

Monitoreo de la antigüedad de hospitales potencialmente requeridos en caso de desastre en México

Monitoring age of hospitals potentially required in case of disaster in Mexico

Milton Montejano-Castillo*✉, Mildred Moreno-Villanueva**

Montejano-Castillo, M., & Moreno-Villanueva, M. (2020). Monitoreo de la antigüedad de hospitales potencialmente requeridos en caso de desastre en México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 28(80), 54-61.

RESUMEN

Desastres recientes han evidenciado la necesidad de revisar en México la seguridad de la infraestructura crítica del país. En este artículo se exploran las limitantes que un hospital puede tener con el fin de incrementar su seguridad ante desastres de acuerdo con su antigüedad, dada la relativamente reciente formulación de códigos de construcción y lineamientos para hacer los hospitales seguros frente a desastres. Por ello, el año de construcción y el coeficiente de ocupación se tomaron como indicadores para analizar algunos de los hospitales en proceso de certificación en el programa Hospital Seguro en México. Se observa que solo una minoría de los hospitales es de reciente construcción y que en su mayoría estos hospitales están sujetos a una constante expansión física, por lo que se propone un Observatorio para identificar vulnerabilidades asociadas a la antigüedad y saturación física de hospitales, para evaluar la factibilidad de recibir saldos masivos de víctimas en caso de desastre.

Palabras clave: seguridad; riesgo; salud; construcción; Observatorio.

Keywords: safety; risk; health; construction; Observatory.

Recibido: 17 de abril de 2019, aceptado: 29 de enero de 2020

* Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura Unidad Tecamachalco, Instituto Politécnico Nacional. Av. Fuente de los Leones 28, C. P. 53950, Naucalpan, Estado de México, México. Correo electrónico: mmontejano@ipn.mx. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5804-2364>

** Instituto Nacional de Salud Pública. Av. Universidad 655, Santa María Ahuacatlilán, C. P. 62100, Cuernavaca, Morelos, México. Correo electrónico: investigador.insp18@insp.mx ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5835-8572>

✉ Autor para correspondencia

ABSTRACT

The occurrence of recent disasters in Mexico made evident the need to assess the safety of the critical infrastructure of the health sector. Given the relatively recent development of building codes and guidelines to make hospitals safe from disasters, this article explores the obstacles to increase the safety of hospitals considering their construction period. Therefore, age and floor space ratio were used as indicators to analyze hospitals that are currently under process of certification in the Safe Hospital program in Mexico. It is observed that only a minority of hospitals are of recent construction and most of these hospitals are subject to a constant physical expansion. Therefore, an Observatory is proposed to identify vulnerabilities associated with age and gradual reduction of open space. This would be useful to evaluate the feasibility of receiving a large number of patients after a mass casualty disaster.

INTRODUCCIÓN

Las afectaciones a hospitales causados por desastres en México no son un tema reciente. Desde hace más de 30 años esta discusión comenzó a tomar forma a partir del gran terremoto de 1985 en la Ciudad de México y desde entonces el tema no ha dejado de ser preocupación, dada la intermitente y desafortunada ocurrencia de otros desastres en hospitales en los últimos años, como la explosión de un hospital materno infantil en Cuajimalpa, Ciudad de México, a inicios de 2015, causada por la fuga de gas de una pipa o las constantes inundaciones de hospitales a lo largo del país, sobre todo en época de lluvias y huracanes.

En 2017, los sismos ocurridos en México volvieron a hacer evidente (quizá con más fuerza) la importancia y la necesidad de una visión multidisciplinaria para la comprensión y respuesta por parte del sector salud en casos de desastre. El colapso y daño de algunos hospitales (sobre todo en los estados de Oaxaca y Morelos) despertó muchas preguntas e inquietudes para otros campos profesionales y su corresponsabilidad, tanto en la construcción de riesgos como en el entendimiento de los mismos (figura 1).



Figura 1. Hospital General Dr. Ernesto Meana San Román, en el municipio de Jojutla de Juárez, Morelos, dañado por el sismo de septiembre de 2017.

Fotografía proporcionada por Mildred Moreno-Villanueva.

Una de las inquietudes que surgen en el campo de la Arquitectura se refiere a las limitantes de un hospital para aumentar su seguridad según su antigüedad y características arquitectónicas, debido a la reciente formulación de códigos de construcción y lineamientos para hacer los hospitales seguros frente a desastres; en este artículo se hizo una revisión tanto de las visiones institucionales como académicas a nivel internacional acerca de los aspectos arquitectónicos y constructivos de un hospital sujeto a riesgos de desastre y las implicaciones que estos hallazgos tienen para el caso mexicano, ya que por su costo la vida útil de un hospital generalmente se concibe para funcionar varias décadas o acercarse al siglo.

Los primeros acuerdos internacionales para la reducción de riesgos de desastre en instalaciones de salud tienen antecedente en el Marco de Acción de Hyogo 2005-2015 (UNISDR, 2007) y en el Marco

de Sendai 2015-2030 (UNISDR, 2015), que a su vez dieron continuidad a los trabajos de la Década Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales (DIRDN), llevada a cabo de 1990 a 1999. En dichos marcos se estableció que el reforzamiento o construcción de sanatorios más resistentes deben hacer posible que una clínica no solamente siga funcionando durante un desastre, sino que continúe haciéndolo después de ocurrido, por lo menos durante tres días, a su máxima capacidad (WHO, 2015), por lo que se hace necesaria la implementación de una serie de medidas estructurales (seguridad física) y no estructurales (de tipo organizativo), cuya existencia es susceptible de medirse a partir de un índice de seguridad hospitalaria, de la que ya hay una segunda versión.

Como consecuencia, muchos gobiernos nacionales desde finales del siglo XX e inicios del siglo XXI han estado implementando programas, leyes e instrumentos para asegurarse de que la totalidad de su infraestructura hospitalaria resista un desastre. Alcanzar esta ambiciosa pero necesaria meta no queda libre de obstáculos, sumados a la gran complejidad (estructural y organizativa) que por sí misma implica una instalación hospitalaria. Ante estos vacíos el sector académico ha emprendido, de igual forma, un importante esfuerzo de investigación reflejado en un relativamente escaso pero importante grupo de literatura sobre distintos aspectos de la seguridad hospitalaria frente a desastres. Dentro de dicha literatura se han identificado al menos seis ejes temáticos (Montejano-Castillo & Moreno-Villanueva, 2018):

- a) La problematización y necesidad de implementar el programa hospital seguro
- b) La aplicación general del índice de seguridad hospitalaria
- c) Estrategias para la implementación de programas de emergencias en hospitales
- d) Riesgo y vulnerabilidad de hospitales considerando amenazas específicas como sismos o inundaciones
- e) Vacíos en la investigación sobre bioseguridad y hospitales
- f) Finalmente, los hospitales ante los retos de adaptación relacionados con el cambio climático

Entre los temas citados resulta verdaderamente escasa la investigación propiamente arquitectónica sobre sanatorios seguros frente a catástrofes, y únicamente se tocan de manera tangencial las implicaciones de la arquitectura de una clínica o su edad en la reducción de riesgo. En el caso de

EE. UU. se observa que para muchos nosocomios el cumplir con estándares de construcción resistente a las inundaciones es un requerimiento complejo, pues muchos fueron construidos mucho antes de que se tuvieran mapas precisos sobre la probabilidad de ocurrencia de una inundación y el mismo caso para los construidos en zonas propensas a tornados, en donde muchas unidades hospitalarias fueron construidas en las décadas de los cincuenta y los sesenta, antes de que existieran códigos y estándares para asegurar dichas edificaciones contra estas amenazas (Balbus et al., 2016). En el caso del riesgo sísmico, investigaciones sobre la vulnerabilidad en infraestructura hospitalaria en la India han revelado que de un total de 3,344 hospitales, casi 20% tienen alta probabilidad de daño ante un sismo, habiendo sido construida la mayor parte de estos edificios antes de 1950 (Rautela, Girish, & Bhupendra, 2011), lo que lleva a la pregunta: ¿Qué tan antiguos son los hospitales en México? y en esta condición: ¿Qué margen de adaptación les queda a futuro a las unidades médicas de nuestro país?

MATERIALES Y MÉTODOS

Para responder a las preguntas citadas anteriormente se partió de un listado de hospitales que, de acuerdo con la Coordinación General de Protección Civil de México, tienen prioridad para ser evaluados dentro del programa Hospital Seguro. Dicha lista es de acceso libre y se encuentra disponible en línea (Coordinación General de Protección Civil, 2011). Se compone de 201 nosocomios clasificados como de alta complejidad y alto nivel resolutivo. Se les denomina hospitales "rojos", según los colores del semáforo; es decir, son las unidades médicas que en primera instancia tienen tanto los recursos humanos (mínimo cuatro especialidades) como materiales (50 camas mínimo, salas de cirugía, rayos X) para atender víctimas en una catástrofe.

De dicha lista se le dio prioridad a estados costeros mexicanos más el Distrito Federal (Ciudad de México), que son los que se encuentran en mayor riesgo por estar expuestos a amenazas debidas a fenómenos hidrometeorológicos y sísmicos. Se analizaron un total de 47 clínicas de diferentes instituciones de los siguientes estados: Baja California Norte, Baja California Sur, Durango, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Campeche, Yucatán, Tabasco y Distrito Federal (Ciudad de México). Para cada hospital se documentaron los siguientes indicadores, que a su vez fueron extraídos de la revisión bibliográfica

por expresar condiciones críticas asociadas a la seguridad, como se detalla a continuación.

Año de construcción

Este dato se buscó para cada sanatorio a través de fuentes históricas y oficiales. El periodo de construcción es una variable aproximada de la tipología arquitectónica, la cual puede ser una de las razones que limiten el reforzamiento de la clínica, pues aunado a la incapacidad y costos que representan las intervenciones estructurales en los construidos antes del siglo XXI, el diseño arquitectónico de la mayoría de los erigidos en el siglo XX ha sido considerado un periodo de clínicas de grandes dimensiones, edificadas principalmente en las décadas de los sesenta y los setenta, lo que puede representar una limitante física para la adaptación a riesgos, en contraposición a las características que deberían tener los del presente siglo, como flexibilidad, tendencia a la disminución de ingreso hospitalario, reducción del número de camas, cirugía mayor ambulatoria, y hospitalización a domicilio, entre otros, que marcan un cambio hacia nosocomios abiertos (Loyo-Varela & Díaz-Chazaro, 2009).

Coefficiente de ocupación de suelo

El coeficiente de ocupación es la división entre la superficie construida en planta baja y la superficie libre de construcción (espacio abierto) que se obtuvo a partir de medir imágenes de satélite para varios años de Google Earth (2001 a 2019). Es decir, a partir de fotografías de diferentes periodos se fueron contabilizando las superficies de los espacios que se fueron construyendo gradualmente en cada clínica en el tiempo y la sumatoria de esas superficies fue dividida, para cada periodo, entre la superficie total del terreno, que es una constante. Se trata de otro indicador muy importante, pues los sitios abiertos en hospitales juegan un papel primordial no solamente como un recurso de valor escénico para el personal médico y para los pacientes, sino como recurso de adaptación al riesgo de catástrofe a corto y largo plazo. En este último la existencia de lugares abiertos representa un margen para el crecimiento del nosocomio para nuevos espacios que incrementen tanto su capacidad de atención como la construcción de sitios especiales para la atención de pacientes víctimas de un desastre. A corto plazo permiten la expansión provisional de la clínica en caso de saldo masivo de víctimas, aspecto que se contempla en la cédula de evaluación de hospital seguro para el caso de México. Los procedimientos para habilitación de espacios para aumentar la capacidad, incluyendo

disponibilidad de camas adicionales, procedimientos para la expansión provisional del departamento de urgencias y otras áreas críticas; la forma y las actividades que se deben realizar en la expansión hospitalaria, como el suministro de agua potable, electricidad, desagüe, entre otros; los procedimientos para la habilitación de sitios para ubicación temporal de medicina forense, actividades específicas para el área de patología y si tiene sitio destinado para depósito de múltiples cadáveres (OPS, 2008). No contar con espacios libres dentro del nosocomio hace necesario el uso de calles, plazas o camellones para evacuar pacientes durante una calamidad (figura 2).



Figura 2. Ocupación provisional del camellón Álvaro Obregón para la evacuación de pacientes y personal médico durante el sismo de septiembre de 2017 en la Ciudad de México.

Imagen cortesía de Lissette Wendy Moreno Villanueva.

El coeficiente de ocupación expresa la capacidad de expansión en caso de emergencia para recibir saldos masivos de víctimas, pues depende de las áreas libres de que se disponga en el edificio. Una vez obtenidos el año aproximado de construcción y el coeficiente de ocupación para la muestra de hospitales se correlacionaron en una gráfica con los siguientes resultados.

RESULTADOS

Al observar la sucesión de imágenes para cada sanatorio se encontró que la historia de su edificación está llena de un ir y venir de planes, reconstrucciones y modificaciones que ni es simple ni lineal, pues cada una de estas intervenciones depende de muchos factores políticos, administrativos, históricos y económicos. Lo evidente es que prácticamente todos tuvieron una constante adición de espacios; es decir, no son objetos terminados, están en constante

expansión y transformación. A manera de ejemplo, el Hospital General Agustín O'Horán, en Mérida, Yucatán, México (figura 3), construido en la década de los setenta del siglo pasado, afectado por el huracán Gilberto en 1988. A la fecha se le continúan haciendo adiciones (figura 4). Por medio de imágenes de satélite se muestra el crecimiento ocurrido entre 2002 (con un coeficiente de ocupación del terreno de 31%) y 2015 (con un coeficiente de ocupación de 56%). Es decir, en el transcurso de casi 15 años el hospital se expandió casi el doble en el terreno (tabla 1).

Tabla 1

Expansión del Hospital General Agustín O'Horán, Mérida, Yucatán

Año	Superficie construida (m ²)	Coeficiente de ocupación (%)
2002	9,036.76	0.31
2005	9,136.76	0.32
2009	10,687.20	0.37
2010	12,788.64	0.44
2011	14,216.85	0.49
2012	15,816.85	0.55
2015	15,966.85	0.56

Nota: La superficie total del terreno es de 28,497.51 m². Elaboración propia a partir de imágenes de Google Earth.

Se encontró que los sanatorios tienen una antigüedad de entre 9 y 76 años, con una antigüedad promedio de 41 años (tabla 2). Solamente se identificaron dos construidos antes de 1900, que son el Hospital General (1789) y el Hospital Civil de Guadalajara (1783), los cuales se omitieron del análisis estadístico por considerarse casos especiales. Por su antigüedad se consideran patrimonio arquitectónico, e instituciones como el INAH han restringido su modificación. En cuanto a los erigidos en el siglo XX, algunos han sido clasificados como Patrimonio del siglo XX, como el Hospital Siglo XXI, por contener las obras del muralista Diego Rivera. Fue reconstruido después del sismo de 1985, prácticamente no ha sido ampliado y ha conservado las áreas libres.



Figura 3. Hospital General Agustín O'Horán, Mérida, Yucatán, México.
 Fotografía tomada de Google Earth (s. f.).

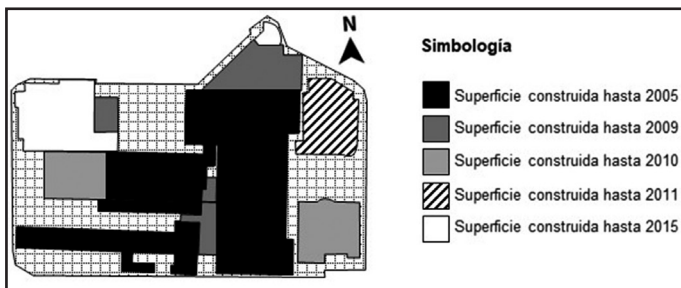


Figura 4. Expansión del Hospital General Agustín O'Horán, Mérida, Yucatán, México, 2005-2015.
 Elaboración propia a partir de imágenes de Google Earth de fechas que permitieron medir la superficie de cada espacio adicionado con el tiempo.

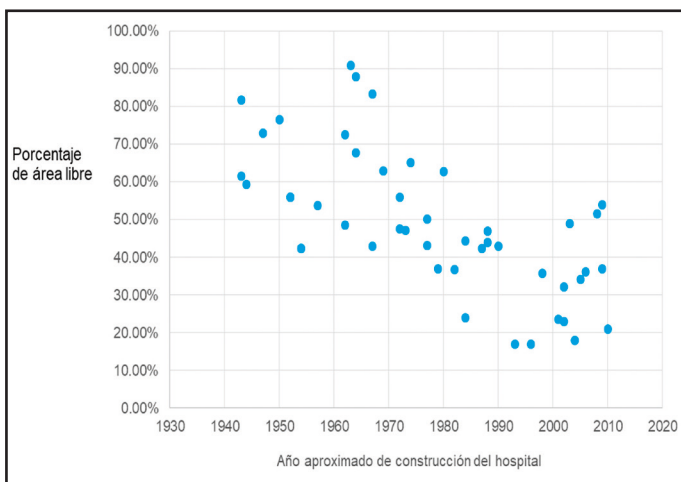


Figura 5. Ejemplos de hospitales de alta complejidad y alto nivel resolutivo según porcentaje de área ocupada de su terreno.
 Elaboración propia a partir de Google Earth.

Estadísticamente se observa una clara tendencia a perder área libre del terreno a lo largo del tiempo (figura 5). Al correlacionar el año de construcción (eje de las X) con el porcentaje de área construida con respecto al terreno (eje de las Y) se pueden distinguir dos grupos de sanatorios; uno construido hasta 1980, donde el porcentaje de área construida oscila entre 40% y 90%, y uno erigido después de 1980, con porcentajes de área construida entre 15% y 50%.

DISCUSIÓN

Una de las preguntas evidentes es: ¿Qué opciones quedan si se está registrando que la mayoría de los nosocomios mexicanos tienen tantos años edificados y pierden constantemente sus áreas libres?

Desde sus primeras versiones, las herramientas para hacerlos seguros contra catástrofes consideraban de gran importancia los ya construidos. Se reconocía que el reto mayor era reforzar estructuralmente las instalaciones de salud que ya existían, pues aproximadamente 50% en Latinoamérica y el Caribe estaban ubicados en zonas de alto riesgo (OPS, 1996). Por tanto, la reducción de la vulnerabilidad *no estructural* como la protección de equipos y suministros, mejoramiento de anclajes y la planificación para emergencias se planteaba como la única opción para ese tipo de hospitales, pues representaba una inversión mínima de capital (OPS, 1996).

Por otra parte, en los citados documentos se estipulaba que en casos de necesidad el criterio para decidir sobre la pertinencia de un reforzamiento debía basarse en la relación costo/efectividad en función del riesgo aceptable e, incluso, considerando que los existentes difícilmente cumplirían con las nuevas normas de seguridad. Estaba previsto que la certificación estaría dividida en dos tipos: a) certificación de los que cumplieran todos los criterios (estructurales, no estructurales y organizativos) y b) el reconocimiento de los esfuerzos que se realizarían para cumplir con al menos los dos últimos criterios (Zeballos, 1993). En otras palabras, las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas para hacerlos seguros contra desastres, evidentemente variará en función de la antigüedad. Los esfuerzos para reforzar la seguridad para los hospitales con más de 40 años de vida útil deberán enfocarse en aspectos no estructurales, con pocas opciones de expansión en caso de emergencia, mientras que para el resto –no saturados–, aún tienen oportunidad de adaptar incluso sus nuevos espacios a los

Tabla 2

Hospitales de alta complejidad y alto nivel resolutivo en México según año de construcción (muestra)

Núm.	Nombre del hospital	Estado	Año de construcción del hospital (aprox.)
01.	Hospital General Rubén Leñero	Distrito Federal	1943
02.	Hospital Infantil de México Federico Gómez	Distrito Federal	1943
03.	Dr. Rafael Pascacio Gamboa	Chiapas	1944
04.	Hospital General Manuel Gea González. SS	Distrito Federal	1947
05.	20 de Noviembre	Distrito Federal	1950
06.	UMAE Hospital de Especialidades CMN La Raza Antonio Fraga Mouret	Distrito Federal	1952
07.	UMAE Hospital General La Raza Gaudencio González Garza	Distrito Federal	1952
08.	UMAE Hospital de Pediatría del CMN IMSS	Distrito Federal	1954
09.	UMAE Hospital de Especialidades CMN Siglo XXI	Distrito Federal	1954
10.	H.G Dr. Miguel Silva	Michoacán	1957
11.	Hospital General Xoco	Distrito Federal	1962
12.	Hospital General Balbuena	Distrito Federal	1962
13.	Dr. Darío Fernández Fierro	Distrito Federal	1963
14.	Hospital General Regional No.45	Jalisco	1964
15.	Hospital General La Villa	Distrito Federal	1964
16.	Hospital General Regional No. 25 IMSS	Distrito Federal	1967
17.	Hospital General Dr. Álvaro Vidal Vera	Campeche	1967
18.	Hospital General Gregorio Salas Flores	Distrito Federal	1969
19.	Hospital General de Acapulco	Guerrero	1972
20.	Hospital General Agustín O'Horan	Yucatán	1972
21.	Hospital General de Zona No.8 Río Magdalena IMSS	Distrito Federal	1973
22.	Hospital General María Ignacia Gandulfo	Chiapas	1974
23.	HGR 20	Baja California	1977
24.	Gral. Ignacio Zaragoza	Distrito Federal	1977
25.	Dr. Gustavo A. Roviroso Pérez	Tabasco	1979
26.	Hospital Regional Villahermosa	Tabasco	1980
27.	Hospital General de Tijuana	Baja California	1982
28.	Hospital Central Sur de Alta Especialidad	Distrito Federal	1984
29.	Hospital General de Durango	Durango	1984
30.	Hospital General Regional No.2 Villa Coapa	Distrito Federal	1987
31.	Nuevo Hospital Civil de Guadalajara Dr. Juan I. Menchaca	Jalisco	1988
32.	Hospital Juárez de México	Distrito Federal	1988
33.	Hospital Gral. de Tapachula	Chiapas	1990
34.	Hospital Regional Mérida	Yucatán	1993
35.	Hospital General de Rosamorada	Nayarit	1996
36.	Hospital General Dr. Pedro Daniel Martínez Uruapan	Michoacán	1998
37.	Hospital Regional Universitario	Colima	2001
38.	HGR 1	Baja California	2002
39.	Hospital Regional de Alta Especialidad de Oaxaca	Oaxaca	2002
40.	Hospital Regional de Puerto Vallarta	Jalisco	2003
41.	Hospital Regional de Alta Especialidad de la Península de Yucatán	Yucatán	2004
42.	Hospital General de Manzanillo	Colima	2005
43.	Dr. Juan Graham Casasús	Tabasco	2006
44.	Hospital General Dr. Raymundo Abarca Alarcón Chilpancingo	Guerrero	2008
45.	Hospital General Naval de Alta Especialidad	Distrito Federal	2009
46.	Hospital General Regional Tlajomulco de Zúñiga N. 180	Jalisco	2009
47.	Hospital General La Paz	Baja California Sur	2010

Nota: Elaboración propia a partir de Coordinación General de Protección Civil (2011).

Tabla 3

Fortalezas, oportunidades y amenazas (FODA) para la adaptación de medidas de seguridad para hospitales con menos de 40 años de antigüedad

	Oportunidades (O)	Amenazas (A)
	Desarrollo de nuevos materiales y tipologías arquitectónicas para mejor aprovechamiento de espacios en hospitales	Amenazas naturales y antropogénicas (huracanes, sismos, variaciones de temperatura, explosiones)
Fortalezas (F)	Estrategias F-O	Estrategias F-A
Permanencia de área libre suficiente para expansión provisional del hospital en caso de desastre	Uso de los nuevos materiales y criterios de seguridad para preparar las áreas libres antes de que ocurra un desastre	En caso de desastre, el hospital tiene capacidad de expansión de áreas críticas como urgencias y triage
Debilidades (D)	Estrategias D-O	Estrategias D-A
Demanda constante de crecimiento del hospital por población local en aumento	Uso de nuevas tipologías arquitectónicas que permitan el crecimiento del hospital sin menoscabo de sus áreas libres	Identificación de amenazas en el entorno del hospital y consideración de medidas de seguridad en ampliación

Nota: Elaboración propia.

requerimientos de seguridad y posible expansión provisional en caso de catástrofe (tabla 3).

CONCLUSIONES

Para los sanatorios de reciente construcción, un plan de ampliación a futuro o una perspectiva de crecimiento son imperativos. Por otra parte, ante el poco presupuesto para construir hospitales nuevos, un análisis más detallado de las lógicas de crecimiento de sanatorios podría dar pautas para la anticipación y previsión de crecimiento para evitar la improvisación constructiva y la pérdida de áreas libres para la expansión emergente del hospital en caso de un saldo masivo de víctimas.

A partir de los sucesos ocurridos en México un proyecto de monitoreo o incluso un Observatorio de Hospitales Seguros contra desastres podría ser un insumo y una plataforma de investigación que permitiría una mejor toma de decisiones en cuanto al mejoramiento o sustitución de infraestructura hospitalaria, programación de presupuesto y una estimación de la vulnerabilidad de las regiones más propensas a catástrofes en México. Para esta vigilancia se podrían añadir otras características como la certificación "Hospital Seguro" por

ciudad y estado, el año de la misma, sanatorios reemplazados, y los que han sufrido daños por desastres. Dicho monitoreo debería ser de carácter público y esta información se podría vincular con la de otros observatorios para tener con ello un mayor conocimiento en la toma de decisiones en cuanto a las unidades médicas y su respuesta ante situaciones de desastre. Finalmente, se demuestra que ni las herramientas tecnológicas ni la inversión requerida para lograr un acercamiento al panorama general de la infraestructura hospitalaria del país tienen que ser costosas, pues la información para la metodología mostrada en este artículo es de carácter público, lo que facilita realizar este análisis para todo el territorio nacional.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a los arquitectos Adriana Jiménez Leyva, Francisco Javier Pérez Madrigal y Ana Patricia Alonso Contreras por su colaboración en la búsqueda de información y análisis de hospitales. Este artículo es un subproducto del proyecto de investigación IPN SIP 20144135, financiado por la Secretaría de Investigación y Posgrado del Instituto Politécnico Nacional.

REFERENCIAS

- Balbus, J., Berry, P., Brettle, M., Jagnarine-Azan, S., Soares, A., Ugarte, C., Varangu, L., & Prats, E. V. (2016). Enhancing the sustainability and climate resiliency of health care facilities: A comparison of initiatives and toolkits. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 40 (3), 174-180.
- Coordinación General de Protección Civil. (2011). *Universo de hospitales clasificados como de alta complejidad y alto nivel resolutivo (rojos) con corte al 31 de diciembre de 2011 programa hospital seguro* [Tabla en pdf]. Recuperado de www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/Resource/59/2/images/lhcr.pdf
- Google Earth. (s. f.). Hospital General Agustín O'Horan, Mérida, Yucatán, México [Fotografía aérea]. Recuperada de earth.google.com
- Loyo-Varela, M., & Díaz-Chazaro, H. (2009). Hospitales en México. *Cirugía y Cirujanos*, 77(6), 497-504.
- Montejano-Castillo, M., & Moreno-Villanueva, M. (2018). Hospitals safe from disasters: A glimpse into the Mexican coastal zones. *International Journal of Safety & Security Engineering*, 8(2), 329-341.
- Organización Panamericana de la Salud. (1996). *Conferencia internacional sobre mitigación de desastres en instalaciones de salud. Recomendaciones*. Washington, D. C., EE. UU: Oficina Sanitaria Panamericana-Oficina Regional de la OMS. Recuperado de <http://helid.digicollection.org/en/d/J063s/4.html>
- _____ (2008). *Lista de verificación de hospitales seguros* [Formato en pdf]. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/58617/hs_06.pdf
- Rautela, P., Girish, C. J., & Bhupendra, B. (2011). Seismic vulnerability of the health infrastructure in the Himalayan township of Mussoorie, Uttarakhand, India. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 2(3), 200-209. doi: 10.1108/17595901111167088
- United Nations International Strategy for Disaster Reduction. (2007). *Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the resilience of nations and communities to disasters*. Geneva, Switzerland: UNISDR.
- _____ (2015). *Sendai framework for disaster risk reduction 2015-2030*. Geneva, Switzerland: UNISDR.
- World Health Organization. (2015). *Hospital safety index: Guide for evaluators* (2nd. ed.). Geneva, Switzerland: WHO.
- Zeballos, J. L. (1993). Effects of natural disasters on the health infrastructure: Lessons from a medical perspective. *Bulletin of the Pan American Health Organization*, 27(4), 389-396.