

Efectos del terremoto de Lorca del 11 de mayo de 2011 sobre el patrimonio religioso. Análisis de emergencia y enseñanzas futuras

J. D. de la Hoz Martínez

Universidad Camilo José Cela, Castillo de Alarcón 49, Villafranca del Castillo, 28692 Madrid
juandedios@arquitectoslavila.com

RESUMEN

Se presenta el análisis de las estructuras antiguas en los edificios religiosos de la Ciudad de Lorca y su comportamiento frente a las fuerzas inducidas por los terremotos, resaltando la calidad constructiva de los mismos y los graves desperfectos sufridos por los inmuebles reparados anteriormente con estructuras rígidas de hormigón armado. El análisis se centra por un lado en el estudio de los síndromes más habituales durante los eventos sísmicos (pilares cortos, golpeo de edificios bajos, planta baja débil) y, por otro en el análisis de las direcciones predominantes de las deformaciones en las Iglesias. Se aportan las razones de cada uno de los colapsos, así como los principales mecanismos de respuesta de cada elemento o parte de los edificios (bóvedas, arcos, cúpulas, muros, etc.).

Palabras clave: actuación rápida, iglesia, Lorca, patrimonio histórico, terremoto

The effects of the 2011 Lorca earthquake on religious architectural heritage; analysis and lessons for future emergencies

ABSTRACT

I present the results of my analysis of old buildings belonging to the religious heritage of the city of Lorca and their behaviour in the face of the stress induced by earthquakes, emphasizing the quality of the constructions and the serious damage sustained by those previously repaired with rigid reinforced concrete. My analysis focuses, on the one hand, upon a study of the most common syndromes of seismic events, such as captured columns, pounding of adjacent buildings and the collapse of soft ground floors, and on the other, upon the predominant directions of deformations in the churches. Explanations are offered for each collapse, and the main response mechanisms of each element or part of the buildings (vaults, arches, domes, walls and so on).

Key words: church, earthquake, fast intervention, historic heritage, Lorca

ABRIDGED ENGLISH VERSION

Introduction

The earthquake on 11 May 2011 at Lorca caused severe damage to many buildings belonging to the religious heritage of the city, aggravated in some cases by previous repair work undertaken on some buildings which had used rigid reinforced-concrete elements, thus changing the nature of the original structures. I have studied the appearance in these religious buildings of various different consequences of the earthquake, such as soft-floor collapse, pounding of adjacent buildings and captured columns. I describe here the effects generated by the Lorca earthquakes on the old buildings and, more particularly, those monuments that comprise our religious heritage, in an attempt to ascertain whether these properties are able to withstand the stresses generated by such seismic events. Within this context, one important initial point worth emphasising is the knowledge that master builders and masons in the past had of how this enormous release of energy could affect large buildings. This is of prime importance because traditional building techniques relying on tried

procedures and the use of specific materials allowed for a certain elasticity in their behaviour, rendering them susceptible to deformation during an earthquake, with the appearance of cracks and fissures or even partial subsidence in extreme events, but without ending in their complete collapse. If we change those initial equilibrium conditions and modify the rigidity of joints and the weight of the structures themselves, we alter both the state of the buildings themselves and their surrounds, giving rise to additional strain and the serious risk of collapse, as happened in two of the churches of Santiago (Fig. 1) and the convent of the Clarisas (Fig. 7).

This observation is applicable to any country in the world, and much more so in those such as Italy, with the recent earthquakes at Laquila and Emilia Romagna, in which their artistic heritage buildings have been severely affected.

My analysis has covered almost all of the religious heritage of the city of Lorca and some of its outlying districts (Fig. 3), from the large number of monumental buildings classified as buildings of cultural interest, such as the collegiate church of San Patricio, and the churches of San Francisco, Nuestra Señora del Carmen and San Mateo, and those afforded grade 1, 2 or 3 protection, such as the churches of Santiago, Santo Domingo and San José, San Diego, San Cristobal, the chapels of San Roque and el Calvario, the shrine of La Virgen de las Huertas, the cemetery of San Clemente and the church of San José in the suburb of Consejero and the church of la Asunción de Nuestra Señora in the hamlet of La Parroquia (Fig. 20).

The enquiry was focused upon two separate questions. The first concerned the relationship between the various entities responsible for the management of a catastrophe of this nature, the prime objective being the protection of people and property. As far as this is concerned, I must emphasise the splendid results achieved by the key actors: the ministry of culture, the Murcia regional government, Lorca city council and the bishopric of Cartagena. The greatest difficulty between all these bodies was the difference of opinion as to the delegation of government with regard to the concept of emergency (debris removal, inspection, diagnosis, strengthening or demolition), since there was no clear, unequivocal ordinance concerning historical and cultural heritage, thus creating a void and leaving room for discrepancies in the interpretation of the concept of emergency.

The second was aimed specifically at documenting the state of Lorca's religious heritage, and the search for tangible factors that may afford lessons and guidelines for the future, and even the methods that are used, from substantial protection, such as the temporary metal covering provided at the church of Santiago (Fig 4), to the most temporary affairs, such as the tents erected by some parishes so as to be able to continue with religious worship (Figs 5 and 6). Thus I have analysed various building elements capable of withstanding earthquakes, such as masonry walls with intercalated brick seams, wooden roofs with rafters and, trusses or beams and timber belts, and clamped blocks, such as those at the collegiate church of San Patricio (Figs 8 and 9). And on the other hand, structures tied to their adjacent members with smaller clamps, which had to be reinforced and/or propped up, such as the curtain walls of the church of Nuestra Señora del Carmen (Fig. 10) and the church of San Diego (Figs 11 and 12).

Among those key elements and factors, together with some kinds of rule that can be applied in a more or less systematic form in this kind of event, apart from the changes to the original conditions in which the buildings were built, as mentioned above, I have investigated two other objective aspects that allow the acquisition of quantitative data: the predominant direction of stresses and forces and the presence of various syndromes such as soft ground floors, low-rise buildings or the existence of dwarf pillars. Two paradigmatic cases are the collapsed church of the convent of the Clarisas and church of Santiago, both modified in their structures with a reinforced concrete slab between 18/20 cm medium thick resting upon on a wooden ceiling (Figs 13 and 14). The wooden roofs of the other most representative building, the collegiate church of San Patricio, had been replaced with others of prestressed concrete beams, resting on blocks on top of the wall (Fig. 15), and covered with asphalt and a layer of cement mortar, which increased the number and size of the cracks in the domes.

I have also studied the results of specialist studies conducted by the Geological and Mining Institute of Spain and their translation into a representative graphic plan of the major deformations observed (Fig. 16). These maps indicate the principal northwest - southeast axis of the lateral stress, thus explaining why more cracks (criss-cross) appeared on the east- and west-facing sides, while the cracks are significantly smaller and horizontally aligned on the north and south sides. This is shown very clearly in the pinnacles of the tower of the collegiate church, which all fell in the same direction onto the roofs below (Fig. 17). Also the analysis of the movement and damage to the church of San Mateo corroborates this general hypothesis both with regard to the lateral displacement of the belfry (Fig. 18) and the upper pinnacle (Fig. 19).

With respect to other syndromes involved, that of the open-plan ground floor (soft storey) is not usually a cause for concern in old religious buildings, whilst rubble building has been studied in the church of Santiago, observing an incompatibility between the weight and rigidity of the drum and its dome compared to that of the naves. Different degrees of movement in these resulted in the opening of cracks in the arches, the formation of response mechanisms and a general collapse. As far as this is concerned, when the rubble of the three arms of the transept and the dome was studied it was found that the rendering and facings were mostly to be found at the bottom whilst the arches, moldings, pilasters and other decorative elements were almost entirely on top (Fig. 21).

Conclusions

I have arrived at three main conclusions with regard to the behaviour of these buildings during earthquakes. The first and most important is that their construction, based on quite elastic structures, allows considerable deformation, with the appearance of cracking without leading to complete collapse. If these conditions are altered, buildings cannot be deformed in this way and act as a monolithic entity, which may even beat the higher building and cause bigger cracks and an overall collapse. It is therefore essential to avoid this type of modification, which could well alter the balance of stress and loads in old buildings.

A further point relevant to the restoration of these buildings is that of the safety of those undertaking the restoration work and establishing criteria for the order of and preference for such various actions.

Finally, drawing lessons from this earthquake and their possible extrapolation to similar events in the future, with regard to the direction of the movements produced by the Alhama fault, guidelines can be provided for strengthening these ancient religious structures, oriented along north – south axes, which are those subject to greatest earthquake stress in the area of Lorca.

Introducción

Pasado un año desde el terremoto que asoló Lorca el 11 de mayo de 2011 y, con esta perspectiva de tiempo, ¿podemos evaluar el comportamiento de nuestro patrimonio histórico frente a los sismos? Conocemos los mecanismos y esfuerzos que los movimientos de la tierra provocan en los edificios, así como las fuerzas que inducen en los mismos y que, como es lógico, no están preparados para resistir, ni por sus condiciones estáticas, ni por los materiales que los componen, ni tampoco por los métodos constructivos. Sin embargo, esto no significa que se trate de construcciones indefensas ante los terremotos, ni que nosotros, como responsables de mantener el legado histórico y artístico de nuestros antepasados, no pongamos el máximo empeño en mejorar estas condiciones que aseguren que, aún en periodos de recurrencia baja de los sismos, los edificios antiguos sean capaces de resistirlos. Debemos ser plenamente conscientes que una parte importante del territorio de España, así como prácticamente todo el sur de Europa, tiene un peligro elevado de sufrir terremotos y que, igual que exigimos a los edificios contemporáneos de estas zonas más vulnerables, el cumplimiento de los parámetros normales de las construcciones a prueba de sismos, debemos asegurar también que los inmuebles del pasado, algunos de los cuales ya han soportado uno o varios terremotos desde su construcción, no se alteren tanto en su uso, ni en sus condiciones internas o de contorno, que los hagan menos resistentes ante las fuerzas que induce el movimiento repentino de la tierra.

Claramente, el primer objetivo de todos es la protección de la vida de las personas y en ello se ponen esfuerzos y todos los medios posibles con la dificultad añadida de no poder hacer un diagnóstico temporal de los terremotos. Sin embargo, si es posible intervenir sobre nuestras ciudades y edificios históricos, sin que ello suponga una merma ni de su autenticidad, ni

de las condiciones que los hicieron, en origen, capaces de absorber fuerzas “horizontales” y, sobre todo, de agrietarse como mecanismo de defensa ante los terremotos, sin que ello signifique su ruina. Afortunadamente, los edificios más antiguos de la ciudad de Lorca fueron capaces de soportar los terremotos sin colapsar e incluso los dos que si lo hicieron, la Iglesia de Santiago y la del Convento de las Clarisas, no causaron víctimas y esto es algo que suele repetirse en fenómenos de intensidad y localización parecida, como en el caso del terremoto de L’Aquila (Italia), el 6 de abril 2009, que causó muchas más víctimas (309 muertos, 1.600 heridos y más de 65.000 personas sin hogar) e incluso el reciente de Emilia Romagna, donde los mayores daños para las personas se produjeron, no en los edificios históricos, sino en edificios industriales, algunos de ellos modernos, que resultó que, incluso, tenían problemas estructurales.

Dicho esto, debemos plantearnos otras preguntas: ¿Está nuestro patrimonio en condiciones de responder de forma adecuada frente a los terremotos? ¿Debemos incrementar las medidas de protección en los edificios históricos? Sin duda estas preguntas están en todos aquellos que han vivido, de cualquier forma, los terremotos de Lorca y las consecuencias de los mismos sobre todo tipo de construcciones. Y, como es natural, también están presente imágenes muy recientes de las grandes catástrofes como la ya citada L’Aquila, Haití, Asís, etc. donde los edificios antiguos han sufrido enormes desperfectos e incluso grandes colapsos. Si los comparamos entre si podemos concluir que lo que ha ocurrido en Lorca, no es fruto de la falta de protección, de la mala construcción o de la falta de mecanismos de prevención sino que, ante este tipo de fenómenos, el patrimonio queda más expuesto cuanto mayor sea la intensidad del seísmo, pero también cuanto menos cuidado haya habido en su mantenimiento y rehabilitaciones previas a estos fenómenos sísmicos. La falta de preparación (por poca experiencia afortunadamente, pues son pocas

las ocasiones en los que se producen eventos geológicos de esta magnitud en nuestro país), la escasa literatura publicada al efecto en España y, por supuesto, actuaciones sumamente equivocadas sobre los edificios integrantes del patrimonio, hacen que nos encontremos ante un caso como el sucedido en Lorca, donde un terremoto de una intensidad moderada, ha ocasionado daños mucho más graves de los que cabía prever y, en algunos casos de edificios de marcado carácter histórico artístico, los ha hecho mucho más vulnerables de lo que en principio era de esperar (Fig. 1).

A esto debemos sumar algo absolutamente innegable, no es la primera vez que hay un terremoto en Lorca, tampoco será la última y, de hecho, nuestros antepasados constructores, albañiles, arquitectos, maestros de obra, etc. sabían que se encontraban en zonas de frecuentes temblores y tomaban las medidas que en aquellos momentos tenían a su alcance; Medidas ciertamente escasas, por la falta de medios si los comparamos con las inmensas posibilidades que tenemos hoy en día, pero muy eficaces, al basarse fundamentalmente en el comportamiento de los

materiales. Es este un dato que, en nuestra opinión, debemos analizar intensamente: ¿Por qué edificios de apenas diez años de vida han colapsado o ha sido necesario su derrumbe, mientras otros con tres o cuatro siglos de edad y construidos con muchos menos medios, menos cálculos y en la mayor parte de las ocasiones, menos mantenimiento, resisten de forma ejemplar? Sin duda esta reflexión debe hacernos pensar en dos vías de trabajo: ¿Son eficaces los Códigos, las Normas y en general todas aquellas medidas de cumplimiento obligatorio que pedimos a los nuevos edificios, de forma que respondan de manera adecuada frente a unos u otros fenómenos? En el caso de los edificios antiguos, si su edad y el mantenerse en pie después de tantos años son su mejor prueba de carga y el testimonio de que son capaces de resistir eventos incluso tan graves y destructivos como los terremotos, ¿debemos introducir en ellos modernas técnicas, materiales o tecnologías contemporáneas en su restauración? En nuestra opinión, la primera pregunta tiene (aunque siempre podremos hacer matices o propuestas que mejoren los textos normativos) una clara respuesta positiva. La Norma antisísmica,



Figura 1. Estado en el que quedó la Iglesia de Santiago de Lorca tras el terremoto del 11 de mayo de 2011.

Figure 1. The condition of the church of Santiago in Lorca after the earthquake of 11 May 2011.

al igual que ocurre con otras, como por ejemplo las de protección contra el fuego, tienen como objetivo prioritario y fundamental, no la seguridad del edificio, sino la de sus ocupantes. Es decir, plantean los parámetros necesarios para asegurar su mantenimiento en pie y consiguiente evacuación, en unos tiempos mínimos que aseguren que todos sus ocupantes puedan escapar a tiempo antes que se produzca su destrucción. Esto implica que la Norma no asegura que los edificios sean impenetrables o indestructibles, sino que lo sean solo, durante el tiempo mínimo y necesario para que pueda ser evacuado, aunque quede completamente inservible e incluso demolido o destruido a continuación. Por esto decimos que la respuesta es positiva, e incluso que la inmensa mayoría de los inmuebles lograron resistir dos eventos sísmicos muy próximos entre sí. A pesar de ello, no es menos cierto que también debe hacernos pensar en la necesidad de revisar ciertos parámetros, como los que han causado el mayor número de víctimas, debido a desprendimientos de petos, cornisas y balaustradas de las terrazas.

Sin embargo, la parte fundamental que planteamos en el presente artículo, se centra de forma exclusiva en la segunda de las preguntas y, en consecuencia, en la respuesta de los edificios integrantes del Patrimonio Histórico Artístico (y por supuesto, de cómo estos estuviesen intervenidos en tareas de restauración previamente al sismo), frente a los terremotos en general y frente a este de Lorca de mayo de 2011 en particular. La respuesta a este interrogante podría ser parcial o basada en impresiones particulares, pero hemos tenido el enorme privilegio (aún con la dureza de los hechos acaecidos) de participar, por encargo del Obispado de Cartagena desde el día 11 de mayo en el que se produjeron los terremotos, en los trabajos llevados a cabo sobre los edificios integrantes del Patrimonio Religioso, lo cual nos da la posibilidad de disponer de primera mano, de un gran número de edificios sobre los que llevar a cabo un análisis (y en consecuencia, que este se base en una muestra lo más amplia posible, que evite impresiones subjetivas) y que todos ellos presenten características muy similares respecto de antigüedad, tipos de materiales, sistemas constructivos, etc. asegurando, por tanto, que se trata de una muestra suficiente y muy adecuada al carácter del estudio que vamos a desarrollar (Fig. 2).

Una pequeña cantidad de cifras nos hacen ver la importancia del objeto del estudio y del número de habitantes afectados. Si analizamos el número de habitantes, hay censados más de 60.000 personas en Lorca, a las que deben sumarse más de 30.000 en las treinta y nueve pedanías diseminadas por el término municipal. Si nos centramos ahora en el Patrimonio

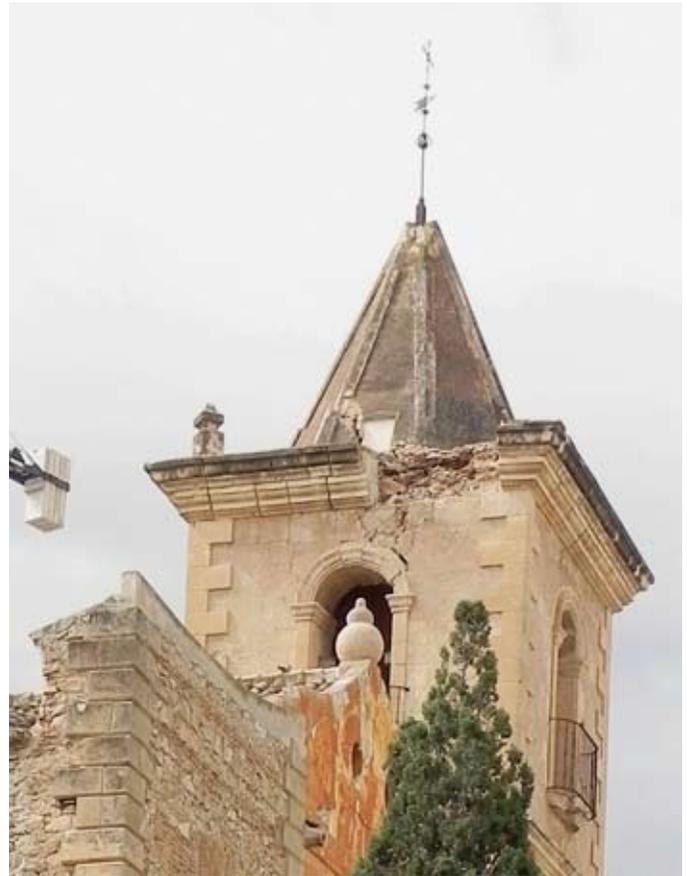


Figura 2. Sillares desprendidos de la cornisa superior de la torre de la Iglesia de san Mateo en Lorca.

Figure 2. Blocks fallen from the upper cornice of the tower of the church of San Mateo in Lorca.

Cultural, es innegable el valor del fabuloso patrimonio histórico de la ciudad, concentrado sobre todo en su casco histórico, si bien, debido a lo extenso de su término municipal (casi 1.700 km²), de los mayores de toda España, existen edificios y bienes culturales importantes diseminados por pueblos y pedanías, todos ellos próximos a la falla de Alhama y, por tanto, afectados seriamente durante esta última serie sísmica. En concreto, hay más de cuarenta edificios, restos o yacimientos calificados como Bien de Interés Cultural y, por tanto, con la máxima categoría y nivel de protección, dieciocho de ellos en el Casco Histórico (cuatro de ellos pertenecientes al Patrimonio Religioso: la ex Colegiata de San Patricio, la Iglesia de San Francisco, la Iglesia de Nuestra Señora del Carmen y la Iglesia de San Mateo). En el Casco Histórico hay, además, 78 inmuebles protegidos de acuerdo con su nivel 1, 2 o 3 (hay varias Iglesias entre las de grado 1: Santiago, Santo Domingo, Ermita de San Roque, Ermita del Calvario, Iglesia de San José, Santuario de la Virgen de las Huertas, Iglesia de San Diego, San Cristóbal, el Cementerio de San Clemente, la Iglesia

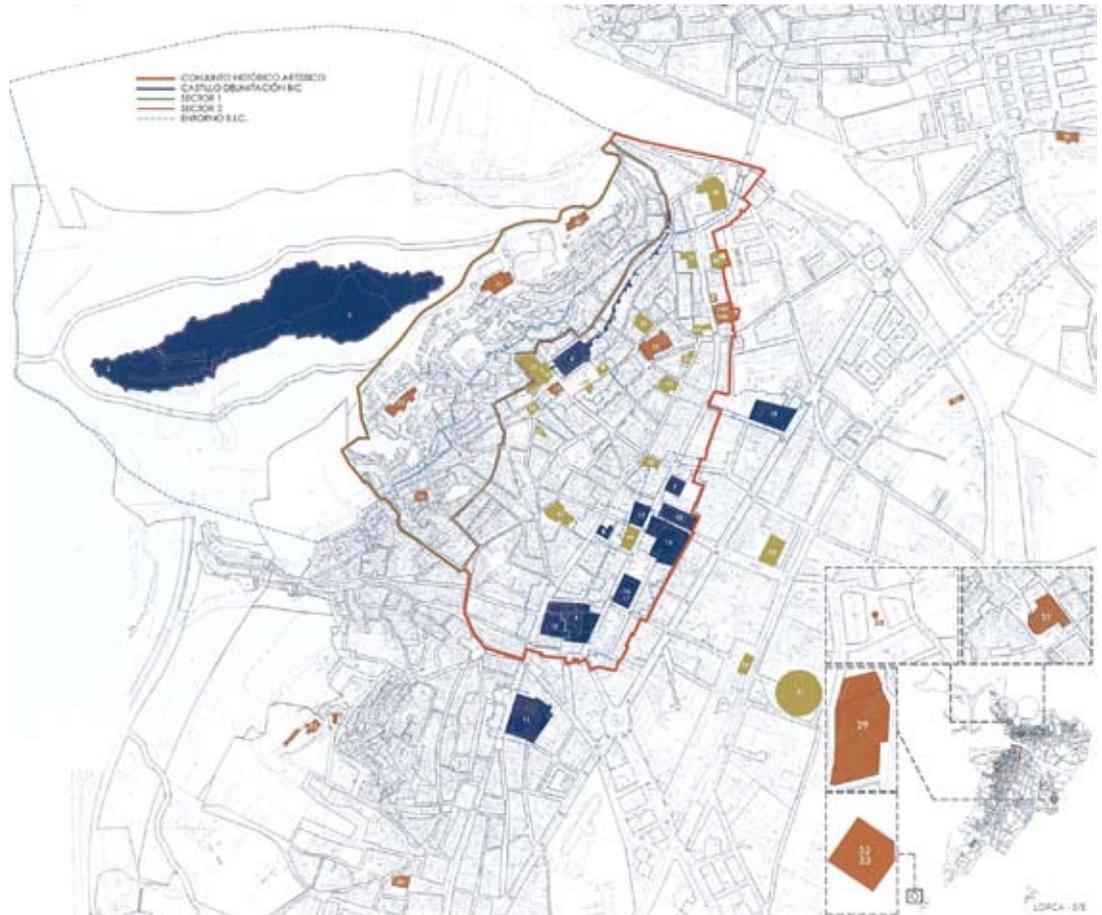


Figura 3. Plano de Lorca con la situación de los Bienes de Interés Cultural (BIC) más los edificios catalogados con grado 1 o 2 afectados por el Terremoto. Fuente: Plan Director para la Recuperación del Patrimonio Cultural de Lorca. Ministerio de Cultura. Eduardo Barceló, Arquitecto.

Figure 3. Plan of Lorca, indicating the buildings of cultural interest (BIC) together with grade 1 and 2 listed buildings affected by the earthquake. Source: ministry of culture directive concerning the cultural heritage of Lorca (Eduardo Barceló, Architect).

de San José en el Consejero o la de la Asunción en La Parroquia), casi doscientos espacios o inmuebles con protección ambiental, y cerca de cincuenta elementos puntuales protegidos (rejas, fuentes, arcos, hornacinas, escudos...), lo que nos puede dar idea de la cantidad de bienes y la importancia de muchos de ellos, pues superan con creces los seiscientos elementos solo en la Ciudad de Lorca (Fig. 3).

Nuestro estudio se ha centrado únicamente en el Patrimonio Religioso, fundamentalmente en aquel que es propiedad de la Diócesis de Cartagena, estudiando los aspectos recurrentes que se produjeron durante el día 11 de mayo, las respuestas de cada uno, las necesidades de intervención, los costes derivados de dichas actuaciones, los planes de futuro, etc. Más en concreto, hemos analizado las consecuencias del terremoto en los siguientes edificios, que hemos considerado los más significativos para el estudio: La Iglesia de Nuestra Señora del Carmen, la Iglesia de San José, la Iglesia de San Mateo, la Excolegiata de San Patricio, la Iglesia de Santiago, la Iglesia de San Cristóbal, la Iglesia de San Diego, el Monasterio de Sta. Ana y Sta. María Magdalena de la Orden de Santa Clara (Clarisas), la Iglesia de San José en la Pedanía

de El Consejero, la Iglesia de Nuestra Señora de la Asunción en La Parroquia de Lorca, la Iglesia de Santa María la Real en Aledo y la Iglesia del Cementerio de San Clemente. En los estudios llevados a cabo los días posteriores a los sismos, también se incluyeron otros tres edificios que aún no siendo propiedad de la Diócesis, si se incluyeron entre el Patrimonio religioso: la Iglesia de San Francisco, la Iglesia del Santuario de la Virgen de las Huertas y la Iglesia de Sto. Domingo. Intencionadamente no se ha considerado la Iglesia de Cristo Rey en el Barrio de la Viña, al ser una Iglesia contemporánea y que, además, sufrió el colapso cuando se estaba demoliendo el edificio de enfrente y, este, en su caída, golpeó la cubierta y paramento Oeste del templo, dañándolo irreversiblemente y obligando a su demolición.

Objetivos

En nuestro criterio y en el de muchos otros técnicos, tal y como quedó plasmado en las Conclusiones de las Jornadas de Patrimonio en riesgo, organizadas en septiembre de 2011 por el Instituto del Patrimonio



Figura 4. Iglesia de Santiago en Lorca, cubierta con una estructura metálica para protegerla de la intemperie mientras se llevan a cabo los trabajos para su restauración.

Figure 4. The church of Santiago in Lorca, covered with a metal structure to protect it from the weather during restoration work.

Cultural de España, perteneciente al antiguo Ministerio de Cultura (Muñoz y Cirujano, 2011), es evidente la necesidad tanto de la coordinación propia que genera una catástrofe de este tipo, como la existencia de profesionales cualificados. Además, son igualmente importantes los aspectos previos, es decir, asegurar que el Patrimonio sea incluido en la normativa, en los protocolos, en la prevención y, también, en las actuaciones de reparación que se llevan a cabo sobre los edificios del pasado. Por tanto, deberían tenerse en cuenta por supuesto todos los aspectos de conservación, restauración, mantenimiento, rehabilitación incluso, pero también que, en algún momento de su vida, pueden sufrir un terremoto. En el caso de Lorca, la respuesta frente al seísmo de los edificios históricos reparados anteriormente con elementos estructurales rígidos de hormigón armado ha sido, en general, menos satisfactoria que los que mantenían materiales y sistemas constructivos tradicionales. Este va a ser uno de los objetivos que perseguimos: Mostrar los efectos del terremoto en diversos edificios y ver los comportamientos de cada uno de ellos, atendiendo a criterios constructivos, estructurales, de uso, coyunturales, etc., comprobando que, a pesar del enorme componente de caos que tiene un movimiento sísmico como el sufrido en Lorca, se trata de eventos que responden a unas reglas e incluso pautas, que nos pueden ayudar mucho a su comprensión y a trabajar en mejores mecanismos de cara al futuro.

El otro objetivo fundamental es documentar el estado actual del patrimonio religioso Lorquino encontran-

do, si los hubiera, elementos susceptibles de aplicación general y, sobre todo, poder plantear alguna enseñanza para el futuro. En nuestra opinión, la imagen de la Iglesia de Santiago cubierta provisionalmente con una estructura metálica para protegerla de los agentes atmosféricos (Fig. 4) y la de los espacios habilitados por diversas parroquias en el interior o exterior de los edificios afectados para poder continuar con el desarrollo de los actos litúrgicos (Figs. 5 y 6), resumen perfectamente lo ocurrido en este año que media entre los movimientos sísmicos y el día de hoy.



Figura 5. Carpa instalada en el huerto de la Parroquia de San Diego, como Templo provisional.

Figure 5. Tent set up in the close of the church of San Diego as a provisional place of worship.



Figura 6. Cerramiento provisional de la girola de la Ex Colegiata de San Patricio, para recuperar el culto en la Capilla del Alcázar mientras se desarrollan en el resto del Templo los trabajos de restauración.

Figure 6. Temporary closure of the deambulatory of the collegiate church of San Patricio to continue with worship in the Alcazar chapel while restoration work is going on in the rest of the church.

Marco legal de intervención tras un terremoto

Estamos de acuerdo que es un país entero quién se pone en funcionamiento frente a estas catástrofes, ya que se trata de acontecimientos frente a los que una población o una comarca no tiene los medios suficientes para afrontar por sí sola. Y, de hecho, así ha sido. Si nos centramos en el Patrimonio Cultural de Lorca y sus Pedanías, que resultó gravemente afectado por los movimientos sísmicos, veremos que los daños se minimizaron gracias a la rápida actuación y la buena coordinación de los distintos responsables del Ministerio de Cultura, Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, Ayuntamiento de Lorca, la Diócesis de Cartagena como propietaria de una parte muy importante de dicho Patrimonio, Cofradías, Colegios Profesionales, particulares, etc.

Sin embargo, debemos también buscar aquellos aspectos claramente mejorables e intentar ponerlos en común, en el doble objetivo de evitar riesgos para las personas y para todos los bienes que componen nuestro acervo cultural. Como ejemplo de ello debemos citar la imprescindible relación que debe surgir entre los distintos poderes públicos y el perfecto engranaje que debería producirse entre todos los estamentos implicados, cosa que a todas luces parece evidente y que, desgraciadamente, no se ha producido en todas las ocasiones. De hecho, aprovechamos el análisis que vamos a mostrar en las siguientes páginas para presentar, aunque sea de forma colateral y mucho más somera, un aspecto que se ha presentado durante la gestión de las ayudas del terremoto en Lorca, cuyo resultado no ha sido seguramente el esperado por ninguna de las partes ni entidades implicadas. Nos referimos a un término que afecta directamente

a la gestión de este tipo de catástrofes: el concepto de emergencia. Es realmente relevante este análisis, ya que los protocolos de actuación y los posteriores, indican que debe ser la Delegación del Gobierno de España en la Comunidad Autónoma en la que se produzca el sismo, la encargada de evaluar las medidas tomadas y, en el caso de Lorca, trasladar los contenidos y los recursos económicos de los sucesivos decretos emitidos por el gobierno de la nación, a cada uno de los perjudicados o damnificados. Por tanto, al ser la Delegación del Gobierno una entidad dependiente de Protección Civil, es ella quien debe evaluar las medidas de prevención que se tomaron en relación con las edificaciones afectadas por el terremoto y que, de acuerdo con su directiva, deben dirigirse a evitar riesgos derivados del derrumbamiento de los edificios afectados por el terremoto mediante las siguientes actuaciones exclusivamente: desescombro, inspección, diagnóstico, reforzamiento o demolición.

Si tomamos como referencia la Ley 30/2007 de 30 de octubre, de Contratos del Sector Público (artículo 97), se produce una emergencia "cuando la Administración tenga que actuar de manera inmediata a causa de acontecimientos catastróficos, de situaciones que supongan grave peligro o de necesidades que afecten a la defensa nacional". Como puede desprenderse de lo anterior, en ningún caso contemplan estas actuaciones (encaminadas fundamentalmente hacia la protección Civil) ningún aspecto relativo al patrimonio histórico o cultural, lo cual ha generado un "vacío" o discrepancia en las interpretaciones que a los conceptos de emergencia han dado las distintas partes involucradas ya que, mientras un organismo de la Administración Estatal no considera emergencias muchas de las actuaciones, otros (en este caso la Lo-

cal y la Autonómica) toman como referencia la Ley de Contratos del Sector Público y consideran emergencia todos aquellos casos en los que han considerado que debían actuar de manera inmediata ante la catástrofe. En concreto, el Real Decreto-ley 6/2011, de 13 de mayo, por el que se adoptaron medidas urgentes para reparar los daños causados por los movimientos sísmicos, incluía una serie de ayudas económicas: "... para los gastos de emergencia en que haya incurrido el Ayuntamiento de Lorca, derivados de actuaciones imprescindibles e inaplazables para garantizar la vida y seguridad de las personas y el funcionamiento de los servicios públicos esenciales, y para aquellos gastos ocasionados por la prestación personal o de bienes o servicios de aquellas personas físicas o jurídicas que hayan sido requeridas por la autoridad competente en el ámbito de la Administración General del Estado con motivo de la situación de emergencia". En nuestra opinión, coincidente en todo con lo defendido por el Ayuntamiento de Lorca, Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, así como con el informe redactado al efecto por el Instituto de Patrimonio Cultural de España, no debe ponerse ninguna cortapisa a estas actuaciones sobre las estructuras históricas pues, de no llevarse a cabo, podrían afectar gravemente a la vida y la seguridad de las personas, tanto en las vías públicas, como en los edificios o solares próximos. Además, la emergencia debe encaminarse a la protección tanto de la vía pública como de los edificios públicos (incluyendo en estos aquellos que aún siendo de titularidad privada, son de uso público) y ello supone tomar aquellas medidas urgentes que permitan el acceso a los mismos para ejecutar las obras o actuaciones necesarias, sin que haya riesgo para las personas que vayan a llevarlas a cabo. Esto es particularmente importante, ya que también debe asegurarse el precepto Constitucional de protección del Patrimonio y hacerlo, en prácticamente todos los edificios de Lorca, constituía un grave riesgo para la vida y la seguridad de las personas que accedían a los mismos, lo que obligó a realizar complejas actuaciones de acceso, apeo, apuntalamiento y consolidación previa de las estructuras, con el fin de cumplir con el citado mandato constitucional de conservación del Patrimonio, todo ello de forma urgente y, de nuevo en nuestra opinión, amparado de forma absoluta por el espíritu del citado Real Decreto-ley 6/2011.

Historia de Lorca y sus terremotos. La construcción antisísmica

En toda la zona al Sureste de la Cordillera Bética (Martínez-Díaz *et al.*, 2002) y en Lorca en particular, se han

sucedido históricamente gran cantidad de terremotos. En concreto en la zona de influencia de Lorca, hay noticias desde hace más de cuatrocientos años, como los que se produjeron en 1579 (I= VII EMS), 1674 (I = VII y VIII EMS) y 1818 (I = VII EMS) (Martínez Díaz *et al.*, 2011), o incluso las repercusiones del tantas veces citado terremoto de Lisboa de 1755 (Martínez Solares, 2001). Si centramos el análisis en los últimos cien años (Martínez-Díaz *et al.*, 2011), podemos encontrar en la zona cercana a Lorca, dos de los terremotos más destructivos ocurridos en España, el de Arenas del Rey (1884) y el de Torrevieja (1829). Sin embargo, no hace falta retrotraerse tantos años o siglos atrás. Basta recordar que en apenas trece años hemos sido testigos de, al menos, tres secuencias sísmicas importantes en Lorca y su entorno cercano (Mula en 1999, M = 4,8 precedido por un terremoto premonitor de M = 4,3; Bullas en agosto de 2002, de magnitud 5,0 y más de 100 réplicas y, finalmente, en La Paca en enero de 2005, de M = 4,7). Se trató de eventos parecidos en cuanto a intensidad, si bien, con epicentros más profundos y más cercanos a pequeñas poblaciones, por lo que los daños fueron también más reducidos, tanto en cuanto a víctimas, como a destrucción de edificios. Según la clasificación o escala de daños, se trató de temblores de una magnitud no excesiva que, frente a construcciones adecuadas (ya sean estas modernas o integrantes del Patrimonio Histórico), generarían temor en la población, daños localizados o problemas en los suministros, pero no deberían provocar colapsos o derrumbes en los edificios y menos aún, dejarlos inservibles o con necesidad de evacuación, como desgraciadamente ocurrió con hospitales, residencias o escuelas en L'Aquila, Asís o incluso en Lorca (Fig. 7).

El marco geográfico – histórico de Lorca es determinante al establecer parámetros de estudio, pues su situación en las estribaciones de la sierra del Caño, le ha hecho ser un lugar codiciado para asentamientos humanos desde antiguo, ya que constituía un enclave estratégico en el corredor natural entre Levante y Andalucía, como lo demuestran los hallazgos de ocupación del subsuelo de la ciudad y de buena parte de su término municipal, desde el Paleolítico Medio hasta los años finales de la Lorca musulmana (por ejemplo el poblado argárico de El Rincón de Almendricos o la villa romana de La Quintilla) (Martínez Solares, 2001). Un periodo más oscuro el comienzo de la Edad Media, ya que es probable que, bajo el dominio visigótico, Lorca experimentase la misma decadencia urbana y social que supuso el periodo entre el final del reino de Toledo y los reinos de taifas, momento en el que sería una pequeña unidad administrativa con un castillo, medina, murallas, varias puertas y una mezquita,



Figura 7. Estado de la Iglesia del Monasterio de Clarisas de Lorca tras el terremoto.
Figure 7. The condition of the church of the Las Clarisas monastery at Lorca after the earthquake.

en torno a la cual se ubicaban los zocos, alhóndiga y alcaicería (Segado Bravo, 2007). La inseguridad bélica del s. XIII es la que predomina en este periodo hasta la toma de Granada, al ser Lorca una ciudad de frontera, momento a partir del cual la ciudad se relaja de sus aspectos militares y comienza a primar el espacio urbano, la vida ciudadana y las reformas públicas, culminando todo ello en el siglo XVIII, cuando se levantan las magníficas muestras de barroco, varias de las cuales aún hoy conserva: Plaza Mayor, Ayuntamiento, Casa del Corregidor, Salas Capitulares San Patricio, Casa de Guevara, Parroquia de Santiago... (Belda Navarro y Hernández Albaladejo, 2010). Casi todas ellas siguen unas pautas arquitectónicas generales que caracterizan el conjunto y que son relevantes a la hora de analizar las consecuencias del terremoto, ya que estos inmuebles barrocos, sean civiles o eclesiásticos, se construyen con el empleo generalizado de mampostería con verdugadas de ladrillo y revoco general de yeso o cal (excepto la Colegiata), aplicándose la sillería a los zócalos y a las cadenas

de las esquinas. Las cubiertas son generalmente de teja árabe sobre estructuras de madera o bóvedas sin cimbra (Gutiérrez – Cortines Corral, 1983). Analizados estos edificios del pasado y dado que Lorca es una zona de evidente actividad tectónica, ¿podemos asegurar que se tomaron en ellos medidas preventivas para minimizar los daños por pertenecer a zonas con recurrencia de temblores? En nuestra opinión, claramente sí, ya que los constructores del pasado eran plenamente conscientes de la posibilidad de que los edificios fueran sometidos a las fuerzas que induce sobre ellos un terremoto, pero también lo eran de los mecanismos de “defensa” que eran capaces de interponer de forma que los inmuebles se agrietasen, pero no llegaran a colapsar. No eran capaces de calcularlo, pero la experiencia y su cultura en la construcción con materiales masivos tradicionales, les aseguraba que eran apropiados frente a los temblores por su poca rigidez y, por tanto, capaces de resistir el sismo. Las bóvedas tabicadas, construidas sin cimbra, presentes por ejemplo en la mayor parte de las Iglesias de Lorca,

los muros de mampostería de piedra con verdugadas o cadenas de ladrillo, las cubiertas de madera a base de cerchas, a base de pares o con correas apoyadas sobre los muros transversales, son buena muestra de estructuras capaces de enormes deformaciones, e incluso roturas parciales, sin llegar a colapsar. Como muestra de ello podemos mostrar estas imágenes donde se aprecian los engatillados de sillares que aparecen en la fachada lateral de San Patricio, ejecutados para reforzar estructuras evitando colapsos parciales o para dar consistencia a la unión entre la nave del Templo y la fachada principal, construida muchos años después (Figs. 8 y 9). Si analizamos este aspecto en la Iglesia de Nuestra Señora del Carmen, por ser la otra gran Iglesia de Lorca que presenta una fachada telón, veremos que no existen estas cadenas de atado o engatillados y, en consecuencia, es mucho más susceptible de sufrir movimientos que "separen" una fábrica de la otra, como de hecho así ha ocurrido y, en la actualidad, ha debido instalarse una estructura de sujeción de grandes dimensiones (Fig. 10) para evitar el movimiento y consiguiente vuelco de la fachada. Por último, este análisis podemos también trasladarlo a la Iglesia de San Diego, donde se ha producido la caída de la espadaña (incluyendo la campana, cuyo desplome pudo verse en directo en televisión), así como un gran desplazamiento horizontal de la parte alta de la fachada, que se trasluce en el interior en la separación de esta respecto de la bóveda que cubre el coro (Fig. 11), perdiendo verticalidad y siendo necesario el andamio de apeo que se aprecia en la figura 12.



Figura 10. Fotografía de la estructura metálica colocada para detener el movimiento de "separación" de la fachada de la Iglesia de en Lorca.

Figure 10. Photograph of the metal structure positioned to stop any further opening in the façade of the church of Nuestra Señora del Carmen in Lorca.

Como ya hemos indicado en las líneas precedentes, la mayor antigüedad de un edificio, asegura la presencia de este tipo de materiales (sillería de pie-



Figuras 8 y 9. Detalles de los engatillados en los sillares de la fachada Sur de la Colegiata de San Patricio, en el encuentro de ellos con la fachada principal, así como en la girola.

Figures 8 and 9. Details of the joints in the blocks in the south façade of the collegiate church of San Patricio at the corner with main façade and also in the deambulatory.



Figura 11. Apertura de una gran grieta entre la bóveda del coro y la fachada de la Iglesia de San Diego en Lorca, como consecuencia del desplazamiento de "vuelco" hacia el exterior, de dicha fachada.

Figure 11. Large fracture between the vault of the choir and the façade in the church of San Diego in Lorca resulting from the façade's leaning outwards.

dra, ladrillos cerámicos, cal, yeso, etc.) de grandes dimensiones y de buena calidad, así como ingeniosas técnicas constructivas que, en la práctica totalidad de los casos han asegurado su mantenimiento en el tiempo, aún sufriendo los efectos de las guerras, de las inclemencias meteorológicas e incluso de los terremotos. Concluimos estas líneas dedicadas a la

historia, proponiendo su estricto mantenimiento en todos aquellos casos que hayan soportado el paso de los trenes de ondas que generan unos sismos como los del once de mayo y no cambiarlos (más que de forma excepcional y en puntos muy concretos). Si lo hacemos, introduciendo modernos materiales o tecnologías punteras, capaces de resistir tracciones, de



Figura 12. Andamio metálico para apeyar la fachada de la Iglesia de San Diego y evitar su vuelco.

Figure 12. Metal scaffold to prevent the façade of the church of San Diego from falling down.

incrementar los módulos de resistencia, e incluso de variar su forma de trabajo, es probable que no puedan nunca llegar a ser compatibles con los antiguos, durante los momentos de la máxima sollicitación que provoca un movimiento sísmico. Nadie puede discutir que los arquitectos, urbanistas, ingenieros, etc., buscamos una formación que nos permita alcanzar la belleza en los edificios, la proporción y armonía en las ciudades o la eficiencia en todas las construcciones. Detengámonos también a pensar en los valores de nuestro pasado y reconozcamos su solidez y estabilidad aunque no sean capaces de elevarse decenas de plantas. Y reconozcamos también que estos edificios han sido capaces de resistir, mucho mejor en la mayor parte de los casos que los que ejecutamos hoy en día, el paso del tiempo y, en mucho mayor medida, de este tipo de catástrofes.

Consecuencias del sismo de 2011 sobre el patrimonio histórico de Lorca

Vamos a intentar obtener datos recurrentes sobre los edificios religiosos afectados por el Terremoto donde, exclusivamente por su condición constructiva y tipológica (aún a pesar de su avanzada edad y haber sido ejecutados con métodos no excesivamente precisos de cálculo y constructivos), son capaces de soportar un análisis del comportamiento de sus estructuras durante los terremotos, ya que se trata de inmuebles construidos con estructuras que permiten amplias deformaciones, siendo estas en varias direcciones mediante la aparición de grietas que, si bien intranquilizan mucho, no suponen colapsos generalizados y, en muchas ocasiones, ni siquiera parciales. Los parámetros fundamentales del estudio van a girar en torno a cuatro aspectos:

1. Las posibles modificaciones en las condiciones de contorno originales con las que se construyeron los edificios.
2. La dirección predominante de los esfuerzos.
3. La presencia de diversos síndromes: de planta baja débil; de golpeo de edificios bajos; de pilares enanos.

Modificación de las condiciones originales

Se trata de evaluar aquellos edificios donde sus estructuras se han modificado de tal forma, que han perdido una parte muy importante de su capacidad de movimiento y en los que se puede provocar su colapso, al no haber podido deformarse de la forma habitual en que responden los inmuebles con estruc-

turas isostáticas (basadas en uniones no rígidas, sino apoyadas) y en elementos capaces de articularse.

Analizados los inmuebles que constituyen la muestra de estudio, dos de ellos, la Iglesia del Monasterio de las Clarisas y la Iglesia de Santiago, presentaban una losa de hormigón armado de entre 18/20 cm de espesor medio, colocada sobre las estructuras de madera originales de la cubierta (cerchas en el caso de las Clarisas y vigas y correas en el caso de Santiago). De entre todas las estudiadas, estas son las dos únicas que han colapsado, al tener impedidos gran parte de sus movimientos debido a la rigidez de esta losa que convierte la cubierta en monolítica. Esto hizo que se produjera la ruina completa de ambas, por caída de sus cubiertas, cúpula, bóvedas o arcos formeros, el agrietamiento de prácticamente la totalidad de los paramentos y el equilibrio inestable de ambas torres, rotas en sus cuatro caras y en la zona de apoyos de los testeros, con caídas también de las dovelas y sardineles de los arcos de los contrafuertes o bien la completa pérdida del material cerámico y, finalmente, aparición de grandes grietas en forma de arcos de descarga (Figs. 13 y 14). Todo ello supuso, además, un incremento de los deterioros, al quedar expuestas a los agentes atmosféricos con entrada de agua al interior de las iglesias, a las criptas bajo ellas, la disgregación de la zona superior de los muros, la caída de elementos sueltos desde las cubiertas o muros, la filtración de agua al interior de las hojas de los muros en su coronación y su consiguiente apertura y separación de las hojas y su caída parcial, el incremento en la dimensión de las grietas en muros y bóvedas., el completo deterioro de los retablos, decoraciones y revestimientos, etc. (De la Hoz, 2012).

La Ex Colegiata de San Patricio presentaba dos tipos de modificaciones respecto de su configuración original ejecutadas hace apenas 25 años: Sustitución de los forjados de madera de la girola y sus capilla por otros a base de viguetas pretensadas y bovedillas cerámicas; Colocación sobre el entablado de la cubierta de la nave central de una tela asfáltica más una capa de nivelación a base de mortero de cemento de espesor medio cinco centímetros. La primera de ellas dio lugar a desprendimientos en el lado Norte, al sobrepasar el esfuerzo que era capaz de resistir el muro y, en consecuencia, volcar los sillares de la parte superior de dicho muro, empujados hacia la calle y cubiertas más bajas por estas nuevas cubiertas más pesadas (Fig. 15). La segunda incrementó el número y dimensión de las grietas de las bóvedas y paramentos de la nave central aunque, afortunadamente, no dieron lugar a colapso alguno.

Las cubiertas de las Iglesias de Nuestra Señora de la Asunción en la Pedanía de la Parroquia y la de San



Figura 13. Estado de la Iglesia de Santiago tras el terremoto. Se aprecian los restos aún “colgados” de parte de la losa de hormigón sobre la parte de cubierta del templo que se ha mantenido en pie.
Figure 13. The condition of the church of Santiago after the earthquake. The remains hanging from the concrete are visible in the photograph.



Figura 14. Estado de la Iglesia del Monasterio de Clarisas, tras el terremoto. Los restos de escombros albergan por un lado las cerchas de madera que conformaban la cubrición del Templo y, por otro, la losa de hormigón armado colocada sobre ellas.
Figure 14. The condition of the church of Las Clarisas monastery after the earthquake; the remains contain the whole wooden ceiling structure and the reinforced concrete floor above it.



Figura 15. Caída de los sillares superiores del muro norte de la Gírola de la Ex Colegiata de San Patricio, provocado tanto por la direccionalidad de los esfuerzos del terremoto, como por el excesivo empuje que provocaban las cubiertas de hormigón pretensado y bovedilla cerámica.

Figure 15. Fallen masonry blocks at the top of the north wall of the apse of the collegiate church of San Patricio caused by the direction of the seismic movements exacerbated by the excessive thrust of the pre-stressed concrete ceiling and clay vaulting.

Mateo fueron restauradas hace unos doce años de forma adecuada, lo que ha hecho que apenas se produjeran desperfectos motivados por exceso de peso en las mismas y, únicamente, hayan aparecido las habituales roturas en las bóvedas y arcos de ladrillo, debido a los esfuerzos que induce el terremoto sobre ellos, pero en estos casos no han sido motivados por ninguna modificación en sus condiciones originales y, de hecho, los edificios ha resistido de forma ejemplar el sismo (volveremos más adelante sobre la Iglesia de La Parroquia, pues si es interesante analizar el vuelco de su torres).

Algo similar ocurre en la Iglesia de Nuestra Señora del Carmen, si bien en este caso la última restauración llevada a cabo no incrementó el peso de la cubierta introduciendo losas pesadas de hormigón, aunque si modificó (incrementándolas notablemente) las pendientes de todos los faldones del Templo. Esto ha tenido dos variables a la hora de enfrentarse al sismo: por un lado, al incrementar la pendiente, se ha reducido la componente horizontal del esfuerzo en el plano del faldón (aunque se aumente la componente vertical esto no significa ningún problema para los muros que son capaces de absorberla perfectamente) aunque, por otro, se ha incrementado la componente horizontal en los planos perpendiculares a las fachadas, lo que ha hecho aparecer grietas de desarrollo vertical en gran parte de los muros testeros, si bien no han llegado a provocar colapsos de importancia. No podemos añadir nada relativo a este primer punto, en las iglesias de San José, San Cristóbal, Ermita del Cementerio, San Diego, El Consejero y Aledo, pues no se han llevado a cabo hasta el momento, nada más que los trabajos de apuntalamiento y apeo y desconocemos la composición de sus bóvedas y cubiertas.

Dirección de los esfuerzos

Los resultados de los análisis llevados a cabo por los especialistas del Instituto Geológico y Minero de España (Martínez-Díaz *et al.*, 2011) parte de cuyas conclusiones fueron expuestas en las Jornadas de Patrimonio en Riesgo, celebradas en septiembre de 2011 a raíz del seísmo de Lorca, muestran una mayor intensidad de las deformaciones *entre los ejes N145E y N195E (orientación NW-SE), compatible con la dirección regional del campo de esfuerzos, el mecanismo focal del terremoto (desgarre izquierdo con componente inversa) y la localización epicentral en la sierra de la Tercia* (Rodríguez-Pascua *et al.*, 2012). Como quiera que disponemos de una muestra muy representativa, al haber trabajado sobre una elevada cantidad de edificios del casco histórico de la ciudad, hemos intentado trasladar a un sistema de representación planimétrico, las deformaciones observadas, tanto en aquellos casos estudiados por el equipo del IGME, como por nuestros propios datos, de forma que podamos corroborar o no la direccionalidad de las orientaciones de los desgarros o deformaciones y, en consecuencia, poder plantear alternativas a ello en prevención de futuros sismos. Ya podemos adelantar que los resultados de la traslación al plano de la Ciudad de Lorca (Fig. 16) de los ejes principales de las deformaciones en los edi-

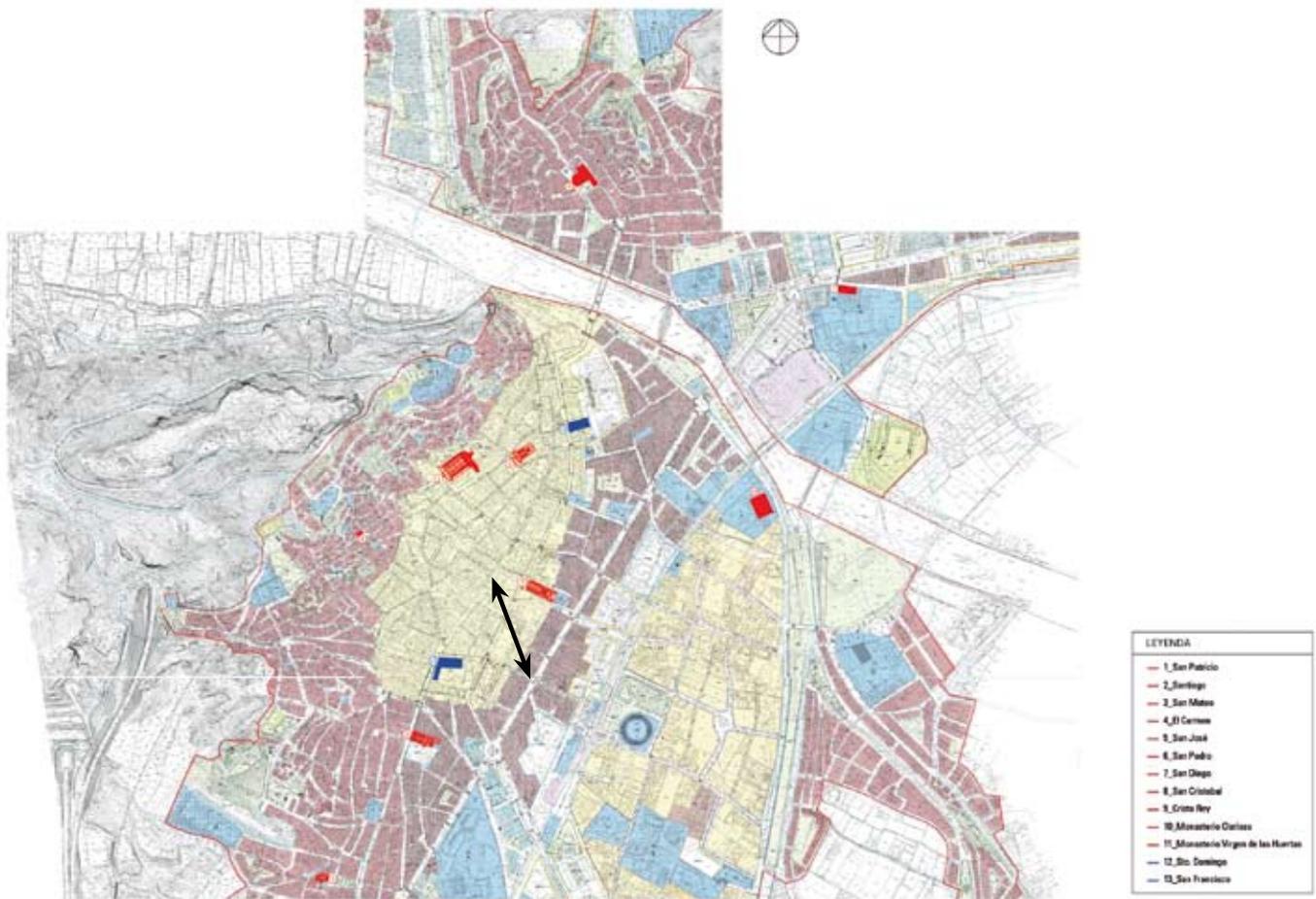


Figura 16. Plano del Casco Histórico de Lorca y sus barrios periféricos, indicando la situación de los edificios religiosos, así como el azimut de la dirección predominante de los esfuerzos provocados por el evento sísmico.

Figure 16. Plan of the historic centre of Lorca and its outskirts, indicating the sites of religious buildings and the azimuth of the predominant direction of the stresses caused by the earthquake.

ficios, es totalmente compatible con el análisis arqueosismológico (Martínez-Díaz *et al.*, 2011), sobre todo en lo que concierne a las torres de las Iglesias, que presentan desplazamientos mayores en el eje el Noroeste – Sureste y, por tanto, grietas mayores (y en forma de aspa) en las caras orientadas al Este y Oeste, mientras que las grietas son sensiblemente menores y de disposición horizontal en las caras Norte y Sur. Hemos trasladado al plano del casco histórico de Lorca y sus barrios periféricos, la ubicación de los edificios religiosos (en azul aquellos que no son propiedad de la Diócesis de Cartagena), así como el vector dirección de los esfuerzos principales de acuerdo con el estudio antes señalado. Si ahora trasladamos esta dirección a cada uno de los inmuebles estudiados veremos que en la gran mayoría coincide con la mayor amplitud de los movimientos durante el sismo y, en consecuencia, de las deformaciones.

Comenzando por la Ex Colegiata de San Patricio, son muy destacables dos aspectos: Los pináculos de la torre, arrancados durante el terremoto, han caído y todos caen en la misma dirección (Fig. 17), siendo esta coincidente con la que figura en el plano como azimut dominante. La segunda muestra se da en la pared intermedia de la girola, que se desplaza en esta misma dirección, cayendo todas sus piezas de sillería, orientadas en la misma dirección, coincidente también con la dirección predominante.

El segundo caso es el de la Iglesia de Santiago y la de San Cristóbal, fijándonos sobre todo en sus torres, en la que se aprecia que la dirección principal de los esfuerzos es prácticamente paralela a la fachada principal del templo, por lo que las grietas más importantes (las tan habituales en los terremotos en forma de aspa) se dan en las caras Este y Oeste, paralelas a dicha fachada, mientras que las grietas menores aparecen en las caras perpendiculares (Norte y Sur) y en

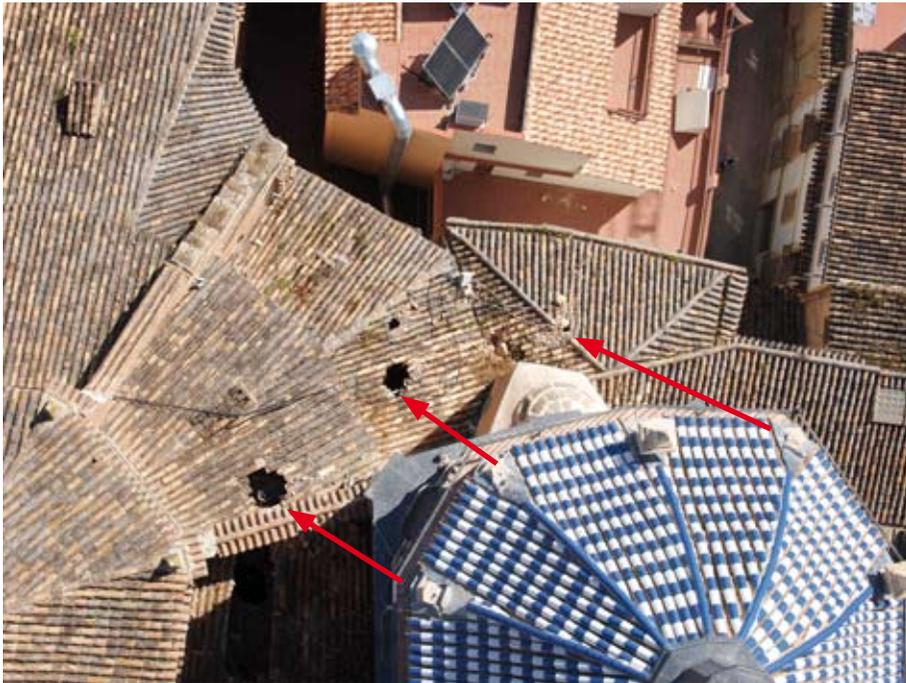


Figura 17. Vista aérea de las capillas anexas a la torre de la Ex Colegiata de San Patricio, donde se aprecian los huecos dejados en su caída por los pináculos de la torre, todos ellos caídos con la misma dirección.

Figure 17. Aerial view of the chapels abutting the tower of the collegiate church of San Patricio, revealing the holes made by the pinnacles falling from the tower, all in the same direction.

este caso, al no haberse producido oscilación en dos direcciones, solo aparecen grietas horizontales. Además, en ambas iglesias, pero más acusadamente en la de Santiago, se produce la rotura de la totalidad de los contrafuertes en la clave de sus arcos, que los atraviesan en su parte central inferior (siendo el desplazamiento vertical de todo el contrafuerte, superior a cinco centímetros respecto del plomo y en la misma dirección NO-SE, así como la aparición de grietas en la bóveda y arcos de la nave central (que, salvo en el primer tramo junto al crucero, no superan el número de tres, lo que implica que todavía no se han convertido en un mecanismo).

El análisis de los desplazamientos y deformaciones de la Iglesia de San Mateo da resultados casi idénticos, pues se aprecia una rotura más un enorme desplazamiento lateral del cuerpo de campanas (Fig. 18), así como la rotura horizontal y posterior desplazamiento del pináculo superior del mismo (Fig. 19), ambos en la dirección predominante.

Ya hemos indicado anteriormente que la fachada de la Iglesia del Carmen sufrió movimientos e insistimos ahora pues es un ejemplo más de esta "direccionalidad" de los esfuerzos inducidos por el terremoto, ya que se desplazó durante el movimiento sísmico y en las semanas y meses posteriores al mismo, siempre en la misma dirección Norte que el resto de edificios que estamos analizando.

Por lo que se refiere a la Iglesia del Monasterio de las Clarisas, la caída de su cubierta también ha seguido el mismo patrón, es decir, se ha despla-



Figura 18. Desplazamiento horizontal del cuerpo de campanas de la Iglesia de San Mateo.

Figure 18. Horizontal displacement of the bell housing of the San Mateo church tower.

Figura 19. Rotura horizontal y desplazamiento de acuerdo con la dirección del azimut predominante (N145E y N195E –orientación NW-SE–) del pináculo de remate de la torre de la Iglesia de San Mateo.

Figure 19. Horizontal fracture and displacement in the orientation of the predominant azimuth (N145E and N195E–direction NW-SE) of the pinnacle on the tower of the church of San Mateo.



Figura 20. Torres inclinadas en la dirección Norte Sur en la Iglesia de La Asunción de Nuestra Señora en la Pedanía de la Parroquia.

Figure 20. Southward-leaning towers in the church of La Asunción de Nuestra Señora in the hamlet of La Parroquia.

zado en la dirección N –S, cayendo en la misma dirección que las demás, si bien este caso lo analizaremos más adelante, pues se mezclan otras dos componentes como son la mayor altura del lateral Sur (lo que reduce la posibilidad de caer hacia este lado) y la posible aparición del síndrome de pilar débil.

El último de los edificios que citamos en este punto es la Iglesia de la Asunción en la Pedanía de la Parroquia, cuyas torres oscilaron y quedaron desplazadas de la vertical en la misma dirección predominante apuntada en los casos anteriores (Fig. 20). En el resto de los Templos religiosos de Lorca, el terremoto ha inducido los mismos movimientos que acabamos de reseñar, si bien los datos obtenidos no son tan claros, ya que la respuesta de los mismos frente al terremoto ha sido muy satisfactoria. Debe tenerse muy en cuenta que prácticamente todos ellos están ejecutados con muros de mampostería, sillería o ladrillo y cubiertos con bóvedas ligeras y cubiertas simplemente apoyadas, lo que ha evitado los cambios bruscos de rigideces y, por tanto, los agrietamientos o caídas excesivas. Esto no quiere decir que no presenten daños, sino que son menores y sin direccionalidad, pues se trata sobre todo de agrietamientos o caídas parciales en bóvedas tabicadas de una o dos rosas de ladrillo, o desplomes parciales de muros de dos hojas que, al tener un relleno algo deteriorado o con procesos de infiltración de agua, bajo la acción del sismo, tienden a comportarse como dos hojas independientes, pudiendo llegar a caer una de ellas o ambas.

Síndromes de planta baja débil, de golpeo de edificios bajos o de pilares enanos

Analizamos en este tercer apartado, algunos de los aspectos que pueden darse en algunos edificios durante los movimientos sísmicos. Del primero de ellos, planta baja diáfana o *soft storey* únicamente vamos a citar sus aspectos fundamentales, pues los edificios religiosos analizados no tienen la posibilidad que aparezca esta patología (por el contrario si está presente en la mayor parte de los locales parroquiales y casas de sacerdotes, ya que muchas de ellas se encontraban en las plantas bajas de edificios afectados por el sismo). Aparece en aquellas construcciones donde su planta en contacto con el terreno tiene una rigidez mucho menor que el resto de las que lo componen, ya que es muy habitual que la altura de los pilares de esta planta sea bastante mayor que las del resto del edificio, o bien (ambas pueden darse a la vez) que no dispongan de ningún elemento murario o de tabiquería, capaz de arriostrar en varias direcciones del espacio, al tratarse estas plantas en muchas ocasiones como locales diáfanos. La edificación en Lorca generalmente es de hormigón armado, con alturas superiores a las cuatro plantas y cerradas con fábricas normalmente cerámicas de elevada rigidez (que se incrementa por la elevada cantidad de tabiquería de dichas plantas, generalmente de viviendas, densamente ocupada por estancias reducidas), mientras que las plantas bajas son en muchos casos locales diáfanos. Este hecho produce la citada diferencia de rigidez y el comportamiento de las plantas superiores como un cuerpo y la baja, como otro, mucho menos rígido, incapaz de absorber los esfuerzos y produciéndose los grandes destrozos que hemos visto durante el terremoto de Lorca, agravados aún más si cabe, por la habitual presencia de grandes vanos de ventanas en escaparates, accesos, etc.

El segundo síndrome que analizamos en este artículo, el de golpeo de edificios, está mucho menos documentado y es menos habitual pero, en el caso de Lorca, hemos analizado sus consecuencias en la Iglesia de Santiago que, si bien es un único edificio, la diferencia de construcción y, sobre todo, de peso y rigidez, entre el tambor y su cúpula, frente a las naves, hacen que se hayan comportado como elementos distintos e independientes. Así, la cubierta, actuando como un solo bloque monolítico durante los movimientos que provoca el sismo, ha llegado a golpear a los cuerpos más altos del tambor y cúpula, lo que dio lugar a la apertura de grietas en los arcos, la formación de mecanismos (cuatro rótulas a la vez) y el colapso general. Es sencillo extrapolar estos problemas derivados del incremento de peso y rigidez de las

cubiertas para explicar el mecanismo de colapso del Templo, pero aún es más sencillo cuando se analizan los restos del colapso y la forma en que los mismos se encuentran caídos sobre el suelo de la Iglesia. De hecho, al realizar el desescombros de los materiales colapsados por el terremoto en los tres brazos del crucero y su cúpula, mediante excavación arqueológica dirigida por el arqueólogo Clemente López Sánchez, se apreció de forma muy clara que los materiales de cobertura (teja y tablazón) eran los más profundos en la excavación, lo que implica que se habían desplomado antes, mientras que los arcos, molduras, pilastras y resto de elementos decorativos, estaban casi totalmente superficiales (Fig. 21). Ello nos hace preguntarnos el porqué del mecanismo de colapso al comprobar que eran precisamente las tejas de la cobertura las que quedaban en la zona inferior de los escombros, mientras que los maderos de cubierta y los motivos decorativos aparecían en la parte alta. Esto ha sido debido a que la cubierta actúa como un elemento rígido y de un peso mucho mayor que el que tenía en origen (por la nueva losa de hormigón), lo que hace que se produzca tanto una mayor oscilación de la cubierta (que inclina el tambor y la cúpula en sentido opuesto que la nave), embistiendo una zona del mismo edificio a otra de diferente altura y de muy diferente rigidez. En el caso de la Iglesia de Santiago, la zona más baja y mucho más rígida (la cubierta de la nave central), golpea a la más alta (tambor y cúpula) y ese martilleo, junto con la aparición de rótulas en los arcos torales (por esta causa y por los propios desplazamientos horizontales), hace que el tambor y la cúpula se inclinen a un lado hasta el colapso de uno o varios de los arcos y el consecuente vuelco completo y caída al suelo. Efectivamente se comprueba con este mecanismo de respuesta, que la cobertura queda debajo del resto de los escombros, ya que la cúpula "gira" en su caída y su cubierta llega al suelo antes que el tambor.

Por último, indicamos con el ejemplo de la Iglesia del Monasterio de las Reverendas Madres Clarisas, el tercero de los síndromes analizados. Aunque no sea tan claro como en los edificios de viviendas, los denominados pilares secuestrados o *captured column*, aparecen en aquellos soportes que se encuentran o bien encerrados entre elementos no estructurales (lo que hace modificar su respuesta por "reducción" de su longitud), o bien los directamente conocidos como pilares cortos o *short column* (cuando aparecen pilares desde la cota del terreno a la planta baja del inmueble). En el caso de la Iglesia de las Clarisas, el mecanismo de respuesta ante los esfuerzos horizontales inducidos por el sismo fue el de partir de un estado inicial con una cubierta muy rígida y pesada,



Figura 21. Escombros procedentes de la caída del tambor, cúpula y crucero de la Iglesia de Santiago en Lorca.

Figure 21. Debris fallen from the dome and transept of the church of Santiago in Lorca.

apoyada sobre unos poco resistentes soportes y el claustro más alto al sur. Además de ello, sus muros a base de ladrillo hueco en dos hojas y sin pilastras, impiden que el movimiento se desarrolle hacia el claustro, quedando liberado únicamente para moverse en dirección norte. Este movimiento de la estructura de hormigón de la cubierta hizo que, al desplazarse horizontalmente hacia el Norte, perpendicular a su eje mayor, no encontrase ningún contrarresto a dicho movimiento, salvo los contrafuertes y la parte del muro sobre ellos que, en este caso, actuaron como pilares cortos, quebrando precisamente la fábrica entre la parte alta de los contrafuertes y el inicio de la cubierta, con el consiguiente colapso de la estructura de cubierta que cae hacia el interior del Templo. Todo lo anterior se ratifica muy expresivamente cuando se analiza la fachada perpendicular a la anterior, es decir, la que mira hacia el Oeste, en la cual, si aparecen las grietas en forma de aspas típicas del movimiento en las dos direcciones.

Conclusiones

La primera y más importante conclusión que extraemos del análisis del comportamiento de los edificios históricos del patrimonio religioso de Lorca durante los terremotos de 2011 es que en su gran mayoría, y como corresponde a este tipo de inmuebles construidos mediante estructuras bastante elásticas y que

permiten amplias deformaciones, han respondido de forma muy satisfactoria ante los sismos, deformándose en varias direcciones, así como con la aparición de grietas en gran parte de sus estructuras, cerramientos y acabados, sin que ello haya supuesto llegar a desprendimientos ni colapsos siquiera parciales. Sin embargo, los dos únicos inmuebles donde estas deformaciones han concluido en derrumbes, no podían deformarse de esta forma, ya que ambos habían sido “intervenido” en sus cubiertas, colocando sobre sus estructuras leñosas de cerchas en un caso, o pares y correas en otro, sendas losas de hormigón armado, que impedían las deformaciones y que actuaban de forma monolítica, llegando incluso, como hemos visto en detalle en la Iglesia de Santiago, a golpear a los cuerpos más altos, provocando la apertura de grietas en los arcos, la formación de mecanismos cuando se superaban las cuatro rótulas y el colapso general. Sin duda debemos extraer enseñanzas de todo ello y evitar métodos como estos que puedan alterar los equilibrios de cargas de los edificios históricos, sobre todo en estas zonas sísmicas, donde la restauración de un bien inmueble no debería llevar aparejado estas sustanciales modificaciones de contorno que definen sus estructuras y sus equilibrios de cargas, pues la experiencia demuestra que, sin ellas, son capaces de mantenerse en pie y, con cambios tan importantes, se corren riesgos que quizá no estemos en disposición de asumir.

Otro argumento fundamental es que, si conocemos bien los inmuebles que integran nuestro patrimonio

histórico, sin duda podremos restaurarlos mejor y, también, protegerlos más adecuadamente frente a fenómenos sísmicos. Parece algo obvio, pero nuestra sociedad busca la inmediatez e incluso los políticos se someten al corto plazo de los años que duran las legislaturas, algo absolutamente incompatible con la edad de los bienes culturales. Por ello, creemos que las enseñanzas del terremoto de Lorca también deben buscarse en la tarea irrenunciable de la recuperación de los inmuebles históricos por lo que ello conlleva de recuperación de edificios, pero también por la posibilidad de mantener la identidad de un pueblo, su pasado, e incluso la forma de vida en el futuro, algo imposible si no nos comprometemos activamente a que la Ciudad de Lorca se recupere y levante sobre los restos de los edificios destruidos. En este punto debemos recalcar la enorme rapidez con la que se buscaron soluciones a los gravísimos problemas a muy corto plazo (apenas ocho o diez días) que presentaban casi todos los edificios religiosos, mientras que, en paralelo, se redactaban una serie de informes con las principales propuestas de actuación. Estos informes eran muy breves, pero fueron auténticas ideas rectoras o criterios generales para cada edificio, de forma que fuera posible acometerlas en un orden y preferencias pre establecidas, una vez llegaran los fondos económicos, evitando un conjunto de proyectos aislados incapaces de construir un cuerpo armónico. El resultado en estos edificios de la Iglesia creemos que ha sido óptimo ya que, aunque es verdad que debieron solucionarse los problemas de forma urgente y esto conlleva algún grado de precipitación por falta de estudios previos, no es menos cierto que se están reparando incluyendo un planteamiento general de las diversas fases y su valoración económica (planteada antes de actuar), de forma que han podido medirse las consecuencias de las primeras acciones y los aciertos por un lado o problemas y carencias por otro, que se presentaron en cada caso. Este sistema de trabajo ha sido particularmente importante en algunas construcciones con reparaciones anteriores al terremoto (que podríamos calificar como de dudosa calidad) y que, de no ser por las propuestas de retirada a que obligó el sismo por las grandes grietas, fisuras, desplomes, etc., que presentaban, hubieran quedado en los edificios por muchos años más.

Otra de las conclusiones importantes es, a nuestro juicio, el análisis de la direccionalidad de los movimientos principales. Dando por sentado que es la fricción de la falla de Alhama (tal y como aparece en toda la documentación científica elaborada tras el sismo) la responsable de la mayor parte de los temblores en la zona de Lorca y sus pedanías, la probabilidad de recurrencia de sismos de este tipo (la peligrosidad sísmica

en la ciudad de Lorca presumiblemente no superará valores de $M > 5,5-6,0$) siendo mayor o menor en años, no variará sustancialmente en cuanto a la direccionalidad. Esto nos permitirá reforzar o insistir más en estas estructuras antiguas orientadas según ejes Norte – Sur, pues probablemente serán sometidas a mayores esfuerzos que las restantes y, este tipo de refuerzos, podrá contribuir a evitar los colapsos, incluso en casos como los de los terremotos del 11 de mayo de 2011, cuando se registró un altísimo nivel de aceleración (0,37 g), mucho mayor que los 0,12 g de aceleración básica que provee la norma sismorresistente.

Agradecimientos

Este trabajo se encuadra dentro del encargo realizado por el Obispado de Cartagena, para la intervención urgente en los edificios afectados por el terremoto que sacudió la Ciudad de Lorca el 11 de septiembre de 2011, en estrecha colaboración con los equipos técnicos de trabajo del Ministerio de Cultura, de la Dirección General de Bellas Artes y Bienes Culturales de la Región de Murcia y del Excmo. Ayuntamiento de Lorca. Agradecemos enormemente su trabajo, así como el realizado por los aparejadores Luis de la Hoz y Lourdes García Moreno, el Arqueólogo Clemente López Sánchez, el Ingeniero Ramón López, los integrantes y colaboradores de Lavila Arquitectos Oscar Castro, Cristina Rivero, Álvaro Vázquez, Elena Abigail Fuertes, Beatriz Llorente y Juan de Dios de la Hoz San Román, así como a todos los técnicos, dirección y personal de las empresas Azuche, Hemosol, Lorquimur y Restauralia Cartago, encargadas de ejecutar los trabajos de emergencia desde el día 11 de mayo.

Referencias

- Belda Navarro, C. y Hernández Albaladejo, E. 2010. Arte en la Región de Murcia, de la Reconquista a la Ilustración. Publicación digital de la Colección: Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. *Monografías Regionales*, nº 6.
- De la Hoz Martínez, JD. 2012. El Terremoto de Lorca: Consecuencias y actuaciones sobre el Patrimonio Religioso. *Revista del Patrimonio Cultural de España*, 6, 107-122.
- Gutiérrez-Cortines Corral, C. 1983. *Renacimiento y arquitectura religiosa en la antigua Diócesis de Cartagena -Reyno de Murcia, Gobernación de Orihuela y Sierra del Segura*. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de la Región de Murcia, 123-132.
- Martínez-Díaz, J.J.; Rigo, A.; Louis, L.; Capote, R.; Hernández-Enrile, J.L.; Carreño, E.; y Tsige, M. 2002. Caracterización geológica y sismotectónica del terremoto de Mula (fe-

- brero de 1999, Mb: 4,8) mediante la utilización de datos geológicos, sismológicos y de interferometría de RADAR (INSAR). *Boletín Geológico y Minero*, 113 (1): 23-33.
- Martínez-Díaz, J.J.; Rodríguez-Pascua, M.A.; Pérez, R.; García J.; Giner, J.L.; Martín-González, F.; Rodríguez, M.; Álvarez, J.A.; e Insua J.M. 2011. *Informe Geológico preliminar del Terremoto de Lorca del 11 de mayo de 2011. 5,1 Mw*. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid. 47 pp.
- Martínez Solares, J.M. 2001. *Los efectos en España del terremoto de Lisboa -1 de noviembre de 1755*. Dirección General del Instituto Geográfico Nacional. Madrid. 756 pp.
- Muñoz A. y Cirujano C. Conclusiones de las Jornadas de Patrimonio en riesgo. El seísmo de Lorca. 2011. *Revista del Patrimonio Cultural de España*, 6, 15-17.
- Rodríguez-Pascua M.A., Pérez-López, R., Silva, P.G., Giner-Robles, J.L. y Martín-González, F. 2012. Descubriendo los terremotos "perdidos" en España: arqueosismología y paleosismología. Aplicaciones al caso de Lorca. *Revista del Patrimonio Cultural de España*, 6, 81-96.
- Segado Bravo, P. 2007. *La Colegiata de San Patricio de Lorca*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia. 233 pp.

Recibido: agosto 2012

Revisado: septiembre 2012

Aceptado: octubre 2012

Publicado: octubre 2012