

Consideraciones sobre la vulnerabilidad del patrimonio arquitectónico. Estudio de caso: la iglesia de El Sagrario, Cuenca, Ecuador

Considerations on the Vulnerability of Architectural Heritage. Case study: the Church of El Sagrario, Cuenca, Ecuador

DOI: 10.30763/Intervencion.229.v1n21.08.2020 · AÑO 11, NÚMERO 21:257-293 · YEAR 11, ISSUE NO. 21:294-327

Postulado/Submitted: 10.11.2018 · Aceptado/Accepted: 26.03.2020 · Publicado/Published: 21.09.2020

Gema Mariela Zamora Cedeño

Universidad Católica de Cuenca (UCACUE),
Ecuador

Escuela Superior de Diseño de Barcelona,
(EDDESIGN), España

gmzamorac.78@hotmail.com

ORCID: orcid.org/0000-0002-9422-7526

María del Cisne Aguirre Ullauri

Grupo de Investigación Ciudad, Ambiente
y Tecnología (CAT)

Universidad Católica de Cuenca (UCACUE),
Ecuador

Universidad Politécnica de Madrid (UPM), España

cisne2222@hotmail.com/maguirreu@ucacue.edu.ec

ORCID: orcid.org/0000-0002-3179-7839

[Ir a versión
en español](#)

RESUMEN

El patrimonio inmueble evidencia los procesos y la evolución del ser humano en el tiempo. Permite contar perpetuamente la historia y las transformaciones sin necesidad de palabras. ¿Qué pasaría si la cronología tangible y material de una civilización se perdiera en segundos? En ello y otros cuestionamientos se sustenta la necesidad y obligación de estudiar el patrimonio arquitectónico como un elemento vulnerable ante la actividad sísmica, con énfasis en aquel cuya técnica constructiva y ancestral no garantiza su adaptación dinámica. El estudio bibliográfico expone ampliamente los daños ocasionados en el patrimonio de tierra después de un terremoto. Sobre esto se sustentan puntuales consideraciones para mitigar y evitar la pérdida de un hito arquitectónico en Cuenca (Ecuador), como es la iglesia de El Sagrario o Catedral Vieja. La configuración arquitectónica, las cubiertas sin cerchas ni refuerzos y el desfavorable comportamiento sísmico de la construcción de tierra son los puntos críticos que se han de tomar en cuenta.

[Go to English
version](#)



PALABRAS CLAVES

vulnerabilidad; patrimonio; terremoto; construcción de tierra; gestión del patrimonio

ABSTRACT

Architectural heritage shows the processes and evolution of the human being in time. It allows the perpetual telling of history and transformations without the need for words. What would happen if the tangible and material chronology of a civilization were lost in seconds? This and other questions support the need and obligation to study architectural heritage as an element vulnerable to seismic activity, with emphasis on that whose constructive and ancestral technique does not guarantee its dynamic adaptation. The bibliographic study extensively demonstrates the damage caused to earthen architectural heritage after an earthquake. This is the basis for specific considerations to mitigate and avoid the loss of an architectural landmark in Cuenca (Ecuador), such as the Church of El Sagrario or Catedral Vieja (Old Cathedral, in English). The architectural configuration, the roofs without trusses or reinforcements, and the unfavorable seismic behavior of the earthen structure are the critical points to be taken into account.

KEYWORDS

vulnerability; architectural heritage; earthquake; earthen architecture; heritage management

Consideraciones sobre la vulnerabilidad del patrimonio arquitectónico. Estudio de caso: la iglesia de El Sagrario, Cuenca, Ecuador

[Go to English version](#)

DOI: 10.30763/Intervencion.229.v1n21.08.2020 · AÑO 11, NÚMERO 21:259-293

Postulado: 10.11.2018 · Aceptado: 26.03.2020 · Publicado: 21.09.2020

Gema Mariela Zamora Cedeno

Universidad Católica de Cuenca (UCACUE),
Ecuador
Escuela Superior de Diseño de Barcelona,
(EDDESIGN), España
gmzamorac.78@hotmail.com
ORCID: orcid.org/0000-0002-9422-7526

María del Cisne Aguirre Ullauri

Grupo de Investigación Ciudad, Ambiente
y Tecnología (CAT)
Universidad Católica de Cuenca (UCACUE),
Ecuador
Universidad Politécnica de Madrid (UPM), España
cisne2222@hotmail.com/maguirreu@ucacue.edu.ec
ORCID: orcid.org/0000-0002-3179-7839

RESUMEN

El patrimonio inmueble evidencia los procesos y la evolución del ser humano en el tiempo. Permite contar perpetuamente la historia y las transformaciones sin necesidad de palabras. ¿Qué pasaría si la cronología tangible y material de una civilización se perdiera en segundos? En ello y otros cuestionamientos se sustenta la necesidad y obligación de estudiar el patrimonio arquitectónico como un elemento vulnerable ante la actividad sísmica, con énfasis en aquel cuya técnica constructiva y ancestral no garantiza su adaptación dinámica. El estudio bibliográfico expone ampliamente los daños ocasionados en el patrimonio de tierra después de un terremoto. Sobre esto se sustentan puntuales consideraciones para mitigar y evitar la pérdida de un hito arquitectónico en Cuenca (Ecuador), como es la iglesia de El Sagrario o Catedral Vieja. La configuración arquitectónica, las cubiertas sin cerchas ni refuerzos y el desfavorable comportamiento sísmico de la construcción de tierra son los puntos críticos que se han de tomar en cuenta.

PALABRAS CLAVES

vulnerabilidad; patrimonio inmueble; terremoto; construcción de tierra; gestión del patrimonio





INTRODUCCIÓN

El mundo reporta alrededor de 1 200 bienes culturales y naturales declarados patrimonio de la humanidad por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés) desde 1972. Destaca el hecho de que gran porcentaje de éstos pertenecen a la categoría de patrimonio inmueble. Reflexionar sobre la masificación de obras arquitectónicas alistadas como patrimonio conduce a pensar si la totalidad se encuentra en buen estado de conservación y si, además, asegura su permanencia por muchos años más, tomando en cuenta que está expuesta constantemente a causas convencionales de deterioro, como los agentes abióticos, las condiciones meteorológicas, la humedad, la contaminación, el polvo, la exposición al sol o la intemperie. Aunque, por el comportamiento lógico del elemento o sistema constructivo, el tiempo es casi siempre el principal causante del envejecimiento y la pérdida de resistencia de los materiales (López, Rodríguez, Santa, Torreño y Ubeda, 2004, p. 2), estos factores de deterioro generan visibles lesiones patológicas, las cuales se corrigen con mantenimiento periódico o mediante intervenciones cuando se han producido daños significativos, pero ¿cómo se actúa en lesiones que aún no ocurren y cuyo acontecer no puede controlarse?

El patrimonio inmueble ubicado en zona sísmica es el más vulnerable porque, además de estar afectado por los factores mencionados, se encuentra en permanente riesgo por la probabilidad de que suceda una calamidad natural, que, si bien no puede anticiparse ni determinarse con exactitud la magnitud de los daños, es posible prever la monitorización de segmentos sensibles por parte tanto de la administración pública competente, cuanto de los profesionales y propietarios. El espectro se reduce al analizar que un grupo en específico de este patrimonio en zona de riesgo (Figura 1) es, a su vez, mucho más vulnerable que los demás, por edificarse con una técnica constructiva sensible a movimientos telúricos, sufriendo daño estructural severo o llegando incluso al colapso, en algunos casos (Blondet, García y Brzev, 2003, p. 6).

La construcción de tierra, propia de los centros históricos de América Latina (Guerrero, 2010), desafortunadamente ha sido afectada y destruida por terremotos, cuyos daños son irremediables en su mayoría. Ante esta aseveración se recalca la importancia de la prevención de desastres e intervenciones de refuerzo puesto que, si bien es cierto, los desastres de la naturaleza no pueden evitarse, sí puede reducirse el impacto de los daños. Entendiendo la pérdida irreparable que significaría el colapso de inmuebles pa-

Intervención

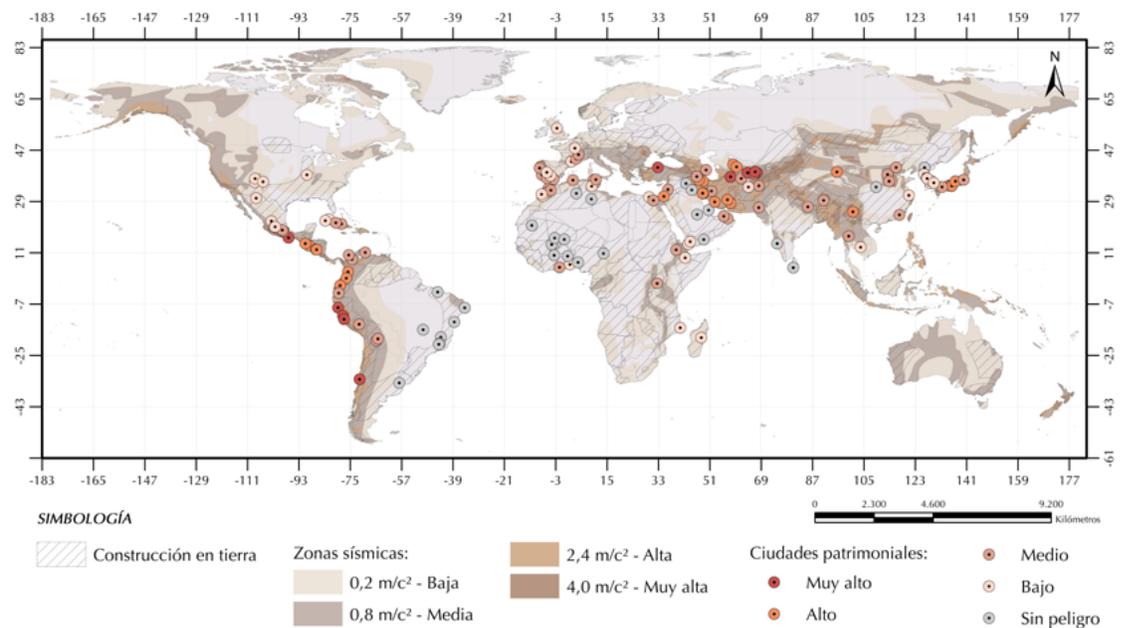
ENERO-JUNIO 2020
JANUARY-JUNE 2020

FIGURA 1. Coincidencia entre ciudades declaradas patrimonio de la humanidad, la delimitación de zonas sísmicas y aquellas con vestigios de construcción de tierra (Gráfico: Gema M. Zamora, 2019; fuentes: Neves y Faria, 2011, Brasil; Aguilar y Quezada, 2017, Ecuador).

trimoniales en un evento sísmico, en una sólida sociedad globalizada donde las vivencias y el aprendizaje posterior a un terremoto se replican por distintos medios, omitir los procesos de gestión de riesgo no puede justificarse; más bien, deben considerarse como la herramienta fundamental para la prevención. Estos métodos se establecen a partir de normativas en Ecuador, como la *Guía de medidas preventivas para los bienes culturales patrimoniales ante la amenaza sísmica* (Instituto Nacional de Patrimonio Cultural [INPC], 2011) así como por medio de documentación internacional, como la *Carta de Nueva Delhi* (Consejo Internacional de Monumentos y Sitios [ICOMOS], 2007), la *Declaración de Lima* (ICOMOS, 2010) y otras, además del conocimiento técnico generado en las múltiples y desafortunadas experiencias de otras regiones.

En este sentido, el analizar la potencial vulnerabilidad de inmuebles icónicos como la iglesia de El Sagrario o Catedral Vieja resulta de interés teórico, metodológico y técnico. Por tal, el reconocimiento específico de los particulares que definen dicha condición es el propósito de la presente investigación, de tal forma que se constituya como un insumo local para estudios más amplios que, en el marco de las demandas de la conservación patrimonial, abarquen desde la prevención hasta la mitigación de los posibles impactos de la actividad sísmica en iglesias.

ENERO-JUNIO 2020
JANUARY-JUNE 2020



ANTECEDENTES

Las numerosas experiencias de pérdida de patrimonio arquitectónico a causa de eventos naturales es el punto de partida de la concepción teórica en torno de la vulnerabilidad sísmica. Entendiendo la necesidad de protección y prevención para aquellos inmuebles vulnerables en zona de riesgo, y que no han tenido desde su construcción, o durante intervenciones posteriores, un proceso constructivo calculado para soportar las fuerzas sísmicas, se analiza la amenaza evidente en la región y el contexto inmediato para abrir el diálogo a nuevas y adecuadas alternativas de mitigación.

Ecuador se encuentra dentro del Cinturón de Fuego del Pacífico, por lo que su actividad sísmica es alta (Quinde y Reinoso, 2016, p. 2); tiene un historial de siete terremotos de magnitud igual o mayor a 7 M_w que han ocurrido en la costa ecuatoriana desde 1900 (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias [SNGRE], 2016, p. 2). Precisamente fue en 1906 cuando un sismo de magnitud 8.8 M_w —el más grave incidente hasta la fecha— con epicentro en el océano Pacífico se suscitó en la provincia de Esmeraldas. Para 2016 se presentó, con epicentro en Pedernales (Provincia de Manabí), otro de magnitud 7.8 M_w ponderado, según la SNGRE (2016, p. 15), como desastre de carácter nacional. Se reportaron 10 506 edificaciones afectadas en el área urbana y 8 157 edificaciones en la rural, lo que evidencia el impacto del suceso.

El INPC (2017, p. 13) de Ecuador expone que 53 de 284 bienes patrimoniales se afectaron y posteriormente se demolieron en Manabí, mientras que 35 más se encuentran con grado de afectación alto.

Sin importar la cantidad, la pérdida de inmuebles patrimoniales representa que las nuevas generaciones estarán excluidas de conocer aquellos valores históricos, artísticos y principalmente de antigüedad que aquella arquitectura ostentaba como muestra tangible de una época distinta. Por ello, el presente documento analiza la vulnerabilidad sísmica de la iglesia de El Sagrario, inmueble de tierra, mediante la observación *in situ* y un ejercicio de valoración técnica inicial; de esta manera, se corrobora la necesidad de elaborar un proyecto de intervención de refuerzo estructural que mitigue las sollicitaciones de las actividades telúricas.

METODOLOGÍA

El desarrollo de la investigación tiene una estructura metodológica que inicia con revisión bibliográfica, se amplía con el estudio de los mecanismos de colapso que se presentaron en inmuebles

Intervención

ENERO-JUNIO 2020
JANUARY-JUNE 2020



de carácter religioso tipo iglesia en los casos particulares de los terremotos de 2007 en Perú y de 2010 en Chile, para culminar en la extrapolación de conocimientos y experiencias sobre la pérdida del patrimonio construido, marcando la posibilidad de presentarse situaciones análogas tanto en el caso de estudio como en obras semejantes.

El proceso se fundamenta en la importancia de generar conocimiento para la identificación de inmuebles patrimoniales con probable comportamiento deficiente ante sismos, no sólo desde la vulnerabilidad del sistema constructivo sino también desde los elementos que acentúan y catalizan los mecanismos del daño. Para el análisis de esto último se recurre a la metodología italiana propuesta en el documento *Linee guida per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni*¹ (MIBAC, 2006, p. 61). Éste describe nueve macroelementos y veintiocho mecanismos de daños en el caso concreto de inmuebles tipo iglesia (Figura 2), cada uno



FIGURA 2. Macroelementos y mecanismos de daño en inmuebles de carácter religioso tipo Iglesia (Gráfico: Gema M. Zamora, 2019; cortesía: *Ministero per i Beni e le Attività Culturali* [MIBAC], Italia).

¹ Español: *Directrices para la evaluación y reducción del riesgo sísmico del patrimonio cultural con referencia a las normas técnicas para edificios* (Traducción de las autoras).

Intervención

ENERO-JUNIO 2020
JANUARY-JUNE 2020



de los cuales despliega indicadores de vulnerabilidad, elementos de protección sísmica y daños previos y posteriores al fenómeno natural que, mediante un cálculo estadístico, define un índice de vulnerabilidad y de daño sísmico.

Con el planteamiento del objeto y el desarrollo riguroso de la investigación para dicho fin, en inmuebles afectados por los terremotos de Perú y Chile se aplica la metodología del *Ministero per i Beni e le Attività Culturali* (MIBAC) (2006, p. 2) desde un enfoque general y estrictamente visual, con el cual se determina y analiza el patrón de daños ocurridos en este tipo edificatorio. Con la información obtenida y procesada se puntualizan, por medio de un modelo didáctico, los problemas estructurales y espaciales que pueden ser determinantes en el comportamiento de la iglesia de El Sagrario al presentarse un movimiento telúrico de alta intensidad. Adicionalmente, se plantean consideraciones generales para proteger el patrimonio de tierra ante estos fenómenos.

Finalmente, se ha de mencionar que lo presentado es la etapa introductoria y de identificación del problema de una investigación multidisciplinar mayor sobre la vulnerabilidad del patrimonio construido, las estrategias de refuerzo con fibras vegetales (carrizo o *Arundo donax*) para la mitigación de los daños ante acciones sísmicas y la metodología para que la intervención responda a los criterios de conservación patrimonial: mínima intervención, reversibilidad, compatibilidad y autenticidad recogidos históricamente en la documentación internacional, y adoptada por la disciplina.

Contexto normativo internacional y proyección nacional

Es indudable la necesidad de normas, estatutos y reglamentos que marquen directrices para la protección del patrimonio inmueble ante sismos, por lo que numerosas cartas internacionales, como la ya citada de Nueva Delhi, y las declaraciones de Quebec, Seúl, Asís, Kyoto, Kobe, Lima y Radenci hacen referencia a dicha exigencia mediante el abordaje de aspectos de política gubernamental, acciones preventivas, colectividad internacional, financiamiento y formación de comunidad (Figura 3). Además, contribuyen con criterios de intervención, soluciones, propuestas y llamados de atención a la comunidad, de expertos o no, sobre el cuidado y las acciones preventivas en estos bienes para que sean protegidos en la medida de lo posible. La primera vez que se habló sobre “el patrimonio en peligro” fue en la Convención para la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural (UNESCO, 1972, p. 11) reali-

Intervención

ENERO-JUNIO 2020
JANUARY-JUNE 2020

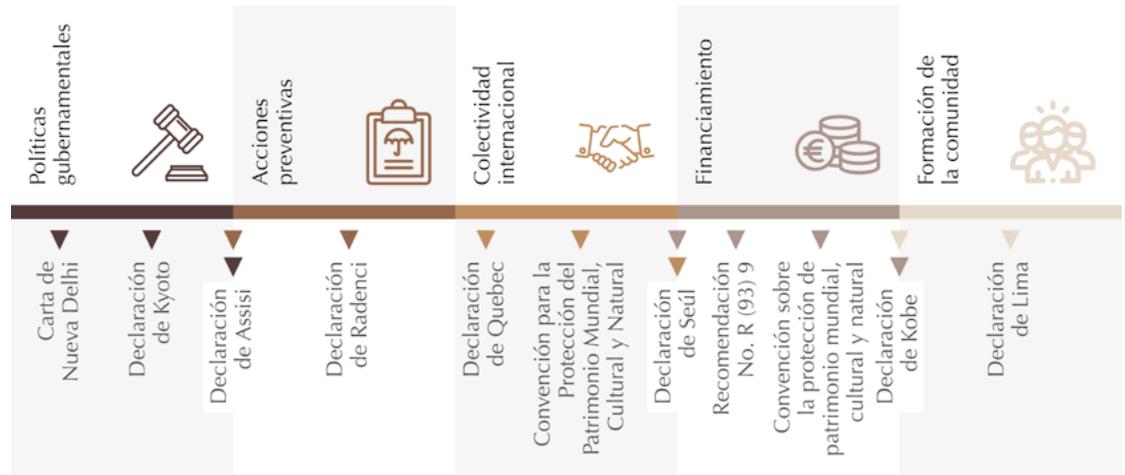


FIGURA 3. Contexto normativo internacional sobre conservación y gestión de riesgo en el patrimonio (Gráfico: Gema M. Zamora, 2019).

Es de conocimiento público que los proyectos de intervención para la recuperación de bienes inmuebles antes de un sismo requieren inversión alta, y cuando el evento ocurre, el presupuesto puede aumentar. Una de las mejores estrategias de mitigación es la participación colectiva internacional. La Convención para la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural (UNESCO, 1972, p. 1) expresa que es asunto internacional participar en la protección del patrimonio; declaraciones como la ya mencionada de Quebec (ICOMOS, 1996, p. 129) proponen liderar y crear instituciones con modelos de preparación de valor e interés que incentiven a los demás grupos del patrimonio a unirse en redes; concuerda con este concepto la Declaración de Seúl (Comité Internacional del Escudo Azul [ICBS], 2011, p. 2), que expone el término *alianzas*, esta vez con la participación permanente de las organizaciones fundadoras del ICBS.

Las políticas gubernamentales se relacionan permanentemente con la colectividad internacional, porque gracias a ésta se asientan y crean en los territorios que apoyan el cuidado de los bienes patrimoniales. La Declaración de Asís (ICOMOS, 1998, p. 151) aporta uno de los criterios más precisos, al indicar que: “Cuando los riesgos naturales ponen en peligro monumentos, sitios o paisajes patrimo-

Intervención

ENERO-JUNIO 2020
 JANUARY-JUNE 2020



niales, las acciones preventivas representan la mejor política para la salvaguardia del patrimonio cultural”.

Por su parte, la Resolución de Nueva Delhi (UNESCO, 2007, p. 2) agrega el componente de procesos y expresa que el impacto de los fenómenos naturales que sufrirá el patrimonio sólo se podrá reducir con procesos y políticas institucionales; la Declaración de Kyoto (ICOMOS, 2005, p. 2) indica que las políticas nacionales gubernamentales son importantes, pero que de nada sirven si no tienen un enfoque integral de prevención de desastres en relación con los bienes culturales, las zonas históricas y sus entornos. Además, considera que uno de los segmentos más complejos de involucrar es el de los gobiernos nacionales en cuanto a inculcar, planificar y, desde luego, ejecutar acciones preventivas para el patrimonio ante riesgos naturales. No obstante, estrategias como ésta si bien proveen recursos para la protección del patrimonio, como políticas gubernamentales y financiamiento, reporta problemas de aplicación.

La Declaración de Kobe (UNESCO, 1997, p. 137) llama Fondo Fiduciario Internacional al método de soporte para las intervenciones de patrimonio en emergencia; por su parte, la Declaración de Seúl (ICBS, 2011, p. 3) lo nombra Fondo de Auxilio Cultural Inmediato. Sin importar cómo se determinen esos fondos, cumplen el mismo objeto. En cuanto al financiamiento, la Recomendación No. R (93)9 del Comité de Ministros del Consejo de Europa (1993, p. 3) indica que los recursos deben ser los adecuados, pero sobre todo se debe tener rápido acceso a ellos para mantenimiento; es decir, se tienen que priorizar aquellos destinados a la prevención. Por otra parte, es de interés el contraste planteado en la Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural (UNESCO, 2006, p. 13), al indicar que: “A menudo se pueden evitar o mitigar las peores consecuencias de los fenómenos naturales o de origen humano si todos los interesados están preparados para actuar de acuerdo con planes bien concebidos de reducción de riesgos”. De esta manera, hace referencia a que todos los ámbitos de la población deben fortalecer desde sus papeles y tareas los planes de emergencia planteados en los presupuestos nacionales, asegurando, con ello, una respuesta efectiva ante el fenómeno telúrico.

De la misma forma, las declaraciones de Kobe (UNESCO, 1997, p. 127) y de Lima (ICOMOS, 2010, p. 19) expresan enunciados sobre la educación y la formación de la comunidad en aspectos del patrimonio arquitectónico: la primera, sobre la importancia de que la comunidad esté al tanto de los marcos institucionales y actividades de socorro en los ámbitos del patrimonio cultural, y la preparación para casos de desastre, inicialmente en los sistemas educativos existen-

Intervención

ENERO-JUNIO 2020
JANUARY-JUNE 2020



tes, incluidas las redes universitarias; la segunda, por su parte, incide, mediante la educación y la organización de cursos de actualización, seminarios y actividades semejantes, en la conservación del patrimonio logrado. Recalca, asimismo, que la academia desempeña un papel fundamental, si se incluyen estudios sobre patrimonio cultural y turismo para el desarrollo sostenible de los asentamientos.

Por otra parte, acerca de las acciones preventivas se señala que no se puede pensar en recuperar el patrimonio destruido sin antes planificar y tomar acción para la preservación y mitigación de daños a causa de eventualidades telúricas. Ese tipo de acciones se recomiendan ampliamente en diversas cartas internacionales, pero son pocas las que proponen quehaceres contundentes. La Declaración de Asís (ICOMOS, 1998, p. 152) es un amplio repertorio argumental dedicado a las víctimas del terremoto ocasionado en la ciudad, y propone alternativas sobre cómo actuar antes, durante y después de una catástrofe; la de Radenci (ICBS, 1998, p. 1) destaca por las puntuales alternativas aplicables para evitar la pérdida o el daño del patrimonio cultural mediante estrategias para “[...] evaluar y reducir el riesgo, mejorar la capacidad de respuesta, garantizar la cooperación de todas las partes interesadas en la gestión de la situación de emergencia local, nacional e internacional”.

En el análisis del contexto inmediato se evidencia que en la realidad actual del país existen contadas acciones legislativas que desarrollen iniciativas para la protección de patrimonio ante riesgos naturales. La más importante, la Constitución de la República del Ecuador, fundamenta que preservar, mantener y salvaguardar los inmuebles patrimoniales es competencia municipal (Asamblea Constituyente, 2008a) y, principalmente, del Estado (2008b), ante lo cual no puntualiza leyes que verdaderamente definan acciones ante catástrofes naturales (Figura 4); la sección novena sobre gestión de riesgo analiza que las funciones principales del sistema nacional es la identificación de los riesgos y la democratización de la información oportuna para gestionar de forma correcta aquellos que sean probables. De igual forma, la *Guía de medidas preventivas para los bienes culturales patrimoniales ante la amenaza sísmica* elaborada por el INPC ofrece una justificada aseveración sobre los bienes culturales patrimoniales del Ecuador: “El detrimento y desaparición equivalen a vulnerar los Derechos Culturales de la población que los alberga” (INPC, 2011, p. 12); estipula respecto de ellos que puede considerarse agresión, si se omite la adecuada protección de los inmuebles patrimoniales.

Entre las acciones preventivas que desglosa la guía mencionada (INPC, 2011, p. 32) se propone la intervención en los monumentos

Intervención

ENERO-JUNIO 2020
JANUARY-JUNE 2020

FIGURA 4. Contexto normativo nacional sobre conservación y gestión de riesgo en el patrimonio (Gráfico: Gema M. Zamora, 2019).

históricos con problemática específica de acuerdo con su tipología arquitectónica y constructiva, principalmente en las estructuras de adobe o madera, y se recalca la vulnerabilidad en este tipo de edificaciones.

De acuerdo con Aguirre, Sanz y Vela (2018, p. 1344), en la ciudad de Cuenca los sismos no presentan impactos físicos apreciables desde el punto de vista de la matriz de Leopold y matrices asociadas,² pero deben tomarse en cuenta como probabilidad; asimismo, hacen hincapié en que mediante el método ABC³ y los parámetros de frecuencia del evento y la acción en el bien, se puede determinar que los sismos pueden alcanzar niveles críticos, donde la evaluación de daños corresponderían de potenciales a catastróficos y extremos.

Afortunadamente, Cuenca aún no ha sido afectada por un terremoto en los últimos 100 años, lo cual no quiere decir que no pueda ocurrir; según mapas de amenaza sísmica para la región

² Se trata de un método de evaluación de impacto ambiental compuesto por tres segmentos, cada uno asociado a una matriz de doble entrada. En el primero se identifican las interacciones existentes o no entre el objeto y el medio a través de la matriz de interacciones; en el segundo se jerarquizan los factores de impacto del medio según su capacidad de incidir. Finalmente, se cuantifican las interacciones conforme una escala cuantitativa y cualitativa predeterminada (entre irrelevante y crítico, y 0 y 100), por medio de la matriz de Leopold. Para ampliar la aplicabilidad del método, véase Aguirre Ullauri et al. (2018).

³ Hace referencia a la propuesta metodológica para la gestión del riesgo, la cual se basa en la aplicación de evaluaciones de riesgos a una decisión. La distinción con la gestión de riesgos es sólo una cuestión de grado. La metodología incluye las fases de establecimiento del contexto, identificación, análisis y evaluación de riesgos, y tratamiento de las causas de éstos. Toma principios orientadores de las normas ISO 31000:2009 e ISO 73:2009. Para ampliar la aplicabilidad del método, *consúltese* Gobierno de Canadá, Instituto Canadiense de Conservación (ICC) e ICCROM (2016).

Intervención

ENERO-JUNIO 2020
JANUARY-JUNE 2020



austral desarrollados por la Red Sísmica del Austro (RSA, Ecuador), se evidencia que esta ciudad posee una aceleración máxima en roca de 0.25 g analizado en un periodo de retorno de 475 años, por lo que se determina que es una ciudad de alta amenaza sísmica (Jiménez, Cabrera, Sánchez y Avilés, 2018, p. 9). Por lo tanto, su patrimonio edificado es altamente vulnerable a dicho peligro.

La construcción de tierra y la iglesia de El Sagrario

Desde la antigüedad, por la necesidad de refugio, el ser humano ha utilizado instintivamente los materiales a su alcance. Con ellos edifica en primera instancia la vivienda; posteriormente, y por la exigencia de urbanidad, todo tipo de construcciones. La naturaleza es proveedora de un sinnúmero de materiales (Hernández, 2013, p. 10), entre ellos, la tierra, que con el pasar de los años y la retroalimentación del conocimiento empírico ha podido perfeccionarse en la técnica para su uso en obra.

Como la tierra es la materia prima más abundante en el mundo (Hernández, 2013, p. 10), desde el año 8000 a.C. varias civilizaciones y culturas han hecho uso de ésta. Los primeros vestigios encontrados en Sudamérica son de 500 a.C.; desde aquella época hasta la actualidad, más de un tercio de la humanidad habita en viviendas de tierra (Minke, 2014, p. 13).

En 2010 en Ecuador, según el Censo de Población y Vivienda realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, Ecuador), 212 934 inmuebles (5.68% del total) son de adobe o tapial. A esto se debe acotar que existe un importante patrimonio urbano-arquitectónico edificado tradicionalmente en tierra cruda (Lara, 2017, p. 32). Específicamente expone respecto del Centro Histórico de la ciudad de Cuenca, donde la mayoría de sus edificaciones patrimoniales están construidas con adobe (Achig, Zúñiga, Van Balen y Abad 2013, p. 78), que según el inventario realizado por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Cuenca (GAD, 2010a), 43.2% tiene fachadas de este material, mientras que 18.2% lo tiene como estructura de tipo muro (Figura 5).

La construcción en adobe es accesible por su bajo costo y porque generalmente no necesita involucrar personal calificado; más bien lo elaboran los interesados con una técnica constructiva tradicional simple (Blondet et al., 2003, p. 6). En la sencillez del sistema constructivo, del atractivo estilo vernáculo y del conocimiento artesanal recae su protección y conservación como patrimonio cultural material e inmaterial.

Intervención

ENERO-JUNIO 2020
JANUARY-JUNE 2020

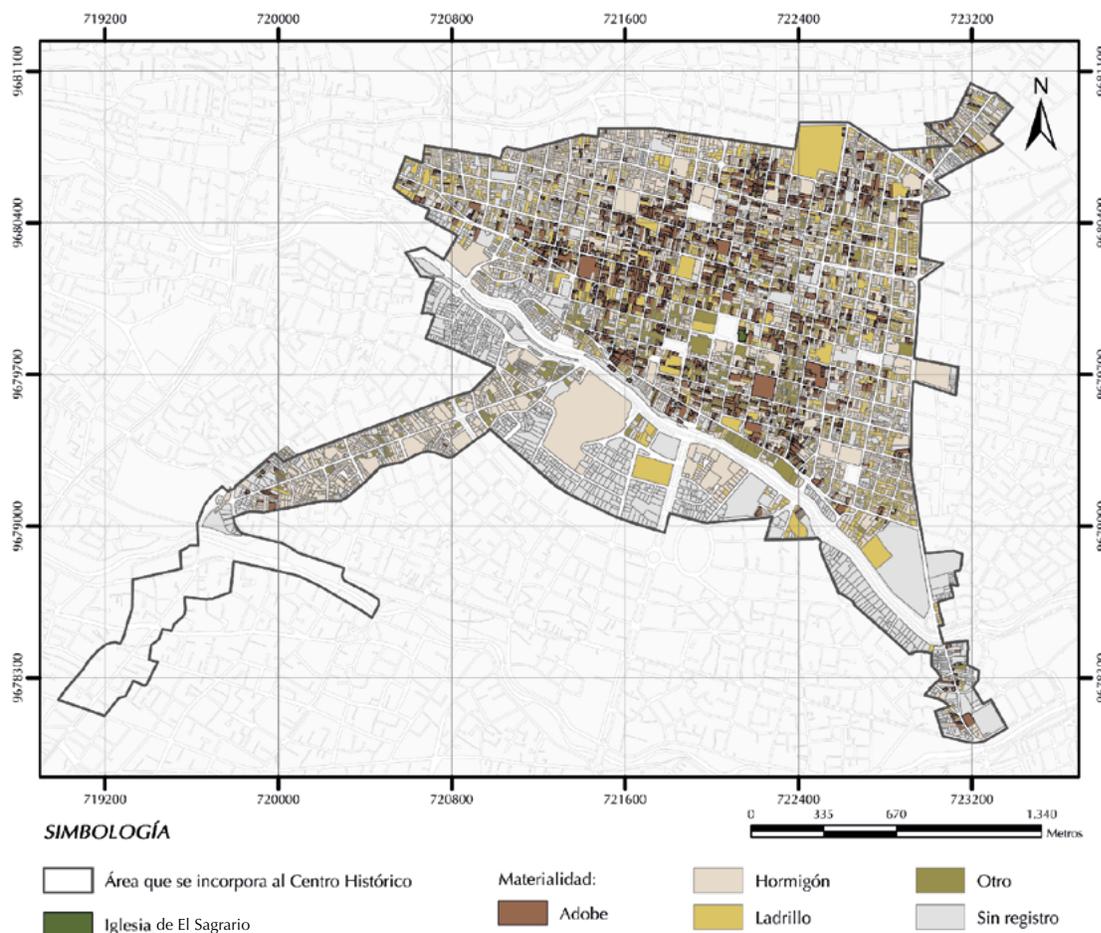


FIGURA 5. Materialidad de edificaciones patrimoniales en la ciudad de Cuenca (Gráfico: Gema M. Zamora, 2019; fuente: Aguilar y Quezada, 2017, Ecuador).

En la *Guía metodológica para salvaguardia del patrimonio cultural inmaterial* propuesta por el INPC (2013, p. 31) se manifiesta que las técnicas constructivas tradicionales, como los procesos con barro crudo, ya sea adobe, bajareque o tapial, se consideran patrimonio de la nación. Luis F. Guerrero (2007, p. 182) detalla que las obras arquitectónicas de tierra se dan gracias a la transmisión oral del conocimiento de origen popular como saber tradicional, asimilado y aprendido mediante experiencias vivenciales de una generación a otra, rara vez documentado y, por lo tanto, limitado en difusión. Por ende, al recibir influencias externas, sufre alteraciones.

Es así como la protección y conservación del patrimonio construido con tierra conlleva la valorización del elemento arquitectónico, además del conocimiento involucrado para que se edifique con determinadas características y parámetros. Por ello, velar por el

Intervención

ENERO-JUNIO 2020
JANUARY-JUNE 2020

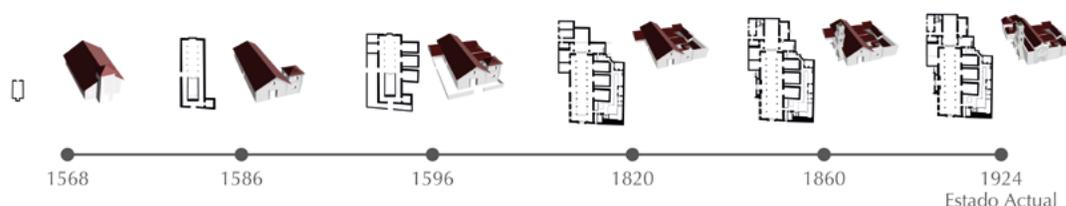


FIGURA 6. Cronología constructiva del caso de estudio (Gráfico: Gema M. Zamora, 2019; fuente: Muñoz y Lloret, 2006, Ecuador).

Las modificaciones en el tiempo involucraron el uso tanto de distintos materiales como de técnicas mixtas; las paredes se construyeron en adobe y la torre del campanario en ladrillo con acabados de azulejos verdes esmaltados (Urgilés, 2009, p. 98); los cimientos en piedra y los pilares de la nave central, en madera. Las mejoras en el inmueble se relegaron con la construcción de un nuevo hito urbano, la Catedral de la Inmaculada Concepción o Catedral Nueva, lo que derivó en que el poco mantenimiento y la inherente degradación de la Catedral Vieja persuadiera de su inhabilitación hacia 1981.

No obstante, después de seis años en trabajos de restauración, finalmente en 2005 abrió sus puertas al público como Museo de Arte Religioso y Centro Cultural. Obtiene valor no sólo por su arquitectura sino también por las pinturas, esculturas y los bienes muebles que se encuentran en su interior.

Según la *Ordenanza para la gestión y conservación de las áreas históricas y patrimoniales del cantón Cuenca* (GAD, 2010b), la iglesia de El Sagrario es una edificación de valor emergente (E), por sus características estéticas, históricas y de especial significado para la comunidad. Además, cumple un papel excepcional en el

Intervención

ENERO-JUNIO 2020
JANUARY-JUNE 2020



tejido urbano, por lo que la misma ordenanza determina que este tipo de edificaciones sólo pueden ser conservadas y restauradas.

Actualmente la iglesia de El Sagrario posee mantenimiento elemental esporádico y, en general, se encuentra en buen estado de conservación; esta aseveración influye, pero no determina los aspectos que lo clasifican como vulnerable ante acciones sísmicas. Es necesario resaltar que en el caso de estudio no se han desarrollado programas o proyectos para la mitigación del riesgo sísmico, por lo que la investigación representa el procesamiento de los insumos para posteriores estrategias dirigidas.

VULNERABILIDAD ANTE FENÓMENOS SÍSMICOS

El Cinturón de fuego, región en la que se encuentra América Latina y el Caribe es una zona altamente sísmica, con gran número de bienes del patrimonio mundial cultural (ICOMOS, 2010, p. 17), y por sus raíces prehispánicas muchos de éstos se construyeron con base en tierra. Si bien es cierto que la mayor parte de los centros históricos edificados en este sistema tradicional se mantienen en pie, desafortunadas experiencias han demostrado que son vulnerables a los terremotos de magnitudes intermedias o altas (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica [AIS], 2010, p. 12). Si existen pérdidas irreparables del patrimonio inmueble de tierra, las cuales se han documentado y analizado para prevenir y mitigar el riesgo de aquellos que aún no sufren un fenómeno sísmico, ¿existe justificación para la pérdida del patrimonio por terremotos y eventos similares? De forma acertada, Tyabji y demás panelistas que participaron en la Declaración de Kyoto exponen que: “El patrimonio cultural representa el conocimiento acumulado en la prevención de desastres basado en experiencias pasadas y prácticas tradicionales” (ICOMOS, 2005, p. 2). Además, también recalcan la importancia de la investigación junto con la ciencia y la tecnología moderna.

La *Gestión del riesgo de desastre para el patrimonio mundial* (UNESCO, Centro Internacional de Estudios para la Conservación y Restauración de los Bienes Culturales [ICCROM], ICOMOS y Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [UICN, por sus siglas en inglés], 2014, p. 27) propone que, para reducir la posibilidad de la pérdida de los inmuebles es necesario analizar los factores que la causan; en ello se encuentran: las amenazas primarias, que conllevan consecuencias catastróficas (un claro ejemplo son los terremotos). Las amenazas secundarias se presentan como factores anexos que afectan al inmueble, como las lesiones patológicas. Por otra parte, la vulnerabilidad se contextualiza en

Intervención

ENERO-JUNIO 2020
JANUARY-JUNE 2020



una cualidad inherente de la edificación que adquiere a partir del sistema constructivo y la configuración arquitectónica, que, en el caso de estudio, se asocia con la construcción de tierra cruda, la irregularidad en planta y la esbeltez del campanario.

En cuanto al riesgo, es el grado de daño o pérdida que puede sufrir un elemento cuando se presenta un peligro como amenaza primaria (Comité de Ministros del Consejo de Europa, 1993, p. 2); con ello, un fenómeno sísmico se puede evaluar conforme a tres criterios: probabilidad, gravedad y consecuencias o pérdidas de valor (UNESCO et al., 2014). Por lo tanto, el patrimonio arquitectónico ubicado en centros históricos considerados Patrimonio Cultural de la Humanidad y en zona sísmica, posee grado de riesgo alto porque, aunque su probabilidad sea baja, su gravedad es potencialmente catastrófica: afecta no sólo a las edificaciones con carácter artístico y cultural sino también a las viviendas y a la población en general. La más cercana ejemplificación en este contexto es el Centro Histórico de Cuenca.

Los estudios realizados por Arteaga (2016), Quinde y Reinoso (2016), Bustos (2010) y otros investigadores sobre el peligro y la amenaza sísmica de la urbe azuaya concuerdan en que la falla de Girón es la principal⁴ (Figura 7), puesto que con 200 km cruza la provincia del Azuay, Cañar y Chimborazo, llegando a causar daños incalculables si se llegara a suscitar un fenómeno telúrico. Por ello no se olvida que se le adjudica en 1913 un sismo que provocó el colapso de varias edificaciones en las provincias de Loja, el Oro y Azuay, en especial en parroquias como San Felipe de Molleturo del cantón Cuenca y Jesús María del cantón Naranjal.

Las edificaciones de adobe y sistemas constructivos similares son características del Centro Histórico de la ciudad de Cuenca. Esos inmuebles poseen una tipología constructiva particular con irregularidad en planta, anchos muros de adobe, vanos de dimensiones y separaciones inadecuadas, cubiertas pesadas, entre otros aspectos que los hace propensos y vulnerables a sismos; “frecuentemente la edad de estas edificaciones y el deterioro de las propiedades mecánicas de sus materiales hacen que en caso de un terremoto su capacidad de soporte sea mínima” (AIS, 2010, p. 42). Esta misma vulnerabilidad se evidencia sin reparo en las ciudades patrimoniales de Perú (7.9 M_w en 2007), Guatemala (7.4 M_w en 2012) y México (8.4 M_w en 2017), donde se perdieron respectivamente 595, 165 y 200 inmuebles patrimoniales registrados

⁴ Esta falla cruza la ciudad desde el suroeste al noreste, y en su desarrollo involucra zonas consolidadas, entre ellas, la incorporada al centro histórico, a 1.54 km de la iglesia de El Sagrario.

Intervención

ENERO-JUNIO 2020
JANUARY-JUNE 2020

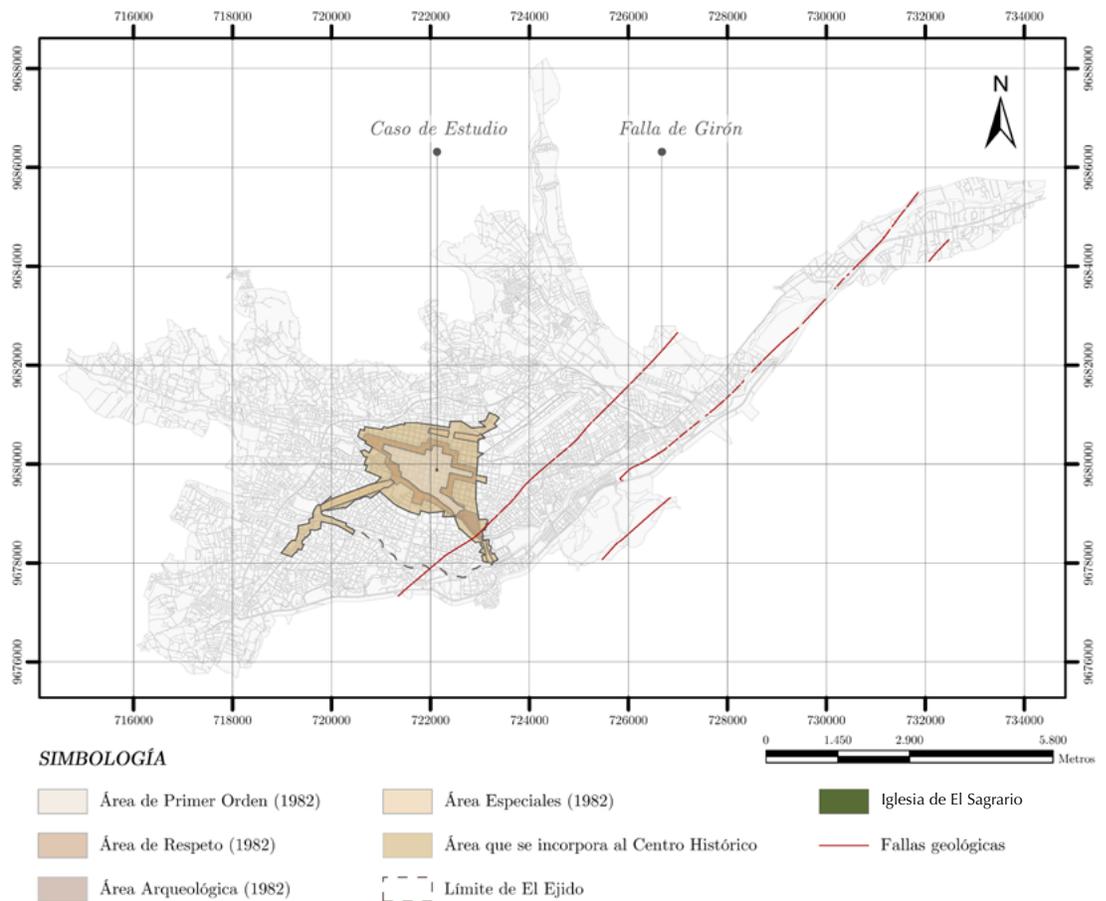


FIGURA 7. Amenaza sísmica en la ciudad de Cuenca (Gráfico: Gema M. Zamora, 2019; cortesía: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda [MIDUVI] y Cámara de la Industria de la Construcción [Camicon], Ecuador).

de época colonial y republicana, que tuvieron que demolerse días después de la catástrofe (Palma, 2015, p. 92).

Por experiencia, la AIS (2010, p. 12) expresa que, si se conocen a plenitud las propiedades mecánicas de las edificaciones basadas en sistemas constructivos de tierra, además de las diferentes alternativas de rehabilitación, se facilita la selección de métodos adecuados para integrar los criterios de seguridad y prevención en la conservación del patrimonio.

Las normativas sobre la construcción de tierra son un marco legislativo contemporáneo que protege a las nuevas edificaciones de fallas estructurales inherentes al sistema constructivo; desafortunadamente, las obras levantadas en adobe son más antiguas que estos preceptos y, por su característica artesanal, muchas incumplen los requerimientos básicos (Figura 8) para hacer frente a un terremoto y a sus consecuencias.

Intervención

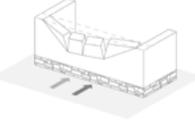
ENERO-JUNIO 2020
JANUARY-JUNE 2020

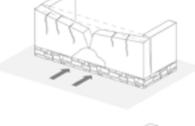


- 

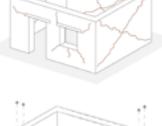
▶ Regularidad en planta
- 

▶ Correcta distribución de muros y contrafuertes
- 

▶ Ancho entre vanos y esquinas a distancias adecuadas
- 

▶ Muros con refuerzos intermedios
- 

▶ Correcta conexión en el encuentro de los muros
- 

▶ Correcto confinamiento de esquinas en muros
- 

▶ Entrepisos y cubiertas sin carga adicional
- 

▶ Muros sin deformaciones o pérdida de verticalidad
- 

▶ Correcta conexión de muros entre plantas baja y alta
- 

▶ Adecuada distribución de apoyos de estructura de cubierta en muros
- 

▶ Mantenimiento periódico y resane de lesiones antiguas

FIGURA 8. Daños comunes en construcciones en tierra a causa de movimiento telúrico y requerimientos básicos para evitarlos (Gráfico: Gema M. Zamora, 2019; cortesía: Minke, Alemania; Yamín Lacouture, Colombia; Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica [AIS], Colombia).

ENERO-JUNIO 2020
JANUARY-JUNE 2020



RESULTADOS

La amenaza sísmica, la vulnerabilidad de las construcciones y la importancia de conservación describen el riesgo latente. Pese a que, debido a las constantes experiencias de destrucción y reconstrucción, existen ciudades patrimoniales que han construido una cultura sísmica a lo largo de los años, están inmersas tanto en tales peligros como en la busca incansable de soluciones para mitigar los daños en estructuras patrimoniales. Como evidencia de ello, se analizan los casos de terremotos de alta intensidad suscitados en Pisco (Perú) (8.0 M_w) y Maule (Chile) (8.8 M_w), registrados como los fenómenos sísmicos con mayor pérdida del patrimonio de tierra, lo que muestra la fragilidad de esos sistemas y la importancia de protegerlos.

El terremoto en Perú ocurrió el 15 de agosto de 2007 y es de notable relevancia, al presentar la mayor tasa de mortalidad desde el terremoto del año 1970 (Barreau y Peña, 2010, p. 21), con cifras alarmantes debido al colapso de inmuebles vernáculos y patrimoniales (Cancino, 2009, p. 1); llegó a ser **VIII Gravemente Dañado** por su magnitud de 8.0 M_w y profundidad de 39 km, que afectó a varias ciudades de Perú, como Pisco, Ica, Cañete y Chincha.

La evaluación posterior al desastre puso en evidencia que los inmuebles de adobe y con sistemas constructivos similares, como la quincha o bajareque, presentaron mayores y considerables daños, llegando incluso al colapso generalizado de viviendas, iglesias y otros monumentos con muchos años de antigüedad (Tavera, Bernal y Salas 2007, p. 8; Blondet, Vargas y Tarque 2011, p. 44; Valcárcel, 2013, p. 24).

Este terremoto se ha revisado para obtener las respuestas ante la prevención y conservación del patrimonio de tierra emplazado en zona sísmica, y es en ese contexto donde se comprueba que las iglesias son incluso más vulnerables que cualquier otra tipología arquitectónica debido a sus esbeltos muros en amplias naves, plantas irregulares con capillas laterales anexas, estructuras de cubiertas frágiles, altas torres con comportamiento individual y diferenciado a la estructura de la nave (Cancino, 2009, p. 30). En adición a esto, se recalca el poco mantenimiento que registran estos inmuebles incluso después de suscitarse un fenómeno natural.

El impacto sísmico acumulado se evidenció con claridad al analizar el colapso de diferentes inmuebles, como: la iglesia de Coayllo (1594), que se encontraba realmente perjudicada por sismos anteriores sin que ninguna de aquellas lesiones se hubiera reparado con oportunidad, lo que acentuó las amplias deformaciones en la nave central y el vuelco de la fachada. Por otra parte, la iglesia

Intervención

ENERO-JUNIO 2020
JANUARY-JUNE 2020



de Chilca (1674) presentó intervenciones ineficientes con concreto para reparar daños ocasionados por acciones sísmicas anteriores, lo que, evidentemente, modificó el comportamiento sísmico y ocasionó daños en la torre del campanario, agrietamiento en la cúpula, fractura en la bóveda de la nave central y demás. La iglesia de San Javier de Ingenio (1746), por su lado, presentó colapso parcial de la bóveda y los arcos desde los terremotos de 1940 y 1942, que tampoco se repararon en su momento, por lo que el movimiento telúrico suscitado en 2007 agravó la situación fracturando completamente la bóveda y ocasionando el vuelco del muro de la fachada (Cancino, 2009, pp. 40-61). En el análisis y comparación de daños se presenta un patrón que describe el comportamiento de este tipo de inmuebles ante acciones sísmicas de acuerdo con los mecanismos de daños involucrados (Figura 9).

Mecanismos de daño			Iglesia de Huaytará (Siglo XV)	Iglesia de Coayilo (1594)	Iglesia de Chilca (1674)	Iglesia de Guadalupe (Siglo XVII)	Iglesia del Carmen (1743)	Iglesia de la Hacienda San José (1744)	Iglesia de San Javier de Ingenio (1746)	Catedral de Ica (1759)
1	1	Agrietamiento en cúpula y tambor			X	X		X	X	X
	2	Torción en linterna de cúpula			X					
2	4	Fractura en torre de campanario	X		X	X	X	X		X
3	6	Vuelco de fachada		X		X		X	X	X
	7	Vuelco de frontón			X		X			X
	8	Fractura de fachada				X	X			
4	10	Fractura en elementos de techo en paredes		X	X	X		X		X
5	13	Fractura en arco triunfal			X					
7	17	Deformaciones en naves		X		X		X	X	X
	18	Mecanismos de corte en paredes laterales	X				X			
	20	Bóvedas de nave central		X	X	X		X	X	X
	21	Columnas con comportamiento individual		X	X	X			X	X

FIGURA 9. Mecanismos de daños en el patrimonio después del terremoto en Pisco. (Gráfico: Gema M. Zamora, 2019).

La situación es similar al analizar el terremoto del 27 de febrero de 2010 en Chile: este destruyó asentamientos enteros en Cobquecura, Curanipe, y se sintió en casi todo el país, debido a su gran magnitud (8.8 M_w) y profundidad (30.1 km). El epicentro fue en el lecho marino, lo que provocó no sólo estragos por causa del movimiento de tierra sino también que ocurrieran después con olas

Intervención

ENERO-JUNIO 2020
JANUARY-JUNE 2020



de hasta 30 m de altura. El sismo de Maule se posiciona como el sexto terremoto con mayor intensidad registrado por la humanidad (Consejo Nacional de la Cultura, las Artes y el Patrimonio, 2013, p. 14) y el tercero con mayores daños registrados en el país, llegando a determinarse como **IX Destructor** por el colapso masivo de viviendas, iglesias y monumentos (Saragoni, 2011, p. 50) en general.

El registro de los daños concluye que el colapso y la presencia de graves fallas estructurales de los inmuebles es directamente proporcional al material con el que se construyeron; se encontró que los porcentajes más altos de destrucción fue en aquellos de tierra, como muros de adobe o sistemas similares. Esta realidad visualiza irreparables daños en el patrimonio construido después del terremoto de 2010, al denotar que 40.7% de los inmuebles construidos en el país es de tierra. De ese porcentaje, 40.3% es de adobe, y el restante, de técnicas mixtas, como el adobillo (0.34%) y demás (0.06%) (Hernández, 2016, p. 13).

En el análisis de los daños estructurales destacan los ocasionados a inmuebles de carácter religioso debido tanto a la vulnerabilidad estudiada en el terremoto de Pisco (Perú) como incluso a las afecciones extendidas en el territorio. El patrón de daños (Figura 10) describe el mecanismo de corte en paredes laterales, el cual se evidencia como una degradación intermedia que, si bien necesita resolución inmediata, no compromete enteramente la estabilidad de la estructura. En cambio, afecciones como la fractura en los elementos de cubierta en paredes laterales de la bóveda sí provén daño grave antes del colapso y desplome, por lo que debería ser adecuadamente intervenido antes del avance de la degradación hasta niveles irreversibles. Frente a esto, autores como Hernández (2016, p. 6) señalan que gran parte de las afecciones en los inmuebles destruidos se debe a la inexistente o incorrecta intervención estructural-arquitectónica, y que incluso la falta de mantenimiento es de gran relevancia.

Desde esta perspectiva, el estudio de la vulnerabilidad sísmica es específico para las edificaciones del Centro Histórico de la ciudad de Cuenca, puesto que la mayor parte pertenece al inventario elaborado entre 1860 y 1940, si bien su origen se remonta a la Colonia y en desarrollo hasta la actualidad, y debe evaluarse de manera cualitativa (Arteaga, 2016, p. 8). La configuración de la planta arquitectónica es fundamental porque de ésta depende la estabilidad de la construcción: al ser irregular, usualmente se presentan efectos de torsión en el movimiento telúrico que provocan fisuración y desplazamiento notables, llegando en muchos casos al colapso (AIS, 2010, p. 43). Autores como Minke (2005, p. 9) ex-

Intervención

ENERO-JUNIO 2020
JANUARY-JUNE 2020



Mecanismos de daño			Iglesia La Matriz de Curió (1750)	Iglesia I. Concepción de Maipo (1776)	Parroquia San Andrés de Cruellos (1778)	Capilla N. S. Rosario de la Torina (1793)	Iglesia La Matriz (1837)	S. San Sebastián de Yumbel (1859)	Templo San Antonio de Padua (1883)	Parroq. N. S. Buena Esperanza Panimávida (1895)
2	4	Fractura en torre de campanario	X		X					
	5	Fractura de celda de campanario	X		X					
3	6	Vuelco de fachada					X			
	7	Vuelco de frontón	X							X
	8	Fractura de fachada		X		X				
	9	Falla en pórtico - nártex	X							
4	10	Fractura en elementos de techo en paredes	X	X		X	X	X		
6	14	Volcamiento del ábside o presbiterio					X			
7	17	Deformaciones en naves				X			X	
	18	Mecanismos de corte en paredes laterales			X			X		X
	19	Bóvedas de naves laterales - pasillo						X	X	
	20	Bóvedas de nave central						X		
	21	Columnas con comportamiento individual		X						
8	22	Vuelco de paredes del crucero						X		
	23	Mecanismos de corte en paredes del crucero		X						
9	26	Mecanismos de corte en muros de capilla							X	

FIGURA 10. Mecanismos de daños en el patrimonio después del terremoto en Maule. (Gráfico: Gema M. Zamora, 2019).

presan que entre más compacta sea la planta, mayor estabilidad tendrá, recalcando que la forma circular es la óptima y que la cuadrada es mejor que la rectangular; añade también que, de tener ángulos, es recomendable que sean separados para que trabajen individualmente en el momento de un sismo. Entre otras causas que acentúan el daño se mencionan: ausencia de contrafuertes, esbeltez de la torre de campanario y cúpula vulnerable, cubiertas sin cerchas, entresijos flexibles o grandes luces, ausencia de diafragmas, muros esbeltos y elementos de estabilización complementaria, dintel superficial en mampostería, vanos de dimensiones considerables, cubierta pesada y sin el adecuado arriostramiento, ausencia de refuerzo horizontal, encuentro ineficiente en esquina y ausencia de zócalo.

En esta aseveración sobre la notable vulnerabilidad inherente y el número de las edificaciones patrimoniales ubicadas en el Centro Histórico de la ciudad de Cuenca que incumplen las normas de di-

Intervención

ENERO-JUNIO 2020
JANUARY-JUNE 2020



seño estructural resistente a cargas sísmicas, se presenta el cuestionamiento: ¿el patrimonio está preparado para sobrellevar un terremoto de media-alta intensidad? Es en esta respuesta donde se entiende la urgente necesidad de un proyecto de intervención para el refuerzo de los elementos arquitectónicos más frágiles, con el fin de asegurar su comportamiento correcto durante el desarrollo de fenómenos naturales.

En el análisis realizado a la edificación en estudio se identificaron fallas típicas inherentes a la construcción de adobe, entre las que se tienen: falla por cortante debido a los altos empujes horizontales en la cubierta sin cerchas y con sobrecarga; falla por flexión perpendicular al plano del muro porque existe un muro muy largo sin restricciones transversales en la zona del presbitero y el altar (AIS, 2010, p. 57); los pilares de madera en la nave central pueden fallar desconectándose de los muros y provocando el colapso de toda la estructura; como daño menor, no estructural, el recubrimiento de estos pilares puede desprenderse (Cancino, 2009, pp. 51, 54).

Se detallan con mayor precisión las fallas estructurales que posee la iglesia de El Sagrario donde se determinan los aspectos en la morfología arquitectónica que lo clasifican como vulnerable (Figura 11). La configuración de la planta revela asimetría debido a los cuerpos anexos que se fueron incluyendo en las transformaciones del inmueble, característica perjudicial, al soportar las fuerzas externas; la ausencia de cerchas o correcta distribución de apoyo en estas estructuras puede provocar el colapso de la cubierta hacia el interior y fracturas en la zona superior de los muros; el órgano tubular en el coro, en la planta alta del inmueble representa una carga viva considerable y, por ende, perjudicial en un sismo de alta intensidad; la esbeltez del campanario y las cargas adicionales de las campanas describen un posible comportamiento individual de estos componentes causando fracturas importantes; finalmente, en adición a lo descrito en el plano temático del caso de estudio (Figura 11), se hace hincapié en la baja o nula resistencia a esfuerzos de tracción que posee el sistema constructivo de adobe.

La valoración técnica inicial culmina con el análisis de la presencia o ausencia de los mecanismos de daños determinado por el *Ministero per i Beni e le Attività Culturali* (2006, p. 2) (Figura 2), lo que muestra un bosquejo contextualizado de la posible vulnerabilidad sísmica existente en el inmueble. Se revela que 20 de los 28 mecanismos pueden activarse en un acontecimiento telúrico y, por lo mismo, poner en riesgo la pérdida de este hito en la ciudad (Figura 12).

Intervención

ENERO-JUNIO 2020
JANUARY-JUNE 2020



DESCRIPCIÓN DE FALLAS

- I La planta arquitectónica es irregular e inestable con posible torsión en un sismo.
- II La distancia entre los vanos de las ventanas es angosto.
- III El espacio arquitectónico entre el altar y el presbiterio es largo y no posee elementos de estabilización; sin regularidad en su configuración.
- IV Los pilares en la nave central están revestidos de madera con imitación de travertino rosado, los mismos que pueden desprenderse en un terremoto.
- V La Capilla consagrada a la Virgen de los Dolores posee una cubierta de madera sin cerchas ni refuerzos.
- VI La cubierta de teja es muy pesada para que la edificación la soporte.
- VII La torre del campanario es vulnerable por fuerzas horizontales por su desplazamiento e impacto contra la fachada.
- VIII La campana en la torre se encuentra incorrectamente sujeta a una intervención temporal.
- IX La cúpula en la torre del campanario puede colapsar ante el desplazamiento de su elemento de soporte.
- X El órgano ubicado en la parte superior del nartex es un bien mueble de sobrecarga para el entrepiso.
- XI Separaciones entre elementos potencialmente afectados en el impacto.

SIMBOLOGÍA

-  LUGAR SEGURO
-  LUGAR PELIGROSO
-  AMENAZA POTENCIALES

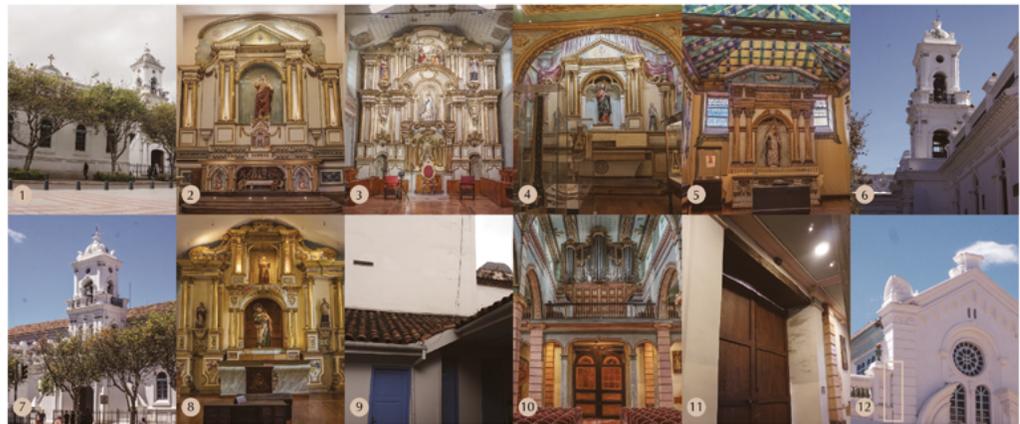
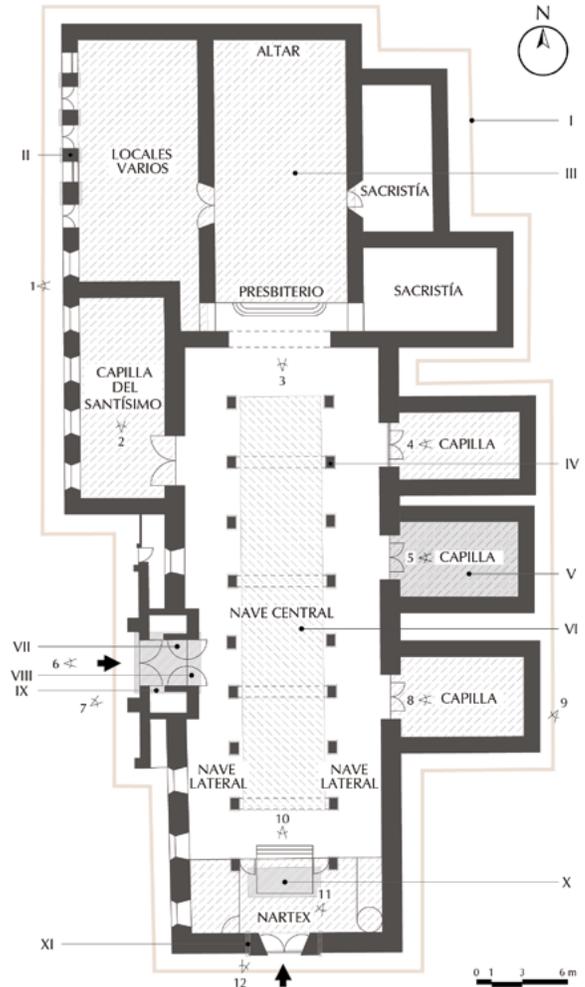


FIGURA 11. Plano temático sobre las fallas estructurales en la iglesia de El Sagrario (Fotografía: Gema Zamora, 2018; cortesía: Iglesia de El Sagrario, Ecuador).

Intervención

ENERO-JUNIO 2020
JANUARY-JUNE 2020

			Mecanismos de daño	SI	NO
Cúpula	1	1	Agrietamiento en cúpula y tambor	X	
		2	Torción en linterna de cúpula		X
Torre de campanario	2	3	Fractura en espaldañas, almenas, pináculos, estatuas, etc		X
		4	Fractura en torre de campanario	X	
		5	Fractura de celda de campanario	X	
Fachada	3	6	Vuelco de fachada	X	
		7	Vuelco de frontón	X	
		8	Fractura de fachada	X	
		9	Falla en pórtico - nártex	X	
Cubierta	4	10	Fractura en elementos de techo en paredes laterales de la nave	X	
		11	Fractura en elementos de techo en crucero		X
		12	Fractura en elementos de techo en presbiterio	X	
Arco	5	13	Fractura en arco triunfal	X	
Ábside	6	14	Volcamiento del ábside o presbiterio	X	
		15	Mecanismos de corte en ábside o presbiterio	X	
		16	Fractura en bóvedas del ábside o presbiterio		X
Naves	7	17	Deformaciones en naves	X	
		18	Mecanismos de corte en paredes laterales	X	
		19	Bóvedas de naves laterales - pasillo	X	
		20	Bóvedas de nave central	X	
		21	Columnas con comportamiento individual en Iglesias con varias naves	X	
Transepto y crucero	8	22	Vuelco de paredes del crucero		X
		23	Mecanismos de corte en paredes del crucero		X
		24	Vuelco de paredes de transepto		X
Capillas anexas	9	25	Vuelco de muros de capilla anexa	X	
		26	Mecanismos de corte en muros de capilla anexa	X	
		27	Fractura en bóvedas de capilla anexa		X
		28	Fractura en conexión de capilla anexa	X	

FIGURA 12. Mecanismos de daños en caso de estudio (Gráfico: Gema M. Zamora, 2019).

Se ha de recordar que, de ser intervenida la edificación, es necesario, según el ICCROM, que todas las mejoras y trabajos de refuerzo se documenten a plenitud y permitan se realicen revisiones a largo plazo para llevar el proceso acorde con los estándares internacionales; asimismo, estas intervenciones se deben ejecutar procurando generar un impacto mínimo en los valores patrimoniales del bien (ICOMOS, et al., 2001, p. 28). En la Declaración de Lima (ICOMOS, 2010, p. 21) también se expone que los refuerzos a estas

Intervención

ENERO-JUNIO 2020
JANUARY-JUNE 2020



edificaciones de tierra y, en general, tienen que ser compatibles con los materiales originales y su tecnología constructiva, además exige que sean reversibles. Adicionalmente, se hace hincapié en que un buen mantenimiento es el medio más efectivo para reducir la cantidad de daño potencial o pérdida (Comité de Ministros del Consejo de Europa, 1993, p. 4).

Sobre las consideraciones para la conservación, con la finalidad de prevenir la pérdida del patrimonio inmueble, el INPC (2011, p. 32) recomienda intervenir en aquellos edificios que, como la iglesia de El Sagrario, denoten inestabilidad en los apoyos y cubiertas y tengan fisuras en ambas caras (Figura 13), mayormente en los de tierra. Si el edificio tiene un amplio estado de inestabilidad, es necesario realizar apuntalamientos. A su vez, no deben estar en contacto directo con los materiales constructivos originales del inmueble; se deben revisar los empotres de las vigas en entrepisos de madera para evitar posibles deslizamientos. También se recomienda realizar un mapa de riesgo del inmueble, como el realizado en el edificio motivo del presente estudio (Figura 11), para entender a detalle los puntos frágiles del elemento edificado e intervenir correctamente en el refuerzo estructural y la mitigación de daños.



FIGURA 13. Amenazas secundarias de intervención urgente en el inmueble (Fotografía: Gema Zamora, 2018; cortesía: Aguirre Ullauri, Cajamarca Zúñiga y Zamora Cedeño, Ecuador).

En la reducción de la vulnerabilidad se detallan acciones como: el cambio de cubierta y entrepisos a sistemas más livianos para disminuir el peso; la colocación de vigas perimetrales para asegurar la continuidad del amarre de los muros, y, por último, se considera la rehabilitación con malla de acero y mortero de arena y cal que confine al muro para obtener un mejor comportamiento en un evento sísmico (AIS, 2010, p. 65). Esto último se valora por los resultados que ofrece, pero, asimismo, se cuestiona sobre la compatibilidad de la intervención en una edificación patrimonial. En este

Intervención

ENERO-JUNIO 2020
JANUARY-JUNE 2020



sentido, toda acción realizada debe respaldarse en un adecuado sistema de contingencia y, principalmente, de evaluación de riesgo antes del siniestro, priorizando las intervenciones de prevención mas no de restauración después del desastre (Palma, 2015, p. 96).

No es necesario esperar la catástrofe para intervenir de forma correcta en el patrimonio y poder salvaguardarlo. La UNESCO está dispuesta a intervenir y brindar la ayuda necesaria a los asentamientos considerados patrimonio mundial que presenten alguna emergencia, como la destrucción de su heredad por fenómenos sísmicos. Esta entidad se encarga de realizar una nueva inscripción a la Lista del Patrimonio Mundial en Peligro y difundir la noticia para ayuda internacional (UNESCO, 1972, p. 6).

Para culminar, se desea poner énfasis en *Estrategias y plan de acción de Yokohama para un mundo más seguro* (UNESCO, 1994, p. 8), al exponer que todos los actores de la sociedad necesitan exigir que la reducción de los riesgos de desastres sea una obligación prioritaria nacional y local, así como fundar y aplicar bases institucionales sólidas.

La protección del patrimonio cimienta sus bases cuando su población se apropia de éste, arraigándose en la necesidad de cuidarlo y velar por él; asimismo lo harán las autoridades pertinentes y los técnicos en restauración para dirigir el presupuesto y los recursos necesarios para intervenir de forma correcta en el patrimonio inmueble de tierra sin eliminar sus valores históricos y estéticos ni crear un falso histórico, y poder actuar en esas edificaciones tan vulnerables a fenómenos sísmicos —muy poco probables pero con un riesgo alto y catastrófico— con la seguridad de que las estrategias para la protección del patrimonio arquitectónico protegerán también la vida humana (Comité de Ministros del Consejo de Europa, 1993, p. 2).

CONCLUSIONES

Gran parte de las construcciones patrimoniales existentes en la sierra de Ecuador se encuentran construidas con tierra, y a pesar de que el país está ubicado en una zona altamente sísmica, lo que potencia el riesgo de colapso de esos bienes, se carece de un manual, instructivo o normativa particular que indique las formas adecuadas de ejecutar las intervenciones de prevención frente al riesgo. Por su parte, la escasez de investigaciones y propuestas viables en estos temas, sumada al desinterés de las entidades pertinentes, estanca el avance en la obtención de resultados concretos para la estabilización sismorresistente de los inmuebles.

Intervención

ENERO-JUNIO 2020
JANUARY-JUNE 2020



La revisión bibliográfica de casos en contextos similares apunta a la necesidad en primera instancia de una normativa, pues no contextualiza acciones totalmente replicables, por lo que el cuerpo legislativo particular deberá realizarse con base en la realidad del contexto y de las características intrínsecas en la forma de construcción de los inmuebles en el área andina ecuatoriana.

Ante esta problemática y el peligro inminente de la pérdida del patrimonio por fenómenos sísmicos, es necesario incentivar a que, desde la academia hasta el ejercicio profesional, se aporte al conocimiento científico de soluciones y prácticas de conservación, con materiales compatibles e intervenciones versátiles y reversibles, que aseguren la mitigación de las consecuencias potenciales de eventos sísmicos.

Sobre el caso de estudio, la iglesia de El Sagrario posee desde la distribución espacial fallas que pueden ser cruciales al momento de enfrentarse a un terremoto de alta intensidad, adicionado a lo cual el sistema constructivo basado en tierra no se encuentra reforzado para reducir o evitar los daños. El discernimiento de la alternativa sísmica-estructural adecuada que ha de aplicarse en este tipo de inmueble conlleva una investigación a detalle del comportamiento mecánico del muro, además del análisis de los criterios de intervención (autenticidad, reversibilidad, mínima intervención, compatibilidad) inherentes en el proceso de refuerzo, amén de recomendar que el estudio integral, si bien puede adaptarse en edificaciones similares, se replique para corroborar la efectividad antes de aplicarse en elementos de gran valor patrimonial. Se hace hincapié en que, así como este hito en la ciudad de Cuenca, muchos bienes patrimoniales en toda el área andina se encuentran en latente amenaza, sin un plan de mitigación o de acciones emergentes ante el riesgo.

Finalmente, ya que el patrimonio inmueble no puede recuperarse si colapsa, la experiencia del 16 de abril de 2016, al igual que un sinnúmero de relatos y estudios difundidos de países vecinos que han perdido su patrimonio de tierra por causas ajenas al control humano, demanda ser responsables y estrictos con su preservación, priorizando las intervenciones de estabilización sismorresistente y la generación de estudios de mitigación de sus efectos o impacto. En última instancia, no es justificable la pérdida de la historia tangible por falta de acciones concretas y oportunas.



AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los docentes de la Universidad Católica de Cuenca (UCACUE) Ecuador, Arquitecto Maestro en ciencias Jorge Toledo, e Ingeniero maestro en ciencias David Cajamarca, por sus revisiones y correcciones.

REFERENCIAS

Achig, M. C., Zúñiga, M., Van-Balen, K. y Abad, L. (2013). Sistema de registro de daños para determinar el estado constructivo en muros de adobe. *MASKANA*, 4(2), 71-84. doi: [10.18537/mskn.04.02.06](https://doi.org/10.18537/mskn.04.02.06)

Aguilar, E. D. y Quezada, R. A. (2017). *Caracterización física y mecánica del adobe en el cantón Cuenca* (Tesis de licenciatura). Universidad de Cuenca, Ecuador. Recuperada de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/28143>

Aguirre Ullauri, M. del C., Sanz Arauz, D. y Vela Cossío, F. (mayo, 2018). Los materiales en la ciudad histórica: identificación, valoración y conservación. El caso de Cuenca, Ecuador. En Universidad de Cantabria/Universidad de Extremadura (Organizadores). Trabajo presentado en *Construction Pathology, Rehabilitation Technology and Heritage Management*. REHABEND 2018 Séptimo Congreso llevado a cabo en Cáceres, España.

Aguirre Ullauri, M. del C., Solano, J. L., García, A. P., López, D. M., Carrión, P. E., Segarra, C. P. y Yamunaqué, L. L. (2018). Evaluación del impacto ambiental en la arquitectura patrimonial a través de la aplicación de la matriz de Leopold como un posible sistema de monitoreo interdisciplinar. *ASRI: Arte y Sociedad. Revista de investigación*, 14, 17-34.

Arteaga, P. A. (2016). *Estudio de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y evaluación del índice de daño de una edificación perteneciente al patrimonio central edificado en la ciudad de Cuenca-Ecuador* (Tesis de licenciatura). Universidad de Cuenca, Ecuador. Recuperada de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/26547>

Asamblea Constituyente. (2008a). *Constitución Política de la República del Ecuador, Decreto Legislativo 0, Registro Oficial 449, Art. 264, 2008.*, Montecristi, Ecuador, 28 de septiembre de 2008.

Asamblea Constituyente. (2008b). *Constitución Política de la República del Ecuador, Decreto Legislativo 0, Registro Oficial 449, Art. 379, 2008.*, Montecristi, Ecuador, 28 de septiembre de 2008.

Intervención

ENERO-JUNIO 2020
JANUARY-JUNE 2020



Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (2010). *Manual para la rehabilitación de viviendas construidas en adobe y tapia pisada*, AIS. Recuperado de http://www.hic-gs.org/content/manual_rehabilitaci%C3%B3n_casas_adobe.pdf

Barreau, P. y Peña, P. (2010). *Gestión de crisis en terremotos pasados en el Perú. Los eventos de 1746, 1940, 1966, 1970, 1974, 2001 y 2007*. Cooperacione Internazionale/Institut de Recherche pour le Développement.

Blondet, M., García, G. V. y Brzev, S. (2003). *Construcciones de adobe resistentes a los terremotos: tutor*. Recuperado de http://www.world-housing.net/wp-content/uploads/2011/06/Adobe_Tutorial_Spanish_Blondet.pdf

Blondet, M., Vargas, J., Tarque, N. y Iwaki, C. (2011). Construcción sismo-resistente en tierra: la gran experiencia contemporánea de la Pontificia Universidad Católica del Perú. *Informes de la Construcción*, 63(523), 41-50.

Bustos, J. D. (2010). *Los movimientos telúricos en la ciudad de Cuenca, estrategias de comunicación no convencionales* (Tesis de licenciatura). Universidad de Cuenca, Ecuador. Recuperada de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/1769>

Cancino, C. (2009). Patrimonio arquitectónico de tierra en la zona afectada. En *Estudio de daños a edificaciones históricas de tierra después del terremoto del 15 de agosto del 2007 en Pisco, Perú* (Informe de investigación s/n) (pp. 40-61). Recuperado de https://www.getty.edu/conservation/publications_resources/pdf_publications/pdf/damage_assess_esp.pdf

Centro Internacional de Estudios para la Conservación y Restauración de los Bienes Culturales e Instituto de Conservación Canadiense. (2016). *The ABC Method: A Risk Management Approach to the Preservation of Cultural Heritage*. Ottawa, Ontario: Canadian Conservation Institute.

Comité Internacional del Escudo Azul. (1998). Declaración de Radenci. En *Actas del Congreso Internacional sobre la Protección del Patrimonio Cultural en Situaciones de Emergencia y Situaciones Excepcionales* (pp.1-2). Radenci: Comité Internacional del Escudo Azul.

Comité Internacional del Escudo Azul. (2011). Declaración de Seúl. En *Actas del Primer Congreso Internacional Sobre la protección del Patrimonio*

Intervención

ENERO-JUNIO 2020
JANUARY-JUNE 2020



Cultural en Situaciones de Emergencia. (pp.1-2) Seúl: Comité Internacional del Escudo Azul.

Consejo de Europa y Comité de Ministros. (1993). Recomendación No. R (93)9. En *Convenio Europeo para la Protección del Patrimonio Arqueológico de Europa y de la Convención Europea sobre la Protección del Patrimonio Arqueológico* (pp. 1-12). Recuperado de <http://www.culturay-deporte.gob.es/planes-nacionales/dam/jcr:82e29b9f-21ac-4e88-81cd-20af953ca0d5/normativa-reguladora-para-la-proteccion-de-bienes-culturales-de-ambito-europeo.pdf>

Consejo Internacional de Monumentos y Sitios. (1996). Declaración de Quebec. En *Resolución de la primera cumbre canadiense sobre patrimonio cultural y preparación para desastres* (pp. 128-131). Quebec, Canadá: ICOMOS.

Consejo Internacional de Monumentos y Sitios. (1998). Declaración de Asís. En *Taller de análisis y restauración de estructuras de patrimonio arquitectónico* (pp.151-153). Asís: ICOMOS.

Consejo Internacional de Monumentos y Sitios. (2005). Declaración de Kyoto. En *Protección de bienes culturales, áreas históricas y sus escenarios de pérdidas en desastres* (p. 4). Kyoto, Japón: ICOMOS.

Consejo Internacional de Monumentos y Sitios. (2007). Carta de Nueva Delhi. En *Taller internacional sobre el impacto del cambio climático en el patrimonio cultural* (pp.1-2). Nueva Delhi: ICOMOS.

Consejo Internacional de Monumentos y Sitios. (2010). Declaración de Lima. En *Simposio Internacional "Gestión de Riesgo del Patrimonio Cultural"* (pp. 16-25). Lima: ICOMOS.

Consejo Internacional de Monumentos y Sitios, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, Centro de Patrimonio Mundial y Centro Internacional de Estudios para la Conservación y Restauración de los Bienes Culturales. (2001). Terremotos y desastres relacionados. En L. Avancini (Ed.), *Preparación ante el riesgo: un manual para el manejo del patrimonio cultural mundial* (pp. 75-96). Santo Domingo: ICOMOS/UNESCO/WHC e ICCROM.

Consejo Nacional de la Cultura, las Artes y el Patrimonio. (2013). *Reconstrucción patrimonial en Chile 2010-2012*. Santiago de Chile: Consejo Nacional de la Cultura, las Artes y el Patrimonio.

Intervención

ENERO-JUNIO 2020
JANUARY-JUNE 2020



Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres. (18 al 22 de enero, 2005). Marco de acción de Hyogo para 2005-2015: Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres. En *Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres*. Conferencia llevada a cabo en las Oficina de las Naciones Unidas para Reducción de Riesgo de Desastres (UNISDR), Kobe, Hyogo, Japón, 25.

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Cuenca. (2010a). *Actualización del inventario de las edificaciones patrimoniales del Centro Histórico de Cuenca. Base de datos del inventario a nivel de registro en formato digital*. Ecuador: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Cuenca.

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Cuenca. (2010b). *Ordenanza para la gestión y conservación de las áreas históricas y patrimoniales del cantón Cuenca*. Ecuador: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Cuenca, Ecuador.

Guerrero, L. F. (2007). Arquitectura en tierra. Hacia la recuperación de una cultura constructiva. *Apuntes. Revista de estudios sobre patrimonio cultural*, 20(2), 182-201.

Guerrero, L. F. (noviembre, 2010). *Las tecnologías tradicionales en la arquitectura actual*. Trabajo presentado en el Encuentro Preventive Conservation, Monitoring and Maintenance of Monuments and Sites (PRECOM3os). Universidad de Cuenca, Ecuador.

Hernández, F. A. (2016). *Intervención post terremoto en edificaciones de adobe con protección patrimonial* (Tesis de Maestría). Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.

Hernández, I. (2013). *Restauración de arquitectura de tierra en zonas sísmicas: el caso de Costa Rica* (Tesis de Maestría). Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2010). Censo Nacional de Población y Vivienda. Recuperado de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/base-de-datos-censo-de-poblacion-y-vivienda/>

Instituto Nacional de Patrimonio Cultural. (2011). *Guía de medidas preventivas para los bienes culturales patrimoniales ante la amenaza sísmica*. Quito: INPC.

Intervención

ENERO-JUNIO 2020
JANUARY-JUNE 2020



Instituto Nacional de Patrimonio Cultural. (2013). *Guía metodológica para la salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial. Serie normativas y directrices*. Quito: INPC.

Instituto Nacional de Patrimonio Cultural. (2017). *Rendición de cuentas enero-diciembre 2016*. Ecuador: INPC. Recuperado de https://issuu.com/inpc/docs/informe_de_2016_peq

Jiménez, J., Cabrera, J., Sánchez, J. y Avilés, F. (2018). Vulnerabilidad sísmica del patrimonio edificado del Centro Histórico de la Ciudad de Cuenca: lineamientos generales y avances del proyecto, *MASKANA*, 9(1), 59-78.

Lara, M. L. (2017). Patología de la construcción en tierra cruda en el área andina ecuatoriana. *AUC Revista de arquitectura*, 38, 31-41.

López, F., Rodríguez, V., Santa Cruz, J., Torreño, V. y Ubeda, P. (2004). *Manual de patología de la edificación, vol. 1*. Madrid: Departamento de Tecnología de la Edificación (EUATM)-Universidad Politécnica de Madrid.

Ministero per i Beni e le Attività Culturali. (2006). *Linee guida per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle Norme tecniche per le costruzioni*, Italia. Recuperado de https://www.beniculturali.it/mibac/export/MiBAC/sito-MiBAC/Contenuti/Avvisi/visualizza_asset.html_1141304737.html

Minke, G. (2005). *Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra*. Kassel, Alemania: Universidad de Kassel.

Minke, G. (2014). *Manual de construcción en tierra: la tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual*. Buenos Aires: BRC Ediciones.

Morales, R., Torres, R., Rengifo, L. e Irala, C. (1993). *Manual para la construcción de viviendas de adobe*. Lima: Talleres Gráficos.

Muñoz, P. y Lloret, G. (2006). *Memoria Técnica: Proyecto de Restauración "Catedral Vieja de Cuenca"*. Cuenca: Documento no publicado.

Neves, C. y Faria, O. B. (2011). *Técnicas de construcción con tierra*. Bauru: SP: FEBUNESP/PROTERRA. Recuperado de https://www.academia.edu/35702284/T%C3%A9cnicas_de_construcci%C3%B3n_con_tierra

Intervención

ENERO-JUNIO 2020
JANUARY-JUNE 2020



Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (1972). Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultura y natural. En *Actas de 17a reunión* (p. 16). París: UNESCO.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (1994). Estrategia y plan de acción de Yokohama para un mundo más seguro. En *La Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres Naturales* (pp. 1-17). Yokohama: UNESCO.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (1997). Declaración de Kobe/Tokyo. En *Simposio internacional sobre preparación para el riesgo de los bienes culturales* (pp. 123-132). Kobe y Tokyo: UNESCO.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2006). Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural. En *Conferencia sobre Estado de conservación de los bienes del patrimonio mundial: estrategia para reducir los riesgos derivados de desastres en los bienes del patrimonio mundial* (p. 20). Lituania: UNESCO.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2007). Resolución de Nueva Delhi. En *Actas del Congreso Internacional sobre Impacto del cambio climático en el patrimonio cultural* (p. 2). Nueva Delhi: UNESCO.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, Centro Internacional de Estudios para la Conservación y Restauración de los Bienes Culturales, Consejo Internacional de Monumentos y Sitios y Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2014). *Gestión del Riesgo de Desastres para el Patrimonio Mundial* (p. 2). Fontenoy: UNESCO/ICCROM ICOMOS.

Palma, S. (2015). Riesgos de desastre en patrimonio edificado, políticas públicas y defensa ciudadana en Guatemala, *Boletín de Monumentos Históricos*, 34, 89-99.

Quinde, P. y Reinoso, E. (2016). Estudio de peligro sísmico de Ecuador y propuesta de espectros de diseño para la ciudad de Cuenca, *Ingeniería Sísmica*, 94, 1-26.

Intervención

ENERO-JUNIO 2020
JANUARY-JUNE 2020



Saragoni, R. (2011). El megaterremoto del Maule de 2010: una lección de buena ingeniería, pero con sorpresas y nuevos desafíos, *Revista Anales*, 7(1), 1-22.

Secretaría de Gestión de Riesgos y Emergencias. (2016). *Informe de situación N° 65-16/05/2016. Terremoto 7.8°-Pedernales*. Recuperado de <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/Informe-de-situaci%C3%B3n-n%C2%B065-especial-16-05-20161.pdf>

Tavera, H., Bernal, I. y Salas, H. (2007). *El sismo de Pisco del 15 de agosto, 2007 (7.9 M_w)*. Lima: Instituto Geofísico del Perú. Recuperado de <https://www.eeri.org/wp-content/uploads/Pisco150807.pdf>

Urgilés, D. P. (2009). *Valor turístico y usos de 25 edificaciones patrimoniales civiles y religiosas del centro histórico de la ciudad de Cuenca* (Tesis de doctorado). Universidad de Cuenca, Ecuador. Recuperada de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/1682>

Valcárcel, J. A. (2013). *Análisis y gestión del riesgo sísmico de edificios y sistemas esenciales* (Tesis de doctorado). Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.

SÍNTESIS CURRICULAR DE LAS AUTORAS

Gema Mariela Zamora Cedeño

Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Ecuador

Escuela Superior de Diseño de Barcelona, (EDDESIGN), España

gmzamorac.78@hotmail.com

ORCID: orcid.org/0000-0002-9422-7526

Arquitecta por la Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Ecuador. Estudiante del máster en diseño de interiores por la Escuela Superior de Diseño de Barcelona (EDDESIGN), España.

Intervención

ENERO-JUNIO 2020
JANUARY-JUNE 2020



María del Cisne Aguirre Ullauri

Grupo de Investigación Ciudad, Ambiente y Tecnología (CAT)

Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Ecuador

Universidad Politécnica de Madrid (UPM), España

cisne2222@hotmail.com/maguirreu@ucacue.edu.ec

ORCID: orcid.org/0000-0002-3179-7839

Arquitecta, Máster universitario en conservación y restauración del patrimonio arquitectónico y estudiante del programa de Doctorado en Patrimonio Arquitectónico por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), España. Docente titular y coordinadora del Centro de Investigación de Ingeniería, Industria, Construcción y TIC en la Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Ecuador. Miembro de los Grupos de Investigación CAT (Ciudad, Ambiente y Tecnología) y c&d (Ciencia & Diversidad), de la UCACUE (2017 y 2019), la Red Ecuatoriana de Mujeres Científicas (REMCI) (2017), la *Organization for Women in Science for the Developing World* (OSDW) (2018) e ICOMOS Internacional (2019).