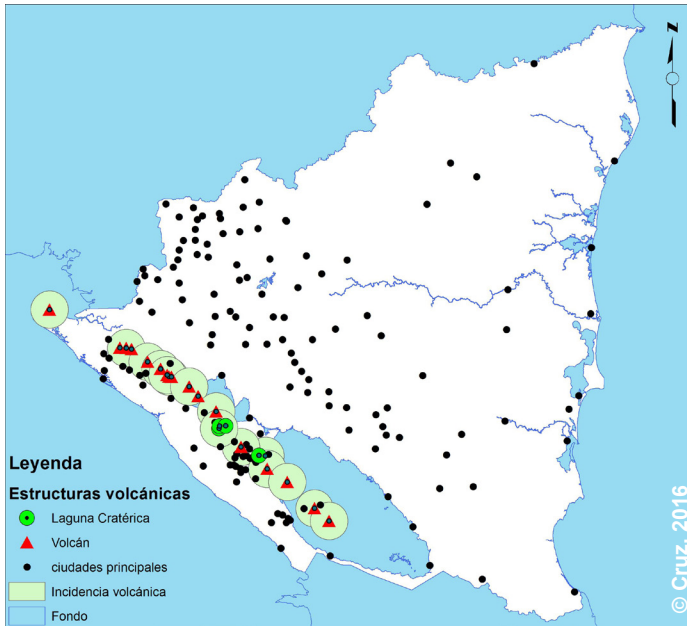


Figura 1. Plano de riesgo por erupción volcánica en la región del pacífico. Elaborado por L. C. Cruz Ramírez, 2016.

chorotegas, chontales y mexicas (Arellano, 1990; Sánchez, 1994); durante el siglo XIV y XVII llegaron españoles, ingleses y franceses, que entre expansiones de territorios, conquistas y ataques piratas destruyeron ciudades, motivando a su vez desplazamientos de asentamientos humanos, reconstrucciones y abandono de centros poblados.

Hoy se conservan vestigios que son indicadores de hechos pasados, en forma de ruinas, edificios o ciudades que consideramos patrimonio. Pero, ¿es posible reconocer los desastres del pasado al estudiar el patrimonio construido? ¿Estos objetos contienen propiedades físicas en su forma, que son evidencias de desastres ocurridos en las ciudades? En este capítulo se presenta cómo el estudio de los monumentos puede ser de utilidad para conocer si en un lugar de la ciudad existe el riesgo de ocurrencia de desastres a partir del estudio de la Historia.

Se estudiaron algunos desastres ocurridos en la historia de cuatro ciudades de Nicaragua, donde las primeras tres fueron fundadas en el siglo XVI: (a) Granada, la primera ciudad fundada en Nicaragua, (b) Santiago de León, inscrita en la Lista de Patrimonio Mundial desde el año 2000 (UNESCO World Heritage Center, 2016); (c) Ciudad Antigua de la Segovia, ciudad que aún probablemente conserva los vestigios más antiguos del país y (d) Managua, ciudad capital de Nicaragua.

El análisis retrospectivo del patrimonio arquitectónico por medio del planteamiento de *problemas inversos*³, es de utilidad para conocer las causas de los desastres, evaluar el riesgo, y reducir su probabilidad de ocurrencia. Aunque las urbes están en constante modificación en el tiempo, ya sea por acción de las personas que las habitan o agentes naturales, los objetos construidos contienen indicadores de hechos que ocurrieron en el pasado.

Para responder a las preguntas planteadas, primero se presenta el proceso de reconocimiento de los desastres desde el estudio del objeto construido, considerando al patrimonio construido como un indicador de riesgo, que es portador de información que puede ser conocida por medio de la observación o con instrumentos. Luego se presentan algunos desastres a partir de la ocurrencia de sismos, huracanes e incendios en las ciudades antes mencionadas, y sus indicadores que son contrastados con otras fuentes históricas, por medio de los cuales se puede conocer el riesgo actual. Finalmente, se presenta cómo la sociedad se ha adaptado a vivir en medio de estas amenazas, reduciendo la vulnerabilidad con métodos defensivos.

El patrimonio construido cómo indicador de riesgo

A finales del siglo XIX, la tendencia del *restuario storico* difundida por Luca Beltrami, consistía en analizar el patrimonio construido

³ Un problema inverso, es aquel donde a partir de un resultado se infiere la posible causa que pudo haber generado dicha consecuencia. En terminos lógicos la inferencia, es el proceso de obtener conclusiones de premisas, en este caso, las premisas son los resultados y las conclusiones del razonamiento son las posibles causas que pudieron generar el hecho. En el estudio de problemas inversos no existe causa unica, sino probables causas.

como un objeto portador de historia, comparado con un *documento*, que puede ser leído y que, de su lectura, es posible intervenirlo para su conservación: El objeto construido es portador de información (Rivera, 2008). Esta idea se ha preservado hasta nuestros días, considerando *la lectura histórica* una actividad irremplazable en el estudio de los monumentos históricos.

La información que portan la arquitectura y la ciudad, como objeto testimonio, tiene diversas dimensiones, al punto que puede ser un indicador del riesgo. Los desastres que ocurrieron en el pasado no son hechos perceptibles en la actualidad, pero pueden ser conocidos por medio de indicadores⁴.

Cada indicador tiene maneras distintas de ser conocido, para algunos bastará con la observación naturalista de los edificios y la ciudad, para otros será necesario hacer uso de instrumentos o realizar pruebas. La observación naturalista, la visión, se basa fundamentalmente en la habilidad de reconocimiento, que es el problema fundamental del aprendizaje visual (Grauman & Leibe, 2016, p.1). La base para el *reconocimiento de los objetos* consiste en la habilidad de interpretar lo observado, el reconocimiento, a pesar de las posibles variaciones sustanciales que puedan existir en las apariencias de los objetos (DiCarlo, Davide & Rust, 2012, p. 415).

En los estudios de semiología se reconocían los objetos como emisores de un mensaje dentro de un sistema de comunicación. Así un objeto construido era un elemento emisor de un mensaje que el hombre, como receptor podría interpretar, siempre que conociese el código de comunicación.

Este estudio inicia desde la observación de los monumentos por medio del proceso de aprendizaje visual. A través de la interpretación de la forma construida contrastada con hechos históricos, es posible conocer amenazas, y con ello evaluar el riesgo actual. Eso se puede realizar siguiendo el mismo proceso de la interpretación, ya explicado por Eco (1974/1986, p. 254-255).

⁴ El indicador es la propiedad que tiene el hecho de estudio, que es posible observar de manera directa o con instrumentos para medir o conocer la existencia de un hecho que no es perceptible.

La comunicación es una estimulación⁵ (Eco, 1968/1986, p. 255). Por cada estímulo existe una conducta (p. 255), que es la reacción al estímulo. El código arquitectónico produce un código icónico, donde el objeto se convierte en un elemento de comunicación (p. 254). En el momento en el que se percibe el estímulo se produce una reacción. Posterior a la relación estímulo-reacción, los estímulos son percibidos como signos que comunican, que son comprendidos por la experiencia, un código de experiencias que indican (p. 255). Se observa el objeto construido, se abstrae, se analiza, se identifican patrones, se asocia con formas conocidas y se relaciona con acontecimientos.

Fisiológicamente, al observar un objeto, la información es abstraída estableciendo jerarquías formales que van de lo simple (puntos y líneas) a lo complejo (superficies, volúmenes). Existen dos categorías de reconocimientos: el general y el específico, que corresponden a la clasificación de géneros y especies de un grupo: por ejemplo, persona y pintor. Experimentos señalan que existe un nivel básico en la categorización humana donde la mayor parte del conocimiento es organizado (Grauman & Leibe, 2016, p.1). El conocimiento previo sobre las categorías de objetos y el análisis de imagen proporcionan una discriminación adicional de contenido, útil para saber qué es lo que se observa (Moore, Assa & Monson, 1999, p.1).

Las variables del objeto observado pueden ser su localización, la distancia al observador, la organización de los objetos y los elementos del objeto, la orientación, el punto de vista, la luz y sus propiedades formales (DiCarlo, 2012, p.417), y de estos factores depende el reconocimiento. La clasificación de los objetos es inferida, en parte, por la detección de acciones aprendidas (Moore, Assa & Monson, 1999, p.1) a través de la memoria.

La información de interés por conocer en los estudios de riesgos, está relacionada con las amenazas y vulnerabilidades históricas, que podrían ocurrir o existir en el presente. Visualmente se pueden buscar indicadores que reflejen dichos efectos. Cada uno de estos hechos tiene efectos directos sobre la memoria de

⁵ Los estímulos son un complejo de actos sensoriales que provocan una determinada reacción (Eco, 1968/1986, p. 255).

los habitantes y sobre el patrimonio construido que se manifiesta en algunas propiedades físicas. Los sismos generan grietas, fisuras, fracturas y hasta colapsos en los edificios cuando su resistencia no es la suficiente para soportar las fuerzas de cortante sísmico. Los huracanes, con las lluvias y los vientos, inundan los poblados, aumentan el caudal de los ríos, el nivel de los mares, producen deslaves, dejan sedimentos destruyendo las bases de los edificios, o dejándolos inhabitables. En cuanto a los factores antrópicos, las guerras generadas por conquistas o por dominios de territorios transformaron las áreas pobladas mesoamericanas. En sus ataques, los piratas saqueaban e incendiaban los asentamientos españoles en desarrollo. Estos son algunos de los indicadores de las amenazas a las que estaban expuestos nuestros ancestros. Para conocer otros aspectos, como la fecha de los sucesos, existen técnicas como las pruebas de carbono de restos orgánicos que pudieran estar relacionados con el suceso.

Por otro lado, el poder percibir objetos tridimensionales requiere: (a) de la existencia de un sistema simbólico para que pueda ser representada la forma y (b) que el cerebro sea capaz de contener un conjunto de procesos para derivar esta información de las imágenes (Marr & Vaina, 1982/2007, p. 501). De la misma manera, el reconocimiento de los desastres pasados requiere de un código de comunicación compuesto por: formas, objetos, relieves, colores, texturas; y que éstos puedan ser interpretados y asociados con amenazas.

En resumen, la lectura histórica del patrimonio es útil para identificar hechos pasados. Esto consiste en un proceso de reconocimiento visual, donde primero es necesario conocer un código de comunicación por medio de indicadores directamente relacionado con algunos desastres. Este proceso es realizado comúnmente en los trabajos de arqueología. Por medio de la observación los arqueólogos logran distinguir etapas constructivas, determinación cultural, actividades económicas y desarrollo de las civilizaciones. Reconocen el inicio del muro, a partir de su rugosidad, ya que la cimentación es más rugosa y menos acabada por estar en contacto con el suelo; en los pisos se conocen costumbres y fechas de construcción a partir de la superficie de uso; reconocen la diferencia entre los muros de

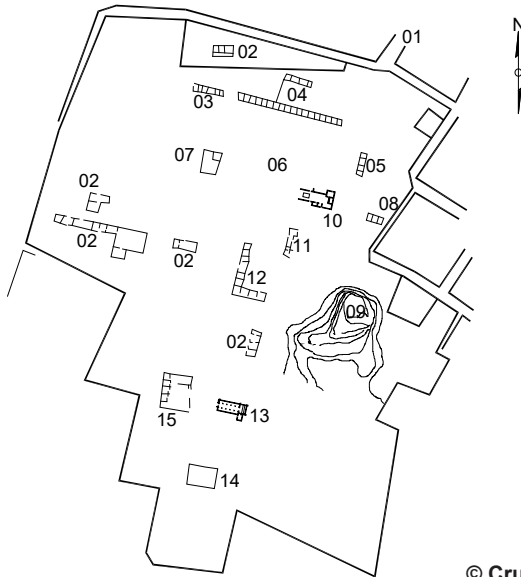
adobe y otros materiales de enterramiento por medio del color de la tierra, vacíos por la descomposición de material vegetal y el sonido que se produce al generar un impacto con el pico; en las ciudades conocen las etapas de auge y guerras con excavar los centros poblados y las fortificaciones (Wheeler, 1954/1995, p. 90-112). En la siguiente sección se presentan algunos ejemplos de los principales desastres ocurridos en algunas ciudades de Nicaragua.

Entre sismos, huracanes e incendios

La ciudad de Santiago de los Caballeros de León o León Viejo, localizada en el extremo noreste del lago de Xolotlán, fue la primera capital de la provincia de Nicaragua fundada en 1524 (Arellano, 1990, p. 117-118). Desde su fundación, este lugar presentaba indicadores de riesgo. En 1525 Pedrarias Dávila observaba desde la plaza de la ciudad la actividad del volcán Momotombo que en este momento se encontraba activo (Arellano, 1990, p.119). Por su cercanía con el volcán, esta zona está dentro del radio de afectación por ceniza volcánica y erupción. La sequía, el azufre en las aguas del lago de Managua y los sismos, fueron un problema para los habitantes españoles, al punto donde el cronista de Indias, Oviedo y Valdés, señalaba que no pasaba un año sin “temblar la tierra”.

Las intenciones de despoblar estaban presentes desde 1528 (Guerrero y Soriano, 1968, p. 61). En 1594, los sismos dañaron varios edificios (Guerrero y Soriano, 1968, p.103). Para 1602, ya se planeaba su desplazamiento al pueblo de Sutiaba, recomendado por el fiscal de la Audiencia de Guatemala, debido a problemas económicos, inflación, despoblamiento y los sismos. Esta intención se materializó con el sismo del 11 enero de 1610, donde las viviendas quedaron destruidas parcialmente e inhabitables (Arellano, 1990, p.124; Musset, 2012, p. 22), por lo que fueron abandonadas para trasladarse a otra zona localizada a 28 kilómetros al suroeste, hoy la actual ciudad de León.

Al paso del tiempo, las ruinas de León Viejo quedaron enterradas entre lodo y ceniza volcánica, permaneciendo ocultas hasta 1960, cuando un equipo de arqueólogos, coordinado por Bonet, encontró las ruinas (ver Figura 2). Según los vestigios



© Cruz, 2016

Figura 2. Ruinas de León Viejo, León, Nicaragua. Adaptado de Instituto Nacional de la Cultura de Nicaragua (INC) y Diario La Prensa, *Plano del sitio histórico Ruinas de León Viejo*, 21 de abril de 2007, por L. C. Cruz Ramírez, 2016.

encontrados, éstas no fueron totalmente destruidas. Sus basamentos aún permanecen (por medio de ellos se puede conocer la configuración arquitectónica, tamaño de los espacios y modos de vida de los primeros pobladores que habitaron el Puerto de Momotombo).

La ciudad de Managua, fue un pueblo de pescadores que se trazó en 1810. Fue nombrada como Leal Villa de Santiago de Managua, por su lealtad a la Corona española. Décadas posteriores a la independencia (1821), fue nombrada ciudad capital, para ser precisos en 1852. Esta ciudad ha sido escenario de varios desastres a causa de sismos, inundaciones y aluviones. En 1876 se registró un deslave de los cerros de los volcanes de Managua⁶, y quedó enterrada parte de la ciudad.

Posteriormente, fue destruida por el sismo del 31 de marzo de 1931, sismo de 5.8 grados. La destrucción fue casi total,

⁶ Managua, cuya toponimia se puede interpretar como “*junto a las aguas*” o “*rodeado de aguas*”.

murieron miles de personas, y fallaron edificios emblemáticos como el Palacio Nacional, la penitenciaría nacional, mercados y templos (Alcaldía de Managua, 2016). La ciudad fue reconstruida en el mismo lugar, pero nuevamente, el 23 de diciembre de 1972 ocurrió otro sismo, esta vez de 6.2 grados en la escala de Richter, a 5 km de profundidad, y destruyó totalmente la ciudad, provocando un incendio que duró dos semanas. La ciudad quedó reducida a escombros; y tuvo que ser reconstruida en el mismo lugar, esta vez con concreto y con nuevos códigos de construcción. Los edificios en escombros permanecieron hasta 2015. Estas ruinas eran evidencia de la vulnerabilidad de las construcciones en la capital. El 10 de abril de 2014, se registró otro sismo de igual magnitud que el ocurrido en 1972, a 5 km de profundidad, causando daños a 6 estructuras históricas de la ciudad de León Viejo.

Además de los sismos, existen evidencias arqueológicas, como artesanías de sus pobladores y huellas petrificadas, que evidencian desplazamientos de un asentamiento humano en la ciudad de Managua. Las huellas de Acahualinca, encontradas en 1874 a orillas de un cause en Managua, estaban a cuatro metros de profundidad, sobre once capas geológicas así identificadas por Richardson en 1941 (Arellano, 1990, p. 11). Estas huellas se formaron probablemente cuando una comunidad huía de la erupción del Volcán Masaya, se cree por la distancia entre las huellas que los pobladores iban a pasos acelerados. Estas huellas quedaron marcadas en el lodo, luego se petrificaron al reaccionar con la ceniza volcánica. La existencia de estas huellas son evidencia del riesgo de afectación de ceniza volcánica y de una erupción que podría alcanzar al Pacífico, incluyendo la capital.

El lago de Managua experimenta incrementos de volúmenes con el paso de los huracanes. Después del huracán Mitch, en 1998, la altura promedio del lago aumentó 3.4 m, de 38.70 a 42.10 m.s.n.m. Esto provocó que se inundara la Plaza de la Fe, y los sótanos del Teatro Rubén Darío, patrimonio del siglo XX. El paso de este mismo huracán por las laderas del volcán Casitas, generó un deslave, enterrando el caserío localizado en Pozoltega.

Los asentamientos tradicionales de comunidades indígenas, como los Mayagnas y los Misquitus, habitan la región atlántica, que tiene incidencia directa y con mayor intensidad de los huracanes. Las razones por las que los Mayagnas permanecen en el mismo sitio pueden ser explicadas con el estudio de su cosmovisión, que indica que “el creador” les indicó que habitaran esas zonas entre las montañas y a la orilla de los ríos, pero no en las costas (Cox, 1998). Sus construcciones son tipo palafíticas, lo que les permite tener parte de sus casas a orilla de los ríos.

En cuanto a las amenazas de origen antropogénico, los consecutivos ataques piratas causaron el desplazamiento de los habitantes a otros lugares para refundar las ciudades, pero también se ha registrado que en otras ocasiones reconstruyeron en el mismo sitio, conservando las trazas urbanas. La Villa de Segovia, fue fundada en 1536 por Gil González Dávila y Gabriel De Rojas en el lugar hoy conocido como Panalí, cerca de Quilalí. Fue incendiada cinco veces por piratas: 1654, 1685, 1689, 1704, 1709, 1711 y 1743. En 1611 se trasladó cerca del río Arrayán, donde actualmente está Ciudad Antigua. En 1654, fue incendiada por el pirata Morgan y reedificada en el mismo sitio con nuevas calles. En 1685, Edward Davis saqueó la ciudad; en 1689 William Dampier quemó el templo; en 1743 los piratas atacaron Jinotega, secuestraron cuarenta personas e intentaron huir navegando rumbo a Ciudad Antigua. En 1789 los habitantes abandonaron esta ciudad y crearon un asentamiento rural, hoy Ocotol y actual cabecera departamental. Las fechas de los ataques piratas fueron registradas en rótulos en casas y plazas para que la población recordara el riesgo al que se encontraba expuesta.

La ciudad de Granada fue fundada en 1524, por Francisco Hernández de Córdoba, contiguo a los asentamientos indígenas Xalteva y Cuiscoma. El 29 de junio de 1665 fue asaltada por el pirata inglés Eduardo Davis (Guerrero y Soriano, 1978, p. 201). El 07 de abril de 1685, fue atacada por 345 filibusteros ingleses y franceses liderados por el pirata William Dampier, quien saqueó la ciudad y la quemó (p. 206). En el siglo XIX, llegó una campaña militar liderada por William Walker, quien en 1856 se autoproclamó presidente de Nicaragua. Esto generó como reacción movimientos sociales para sacarlo del país. Como

consecuencia, antes de abandonar Nicaragua, Walker incendió la ciudad de Granada destruyéndola completamente. Con esto se concluye esta sección de ejemplos.

Comentarios finales: Adaptación y defensa

La costumbre de desplazar ciudades después de un desastre fue común entre los españoles, pero no entre los habitantes prehispánicos quienes se habían adaptado a las amenazas naturales (Musset, 2002/2011); sin embargo, al tratarse de enfrentamientos armados, en la mayoría de las ocasiones se producían desplazamientos con fines defensivos.

La ciudad de Granada, al estar localizada a un costado del lago Cocibolca, tenía conexión directa con el Océano Pacífico por medio del río San Juan. Por su ubicación, se convirtió en un centro económico. El sistema de defensa implementado para evitar perder tierras ante ataques piratas, fue la construcción de tres fortalezas: La Fortaleza San Pablo, ubicada en las isletas, El Castillo del Gran Lago de Nicaragua, en Granada, de 1670 a 1685; la Fortaleza de la Concepción, en el departamento de Río San Juan; y su almacén de pólvora en Granada: la fábrica de la Casa de la Pólvora (ver Figura 3), que se construyó de 1745 a 1748 (Centro Histórico de la Ciudad de Granada, 2002, p. 46-49).

Otro sistema de defensa reconocido está en la manera de construir los edificios. Pragmáticamente, en la zona del pacífico se desarrollaron construcciones de adobe con espesores de muros promedio entre 0.90-1.5 metros y con el uso de contrafuertes, algo que ha resultado parcialmente, debido a que las construcciones pueden presentar daños aunque éstas no han colapsado. Otro sistema constructivo que tuvo auge durante el siglo XIX, fue el taquezal⁷. En su momento los constructores creían que podría ser una solución ante los problemas sísmicos por el uso de madera, algo que quedó desmitificado después del sismo de 1972 en Managua. En Managua se cambió el sistema constructivo, reconstruyendo la ciudad con concreto y con nuevos códigos, ya que el concreto se usaba en Managua desde 1930, y por otro

⁷ Sistema constructivo de tierra, con muros aproximadamente de 40 cm de espesor, que tiene doble estructura de madera con un espacio hueco que es rellenado con ripios y posteriormente es revocado con cal y tierra.



Figura 3. Fortaleza la Polvora. Recuperado del *Archivo fotográfico personal*, por L. C. Cruz Ramírez, 2014, Granada, Nicaragua.

lado se tomó la medida extrema de prohibir el uso de sistemas constructivos a base de tierra: el adobe y el taquezal.

En 2014, la Alcaldía de Managua tomó la decisión de demoler todas las estructuras constructivas que pudiesen significar un peligro para quienes transitan o habitan en espacios aledaños, por el posible derrumbe debido a la inestabilidad lateral ante los sismos en la capital. Una medida para conservar la memoria colectiva de la ciudad, fue construir un parque museo con replicas a escala de los edificios existentes destruidos durante el sismo de 1972. Castillo y Zepeda (2013), en su investigación dirigida por Edwin Obando, sugieren realizar otra revisión de los códigos de construcción para evaluar la validez de los métodos de diseño sísmico, ya que después del análisis, concluyen que las consideraciones de diseño sísmico en algunas zonas son superiores hasta en un 65%, y en otras son inferiores en un 9% de lo que significa el fenómeno en la realidad.

En conclusión, los desastres pueden ser reconocidos visualmente por medio de la observación naturalista de la arquitectura y la ciudad. Para esto es necesario conocer el código de comunicación, es decir, saber cuáles son los indicadores de cada desastre. La información es abstraída de manera

jerárquica, ordenada y procesada por el cerebro, generando una imagen estructurada que se relaciona con experiencias, objetos previamente observados, o recuerdos existentes en la memoria. Sin duda alguna el estudio de este fenómeno no queda agotado con las explicaciones y evidencias acá presentadas; sino que es motivo de estudio de la interpretación de los objetos para obtener información continua en desarrollo. Las ciencias de la computación estudian diversas maneras de lograr el reconocimiento visual, por medio de inteligencia artificial (Grauman & Leibe, 2016, p.1), con artefactos que logran escanear escenarios, que detectan y analizan formas para indicar qué cosa son los objetos.

En el caso particular del estudio del riesgo, estos trabajos podrían estar apoyados en disciplinas como arqueología, historia, paleogeología, ingeniería sísmica y meteorología. En cuanto al objeto de estudio utilizado, la muestra de desastres ocurridos podría ser ampliada en la revisión de documentos históricos. A partir de estos registros se podría realizar un sistema de información geográfica indicando las amenazas y vulnerabilidades históricas, para así conocer los desastres ocurridos en el pasado y obtener una medida del riesgo, a partir del cambio de sus variables. Esta medida de riesgo podría ser utilizada para conocer en qué condiciones se reduce o se incrementa, en el tiempo. Un proyecto que podría ser realizado con el auxilio de herramientas probabilísticas inferenciales. A partir de este estudio se pueden trazar investigaciones alternas, donde se pueden documentar y medir al detalle los efectos de hechos históricos, en especial aquéllos que datan del tiempo de la conquista, donde se tienen menos referencias.

Referencias

- Alcaldía de Managua (ALMA). (05 de octubre de 2016). *Historia de Managua: Terremoto de 1931*. Obtenido de Alcaldía de Managua: <http://www.managua.gob.ni/index.php?s=2150>
- Arellano, J. E. (1990). *Nueva Historia de Nicaragua*. Managua: Fondo Editorial CIRA.
- Castillo Vega, W. A. & Zepeda Reyes, E. G. (2013). *Análisis Compartivo de la respuesta sísmica de sitio no-lineal y lineal equicalente en el área urbana de la Ciudad de Managua, Nicaragua* (Tesis de Licenciatura). Managua: Univesidad Centroamericana.

- Centro Histórico de la Ciudad de Granada. (2002). *Catálogo de Bienes Patrimoniales*. (A. Reyes, Ed.) Granada, Nicaragua: Centro Histórico de la Ciudad de Granada; Programa de Preservación del Patrimonio Cultural.
- Di Carlo, J. J., Davide, Z., & Rust, N. C. (2012). How Does the Brain solve Visual Object Recognition? *Neuron* (73), 415-434. doi: 10.1016/j.neuron.2012.01.010
- Eco, U. (1974/1986). *La Estructura Ausente*. Barcelona: Editorial Lumen.
- Grauman, K., & Leibe, B. (2011). Visual Object Recognition. *Morgan & Claypool Publishers*. doi:10.2200/S00332ED1V01Y201103AIM011
- Guerrero, J., & Soriana de Guerrero, L. (1968). *León: Monografía departamental*. Managua.
- Guerrero, J., & Soriana de Guerrero, L. (1978). *Granada: Monografía departamental*. Managua.
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. (6 de octubre de 2016). *Volcanes de Nicaragua*. Obtenido de Dirección de geofísica INETER: <http://web-geofisica.ineter.gob.ni/vol/volnic.html>
- Marr, D., & Vaina, L. (1982/2007). Representation and recognition of the movements of shape. *Proceedings of The Royal Society of London, Serie B, Biological Science*, 214(1197), 501-524.
- Moore, D. J., Essa, I. A., & Hayes, M. H. (1999). Exploiting Human Actions and Object Context for Recognition Task. *7th IEEE International Conference on Computer Vision*. Corfu, Greece.
- Musset, A. (2002/2011). *Ciudades Nomadas del Nuevo Mundo*. México: Fondo de Cultura económica.
- Rivera Blanco, J. (2008). *De Varia Restauratione: Teoría e historia de la restauración arquitectónica*. Madrid: Abada Editores.
- Sánchez Rodríguez, C. (1994). *La conformación étnico-nacional en Nicaragua*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- UNESCO World Heritage Centre. (06 de noviembre de 2016). *Ruins of León Viejo*. Obtenido de World Heritage List: <http://whc.unesco.org/en/list/613/documents/>
- Wheeler, M. (1954/1961). *Arqueología del campo*. México: Fondo de Cultura Económica.

5. El hundimiento del suelo y el Patrimonio Urbano-Arquitectónico en la Ciudad de México: una relectura de los principios subyacentes

Carlos Alberto Torres Montes de Oca

La subsidencia del suelo

Los hundimientos del suelo se han estudiado desde diversos puntos de vista, por ejemplo: Tomás, *et al*, (2009) menciona que la *subsidencia* del suelo es un riesgo que afecta amplias zonas de un territorio, el cual causa daños económicos importantes, además de causar una gran alarma social, ya que este tipo de fenómenos pueden deberse a diferentes causas, tales como: disolución de materiales profundos, construcción de obras subterráneas, erosión del terreno en profundidad, flujo lateral del suelo, compactación de los materiales que constituyen el terreno, o la actividad tectónica. Todo ello se manifiesta en la superficie del terreno mediante deformaciones verticales. Cabe aclarar que el término *subsidencia* es utilizado como sinónimo de hundimiento, el cual se puede observar, principalmente, en las superficies de algunos tipos de suelos, tales como los llamados suelos compresibles. Este trabajo hace especial énfasis en los asentamientos verticales del suelo, debido fundamentalmente, a acciones generadas por las actividades humanas.

Tomás, *et al*, (2009) afirma que aunque este tipo de fenómenos no ocasionan muertes, sin embargo, sí producen daños materiales que pueden llegar a ser cuantiosos. Además, en zonas urbanas los perjuicios pueden llegar a suponer riesgos importantes para las edificaciones, así como a muchos otros tipos de construcciones. Desafortunadamente entre éstas puede encontrarse el patrimonio construido.

Principales causas de la subsidencia del suelo de la Ciudad de México

En 1956, Marsal, quien en ese momento fungía como Investigador del Instituto de Ingeniería de la UNAM, mencionaba que el hundimiento de la Ciudad de México era ya de suma

importancia para el desarrollo futuro, debido a la relación que tenía dicho hundimiento con el abastecimiento de agua potable, con las inundaciones ocurridas en zonas urbanas y con el comportamiento estructural de los edificios (Marsal y Sáinz, 1956, p. 1). También informaba que para ese entonces se extraía un gasto de 8 m³/s destinados a la red de distribución más 1.5 m³/s que se extraían por pozos para uso particular. Todo ello conllevó a ocasionar hundimientos no uniformes y a modificaciones en las pendientes de la red de drenaje. A su vez las edificaciones se vieron afectadas por los asentamientos diferenciales.

Esto tiene sentido desde una perspectiva predictiva, ya que si se continúan generando hundimientos diferenciales, esto puede conducir a una gran diversidad de concentraciones locales de agua por precipitaciones pluviales, además de provocar (lo que sería el tema medular de este trabajo) movimientos verticales en la estratigrafía del suelo (subsistencia del suelo), y a su vez movimientos no uniformes en las bases de las edificaciones.

En 1952, la Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México realizó una nivelación, por medio de la cual se pudieron determinar los hundimientos de casi toda la Ciudad de México. Además, reporta hundimientos del orden de 4.56m tan sólo en el periodo de tiempo entre 1891 y 1952 (ver Figuras 1 y 2).

Características de suelos compresibles de la Ciudad de México

La Ciudad de México fue asentada en casi su totalidad sobre el fondo del antiguo lago de Texcoco. Se han llevado a cabo exploraciones al subsuelo por diferentes instituciones tales como: La Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México y la empresa ICA, quienes han encontrado formaciones arcillosas de compresibilidad extraordinaria, de origen volcánico, en las que se tienen propiedades muy variables de un punto a otro (Figura 3). Por otro lado, Marsal (1992) presenta una tabla con los valores medios de las propiedades mecánicas de las arcillas de la ciudad de México (ver tabla siguiente).

Tabla 1. Valores medios de propiedades mecánicas, arcillas de la Ciudad de México.

Propiedades	Manto superficial	Formación arcillosa superior	Capa dura	Formación arcillosa inferior
Contenido de agua natural W_p , en %	91.7	281.2	64	191.8
Límite líquido W_L , en %	100.6	289.1	69.5	212.9
Límite plástico W_p , en %	52.5	85.3	43.5	68.8
Densidad de sólidos S_s	2.51	2.42	2.48	2.41
Relación de vacíos inicial e_i	2.59	6.90	1.76	4.74
Resistencia a la compresión q_u , en kg/cm ²	0.89	0.73	1.34	1.56
Módulo de deformación, en kg/cm ²	58.4	30.7	65.9	67.7

Nota: Adaptado de Marsal, 1992, por C.A. Torres Montes de Oca, 2016.

Por otra parte y con la finalidad de contar con otra referencia de propiedades mecánicas en estos suelos, en la Tabla 3, se presentan valores de propiedades índice de los suelos de la zona de lago retomados y adaptados de Auvinet (2005).

Tabla 2. Propiedades índices de los suelos de la zona de lago.

Contenido de agua, w_i %	270
Densidad de sólidos, SS	2.30
Relación de vacíos inicial, e_i	6.17
Límite líquido, LL	300
Límite plástico, LP	86

Nota: Adaptado de Auvinet (2005), por C.A. Torres Montes de Oca, 2016.

Los hundimientos en el tiempo, Ciudad de México

Para verificar la causa del hundimiento en el suelo y contar con la información requerida para poder prever su evolución en el tiempo, en 1952 se instalaron estaciones piezométricas en más de 100 puntos del Valle de México. Muchas de estas mediciones las realizó la empresa ICA (Marsal y Sáinz, 1956, p. 4).

El mismo Marsal (1956) mencionaba que algunas construcciones antiguas que habían mantenido un comportamiento satisfactorio en años pasados, empezaban a mostrar agrietamientos aparentemente sin explicación alguna, ya que no se habían alterado las condiciones de carga por variación de solicitaciones externas ni en las edificaciones colindantes. Por lo que se pueden realizar hipótesis acerca de la aparición de grietas y fisuras en las construcciones debido a la modificación de las propiedades mecánicas de las arcillas; variación provocada por los hundimientos e interacción de éstos con las cargas transmitidas por las mismas edificaciones. Incluso se comentaba que si continuaba la pérdida de presión en el agua del subsuelo, los hundimientos se acelerarían en tiempos futuros, incrementándose los movimientos diferenciales de la superficie, y por tanto, se predecían daños severos en las obras existentes en caso de no resolverse dicha problemática. Por lo tanto, se predijeron daños severos en las obras existentes en caso de no resolverse dicha problemática, motivo por el que se llega a afirmar que la causa fundamental del hundimiento es la caída de presiones en el agua del subsuelo, generada por la desmedida explotación de los acuíferos.

Desde hace décadas se sabe que la llamada Cuenca del Valle de México ha tenido un crecimiento urbano acelerado, lo cual ha impuesto un intenso ritmo en cuanto al abastecimiento de agua a la población. Esto ya había sido confirmado por la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, A.C. en 1989. Por otra parte, esta misma asociación civil propuso una evolución geológica basada en análisis estratigráficos, estructurales y petroquímicos. Por lo que, con el conocimiento geológico de la Cuenca y de más estudios hidrológicos, se ha podido confirmar la generación de asentamientos diferenciales y hundimientos regionales, además

de que los diferentes tipos de excavaciones han contribuido a este tipo de asentamientos en el suelo.

Marsal y Sáinz (1956), mencionan que para el estudio de hundimientos en el suelo es fundamental el conocer las propiedades mecánicas de los materiales de la formación compresible. Actualmente se conoce que los hundimientos están causando efectos adversos en las distintas obras desplantadas en este tipo de suelos; por ejemplo: las edificaciones piloteadas emergen en algunas zonas de la ciudad, y debido al efecto de adherencia del suelo en los pilotes se restringe el hundimiento en el terreno adyacente, produciendo deterioro y fuertes daños a estructuras colindantes. Un ejemplo de esto último descrito son las edificaciones que observamos en las cercanías del Templo Mayor, el cual está desplantado más profundamente que las edificaciones de la Nueva España y ahora con el fenómeno del hundimiento del suelo del Centro Histórico (CH), se observan deterioros en algunas edificaciones desplantadas en las cercanías al templo.

Por otra parte, desde el punto de vista urbano, los colectores de la ciudad han experimentado distorsiones considerables, de tal manera que en algunas zonas se tienen contrapendientes. Esto ha provocado algunas inundaciones en algunas áreas específicas de las regiones urbanizadas.

Cabe mencionar que la mayor parte del área metropolitana de la Ciudad de México (CM) presenta hundimientos del terreno, que varían de una zona a otra de acuerdo con la constitución del suelo. Inicialmente, los pobladores de la CM se abastecían del vital líquido por medio de un gran número de manantiales, sin embargo, al incrementarse la demanda, se recurrió a la extracción de agua del subsuelo. Es probable que el hundimiento de la CM se haya iniciado aproximadamente en 1886, ya que nivelaciones realizadas de 1891 a 1895 registran hundimientos de 5 cm por año. En el periodo de 1936 a 1944 se perforaron los primeros 93 pozos profundos que provocaron hundimientos en el centro de la CM de hasta 18 cm por año. El año de 1960 se puede marcar como un parteaguas en el que se disminuyó la extracción de agua en el centro de la CM y se inició en Xochimilco-Chalco (Cortés, 1998).

Una observación que realizó Cortés (1998) es que la magnitud del hundimiento total del terreno está en relación con el espesor de las arcillas lacustres. Por otra parte, Marsal (1992) aporta datos interesantes con respecto a los hundimientos de la Ciudad de México.

Deterioro del patrimonio urbano arquitectónico por hundimientos del suelo

Los hundimientos del suelo tienden a provocar que las edificaciones modifiquen su configuración vertical original, conduciéndolos a desplazarse verticalmente de manera diferencial en distintos puntos de su configuración espacial, lo cual a su vez produce ciertos corrimientos entre los diferentes elementos estructurales. Para el caso de los edificios de mampostería, se producen movimientos de fricción entre los elementos pétreos colocados a hueso y/o fricción entre dicha mampostería y el material de mortero entre las piedras, por lo que en caso de rebasar la fricción resistente y/o las fuerzas resistentes en el plano, se generan movimientos entre éstos y por ende aparecen esas pequeñas y medianas separaciones entre dichos elementos pétreos a los cuales se les denomina fisuras y grietas. Ejemplo de ello se puede observar en la figura 4, donde se configuran diferentes mecanismos de agrietamientos según Meli (1998).

Por todo lo anterior, y con el fin de salvaguardar nuestro patrimonio construido será necesario, en algunos casos, recimentar edificaciones, al respecto Santoyo y Segovia (1999) mencionan que es un reto tecnológico en el que el estructurista y el geotécnico deben trabajar juntos para diagnosticar de manera precisa el problema. Ahora bien, desde otro punto de vista y considerando un trabajo interdisciplinario, en este documento se afirma que, si se desean obtener mejores resultados, deberán de participar sin duda alguna, por lo menos, arquitectos restauradores, historiadores, arqueólogos y químicos, además de los ingenieros de los ramos antes mencionados.

Relacionando lo descrito por Cortés (1998) en cuanto a que la magnitud del hundimiento total del terreno está directamente relacionada con el espesor de las arcillas, para los hundimientos

diferenciales que se presentan en el ahora Palacio de la Autonomía, se pueden deducir la siguiente observación de manera local: La magnitud de los asentamientos diferenciales locales, además de estar relacionados con el espesor de las arcillas, tienen relación directa con las cargas actuantes sobre el terreno, esto se afirma tomando en cuenta también la teoría presentada por Braja (2006).

Un caso de afectación estructural por hundimientos diferenciales: Palacio de la Autonomía

Del trabajo desarrollado por Mora (2012), se obtiene información y datos respecto a los efectos por hundimientos diferenciales que presenta el Palacio de la Autonomía, el cual, por sus características de modificación de configuración vertical inicial, debida a hundimientos del suelo, se considera un inmueble patrimonial representativo de esta problemática (Ver Figuras 5, 6 y 7).

Una vez analizadas las características y orígenes de la subsidencia del suelo debido a la sobre explotación de los acuíferos, a continuación se presentan principios geotécnicos prácticos para analizar asentamientos diferenciales en suelos compresibles.

Principios geotécnicos prácticos para analizar asentamientos diferenciales en suelos compresibles como el de la Ciudad de México

Para el análisis práctico de asentamientos diferenciales, se pueden adoptar los principios geotécnicos basados en la teoría presentada por Braja en sus publicaciones: (a) Principios de ingeniería de cimentaciones (2006), y (b) Cimentaciones superficiales (2009). A continuación se resumen dichos principios:

Según Braja (2009) el asentamiento total puede ser expresado como $S_t = S_e + S_c + S_s$ (1). Para algunas cimentaciones uno o más de estos componentes pueden ser cero o despreciables. Donde, **S_t** = Asentamiento total, **S_c** = Asentamiento por consolidación primaria y **S_s** = Asentamiento por consolidación secundaria.

El asentamiento elástico es provocado por la deformación superficial del suelo seco. La consolidación primaria es un proceso de cambio de volumen debido a la expulsión de agua, el cual ocurre en suelos arcillosos situados por debajo del nivel freático. Mientras que la consolidación secundaria ocurre después de ser expulsada la totalidad del agua y es resultado del ajuste de los tejidos del suelo.

A continuación se presentan la ecuación con la cual, según Braja (2006) se puede calcular el esfuerzo efectivo promedio en la estratigrafía del suelo.

$$\Delta\sigma'_{\text{promedio}} = 1/6(\Delta\sigma'_t + \Delta\sigma'_m + \Delta\sigma'_b) \quad (2)$$

donde

$\Delta\sigma'_t$ = Presión efectiva arriba del estrato de arcilla

$\Delta\sigma'_m$ = Presión efectiva en medio del estrato de arcilla

$\Delta\sigma'_b$ = Presión efectiva en el fondo del estrato de arcilla

Por otra parte, la relación de vacíos en un suelo se puede expresar como:

(3) $e = (V_v)/(V_s)$, donde (V_v) es volúmen de vacíos y (V_s) es el volúmen del suelo. Según Braja (2009), el asentamiento por consolidación primaria se define como:

$$(4) \quad \Delta H = \frac{C_s}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'}{\sigma'_0}$$

Braja (2009) menciona que en la mayoría de los problemas prácticos, el incremento o decremento de esfuerzo debajo del centro de un área rectangular flexible es de importancia primaria. Dicho esfuerzo vertical puede ser calculado como

$$(5) \quad \sigma_{z(c)} = \frac{2q}{\pi} \left[\frac{m_1 n_1}{\sqrt{1 + m_1^2 + n_1^2}} \frac{1 + m_1^2 + n_1^2}{(1 + n_1^2)(m_1^2 + n_1^2)} + \sin^{-1} \frac{m_1}{\sqrt{m_1^2 + n_1^2} \sqrt{1 + n_1^2}} \right]$$

donde (6) $m_1 = \frac{L}{B}$, $n_1 = \frac{z}{\frac{B}{2}}$

donde (7) $C_s = \frac{1}{5} a \frac{1}{10} C_c$

Para las arcillas inalteradas: (8) $C_c=0.009(LL-10)$.
Asentamiento por consolidación secundaria:

$$\Delta H = \frac{C_\alpha}{1 + e_p} \log \left(\frac{t_2}{t_1} \right) H$$

Comentarios finales

A las arcillas de la Ciudad de México le corresponde un porcentaje de compresión secundaria C_α (%) entre 5.0 y 7.5. De continuar con la extracción del manto freático de la Ciudad de México sin cuidar su recuperación oportuna, seguirá hundiéndose el suelo, lo cual provocará cambios en las propiedades físicas, y mayores efectos de subsidencia diferencial debido a las particularidades de su estratigrafía. Esto conllevará a que día con día se incrementen las deformaciones de las estructuras de los inmuebles desplantados sobre este suelo. Cabe mencionar que en dicha ciudad se cuenta con un gran número de inmuebles considerados patrimoniales, en los cuales es cada vez más notoria la aparición de desplomes, fisuras y agrietamientos debido a los efectos del hundimiento del suelo. Es importante aclarar que la extracción del acuífero no es el único factor de riesgo para provocar la subsidencia del suelo, sin embargo; es uno de los factores principales en dicha problemática.

Es imprescindible que se realicen monitoreos constantes de los desplazamientos del suelo, con especial atención en el componente vertical por extracción del manto freático y relacionar los datos obtenidos con las diferentes variables e indicadores que pudieran estar afectándolo de forma indirecta o directa, tales como: el desplante de nuevas construcciones, tuneleo subterráneo, el peso propio de construcciones antiguas, etc., con el fin de conocer la problemática, predecir comportamientos, tomar decisiones con sustentos científicos certeros y tomar medidas pertinentes para salvaguardar el patrimonio urbano arquitectónico.

Referencias

- Auvinet, G., & Rodríguez, J. F. (2005). *Análisis del comportamiento de Pilotes de punta en suelo en procesos de consolidación regional*. México: Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos.
- Braja, M. D. (2006). *Principios de Ingeniería de cimentaciones*. Quinta edición ed. México: Thomson.
- Braja, M. D. (2009). *Shallow foundations, Bearing capacity and settlement (Second edition ed.)*. Portland, Oregón: Taylor and Francis Group.
- Marsal, R. J., Sáinz I. (1956). Breve descripción del hundimiento de la Ciudad de México. *Bol. Soc. Geol. Mexicana*, p. 1-11. Disponible en línea en: <http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/vols/epoca02/1902/1956-19-2%20Marsal-Sainz.pdf> (accesado el 12 de noviembre de 2016)
- Marsal, R. J. (1992). *Hundimiento de la Ciudad de México* (Primera edición ed.). México, D.F.: El Colegio Nacional.
- Meli, R. (1998). *Ingeniería Estructural de los Edificios Históricos*. México: Fundación ICA.
- Mora López, M. A. (2012). *Estudio Histórico de la Estructura del Palacio de la Autonomía* (Tesis de Maestría). México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, A.C. (1990). *Simposio sobre Tópicos Geológicos de la Cuenca del Valle de México*. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, A.C., México.
- Santoyo E. y Segovia J. A. (1999). *Recimentación y Renivelación de Estructuras y Monumentos*. TGC Geotécnia S.A. México.
- Tomás R., Herrera G., Delgado J., Peña F. (2009). Subsistencia del terreno, Ground Susidences. *Enseñanzas de la Ciencias de la Tierra* (17.3), pp. 295-302.

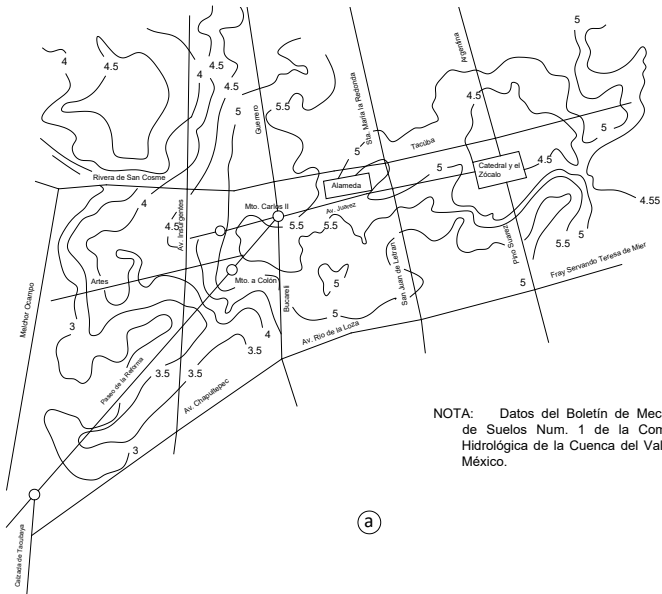
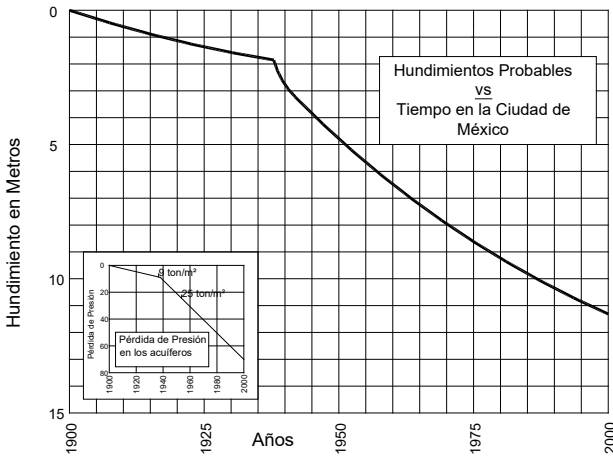
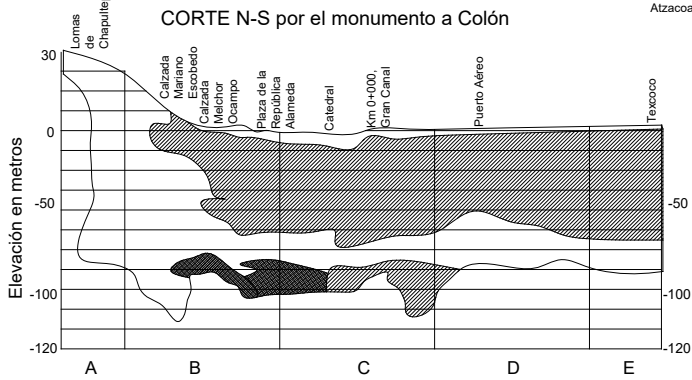
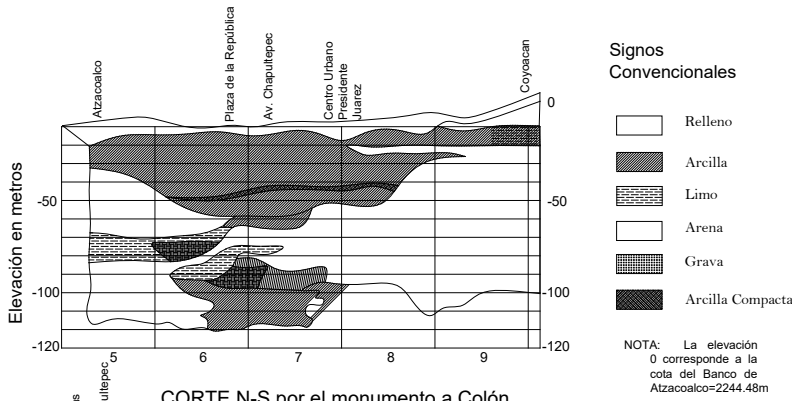


Figura 1. Curvas de igual hundimiento en metros, 1891-1952. Promedio 4.56 m (Marsal & Sáinz, 1956).



NOTA: La curva de hundimiento fue calculada a partir de las propiedades medias de la formación arcillosa, suponiendo que la pérdida de presión en los acuíferos se mantendrá constante e igual a 1 t/m^2 año en el futuro y que ella tuvo la evolución que se indica en la gráfica adjunta.

Figura 2. Curva de predicción del hundimiento. Adaptada de Marsal, R. J., Sáinz I. (1956).



CORTE E-W por el monumento a Colón

Figura 3. Esquemas de cortes estratigráficos. Adaptado de Marsal R. J., Sáinz I., 1956, por C. A. Torres Montes de Oca, 2016.

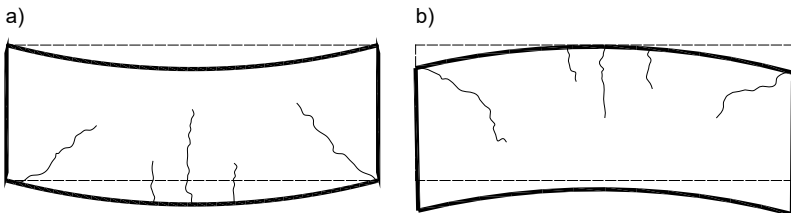


Figura 4. Mecanismos de falla en muros ante deformación angular, a) Agrietamiento por hundimiento de la parte central, b) Agrietamiento por hundimiento en los extremos (Meli, 1998).

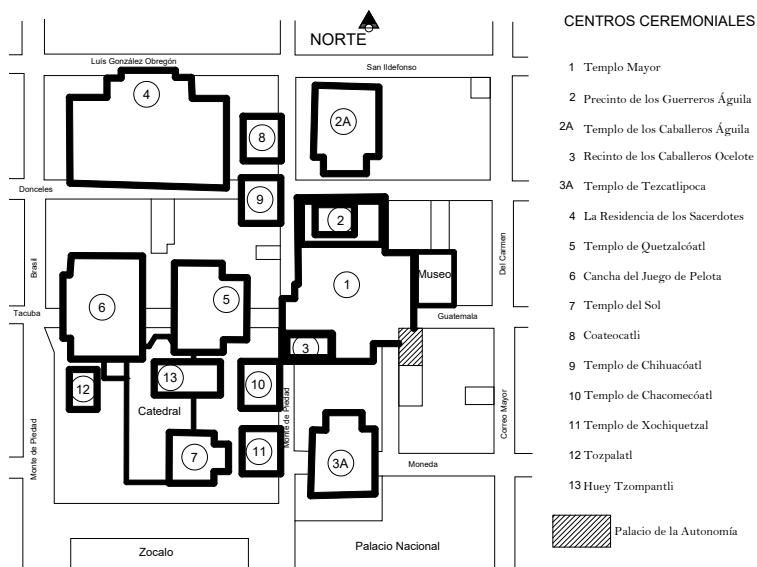


Figura 5. Superposición de centros ceremoniales de México-Tenochtitlan, sobre la traza del Centro Histórico de la Ciudad de México. Adaptado de M. A. Mora López, 2012.

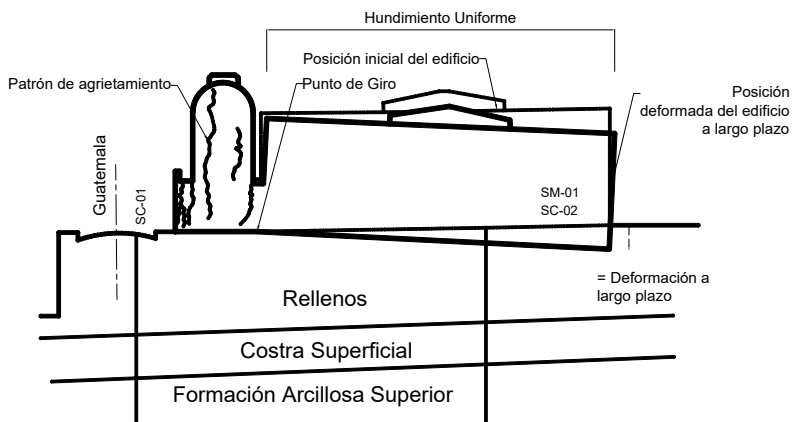


Figura 6. Deformación a largo plazo del Palacio de la Autonomía. Adaptado de Mora López, M. A. 2012.

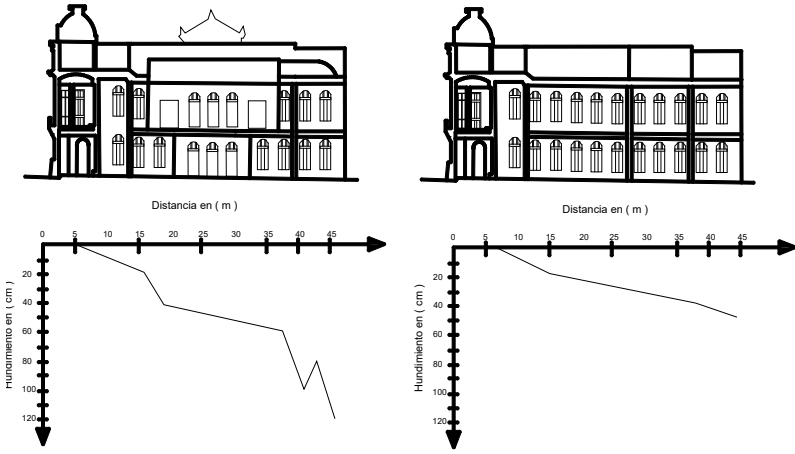


Figura 7. Perfiles topográficos de la base en fachada Oeste y Norte. Adaptado de Mora, 2012.

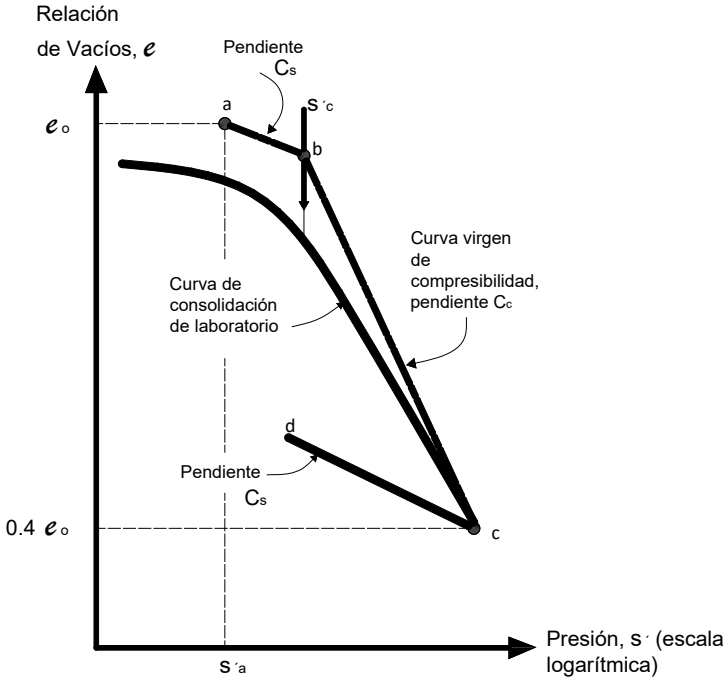


Figura 08. Trazo de una curva de consolidación de campo para arcilla pre-consolidada. Adaptado de Braja M. D., 2006.

Parte III. El patrimonio como ejemplo de adaptación a riesgos

6. Las acequias novohispanas en la Cuenca de México, un medio de protección ante los riesgos hidrometeorológicos

Alejandro Jiménez Vaca

El sistema hidrológico de la Cuenca de México

La Cuenca de México, rodeada de zonas montañosas, estaba compuesta de siete lagos principales y varios menores, los cuales eran alimentados por numerosos ríos, arroyos, escorrentías, canales naturales y manantiales. La conformación de los lagos se dio por medio de distintas formas, ya sea por medio de escurrimientos naturales en montañas cercanas, por medio de ríos o por medio de manantiales. En cuanto a las acequias, éstas se alimentaron a través de los mismos medios que los lagos, derivándose ramificaciones de los abastos descritos anteriormente, o por medio del mismo lago. Sin embargo, en lo que fue el sistema de lagos de la Cuenca de México, se construyeron acequias en el propio lago a consecuencia del bajo nivel de sus aguas, con lo que se facilitó la navegación hacia diferentes puntos de la cuenca, tanto en tiempos de lluvia como en tiempos de secas, creándose una serie de vialidades acuáticas que permitían la comunicación y el comercio entre los diferentes poblados de la región.

En lo que se refiere al nivel de los lagos, el más bajo era el lago de Texcoco, el cual en varios planos es considerado como una referencia de altitud en relación con los demás; partiendo de la laguna de Texcoco hacia la zona sur de la cuenca, el lago de México se encontraba a una altura mayor, le seguía el de Xochimilco y por último el de Chalco; en lo que respecta a los lagos de la zona norte, en altitud se sucedían el de San Cristóbal, el de Jaltocan y el de Zumpango, de manera que desaguaban todos ellos el uno en el otro, hasta llegar al de Texcoco, tal y como se puede observar en el plano del siglo XIX de los ingenieros M.L. Smith y E. L. V. Hardcastle, donde a través de una planta y corte de la cuenca, se puede observar la relación de altitudes que presentaban los lagos en esta época (Figura 1).

El Desagüe Virreinal, una solución ante las inundaciones

Desde los primeros años del régimen novohispano y a consecuencia de las inundaciones que asolaban a la ciudad de México y a las demás poblaciones que se encontraban en los lagos y sus riberas, se hizo necesaria la construcción de canales o acequias para desaguar los excesos de agua de los lagos, con lo que surgieron, desde el siglo XVI, varios proyectos que planteaban la construcción de sistemas de desagües para eliminar los excesos de agua en temporada de lluvias, y de esta forma evitar las inundaciones en los poblados de la Cuenca.

La región norte de la Cuenca de México fue vista como la zona más conveniente para realizar las obras de desagüe que se requirieron a través de tres siglos de dominación española, y durante los dos siglos que le precedieron; las características topográficas y los desniveles del norte de la cuenca fueron particularidades trascendentes para tomar la decisión de seleccionar este sitio para la ejecución de las obras más importantes durante el período novohispano. Por su trascendencia y magnitud, durante esta época las obras más conocidas fueron El Tajo de Nochistongo y El Túnel de Huehuetoca, así como el desagüe del Río Cuautitlán. Posteriormente, a finales del siglo XIX se construyó el túnel de Tequisquiac durante el gobierno del General Porfirio Díaz, y en la década de los setentas del siglo XX se realizó la obra del drenaje profundo que tiene su desemboque en las cercanías de Tequisquiac.

El primer proyecto de trascendencia que se presenta para desaguar los excesos de agua de los lagos y que realmente constituía una solución a las inundaciones, lo presentan Francisco Gudiel y Ruy González en el año de 1555, en el que se contemplaban diversas obras que incluían el desvío de la corriente del Río Cuautitlán que alimentaba la laguna de Zumpango hacia algunas quebradas de Huehuetoca, y de ahí hacia el río Tepeji que desembocaba en el mar, se incluía también la instalación de compuertas en el albarradón de San Cristóbal, para ir mediando los niveles de agua de los lagos para evitar que se inundara la Ciudad de México, pero de forma que

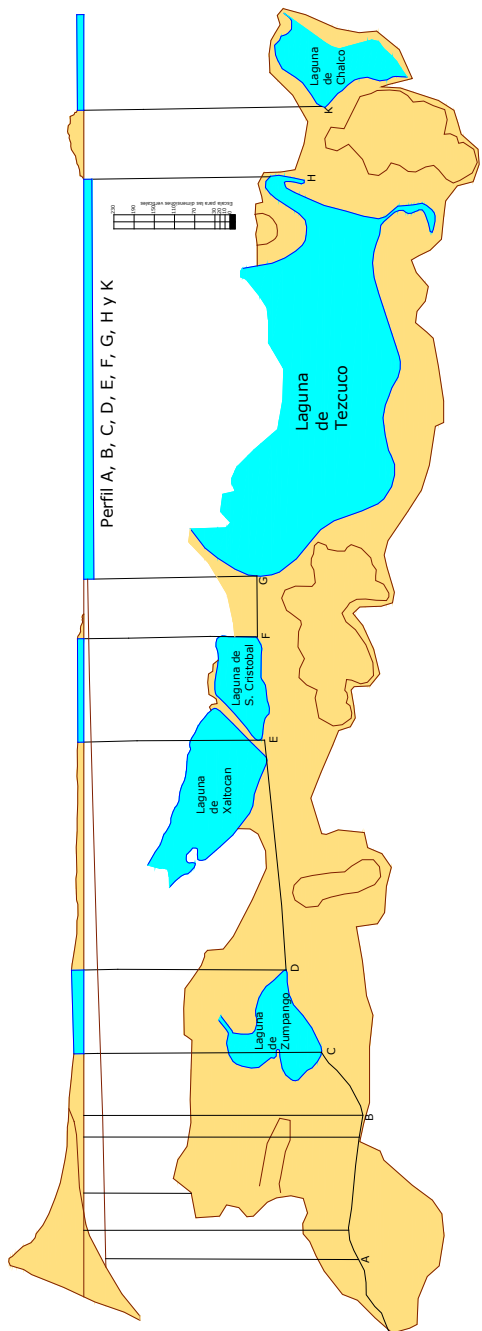


Figura 1. Plano de M.L. Smith y E. L. V. Hardcastle de un proyecto de desagüe de la laguna de Texcoco hacia Huehuetoca, en el que se puede observar el nivel que presentaban los lagos en el siglo XIX. Imagen basada en el plano 22. Tomo II, ubicado en el "Atlas de Planos Técnicos e Históricos" de la "Memoria de las obras del Sistema de Drenaje Profundo del Distrito Federal", Tomo IV, Departamento del Distrito Federal, Secretaría de Obras y Servicios, México, 1975.

no faltara agua en las lagunas y las acequias que eran útiles para la navegación y demás actividades productivas de la región. Este proyecto no se realizó, pero guardó grandes semejanzas con otro proyecto presentado 250 años más tarde por Alejandro Von Humboldt (Departamento del Distrito Federal [DDF], 1975, 86-87). Otras de las medidas que se tomaron en el año de 1555 a consecuencia de la gran inundación que aconteció ese año, fue la reconstrucción del albarradón de San Lázaro, que rodeaba la Ciudad de México por el lado oriente de la misma, y que había sido destruido en el asedio a la ciudad durante la guerra de conquista; además se ordenó que se cerraran las compuertas existentes en los diques y calzadas, reforzándolas y ampliándolas, con lo que se elevó el nivel de las mismas, además de que se colocaron puentes en los lugares requeridos; de esta manera se trató de evitar las inundaciones, sin embargo se requerían soluciones mucho más amplias que involucraran todo el sistema de lagos y de acequias (DDF, 1975, p. 83). Otro proyecto de desagüe que no tuvo mayor repercusión, fue el de Pedro de Ledesma en el año de 1563, el cual contemplaba el desecamiento de la laguna con fines de lucro, dedicando los terrenos que quedarían libres a la crianza de ganado mayor y menor para abastecer de carne a la ciudad, a la vez proponía mandar las pieles a España con lo cual haría más redituable los beneficios económicos a la Corona española (aunque no se menciona la zona en que se haría el canal de desagüe, por la localización del poblado de Axacuba que se encontraba al norte de la cuenca y lugar designado para dirigir las aguas, es lógico que se tendría que ubicar en el lago de Zumpango) (DDF, 1975, p. 90). En el año de 1580, a consecuencia de la inundación de 1579 se hizo un reconocimiento en la zona norte de la cuenca por parte de varios maestros mayores; al frente de ellos se encontraba Claudio de Arciniega. Ellos llegaron a la conclusión de la alta viabilidad de efectuar un desagüe en esta ruta, sin que se ejecutara trabajo alguno ni se hiciera alguna otra diligencia (DDF, 1975, p. 91). Ya a principios del siglo XVII, en el año de 1604, a consecuencia de la gran inundación que aconteció ese año, se llevaron a cabo otras reparaciones de antiguas construcciones prehispánicas, entre ellas el albarradón de San Lázaro que ya había sido reparado y que se encontraba con importantes deterioros a causa de que la gente se llevaba la

piedra y la tierra con que estaba construido; también se repararon las calzadas del Tepeyacac, de Chapultepec, de Iztapalapa y el albarradón de San Cristóbal, una obra de gran magnitud con 11 metros de anchura y hasta tres metros de altura en su parte más alta, fabricado con muros de piedra a los lados y con relleno de tierra (su cima servía a la vez como una gran calzada que comunicaba varios poblados). Orozco y Berra refiere lo impresionante de esta obra, que en su tiempo ya había sufrido deterioros importantes en la mampostería a causa del oleaje del agua de los lagos (DDF, 1975, p. 94).

En este mismo año surge a iniciativa del virrey un nuevo reconocimiento con una comitiva de altos personajes del cabildo civil y eclesiástico, conformada por maestros en arquitectura y de cosmografía. Tal comitiva era encabezada por el propio virrey; de esta inspección visual se determinó que el lugar idóneo del desagüe sería por el lago de Zumpango hacia el poblado de Tequisquiác, posteriormente Antonio Ríos y Alonso Pérez Rebelto presentaron el proyecto de desagüe por la vía antes descrita, detallando las dimensiones del mismo, la mano de obra necesaria y el coste total de la obra; sin embargo, éste no se llevó a cabo por los argumentos que presentó en contra de este proyecto el licenciado Espinoza de la Plaza, fiscal real, aduciendo que las dimensiones eran equivocadas y que éstas eran mayores a las planteadas en el proyecto, razón por la cual aumentarían los costos de la obra, además argumentaba que el desagüe era insuficiente para la cantidad de agua que se requería desalojar y que de ninguna manera solucionaría definitivamente el problema de las inundaciones (DDF, 1975, pp. 95 - 96), hecho que sería corroborado en el siglo XVIII por diversos personajes, entre ellos Alejandro Von Humboldt y Joaquín Velázquez de León. En el año de 1607, ante una nueva inundación y ante la poca eficacia de los albarradones y calzadas-dique, el virrey Luis de Velasco consideró necesario realizar la obra de un canal de desagüe, el cual se había postergado durante varias décadas, los interesados en esta obra presentaron proyectos y propuestas de desagües en diferentes zonas de la cuenca, efectuándose diligencias de reconocimiento para verificar el lugar ideal para esta magna obra. Se inspeccionaron las zonas de Texcoco y Chalco pero se concluyó que no eran lugares factibles, al final se determinó

que el lugar ideal para el desagüe era la zona de Huehuetoca. De todos los proyectos presentados ganó el de Enrico Martínez, en el que se advertían criterios similares en muchos apartados a los de la propuesta presentada en 1555 por Francisco Gudiel. Emprendieron la obra el padre jesuita Juan Sánchez, y Enrico Martínez, sin embargo al final sólo se quedó al frente de la misma Enrico Martínez (DDF, 1975, pp. 98-113).

La prioridad de mantener bajo control los niveles de agua de la Ciudad de México para evitar inundaciones, trajo consigo el que se realizaran varios desagües, los más conocidos eran los de la zona norte de la Cuenca; sin embargo también se desaguaban los excesos de agua hacia la zona sur, provocando que hubiera inundaciones que perjudicaban los cultivos de chinampas, por lo que existieron varios proyectos de desagüe en esta zona; no obstante, no se llegaron a realizar dado lo oneroso de las obras. La solución que se decidió fue la de desviar la corriente de varios de los ríos que alimentaban el lago de Chalco, con lo que se realizaron diversas obras de encauzamiento por medio de grandes acequias que eran aprovechadas por los dueños de las haciendas que existían en la zona, quienes acaparaban gran parte del vital líquido, causando en consecuencia continuos conflictos con los agricultores chinamperos. Tales obras funcionaron parcialmente pues no se concluyeron en su totalidad, además de que el mantenimiento que demandaban para su funcionamiento no era proporcionado con la constancia requerida (Jalpa, 1998, pp. 179-185).

Mantenimiento de las acequias

Para el buen funcionamiento de una acequia es indispensable que esté bajo constante mantenimiento, debido a que ésta es una construcción, y como cualquier obra realizada por el hombre y con un uso continuo, debe estar sujeta a permanente mantenimiento, ya que si no se efectúa de esta manera puede deteriorarse, o en casos extremos azolverse y cegarse. Tal mantenimiento debía hacerse regularmente por lo menos una vez al año, limpiándose los azolves que pudieran existir en todo su trayecto; sin embargo por lo extenso de las acequias que existían en la Cuenca de México, era imposible que se realizara de esta manera, quedando

registros de la Ciudad de México como el único poblado que realizó trabajos de limpieza de la manera adecuada. No obstante, éstos no se hicieron con la constancia requerida, tal limpieza se efectuó sólo en tres ocasiones, conforme a los datos que se dan en el reconocimiento y limpia de las acequias en el año de 1748, dos correspondientes al siglo XVII y una en el siglo XVIII, quedando registros de algunos otros reconocimientos de las acequias de esta misma ciudad, en algunas ocasiones con sus respectivos presupuestos, sin que llegaran a efectuarse por lo excesivo de los costos.

El mantenimiento más constante que se le realizó a las acequias fue de tipo correctivo, es decir, se limpiaban solamente las zonas que iban presentando problemas, ya sea por azolves que se acumulaban y que provocaban inundaciones parciales de ciertos poblados, o porque dificultaban la navegación a través de sus aguas debido a la excesiva acumulación de basura o de arena; además las acequias sufrían reparaciones mayores, las cuales consistían en la reexcavación de secciones de acequias que se habían cegado por azolves, así como en la delimitación o reconstrucción de las orillas o *ribas* de las acequias; en adición se realizaba la reconstrucción de diques en los lugares donde los hubiera, así como el sembrado de árboles en las orillas de las acequias y la reparación de pretilles¹, estos últimos trabajos era común que se realizaran en la Ciudad de México.

A través de continuos reconocimientos en la Ciudad de México para la reparación y limpieza de las acequias quedó asentada su distancia y trayectoria, así como el registro de la ampliación de su longitud en el período virreinal. Una de estas corresponde al año de 1637 y la refiere Luis González Obregón (González, 2009, p.149), constatándose el crecimiento de las mismas en diferentes etapas (Tabla 1). Otro de los reconocimientos de las acequias de la

¹ Existen datos que confirman que los Arquitectos Mayores de la Ciudad de México se encargaban de la reparación de las acequias, siendo tarea común de su quehacer como arquitectos. En este caso se cita como ejemplo el expediente en el que Francisco Antonio Guerrero y Torres se encarga de la reparación de pretilles de la Acequia Real, del tramo que iba del Puente de la Leña hasta el Hospital Real. AGN, Obras Públicas, Año 1787, Vol. 27, exp. 5.

Ciudad de México se da el 1 de Abril de 1700², (Tabla 2) en el que por medio de los Capitulares Don Miguel de Cuevas de Dávalos y Don Pedro Ximénez de los Cobos, acompañados de varios peritos Maestros del Arte de la Arquitectura, entre los que figuraba Pedro de Arrieta, se realizó un reconocimiento respecto al estado que guardaban en esa época las calzadas, acequias y acueductos. En el caso de las acequias se señalan las trayectorias de las mismas, realizándose una tasación del costo de la limpieza de cada una, dando un total de cuarenta y tres mil cincuenta pesos, tan sólo en lo que se refiere a la limpieza de las acequias, y por lo que respecta al total del costo total de todas las obras, este ascendía a la cantidad de ciento cinco mil trescientos cincuenta pesos, además se contemplaba un presupuesto para un mantenimiento anual de estas obras, el cual ascendía a la cantidad de dieciocho mil pesos, donde los Maestros Mayores de Arquitectura hacían ver el deterioro y acumulación de basura y fango ocurrido en las acequias, que provocaba que el agua de las calles cercanas no fuera dirigida hacia las acequias, sino al contrario, el agua de éstas salía e inundaba las calles vecinas, siendo necesaria en algunas ocasiones una reexcavación, por lo que se efectuaba de forma general una limpieza que hiciera bajar de una a dos varas el nivel del fondo de las acequias, para garantizar el flujo de las aguas y evitar de esta forma que se quedaran estancadas. La importancia de este documento radica en un punto que no contemplan otros, que es el de considerar en el presupuesto una partida adicional dedicada al mantenimiento anual de las obras; sin embargo, ante tales argumentos los trabajos no se llegaron a realizar durante décadas, siendo hasta mediados del siglo XVIII que se efectuó un nuevo reconocimiento y se realizaron los trabajos de limpieza que las acequias necesitaban urgentemente.

En el año de 1748 se realizó la tercera limpieza de las principales acequias en la Ciudad de México en todo su trayecto. Subsiste testimonio de este hecho en el documento denominado “Extracto de los autos de diligencias y reconocimientos de los ríos, lagunas, vertientes y desagües [...]” del Lic. Joseph Francisco de Cuevas Aguirre y Espinoza (Cuevas, 1979, pp.36-41), siendo en

² Documento del Archivo General de Indias, una copia de este documento me lo proporcionó el Dr. José Manuel Mijares y Mijares, y fue parte de su archivo personal.

Tabla 1. Longitud de las acequias de la Ciudad de México en el año de 1637.

Acequia	Longitud
Acequia Real	3,000 varas
Acequia de la Merced	2,139 varas
Acequia del Carmen	1,095 varas
Acequia del Chapitel	2,046 varas
Acequia de Tezontlale	1,646 varas
Acequia Santa Ana	3,840 varas
Acequia de Mexicaltzingo	2,850 varas

Nota: Elaborado con base en González (2009).

Tabla 2. Longitud de las acequias de la Ciudad de México en el año de 1700.

Acequia	Longitud	Ancho	Presupuesto de limpieza
Acequia Real	4,067 varas	8 varas	13,000 pesos
Acequia de la Merced	2,832 varas	6 varas	8,000 pesos
Acequia del Chapitel	3,721 varas	7 varas	8,550 pesos
Acequia del Carmen	5,696 varas	De 6 a 7 varas	4,600 pesos
Acequia de Tezontlale	3,835 varas	De 7 a 8 varas	5,100 pesos
Acequia Santa Ana	3,800 varas	sin datos	2,200 pesos
Acequia s/n al oriente, de Santa Cruz hasta la Acequia del Carmen	1,009 varas	6 varas	1,600 pesos

Nota: Elaborado con base en González (2009).

el decreto con fecha de 31 de enero de 1748 donde se relatan los reconocimientos de las acequias de la Ciudad de México que se realizaron en ese año. Allí se hace referencia a dos limpiezas que se hicieron en el siglo XVII, una de 1635, en la que el costo ascendió a treinta y cuatro mil pesos, y otra en el año de 1675, sin que ninguna de éstas se hubiera realizado con la misma calidad y empeño que la realizada en 1748, según el dicho del licenciado Cuevas Aguirre y Espinosa “sin que llegaran a los doce mil pesos

los costos de los trabajos de limpieza en este año”³. Aún sumando todas estas cantidades tal pareciera que se confirma la afirmación que hace Cuevas Aguirre y Espinosa al decir que los costos de tales trabajos son menores a los realizados anteriormente; otro de los aspectos importantes de este documento es el de señalar los excesos de azolves que se acumularon en las acequias, cegando parcialmente algunas secciones, por lo que fueron reexcavados para que se permitiera el flujo de las aguas. Tal situación era probable que sucediera a causa de las normas establecidas en las ordenanzas novohispanas, en que se contemplaba la obligación de los propietarios de las casas que estuvieran en colindancia con una acequia, de mantenerla limpia de azolves en el tramo que estuviera frente a su propiedad (Barrio, 1920)⁴. Por lo que esta norma no podía tener cumplimiento en zonas donde no existieran casas, careciendo del mantenimiento requerido para su correcto funcionamiento.

La mano de obra para la limpieza de las acequias se obtenía principalmente por parte de los indios que residían en los diferentes pueblos que se encontraban en la región, costumbre prehispánica que perduró durante el virreinato, en que eran solicitados para las obras de beneficio común, denominadas “coatequitl” (Gibson, 2007, p. 227) o “tequios”, siendo los encomenderos en un inicio del período novohispano quienes proporcionaban la mano de obra hacia el gobierno virreinal, como parte de los tributos que debían aportar a la Corona española (Gibson, 2007, p. 226). Durante esta etapa no recibían remuneración alguna por la labor que realizaban, sin embargo, por el reconocimiento de los derechos de los indios por parte de la Corona española en el año de 1549, se hizo obligado dar un salario a los indios que ejecutaban estos trabajos. Debieron pasar varios años para que estas normas realmente se implementaran. Al debilitarse las encomiendas, los corregimientos fueron los encargados de la administración pública de las regiones que se encontraban en la cuenca así como de la recaudación de impuestos, convocando a laborar en obras públicas mediante los denominados “llamamientos”(Gibson, 2007, p. 227), rotándose los

³ No cuenta otras reparaciones que se hicieron que sumaban una cantidad poco mayor de siete mil quinientos pesos (González, 2009, p. 149; p. 41).

⁴ Compendio de los tres tomos de la compilación nueva de ordenanzas de la muy noble, insigne y muy leal e imperial ciudad de México.

Tabla 3. Longitud de las acequias de la Ciudad de México en el año de 1748.

Acequia	Longitud
Acequia Real	3,398 varas
Acequia de Mexicaltzingo	2,395 varas
Acequia de la Merced	2,005 varas
Acequia del Carmen	3,909 varas
Acequia del Chapitel	3,517 varas
Acequia de Tezontlale	1,907 varas
Acequia de Santa Ana	3,404 varas

Nota: Elaborado con base en González (2009).

períodos de trabajo en que debían laborar en las obras públicas mediante los denominados “repartimientos”, surgiendo la figura administrativa del “repartidor”, el cual se encargaba de asignar, mediante determinados períodos de tiempo, tareas específicas por parte de la mano de obra disponible, que en su mayoría provenía de los indios de los poblados (Gibson, 2007, p.229), pero que podía incluir a los reos de las cárceles, obligados a trabajar en estas labores como parte de su condena. Cuando llegaba a haber problemas de azolves en alguna acequia, el ayuntamiento solicitaba mano de obra indígena a los pueblos circundantes, para que realizaran estos trabajos de beneficio común, debiendo proporcionar los pueblos a los que se les solicitaba esta mano de obra un salario diario por tal actividad. En los últimos años del virreinato, a causa de los precarios recursos que existían en las arcas públicas, y como una medida para aminorar los recursos destinados a las obras públicas, se hacía uso de la mano de obra que proporcionaban los reos de las cárceles, obligándolos a efectuar obras de beneficio público como parte de su condena.⁵

La preocupación por el buen estado de las acequias a través de un mantenimiento constante, planteó realizar la limpieza por medios mecánicos. Entre estas consideraciones de incorporar maquinaria para la limpieza de las acequias, existe en el Archivo General de la Nación el registro de los “Pontones”, es decir pequeñas embarcaciones con cucharas que servían para excavar

⁵ AGN. Fondo Indiferente Virreinal, Sección Ríos y Acequias, Exp. 113 C. 6486.

y extraer los azolves de las acequias, tal pareciera que la utilización de estas embarcaciones fue una práctica común, ya que aparece en documentos de archivos la referencia de un funcionario que sustentaba el título de “sobrestante de los pontones”, el cual podía solicitar se abrieran o cerraran las compuertas de las acequias para evacuar los excesos de agua⁶. En adición se localizó, en el archivo Histórico del Distrito Federal, un expediente que habla sobre la construcción de una pequeña flota de pontones y canoas para la limpieza de las acequias en el período en que gobernó el virrey Revillagigedo, teniendo por lo menos una continuidad de tres años en su utilización, en la que se dedicaba un presupuesto anual al mantenimiento de estas embarcaciones y al sueldo de los operarios⁷. Constan dos registros más de estas máquinas durante el virreinato, una que se construyó en el año de 1795⁸, y otra de un proyecto que tal pareciera jamás se llegó a construir; el primero se refiere a un Pontón que limpiaría la acequia que iba de México a Chalco, el cual fue construido por un carpintero llamado Joseph de Lago y sería operado por dos personas. Tal Pontón tenía muchas imperfecciones que hacían difícil su maniobrabilidad, que provocaban que la limpia de la acequia fuera poco eficiente, optándose finalmente por destinar los trabajos de la limpieza a indios que los realizaran de manera manual, y optándose a su vez por el desmantelamiento de dicha embarcación. El segundo registro es el que se refiere a un proyecto de la construcción de un Pontón, tal propuesta surgió el 11 de Agosto de 1821 por parte del ingeniero José Bravo⁹, contra maestre de los Buques de la Armada Nacional, en el que se señala mediante un croquis y la descripción del mismo, su propuesta de la construcción de un Pontón (Figura 2), que se ocuparía de diversas tareas, entre

⁶ AGN, Fondo Indiferente Virreinal, Sección Policía y Empedrados, 1792, Exp. 32, C. 6466.

⁷ Archivo Histórico del Distrito Federal, Fondo Ayuntamiento del Gobierno del Distrito Federal, Sección Ríos y Acequias, Vol. 3873, Exp. 171, año 1775. Existe un presupuesto anual del 24 de mayo de 1794 en el que se contempla un presupuesto anual de mil ochocientos noventa y tres pesos para la construcción de esta pequeña flota de cinco pontones y cuatro canoas, además de incluirse dentro del mismo los sueldos de 18 operarios.

⁸ AGN. Obras Públicas, Vol. 7, exp. 4.

⁹ AGN. Fondo Indiferente Virreinal, Sección Ríos y Acequias, Exp. 28 C. 5794.

ellas la construcción de fosos o acequias para la protección de la ciudad, así como para profundizar y ensanchar las existentes. Se planteaba que este mismo aparato sirviera para la limpieza de las acequias y los lagos, minimizando el costo y tiempo de los trabajos. Esta máquina sería operada por sólo diez hombres, extrayendo en cada cucharada de cuatro a cinco quintales de fango¹⁰. Tal propuesta fue puesta a consideración del Director Sub-Inspector de Ingenieros, el que por medio de un informe consentía en que tal proyecto se llevara a cabo. Este proyecto jamás se llegó a realizar, muy probablemente por el cambio de gobierno que aconteció al mes siguiente de que José Bravo presentara su propuesta. El motivo: la consumación de la Guerra de Independencia.

Conclusiones

La necesidad de continuar con las obras del desagüe de la Cuenca de México trajo consigo un desequilibrio ecológico en el que el desecamiento paulatino era evidente. Las obras del desagüe tenían como finalidad tener un mayor control sobre los niveles de agua, para evitar de esta forma las inundaciones que habían asolado a la Ciudad de México; este decrecimiento hizo que la sociedad novohispana reconsiderara los métodos constructivos de la arquitectura hidráulica prehispánica, incorporando al sistema hidráulico virreinal los viejos diques o albarradones para contener y almacenar agua y así poder continuar con el sistema productivo de los lagos. Contrariamente a lo que se cree, la sociedad virreinal no negó el entorno lacustre en el que estaba inmerso, ni tampoco intentó desecar los lagos. Lo que buscó mediante el desagüe, fue mantener un control en el nivel de los lagos, y de esta forma asegurar la habitabilidad de la población de manera permanente; esta continuidad que buscaban se puede ver en la construcción de acequias durante el siglo XVIII y el siglo XIX, con las que los arquitectos de la Ilustración dieron seguimiento a este método de irrigación agrícola y de navegación. La complejidad de los diversos elementos que conformaron el sistema hidráulico de la Cuenca de México, entre los que se cuenta a las acequias, permite

¹⁰ El quintal se dividía en 4 arrobas de 25 libras cada una, es decir un quintal tenía 100 libras, que es igual a 45.36 kilogramos, por lo que 4 quintales equivale a 181.44 kilogramos y 5 quintales equivale a 226.8 kilogramos (Almonte, 1997, p. 471).

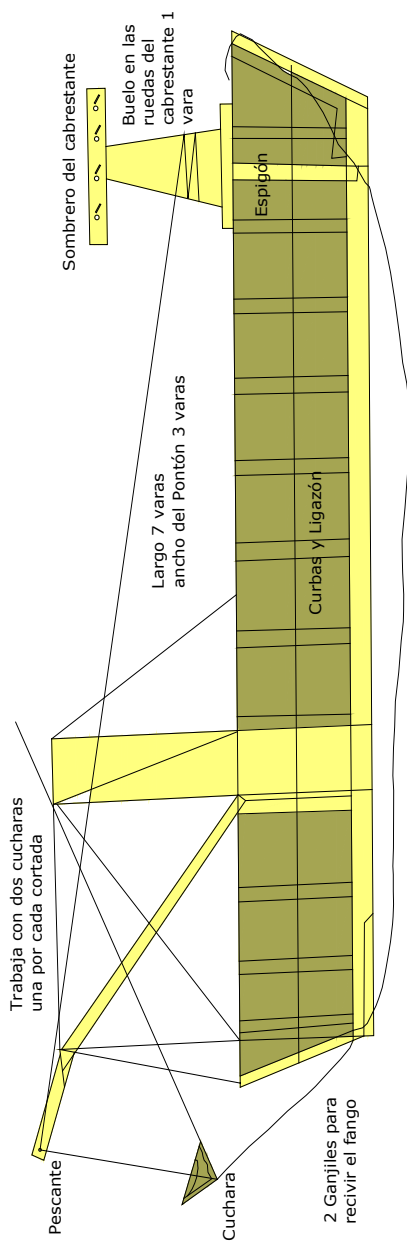


Figura 2. Croquis original y redibujo del “Pontón” de José Bravo, el cual serviría para la limpieza de las acequias y los lagos. En una de las notas hace referencia a 2 “ganjiles” o gánquiles, es decir, dos pequeñas embarcaciones a los lados del pontón, que servirían para recibir el fango. Imagen tomada del AGN. Fondo Indiferente Virreinal. Sección Ríos y Acequias, Exp. 28, C. 5794.

comprender la importancia de la integración de las ciudades con su medio ambiente, en este caso con el medio lacustre, con lo cual se permitió tener una protección ante las inundaciones, además de aprovechar los excedentes de agua para labores productivas. También queda manifiesta la alteración del ecosistema al modificar su funcionamiento con la aparición de las obras del desagüe virreinal, donde hubo un proceso de desecamiento involuntario, conviviendo en él obras de contención y desalojo de aguas, para poder mantener así un nivel en los lagos que permitiera la vida económica que había imperado por siglos. Son destacables, en adición, las inundaciones que prevalecieron en los poblados de la cuenca a consecuencia de la falta de mantenimiento en estas obras hidráulicas, hecho que proporciona una lección que lamentablemente no se ha aprendido en la actualidad: mantener limpias y en buen estado nuestras obras públicas, pues si no se conservan así, las precipitaciones pluviales que acontecen año con año, se encargarán de recordarnos que seguimos viviendo en lo que antes fueron nuestros extensos lagos.

Referencias

- Almonte, J. N. (1997). Guía de forasteros y repertorio de conocimientos útiles. *Facsimil de 1852*. México: Instituto Mora.
- Barrio Lorenzot, J. F. (1920). *El trabajo en México durante la época colonial: ordenanzas de gremios de la Nueva España*. México: Secretaria de Gobernación.
- De Cuevas Aguirre y Espinosa, J. F. (1979). *Extracto de las diligencias y reconocimiento de los Ríos, Lagunas y desagües de la capital de México y su valle: de los caminos para su comunicación y su comercio*. México: SEFI.
- Departamento del Distrito Federal. (1975). *Memoria de las obras del Sistema de Drenaje Profundo del Distrito Federal*. Tomos I, II y III, México: Secretaría de Obras y Servicios.
- Gibson, Ch. (2007). *Los aztecas bajo el dominio español*. México: Editorial Siglo XXI.
- González Obregón, L. (2009). *Las Calles de México*. México: Editorial Porrúa.
- Jalpa Flores, T. (1998). La Provincia de Chalco, siglos XVI-XVII. *Novahispania*. México: UNAM; Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Instituto de Investigaciones Filológicas, Seminario de Cultura Novohispana, No. 3,

7. Ciudades patrimoniales y riesgos hidrometeorológicos

Milton Montejano Castillo

Introducción

Actualmente, uno de los enfoques que se proponen para entender los desastres es el *análisis longitudinal retrospectivo* (ALR), que “comienza con patrones particulares de daños y pérdidas y trabaja hacia atrás, examinando los procesos y condiciones que conducen a riesgos” (Oliver-Smith, et al, 2016, p. 59). Uno de estos procesos es indudablemente el proceso de creación y modificación constante del entorno construido, para el cual se han formulado metodologías y enfoques de análisis que permiten comprender la historia de una ciudad.

Dentro del estudio histórico de la ciudad, plenamente inscrito en el campo de la *morfología urbana*¹, Levy (1999, pp. 79-85) define los enfoques diacrónicos como fundamentales para analizar la yuxtaposición de los diferentes tejidos urbanos a lo largo del tiempo; algo que eventualmente evidenciarían los riesgos potenciales que tales procesos históricos promueven. Un claro ejemplo es la imposición de modelos urbanos en la colonización de países latinoamericanos, como sucede en el caso de los modelos de ciudades alemanas en Brasil (Geissler, 2010) o la construcción y superposición de modelos urbanos españoles desde México hasta Chile, construidos por ordenanzas con propósitos específicos y proyectados para dominar (Morris, 1984, p. 79).

En el caso contrario, el estudio retrospectivo de la ciudad no sólo permite entender la construcción del riesgo, sino la adaptación al mismo. En el caso de los riesgos hidrometeorológicos, White (2008, pp. 151-161) al respecto, pugna por una “ciudad reflexiva” (ver Figuras 1 y 2), que de manera metafórica y en relación con las inundaciones, aprende de sus errores y a través de este proceso

¹ La morfología urbana en principio trata acerca de la forma construida de las ciudades, lo cual no debe ser confundido con el propio objeto de estudio, el cual no es la forma construida de las ciudades como tal, sino la “génesis” o los “procesos que la engendran” (Kropf, 2013, pp. 128-129).

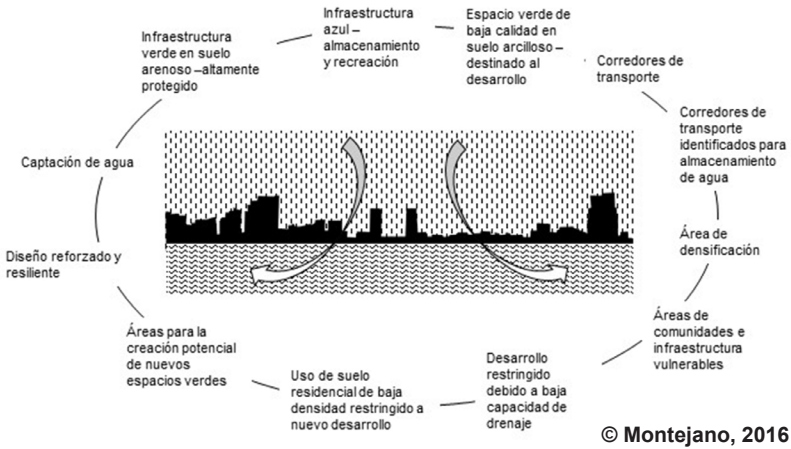


Figura 1. Elementos ideales de la forma urbana de una “ciudad absorbente”. Adaptado de White, 2008, *The absorbent city: urban form and flood risk management*, por M. Montejano Castillo, 2016. Traducción por M. Montejano Castillo, 2016.

La ciudad absorbente		
Basada en los principios de:		
La ciudad reflexiva	La ciudad conocible	La ciudad adaptativa
Que metafóricamente:	Que posee información sobre:	Que contiene:
<ul style="list-style-type: none"> • Tiene respeto por el pasado • Aprende de errores • A través de este proceso de auto-indagación crea conocimiento para permitir la adaptación a amenazas actuales y emergentes 	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas en riesgo de inundación • Infraestructura verde • Composición del suelo • Red de drenaje y su capacidad • Localización de áreas de inundación río arriba • Trayectos de flujos de agua superficial • Comunidades e infraestructura crítica vulnerable 	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura azul, que se refiere a zonas de recreación y uso ecológico que eventualmente mitigan el impacto de inundaciones • Infraestructura verde, que actúe como drenaje natural • Menor desarrollo en suelos permeables • Grandes zonas de captación de agua

© Montejano, 2016

Figura 2. Principios de la “ciudad absorbente”. Adaptado de White, 2008, *The absorbent city: urban form and flood risk management*, por M. Montejano Castillo, 2016. Traducción por M. Montejano Castillo, 2016.

de introspección crea el conocimiento que le permite adaptarse a las amenazas (p. 154).

Este es uno de tres principios que dan sustento a lo que él llama “la ciudad absorbente”, para referirse a una ciudad ideal en la cual los efectos de las inundaciones son minimizados, pues la ciudad posee la información suficiente (*ciudad conocible*), y los elementos de adaptación a las inundaciones (*ciudad adaptativa*).

De acuerdo a García (2006, p. 40), las estrategias adaptativas son “parte de la adaptación que las sociedades han llevado a cabo con el medio que les rodea y del tipo de relaciones que han desarrollado tras haber vivido en condiciones de riesgo a lo largo de generaciones”. Asociadas a la variabilidad climática, la misma autora menciona que entre las estrategias asociadas a ella, se encuentran los patrones de asentamiento y los métodos y sistemas constructivos, entre muchas otras (pp. 41-42).

En este marco contextual, para la *ciudad reflexiva*, que debe “aprender de su pasado”, la conservación y el conocimiento del patrimonio urbano-arquitectónico se convierten en un referente fundamental para estrategias actuales de reducción de riesgos. No obstante, la historia del patrimonio construido ante amenazas no ha sido siempre la de la una exitosa adaptación.

La ciudad histórica ante las amenazas: entre el abandono y la adaptación

De acuerdo a Riegl (2008), el culto a los monumentos es un culto moderno. En el pasado, las personas se dedicaban a la recuperación física y funcional de los edificios sin implicar valores abstractos como autenticidad, valor histórico, etc. Antes del culto a la ciudad y a la arquitectura como monumentos, tenemos numerosos ejemplos de ciudades con necesidades de mayor seguridad, que terminaron trasladándose. En esos casos, la antigua ciudad fue abandonada sin ningún tipo de consideración en cuanto al valor de la ciudad, especialmente en las ciudades con una consolidación emergente en las áreas de infraestructura, economía y otros. En otros casos como la Ciudad de México después de la inundación de 1629, la consideración por la mudanza ya tuvo en cuenta estos factores (se decidió recuperar

la ciudad semidestruida en lugar de trasladarla a otro lugar). La pregunta es si cien años antes la decisión hubiera sido la misma.

Musset (2011) documenta una colección de ciudades que por varias razones se trasladaron. Podemos considerar que esto será siempre más común en territorios en proceso de consolidación sin estructuras urbanas antiguas, ya que también en dichos casos se evaluó la ubicación de las ciudades en relación con la experiencia y otros factores como los efectos de los desastres. En esos casos los desastres no fueron percibidos hasta su ocurrencia, y sólo podían predecirse hasta que una recurrencia indicara si el sitio era o no adecuado.

Si la ciudad ya estaba consolidada y el traslado no fue factible, el habitante desarrolló técnicas adaptativas que son observables y analizadas en la arquitectura y en la ciudad, donde la conservación (circunstancial u oficial) lo permite. Por otra parte, como se ha comentado en los capítulos previos a éste, la memoria del habitante frente a los desastres requiere referentes físicos; la arquitectura es uno de los mejores referentes; a gran escala la ciudad es la otra referencia.

Para la conservación del patrimonio lo anterior tiene implicaciones importantes. Los edificios históricos han tenido una modificación dinámica de uso y adaptación. La intervención y la modificación les permiten “permanecer vivos”. Sin embargo, esa intervención debe permitir observar y comprender los períodos históricos anteriores, en este caso particular, la evidencia de cómo un desastre tiene un impacto en el edificio. De esta manera, la conservación del patrimonio recuerda a la gente que los riesgos persisten y marca señales para entender los riesgos actuales. Sin embargo, esto también es un dilema: el desafío de incorporar la comprensión del desastre sin afectar las transformaciones naturales del edificio, pero al mismo tiempo siguiendo los principios de conservación arquitectónica. Además, la construcción de la conservación es difícil de lograr si no hay garantía de que los edificios seguirán funcionando. Aquí surge la pregunta de cómo las intervenciones permiten o deshabilitan el análisis del edificio. Otro serio dilema es que muchas ciudades pueden trascender su momento histórico y permanecer “congeladas” por un desastre,

como ocurrió en Pompeya, Herculano y Antigua, Guatemala. Estos casos han dejado ciertamente imágenes estáticas de momentos históricos que son muy útiles para esta discusión, pero no son casos recurrentes, porque la ciudad y la arquitectura evolucionan de acuerdo a sus momentos históricos sociales.

Lo anterior nos lleva a pensar que las ciudades patrimoniales, por su inscripción como tales, permitirán conocer y analizar las posibles estrategias para la reducción del riesgo, como a continuación se muestra.

Ciudades patrimoniales y estrategias contra inundaciones en México

En lo que va del presente siglo distintos fenómenos hidrometeorológicos han estado afectando parte del patrimonio construido en México. En 2010, por ejemplo, el huracán Alex y el huracán Karl, ondas tropicales y lluvias atípicas, afectaron sitios y monumentos en los Estados de Nuevo León, Coahuila y Veracruz (Montejano, Molotla y Pastrana, 2014, pp.175-191). Dentro del patrimonio afectado por estos fenómenos se encuentran los centros históricos, Patrimonio de la humanidad, que a la fecha suman 10 en México, de entre los cuales los estados con mayores inundaciones ocurridas entre 1950 y 2000 fueron la Ciudad de México y el estado de Veracruz (ver Figuras 3 y 4).

El objetivo de este documento es tener un primer acercamiento a las estrategias para mitigar el efecto de estos fenómenos en los centros históricos de Tlacotalpan y Campeche, ya que aunque han sido documentados por otros autores (ver por ejemplo López Morales, 1993), han sido escasos los trabajos que consideran estas ciudades desde una perspectiva de adaptación (Angulo, 2006; Cuevas, 2012).

El primero es el caso de Tlacotalpan, Veracruz, cuyo plan urbano responde a las ordenanzas urbanas que se implementaron en el siglo XVI para las ciudades mexicanas con la plaza junto al cuerpo de agua y una red urbana ordenada alrededor de ella. La ciudad tenía tres áreas bien definidas: un asentamiento indígena, la zona española y la zona de la primera sede de asentamiento de los poderes oficiales ubicados.



Figura 3. Mapa de inundaciones registradas en México entre 1950 y 2000 con la localización de Ciudades Patrimonio Cultural de la Humanidad. Adaptado de CENAPRED, 2014, p. 5, por M. Montejano Castillo, 2016.

Nº	Año de inscripción	Ciudad	Estado	Número de inundaciones en el estado
1	1987	Centro histórico de la Ciudad de México	Cd de México	175
2	1987	Centro histórico de Oaxaca	Oaxaca	67
3	1987	Centro histórico de Puebla	Puebla	33
4	1988	Ciudad histórica de Guanajuato	Guanajuato	55
5	1991	Centro histórico de Morelia	Michoacán	37
6	1993	Centro histórico de Zacatecas	Zacatecas	14
7	1996	Zona de monumentos históricos de Querétaro	Querétaro	12
8	1998	Zona de monumentos históricos de Tlacotalpan	Veracruz	188
9	1999	Ciudad histórica fortificada de Campeche	Campeche	20
10	2008	Villa Protectora de San Miguel	Guanajuato	12

Figura 4. Ciudades Patrimonio Cultural de la Humanidad en México por año de inscripción y número de inundaciones en el estado. Adaptado de CENAPRED, 2014, p. 5, y UNESCO (2016), disponible en línea en: <http://whc.unesco.org/en/statesparties/mx>, por M. Montejano Castillo, 2016.

Tlacotalpan era una isla en el río Papaloapan, un río que es navegable hasta el actual estado de Oaxaca. Por lo tanto, Tlacotalpan era un puerto donde las mercancías que llegaban del Golfo de México se distribuían al interior, principalmente a la zona de Oaxaca.

Tlacotalpan se convirtió en un enclave comercial importante en el siglo XIX, y en un puerto comercial con una aduana. Hoy en día sólo hay algunos vestigios de este período, como un pequeño puente que permanece en un sitio de la ciudad. La plaza que se utilizó para múltiples propósitos es ahora un espacio ocupado por restaurantes y tiendas. Por ser un ejemplo de adaptación al clima y un ejemplo excepcional de arquitectura homogénea, esta ciudad es un ejemplo de arquitectura sostenible del siglo XIX. Incluso fue declarada Patrimonio de la Humanidad en 1998.

Tlacotalpan tiene un clima cálido regular y una precipitación de 1500 mm. El nivel del río cambió su nivel de forma cíclica, dando lugar a una adaptación arquitectónica y urbana al medio ambiente.

Muchas calles no están pavimentadas, por lo que el agua se absorbe rápidamente en el suelo, porque la característica principal de la ciudad son las calles de césped (ver Figuras 5 y 6). El desalojo de agua de lluvia se hace directamente en las calles. La gente puede caminar cómodamente en las aceras, ya que las casas tienen un pórtico que genera un corredor continuo en toda la ciudad para protegerse de la luz del sol y eventualmente de la lluvia. Del mismo modo, las puertas y los balcones se enfrentan hacia el río y el aire fresco entra en las casas. Las casas también tienen techos de tejas altas para que el aire caliente dentro de la casa se eleve, creando un ambiente fresco. Los pisos de los interiores están hechos de ladrillos de tierra fresca también.

En el pasado, la ciudad estaba rodeada por dos ríos. El aire corría por la ciudad en la dirección corta, y en esta unión el aire fresco cruzaba las casas, los pórticos y los caminos públicos. Con el tiempo, la pequeña rama del río se cerró para convertir la isla en una península. Hoy en día la ciudad ya no se alcanza en barco, sino por carretera.

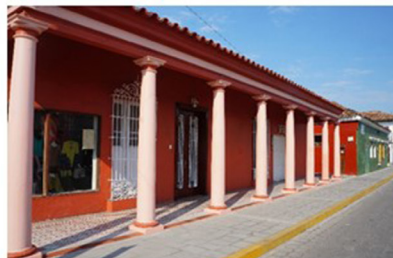


Figura 5. Vivienda tradicional en Tlacotalpan, Veracruz. Recuperado del *Registro fotografico personal*, por M. Montejano Castillo, 2015.



© Montejano, 2015

Figura 6. Áreas de absorción natural en Tlacotalpan, Veracruz. Recuperado del *Registro fotográfico personal*, por M. Montejano Castillo, 2015.



Figura 7. Campeche. Restos de la muralla (arriba) y maqueta de la ciudad (abajo). Recuperado del *Registro fotografico personal*, por M. Montejano Castillo, 2015.

El segundo caso es el centro histórico de Campeche, el cual en el capítulo II de este libro se menciona como una de las dos ciudades costeras más importantes del Golfo de México, junto con Veracruz, por su función comercial. Veracruz fue y sigue siendo el puerto más importante del territorio mexicano. Era una entrada y una puerta de salida para la comunicación hacia el –entonces– Virreinato de Nueva España.

El otro puerto, Campeche, está ubicado en el territorio de la península de Yucatán. Funcionó administrativamente como una capitanía durante la etapa del Virreinato; A través de este puerto se extrajeron algunas maderas preciosas y cacao. Ambas ciudades fueron fortificadas para proteger a su población de ataques de piratas. De esta manera, la Corona protegía la ciudad y el puerto, y la mercancía podía almacenarse temporalmente esperando ser trasladada (González, 2009, p. 93).

Los orígenes de Campeche se remontan a los acuerdos de Granada. Los acuerdos de Granada eran contratos celebrados con los inquilinos para consolidar la ocupación territorial de la península. Parte de esos acuerdos consideró la construcción de fortalezas. Una fortaleza fue construida en el puerto de Campeche y la otra fue construida en el interior. De la segunda fortaleza mencionada sólo quedan restos y un muro interior (ver Figura 7). La ciudad desapareció casi totalmente en el siglo XX, privando a la ciudad de un ejemplo único de fortaleza de la arquitectura interior. Las fortalezas construidas en el siglo XVI en la costa de Campeche son el núcleo más completo del sistema fortificado de la Nueva España. La fortaleza de Campeche es la mejor conservada de México y uno de los ejemplos más completos de América. Por eso fue declarada Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en 1999.

Al igual que muchos puertos, éste tuvo varios ataques piratas desde el siglo XVI, Montoya registra doce (Montoya, 1996, pp. 57-108). Las obras más importantes relacionadas con la muralla comenzaron en 1686 y terminaron dieciocho años más tarde, con una altura de 6,00 m y un perímetro de 2,5 km; y con ocho baluartes y dos fortalezas, más refuerzos (ibíd.). El sistema fortificado permanece completo hasta el siglo XIX; y en este siglo,



Figura 8. Campeche. Corte esquemático de la “calle honda” (arriba) y elevación de las edificaciones sobre el nivel de calle (abajo). Recuperado del *Registro fotográfico personal*, por M. Montejano Castillo, 2015. Dibujo elaborado por R. L. Pedraza Vázquez, 2015.

el muro comenzó a ser demolido por razones de salud.

Hoy, apenas una mitad de las paredes en el lado de la puerta de la ciudad sobrevive (González, 2010, p. 45). Sin embargo, la población de Campeche se identifica con el tema de los piratas y la reconstrucción de las murallas y los baluartes ha sido una medida de conservación recurrente en la última década (ver Figura 7). Esto contribuye a su vez a una fácil lectura urbana. Esta configuración perceptible forma parte de sus valores patrimoniales. Por ejemplo, la calle circundante actual sigue la antigua línea de la fortaleza. Otro elemento importante es el plan urbano de barrio extramural que se ha conservado.

La región se encuentra en un clima cálido y subhúmedo con una precipitación anual de 1.138 mm. Esto requiere una evacuación eficiente del agua, especialmente durante las temporadas de huracanes. Los que fundaron la ciudad notaron este aspecto. Por lo tanto, construyeron la ciudad siguiendo los cursos de agua y los flujos naturales de drenaje. También adaptaron los bloques para que los más importantes de estos flujos coincidieran con una calle, dando lugar a la calle 14, conocida por los lugareños como “Calle honda”. Los habitantes de Campeche saben que no deben estacionar vehículos en esta calle, porque el flujo es tan fuerte que los puede arrastrar (ver Figura 8).

En la ciudad los habitantes también han desarrollado mecanismos para drenar y protegerse del agua, por ejemplo, las aceras altas, los caminos de la tierra y los desagües construidos en el lienzo de la pared (el lienzo son las partes rectas de la pared entre los bastiones). El agua de lluvia que cae en los tejados de los edificios fluye dentro de la pared y tiene una salida a la corriente en el nivel del piso. Las viviendas también han aumentado su nivel promedio de piso terminado entre 60 y 70 cm, lo que impide el ingreso del agua.

Comentarios finales

El registro y la documentación de edificios históricos y ciudades deben incorporar el análisis de desastres. Para esto se deben diseñar metodologías basadas en una investigación exhaustiva del edificio con la ciudad como primera instancia. La morfología

urbana, con sus técnicas y métodos, puede ser una herramienta central para este estudio. Después de esto, el análisis de los datos obtenidos es vital para el diseño de una intervención; estos datos también proporcionan información sobre la historia de los elementos que han sobrevivido del edificio, y de la ciudad en el contexto de desastres. Esto abriría posibilidades para el diseño de nuevas técnicas y métodos para mitigar el riesgo. Los seres humanos siempre han estado tratando de adaptarse y sobrevivir. La arquitectura y la ciudad son productos humanos, y como tales, estos objetos son también sobrevivientes.

Referencias

- Angulo Fernández, F. (2006). *El Niño. Inundaciones y estrategias adaptativas en Tlacotalpan y Cosamaloapan, Veracruz* (Tesis de Maestría). México, D. F.: Universidad Autónoma de la Ciudad de México.
- CENAPRED (2009/2014). *Inundaciones, Serie Fascículos*. 1ª edición, octubre 2004, versión electrónica. Disponible en línea en: <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/3-FASCCULOINUNDACIONES.PDF>
- Cuevas Portilla, J. (2012). Estrategias y prácticas espaciales para convivir con fenómenos hidrometeorológicos. El caso de la ciudad de Campeche, México. En V. García Acosta, J. F. Audefroy y F. Briones (coord.), *Estrategias sociales de prevención y adaptación* (pp. 123-131). México, D.F.: CIESAS.
- García Acosta, V. (2006). Estrategias adaptativas y amenazas climáticas. En Urbina Soria, Javier y Julia Martínez Fernández (compiladores) (2006), *Más allá del cambio climático. Las dimensiones psicosociales del cambio ambiental global* (pp. 29-46). México: SEMARNAT, INE, UNAM, Facultad de Psicología UNAM.
- Geissler, H. J. (2010). German Town Models in Subtropics and the Increase of Disasters. *The 17th International Seminar on Urban Form*. Hamburg, Germany.
- González, J., Rodríguez M., Rodrigo N. (2009). Corpus urbanístico. *Fortificaciones costeras de México en los archivos españoles. Arquitectura militar*. (p. 93). México: CONACULTA, INAH, UAM, Embajada de España.
- González, A., Rodrigo C. (2010). *Planos y mapas de Campeche y su región en Corpus Urbanístico de Campeche en los archivos españoles*. (p. 45). México: CONACULTA, INAH, UAM, Gobierno del Estado de Campeche/Embajada de España.

- Kropf, K. & Sylavin Malfroy (2013). What is urban morphology supposed to be about? Specialization and the growth of a discipline. *Urban Morphology*, 17 (2), pp. 128-131.
- Levy, A. (1999). Urban Morphology and the problem of the modern urban fabric: some questions for research. *Urban Morphology*, 3 (2), pp. 79-85.
- López Morales, F. J. (1993). *Arquitectura vernácula en México*. México: Trillas.
- Montejano Castillo, M., Pastrana Salcedo, T., Molotla Xolalpa, P. (2014). El riesgo de desastre en el patrimonio edificado en México. Lineamientos de estudio. En I. de la Torre (et. al.)(coord.), *Desafíos Urbanos. Coloquio IV de Investigación en Arquitectura*. (pp. 175-191). México, D.F.: Editorial Miguel Ángel Porrúa, Universidad de Guanajuato.
- Montoya Rivero, M. C. (1996). Encuentro de dos ingenierías: la del México antiguo y la de la Nueva España. La ingeniería en el México antiguo. En Colegio de Ingenieros Civiles de Mexico, *La Ingeniería Civil Mexicana, un encuentro con la historia*. (pp. 57-108.). México: Colegio de Ingenieros Civiles de México.
- Morris A., E. J. (1984 / 2004). *Historia de la forma urbana. Desde sus orígenes hasta la Revolución Industrial*. Colección Arquitectura/Perspectivas. 1ª edición, 8ª tirada.(p. 79). Barcelona: Gustavo Gili.
- Musset, A. (2002/2011). *Ciudades nómadas del Nuevo Mundo*. México: Fondo de Cultura Económica. Original title: *Villes Nomades du Nouveau Monde*. París: Editions de l'Ecole des hautes études en sciences sociales.
- Oliver-Smith, A., Alcántara-Ayala, I., Burton, I. y Lavell, A. (2016). *Investigación Forense de Desastres. Un marco conceptual y guía para la investigación*. México: IG, IRDR, UNAM.
- Riegl, Alois. (2008). *El culto moderno a los monumentos: caracteres y origen*. Traslated by Ana Pérez López, 3rd ed.: Antonio Machado Libros, D.L. Madrid: La balsa de la Medusa.
- White, I. (2008). The absorbent city: urban form and flood risk management. *Urban Design and Planning*, 161 Issue DP4, pp. 151-161. Disponible en línea en: <http://www.icevirtuallibrary.com/doi/abs/10.1680/udap.2008.161.4.151>

8. De la ciudad defensiva a la ciudad adaptativa

Milton Montejano Castillo

Para el año 2030, *la comprensión del riesgo de desastres y el aumento de la preparación para casos de desastre* son dos de las cuatro prioridades¹ que a nivel internacional deberán ser logradas (UNISDR, 2015). Indudablemente estas metas involucran y demandan una infinidad de actores, niveles, escalas, recursos y acciones; pero un aspecto profundamente relevante en todo este contexto son las escalas de tiempo y el rol que el patrimonio puede jugar en ello (ver tabla 1).

El patrimonio construido, como referente histórico, permite reconocer ciclos y fenómenos naturales; y adaptado a su medio y amenazas, por su supervivencia histórica, representa una “ventana en el tiempo”, *una oportunidad para observar el pasado y aprender de él*. Por consiguiente, un patrimonio en riesgo de desastre representa una probabilidad de pérdida invaluable no sólo por su valor histórico, sino también por el conocimiento potencialmente adquirido a través de él. Como se observó a lo largo de los capítulos, para lograr este “puente de conocimiento”, *la visión de diferentes disciplinas es fundamental*. Como se indica en la introducción a este libro, la literatura sobre patrimonio en riesgo se ha incrementado de manera importante en los últimos años. En consecuencia, *la intención de esta publicación es sugerir algunas de las líneas de investigación* que relacionen el patrimonio construido con la reducción de riesgos de desastres; líneas de investigación que, a pesar de que todas ellas comparten aspectos entre sí, para efectos de ejemplificación se presentan de manera separada.

Mientras que en el campo de la reducción de riesgos aún existen conceptos iguales pero interpretaciones diferentes por consensar (Schoon, 2005), a su vez los casos presentados dejan

¹ Fortalecer la gobernanza del riesgo de desastres para gestionar dicho riesgo, e invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia son las otras dos prioridades, establecidas en el Marco de Sendai 2015-2030 para la reducción del riesgo de desastres, instrumento que da continuidad al Marco de Acción de Hyogo 2005-2015 (UNISDR, 2015).

ver que en el área de la conservación, no deja de existir *el dilema de la conservación y reconstrucción del patrimonio y las partes que se deban –o no- reconstruir después de un desastre*. El Comité Internacional de Sitios y Monumentos (ICOMOS) surge con la Carta de Venecia, la cual ya tomaba en consideración algunas preocupaciones surgidas de la guerra en el momento de la reconstrucción de Europa. De esta manera surgieron algunos casos de reconstrucciones que podrían calificarse como emotivas, y tal vez en otros contextos han sido muy criticadas, como es el caso de Varsovia, y de algunas ciudades alemanas. Junto con esta tendencia de reconstrucción literal, se podría incluso hacer una clasificación según el grado de elementos considerados para la conservación, desde una copia fiel del original hasta la simple evocación al edificio desaparecido a través de un elemento contemporáneo.

En todos los casos, esa arquitectura o esa ciudad es evidencia de un desastre. Por lo tanto, la pregunta es cómo poder “leer” el desastre en este tipo de arquitectura, donde entran en juego las herramientas de encuesta y documentación para saber si un edificio es nuevo o si es un edificio histórico, y / o una ciudad con modificaciones.

El dilema anterior nos conduce al siguiente aspecto tratado en uno de los capítulos, y que tiene que ver con el *uso potencial que la tecnología y la comunicación pueden tener en la construcción de la memoria histórica del desastre*, como sería el uso de tecnologías avanzadas para el registro y la reconstrucción del patrimonio, cuya precisión, pero al mismo tiempo, acercamiento no invasivo, permite el registro y la reconstrucción del patrimonio en riesgo², es decir, donde se evitan las calas exploratorias (perforaciones en muros y daños a la pintura original). En el campo de la comunicación, por otra parte, la reconstrucción histórica del desastre y las etapas siguientes a la emergencia pueden ser recreadas a partir de medios visuales e interactivos que desde una perspectiva histórica constituyen un canal muy accesible de comunicación para mostrar la importancia de ciertos principios del campo de la reducción de riesgos, como por ejemplo el principio

² Un ejemplo es el escáner láser de alta velocidad, utilizado como herramienta de apoyo en proyectos de investigación en la ESIA Tecamachalco del IPN.

Prioridades para la reducción de riesgos de desastres	Premisas que relacionan el patrimonio con el desastre	Ejemplos	Rol e importancia del patrimonio construido	Disciplinas particularmente involucradas
Comprender el riesgo de desastres	El patrimonio construido como indicador de riesgo	Sismos, inundaciones, hundimientos	Referente del riesgo	Ingeniería Geografía Arquitectura
Aumentar la preparación para casos de desastre	El patrimonio como vehículo de la memoria histórica del desastre	Guerras, sismos, inundaciones	Cohesión social, identidad, símbolo de continuidad, referente de un riesgo latente	Historia Sociología Antropología Psicología Educación
	El patrimonio como ejemplo de adaptación a riesgos	Inundaciones	Ejemplos de adaptación y de la importancia al mantenimiento a obras de protección contra inundaciones	Ingeniería Arquitectura Urbanismo

Tabla 1. Rol e importancia del patrimonio en la reducción de riesgos de desastre a partir de los casos presentados. Elaborado por M. Montejano Castillo, 2016.

de reconstrucción mejorada³ (*Building Back Better*) (ver Figura 1).

No debe olvidarse que *el territorio en riesgo está compuesto por diferentes ciudades*, como serían la ciudad antigua, la ciudad de la modernidad y la ciudad informal, que finalmente se imbrican. Cada una de estas ciudades posee particularidades que guían el estudio del riesgo en diferentes direcciones. Así, *es evidente que la mayoría de los patrones de urbanización han perdido la cualidad de adaptarse a su medio*, (ver Figura 2). Mientras que la ciudad defensiva en su más primitiva acepción era considerada un objeto pasivo y víctima de amenazas externas, la ciudad y los procesos que permiten su expansión y transformación se reconocen plenamente como un agente activo en la construcción del riesgo.

Por otra parte, en los centros históricos existe la posibilidad de tres tipos de pérdida: la humana, la material y la patrimonial. La

³ Este principio hace alusión al error que significa volver a construir exactamente de la misma manera un edificio o una estructura en zona de riesgo, pues ante la misma amenaza natural, el sistema constructivo seguirá siendo vulnerable.

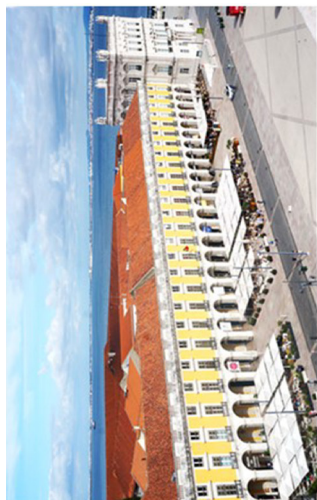
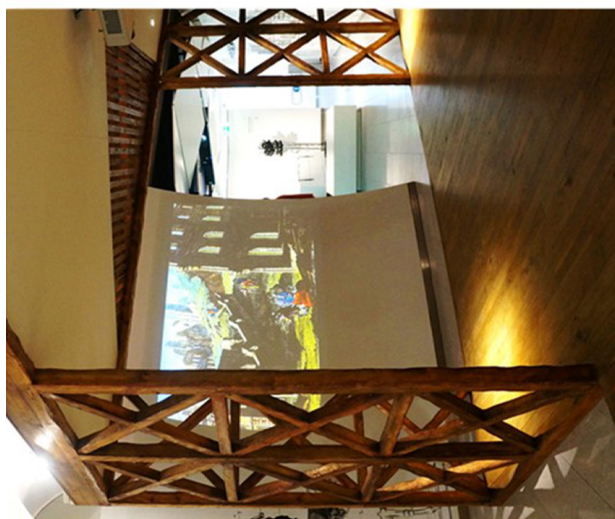


Figura 1. Imagen en el museo de la Ciudad de Lisboa que recrea la marcha de soldados sobre el techo de un sistema constructivo experimental de madera que fue instalado en el centro de la ciudad; la marcha intentaba simular el movimiento de un sismo y con ello convencer a la población de la resistencia del nuevo sistema constructivo (mostrado a la izquierda); esta estructura se proponía para reconstruir las viviendas de esa ciudad después de la devastación ocurrida por el sismo en 1755, el cual fue seguido por un tsunami. Recuperado del *Registro fotográfico personal*, por M. Montejano Castillo, 2014.



Figura 2. Viviendas ubicadas a orillas del río Lerma. Recuperado del *Registro fotográfico personal*, por M. Montejano Castillo, 2009.



© Moreno, 2015

Figura 3. Viviendas a lo largo del río Papalopan, en Tlacotalpan, Veracruz, construidas sobre estructuras que protegen la vivienda de las crecientes del río. Recuperado del *Registro fotográfico personal*, por M. Moreno Villanueva, 2015.

pérdida patrimonial llevaría consigo la destrucción de la memoria histórica, una ruptura del sentido de la historia y un cambio del paisaje; finalmente esta pérdida representa una orfandad del ciudadano respecto a los logros que sus predecesores habrían alcanzado, y sobre todo a la capacidad de adaptación al medio que esa ciudad haya logrado. Por lo tanto, es necesaria la elaboración de programas para valorizar el patrimonio, tomando como hilos conductores al riesgo y al patrimonio de manera conjunta. Estos programas deberán estar soportados por instrumentos financieros, legales y normativos que hagan posible la operatividad de dicho rescate y preservación.

En este contexto, quizá el reto más grande, después de la conservación del patrimonio, es el que tiene que ver con *la traducción en términos de construcción y planificación a partir del conocimiento recuperado del patrimonio* en el tema en cuestión. Pues una reproducción literal de estrategias adaptativas puede no ser en todos los casos ni factible ni pertinente, pero en otros contextos esa capacidad de adaptación quizá pueda observarse, incluso a través de medidas de bajo costo (ver Figura 3).

Referencias

- Schoon, M. (2005). *A Short Historical Overview of the Concepts of Resilience, Vulnerability, and Adaptation*. Disponible en línea en: https://michaelschoon.files.wordpress.com/2011/05/historical_critique-of-resilience-working-paper.pdf (accesado el 15 de septiembre de 2013).
- UNISDR. (2015). *Marco de Sendai para la Reducción de Riesgo de Desastres 2015-2030*. Ginebra, Suiza: Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. Disponible en línea en: https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf (accesado el 7 de septiembre de 2016).

A lo largo de la Historia, las ciudades han sido escenario del desarrollo social, económico y cultural. Aunque también han sido testigo, y en ocasiones causa misma, del desastre. A su vez, la ocurrencia de inundaciones, sismos, erupciones volcánicas e incendios han venido transformado, reconfigurando, devastando o desplazando ciudades. Con el tiempo, estas urbes alojan, en su interior, huellas, ruinas y vestigios que aún dan cuenta no sólo de la recurrencia de los desastres, sino que también ayudan eventualmente a entender las causas de los mismos, abriendo con ello posibilidades para la reducción de los riesgos. Dichas huellas son difíciles de encontrar, pues las ciudades siempre están en constante cambio. Sin embargo, el valor patrimonial que algunos centros históricos y edificios patrimoniales representan, ha permitido que dichos vestigios hayan sobrevivido al tiempo y a la transformación de las ciudades. Así, el patrimonio hoy en día no sólo es un documento a conservar, sino que representa una fuente invaluable que puede ayudar a comprender mejor el riesgo de desastre. Esta publicación se concibió como un intento de documentar y mostrar diferentes desastres, en distintas épocas, a diferentes escalas, latitudes y grados de conservación, por lo que se incluyen ejemplos de riesgos hidrometeorológicos, sísmicos, incendios y reubicaciones, todos ellos relacionados con el patrimonio inmobiliario en Latinoamérica. Es nuestra intención que este trabajo sea parte de una serie de esfuerzos que, a nivel internacional y de manera aún incipiente, ya comienzan a vincular de manera transversal el campo de la conservación con el de la reducción del riesgo, con miras no sólo a valorar y entender el origen y desarrollo de nuestro patrimonio, sino también a delinear acciones para garantizar la seguridad de su futuro.

EDITORIAL RESTAURO COMPÁS Y CANTO S.A. DE C.V.
Eje central Lázaro Cárdenas No.13 Despacho 1107
México, D.F. Delegación Cuauhtémoc
C.P. 06700
Tel. 55 186182
email: contacto@editorialrestauro.com.mx
<http://www.editorialrestauro.com.mx>



ISBN: 978-607-96289-6-3



EDITORIAL RESTAURO COMPÁS Y CANTO A.C.